

行政院所屬各機關因公出人員出國報告書
(出國類別：開會)

參加美國保健物理學會第四十六屆年會暨輻射安全會議

服務機關：行政院原子能委員會

出國人職稱：簡任技正

姓名：王唯治

出國地點：美國

出國期間：90年6月8日至90年6月17日

報告日期：90年9月17日

摘要

行政院原子能委員會輻射防護處簡任技正王唯治，於中華民國九十年六月八日奉派赴美，出席美國保健物理學會於俄亥俄州，克里夫蘭市舉行之第 46 屆年會暨美國輻射安全會議。五天會議期間，除了聆聽兩位貴賓，俄亥俄州參議員 George Voinovich，就“國會對核能技術與輻射安全的初步行動”，及美國核管會的委員 Nils Diaz，就“輻射相關問題”所作的演說，及其他出席國家在輻射防護實務及管制領域之最新情況與未來趨勢外，並由大會安排參觀當地由 First Energy nuclear Operating Company (FENOC) 負責運轉，First Energy 集團所擁有，在美國核管會紀錄中，運轉績效優良的 Perry 核能電廠，及擁有優良設備及經營信譽之 Cleveland 診所暨 CWRU 醫院放射及核子醫學部門。

此行，有助於了解美國參議員對核能未來可能扮演角色的認知，及美國核管會對低劑量輻射效應問題的務實看法。此外，對核能電廠及醫院放射與核子醫學部門，亦得藉機觀察、了解與學習，其在游離輻射工作人員訓練、劑量合理抑低及放射性廢料處理等方面的運作現況。

目錄

一、目的

二、行程及議程

三、心得

四、檢討與建議

五、附錄

一、目的

1. 了解美國及其它出席國家在輻射防護實務與管制上之最新情況與未來發展之趨勢。
2. 了解美國及其它出席國家對國際輻射防護委員會第六十號報告之因應措施。
3. 藉由實地參訪，學習美國輻射應用單位在輻射防護實務工作之經驗。

二、行程及議程

六月八日	往程
六月九日	報到
六月十日	會議
六月十一日	會議及參觀醫院
六月十二日	會議
六月十三日	會議及參觀電廠
六月十四日	會議
六月十五日	返程

六月十六日 返程

六月十七日 返程

三、心得

1. 受邀於大會中發表演說的第一位貴賓係 Ohio 州的參議員 George Voinovich，在其就“國會對核能技術與輻射安全的初步行動”演說中，特別強調了核能在能源多元化戰略上的重要性及對防止環境溫室效應的貢獻。在三哩島事件後，美國核能電廠所具體展現之安全績效，已使得大眾逐漸恢復了對核能技術的信心，而輻射可能造成之影響相較於其它風險是不值得顧慮的。因應美國加州限電所曝露出的能源供應危機，政府故已採取研擬改善計畫，國會也應採取行動，透國立法方式，讓核能有良好的發展空間，扮演其更為適當的角色。

2. 另一受邀發表演講的貴賓是美國核管會的委員 Nils Diaz，他在就“輻射相關問題”的演說中，特別聲明了美國核管會的立場不在追求輻射的零風險，且對 1 毫西弗以下的風險，認為尚無證據顯示值得顧慮。如此直接了當的說明方式，應有助釐清政府的職責，及一般人對風險的觀念。但如在國內，如此說法，恐將引起民意代表、媒體及大眾之譁然。由於對風險觀念或認知之不同，國內可否採取此一說法，尚有疑慮。但如何溝通方能使國人有正確風險觀念，仍

需我們深思及繼續努力。

3、參訪 PERRY 核能電廠

PERRY 核能電廠係沸水式，裝置發電量為 1,250,000 千瓦，1987 年開始商業運轉，位於 Ohio 州東北，Elie 湖畔，供給北 Ohio 州及西 Pennsylvania 州大約 10% 電力需求。

該電廠由 First Energy nuclear Operating Company (FENOC) 負責運轉，為 First Energy 集團所擁有，其運轉績效在美國核管會紀錄中屬優良。

本次參訪重點如下：

- 人員訓練
- 廠房維護
- 劑量合理抑低方案
- 公眾關係

(一) 人員訓練：

對進入輻射限制區的訪客，一般工作人員及游離輻射工作人員分別實以必要之訓練，及提供參考之書面教材，淺明易懂，符合不同性質人員之需求。對於訪客，除必定指派專人指引外，對可能懷孕的婦女，在輻射安全問題上亦有重點提示，並附上相關之聯邦法規指引 R.G.8.13 供參考。

訓練教材對每一章節欲達成之目標均明確敘述，使受訓人員清楚知道每一章節的訓練功能，不致發生學後不知用在何處的疑問。對非游離輻射工作人員介紹輻射風險概念時，使用“預期

生命損失”的觀點且與其它風險做比較，使受訓人員易懂又不致產生非理性之恐懼，頗值得參考。預期生命損失比較表如下：

健康及安全風險	平均生命損失
每天抽 20 支香煙	6 年
過重 (15%)	2 年
所有的意外事件總和	1 年
喝酒 (美國平均值)	1 年
農業	320 天
建築業	227 天
汽車意外	207 天
挖礦及採石	167 天
運輸及公共事業	160 天
家庭意外	74 天
所有的工業	60 天
從 18 到 65 歲每年受 1 毫侖劑量	51 天
製造業	40 天
貿易/服務業	27 天
從 18 到 65 歲每年接受 0.3 侖職業劑量	15 天
醫療輻射	6 天
全部自然損害 (地震、雷擊、洪水等)	7 天

供游離輻射工作人員使用之訓練教材，學理與實務兼顧，且能廣泛含括工作中可能遇到的各項問題，不僅輻射防護裝具的使

用詳細敘明，不同類型的廢料如何處置，亦一併提及。而最後乙章更完整介紹了些實務上非常有用的案例，不但可幫助學員了解之前所介紹的防護概念，更對未來可能遭遇的問題打了預防針，避免舊事重演。

（二）廠房維護

廠房的整潔工作，乍看似乎沒什麼專業的技術，過去並未受到重視，但任何一位資深的輻射防護實務工作者均能體認，整潔實為輻射防護工作的基礎，整潔做不好，很難期盼輻射防護工作能做的確實，最令人頭痛的輻射污染控制問題就難以落實。過去造成廠房整潔做不好的原因有二個重要項目，一是管路洩漏，一是設備經常維修。在巡視廠區時，常可見地上一灘灘的水，或四處都是因維修工作而圍起來的污染管制區，東一片，西一片的，以致工作人員出管制站時，常偵測出受到污染，尤其是四肢或鞋部。本次參訪其內部管制區，除視界所及，非常整潔外，各項輻射警示亦標明的格外清晰，無器材隨意堆置之死角。整個參訪行程，全體貳拾餘人，除未接受到劑量外，亦無任何人受到污染（未著防護衣、鞋）

（三）劑量合理抑低方案

Perry 核能電廠對輻射防護工作的重視，可由其對劑量合理抑低方案的推動看的出來。該廠於輻射工作人員練教材中明確宣示，劑量合理抑低是每一個人的職責，不同於一般人常有錯誤的認知，把它當做是輻射防護人員的工作。

在參觀簡報中，該廠介紹了近期推動的一個重要合理抑抵案例，中央監視系統的設置。該系統包括的主要部分有：攝影機、無線通訊裝置、遙測劑量儀、遙控區域輻射監測儀及相關軟體。在中央監視系統的控制台上，利用兩套軟體，結合無線通訊功能，整合出一套完整的系統，得以達成輻射曝露的合理抑抵。

對專案經理人而言，他可以不必再前往乾井內或燃料換填樓層即可執行督導指揮的任務，這也意味著他不必接受到任何劑量。這套監視系也可持續提供工作前，現場的完整資訊，顯示出未來的工作地點狀況，行進路線、設備的外貌，使得工作人員能在工作前完成必要的準備，即省時間，提高效率，達成劑量合理抑低的目的。此外，這套系統也提供了一些檢查的功能，減少了人員為此進入輻射區的頻率。估計，每一燃料換填週期可以節省的劑量約為 10 至 15 人侖目。

(四) 公眾關係

Perry 核能電廠相當重視公眾關係，雖然進入管制區時，有荷槍之警衛人員實施嚴密的安全檢查，但整個廠區從外觀上看不出內部的戒備森嚴，給人的感覺是非常開放的。該廠設有參觀中心，訓練過的代表會引導參觀者，並回答問題。如果沒有時間來訪，欲索取介紹該廠的錄影帶，亦可函索。

因為多數參觀的團體並不適合進入內部管制區，為了增加臨場感，陪同解說者會在利用大巴士巡覽廠區時，同步播放建

物內部的影片，使得建物外部的巡覽不致顯得枯燥及缺少想像空間。

參觀中心內除相關圖片外，亦置有模型剖面，便於參觀人員了解核能電廠的實際操作情形。中心內提供的簡易說明手冊，均係由 nuclear energy Institute 編著，似乎是欲收到公正客觀的功效，避免自說自唱之嫌。宣導手冊除淺明易懂外，均係用再生紙印製，符合當前環保的趨勢。

在對社區的貢獻方面，除宣稱係全國納稅最多的電廠外，亦鼓勵員工組織社團，參與當地之公益慈善活動。

4. 參訪 Cleveland 診所 & CWRU 醫院

參訪重點：

- 加馬刀
- 輻射相關人員之訓練
- 放射性廢料處理

(一) 加馬刀

加馬刀係使用鈷六十射源，因射源固定，其射線經過三重準直器標直聚合在焦點上，所以其穩定性及精準度甚高。其圓心與照野中心的誤差值僅 ± 0.16 毫公尺。經過 2 年使用，其精密度經測試亦無改變。話雖如此，CWRU 醫院在使用加馬刀治療病人時，仍實施每日品保作業，包括“治療中止”和“緊急中斷”紐之功能是否正常，及計時器的精確度是否在 $\pm 2\%$ 的誤差範圍等（詳附錄），充分顯該院對醫療品質的重視程度。

（二）輻射相關人員訓練

雖說美國對放射性物質或可發生游離射的操作並未採用證照制度，但對相關人員之訓練確有周詳的規畫，該院在人員訓練方面的特色有下列幾項：

- 對射源持有者（使用者）及工作人員給予不同之訓練。
- 對使用放射性物質人員之再練週期為一年，可發生游離輻射設備使用者之再訓練週期 2 年。

（三）放射性廢料處理

雖說放射性廢料處理幾乎是每個使用放射性單位最頭痛的事，但本醫院在這方面，或因地利的因素，執行的非常好。一進入該院的廢料倉庫，便對其龐大的空間所震攝，液體廢液一桶桶的標示著活度，整齊的儲存在物料架上，待衰減到一定限值後再予排放。固體廢料在交運前也會先行在密封式且有抽氣裝置的壓縮機內進行處理。而廢液的取樣計測，則都依規定在有抽氣設備之煙櫃內進行，有效防止人員體內污染。

四、檢討與建議

（一）美國保健物理學會之會員人數眾多，本次出度會議的人員也有數百人，整個會場望去，出席的年輕人所佔比例甚低，有明顯的人口老化現象，此恐與美國近二十來的核工業不景氣有關。核能電廠的運轉需要保健物理專才，但沒有新的核能電廠興建，保健物理人才自然缺少出路，而轉往其它領域發展去了。我國核四雖已恢復興建，但「非核家園」政策已定，勢必影響未來青年學子投入保健

物理行列的意願，更有甚者將影響輻射安全的成效，實值得相關單位未雨綢繆。

(二) 雖然歐洲已參照 ICRP60，實施新的輻射防護法規，但美國核管會尚要待 BEIRVII 報告出來後再予評估，如何採用及何時採用 ICRP60，且由美國核管會委員 Ni IS Diaz 的講話推估，美國全面採用 ICRP60 的機會不大，時程也不會太快。但本會在輻防法立法過程中，已因應立法院的要求，於草案中明確宣示，遵循國際輻射防護委員會的建議，故為求未來推動新法順利，加強與歐洲各國的聯繫，以吸取它們的經驗，恐為本會未來不可忽略的課題。

(三) 美國雖未對放射性物質或可發生游離射的操作採用證照制度，但對相關人員之訓練確有務實及周詳的規畫，發揮了管理上之充分彈性，與我國現行推動之法規鬆綁政策，在方向上頗為一致，值得進一步增加雙方在實務上之經驗交流。

五、附錄

- 1.Perry Dose Reduction Project.
- 2.Gamma Knife Quality Assurance Checklist for each Day of use (The CCHS Gamma Knife Center)