國家同步輻射研究中心
出國報告書

出國人姓名：陳伯毅、李建佑、陳則元、殷廣鈐

出國日期：114 年 12 月 06 日~114 年 12 月 12 日

目的地 (國家、城市)：日本、SPring-8

考察報告名稱：

12B2 白光 PXM 實驗站系統改善與試俥、SPring-8 台灣專屬光束線成果審查、12XU CDI 實驗站討論與現場評估、12XU High Heat Load Slits 抽氣系統討論、國儀中心 scintillator 測試、控制軟體修改

(請自下一頁開始撰寫)

一、目的

本次行程主要前往日本 SPring-8，進行 12B2 白光 PXM 實驗站系統改善與試俥、SPring-8 台灣專屬光束線審查會議、12XU CDI 實驗站討論與現場評估、12XU High Heat Load Slits 抽氣系統討論、國儀中心 scintillator 測試、控制軟體修改。

二、行程

2025/12/06

李建佑需進行控制軟體修改，提早一天前往 SPring-8，搭乘機場接駁至桃園機場，於 8:05 分搭乘華航 CI156，並於日本當地時間中午 11:47 抵達關西國際機場。接著搭新幹線前往相生站，然後轉搭巴士前往 SPring-8 北管理棟，抵達時約為 17:30，領取用戶 ID 及輻射劑量章後，晚間前往宿舍休息。

2025/12/07

陳伯毅、陳則元、殷廣鈐共乘至桃園機場，並於 8:15 分搭乘長榮航空 BR132 班機，於日本當地時間 12/07 中午 12:00 抵達關西國際機場。接著搭新幹線前往相生站，然後轉搭巴士前往 SPring-8 北管理棟，抵達時約為 12/07 17:30，領取用戶 ID 及輻射劑量章後，晚間前往宿舍休息。

2025/12/08 ~ 2025/12/11

SPring-8 實驗規劃

本次行程主要進行：

1. 12B2 白光 PXM 實驗站白光模組升級安裝與調整。 (陳伯毅、殷廣鈐、李建佑、陳則元) (12/08-09)
2. 參與 SPring-8 台灣專屬光束線成果審查 (平岡望、殷廣鈐、陳伯毅) (12/09)
3. 12B2 白光 PXM 實驗站樣品測試 (殷廣鈐、陳則元、陳伯毅、李建佑) (12/09-11)
4. 12XU CDI 實驗站 HHRM、Beam Expander 與偵測器空間討論與現場評估（陳伯毅、殷廣鈐、李建佑、陳則元）(12/10-11)
5. 12XU KB system 討論 (陳伯毅、殷廣鈐) (12/09-12/10)
6. 國儀中心 scintillator 測試（陳伯毅、殷廣鈐、李建佑、陳則元）(12/10-11)
7. 白光 PXM 實驗站試俥與改善項目評估(殷廣鈐、陳伯毅、李建佑、陳則元) (12/10-12/11)
8. 12XU High Heat Load Slits 抽氣系統討論 (陳伯毅、殷廣鈐) (12/10-12/11)

2025/12/12

於 10:00 移動前往日本關西國際機場，搭乘長榮 BR129 航班，最後於台灣時間 12/12 下午 08: 25 返抵桃園機場。

三、內容以及心得：

本次前往日本 SPring-8 進行 PXM 實驗，包含以下行程:

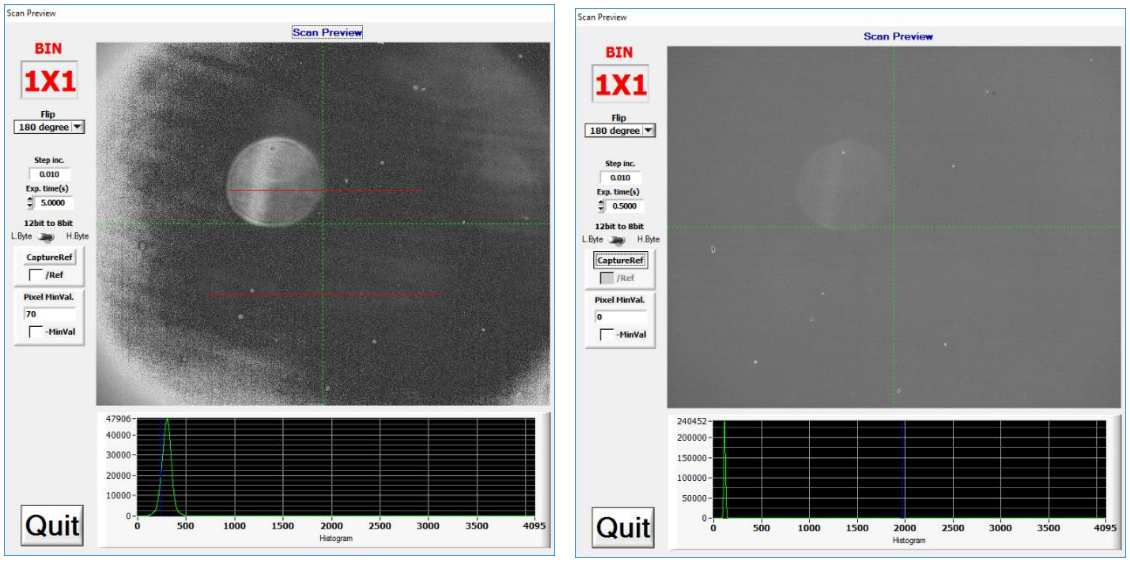
1. 2025/12/07 軟體更新:

為順利進行實驗，控制軟體需增加樣品座對心(Centering)與扣除背景(Reference)功能，李建佑先提前一天前往 SPring-8，增加此 2 項功能，以利後續實驗進行。並於實驗期間改善影像擷取速度與使用者介面。

PXM Tomography 軟體

軟體對心功能，PreView 於畫面增加 4 分割虛線，並於滑鼠點選時可增加對心紅線，於樣品旋轉 180 度後能觀察對心情況，如圖(一) (a)。

影像扣除背景功能，於 PreView 視窗可選取擷取 Reference 影像，並於後續影像扣除背景，如圖(一)(b)。



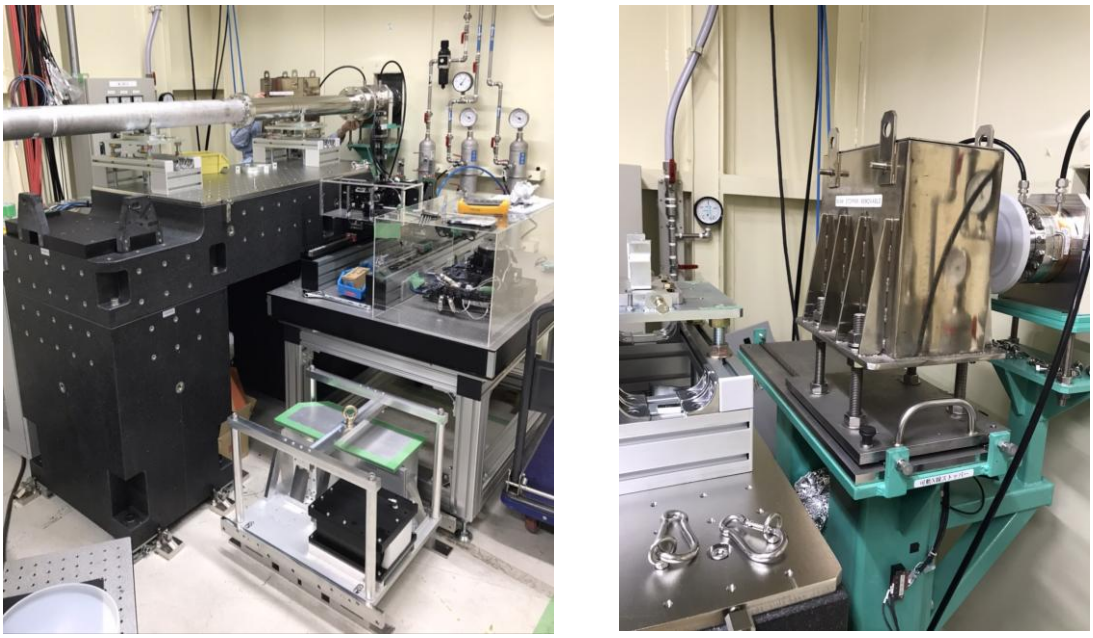
(a) (b)

圖一、軟體增加功能 (a)對心功能，(b)於 PreView 視窗左手邊增加 Capture Reference 擷取按鍵與扣背(/Ref)選項按鍵。

2. 2025/12/08 – 12/09 PXM 機械系統更新:

經 2025 九月試俥白光模式 PXM 之後，部分 PXM 系統需進行更新，其中包含:

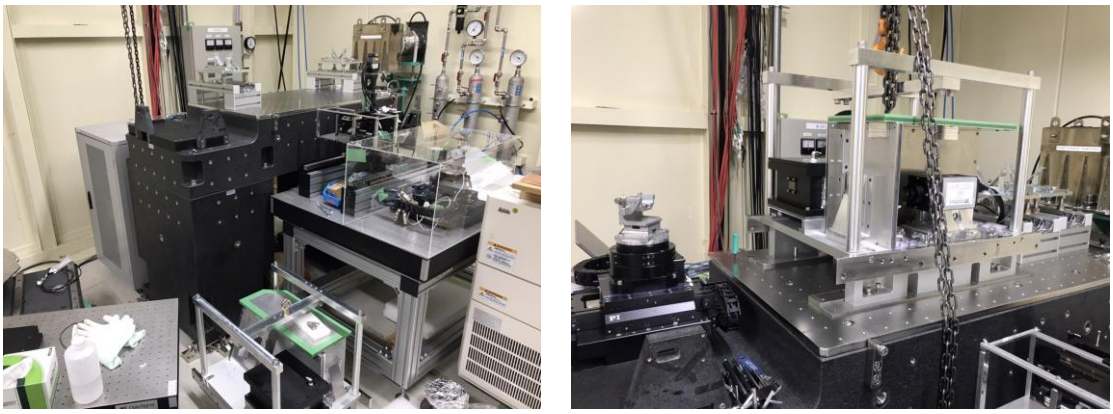
<u>白光模式切換:</u> 由於每次 PXM 白光模式測試後，均須將實驗站狀態切換至如下圖左側的狀態，以利其他實驗站的運作。因此，需先確認 PXM 白光實驗站處的 Flight Pipe 已移除，並將下游端的白光 Beam Stop 移至正確位置，如下方右圖。



(a) (b)

圖二 (a) PXM Flight Pipe，(b) 白光 Beam Stop 位置

光學組合系統吊掛: 系統於安裝前先進行狀態檢查，確認各部元件保存良好與狀態正常，如圖三(a)。再將光學組合系統吊掛組裝至 PXM 實驗平台上。如圖三(b)。

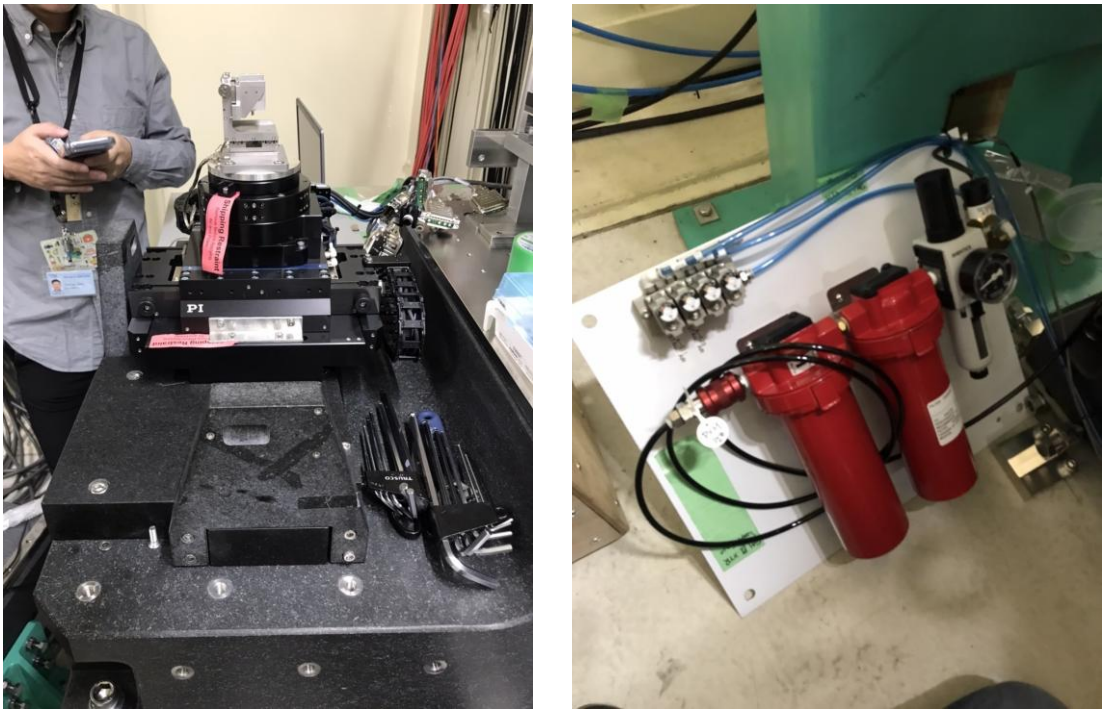


(a) (b)

圖三 (a) PXM 各部元件保存狀態，(b) PXM 光學組合系統吊掛

樣品系統復位與壓力氣體開啟: PXM 樣品載台因有 air-bearing 的 XY 平台與旋轉軸，因此安裝時須注意此兩種平台的 clamp 是否確實鎖固，以免損傷平台精度。安裝時需藉由定位元件確保每次安裝的精準度，如圖

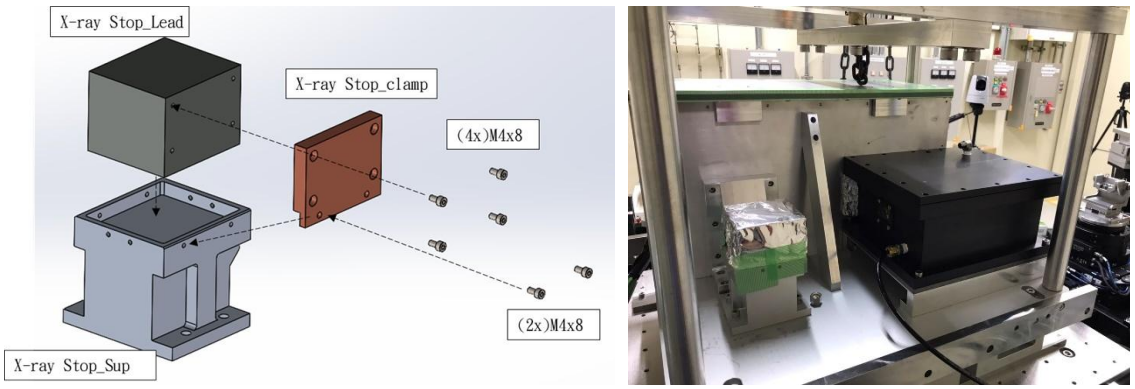
四(a)所示。其壓縮系統開啟後須確認壓力值大於 70 psi。



(a) (b)

圖四 (a) PXM 樣品載台安裝，(b) Air-bearing 載台壓縮氣體系統

PXM 偵測系統白光鉛牆安裝: 為降低白光造成的影像雜訊，提高影像擷取的成功率，本次針對偵測器旁與光束線下游的輻射屏蔽增加了一組鉛牆模組。該模組由鉛牆與散熱銅塊組成，藉由空氣自由對流進行冷卻，如圖五所示。



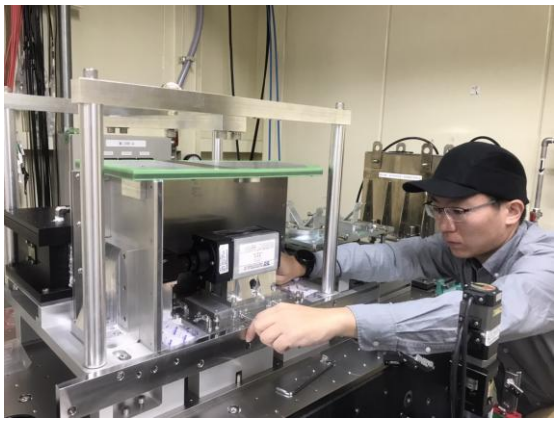
(a) (b)

圖五 (a) 鉛牆與散熱銅塊，(b) 鉛牆模組

偵測器遮光罩更換與腔體遮光罩安裝:由於前次偵測器接頭的模組型號

不匹配，容易因漏光影響影像的品質，本次改善偵測器遮光罩，如圖六(a)所示。此外，腔體側面與取像模組間的間距，有類似問題，本次一併進行改善，如圖六(b)所示。

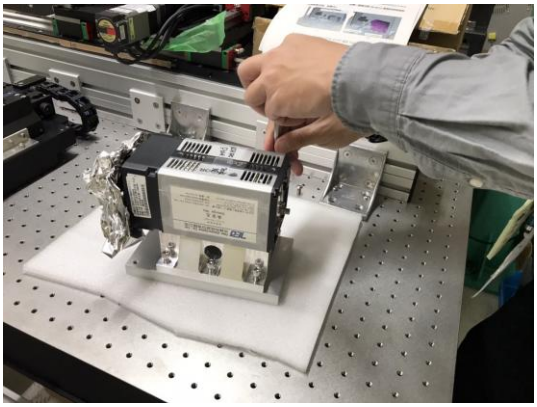
(a)



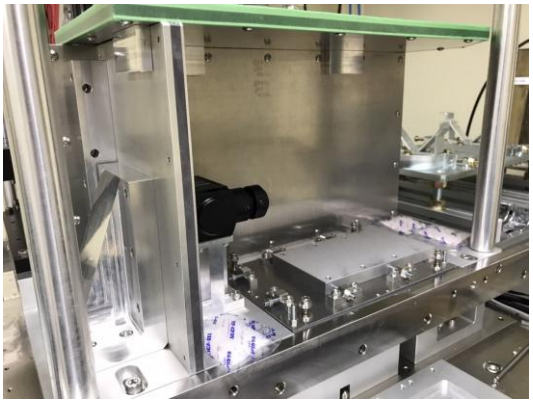
(b)

圖六 (a) 偵測器遮光罩，(b) 腔體遮光罩

偵測器底座改裝: 偵測器底座因應須調整像距的情況，於本次進行更換，並可以 manual 方式調整像距，如圖七所示。



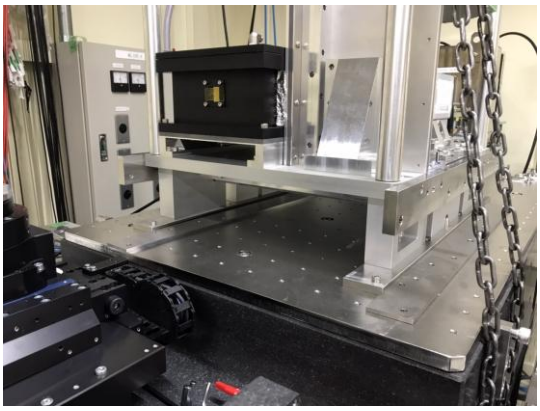
(a)



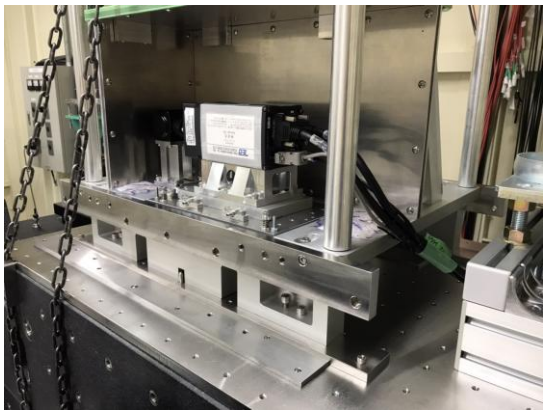
(b)

圖七 (a) (b) 偵測器底座更換

高度底板安裝:由於白光高度於上次試車中發現與設計值有差異，因此光學系統的高度需進行修正以對正光軸，此處我們更改高度底板進行約 5 mm 的高度調整，如圖八所示。



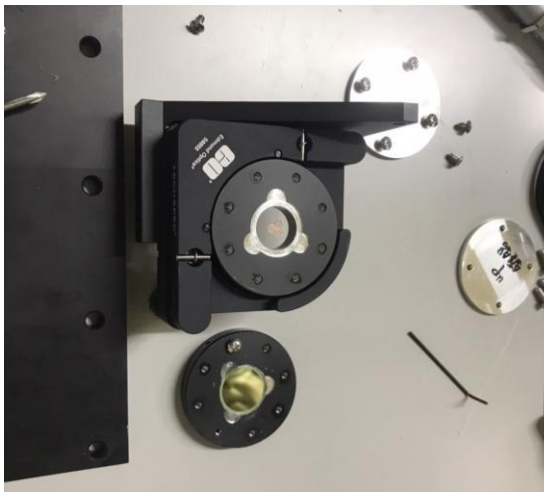
(a)



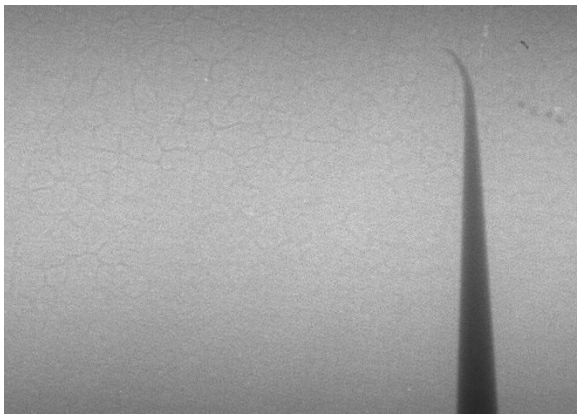
(b)

圖八 (a) (b) 高度底板安裝

<u>偵測器像距調整與銅網對焦:</u>在更換偵測器底座與遮光罩之後，偵測器位置須重新進行校正，因此需更換 scintillator 為銅網，並以可見光進行校正，如圖九(a)所示。可見光校正後再用 X 光對針尖樣品進行精細對焦，如圖九(b)所示。



(a)



(b)

圖九 (a) (b) 偵測器像距調整與銅網及針尖對焦

3. **2025/12/10 – 12/11 AAO scintillator 測試:**

為尋找是否有其他發光效率更加、解析度更好的 scintillator，本次實驗協助量測國家儀器中心製作之 AAO 基底 scintillator 效能，實驗樣品如

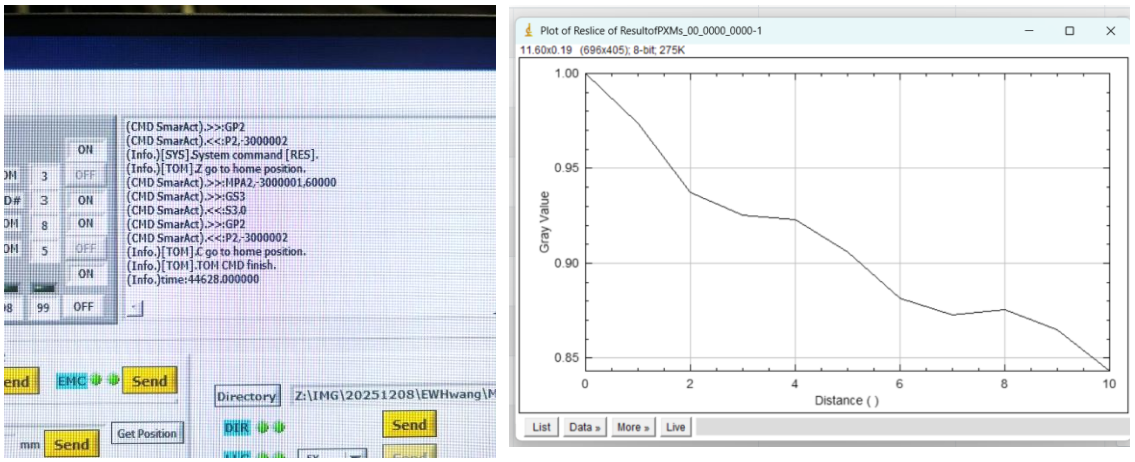
圖十所示。

(a) (b)

圖十 (a) (b) AAO Scintillator 測試

4. 2025/12/09 – 12/11 12B2 白光 PXM 實驗站樣品測試:

<u>長時間白光對 Scintillator 發光效率測試:</u> 為測試長時間的實驗是否會對 scintillator 造成不可逆的損傷，例如發光效率下降導致曝光時間增長，本次進行一長達 12 小時的連續掃描，發光效率如圖 11 所示。



(a) (b)

圖十一 (a) (b) Scintillator 長時間掃描測試

<u>白光 PXM 樣品測試:</u> 為測試白光對各種大小尺寸、化學成分、及不同內部結構樣品的適合程度，測試了兩種數據收集模式，包含 2D 投影影像拼接(5*10 張)，及 3D 旋轉掃描(0.25 度*721 張或 0.125 度*1441 張)。測試樣品包含合金類 8 個、地質類 4 個、能源類 2 個皆順利完成。

5. 2025/12/09 的光束線審查會議:

這個審查委員會的成員有日本理化學研究所(RIKEN)的石川哲也主任， 田中均副主任，SACLA 矢橋牧名教授等等。日本同步輻射研究所(JASRI) 方面有大橋治彥博士，光學方面的專家，以及業務推廣部的高級管理層數位。SPring-8 方面可謂精銳盡出，總共大略估計總計人數約略十四、五位委員，足見日方對此光束線審查會議的重視。

此次報告由實驗設施組殷廣鈐組長先對同步輻射中心的現有設施，對最近幾年中心推動的三期建造計畫，以及日本台灣專屬光束線的計畫進行一個簡要概略式的介紹，接著由 SPring-8 平岡小組長報告由 2021 年至今的詳細狀態報告，以及未來的升級規劃。 這次的審查過程平和，且因為委員有提前有書面問題，並且有給我方時間準備回答。特別是平岡小組長在這次的應對中準備充分，因此在這次的過程當中，沒有特別困難回答的問題， 雙方氣氛良好，估計結果應該是正向的。預計審查結果應該會在明年一月或二月出來。 因為我們已經遞交了合約的續約申請意向書(LOI for extend agreement)，因此估計應該在結果出來之後將能夠

進行通知我們簽約延長的事宜。

四、對中心的建議：

目前 SPring-8 PXM 軟體格式與中心 PXM 的軟體格式不同，須找時間再進行修改。控制電腦已老舊，須添置備援的控制電腦與較大的螢幕。目前 PXM 掃描影像使用 Step scanning，樣品曝光時間較長，建議使用 Fly-scanning 以降低樣品被 X-Ray 照射的時間。 對於此一需求，因為原本利用單光的速度相當慢，因此於原規劃(2018 年)規劃當中並沒有規劃進入 on -the-fly scanning 但是，因為進入了白光區域，幀率提高了數千倍，原本需曝光數秒的時間降到數百微秒，因此如果要完全發揮應有的效率，必須再投資 on -the-fly scanning 以及高速偵測器。有關於這個方面，我們將對此種需求做一個調查，確定有大量需求我們將規劃可行方案進行升級以及預算爭取。目前的狀態可以進行較慢速的三維斷層掃描以及次毫秒的二維高速攝影。 對白光 PXM 系統，雖然已經達到可以使用的狀態，但是經過長時間的測試，仍然發現有一些問題存在，例如白光長期照射螢光板雖然不會損壞螢光板特性(連續曝光 12 個小時以上不損壞)，但是懷疑螢光板溫度仍然和發光效率有一定的反比關係，因此妥善的控制螢光板的溫度是非常的重要，另外，發展一個高速有效率的快門也是必要的。我們將在後續的儀器改善中繼續努力。另外，我們在拆機後又重裝了一次，發現所訂定 SOP 能

夠有效的在大約一個小時內從儲存狀態達到復機上線。應該能夠在後續的用戶實驗有效的減少工程人員的支持。

此次應對 SPring-8 方面的光束線審查，會議中他們更關心的是我們利用日本光源的互補性。如何將台灣的用戶帶到日本, 拓展日本光源的用戶基礎也是他們關心的，因此我認為下一階段 要重視的發展日本的光源和台灣光源的互補性。日方有強調他們高亮度、 高能量、 高穩定度光源 在 2029 年之後絕對不輸給 APS-U ESRF-EBS 等四代光源。他們也很強調我們也可以將在台灣或其他設施成功的案例引進日本。因此，在原本的基礎上，加入例如 CDI/ptychography 等能夠強調光亮度的實驗是必須的。除了同調之外, 高亮度的光源也是一個重點。高亮度的光源使得單點的光通量增加，這使得我們將來必須更可以著重在微小光區的實驗。 針對原本實驗這方面的優化， 或是從事需要高亮度的實驗， 也會看出互補性的重要。另外就是高能量的部分。 這也是另外一個部分也是我們可以將 SPring-8 II 和 TPS 劃出區隔的地方。