

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 年由國人建造完成一部能量為 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。14 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，其中 2 條位於日本 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以及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。用戶除了來自全國各大專院校及研究機構之外，並包含美、德、法、義、日、俄、澳、韓、瑞士、新加坡、印度及中國大陸等各國之國際學者。同步輻射研究中心於去年度承辦第二屆亞洲大洋洲同步輻射研究論壇研討會，協辦第一屆亞洲結晶學訓練課程，及贊助第八屆亞洲結晶學會的舉行等。建造完成之蛋白質結晶學實驗站於去年完成 17 個新蛋白質結晶之結構，已成為國際蛋白質結晶學之重鎮之一。去年國家同步輻射研究中心也建造了軟物質生物薄膜結構測定設施以及旋光光譜儀，均為當下世界一流之設備。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，培育加速器建造人材。國內同步加速器已可以恆電流運轉，並加入 3 部彎段超導增頻磁鐵以及超導加速腔等，在國際上均為傲人之成就。

92 至 96 年度同步輻射中心投入經費與人力如見圖 3-8-1-1。

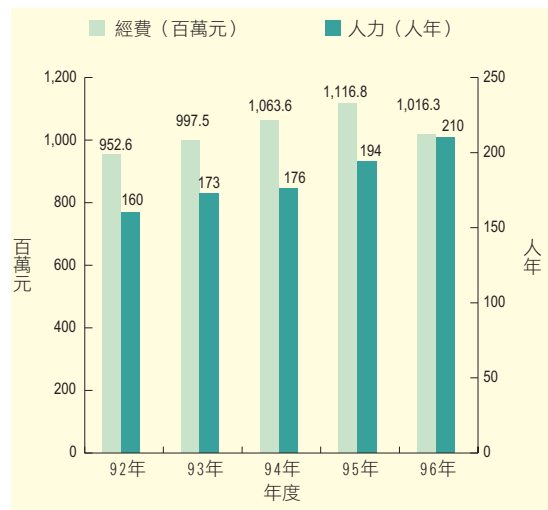


圖 3-8-1-1 同步輻射中心投入經費與人力

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

96 年度國家同步輻射研究中心持續提供高品質光源予國內外學術研究界進行尖端科學研究，促進國內同步輻射研究水準

之提升，並且積極籌劃未來超高亮度新光源設施 - 台灣光子源，獲致顯著之進展。現有光源加速器方面之發展計畫，目前已完成 3 座彎段超導增頻磁鐵的建造；實驗設施方面，生物膜散射實驗站 (BL13A1 X-ray membrane scattering/diffraction) (圖 3-8-1-2) 於 97 年 1 月起對外開放給全國的用戶使用；科學研究方面，持續開拓各領域之實驗技術。有關台灣光子源同步加速器興建計畫，已於 96 年 6 月經立法院通過預算，並於 8 月獲行政院核定，隨即展開各項相關工作。

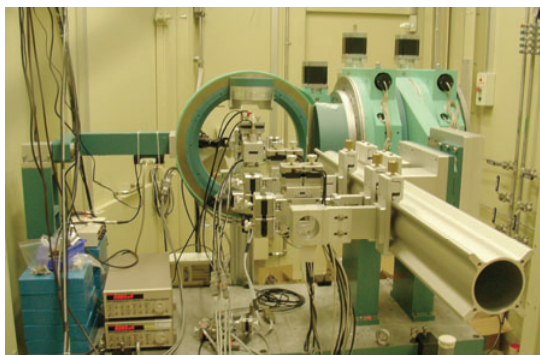


圖 3-8-1-2 生物膜散射實驗站於 97 年 1 月起對外開放給全國用戶使用，主要提供生物薄膜的薄層結構分析。

資料來源：財團法人國家同步輻射研究中心。

1. 加速器與實驗設施

同步輻射研究中心加速器每日 24 小時持續穩定運轉，96 年度加速器運轉時數為 6,907 小時，運轉效率達 98.5%。96 年 1~12 月用戶可使用時段佔排定用戶運轉時間 5,219 小時之 98.1%，其中 98.3% 用戶可使用的時段中，光束穩定指標 (I_0/I_1 ，光束強度變化值比例) 維持在 0.2% 以下。加速器運轉效率良好，幾乎可全日 24 小時運轉且提供穩定的光源品質。

自 95 年初起，同步輻射加速器採恆定電流注射模式運轉，電流一般維持在 301.5 毫安培 (最高已可提升至 400 毫安培)；加速器數位式縱向回饋系統於 96 年初正式加

入儲存環的運作之後，使平均光強度因此大幅提高，並確保同步輻射光源的光強度在長時間內穩定維持低擾動率。96 年度該中心已完成 3 座彎段超導增頻磁鐵 (In-Achromatic Superconducting Wigglers, IASW) 的建造，其中一座已安裝完成，另兩座預計於 97 年度長停機時段進行安裝與試車。該中心自製之加速器關鍵設備「熱陰極高頻共振電子槍」首次產生低發散度、高品質與高能量之電子束。目前仍持續束流診斷及光陰極電子槍之研發，未來規劃用於支援該中心與清華大學合作之自由電子雷射 (Free Electron Laser, FEL) 計畫。

截至 96 年底，該中心建有 29 座光束線，其中包含座落於日本 SPring-8 的 2 座台灣專屬光束線。96 年度建造之光束線，包含完成 EPU-AGM-AGS 光束線 (光束線編號 BL05A) 系統與 AGS 光譜儀之建置，並於 11 月起配合用戶的實驗站進行整體功能測試，目前已取得基本的光吸收圖譜及散射光圖譜，將進行最後階段之調整；小角度 X 光散射光束線 (BL23A) 硬體建造工作已完成，出光後光束線試車工作進行順利，已可取得 Cu 的吸收能譜，以供用戶進行軟物質分析實驗；偏轉磁鐵 AGM 軟 X 光光束線 (BL08B) 之建造及光束線安全審查等工作皆已完成，接下來將進行控制系統、光束線之通量及解析度等整體功能測試；X 光散射用戶合約光束線 (BL07A) 之 3 座鏡箱已完成安裝及現場定位 (圖 3-8-1-3)，將於 97 年初長時間停機結束前，完成最後的組裝、測試與安裝等工程；位於日本 SPring-8 台灣專屬 SP12D 旁支光束線已於夏季 (8、9 月份) 停機時進場安裝，已完成主線加馬射線準直屏蔽與準直儀、單色光儀、高解析力分光儀等儀器之安裝測試。該中心現有運轉中之實驗站共有 34 座，96 年度利用高效能生物結晶學實驗站 (BL13B) 進行蛋白質晶體結構鑑定已產出 17 個新結構收入國際蛋白質資料庫 (Protein Data Bank,

PDB)，生物結晶學設施用戶群數由 95 年的 20 群成長至 96 年的 32 群，其中包括來自日本、泰國與新加坡之新用戶。為提供研究生物樣品高能量的旋光光譜 (circular dichroism spectroscopy) 給全國用戶使用，並推廣同步輻射旋光光譜在生命科學研究領域的應用，該中心計劃建造同步輻射旋光光譜實驗室 (BL04B)，目前已完成 Aviv 旋光光譜儀的安裝和測試、及數據處理系統和自動高壓電回饋系統之測試，於年底完成裝機、測試後，97 年初將開放給用戶申請使用。

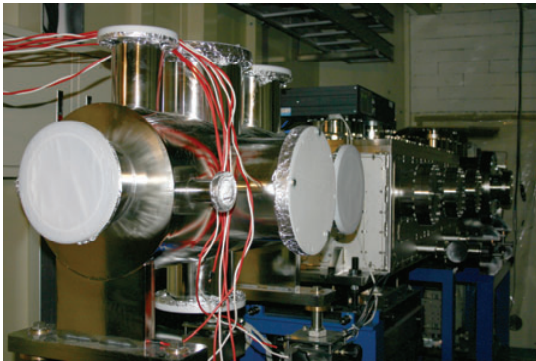


圖 3-8-1-3 X 光散射用戶合約光束線設施

資料來源：財團法人國家同步輻射研究中心。

2. 用戶推廣與科學研究

96 年使用同步輻射研究中心光源進行的尖端實驗共有 1,045 件次計畫、7,458 人次，其中包括經費補助 2,618 人次參與該中心之研究，並有 131 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。用戶發表於國際科學期刊之論文共有 256 篇，其中各領域重要期刊之論文有 159 篇、頂尖期刊之論文有 19 篇，部份文章摘要如下：

(1) 有機分子晶體激子性質之非彈性 X 光散射研究 (使用光束線 SP12U1, 發表於 *Physical Review Letters*, 98, 036404

(2007))：實驗結果首次證明非彈性 X 光散射對於研究複合有機分子晶體的激子是個很有力的工具。除了能量的位置外，非彈性 X 光散射光譜同時可提供理論上計算激子波形函數有效性的嚴格測試。

(2) 錳錳氧化物 ($TbMn_2O_5$) 材料的磁電效應 (使用 BL05B3, 發表於 *Physical Review Letters*, 98, 157202(2007))：利用軟 X 光磁散射與理論計算證明，錳錳氧化物材料上的磁電效應決定於材料的磁結構與對稱性，在受挫磁鐵中，多鐵電性現象的微觀機制對於基本對稱性之要求。

(3) 氮在木星深層大氣中之同位素分餾效應 (使用 BL03A1, 發表於 *Astrophysical Journal*, 657, L117-L120(2007))：此為星際分子及其同位素分子真空紫外光吸收截面積的測量與其光誘發分餾效應 (Photo-Induced Fractionation Effect, PHIFE) 的研究。首次量測氮同位素 15 的氮 ($^{15}NH_3$) 在光區 140~220 奈米的光吸收截面積；並探討木星大氣氮同位素 14 的氮 ($^{14}NH_3$) 和 $^{15}NH_3$ 的光解速率，進而發現，木星上對流層中於 400 毫巴下， $^{15}NH_3$ 的光解效率高出 $^{14}NH_3$ 約 38%。他們結合氮的光解及凝結效應，估計在木星的深層大氣中， $^{15}NH_3$ 和 $^{14}NH_3$ 的比例為 $2.43 \pm 0.34 \times 10^{-3}$ ；這個研究成果與伽利略號太空船對木星的觀測結果相當一致。

(4) SARS 冠狀病毒中的核酸殼包蛋白質結構暗示 RNA 於病毒中螺旋排列 (使用 SP12B2, 發表於 *Journal of Molecular Biology*, 368, 1075-1086(2007))：在 SARS 病毒中的 RNA 殼包蛋白質 CoV 具有高度抗原性，並與宿主細胞產生多種結合作用。利用蛋白質晶體學，CoV 蛋白質的 C-端區自胺基酸 248 到 365 的結構已被解出，並呈現較大的

正電凹溝，此研究結果可解釋為何C-端區具有很強的核酸結合能力；此外，八元體的晶體結構堆疊排列形成兩個平行螺旋凹溝，也暗示著RNA在病毒中螺旋排列（圖 3-8-1-4）。

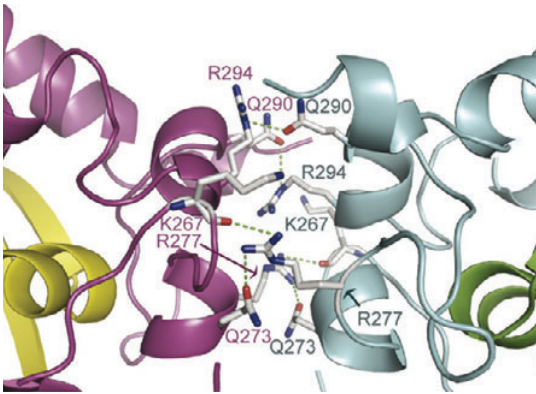


圖 3-8-1-4 SARS 病毒中的 RNA 殼包蛋白質 CoV 四元體結構中二元體間所參與的胺基酸交互作用

資料來源：分子生物學雜誌。

由於同步輻射研究中心 96 年度承辦第 2 屆亞洲大洋洲同步輻射研究論壇研討會、協辦第 1 屆亞洲結晶學訓練課程、及贊助第 8 屆亞洲結晶學會的舉行，首次聯合 3 個會議與該中心第 13 屆用戶年會共同舉辦，從 10 月 31 日起至 11 月 7 日稱之為「亞洲大洋洲同步輻射的一週 Asia-Oceania Week of NSRRC, A-O Week」。會議沿襲每年中心用戶年會舉辦之專題研討會和學生演講，並邀請亞洲大洋洲各主要同步輻射設施於會議中分享各設施之最先端同步輻射研究成果、硬體建設成就、及未來發展方向等，參加人員包括日本、韓國、澳洲、新加坡、泰國、印度、中國大陸、法國等國外學者學生總計 561 人，並有 260 篇的壁報成果展示。

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一座能量為 3GeV 低發散度

高強度之同步加速器。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及同步加速器，恢復領先全球之地位，並合乎當今臺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，用戶人數倍增是可以預期的。目前 1.5 GeV 加速器儲存環可以建造光束線之空間已經飽合，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，並將發揮新一代同步輻射高強度以及高同調性之研究特色，開拓新科學之研究領域。另一方面，亦大力推動工業界之運用，使得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，如此將提升國產品之質量，獲取專利，為國家之產品昇級助益，促進傳統工業轉形將頗為重要。

第二節 儀科中心

一、領域概況

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 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