

奧地利 MedAustron 質子與重粒子治療中心 拜訪報告

一、前言

目前我國林口長庚紀念醫院有一座質子治療中心，已自 2015 年起治療癌症患者，此外，國內其他醫療院所也期望提供國內民眾更好的治療服務，亦有規劃建置質子或重粒子治療中心。為強化我國對此類粒子治療設施之輻射防護管制作為，原能會駐奧地利代表處陳秘書彥甫於本(107)年 3 月 6 日赴奧地利 MedAustron 質子與重粒子治療中心參訪，對其輻射防護作業與設施現況進行瞭解，建立交流聯繫管道並蒐集相關資訊作為管制參考。當日該中心由輻射防護、健康與安全部門主管(Head of Radiation Protection, Health and Safety)Dr. Lukas Jägerhofer 負責簡報及導覽中心內部設施。

二、設施簡介

奧地利政府於 2005 年出資成立 EBG MedAustron GmbH 公司，開始規劃興建 MedAustron 質子與重粒子治療中心，地點位於維也納新城(Wiener Neustadt)。依據奧地利的環境影響評估法(Federal Act on Environmental Impact Assessment)規定，建造粒子加速器設施，其粒子束最高能量超過 50 MeV 時，即需提出環境影響評估。2009 年 10 月 EBG MedAustron 公司向奧地利聯邦環境部提交環境影響評估報告，其中輻射防護評估部分是由奧地利主管單位聯邦農業、林業、環境和水管理部進行審查。2010 年 12 月該中心取得奧地利政府核發之設施興建許可後，即開始興建主建物。

MedAustron 的加速器系統是由歐洲核子研究組織(CERN)設計開發，採用同步加速器型式，治療用質子束能量最高可達 250 MeV，重粒子治療是使用碳離子，其能量最高可達 400 MeV/n。MedAustron 設有三間治療室，分別提供不同照射方式(水平射束、水平/垂直射束、旋轉機頭等)，供醫學

物理師設計治療計畫。該中心規劃每年治療服務約 1000 名癌症患者，除此之外，另有一間非臨床用照射室提供質子/重粒子照射，可應用於醫學物理、輻射生物、實驗物理等領域之研究。

MedAustron 設施興建完成後，於 2016 年取得歐盟醫療器材指令 93/42/EEC 許可認證，自 2016 年底即開始使用質子束治療病人。

三、參訪討論重點

1. 粒子治療簡介：相較於傳統光子放射治療腫瘤周遭正常組織仍會接受到低劑量，粒子射束到腫瘤才定點施放高劑量，並且停止擴散出腫瘤外，比較不會傷害正常組織，減少副作用與損傷。此外，重粒子治療所使用之碳離子射束，其相對生物效應高於質子與傳統光子之放射治療，故針對這兩項放射治療療效不佳的惡性腫瘤而言，重粒子治療將可提高其治癒率，目前重粒子治療設施主要集中在日本與德國。
2. 中心治療發展現況：MedAustron 預估今(2018)年可治療約 200 個癌症患者，其患者主要來自奧地利各邦的醫院，另有一部分來自以色列和土耳其。目前有兩間治療室的水平方向質子射束已啟用治療病人，其餘治療射束仍在測試與施工中，預計於 2019 年可開始使用碳離子射束治療患者。
3. 輻射劑量評估：MedAustron 設施之輻射劑量評估，是採用蒙地卡羅遷移計算方法的 FLUKA 程式，詳細模擬整體設施幾何形狀，同時搭配變異數縮減技術增加蒙地卡羅計算效率，以便在合理時間內評估出設施內各區域之輻射劑量。經由反覆調整設施內各區域輻射屏蔽材料之設計厚度進行評估，最終分析確認 MedAustron 設施設計圖面各區域之周圍等效劑量均符合劑量限值要求，且該分析為增加評估結果之保守度，各區域劑量限值是採用更嚴格之標準，以低於奧地利政府法

規要求 10 倍的限值進行檢核。

4. 輻射防護措施：設施內輻射防護管制區與監測區設置有約 16 組由 Berthold Technologies 公司所生產之中子偵檢器型號 LB6411-Pb，可監測設施內中子劑量(包含高能中子劑量貢獻)，且每季會執行品質保證作業，使用 Am-Be 中子射源確認中子偵檢器讀值是否有偏移。輻射防護實驗室則配置有純鍍偵檢器、液態閃礫偵檢器、手提式核種分析儀、連續空浮偵檢器、表面活度計測儀器等進行設施環境輻射監測。此外，各治療室於每天下午四點至八點則會進行醫療品保作業，並定期利用正子斷層掃描驗證射束實際照射結果與治療計畫是否吻合。

四、結語

本次赴奧地利 MedAustron 質子與重粒子治療中心參訪，瞭解其輻射劑量評估分析是詳細計算輻射線於設施內之遷移過程，且保守檢核劑量分析結果，至於輻射防護作業部分，該中心則配置有各式偵檢儀器執行環境輻射監測與醫療品保作業，並定期對偵檢儀器進行品保查核，確認量測儀器之可靠度，相關資訊均可作為我國輻射防護管制參考。此外，我方已與 MedAustron 中心建立聯繫管道，未來可再就粒子治療設施輻射防護實務作業進行交流，以強化我國對此類設施之輻防管制效能。

五、參考文獻：

1. MedAustron 環境影響評估報告資訊
http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/uvpsup/uvpoesterreich1/uvpdatenbank/uvp_online/
2. L. Jägerhofer, E. Feldbaumer, S. Roesler, C. Theis and H. Vincke , A Shielding Concept for the MedAustron Facility, ICRS-13 & RPSD-2016, 2017.
3. <https://www.medastron.at/en>