

同步光源在生命科學的應用

Synchrotron Light Source Application in Life Sciences

吳文桂

Wen-Guey Wu

同步輻射光源實驗設施的建構與推廣，不容置疑的是國內科學界所推動過的最大且最久的計畫，從 1983 年政府排除萬難，在國內經濟及科技尚未起飛的當時，決定在新竹科學工業園區投入同步加速器光源的研發。到 1993 年試車運轉，完成亞洲首座的第三代低能量同步加速光源 (Taiwan Light Source, TLS)，以及 2007 年行政院原則同意國家同步輻射研究中心再接再厲地興建第三代中能量高亮度的台灣光子源 (Taiwan Photon Source, TPS)，並預計於 2013 年出光。在整整三十年的時間，我們見證了台灣從無到有，並在不久的將來，更進一步將擠身歐、美、日科技先進國，提供國人一座世界頂尖的跨領域實驗設施。接下來更重要且更迫切的問題，在於如何運用台灣光子源來推動跨領域的重要學術研究，以及如何運用數十年的加速器設計、建造及系統整合所累積的專業技術能力與經驗，來帶動國內相關產業技術的昇級以及傳承。

從國際的角度來看，世界同步輻射光源的提供主要分布在美國 (National Synchrotron Light Source (NSLS)、Advanced Light Source (ALS) 及 Advanced

Photon Source (APS))、歐洲 (歐盟的 European Synchrotron Radiation Facility (ESRF)、德國的 Positron-Electron Tandem Ring Accelerator (PETRA)、法國的 Soleil 及英國的 Diamond)，以及亞洲 (日本的 SPring-8 與 Photon Factory、台灣的 TLS 與 TPS、韓國的 Pohang，以及上海的 Shanghai Synchrotron Radiation Facility (SSRF)) 三個地區 (圖1)。由於我國很早就進入這個領域，又與日本有相當密切的合作關係，這使得我們在東亞相關科技的推動扮演重要的角色，也因此受到世界各國的重視。可惜的是，雖然我們在光源設施的興建上與世界各國並駕齊驅，但是在科學及其應用技術的開發上，卻顯得遜色許多。當然這個落後與國內特有的學術環境，如跨領域合作的困難與學術研究環境國際化的不易等息息相關，但無可諱言的，推廣的腳步太慢、開放的程度太少，以及外界參與的意願過低，都是造成研發成果受限的原因，也是未來可改進的方向。就拿目前同步輻射光源的重要應用領域：生物醫學來看，國際上生命科學界運用同步光源，大致而言占其學術活動的 30%，但是在國內，即使在 2006

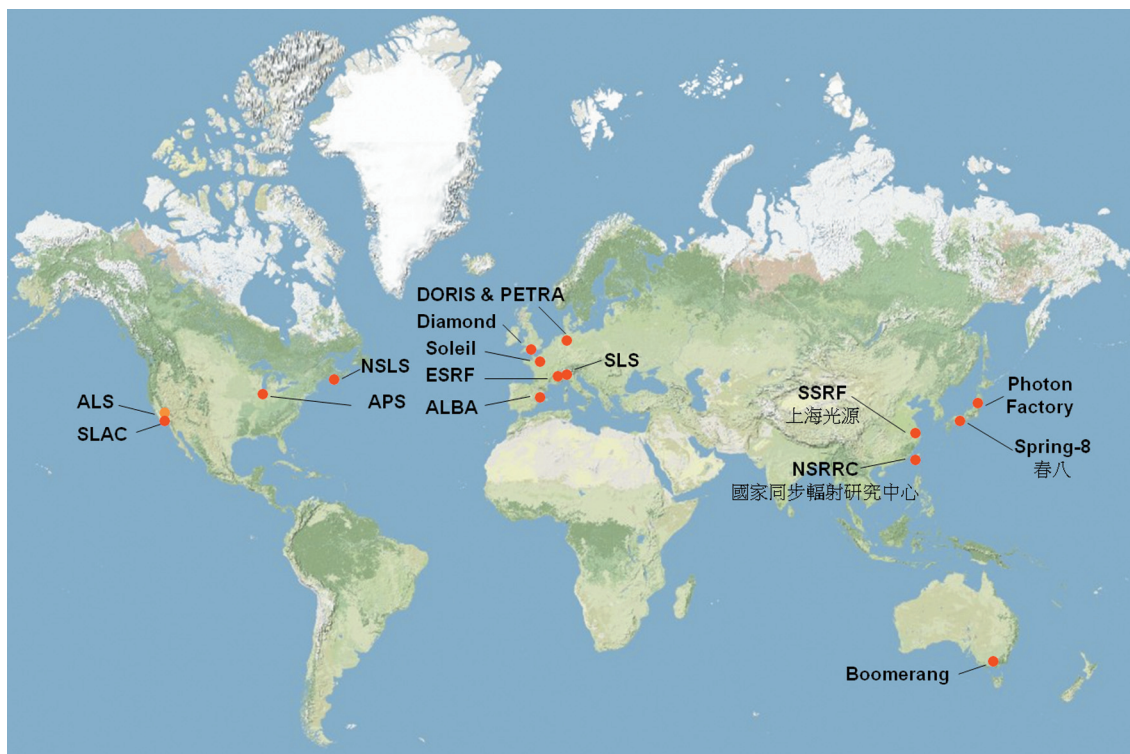


圖 1. 重要同步輻射光源世界分布圖。

年也僅有約 5% 的用戶，這個明顯的差異，或多或少的反應出國內在兩個學術領域存在著鴻溝，有待未來的克服。本專題報導就是針對此問題所做的初步努力，希望藉此拋磚引玉，讓國內產學界對同步光源在生物醫學之應用有進一步的了解，並期許未來相關單位能對其他存在的制度面問題有更大幅度的變革，以期一流的科學研究亦能在我們自己的一流設施，於 2013 年台灣光子源開始運轉時就能開花結果。

大部份生命科學界的同儕可能對於同步輻射光源運轉的機制興趣不大，但是如果相關設施能夠協助解決目前及未來重要的生物醫學課題，甚至帶動生技產業的話，以目前生物醫農科技人才在國內占三分之一的比例來看，沒有理由同步輻射光源的生醫用戶仍然偏低？！國家未來規劃成立海洋委員會，海洋生物及地質的探勘更將是可開發的全新研究領域。問題在於國內跨領域研究人才偏低，導致學界結合不同學術領域去探究重要突破性問題的門檻過高，因此提高誘因、並降低門檻，也就成了鼓勵生物醫學界主動參與的不二法門。

在本專輯裡，我們針對與生醫學界相關的同步輻射實驗設施進行介紹，來了解生物醫學重要的醣蛋白質及細胞膜蛋白質的結構及動態，如何利用同步光源獲得解決。例如：利用 X 光吸收光譜來了解含金屬蛋白活性中心、利用圓二色光譜來追蹤生物分子的二級結構、利用 X 光繞射及散射技術來研究生物細胞膜，以及如何結合高通量暨高純度蛋白質純化設施與同步輻射蛋白質結晶計畫來探討不易結晶的生物分子結構，都有專文介紹。由於生醫學界目前更重視如何運用生物分子結構與動態來進行新型藥物的開發，我們亦有專文從生物資訊的角度來看蛋白質結構資料庫。希望這些訊息可以協助學界未來的研究主力，亦即碩博士班學生，能夠在最短的時間內了解同步輻射相關設施，以儘快解決他們有興趣的生物分子結構與動態。

重要科學問題的突破，除了要能運用手邊既有的研究利器外，新技術的開發亦經常是開拓新領域的關鍵，依據目前的規劃，我們在未來可用的同步輻射實驗設施，如果透過國際合作將日本 2013 年亦將運作的第四代光源納入考量的話 (圖 2)，我國

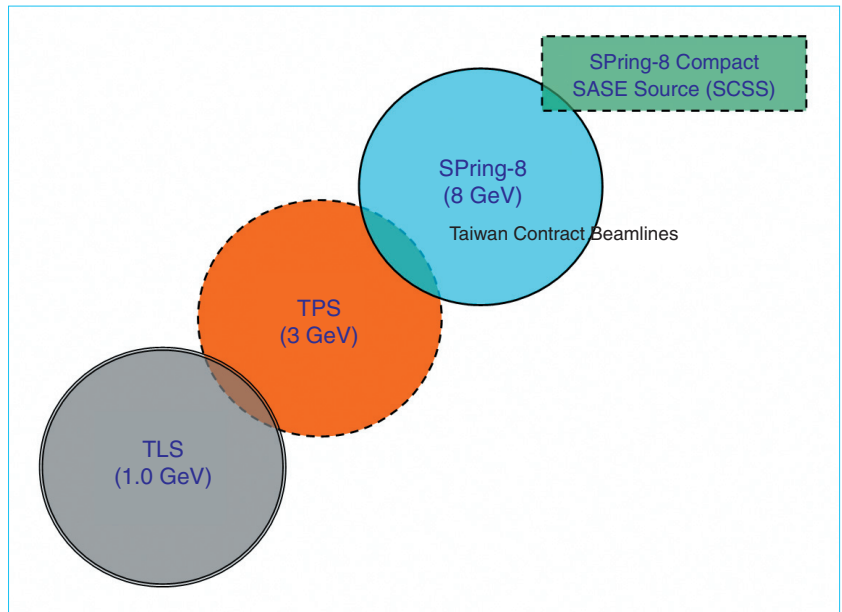


圖 2.
未來台灣學者可運用的同步輻射研究設施。

學者從低能量的 TLS 到中能量的 TPS、高能量的 SPring-8 及超高亮度的 SPring-8 Compact SASE Source (SCSS)，均可方便使用。屆時只要手邊有重要的科學問題，結合我們累積的同步輻射研究設施的經驗，未來的科學進展及科技產業的帶動將是指日可待，更是責無旁貸。

國家同步輻射研究中心研究員兼副主任暨國立清華大學生物資訊與結構生物研究所教授。

- Wen-Guey Wu received his Ph.D. in biophysics from the University of Virginia, USA. He is currently a scientist and the deputy director at National Synchrotron Radiation Research Center, and also a professor in the Institute of Bioinformatics and Structural Biology at National Tsing-Hua University.

• 吳文桂先生為美國維吉尼亞大學生物物理博士，現任