

國家同步輻射研究中心

出國報告書

出國人姓名：

設施應用小組 博士後研究員 朱家宏

出國日期：

2012/12/7-2012/12/16

目的地：

日本兵庫縣

參加會議名稱或考察、研究訓練地點：

赴日本 SPring-8 大型放射光研究施設，於 BL12XU 實驗站學習時間解析 X 光繞射實驗以及測試高精度單光儀晶體。

一、目的

前往位於日本兵庫縣的 SPring-8 大型放射光施設，參與張石麟教授團隊之時間解析 pump-probe X 光繞射實驗，並提供過去繞射實驗之經驗與光束線實驗站設備使用上之支援，以求實驗順利進行。

二、行程

SPring-8 BL12XU 光束線時間為 12/10 上午 10 時開始至 12/15 上午 10 時結束，於台灣時間 12/7 早上 8 時半出發，日本時間 12/7 中午 12 時抵達大阪。同日下午 2 時搭乘日本新幹線前往姬路市，再轉乘區域電車及公車，於 5 時許到達 SPring-8 用戶宿舍。

12/8 至 12/10 在 BL12XU 進行鈦藍寶石雷射之架設準備。

12/10 至 12/15 光束線時間，於 BL12XU 進行實驗。

12/16 早上離開 SPring-8，由相生站搭乘新幹線往大阪市，稍事休息後再往機場，於日本時間晚上 7 時 40 分搭機回程，同日台灣時間 10 時許返抵國門。

三、內容摘要

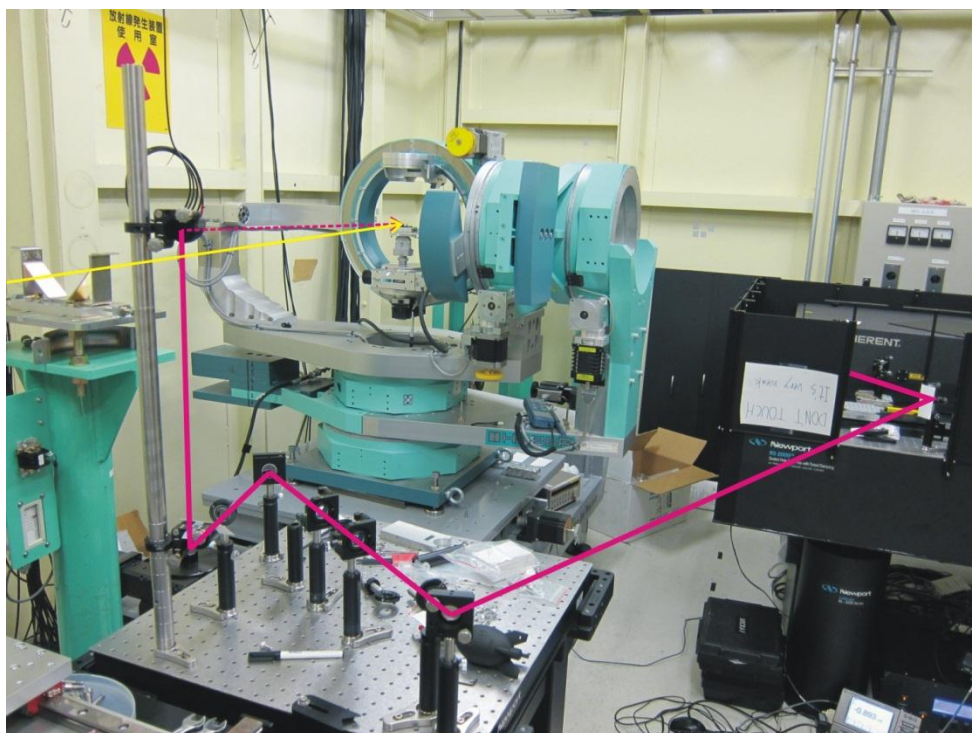
1. 繞射實驗

SPring-8 為目前世界最大的同步輻射研究設施，與中心有著密切的合作關係。BL12XU 以及 BL12B2 為中心出資自行建造的合約光束線。其中 BL12XU 光束線以 Undulator 為光源，具有三座個別的實驗站可分別進行 X-ray angle resolve photoemission spectroscopy、時間同調暨一般 X 光繞射以及 X 光非彈性散射。

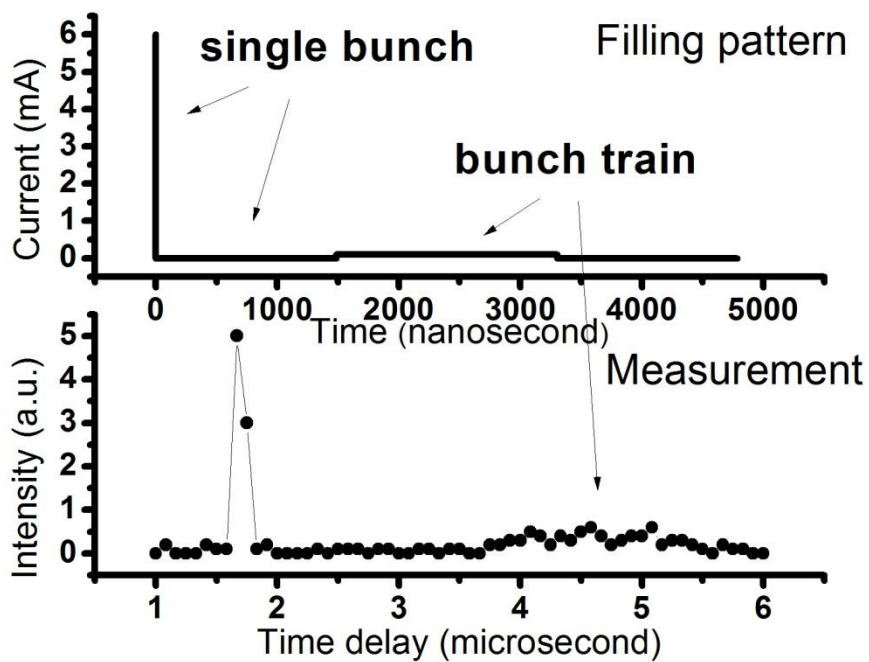
本次實驗為 pump-probe 實驗之前置作業，包括系統架設，雷射與 X 光同步測試與參數之調整與測量，在 X 光繞射實驗站進行。利用鈦藍寶石超快雷射作為 pumping 光源，In vacuum undulator 所產生的高亮度硬 X 光為 probe 光源。將雷射脈衝與 X 光脈衝同步之後，調整兩者間之延遲時間即可選擇收取在樣品被雷射激發後不同時間的繞射強度。為了配合實驗測量，在排定時程時選擇 Filling pattern 為 11/29train + 1bunch 的時段，單一電子團(1 bunch)產生的 X 光為主要的量測光，時寬約 100 皮秒(picosecond)，前後有 1.4 微秒的空檔，較易於偵測。實驗架設如圖一，雷射經由元件組導引至繞射儀環心之後，利用刀口法量測其光點大小約為 1.6 毫米，時寬約 42 飛秒(femtosecond)。

架設完成後，將雷射與儲存環之高頻共振腔訊號同步，接下來便可以用雷射

脈衝為時間參考點(clock)，延遲脈衝產生器之訊號為閘門(gate)來篩選 X 光之 probe 訊號。為做測試，將 X 光與雷射時間鎖定，調整延遲時間來做掃描，將可得到 X 光的時間結構，即為儲存環的 filling pattern，如圖二。



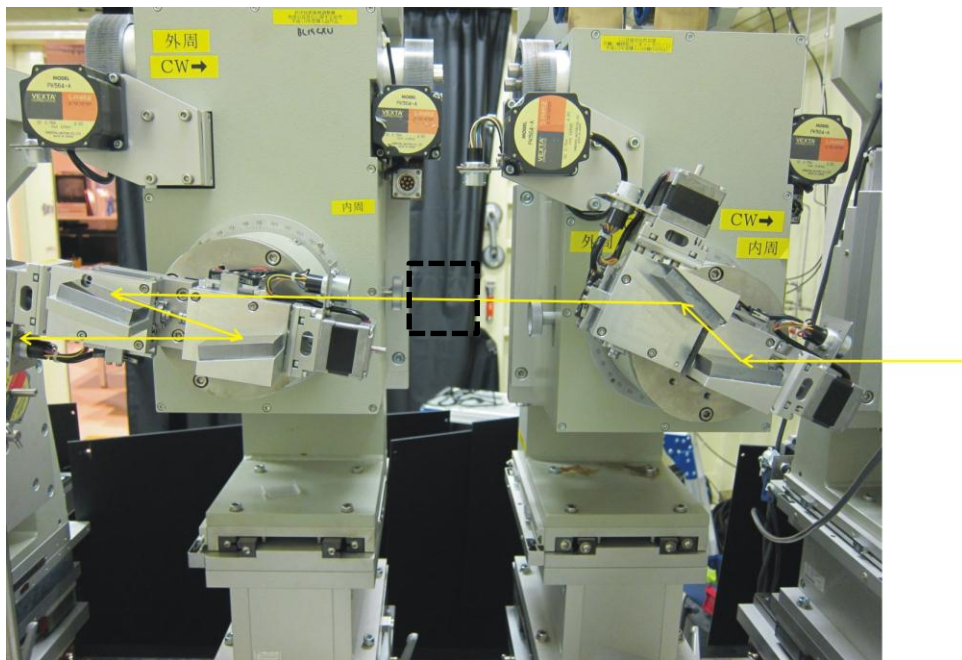
圖一：實驗設置，黃色線代表 X 光光路，粉紅色為雷射光路。



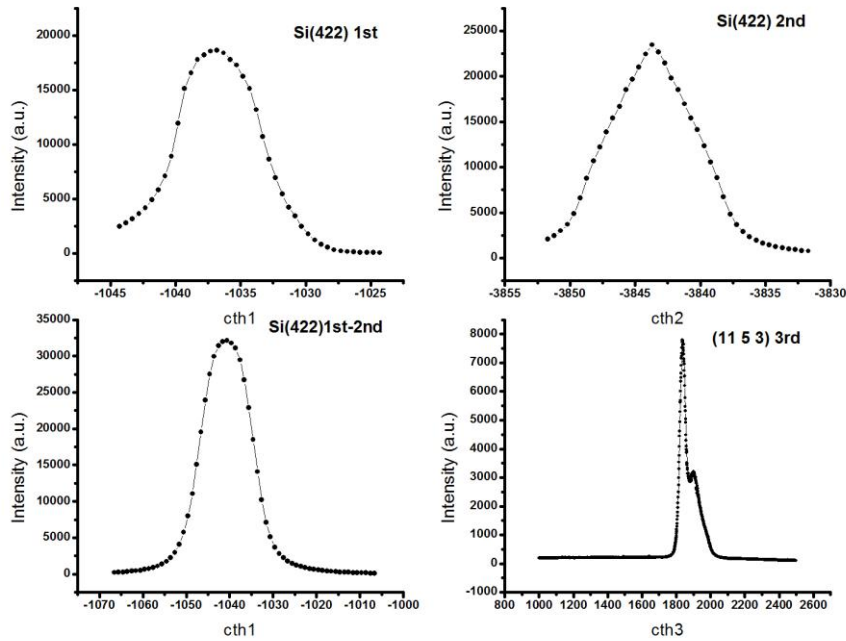
圖二：Delay scan，上圖為 SPring-8 提供之 filling pattern，下圖為實際量測。

2. 高精度單光儀晶體測試

為 TPS 周邊計畫之高精度單光儀(High Resolution Monochromator, HRM)，於今年 9 月份採購之專用晶體，由於其規格特殊，一般實驗站量測不易，又考慮未來的 pump-probe 實驗也將會用到，為了下次實驗做準備，故藉這次機會借用 RIKEN 架設於 BL12XU 之 HRM 來直接做測試。原定為利用光束線時間最後一個 shift 來測試晶體，但由於儲存環 RF 共振腔故障，導致 X 光與雷射必須重新同步，儲存環降電流運轉(99mA→70mA)，便提早於 14 日傍晚開始測試。晶體配置如圖三，晶體之繞射圖譜如圖四，第一組晶體為 Si(4 2 2)，非對稱的設計使得接收角增加，而繞射光具準直性，再透過第二組晶體 Si(11 5 3)大幅縮減帶寬至 $400 \mu\text{eV}$ 。由於時間與強度不足，這次並沒有用矽晶體共振腔試著測量其能量解析度，而其他如晶體晶向、品質與光路設置上已測驗完成。



圖三：HRM 晶體配置。黑色方框位置擺放一個游離腔(Ion chamber)偵測繞射訊號。



圖四：HRM 晶體繞射圖譜。橫軸單位為 pulse。

四、心得概述與建議

這次實驗由於是初次進行，儘管特意提前出發來設定雷射系統與架設光路，仍然是與到了一些困難。從最一開始的電力問題、雷射功率過強以至於損害到透鏡與反射鏡等元件，偵測器訊號 polarity 與電子儀器不符等問題。透過 SPring-8 staff 以及台灣光束線的工作人員的大力協助均順利排除。目前已能夠觀察到儲存環電子團的時間結構資訊，也證明此種 pump-probe 實驗系統可以不需要昂貴且架設複雜的 Chopper。

HRM 晶體測試方面，由於其高精度旋轉台移動緩慢，而繞射峰半寬細，花了不少時間。根據 BL12XU 的經驗，考慮未來中心添購之 HRM 可以再加裝一旋轉台來執行粗掃的動作，可以減少使用上的不便。

這次實驗的寶貴經驗將作為未來 TPS 光束線設計與規劃上的重要參考。感謝 SPring-8 台灣光束線的工作人員大力幫忙，特別是 Hiraoka 與廖彥發博士對光束線的調整與故障排除提供極大的幫助，BL19 的 Tanaka 博士提供 pump-probe 實驗儀器上的寶貴建議，以及李英裕博士在雷射系統與偵測器操作上的幫助

五、參考文獻

[1] Y. Tanaka, T. Hara, H. Kitamura and T. Ishikawa, Rev. Sci. Instrum

71, 1268 (2000)

- [2] T. Ishikawa, K. Tamasaku, M. Yabashi, Nucl. Instr. and Meth. A 547 42-49
(2005)