

出國報告（出國類別：開會）

# PTCOG-AO 會議

服務機關：臺中榮民總醫院放射腫瘤科

姓名職稱：李芝宜 放射師

派赴國家/地區：香港

出國期間：114年11月6日至114年11月9日

報告日期：114年11月17日

## 摘要

第五屆亞太地區 PTCOG-AO 在香港舉辦，以《推動粒子治療精準化與影像引導技術發展》為主題，邀請亞太地區各醫院的頂尖醫師和物理師分享自身醫院的粒子治療實務經驗和研究成果，內容遍及粒子物理基礎、臨床不確定性誤差、病人 QA model、治療劑量計算方式和參數、不同癌症的臨床存活和預後分析、FLASH 治療計畫設計、AI 預測 lung cancer 位移、MRI 影像導引和深度學習等等，藉由各國講師在會議中交流和成果分享，了解各醫院和我們醫院質子的異同，期待未來也可以在其他學術機構再次見面和交流。

此次是第一次參加 PTCOG-AO 大會，頂尖的放腫界學者雲集，不僅有遇到 Penn Medicine 的 dual energy CT 負責人 Kevin，有和我們分享 Penn Medicine 量測 stopping power ratio 的方法，也有去認識一些在會場外的廠商如 GE 的 AP-Emma，有和我們聊 synthetic CT 和 air coil 的歷史。他們很樂於分享自身經驗，我很有榮幸在大會中可以認識他們，期待有天可以一起合作，激盪出不同的思維，並學以致用。

**關鍵字：** PTCOG-AO

# 目次

一、 目的 .....	1
二、 過程 .....	1
三、 心得 .....	4
四、 建議事項 .....	4
(至少四項，包括改進作法)	
(一) 國外學術盛行，人才濟濟，這次與會也看到多元的研究題材，或許研究正是與國際接軌的途徑。雖研究能與世界交流，但近期科內在新機器引入的重要關頭，加上臨床工作也具急迫性不能耽擱，期待將來有更多人力資源時，有空出的時間可以經營學術研究這塊。	
(二) 將來有機會也期待榮總舉行學術研討會，邀請各國各醫院進行演講和知識分享。	
(三) 放射治療運用的 MRI 漸漸發展，最近的大型會議中都免不了有一至二個 MRI 在 RT 上的應用，在此 PTCOG-AO 也有 MRI-guided 的議題被討論，之後等科內 MRT 建置完成，這不失為可發展的目標。	
(四) 每個月徐椿壽老師都會到科內授課，除了複習物理師考試之餘，如果安排幾個研究題目，每個月提出和老師、學長姊一起討論，時日一久也許也能夠在各題材有個發表成果。	
五、 附錄 .....	4

## 一、目的

參與 PTCOG-AO 亞太地區粒子治療大會，學習亞太地區各醫院的粒子治療經驗與研究

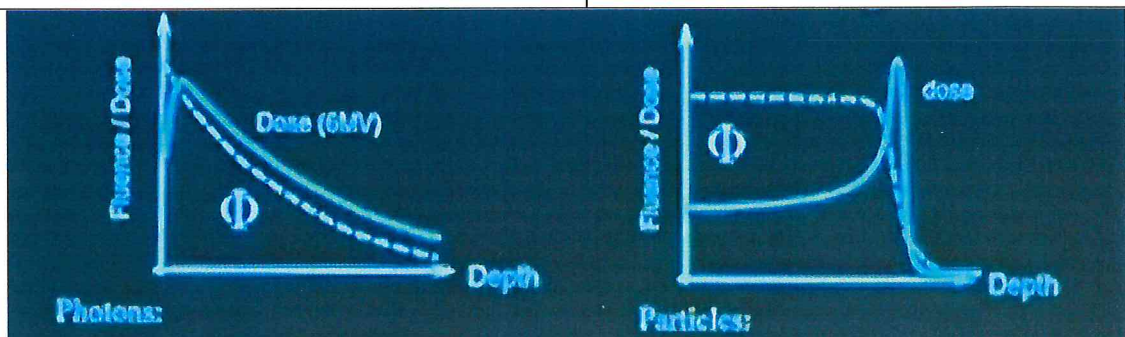
## 二、過程

參加此次會議有幾項特別印象深刻的主题和心得：

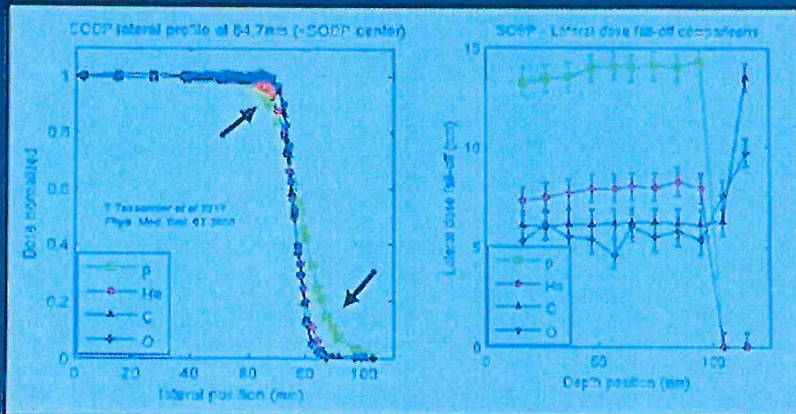
### (一) 粒子治療基礎物理

會議一開始先介紹質子和重粒子的基礎物理，科內質子治療設施正要啟動，除了科內會開會學習專業知識外，此次會議也有講師統整出質子和光子在劑量分布的比較，另外還加上重粒子的內容。根據講師文獻，在側向半影方方面，質子會比重粒子大。

Photons	Particles
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Photons interact with electrons by Compton scattering</li> <li>✓ Scattered photons get out of beam</li> <li>✓ Remaining photons have almost same energy spectrum</li> <li>✓ No change over depth in the in the energy and momentum distribution of the electrons from Compton scattering</li> <li>✓ Therefore ono change in lateral buildup in terms of dose</li> <li>✓ Intrinsic penumbra unchanged</li> <li>✓ Penumbra changes in depth mainly due to finite source size and location</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Particles experiences MCS</li> <li>✓ Each time deflected by a small angle, but the particle stays in the beam</li> <li>✓ Effect of deflection accumulates</li> <li>✓ Particles spread out laterally</li> <li>✓ Beam penumbra increases</li> <li>✓ At the same time, particle energy decreases and deflection angle increases from each interaction</li> <li>✓ Beam penumbra increases faster near the end of beam angle</li> </ul>



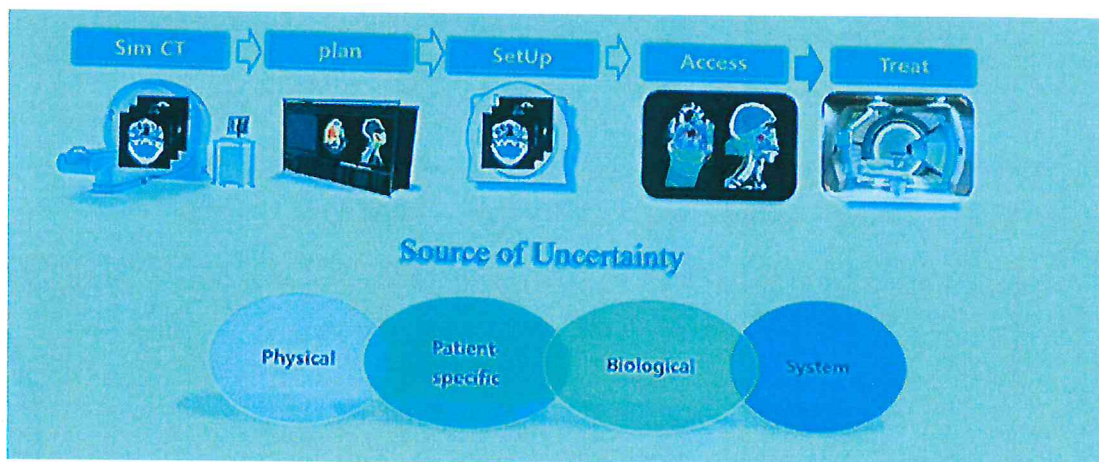
## Lateral Penumbra for Heavier Ions



T Tessonnier et al 2017 Phys. Med. Bio. 62, 3958.

### (二) 質子治療的 Uncertainties

臨床上時常有關於 uncertainty 的研究，uncertainty 包括多方面，如 Physical uncertainties (Setup uncertainty + range error，可以用 **robust optimization**  $\pm 3\text{mm}$  setup &  $\pm 3.5\%$  range)；Patient-specific (影響最大的是 motion，可以發展更快速的 4D robust、MRI-guided 或 AI-based motion prediction)；Biological Uncertainty (雖然 RBE 非常數，但是通常都用 1.1 當固定值，因為沒有公認的標準模組)；System Uncertainty (Monte Carlo 的演算法比 Pencil Beam Algorithm 更為準確)。將來在治療執行前或許也要對 uncertainty 數值做確認。



### (三) Proton Therapy Dosimetry

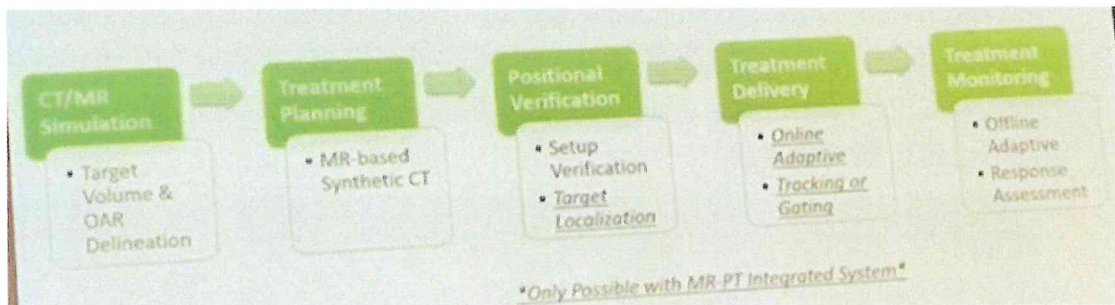
目前科內直加器是使用 TG21 和 TG51 的 protocol，將來新的直加器和質子設施用 TRS398，講師有分享 TRS398 在 2024 年有做過 uncertainty 的修正，因 Monte Carlo 更為準確，所以數值修正更小。

# Proton reference dosimetry protocol

Old TRS 398				Revised TRS 398	
<b>TABLE 33. ESTIMATED RELATIVE STANDARD UNCERTAINTY (%) OF <math>D_{p,ref}</math> AT THE REFERENCE DEPTH IN WATER AND FOR A CLINICAL PROTON BEAM, BASED ON A CHAMBER CALIBRATION IN <math>^{60}Co</math> GAMMA RADIATION</b>				<b>TABLE 38. ESTIMATED RELATIVE STANDARD UNCERTAINTY (%) OF <math>D_{p,ref}</math> AT THE REFERENCE DEPTH IN WATER FOR A CLINICAL PROTON BEAM BASED ON A CHAMBER CALIBRATION IN <math>^{60}Co</math> GAMMA RADIATION</b>	
Physical quantity or procedure	User chamber type	Relative standard uncertainty (%)		Cylindrical and plane-parallel chambers	
		Cylindrical	Plane parallel		
<b>Step 1: standards laboratory</b>					
$N_{D_{p,ref}}$ calibration of secondary standard at PSDL		0.5	0.5	0.5	
Long term stability of secondary standard		0.1	0.1	0.1	
$N_{D_{p,ref}}$ calibration of the user dosimeter at the standards laboratory		0.4	0.4	0.4	
Combined uncertainty in step 1		0.6	0.6	0.6	
<b>Step 2: user proton beam</b>					
Long term stability of the user dosimeter		0.3	0.4	0.3	
Establishment of reference conditions		0.1	0.1	0.1	
Dosimeter reading $M_{p,ref}$ relative to beam monitor		0.4	0.3	0.4 (0.3)	
Correction for influence quantities $k_i$		1.3	1.3	1.3	
Beam quality correction, $k_Q$		1.9	1.9	1.9	
Combined standard uncertainty in $D_{p,ref}$ (steps 1 + 2)		2.6	2.3	2.6	

## (四) MRI-guidance in Proton Therapy

會議中有唯一一個關於 MRI 的主題，MRI-based workflow 有更好的軟組織對比度，比傳統 CT workflow 得到更小的系統性誤差，此外 MRI 影像也可以提供病人位置的驗證，如 rectal balloon 或 spacer。



許多文獻使用 deep learning 可以得出 Synthetic CT 的 relative stopping power，不同廠商開發不同軟體，將來科內 sCT 為 GE 廠牌，需要再和 AP 討論。

### Availability of MR-based Synthetic CT

Commercial Products	MRI Scanner Vendors	<ul style="list-style-type: none"> <li>FDA-cleared for (photon-based) radiotherapy, not proton therapy</li> <li>Information regarding uncertainty of Hounsfield Unit (HU) generation is NOT immediately available</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>MR for Calculating Attenuation (MRCAT), Philips Healthcare</li> <li>RT Dot Engine, Siemens Healthineers</li> </ul>	
Institutions In-house Development	Third Parties	<ul style="list-style-type: none"> <li>HU, mass density and stopping power ratio generation is possible</li> <li>Some neural network models provide <i>uncertainty</i> information during synthetic CT generation</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>MRiplanner, Spectronic Medical</li> <li>Brainlab Elements, Brainlab</li> <li>AccuLearning, Manteia</li> </ul>	

Copyright © HKSH Medical Group. All rights reserved.

MR-SIM 也可以看 RT 造成的 necrosis、infiltration、急性反應，也可能發展功能性 MRI，不失為未來研究的新方向。

#### (五) Clinical Commissioning 參照 protocol

- Absolute dose calibration: IAEA TRS398 report
- Equipment acceptance testing: No standards
- Equipment clinical commissioning: AAPM TG185 and TG350 (in progress) reports
- Equipment periodic QA testing: AAPM TG224 report
- Motion mitigation in particle therapy: AAPM TG290 report
- Patient plan QA testing: No proton-specific standards
- Other AAPM proton-specific or applicable task group reports exist and applied in development of GCCC quality management system

### 三、心得

此次參與第五屆香港舉辦的 PTCOG-AO 收穫良多，來自亞太地區頂尖的醫師或物理師介紹他們自身醫院的臨床實務經驗和研究方向，內容包括不同方面的 uncertainties 誤差考量、proton 劑量計算方法 PBS 和 Monte Carlo 比較、來自台灣長庚醫院有分享 patient QA 不同作法、FLASH 未來發展、dual energy CT stopping power 計算，以及 MRI-guided 治療流程和優勢分享。此次與會不僅一睹放腫頗負盛名的講師風采，每位講師也都開啟我不同的放腫視野，更給予我不少放腫界可研究深入的面向。

除了大會上各界學術交流之外，會場外也有許多粒子治療的廠商設攤，如 iba、GE、Siemens、Varian、Elekta、Mevion、PTW、Hitachi 等等，因為科內未來有 GE 的 MRI-SIM，因此有特別去認識 GE 的 AP，向我們初步介紹 air coil 和 synthetic CT 的發展，待往後 AP 來科內教授時再深入討論放射腫瘤需要的 MRI 影像和 sequences。

這是我第一次到國外參與放腫界的會議，最大的收穫就是給我很多新的觀點、新的研究方向，越是聆聽越是覺得自己還有非常多需要學習和努力之處，內心很感謝講師願意無私地分享自家醫院的臨床經驗，也感激醫院願意提供這樣的出國機會，得以拓展自己的國際觀。

### 四、建議事項

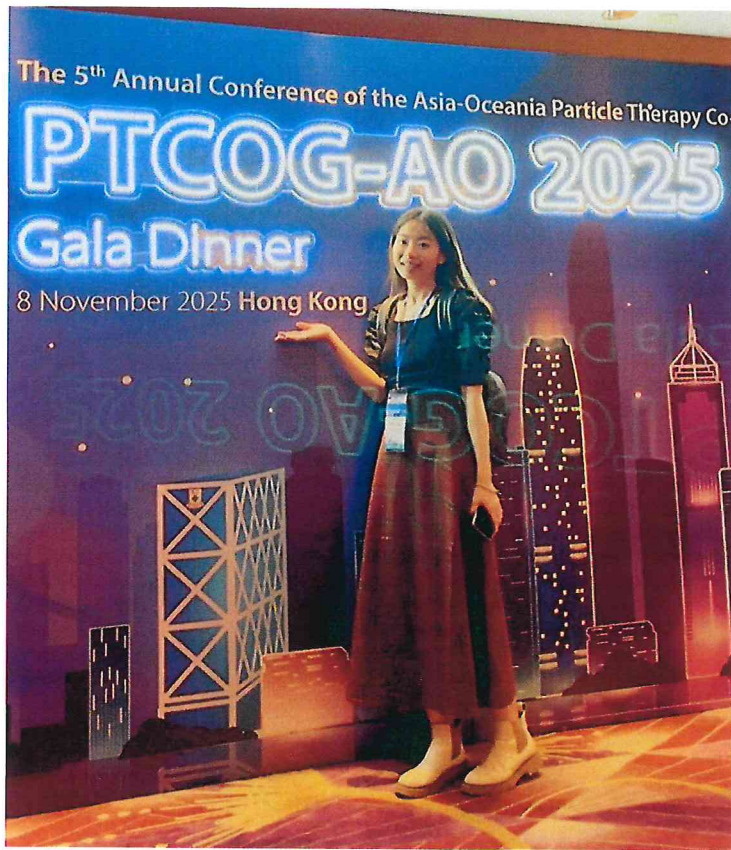
- (一) 國外學術盛行，人才濟濟，這次與會也看到多元的研究題材，或許研究正是與國際接軌的途徑。雖研究能與世界交流，但近期科內在新機器引入的重要關頭，加上臨床工作也具急迫性不能耽擱，期待將來有更多人力資源時，有空出的時間可以經營學術研究這塊。
- (二) 將來有機會也期待榮總舉行學術研討會，邀請各國各醫院進行演講和知識分享。
- (三) 放射治療運用的 MRI 漸漸發展，最近的大型會議中都免不了有一至二個 MRI 在 RT 上的應用，在此 PTCOG-AO 也有 MRI-guided 的議題被討論，之後等科內 MRT 建置完成，這不失為可發展的目標。

(四) 每個月徐椿壽老師都會到科內授課，除了複習物理師考試之餘，如果安排幾個研究題目，每個月提出和老師、學長姊一起討論，時日一久也許也能夠在各題材有個發表成果。

## 五、 附錄



△第一天到 PTCOG-AO 的會場。



△第二天 PTCOG-AO 晚上 Gala Dinner。



△我們有遇到未來會到科內 GE 廠商的 AP-Emma。



△科内質子建設 Sumitomo 廠商也有到現場。