

第八章 環境建構

第一節 同步輻射中心

一、領域概況

我國於 82 年由國人建造完成 1 部能量為 1.5GeV 之電子同步加速器，專門提供高強度之同步輻射做為物理、化學、材料、生物、醫學等之基礎研究，以及微機電之應用與加速器相關工業之發展等。16 年來，同步輻射研究中心積極興建大型跨領域尖端實驗設施，光束線數量由 3 條擴增至 29 條，並建造第 3 條光束線於日本 Spring-8 同步輻射源。多項儀器設備，更為世界首創，享譽國際，使台灣多項領域之尖端科學實驗的能力與先進國家並駕齊驅，所發表於國際學術性論文之數量及品質，比起德國、義大利、韓國等較新型之同步加速器設施毫不遜色。使用同步輻射之用戶數量仍繼續成長，發表在國際學術性論文之數量，均隨著光束線數目之增加仍繼續成長。國家同步輻射研究中心除了學術基礎研究之外，其精密之儀器建造，也成為帶動了國內超高真空、精密定位、微波技術、射束計算、磁鐵技術及超導技術之發展，而加速器工程之發展將逐漸本土化。近年來，也成立了產業應用小組，專為國內產業升級，提供協助。但是由於本 1.5GeV 之電子同步加速器設計於 20 餘年前，面對著目前世界上新建及建造中之同步輻射加速器，其規格已經逐漸落後，

也無法從事高同調性及高輝度需求之實驗，新建 3GeV 之電子同步加速器已勢在必行。本新建計畫預計耗資約 70 億元，已於今年著手進行，預計於 2013 年完工。另外新建光束線之計畫，也由全國各研究機構提出，計畫審查之中。希望能夠在完成本新計畫後，此一領域中，我國可以保持與世界同步之地位。

93 至 97 年度同步輻射中心投入經費與人力如圖 3-8-1-1。

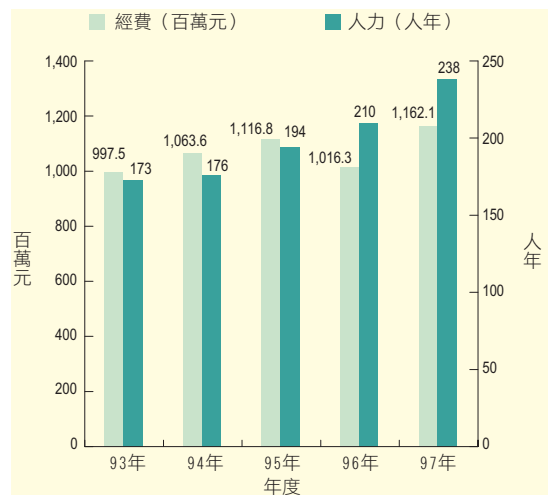


圖 3-8-1-1 同步輻射中心投入經費與人力

資料來源：年鑑工作小組整理自政府各部門統計資料。
註：經費為預算數。

二、重要成果

(一) 財團法人國家同步輻射研究中心發展計畫 (國科會)

群組：科技服務

國家同步輻射研究中心以有效運轉之同步加速器和周邊實驗設施，持續提供高品質之光源予國內外學術研究人員，以進行各項尖端實驗技術分析與科學應用之研究，和提升我國科學研究之成果，並協助國內產業界突破研發技術上之瓶頸。97 年度重要成果：加速器方面，已全面採用數位化寬頻電子束位置偵測系統，以提升光源之穩定度與滿足用戶需要多樣性插入元件動態調變的功能，並完成多項加速器系統之功能提升；實驗設施方面，旋光光譜實驗站與小角 / 廣角 X 光散射實驗站已開放用戶申請使用；科學研究方面，發表於國際知名科學期刊論文的質與量持續成長，亦有發表於《Science》（科學雜誌）的文章。有關台灣光子源同步加速器興建計畫（TPS），在 TPS 計畫團隊不間斷的努力之下，加速器方面已完成 3 件重大設施採購案之審核與採購，並向全國徵求實驗設施興建意願書，開始與用戶們共同討論未來 TPS 光束線之規劃。

1. 加速器與實驗設施

國家同步輻射研究中心加速器每日 24 小時持續穩定運轉，97 年度加速器總運轉時數為 7,574 小時，運轉效率達 98.4%，1~12 月用戶可使用時段占排定用戶運轉時間 5,726 小時之 97.9%，其中 97.8% 用戶可使用的時段中，電子束穩定度指標（ I_0/I_1 ，光束強度變化值比例）維持在 0.1% 以下，加速器運轉效率良好，幾乎可達全日 24 小時運轉，且提供穩定之光源品質。

為因應光源用戶需要多樣性插入元件動態調變的功能，並同時維持光源穩定的需求，該中心已於 97 年 8 月順利完成新一

代的電子束位置偵測器信號處理器換裝，全面採用數位化寬頻電子束位置偵測系統，目前正積極進行信號處理器與軟體介面的整合，將有系統的研究軌道穩定度及改善之方案。97 年亦已完成即時電子束團的貝他加速器（betatron）頻率與電子束軌道的快速記錄系統，及建立儲存環當機相關信號資料蒐集系統，以追蹤無預警電子束消失的原因，尋求解決或改善的方案。有關低發散度高頻及雷射激發電子槍之研發，目前已完成光陰極高頻電子槍紫外光驅動雷射系統之特性測量，及雷射束傳輸光學系統之建構。同時，將持續降低儲存環偏踢磁鐵（kicker）脈衝電源供應器輸出脈衝電流之時間顫動（jitter），以維持儲存環偏踢磁鐵脈衝電源供應器之正常運轉。

截至 97 年底，本中心運轉中的光束線共建有 29 條，其中包含 2 條座落於日本 SPring-8 的台灣專屬光束線。97 年建造完成之光束線，包含 X 光散射用戶合約光束線（光束線編號 BL07A）及 SP12U 旁支光束線（SP12D）已完成建造，現正進行相關實驗系統的設計與安裝；小角 / 廣角 X 光散射光束線（BL23A）亦已完成試車，並於 98 年 5 月開放用戶申請使用（圖 3-8-1-2）。本中心現有運轉中的實驗站共有 50 餘座，新建置之旋光光譜實驗站（BL04B）已完成實驗站的功能測試和數據擷取系統的功能提升，該實驗站亦於 97 年 8 月底開放用戶申請使用。

2. 用戶推廣與科學研究

97 年使用國家同步輻射研究中心光源進行的尖端實驗共有 1,101 件次計畫、8,163 人次，其中包括經費補助 2,712 人次參與

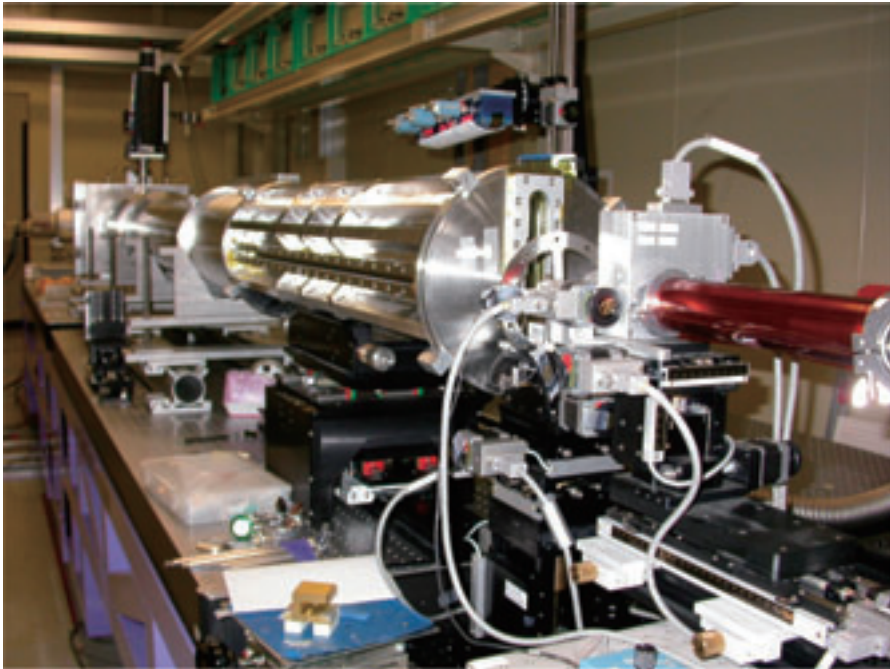


圖 3-8-1-2 小角／廣角 X 光散射實驗站已於 98 年 5 月對外開放用戶申請使用，主要提供高分子、生物分子、膠體、合金、奈米粒子等奈米結構分析。

資料來源：財團法人國家同步輻射研究中心。

該中心的研究，並有 123 人次赴日本 SPring-8 進行實驗。研究領域包括：原子分子科學、凝態物理、材料科學、軟物質、生物結構、奈米製作、工業應用等。用戶發表於國際知名科學期刊的 SCI 論文共有 250 篇，其中發表於各領域重要期刊影響係數（impact factor）大於 2 的論文有 175 篇，且各領域頂尖期刊影響係數大於 6 的論文有 25 篇，部份文章摘要如下：

(1) 金黃色葡萄球菌形成色素的關鍵酵素（使用光束線 BL13B1，發表於 Science, 319, 1391(2008)）：此研究應用 X 光繞射方法，成功地解出金黃色葡萄球菌形成色素的第一步關鍵酵素，且明確定位葡萄球菌金黃色合成酵素的兩個受質之結合位置，未來以此酵素設計出更具效用的藥

物將指日可待。

- (2) 具室溫磁性的奈米導體之研究（使用光束線 BL01C 和 BL17C，發表於 Advanced Materials, 20, 1656(2008)）：在同類半導體的奈米晶體中，CdSe 是第 1 個被發現具有「室溫鐵磁性」的奈米晶體。此研究藉由適當的表面重組，而不需要摻雜任何其他的磁性元素，即可證實半導體奈米晶體也具有「室溫鐵磁性」的特性。
- (3) 以 X 光拉曼光譜探測高壓下的輝石玻璃（使用光束線 BL12XU，發表於 Proceedings of the National Academy of Sciences, 105, 7925(2008)）：從高壓氧 K-edge 吸收光譜特徵顯示，在 120~200 億帕之間可形成帶有 3 個矽鍵結在氧上的結構，稱為三矽氧簇。

本篇論文使用高達 390 億帕之高壓 X 光拉曼光譜研究玻璃態輝石 (MgSiO_3) 的電子結構，結果顯示，輝石在熔解緻密化的過程中，除了降低非橋接氧結構之外，同時伴隨著三矽氧簇的生成。當施加超過 200 億帕的壓力時，少部分的三矽氧簇受壓力誘導，將會增加原有的密度、黏性和晶體熔解隔離之特性，減少元素擴散至下地函處的熔融態輝石中。

- (4) 以小角度及廣角 X 光分析技術研究高分子太陽能電池之奈米結構 (使用光束線 BL17B3, 發表於 *Advanced Materials*, 20, 2573(2008)) : 使用小角度的 X 光散射技術再搭配廣角 X 光技術，同步分析奈米碳球及共軛高分子經熱處理後的聚集及結晶情況，再搭配高分子太陽能電池元件的製作及電性進行量測。實驗結果得知，當高分子碳球複合膜在 150 度下經過熱處理 15 分鐘後，可以得到最佳元件效率為 4%，此時，共軛高分子的結晶大小約 16 奈米，而碳球聚集所造成的小角 X 光散射半徑約 23 奈米，此研究成果將有助於了解材料經過熱處理後的內部相分離情形對元件效率之影響。
- (5) 追蹤不飽和基團 C_3H_3 在銀表面之化學反應 (使用光束線 BL24A1, 發表於 *Journal of the American Chemical Society*, 130, 10263(2008)) : 鍵結在金屬中心或表面上的不飽和一碳、二碳基團，吸引許多化學家投入研究其基本反應的步驟，然而針對不飽

和三碳基團的報導則相對匱乏，特別是 $\text{M-C}_3\text{H}_3$ 系列。此研究以 propargyl bromide ($\text{Br-CH}_2\text{C}\equiv\text{CH}$) 為前驅物，透過程溫脫附、反射式吸收紅外線光譜 (Reflection Absorption Infrared Spectroscopy, RAIRS)、和 X 光光電子能譜 (X-ray Photoemission Spectroscopy, XPS) 實驗配合密度泛函理論計算，解析出此類有機基團在銀 (111) 表面之化學變化。

為加強國內外同步輻射相關領域的研究人員間之學術交流，及促進中心與用戶們彼此的溝通，該中心每年均舉辦用戶年會。第 14 屆用戶年會暨研討會於 97 年 10 月 8、9 日舉行，會中邀請國內外學者專家，以及新世代尖端研究計畫主持人與會演講，並於第 2 天舉行的 X 光結晶學與光譜學 (X-ray Crystallography / Spectroscopy) 研討會中，探討同步輻射在 X 光結晶學及光譜學的最新應用研究，包括：自由電子雷射、時間解析蛋白質結晶學、鐵硫蛋白質、蛋白質折疊動力學、X 光散射與小角度散射、高解析粉末繞射及再生能源科學。各研究團隊於會議中發表研究成果，且於用戶大會及研究群討論會時，讓用戶有機會了解中心現況與未來發展的方向，及對現有設施提出建言，此次會議總計有 640 人共同與會，並有 207 篇的壁報成果展示。

3. 產業合作與人才培育

為積極拓展與國內外產業界之合作，共同開發產業應用等相關技術，國家同步輻射研究中心產業應用辦公室與美商奧羅瑞公司經過長時間的洽談後，已共同簽訂

贊助研發計畫之合約，將共同進行乳房檢測核磁共振造影 (Magnetic Resonance Imaging, MRI) 相關技術之研發。該中心未來將可提供產業界有系統的同步輻射研究技術之支援與服務，並建立對產業界服務的光源應用平台。

同時，為推廣同步加速器光源知識的認識和訓練，該中心除了每年舉行「同步輻射加速器光源應用與實習」暑期課程，以加強理工背景之大學生對同步加速器光源設施及相關研究領域的認識，並舉辦「2008年蛋白質結晶學光束線自動化研討會」以協助用戶使用光束線機器人系統與自動化控制軟體，和「2008年蛋白質結晶學課程」以幫助潛在用戶成為蛋白質結晶學設施的真正用戶。此外，該中心邀請國外專家舉行有關EPICS之訓練課程，以協助製作EPICS設備及支援系統，和「程式研習營」(General Structure Analysis System, GSAS)讓學員可以快速入門使用GSAS程式。

該中心為亞洲地區具有物理或工程背景，但無加速器相關知識之學生，於溪頭救國團青年活動中心舉辦「第五屆華人物理協會加速器學校」(Overseas Chinese Physics Association, OCPA)，邀請國內外加速器專家開授相關課程，讓亞洲地區的學生有學習加速器領域的科技技術與應用之機會。

4. 台灣光子源加速器興建計畫

有關台灣光子源 (Taiwan Photon Source, TPS) 同步加速器興建計畫，國家同步輻射研究中心為能優化TPS加速器之各項設計細節，多次邀請國際加速器專家審慎評

估與討論，於98年1月初邀請國內外加速器之專家與學者，聯合舉辦第4屆加速器諮詢委員會和第1屆科學諮詢委員會，共同審視TPS相關設備之設計與探討未來科學研究之新方向。

在TPS加速器設計及建造方面，97年已完成線型加速器 (linac)、超高頻發射機 (RF transmitter)、及液氦超低溫系統 (cryogenic system) 等3件重大設施採購案之審核與採購。TPS儲存環二、四、六極原型磁鐵、磁鐵精密支架和真空腔等元件，將與國內廠商合作研發製造，期望在興建台灣光子源加速器的同時，也可同步帶動國內廠商研發製造技術之升級。

在科學發展及應用方面，台灣光子源第1階段實驗設施的規劃方案，歷經多次與用戶及具代表性之委員會共同討論，並邀請各研發機構提出「台灣光子源實驗設施興建意願書」(Letter of Interest, LOI)，截至97年9月底共接獲由中研院、清華大學、成功大學、淡江大學、東海大學分別提出12件之興建意願書。

三、潛在影響與展望

展望未來，我國同步輻射研究中心之發展重點為興建1座能量為3GeV低發散度高強度之同步加速器，並建造先進光束線及實驗站。此一目標將於2014年完成，屆時我國將擁有世界上最先進之同步輻射光源，恢復與全球並駕齊趨之地位，並合乎當今台灣科技學術界高亮度的光源之殷切需求。近年來，不論是物理、化學或是生物之研究，其實驗試樣所使用之光源之強度，必需提升幾個數量級，方得以觀小察微，維持尖端之研究，同步輻射之未來

發展，正契合了將來的需求。以目前同步輻射研究中心用戶研究群之增長之趨勢，各大學及研究機構提出新光束線之構想，用戶人數倍增是可以預期的。然而，目前 1.5GeV 加速器儲存環可以建造光束線之空間已經幾乎飽合，將來新的 3GeV 同步加速器之完成，提供更多之光束線，可以改善目前用戶擁擠之狀況，工業界亦得以擁有更多機會使用精密之同步輻射光源以開發新的材料、開發新的製程並檢驗其新產品，提升國產品之質量，獲取專利。同步輻射研究中心產業應用小組之成立，化被動為主動，協助工業界解決產品升級，為國家之產品升級助益將頗為重要。

第二節 儀科中心

一、領域概況

儀器科技研究中心為促進國家科學發展，以改善研究環境、支援學術研究及高科技產業發展為任務，並以建構儀器技術平台、提供前瞻研究儀器技術與設備及孕育國際級研究成果為發展目標，並著重國際交流與合作，以彰顯卓越的學術價值。

精密儀器涵蓋範圍綜合光、機、電、真空、控制等技術。若依美國 SIC 儀器產品群及經濟部工業產品分類劃分，精密儀器大致可分為電子量測、製程控制、光學理化分析、醫療及其他儀器，為各產業研發、製造、品管、檢測工具，具高附加價值、技術密集、成品精密特性。依據現階段可取得之統計資料顯示，95 年精密儀器相關量測儀器及控制設備業、其他精密儀器業及其他科學光學器材類等三大類統計資料，精密儀器產業約 550 家，從業人數

約一萬九千人，營收約 570 餘億元，利潤約 30 億元，附加價值則約 200 億元，從平均收益、附加價值、從業人數等均顯示國內精密儀器產業仍屬於中小企業。相對於先進國家美、日、德等國際儀器供應商，統計顯示國內儀器市場呈小幅成長，但貴重儀器部分仍然仰賴進口，並集中在少數國家，顯示精密儀器自主性研究開發與產業動力不足的實況。

儀器為資本技術密集之高科技產業，技術與終端產品均有範圍廣、門檻高之特色，囿於儀器產業為資本技術密集，其產業獲利模式並未如台灣一般產業，得以透過量產降低成本方式獲利，因此民間對於精密儀器設備之引進與投資意願有限且核心專利薄弱；此外精密儀器的多樣性，產學研各界對於精密儀器發展方向意見整合不易，研發成果易呈現單點或單項突破。雖學研界早已對前瞻研究領域開拓與新興產業的萌發均有賴精密儀器產出有所共識，但仍限於無法將儀器科技精確歸類，待科技政策進一步支持始能收相輔相成之效。

在技術方面，台灣雖擁有半導體、光電、資訊與微機電多項儀器相關且領先國際之產業，但缺乏整合。國內除少數公司投入電子、電機等電性測試設備外，中小供應商仍以科學教育、化學、環境檢測為主；惟近期儀器技術也因光電產業發展產生技術移動，整體技術汰換速度也加快；如 2007 年台北國際光電展背光模組檢驗設備由光譜儀檢測技術轉換成視覺檢測設備，此一轉變於 2008 年光電展中更加明顯，自動化光學檢測技術平台成為重要項目，強調核心技術配合產線需求進行客製