

# 台灣光子源

台灣光子源綻放第一道同步輻射光芒後，  
在 3 周內把電子束由 1 億 5 千萬電子伏特加速到 30 億電子伏特，  
並在儲存環儲存 5 毫安培電流，在全世界新建加速器的試車紀錄中寫下嶄新的一頁。

■ 林一平

我在 2014 年 10 月 31 日下午參訪莫斯科大學高能物理系，校方特別帶我們參觀其粒子加速器（particle accelerator），看起來已有三、四十年的歷史，我好奇地問，這設備好用嗎？莫斯科大學的教授露出滿足的微笑，說這套設備讓他們發表許多世界一流的期刊論文。

我告訴莫斯科大學的教授，台灣的國家同步輻射研究中心由科技部督導，他們都異口同聲地說，台灣的設備世界一流，台灣的教授相當幸福，有這麼好的研究環境。

國家同步輻射研究中心位於新竹科學工業園區西北角，占地 14 公頃，其正門面對交通大學的南大門。



莫斯科大學高能物理系正門



國家同步輻射研究中心的模型，擺麥克風處是交通大學校園。

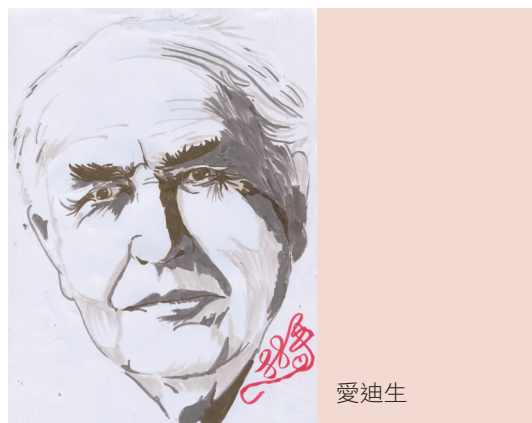


在台灣光子源落成典禮中，馬總統（中）和我（中左）短暫交談李鴻章的故事。

2015年1月25日，我到該中心參加「台灣光子源」落成典禮，馬英九總統也到場。我第一位致詞，提到「光」是人類觀察大自然的重要媒介。以往我們藉由可見光觀察各種現象。1879年愛迪生（Thomas Alva Edison, 1847-1931）發明電燈後，人工光源的產生有了革命性的轉變。身為發明大王的愛迪生，在《歷史上最具有影響力的100人》（*The 100: A Ranking of The Most Influential Persons In History*）一書中排名38，在〈最偉大的美國人〉（*The Greatest American*）電視節目中則排名16。

1895年倫琴（Wilhelm Conrad Röntgen, 1845-1923）發現X光（X-ray），人工光源的產生有了第二次革命性的轉變，倫琴也因此於1901年榮獲第一屆諾貝爾物理獎。在X光儀器發明8個月後，李鴻章見證了這個技術，稱它為「照骨術」，進而引進中國。

致詞完，馬英九總統告訴我，他曾到過俾斯麥的舊居，看過李鴻章留給俾斯麥的墨寶。在致詞中，我說李鴻章照了頭顱



的X光，馬總統說他印象中李鴻章受傷處是手臂，旁邊的陳力俊教授也說是手臂。我事後查證，1895年3月24日李鴻章在日本談判馬關條約時，日本人小山豐太郎（1869-1947）刺殺乘轎出行的李鴻章，槍擊其左臉。因此我並沒說錯，李鴻章是照頭部的X光。我說李鴻章受傷引起國際嘩然，這一槍日本理虧，稍微讓步，為中國爭取了一點權益，馬總統微笑點頭，表示同意。

## 台灣光子源產生的光源亮度世界第一，堪稱台灣之光。

李鴻章口中的「照骨術」經過多年發展後，成為研究晶體結構極佳的工具。1990年維拉德（Paul Ulrich Villard, 1860-1934）發現波長最短的伽瑪射線，可用來探索原子核內的世界。1929年加州大學柏克萊分校的勞倫斯（Ernest Orlando Lawrence, 1901-1958）發明最早的環形粒子加速器，即迴旋加速器（cyclotron），透過高頻交流電壓來加速帶電粒子。

同步加速器（synchrotron）是一種環形的粒子加速器，最早由阿爾瓦雷茨（Luis Alvarez, 1911-1988）發展來研究高能粒子。麥克米倫（Edwin Mattison McMillan, 1907-1991）在1945年建立第一個電子同步加速器，維克斯列爾（Vladimir Veksler, 1907-1966）則早於1944年在蘇聯雜誌上發表相同原理。之後歐力峰（Mark Oliphant, 1901-2000）於1952年設計並建造第一個質子同步加速器。粒子加速器開始在一些大醫院建造，用以治療癌症。

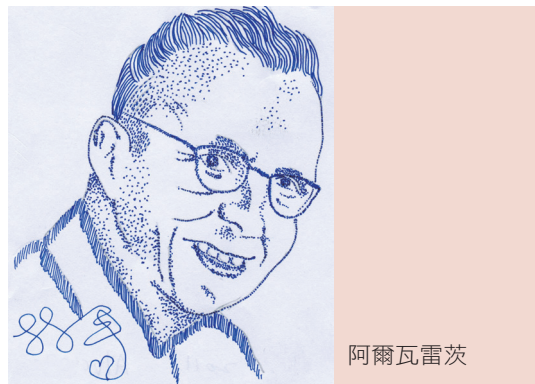
台灣光子源產生的光源亮度世界第一，堪稱台灣之光。它的運作如下：電子在9萬伏特的電子槍內產生，經過直線加速器提升能量為1億5千萬電子伏特。電子束進入增能環後，繼續增加能量至30億電子伏特，速度非常接近光速。

增能環的電子束經由傳輸線進入儲存環，同步加速器中的電子束有固定軌道，在儲存環真空的環境中不斷地運行。儲存環包含了直線段與彎曲的部分，前後相連在一起，因此在結構上和粒子迴旋加速器有很大的不同。

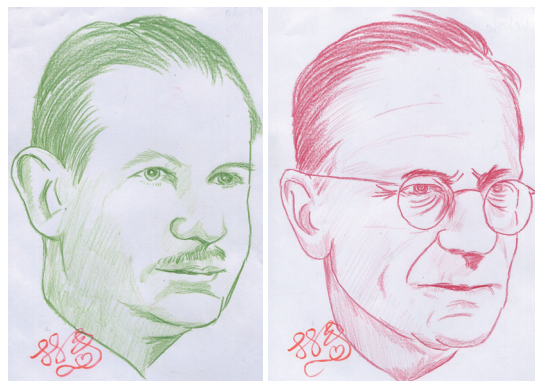
以國家同步輻射研究中心為例，同步加速器克服了粒子迴旋加速器所遇到的問



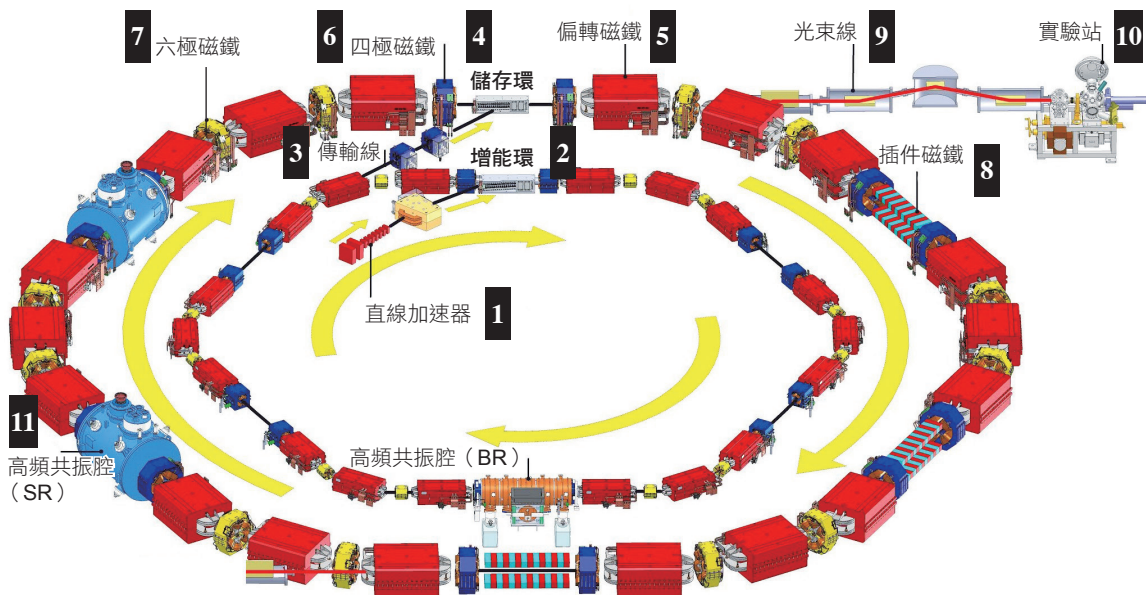
勞倫斯



阿爾瓦雷茨



（左）麥克米倫、（右）維克斯列爾。



台灣光子源的運作

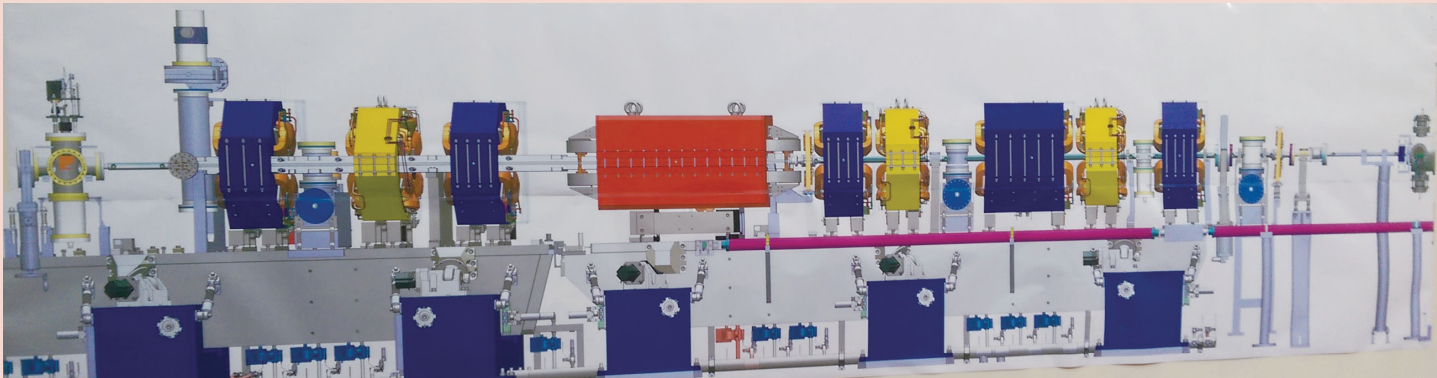
題，使用一個較小的管子來傳送粒子束，儲存環中彎曲部分的管子旁可裝設許多聚焦用的磁鐵，使粒子束聚焦並進行周期運動。在經過偏轉磁鐵及插件磁鐵時會發射出高亮度的同步光束，電子束發出的同步光束經由光束線引導至實驗站進行實驗。

電子束發射出光子時會損失能量，這時藉由高頻共振腔讓電子束獲得能量的補充。高頻共振腔設置於儲存環直線段的部分，使用高功率的微波提供電子加速所需的電場，以補充失去的能量。

同步加速器中的磁鐵由國家同步輻射研究中心設計後委由紐西蘭製造，因此紐西蘭駐台代表范希蕾 (Si' alei Van Toor) 也來參加典禮，見證台灣光子源的啟用。儲存環中的聚頻磁鐵是國造，其水準也是世界級。



聚頻磁鐵是國造，具世界級水準。



台灣光子源的藍黃紅磁鐵組合

自 2014 年 3 月國科會改制為科技部以來，就由我負責台灣光子源興建計畫的督導工作，每半年特別到現地勘察並審查進度。去年 5 月正值安裝後期，目睹各種裝備的定位與準直，大量電源及控制線檢測，對於中心在建築抗震、微震抑制、安全及安裝標準作業程序的嚴格要求，留下深刻的印象。台灣有能力與動能自行設計、品管、組裝，整合如此龐大、精密而複雜的加速器系統，我感到非常驕傲。

2014 年 11 月 3 日再度視察中心，當時試車正陷入膠著。事後陳建德院士告知，當中一個元件具有殘餘導磁性，磁場遭扭曲，電子難完整繞行軌道。上述問題在 12 月 12 日排除，增能環試車成功。緊接著進行儲存環試車，更以驚人的速度在 12 月 31

日下午達成儲存環電子束儲存的年度設定目標，綻放第一道同步輻射光芒。

3 周內把電子束由 1 億 5 千萬電子伏特加速到 30 億電子伏特，並在儲存環儲存 5 毫安培電流，在全世界新建加速器的試車紀錄中寫下嶄新的一頁，再度證明台灣在高科技領域的驚人實力與潛力。在我任內能見證這項成就，與有榮焉，也期盼學界與產業界善用此設施，發揮如日之升的研發能量。

---

林一平  
科技部

---