

# 行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：研究)

九十二年度公務人員出國專題研究：

「核設施外環境輻射管制之研究」出國報告

服務機關：行政院原子能委員會

出國人職稱：簡任技正

姓名：陳文芳

出國地區：美國

出國期間：92年6月14日至92年9月14日

報告日期：92年11月11日

I0 / C09-201764

## 摘 要

確保原子能和平應用的過程中，民眾能免於輻射傷害，環境能免於遭受污染，為原能會首要工作。不斷地精進人員的能力，且掌握國際間最新的管制原則及先進國家相關管制法規，俾適時引入為國內管制現況與實務作業之參考，對於確保環境輻射安全是不可或缺。故派員前往美國環境保護署，瞭解其輻射防護管制法規及其作業，並蒐集相關資料，俾供精進國內未來相關管制作業之參考。研習內容含括民眾劑量、輻射安全與環境影響評估、環境試樣與環境污染之界定、民眾溝通、無主射源、技術強化之天然放射性物質及放射性廢料管理等議題。

此外，參加 2003 年全球核能婦女會年會，與全球核能、輻射防護、核醫等原子能相關專業領域之婦女，互相交流，並促進別的國家對我國之認識，進而互相交流，拓展外交。於美國環境保護署完成研習後，參加美國化學學會第 226 次會議，收集國際間在環境輻射和低背景放射性監測的資料。研習期間參訪亞卡山用過核燃料最終處置場及含超鈾元素之廢料隔離先導場 WIPP 二個放射性廢棄物處置場。

研習心得於本報告中皆有所分析與建議，並且對美國於研訂法規時之考量及其公開和透明的作法，且重視與民眾的溝通的態度，有深刻地瞭解可供我國未來研訂法規時參考。

# 目 次

壹、目的-----	1
貳、過程	
一、前言-----	1
二、行程安排-----	1
參、研習與參訪內容	
一、參加全球核能婦女會年會及參觀核廢料貯存場-----	3
二、參訪 WIPP 廢棄物隔離先導場-----	9
三、美國環境保護署研習	
(一) 美國環境保護署組織架構和計畫-----	11
(二) USEPA 國際合作-----	12
(三) RPD 之工作計畫-----	13
(四) 民眾劑量-----	15
(五) 輻射安全與環境影響評估-----	17
1. 飲用水之輻射防護	
2. 無主射源	
(六) 環境試樣與環境污染之界定-----	26
1. MARSSIM 及除污	
2. Soil Screening Guidance for Radionuclides	
3. 輻射彈	
(七) 民眾溝通-----	32
(八) 技術強化之天然放射性物質-----	37
(九) 放射性廢料管理-----	45
四、參加美國化學學會會議-----	48
肆、心得與建議-----	52
伍、附圖	
陸、附錄	

## 壹、目的

行政院原子能委員會（簡稱原能會）成立於民國四十四年，以處理原子能有關之國際事務暨推展我國原子能之和平用途為主，而隨著核一、二、三廠相繼運轉，及原子能科技和平應用的蓬勃發展，原能會的工作則以核能安全管理、輻射安全防護、放射性廢料管理、核能科技研究發展及民生福祉應用研究為主。近年來，社會大眾對於環境保護及核能安全的需求日益高漲，確保原子能和平應用的過程中，民眾能免於輻射傷害，環境能免於遭受污染，則成為原能會首要工作。

原能會對環境輻射的管制，一向與核能安全管理並重。環境輻射管制的主要宗旨，就是要合理抑低各種游離輻射作業場所對其周圍環境的影響。在確保核設施周圍環境輻射安全管理上，要求核設施應每年提報環境輻射偵測計畫，進行量測，並將所有環測結果分別以季報、年報送原能會審核，如有異常升高情形即追蹤察明肇因並要求改善。此外，由原能會輻射偵測中心負責掌理環境中天然及人造游離輻射的調查及監測等工作，俾確保國人生活環境之輻射安全。

不斷地精進人員的能力，且掌握國際間最新的管制原則及先進國家相關管制法規，俾適時引入為國內管制現況與實務作業之參考，對於確保環境輻射安全是不可或缺。故原能會輻射防護處向行政院人事行政局提出一項公務人員出國專題研究申請案，為期三個月，派員前往美國相關管制機關，瞭解其管制法規及其作業，並蒐集相關資料，俾供精進國內未來相關管制作業之參考。

## 貳、過程

### 一、前言

行政院原子能委員會於九十一年六月間接獲行政院人事行政局通知，謂原能會所提派員出國專題研究案業奉核可，本人因多年承辦國內環境輻射的管理工作，故獲原能會推薦參加人事行政局之「核設施外環境輻射管制之研究」出國專題研究計畫。該計畫研提時之內容包括核設施周圍環境輻射監測技術、民眾劑量評估及環境影響之研究，並以赴美國核能管制委員會（以下簡稱核管會）或環境保護署研習相關技術發展近況，及實地參訪核設施。

### 二、行程安排

行程安排期間，原冀以美國核管會及環境保護署二個機關各安排研習一個月

餘時間，並以核管會為優先，另安排核設施參訪及參加國際研討會。故先請原能會駐美國台北文化經濟代表處科學組之曾東澤副組長協助，與美國核管會及環境保護署聯絡。然因美國經歷 911 恐怖攻擊後，對核設施之安檢非常嚴格，故申請至核管會研習乙節，遲未獲回音，且最後被告知安全作業需耗時甚久，將無法於七月前同意。聯絡期間，同時與人事行政局承辦人員保持聯絡，經告知因相關差旅費之規定，僅可擇一機關進行研習。且聯絡安排期間適逢 SARS 疫情爆發，更增添了行程安排上的變數，幸而美國環境保護署（以下簡稱 USEPA）國際合作部門之 Senior Program Manager 楊仁泰博士（Jentai Yang, Ph.D.）的熱心聯繫，USEPA 的 Radiation Protection Division 願意提供在職研習的機會，不過該署要求所有的經費都需由我國負擔。

於安排研習機構期間，同時收集國際會議相關資訊，及安排參訪行程。因適逢全球核能婦女會今年的年會於美國召開，且將參訪亞卡山用過核燃料最終處置場。因本人屬核能婦女會之會員及我國為其會員國，兼具可瞭解國際間之核能動態，故將此全球核能婦女會年會納入行程。且因日本代表於會後將組團參訪處理含超鈾元素之廢料隔離先導場 WIPP，故亦透過我國旅美學人吳全富博士的協助安排下進行參訪，此外，並於 USEPA 研習後參加美國化學學會會議，收集國際間在環境輻射和低背景放射性監測的資料。

此次出國專題研究之行程表如下：

日期	起訖地點	研究內容	前往機構
6月14日	台北-洛杉磯— 拉斯維加	去程，參加全球核能婦女會年會	
6月15日	拉斯維加	參加全球核能婦女會年會	
6月16日	拉斯維加	參觀美國能源部之亞卡山 Yucca Mountain，瞭解用過核燃料處置場之相關規劃及其管制。	美國能源部亞卡山 (Yucca Mountain) 用過核燃料最終處置場
6月17日	拉斯維加	參加全球核能婦女會年會	

6月18日	拉斯維加	參加全球核能婦女會年會	
6月19日	經過德州 El Paso 至新墨西哥州	路程	
6月20日	新墨西哥州	參觀及瞭解超鈾元素之廢料 處理之相關規劃及其管制	美國能源部之含 超鈾元素之廢料 隔離先導場 WIPP
6月21日	新墨西哥州 --華盛頓 DC	路程	
6月22日 至 9月5日	華盛頓 DC	環境輻射管制業務研習	美國環境保護署 USEPA/Office of Air and Radiation
9月6日	華盛頓 DC --紐約	路程	
9月7日 至 9月11日	紐約	參加美國化學學會會議--探 討環境輻射和低背景輻射偵 測服務議題	
9月12日 至 9月14日	紐約--台北	返程	

## 參、研習與參訪內容

### 一、參加全球核能婦女會年會及參觀核廢料貯存場

於六月十四日啟程出國後，首先赴拉斯維加參加全球核能婦女會 2003 年年會。世界核能婦女會於 1993 年成立，我國自始即為其會員，旨在聯合全球核能、輻射防護、核醫等原子能相關專業領域之婦女，互相交流，並與民眾溝通，以增進大眾對核能的了解和支持。而我國也於 1998 年擔任地主國 舉辦 WIN 1998 年年會相當成功，當時有來自 11 個國家約 60 位代表參加；而積極參與該組織之活動可增進我國與各核能國家之關係，並促進別的國家對我國之認識，進而互相交

流，拓展外交。因為任職於原能會，且屬於核能從業人員，並於1999年加入全球核能婦女會，故此次研修計畫中特別將此次會議列入觀摩行程中，並可隨同參觀世界所矚目的核廢料處置場 Yucca mountain。

會議部分包括 WIN 理事會、WIN 會員大會、專題分組會議及參觀行程。

(一) WIN 理事會係於6月15日下午舉行，由理事長 Annick Carnino 擔任主席。主要討論事項包括

1. 修改章程：理事長任期為二年，最多得連任一次。不另設副理事長，因設有常務理事其已有副理事長的功能。
2. WIN award：今年沒有得主，未來之獲獎條件，將公佈於 WIN Global 網站，俾供會員申請，再由常務理事會討論定案。
3. 促進會員之間互動：申請 WIN 會員者可將表格送 WNA，WNA 處理之後應通知申請人，且強化 WIN Global 之網站功能，使其可連到各會員國之網站，建立 WIN Network。
4. WIN Global 參加之會議及業務推廣，但無結論。
5. 後續年度之 WIN Global 年會的規劃，WIN 2004 將在東京舉行，並在廣島與民眾溝通核能議題。WIN 2005 在捷克布拉格舉行，並參觀 Tamilin 核電廠。

(二) WIN 會員大會

於6月17日上午開始，WIN Global 自1993年成立迄今十年，會員2000多人，來自57個國家。亞洲方面之會員有中國、印度、印尼、以色列、日本、韓國、蒙古、巴基斯坦、菲律賓、台灣、越南之核能界人士。今年第十一屆年會由美國 WIN U.S. 主辦，WIN U.S. 自1999年成立以來，會員超過1000人，是各國 WIN 組織當中陣容最龐大的。今年 WIN 年會出席人員有245人，來自美國、加拿大、阿根廷、瑞典、芬蘭、立陶宛、匈牙利、捷克、斯洛伐克、瑞士、法國、西班牙、英國、韓國、日本、台灣、中國共17個國家，主辦國美國參加人數超過百人，此外，日本團13人，韓國團10人，亦屬陣容壯大，大陸則僅有一名留學生參加。台灣則由台灣電力公司陳怡如、賴惠京二位女士、原能會核能研究所羅彩月及我共四人代表參加

會議內容如下：

## 1. 會務報告：

首先由理事長 Annick 介紹常務理事會之八位常務理事，並建議 WIN 理事會，以後最好是各國 WIN 之會長擔任，以便和各國 WIN Group 聯絡。再報告章程修改內容，提請大會通過，並綜合敘述各國所提之國家報告。

綜合後之國家報告為各國的核能發展雖然受到民眾之挑戰，仍有持續發展之趨勢。例如瑞士的公投表示支持核能、芬蘭準備建造 unit 5、美國及南非仍有新核能機組之研究、美國 WIPP 最終處置場，已領有執照並順利營運中，而 Yucca Mountain 已奉政府批准，正在規劃建設中，不久即可進行執照申請等。而立陶宛之機組 Ignalina-1 將於 2005 年及 Ignalina-2 將於 2009 年除役，由於核電供應占該國電力 80%，因此除役對經濟有影響。此外，立陶宛未曾有除役經驗，正在審慎規劃中。並強調核能發展已超過 50 年，老舊機組陸續都會除役，因此除役的技術未來將更受重視。而「新世代」仍是核能界須耕耘的重點之一，以確保核能的未來。最後，報告 WIN 2004, WIN 2005 之舉辦國

今年的 WIN Global 年會美國婦女因為地利之便，佔出席人數一半以上，且會議中之各國的國家報告，改為書面報告，使得整個年會中以美國為主的角色稍微濃厚，因而降低了各國在大會中的參與，使得整體年會之國際性色彩的呈現，較為不足。

## 2. 演講及分組研討

演講有二場，分別為 6 月 17 日由 Robin Gerber 所作之”Leadership the Eleanor Roosevelt Way” 及 6 月 18 日由 Dr. Vincent Covello 所作之”Risk communications”。兩位名嘴講得非常生動，前者以羅斯福夫人多采多姿的一生為例，激勵婦女如何發揮領導才能。認為領導是激發別人發揮所長，要終生學習、要有信心、要盡力克服困難，不要常常發怒、沮喪、被過去的痛苦經驗纏住。後者教導溝通的技巧，人們對於非常關切的東西會有強烈的情緒、產生爭議時會有強烈的壓力。溝通成功的要素有信賴、控制、利益三者，。其中首重信賴(trust)，傾聽、對方的關切點在 30 秒內要回應、真誠、專業等是促成信賴的要素。提出 27-9-3 template 即在 9 秒內用 27 個字表達 3 個信息；提出 CCO template 即 compassion -conviction-optimization，要講演的資料預演 30 次，一次一次修正，使之完美。



專題討論之主題有「how to share information when something happens」，認為在平常就與民眾建立適當的關係，當事故發生時，可洽關鍵組織了解他們所希望知道的問題所在，提供民眾正確的消息。而另一主題「how to serve the public」則以民眾是管制單位的顧客，民眾有知的權利，管制單位不是要教育民眾，而是告知正確的信息和決策。在「improve public confidence to ensure the future of nuclear」主題，鑒於近年很少興建新的核能機組，民眾大多對核能較無好感，又由於放射性廢棄物之處理的問題更不受人喜歡，故未來必須加強新能源研發。

此外，就上午大會之討論及決議事項，分成亞洲、歐洲及美洲等進行討論，就如何達成大會所設定的目標加予構思及提供未來實施之辦法。經與韓國及日本的代表們討論後，再提交大會，其結論如下：

- A. 強化 WIN Global 網站的功能--核能界應積極讓大眾認知核能的貢獻與現狀，並提供充裕的資訊給大眾，故必須強化 WIN Global 網站的功能，使其能更便利的連結到各會員國的網站上，形成 WIN 網路，而達到經驗分享及散佈資訊的成效。
- B. 討論 WIN 網站上之資料內容：目前各國網站資料不一，為便利上網的訪客對各國核能概況的了解，建議各國網頁內容應有下列資料，語文部分除了各國之本國語外，須有英文版：
  - 核能發展及應用計畫--提供各國核能發展狀況。
  - 傑出女性生涯--各國選取國內原子能應用領域中之傑出婦女作為典範，並將其生涯及成就公佈在該國的網站上，俾鼓勵年輕一代能夠踴躍加入原子能利用之領域。
  - 廢棄物處理計畫--介紹各國放射性廢棄物處理情形。

#### C. 區域性的 WIN 組織之聯合建構

目前區域性的 WIN 組織有北歐 WIN Nordic，東歐及亞洲 WIN Asia。WIN Asia 將由 WIN Korea 來召集討論，並於明年 WIN Global 年會前召開會議。

(三) 專題分組會議：於 6 月 17 日下午及 18 日上午分成四組討論，內容摘錄如下：

#### 1. New plant development

首先由美國 Exelon 公司報告，核能發電對能源供應穩定、燃料多元化、減少溫室氣體排放均有貢獻。然新建電廠所要考慮的有：反應爐設計、法規預期性、經濟風險、政治支持，及能源需求。芬蘭接著介紹該國第五號機之建造現況，正就各廠家送來的標單評選中，預期年底可決標，決標後就要申請建照，估計有 2000 人投入建廠工作，投資 17-25 億歐元。

#### B. Political and business realities in regulated and deregulated environments

議題中報告了美國電業中發、輸、配、售業的市場自由化，使得某些州的自有電力不足，造成不良的影響，且該項自由化原本期望能降低消費者的電費達到百分之二十的成效也沒有達成，故在 2003 年 6 月即有倡議去自由化之聲音出現，但是沒有成功。不過因自由化之賜，使得電廠在市場的買賣上價位增長甚多。

#### C. Career decisions

婦女參與核能相關工作已有數十年的經驗，以美國為例仍需等待 44 年後才出現第一位電廠經理，故邀請兩位女性電廠經理 Susan Landahl (LaSalle County Generating Station) 及 Donna Jacobs (Creek Generating Station) 以其親身之經驗與大家分享，並鼓勵參與核能工作之女性應採積極樂觀之態度，運用女性之溝通長才及善體人意之心，即使稍有挫折，亦能處之泰然，並隨時做好準備以便迎接新的挑戰。

#### D. Communication

由 Susan E. Maycock 女士主講，建議溝通之前，應先做“核能教育”，且是經由活潑的遊戲邀請聽眾參與，再透過各種遊戲問答，使聽眾對核能發電有較鮮明、正確的認識，最後雙方才真正進入真槍實彈的溝通談判或議程討論。美國 Bechtel 公司的 Kriten Braun 女士介紹貝泰公司與美國官方及國會議員溝通的經驗及心得。而日本 WIN Japan 會長 Junko Ogawa，也介紹日本的核能溝通，經由舉辦或贊助公聽會、電視座談會，鼓勵民眾參予，讓核能政策透明化、資訊化，且在相關社區辦理挨家挨戶訪談，了解並反應當地居民的問題及意見。與當地小學及初中建立管道，派員到學校解說有關能源、核能電廠、核廢料等知識，從國民教育紮根。

#### E. Nuclear R & D

首先由 Oak Ridge 實驗室 Mr. Ingersoll 報告”A vision for a global nuclear future” 研究計畫，係由 ARNL、Los Alamos、Argonne、Savannah River 一起參與，耗資 68 百萬美元，進行這個第四代反應爐之研究，除供發電用外，還可生產氫，並且是封閉性的燃料循環，以防止核武擴散。預計 2012 年可開始生產。接著由 USEC 公司 Mr. Stout 報告”American Centrifuge –the future of uranium enrichment” 介紹鈾濃縮技術之研發，鈾濃縮有三種方式：gaseous diffusion，laser based 以及 centrifuge，在歐洲及日本也有採用 centrifuge 技術，重點是安全、穩定之外，更要能降低成本方具市場競爭性，預計本計畫成果於 2005 年上市。

#### F. International approaches to HLW

分別由韓國代表介紹韓國低放射性廢料中期貯存現況，該國在低放射性廢料最終處置場的遭遇與我國類似，而高放射性廢料之處置，尚無進展。英國亦介紹高、低放射性廢料之最終處置與再處理現況。英國係少數未被抗爭搞得焦頭爛額的核能先進國家之一，這要歸功於 BNFL 長期在民眾溝通與資訊透明化所做的努力，但是目前愛爾蘭反核風潮擴大，將來運輸問題仍是一大挑戰。

#### G. Emission allowances and credits

以核能電廠沒有排放二氧化碳、氮氧化物、硫氧化物之利基，在面對美國 Clean Air Act 中之排放許可額度，比較起火力電廠在排放污染氣體上佔優勢，來強調核能未來再度復興之可能性。

#### H. Innovative approaches to training

由佛羅里達電力公司 Dr. Jo Magennis 介紹”以電腦系統管理訓練的註冊、課程、紀錄、、、等。

#### I. Radiation technologies

本主題包含三部份，分別為(1)日立公司資深工程師 Toshie Sasaki 小姐介紹 proton therapy(質子治療)之發展，(2)韓國核能研究所(Korea Atomic Energy Research Institute, KAERI )研究員 Sunju Choi 小姐介紹其研發現況，目前最新發展之治療用同位素為 Ho-166，用於結合 chitosan 形成 <sup>166</sup>Ho-chitosan 化合物用於肝癌或皮膚癌之治療。(3)食物照射之發展由加拿大 MDS Nordion 公司負責食物照射市場開發之主管 Carolin Vandenberg 主講。

#### (四) 參訪 Yucca Mountain 用過核燃料最終處置場

亞卡是印地安人對類似瓊麻的植物之稱呼，亞卡山在拉斯維加西北方 100 哩，是個沒有礦產或物產價值的火山岩地區，雨量稀少成沙漠氣候，周圍渺無人煙，地下水層很深。

於拉斯維加 Yucca Mountain Project 辦公室報到及領參觀証後展開參訪，然後續搭巴士前往，行程中在車上播放安全注意事項，提供參訪者留意。首先至 Yucca Mountain 用潛盾開挖的 U 字型坑道，經戴上安全帽及眼鏡後，步入坑道中約一百多公尺，一路聽人解說，且注意到岩壁上許多實驗所遺留的標記，接著又到坑道另一頭，觀看開挖時所用的機具，再上到山頂上，俯瞰四週及實地感受 Yucca Mountain 之區位。

參觀過程中陪同人員沿途說明 Yucca Mountain 計畫，該計畫可追溯到 1956 年，係由能源部 (DOE) 負責規劃建造，貯存用過核燃料及高放射性廢棄物。美國用過核燃料目前都放在 39 州 131 個電廠內，地表暫時貯存；慮及恐怖分子隨時伺機而動，用過核燃料分散各處貯存，恐有安全之虞，必須予以妥善處理。用過核燃料目前的貯存方式有很多種，美國不像法國、日本採用再處理方式，他們最合意的是地質處置法 (geologic disposal)，於是有了亞卡山計畫。規劃將用過核燃料放在特製的容器中，再用火車運到 Yucca Mountain，而貯放用過核燃料及高放射性廢棄物的位置是在地表 1000 呎下，離地下水有 1000 呎，以確保坑道乾燥；此外仍須考慮坑道散熱情形。DOE 經過 20 多年的研究，認為它是很恰當的場址。於 2002 年由能源部呈總統核批，再由國會通過。目前 DOE 正向核管會 (NRC) 申請執照，估計三、四年內可奉准。預計 2008 年開始施工，2010 年開始營運到 2110 年，2110 年至 2115 年關閉及除役。

參觀行程中有一項安排，係登至亞卡山頂鳥瞰其周圍的環境。傾目力所及，皆無人煙，離印地安人保護區也有相當距離，而該計畫仍舊受到民眾的質疑而耗費多年時日才奉准；惟若以美國之地廣人稀及完備的科學研究，仍面臨如此眾多的挑戰，反觀我國地窄人稠，即可體會用過核燃料處理之困難程度。

#### 二、參訪 WIPP 廢棄物隔離先導場

參觀當天該場原來係不開放參觀，場方考量台日兩國係遠渡重洋而來，經由我國旅美學人吳全富博士的協助安排下，終至克服得以於該日進行參觀。6 月 19

日 WIN 大會結束後，我們與 WIN Japan (9 人) 一行 13 人搭機至 El Paso (屬德州)，再搭巴士二、三個小時，赴新墨西哥州之 Carlsbad 小城，並由吳全富博士 (美國能源部 DOE 華裔顧問) 安排於第二天參訪在 Carlsbad 西南 26 英哩之 WIPP Site。此處是座運轉中之核廢料深層地質處置場，主要係處置美國自 1940 年代迄今國防計畫陸續產生之超鈾低放射性廢料 (TRU)。1999 年 3 月 26 日開始運轉，預計運轉 35 年將接收 16 萬 8 千立方米之核廢料，2034 年至 2039 年進行除役。

6 月 20 日上午 WTS (Westinghouse TRU Solutions LLC, 係 DOE 委託經營 WIPP 之公司) 專車接台、日女士一行 13 人赴 WIPP 參觀，沿途景色甚為荒涼，僅有疏落散佈的鹽田、鹽場，見不到農場、住家，但是卻有許多生產油井，據 WTS 陪同人員說明，鹽產是 WIPP 來之前就有的，但油井則是隨著 WIPP 而來的道路、電力建設後才開始的工業。WIPP (Wastes Isolation Pilot Plan) 位於新墨西哥州的 Carlsbad 小城，從 Carlsbad 到 WIPP 開車要 40-50 分鐘，途中經過一個鹽湖，湖水鹽分很高，湖水乾涸時就露出白白的鹽。此也讓人先感受到 WIPP 的地質特性，WIPP 的母岩是鹽礦。

抵達後先辦出入証、安全檢查，進口處有一個圓桶型運送容器 TRUPAC-II，造價上萬美元。在簡報室看完規定的影片後，由 Norbert Rempe (WTS Principal Engineer) 簡報。其後參觀 Waste Handling Building，由 Randy Britain (WTS Waste Operations Manager) 現場解說圓桶型運送容器 TRUPAC-II。此容器高 10 呎，直徑 6 呎。每個容器可容納上下兩層各 7 桶之 55 加侖廢料桶。運送時每一台拖車可載運三個 TRUPAC-II 器。此外有關廢料運輸時對車輛與司機的要求、車次及路線規劃、安全管制、輻射劑量、緊急應變等個種措施都有非常嚴密的規定。

接著參觀 Central Monitoring Room，並由監測中心的值班人員介紹 WIPP 的 Tracking System (監控系統)。此系統係透過衛星通信系統，讓 DOE、WIPP 監測中心隨時掌握運輸過程中可能發生之各種狀況，包括拖車位置、沿途氣候、交通路況等，由於 DOE 規定不論起點多遠廢料都必須在 30~36 小時之內送達，所以每部拖車都裝有 Tracking System，每位司機也必須配帶行動電話與 DOE、WIPP 監測中心三者保持通話連繫狀態。值班人員很驕傲的說，四年來他們的廢料拖車在美國高速公路到處奔馳，既無警衛，亦無意外發生過。

最後抵 Lamp Room，開始這次參訪的重頭戲，進入地面下約 700 公尺的鹽層

處置坑道。正好當時有廢料桶運達坑道，我們就近在旁觀看，可惜自 911 事件後規定不能拍照，所以沒有照片記錄。倒是坑道中的礦石歡迎參觀者採拾當紀念品。雖然坑道四通八達，長度超過十幾公里，但標示很清楚，乾爽通風，不會令我們這些第一次進入深層礦坑的人畏懼。

每個貯存坑道分成若干貯存室，以岩鹽作為隔牆，在貯存室中廢料桶 7 個一捆，疊三層，第三層上面放氧化鎂粉末，裝滿一室後就封起來，經過若干年日，來自上下四方的岩層壓力，就自然使該室形成為封閉的狀態。由於此處是放射性廢棄物的安息之所，不會再取出，因此沒有檢索的功能設計。放置氧化鎂粉是為了防範不當的人為侵入。因為時日久遠後，萬一已經忘掉該處係貯存核廢料，而若有人在此打井，將會先打出氧化鎂，就會知道這裡沒有油，而有埋藏東西，如此則可免打穿廢料桶，此措施只是預防萬一，應該不會發生這種事，因以後油氣探勘技術會更進步。

參觀 WIPP 時，導覽人員的詳細解說及實地觀看了運送時的衛星即時定位監督廢料的接收、檢測及存放等作業，及詢問當地民眾之態度；Carlsbad 90% 民眾同意該計畫，可以感受到核廢料的處理可行性，民眾的接受程度及信心比科技佔有更重要的比重。而在 WIPP 計畫中美國環保署扮演了政府監督的第三者的角色，經常進行稽查及場外環境監督，此計畫也是美國環保署特別國會授權的法令下，惟一實際執行稽查的核設施，如核電廠則由美國核管會進行稽查，而對另一核廢料貯存場 Yucca mountain，美國環保署就僅只負責研訂環境及民眾的輻射劑量限值，WIPP 計畫營運期間，美國環保署皆須派員前去查核，查核場方確實依照計畫裝貯核廢料，及該場的營運和監測都有確實執行，此外，並要求場方每五年提出再調查評估報告，評估營運期間的安全及環境影響，都提升了民眾對該項計畫的信心，或許可供為我國未來處理是類計畫時之參考。

### 三、美國環境保護署研習

#### (一) 美國環境保護署組織架構和計畫

美國環境保護署 (Environmental Protection Agency, 以下簡稱 USEPA) 係美國聯邦政府中負責維護民眾健康和保護自然環境的機構，於 1970 年建立，其位階很相似於我國的環境保護署。USEPA 之組織分工也和我國環境保護署一樣係依照環境介質來做組織內部分工，故分成水、空氣、毒性化學物質和廢棄物等共

有十二個處室，如有類似於我國環保署的水保處之 Office of Water，類似於毒管處之 Office of Prevention, Pesticides and Toxic Substances、類似廢管處之 Office of Solid Waste and Emergency Response 和類似空保處之 Office of Air and Radiation，另因其幅員廣大故尚有十個區域辦公室，詳附圖一。不過 USEPA 和我國環境保護署最大的不同點，在於其組織架構內設有輻射防護管制部門；而我國環保署之空保處僅職掌非游離輻射業務，其他有關游離輻射的部分則屬原能會職掌。本次出國研習計畫中負責接待的單位即為 Office of Air and Radiation (OAR) 中之 Office of Radiation and indoor Air 下之 Radiation Protection Division (RPD)，其組織架構詳附圖二，該部門負責民眾和環境免於遭受輻射危害有關的管制及其法規研訂的工作。

## (二) USEPA 國際合作

報到當天由 RPD 之 Tom Peake 先生（研習期間之接待人）介紹該部門之主管，並前往總部辦理識別証。此外，並聽取由負責國際合作部門之楊仁泰博士 (Jentai Yang, Ph.D.)，簡報該署之主要國際合作動態，內容摘要如下：

USEPA 理所當然地保護其境內人民和環境免於遭受污染，但是其並不以國家疆界為限，降低全球環境所受的污染威脅也是其努力的宗旨，故其積極發展國際合作，與其他的國家分享美國在科技上的利益，並推展較乾淨、便宜和聰明的環保政策，當然國際合作也伴隨著美國在經濟外交策略和國家安全上的利益。我國環境保護署從民國 1993 年起就透過美國在台協會和駐美國台北文化經濟代表處與 USEPA 進行國際合作，迄今已經簽訂了二個五年計畫，經由這項合作計畫雙方皆曾派員互訪和參加雙邊會議，前任環保署長郝龍斌先生曾於 2001 年 8 月至該署拜會。目前雙方所合作的計畫共有 95 項，包括點空氣、水之污染源和非點污染源管制，危險度評估和緊急應變、有害廢棄物管理、全球氣候變遷、毒化物取樣和分析、污染控制和清潔製程、環境資訊管理和交換、效能能源和科技交流等大類，若以環境介質來區分的話，則空氣部分的計畫佔整個計畫的 28% 為最多的一項，尚未完成的計畫則尚有全球氣候變遷、污染控制和清潔製程、降低地下水和空氣污染物之危險度、有害廢棄物管理及毒化物追溯和民眾溝通及參與項目。此外，USEPA 對我國內之環保議題亦相當地注意，如大漢溪畔之不明有害廢棄物和 RCA 事件都在其關切中。而原能會雖然和 USEPA 沒有正式的合作關

係，不過因為放射性廢棄物管理為 RPD 所負責，如公眾關切之放射性廢料處置 Yucca Mountain、WIPP 計畫的環境輻射管限制值等議題都為其制定，所以在原能會與美國合辦之台美民用核能合作會議，該部門也二次派員來台參與。

除了與台灣合作之外，USEPA 並於 1979 年起就與中國進行環保事項之合作計畫，且於 1999 年新簽訂了一些新的合作計畫，如關於降低二氧化硫排放管制之市場機制、中國空氣品質管理評估程序、空氣污染對氣喘和呼吸道疾病之研究、空氣微粒對兒童肺部之影響、清靜空氣和能源之科技以及建立有效能源等議題，而這些研究計畫，並不是僅由 USEPA 負責，而是分由能源部、衛生部及非政府組織和學校以及州政府一起執行。

### (三) RPD 之工作計畫

RPD 辦公室與環保署總部不在同一個建築物中，因為環保署成立較晚，總部建築物無法全部容納，故分散辦公室。USEPA 約計有 17,000 人，而 RPD 現有員工 70 人，Director 為 Frank Marcinowski 及二位 Associate Director 和六個 Center; Center for Federal Regulations, Center for Radiation Site Cleanup, Center for Radiation Information, Center for Radiological Emergency Preparedness, Prevention & Response, Center for Science and Risk Assessment, Center for Waste Management。

本次研習係由 Center for Waste Management 負責辦理，首先由接待人 Tom Peake 就研習議題介紹及認識未來交談成員，於完成電腦及電話架設後，即就相關議題聽取簡報，瞭解渠等之工作內容。簡報分散於一週內共計四場，分由負責民眾溝通之 Rafaela Ferguson 說明環保署之溝通政策及其於 WIPP 個案上經驗，Center for Waste Management 之主任 Adam Klinger 介紹該處之組織架構及目前對放射性廢棄物及 TENORM 廢棄物之管理情況，資深政策顧問 Dennis O'connor 介紹 EPA 組織架構、工作內容以及 Risk Assessment，最後並由 RPD Director Frank Marcinowski、Associate Director Bonnie Gitlin 為我說明其部門重要的計畫，俾協助瞭解該部門工作內容，並便利我與相關人員進行討論。於聽取報告時，我同時提供我國的相關經驗和其分享，包括輻射異常道路的處理及其調查、二氧化鈦工廠廢棄物的調查及規範，放射性射源的普查，防範鋼鐵建材輻射污染之實施及成果，以及我國所執行之環境輻射監測及管制。此外，實習期間凡與我研習內容相關之訓練課程或計畫之簡報，USEPA 都邀請與會。如：product stewardship” 之回



收計畫，聽取有關氙及定位儀(Nuclear Fixed Gauges)等工業用射源之防範遺失及替代的研究結果；對新的副處長所作之 WIPP 及 YUCCA Mountain 專案報告及處室的例行會議。而且，我也應 USEPA 之要求，簡報了原能會的業務及台灣的核能現況。

RPD 之重要工作內容包括「廢棄物的處置及管理」、「民眾輻射防護的聯邦導則」、「場址清除的技術支援及分析」和「輻射緊急事件的回應」。報告中也告知與 NRC、DOE 之管制界限主要在「圍牆」，只要是在設施的圍牆外都屬於 USEPA 的權責。

在「廢棄物的處置及管理」部分則為發佈 Yucca Mountain 之輻射防護標準（已發佈，40CFR Part 197，民眾劑量為 15mrem/yr），證實和證明 DOE 所轄的 WIPP 設施符合規定及每五年報告的審查（去年進駐 9000 桶，總共已經有 30,000 桶），簡化核准程序使處置過程更有效率及持續地環保，研發低放射性廢棄物的其他處置方案和簡化現有的法規程序。而在「場址清除」部分，去年協助了超過 20 個污染場址有關樣品分析的技術，技術審查以及監測等支援，也根據最新的科技資訊更新了輻射防護導則，並和其他機關一起進行對民眾輻射防護的聯邦導則之修訂。在「清潔材料(clean material)」部分則防範輻射污染的廢金屬進入美國，同時防止射源不當的棄置以及降低工業用射源的數量。此部分中包括測試 New Orleans Port 所設置之防範污染廢金屬進口的偵檢系統，與廢金屬工業界合作推展防範放射性射源污染金屬的訓練，與高速公路局和瀝青工業合作不使用放射性射源為量測儀器之替代方案。在實驗室部分則對環境輻射的問題提供專業的技術，包括資料的分析和評估、移動性實驗室、場址的諮詢和特性化、訓練和 QA 及儀器校正，跨機關的技術協助以及含放射性有害混合廢棄物的分析。在「輻射緊急事件的回應」上，則負責國際間輻射意外事件對美國之衝擊，和無照或無主射源的處理，評估民眾健康和環境在緊急事件的影響，以及其防護導則之制定，協調復原、清除和減輕污染的活動，提供技術協助與支援予其他聯邦機關、州、部落和地方政府，以及 911 後與 FBI & FEMA 等一起維護安全家園(homeland security)的工作。

研習期間，因為 RPD 並沒有規劃完成的課程，所以個人即根據 RPD 的重要計畫及我國曾經面臨的問題，選擇相關的議題進行研習和討論。研習內容及心得

於下列章節分述之。

#### (四) 民眾劑量

在美國由國會所通過的法案稱為 Law 或 Act，而各個聯邦機關則根據國會的授權研訂管制的法規通稱為聯辦法規，而在 40CFR 的部分則為 USEPA 所發佈的管制法規。而在各聯邦機關間對輻射防護職權的分野，對 USEPA 最簡單的分法是以「圍牆」來作區分，圍牆外的都屬 USEPA 的權責。而各聯邦機關間對輻射防護的職權，分述如下，

USEPA：根據 Atomic Energy Act 負責制定環境標準，而其他的聯邦機關或州政府則各自研訂符合 USEPA 所訂標準的管制規則或規章，且 USEPA 亦負責研訂導則和與州政府建立或執行計畫，所以 USEPA 主要係研訂和執行各種環境介質的輻射污染和化學的管制工作。

能源部 (DOE)：根據國家能源政策確保能源可滿足的供應和研發新的能源。此外負責發展、建造和測試美國軍隊的核子武器，管理過去核子武器測試研發所產生的低階和高階放射性廢棄物，以及建造和營運商用反應器所產生的放射性廢棄物。DOE 亦根據 Atomic Energy Act 授權制定管制所需的標準，並負責執行其所轄設施符合 USEPA 所訂的標準。

核能管制委員會 (NRC)：確保放射性物質使用的環境安全和民眾健康，負責商業用、研究訓練用反應器、燃料循環設施、工業用、醫用、研究用物質，運輸、貯存和核物料及廢棄物處置的發照。根據 Atomic Energy Act 研發執行其所負責發照的準則，使這些設施能符合 USEPA 所制定的環境標準和其他聯邦機關所訂的標準。

而歷年美國國會在原子能和放射性廢棄物部分所通過的法案，主要有 1954 年的 Atomic Energy Act、1974 年的 Energy Reorganization Act、1982 年的 Nuclear Waste Policy Act、1992 年的 Waste Isolation Policy Plant Land Withdrawal Act、1978 年的 Uranium Mill Tailing Radiation Control Act 和 Low-level Radioactive Waste Policy Act and Compacts 以及 Miscellaneous Laws。此外，有關環境保護的 Environmental Law、Clean Air Act、Solid Waste Disposal Act、Pollution Prevention Act、Toxic substances control Act、Safe Drinking water Act、Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act (superfund) 和 Superfund

Amendments and Reauthorization Act 等。

USEPA 對民眾劑量限值係分散在其所訂的各個法規中，如根據原子能法所授權，對核能電廠運作的排放係在 40CFR190 中，而對用過核燃料、高放射性和含超鈾物料廢棄物係在 40CFR191 中，規定對民眾造成全身劑量和危險器官的劑量限值為每年 0.25 毫西弗。此係根據 ICRP 的 2 號報告，USEPA 承認有些過時，目前也考量朝向 ICRP 的 60 號報告修正，但是實際施行管制的機關為 NRC，故不是有固定的時間表進行中。根據 Uranium Mill Tailing Radiation Control Act 所訂定之管制法規係在 40CFR192，規定表面土壤中鐳和鈾的活度限值為 5pCi/g，而 15 公分或更深的土壤中鐳和鈾的活度限值為 15pCi/g，同時對室內氡氣的濃度限值為 0.02 Working Level 且加馬表面劑量率不得超過背景值 20mR/hr。而飲用水的法規於 40CFR141，對飲用水中人造的貝他及光子所造成的劑量的最大污染限值為 4mrem，根據 USEPA 的地下水的政策，在污染場址清除時對可能影響的地下水體也適用此劑量限值。Clean Air Act 的部分則在 40CFR61，放射性核種的排放限值為 10mrem/year，對 phosphogypsum 煙囪所排放的氡氣則為 20pCi/m<sup>2</sup>.sec。根據 Superfund 的授權則在 40CFR300，除污後的終身致癌率為 10<sup>-4</sup> 到 10<sup>-6</sup>。而氡氣的濃度則是一個獨特的問題，在美國部分室內中氡氣濃度甚高，但聯邦法規中對自然產生室內的氡氣沒有管制，而 USEPA 則考慮技術的可行性訂定行動建議值為 4pCi/l，且根據 Superfund Amendments And Reauthorization Act 大部分聯邦機關的建築物都已經完成檢測和改善，故室內氡氣皆低於 4pCi/l。此外，在不動產業於買賣房屋時都會要求進行氡氣的檢測，而且在 USEPA 的網站上則建議每一個家庭都應對室內氡氣作測試，同時最近也製作了一卷錄影帶提供不動產業者及準備買賣房屋者應用。

而劑量評估的模式上，USEPA 發展了許多的模式，以 40CFR61 為例，在 Subpart B 中對地下鈾礦場的 Rn-222 排放，不僅規定須依照其所同意的方法取樣，且提供電腦模式 COMPLY-R 供計算有效等效劑量。在 Subpart H 中對 30 個 DOE 管制設施的氣體排放提供 CAP-88 及 AIRDOS-PC 模式供計算有效等效劑量，而在低放射性和低活度廢棄物以及鈾礦的尾砂上則提供 PRESTO 供計算有效等效劑量，這些軟體和手冊都公佈在網站上供業者自由使用。目前則仍正在進行 CAP-88 的修正及研訂 GENII 模式，此部分將於今年年底前完成。GENII 模式係

根據新的劑量風險係數及排氣的型態所研訂，且納入氫，並考量沉降、再懸浮、建築物對氣團上升的影響，和以小時輸入資料等選項。

#### (五) 輻射安全與環境影響評估

##### 1. 飲用水之輻射防護

美國於 2000 年公佈了新的飲用水法規 (NPDWRs; 40CFR part 9, 141 and 142 National Primary Drinking Water Regulations)，將 1977 年施行迄今的飲用水中的放射性核種含量限值作了一些修正，根據此新的規定，所有供應給大眾的飲水系統，都必須實施新的監測，俾確保其所提供的水質低於法規所訂定的最大污染量的限值，新的標準並將於今年 (2003 年) 12 月開始適用。

USEPA 在研修該標準的過程中，首先於 1997 年辦理公聽會就 1991 年所提出的修正建議，法院的判決，最大污染限值等進行簡報，並就公眾建議及意見研議和答覆，此外，另就專業性問題和州政府及環保署區域代表等進行會議討論。並且就此次修訂的影響的範圍 (設施數及人數) 進行估算，並算出因應新標準實施所需增加的社會成本和民眾的受益，且提供檢測方法、報告時機及技術可行的改善水質方法供業者應用。而且將相關資料都公佈網上，方便有興趣者參閱。

而本次的修訂主要係根據 1991 年以後所作的研究結果，而此修訂結果，估計將增進 420,000 人在 Ra-226/-228 的健康防護和降低 620,000 人因鈾所致的癌症和對腎臟的毒性。此次修正也使放射性核種與非放射性核種，在飲用水法規中對風險的管理較為一致性。

USEPA 在 1976 年對飲用水公佈了放射性含量限值，而在 1991 年時 USEPA 提出一些建議要納入提案，其主要內容包括 (1) 設定所有放射性核種的最大污染目標值 (MCLG, Maximum contaminant level goal) 為零 (2) 設定鈾最大污染值為 20ug/L 或 30pCi/L (MCL, Maximum contaminant level) (3) Ra-226 + Ra-228 5pCi/L 改變為 Ra-226 及 Ra-228 各為 20pCi/L (4) 將 Ra-226 從 gross alpha 移除。但是 USEPA 於 2000 年的最終規定對其於 1991 年的提案作了些許修正，包括 (1) 仍維持 Ra-226 + Ra-228 的 MCL 為 5pCi/L，因為若依照 1997 年之提案，將使終身的致癌機率高於  $10^{-4}$ ，此與 USEPA 所設定的民眾終身致癌機率為  $10^{-6}$  至  $10^{-4}$  不符。(2) 設定鈾最大污染值為 30ug/L，此係根據成本效益分析及其對腎臟毒性的研究。(3) gross alpha 除了鈾及氫外，仍包括 Ra-226。(4) 對取樣點及納入規

範的管制對象之變動。

此飲用水放射性含量標準適用於公眾飲水系統 (community water system)；凡提供超過全年 25 人使用之飲水系統接納入範圍，不過部分短期提供飲用水之學校或自行掘井或取水自用者不適用，且不適用瓶裝水。規定所有的公眾飲水系統在進入公眾配水系統前，必須進行採樣分析。新法規係於 2000 年 12 月 7 日發布，將於 2003 年 12 月 8 日適用，因此提供了 3 年的時間，讓業者準備，不過因為大部分法定標準都是維持現有的 1976 年版，所以對業者來講衝擊不大，且部分還授權由州政府根據業者所提供的歷年監測資料，而有不同的監測頻率要求。雖然如此，業者、核設施單位及部分聯邦機關仍對新的標準有所不滿，甚至告上法院，最後法院是判 USEPA 勝訴。

而為了促進業者對新法規的認識，USEPA 還發佈了二項新的導則”Radionuclides in Drinking Water: A Small Entity Compliance Guide”及”Final Implementation Guidance for Radionuclides” 供業界參用。

在研讀完 40CFR Part 141 and 142 Part II National Primary Drinking Water Regulations; Radionuclides; Final Rule 及 Part IV National Primary Drinking Water Regulations; Radionuclides; Notice of Data Availability; Proposed Rule 及 Radionuclides Notice of Data Availability Technical Support Document 後與 Lowell Ralston 及 Neal Nelson 討論中就下列問題進行探究：

(1) 在 Beta/Photon radioactivity MCL：

選擇 4mrem/yr 係根據 USEPA 對民眾健康風險管理政策，設定民眾可接受的危險度為  $10^{-4}$  至  $10^{-6}$ 。其估算長期飲用含有 Beta/Photon 造成 4mrem/yr 之全身劑量可以導致個人每年癌症致死率為  $0.8 \times 10^{-6}$ ，終身致癌率為  $5.6 \times 10^{-5}$ 。而估算所應用的方法和模式則於 Cancer Risk Coefficients for Environmental Exposure to Radionuclides, Federal Guidance Report No.13, 1999 中，該報告中引用了 ICRP60,66,71,72 報告中的 Bio-kinetic models。

USEPA 已經應用 National Bureau of Standards Handbook 69，考量每天飲用 2 公升情況下，算出 4mrem/yr 下 179 個核種的對應濃度，故業者量測完畢後僅需要將偵測值與對應值相除後加總，如果小於 1，則表示符合限值。而在對應核種的濃度計算部分，氫和鋇-90 並不是採用 Handbook 69 的計算值，如氫是採用

Handbook 69 的計算值的 80% 為限值，而銇-90 則是根據 Federal Radiation Council 的模式，每天攝取 200pCi 的銇-90 將會在骨頭的每克鈣質導致 50pCi 的全身負荷，而造成骨髓每年 50mrem 所導出。討論時 Lowell Ralston 表示在這個部分，還可以更精進，因為目前對應 4mrem/yr 的健康風險值是一個範圍區間，所以如果同時偵測到數個核種濃度值都很接近對應值，且該對應值之風險度若都同為  $10^{-4}$ ，則民眾的可接受的危險度，將不再是  $10^{-4}$ ，而且現在利用模式推導出每一核種所對應  $10^{-4}$  的濃度值，是一件很容易的事情，並且鼓勵台灣可以朝這方向努力。但是，經詢問為何美國不這麼做，被告知修改法令在美國是一件很冗長和繁複的作業，再加上負責管制飲用水部門，認為已經勝訴了最好不要再輕易更動，以免衍生枝節，且也有可能衍生為何選擇風險值為  $10^{-4}$  而不是  $10^{-5}$  或  $10^{-6}$  的議題，他個人對此非常不滿意，認為對民眾的保障應可以更週到。此外，對於 1976 年與 1991 年之最大差異為 1991 年係採有效等效劑量，而 1976 年則為全身或危急器官。

## (2) 在執行監測部分

根據所公佈的飲用水規定，USEPA 充分授權給州政府可以依據監測結果，決定業者是否須執行某些項目的監測。因為於 1976 年就已經公佈飲用水放射性含量限值，而多數業者也已經實施監測，但是根據新公佈的規定，業者必須於 2000 年 6 月至 2003 年 12 月間進行監測，此期間對 gross alpha, Ra-226/228 和鈾之監測結果，將作為州政府認定需否繼續監測或執行監測項目及頻次的考量，而州政府可以根據業者的監測結果要求業者執行 2003 年 12 月至 2007 年 12 月間的先期特定監測作業，甚至永遠繼續進行監測。因為業者將來是否需要執行監測係由州政府就業者先前所監測的結果來判定，如：監測報告中鈾遠低於 30ug/l，則州政府認為業者不需要再執行鈾之監測，故 USEPA 鼓勵業者於 2003 年 12 月前應完成資料。同時州政府如果認定業者的水源可能易受到人造核種的污染，則業者必須每季採樣分析總貝他活度和每年分析氫的濃度，如果測值遠低於 50pCi/l，州政府可以要求業者每 3 年進行一次分析，甚至允許業者引用鄰近核設施之監測資料；但是如果業者所使用的水源是可能被核設施的放流水所污染的，則必須每月取樣分析或分月取樣混合後進行總貝他活度分析，及每季作一個連續五天樣品的碘-131 分析，同時應每季取樣分析或混合每季樣品分析氫

及鎳-90。且州政府所認為業者的水源可能易受到人造核種的污染的話，州政府也可以直接規定業者進入起始監測作業，而不需進行先期特定監測作業。

綜合觀之，在監測執行面上有許多的彈性和授權，USEPA 希望藉此富彈性的規定，可以降低業者不必要的監測作業，同時也保護民眾。但是，討論時亦就部分短半衰期核種在允許樣品於三個月混合後再分析之失真問題交換意見，Lowell Ralston 認為他也認為不妥，不過現行的法令是允許的。

### (3) 在監測報告的處理

按照規定，業者必須讓顧客知道其提供的水質分析結果，而業者按照分析結果將有 3 種不同的報告時機。

- 每年 7 月 1 日分送顧客信任報告 (Consumer Confidence Report)。
- 當分析結果違反最大放射性污染量限值時，業者必須於 30 天內經由當地報紙或於公共空間貼示布告或於網站上或經由社區組織告知顧客。
- 如果無法依照規定取得必要的樣品或州政府發現違反監測或分析方法時，業者可選擇以每年告知所有的違反事項或將違反事項含括於每年的顧客信任報告中。

顧客信任報告是一份過去一年的水質簡要報告，內含任何的違反事項及所採取的補救措施，以及違反事項所可能造成的健康風險。此外，當業者所提供的飲用水水質測值，超過最大放射性污染量限值時，必須加註 USEPA 所提供的健康效應文字。討論過程中也就業者的水質超過最大放射性污染量限值時是否有處罰的條款，被告知應僅有增加監測頻率的要求，但是詳情則需在查閱 Clean Water Act。

業者也被賦予報告州政府的責任。報告時機分為：

- 拿到分析報告後的 10 天內。
- 違反最大放射性污染量限值或監測規定事項時需於 48 小時內報告。
- 於送交通知或報告給顧客時，必須 10 天內同時告知州政府。

另就州政府收到報告是否會質疑報告之真實性或採取自行採樣行動予以討論，被告知如果是測值超過最大放射性污染量限值或無法依照規定監測時，業者將被要求增加監測的頻次。而且政府沒有充分的把握時，不會貿然進入業者的產業內進行採樣，通常是消費者提供的樣品或數據上確實有異常時，才會作

再確認的採樣。

#### (4) 制定法規時對輻射激效 (Hormesis) 之考量

同於我國的行政程序法之預告程序，在美國制定或修訂法規時，都需要先將草案提供公眾陳述意見，而且研修訂者必須針對公眾所提意見答覆說明。在答覆公眾認為所訂標準太保守時且應考量輻射激效時，USEPA 明白地表示不能接受輻射激效之論點，迄今所有的法規都是基於線性無低限值理論訂定，所以法規中的最大污染量目標值為零。而在談及部分高背景輻射地區之流行病學調查並沒有較明顯的遺傳或健康異常，何以不能採納輻射激效。Neal Nelson 認為不能採納的原因，主要為高背景輻射地區之流行病學調查並沒有一個很適當的對照組，所以對調查結果應合理地存疑，而目前較直接的證據都是從已經罹病的動物或人所觀察得到，故不是正常的情況且也不知道其遺傳效應；而身為維護民眾輻射安全的管制機關，當然應保守的研訂所有的管制法規。

#### (5) 檢驗方法及水質處理

USEPA 發布法規的同時，也提供了飲用水中之放射性含量的檢驗方法 (part II, Table I-8)，及偵測時應符合的偵測低限值 (part II, Table I-9) 給業者應用。同時也提供一些技術可行的水質處理方法供業者參考。

#### (6) 氡未在新限值中納入

USEPA 在 1991 年時曾經提出飲用水中氡的限值，但是業者不能接受並遊說國會議員，最後國會議員認為 USEPA 所提氡的限值應提出進一步研究，並應由 USEPA 委託國家科學學術委員會 NAS (National Academy of Sciences) 進行，而在 NAS 提出 "Biological Effects of Ionizing Radiation (BEIR) VI Report: The Health Effect of Exposure to Indoor Radon" 後，也證實氡是所造成美國人肺癌的第二個主因。USEPA 進而在 1996 年提出氡在飲用水中 300 pCi/l 的限值，也曾經努力及說明，但是最後仍然無法納入此 2000 年新的限值中。

#### (7) 應再精進之項目

討論時，述及台灣在飲用水放射性含量的監測作業，並告知不是由業者實施，而是由原能會所屬的輻射偵測中心執行，且現行係以總阿伐及總貝他測值作初步的篩檢，如果超過篩檢值，則方需要作進一步的檢測，渠等表示基本上只要飲用水的水源沒有變化且沒有被核設施的放流水所污染的疑慮，目前之做



法是可行的。並建議未來我國可以就飲用水中 Ra-224、Pb-212、Pb-210 及 Po-210 加予探究，將更對民眾有所保障。

在研讀和討論此項議題時，感受到 USEPA 在修正此飲用水放射性含量限值時，除了引據科技新知外，對於成本效益的分析也是很重視，比如在討論鈾的限值時，就以 80ug/L、30ug/L 及 20ug/L 的成本效益分析，提供民眾瞭解限值在 30ug/L 時將有最大的效益，故採用了 30ug/L，同時也估計了新的限值施行時可能影響的設施和影響的民眾數目以及業者改善的成本，並估算出因為新限值實施後，用戶每年可能增加 30 至 100 元的水費支出。在研訂法規時就新舊法的成本效益分析，在我國研訂游離輻射防護法時也曾涉及，但是其嚴謹度和精算的程度並沒有像美國這般仔細，雖然保護民眾是政府的責任，但是在管制法規上作一最適當的決策也是管制機關的責任，故未來我國研訂相關法制法規時，宜增加此方面之探究，也方能符合法規鬆綁的宗旨。同時，USEPA 將所有的公眾意見及答覆說明，也都詳列在法規中，此一部分對於民眾、業者或管制者都是一項很好的資訊，因為除了法令的條文外，更提供了研訂時的考量及其背景，可使所有相關人於閱讀後瞭解該法令背後的含意，而在遵守或執法時都不會誤解且更能落實，此也可供我國參考。此外，在 Ra-224 和 Po-210 的管制上，就明白的表達了目前的資料是會造成民眾健康上有些風險，但卻不是很急迫性，故將在研究；表達了對有些意見無法現在就納入管制，係因為管制法規是要能施行的，故不能在資訊未完全掌握時就冒然訂定的態度，但將會在繼續研究，此也是值得我國參考。

## 2. 無主射源

USEPA 於 1996 年起開始清潔材料計畫 (Clean material program) 進行射源的管控，計畫內容可分為兩個方向，一則是參與發現及確保遺失射源安全的計畫，另一部分則為防範射源遺失計畫。美國對無主射源的數目無法掌握，甚至於沒有詳細的資料可以回溯，於 NRC 每年接到 250 件射源遺失、偷竊及不當廢棄的報告，而 DOE 估計其於 2010 年將回收 c 類以上的密封射源 14000 個，所以 USEPA 進行清潔材料計畫，俾降低射源進入鋼鐵材造成污染的可能性。

在防範射源進入鋼鐵製程中，採用的方法是於鋼鐵廠設置門框輻射偵檢系統，作為防範射源進入的最後一道防線。而為了鼓勵業者確實發揮門框輻射偵

檢系統的功能，USEPA 製作了一片光碟教導鋼鐵廠人員如何落實檢測及報告，內容從門框輻射偵檢系統警鈴響起後，要求車輛再度經過偵檢系統，以及再以手提偵檢儀器量測和發現輻射異常後的報告，也含括如何使用手提偵檢儀器及填報報告單，將警報響起後的人員應採的對應動作的整個程序，鉅細靡遺的呈現在光碟片內。該光碟片內容非常生動及詳實，故特別索取供我國參用。與 Deborah Kopsick 討論時詢問於鋼鐵廠負責門框偵檢系統的人員有無經過輻防訓練及需否特別的證書，其表示訓練係對如何應用偵檢系統及警報的回應，而非專門的輻射防護訓練，也沒有要求證書；這也是光碟片中當二次門框偵檢系統警報器響起時，處理程序中要求必須報告廠內衛生安全人員（Health Safety officer）的原因。我向其說明我國為了防範射源污染鋼鐵材，也是鼓勵鋼鐵廠設置門框偵檢系統，並也曾在高速公路及港口設置偵檢系統，且我國對鋼鐵建材的偵檢人員都要求其接受訓練並應通過考試取得證書。同時也說明為了防範無主射源發生，我國已經多次進行射源普查，且已經強化射源執照電腦系統，未來更可以詳實掌握射源的動態，此外今年 2 月份施行的游離輻射防護法中，對此有所規範且也有對應的罰則。

除了鋼鐵廠外，USEPA 也協調拆除業辨識輻射源，俾能更早於廢棄的建築物或設備中發現射源，但是因為不是拆除業的法定責任，所以效果不佳。

而在防範進口廢鐵中夾帶射源方面，USEPA 在 2002 年開始了於港口設置偵檢系統的計畫，並選擇在 The Port of New Orleans 開始測試，該處為美國廢鐵的主要進口港。經過一年的測試後，也在 Darrow, LA, 和 north of New Orleans 以及 The Port Of North Charleston 設置偵檢系統，該偵檢系統的偵檢器是放在抓斗內，故抓取廢鐵時即可進行偵檢（附圖），同時當抓斗張開時也可以當掃瞄用。而高速公路設置偵檢系統部分，在部分的州界公路上都有設置，但是實施時尚有配合意願及不延遲運輸方面的協調及訓練尚待加強。另外，在門框輻射偵檢系統部分，美國標準協會（American National Standards Institute）將認可的一份資料”American National Standard Evaluation and Performance of Radiation Detection Portal Monitors for Use in Homeland Security（draft）”中，提供了一些評估的標準和測試的方法，可作為設置門框輻射偵檢系統應用。同時，於 2002 年起，USEPA,DOE,DOT 及 TSA(Transportation Safety Administration)共同合作了

一個計畫，希望能降低非輻射射源的假警訊，此係研究係利用經過偵檢器時不同的物品所產生的波峰不同，而將一些 NORM 或 TENORM 從中排除，以免非射源的警訊太多，造成人員彈性疲乏而喪失真正警訊時的警覺及因應；本計畫將再繼續研究。而未來在掌握射源動向部分，USEPA 也正研議利用新進的科技 FGR；非常小的晶片，加裝於含有射源的設備上，屆時只要打開接收器即可掌握其方位，不過此技術尚未完全成熟。

美國發現廢鐵中夾有射源時的處理，分成兩種類型，如果是在港區部分發現廢鐵中含有射源，則將該堆廢鐵區分出來，通知進口者（通常是鋼鐵廠）前來處理，則鋼鐵廠會請專家協助確認為那類射源，並將該射源送交處置，所需費用則由原本應給付的貨款中扣除。如果是在鋼鐵廠的門框偵檢系統中，則退回原來的單位，這兩者於後續的處理時都必須通知州政府，俾讓州政府掌握該射源的動向。而美國並沒有採取我國退運的做法，係考量萬一對方沒有妥善處理，可能又在下次的進口中夾帶進來，且若不幸又沒有被檢測出，則將造更大的損失和危害。

事實上美國推動清潔材料係源於核能電廠除役時之廢鐵的外釋，可是該等廢鐵不被業者接受，可是業者也表達了無主射源所造成的危害和損失遠大於核電廠的釋出物；在 2001 年歐美就報告了 71 件的誤熔事件，而每件事件的除污費用約為 9 百萬美元，故 USEPA 開始了防範無主射源進入消費產品的計畫。而目前除了防範外，其更是希望能夠發展替代的用品，比如緊急出口的顯示牌不再使用氙而用電池替代，或調整射源改用半衰期較短的，甚至根本不用放射性物質。在替代放射性射源部分，有項計畫是委託 Product Stewardship Institute(PSI) 進行，計畫的重點為調查應負責射源最終生命的管理者及其做法和未來配合的意願。PSI 是美國第一個願意投入產品生命週期管理工作的非營利組織，從事於支持政府機構發展志願性的產品管理制度，來促進工業界和環保團體一起降低消費性產品對於健康和環境的衝擊。近來正在檢討以應用產品管理為新的防範策略的挑戰性，該產品管理防範策略，將用來處理放射性射源無法完全管控的問題。

該計畫對於產品管理的理念在於強調相關保管人的責任，包括負責設計、生產和使用者，都應接受其產品在生命週期期間可能對人類的健康和環境造成

影響的責任。而對產品生命週期有較大影響力者大者，應負更大的責任。而產品管理流程需要逐一個案的分析。PSI 已經完成一項行動計畫草案將應用於數項產品的管理上，包括電子設備、水銀、殺蟲劑、油漆和地毯。幾乎在所有的個案中，製造商都是應扮演最重要的角色，而在某些個案中政府則需要承擔一些基本的責任。除此之外，經濟上的誘因也需要建立，來激發誘導使用這些產品的行為。

計畫內容強調降低消費性產品對健康和環境的衝擊，對於政府、工業界、環保團體和消費者來說，都是最好的利益。要達到這個成果，產品管理的成效主要為致力於鼓勵生產者負起附加的責任，來降低產品於整個產品生命週期的影響和其包裝、能源及消耗的材料、水和空氣的排放、產品中所含的毒性，工作者的安全和廢料的處理，所以從產品的設計至產品生命結束時廢棄的整套管理，都應考量，責任的區分上則應由設計者、生產者和零售商以及政府和消費者一起來負擔。該計畫的理念，依照 PSI 所作的調查，大部分的廠商都願意配合，不過該計畫尚未完成，且於 PSI 簡報時，DOE 的與會代表認為 PSI 所作的調查太樂觀與其認知的廠商意願不一。

USEPA 透過與 CRCPD(the Conference of Radiation control Program Directors) 的合作，協助州政府處理無主射源的問題，包括技術上的協助和發現射源後的處理，射源處理則包含原廠商回收、廠商間的再用及最終處置。而於 2001 年的先期計畫中，CRCPD 協助處理了 30 個無主射源，總計約為 3.16 居里的 Cs-137，送回原廠商回收或最終處置。CRCPD 也發展完成一套風險評估下的分級系統，俾決定哪類的無主射源應優先處理。

經詢問 Deborah Kopsick，如果誤熔事件發生時，如何設定污染之清除標準？她表示因為係由州政府處理，所以其不甚清楚，僅知道在袋式集塵器(baghouse)中所收集的塵灰(dust)對 Cs-137 係設定為 2pCi/g，該值與落塵中所測得的 Cs-137 量相當，且塵灰中的 Cs-137 大於 2pCi/g 則須運送至低放射性廢料處置場。此外，誤熔事件發生時鋼鐵廠應依照美國 NRC 所訂的 Regulatory Guide 1.86 來進行除污。基本上據她所瞭解是隨個案不同，不過對民眾所造成的風險度必須是在  $10^{-4}$  到  $10^{-6}$  之間。而在 2001 年間所完成的技術報告 Potential Recycling of Scrap Metal From Nuclear Facilities 中評估了核設施除役時外釋污染金屬所造成的影響，包括

污染金屬融熔時的排氣、爐渣等曝露途徑，對鋼鐵廠內不同屬性的工作人員所造成的輻射影響，不過目前因為鋼鐵業不歡迎核設施除役時外釋的污染金屬，以及 NRC 對此也有意見，故仍等待 NRC 定案後才會進一步設定標準。

整體而言，在 911 後不管是人民、業者或相關機關都能夠接受些許的不便，來換取安全的維護，所以也使整個防範無主射源的工作較易推動。而在比較台美兩國防範污染鋼鐵建材及射源管理時，我國的做法不僅正確甚至不比美國遜色，不過如果我國業者或相關機關的配合度更高的話，將可更有力防範。

#### (六) 環境試樣與環境污染之界定

於聽取 Frank Marcinowki 介紹該部門業務時，曾論及當污染事件發生時，如何界定土壤污染的範圍及其除污標準，故 Frank 建議可以研習 MARSSIM (Multi-Agency Radiation Survey And Site Investigation Manual) 或 Soil Screening Guidance for Radionuclides 俾瞭解美國的做法。USEPA 發展這兩項手冊都是源於進行 Superfund 下的污染場址清除工作，為了讓業者和管制單位雙方能夠更有效和經濟地完成清除工作。前者係為佐證已完成除污且符合標準時應用，後者則為除污前篩選核種應用。而研習期間恰逢 MARRSIM 小組於 NRC 辦理一天經理級的訓練課程，故亦經由 USEPA 的安排於八月八日參加一天的訓練課程。而 Soil Screening Guidance for Radionuclides 則由 Phillip Newkirk 介紹。

#### 1. MARSSIM 及除污

在污染場址的除污工作上，除了設定除污後場址的釋出時的輻射劑量限值外，在實際執行清除工作時，通常會面臨的問題，是清除面積的界定及執行清除時的環境介質之濃度限值和實際達成清除的程度。而在污染場址的釋出議題上，美國業者所面對的管制機關不一，視設施之不同分別為 DOE、NRC 及 USEPA 等，故 DOE、NRC、國防部及 USEPA 共同制定了 MARRSIM 手冊，供業者證明場址符合法規限值時所進行的輻射調查結果應用。MARSSIM 提供了全國一致性的輻射污染場址的調查方法，不僅符合科學上嚴謹的需要且也具變通性，可應用於多種不同的場址除污狀況。手冊內容包括如何規劃、施行調查及報告撰寫，但應用範圍僅限於表面土壤和建築物的表面，不包括地下水等其他環境介質，同時法令下之輻射劑量或風險度的導出對應濃度值，也不在手冊的規範內。MARSSIM 最重要是作為佐證符合清除標準之決策應用，它應用了系統性的統

計方法，決定取樣的範圍，樣品的數目，偵測數據的品質保證，偵測結果的評估及符合法規的可能性，俾供業者判斷清除是否完成，數據或報告是否足以說服管制機關場址已經可以釋出。

在證明符合清除標準部分係由 Translate, Measure, Decide 三個互相關聯的部分構成。Translate 係利用環境傳輸途徑模式；如 RESRAD；推導出法規限值對應下的濃度值，在手冊中該值定義為 DCGL；Measure 則為偵測及取樣以取得足以具代表性的場址的殘餘污染的分佈情形，Decide 則係就取樣分析結果應用統計分析得出可接受的不確定性，來判斷場址是否符合釋出標準，俾供決策應用。而 MARSSIM 是應用在 Measure 和 Decide 部分的導則，所以 MARSSIM 是一個應用於規劃、執行、評估和決策的過程，故手冊中詳細述及應如何規劃和決定所需偵檢的範圍、樣品數和所應取得的資料，如何採取樣品、度量和品保及紀錄，評估所取得的偵檢結果之可信賴度，則利用圖形或平均值、中數等統計方法，在根據評估的結果下結論決定是否已經符合清除標準。MARSSIM 主體步驟包括一個簡便的 Roadmap、Data Life Cycle，和場址輻射偵檢及調查程序。

## 2. Soil Screening Guidance for Radionuclides

Phillip Newkirk 於介紹此導則之前，先說明這個導則是非常地保守係以民眾致癌率為  $10^{-6}$  所導出，所以部分核種的導出值甚至低於儀器的偵測極限，也因此遭受一些詬病。而同時 NRC 或 DOE 也發展了一些類似的導則，在 USEPA 的立場上只是建議並沒有強制一定需要使用此導則，不過此導則可以協助業者標準化和加速評估場址的污染和除污的工作，忽略部分輕微污染核種的注意，而集中心力於主要的污染核種。

基本上，本導則只是一個用於 Superfund 下污染場址篩選的工具，用來界定污染範圍、曝露途徑、需要進一步處理的關切核種，進而簡化調查或除污的工作；且期望能和因化學有害物質所造成污染的清除標準有相同的風險度。當一個場址已經低於土壤的篩選值，往往不需要再作評估工作，若高於土壤的篩選值，則方需考慮除污。本導則係以清除後土地可符合居住用來進行評估，但同時土壤篩選值不代表是土壤的除污標準。

在導則中提供了逐步的方法俾計算出特定場址土壤的篩選值 (Site-specific screening levels)，同時也提供基於  $10^{-6}$  風險度及一些特定的假設下所算出的共通

SSLs (soil screening levels)，通常是比特定場址土壤的篩選值來的保守。故業者可以衡量係經由資料的收集計算特定場址土壤的篩選值或選擇通用場址土壤的篩選值的成本而採取適當的動作。

基於清除後土地可符合居住使用，故導則中考慮了土壤所造成的直接曝露、揚塵的吸入、攝取因污染土壤遷移所造成的地下水、直接攝取土壤和攝取污染土壤上的蔬果植物。篩選程序如下：

(1)產生一個概念性的場址模型

- 收集現有的資料，比如之前所作的調查、取樣的數據，場址的運作資料、空照圖、地圖可用的背景資料及官方的土壤調查資料等。
- 組織和分析現有的資料，確定已知的污染源和潛在性的污染源，確定潛在性的污染區域和受影響的介質，確定潛在的傳輸途徑、曝露途徑和可能的受體。
- 建立一個概念性的場址模型
- 進行場址的事先偵查，俾確認或修正概念性的場址模型，瞭解所收集的資料和現況上的改變。且由現場訪查時詢問鄰近的居民或員工，瞭解可能的廢棄物棄置地點及可能污染的地點。根據所收集到的資料，修正之前所建立的概念性的場址模型，確定所需資料的缺陷為何，俾進行採樣及分析計畫。

(2)比較概念性的場址模型與土壤篩選導則中情境的差異

- 確定清除後的場址作為居住使用是一個合理的假設。
- 確認場址的曝露途徑同於導則所假設。
- 確認場址沒有導則所假設外的曝露途徑，如因洪水導致的河岸污染或畜牧養殖行為等。
- 比較特定途徑的通用 SSLs 和可用的濃度值。
- 估計背景值是否會超過通用 SSLs，在某些個案中如鈾礦，背景值可能超過通用 SSLs，但是仍應保守地估算是否會造成民眾或環境的危害。

(3)界定所需要收集的土壤資料俾決定場址中哪些地區超過 SSLs

- 依照現有收集到的資料將長址分成三種區塊，不太可能被污染的、已知被高度污染的及可能被污染且不可能被排除的區塊，此時可利用現有的土壤濃度值與通用 SSLs 比較，來作區塊的劃分。
- 確定受曝露的區塊，並且區塊的範圍上限為 2000 平方公尺，俾確保每一區塊

會有適當的資料點數，即每 333 平方公尺能有一個樣本。

- 發展採樣及分析計畫俾得到平均的土壤濃度值：適當的採樣工具、技術和 QA/QC 規則。表面土壤和次表層土壤的採樣策略，比如邊界的界定、可能的誤差及最適化的設計。所量測樣品的特性，如密度、水分含量、孔隙度、酸鹼值、土壤的紋理。
- 決定適宜的田野方法和和 QA/QC 規則

#### (4) 採樣和分析場址的土壤

- 確定核種
- 描述污染源的區域和深度，適當地確定沒受污染的區域。
- 確定土壤的特性
- 檢視初步所得到的數據
- 根據所得到的資料修正之前的概念性的場址模型

#### (5) 導出特性化場址的 SSLs 值

- 確定 SSL 公式中所需要相關的途徑。
- 由概念性的場址模型將場址的特性做為輸入的變數
- 將步驟 (4) 的資料代入 SSL 公式中的變數
- 計算 SSLs 值

#### (6) 比較場址污染土壤的濃度值和計算所得到的 SSLs 值

- 選擇適當的統計方法和證明該法的假設。因為採樣和分析所得的資料和實際場址的污染情況，一定會存有差異，故忍受資料的不確定性是必須的，但必須是科學的，所以以統計方法合理地假設可能的誤差並相對訂出灰色區間，通常設定為 SSLs 的一半及二倍為其上下限。
- 評估表面土壤的資料，將受影響區域取樣的每一樣品所得到的濃度值和 SSLs 的二倍比較，藉此得到污染區域。
- 評估次表層土壤的資料，因為此部分的不確定較高，所以將每一區域的土壤樣品的平均濃度值和 SSLs 的一半比較，藉此得到污染區域。

#### (7) 決定如何提出確定需要進一步修正調查研究的區域

- 審視和確認所有將作決定的資料
- 考量有無額外的區塊將被額外的資料所篩選出來



- 結合土壤的資料和其他介質的資料，在風險度基準的評估下估計場址累積的風險度
- 決定所需要的行動
- 將 SSLs 值當成一個污染清除的目標值。

而導則中也詳細地介紹了如何對一處面積廣大的範圍應用統計方法得到適當的樣品數，及考量土壤的特質採取次表層土壤樣品的深度及方法，土壤紋理的分類及資料品質保證的方法。此外也提供了技術背景資料，作為進一步的研讀和瞭解及更特殊複雜的場址應用。同時在導則中，也列出程序可能應用到的相關的指引，如 Preparation of Soil Sampling Protocols :Sampling Techniques and Strategies，Description and sampling of Contaminated Soils: A Field Pocket Guide，Subsurface Characterization and Monitoring Techniques :A desk Reference Guide 等。當然也提供了運算的電腦軟體程式，經由輸入或選定數字即可以得到導則中述的 SSL。

### 3. 輻射彈

針對 911 攻擊後，美國全面因應緊急事故，並對輻射恐怖事件所採取的應變措施開始防範，而輻射彈是其所關切的事項。輻射彈是裝有傳統炸藥及放射性物質的爆裂物，當其爆炸時放射性物質被散播至環境中，隨爆炸能量及風向散播造成污染。美國為除加強其國內各核能設施及輻射作業場所安全管制措施外，並加強輻射源管制及嚴防走私高放射性物質。美國對輻射彈之應變分成危機處理與因應措施，前者由聯邦政府負責，州及地方政府協助，因應措施則由州及地方政府負責，聯邦政府協助。FBI 是危機處理的主管機關，FEMA 是因應措施的主管機關，他們負責協調各聯邦部門執行應變及提供地方機關必要之協助。聯邦主要參與部門有六個：FBI、FEMA、DOD、DOE、EPA 及 HHS，而 EPA 係負責支援環境偵測及善後復原工作。

研習期間詢問 Colby Stanton，在爆炸前有無導則可界定疏散範圍，供警察人員作疏散動作，以及，如果爆炸後的清除標準。其告知目前係由所屬 Region 10 負責研訂相關導則，而在民眾防護指引上，則仍然採用同於核子事故之 Manual of Protective Action Guides And Protective Actions For Nuclear Incidents，不過因此份資料已經有些老舊，故正在修訂中，預計將於 2003 年年底完成。而

在爆炸前之預估仍應屬於 FBI 或 FEMA 之責任，且其對爆炸威力的研判是專業，不過或許可用遙測偵測儀界定是否有無放射性，但是在處理上都仍應假設其為輻射彈，而在民眾防護上，依照他們的分析，爆炸後主要的防護動作是掩蔽，甚至認為應變處理上，和放射性物質運輸的意外事故類似。目前所研擬中的有一份 Protection Action Recommendation for a Radiological Dispersal Event 係由 USEPA 和 DOH 一起研擬，針對輻射意外事件發生在非輻射管制區時，就可能發生的情境撰擬行動指引提供應變。將事件分成為三個階段，一個是有輻射事件的徵兆但未確定；此時確定是否有輻射及其強度和核種是首要，故偵測或取樣是第一要務，當爆炸後或放射性物質已被散播，此時則為復原期，第三個層面則為已經完成除污或完全復原，此時為食物的限制，此部分係參照核子事件時發生時之值。該行動指引就民眾、發現者和受通報機關三種角色於上述層面所應採的行動詳以敘述。

與 Colby Stanton 及 Edward Tupin 討論時獲知下列事項：

- 於 2003 年四月美國成立一個新的部門 Department of Homeland Security，故防恐活動由其主導，之前的 FEMA 劃分為其所屬，而 EPA、DOE 等則有向其報告的義務。
- 2003 年 FEMA 曾就輻射彈及細菌戰作了演習，並提供報告供攜回參考。
- EPA 每二年進行事故輻射緊急整備工作的演習及修訂作業程序書，本應於今年辦理，不過因為哥倫比亞太空梭的墜毀，部分人力移至支援此項工作，且就此事件與原有的假設情境進行分析評估，故將至 2005 年方會辦理。
- EPA 正在進行 Manual of Protective Action Guides And Protective Actions For Nuclear Incidents 之更新，將新增二個章節，一為除污部分，另一則為飲用水，且將設定於輻射意外事件時飲用水之限值為 500mrem。此外，FDA 於 1998 年對輻射意外事件時的受污染食物的干預值(Derived Intervention Level)作了些修正，且係每年 5 毫西弗的有效等效劑量推導，推導後的限值 Cs-137+Cs-134 為 1200Bq/kg、I-131 為 170Bq/kg、Sr-90 為 160Bq/kg、Pu-238+Pu239+Am241 為 2Bq/kg 等，而此食物干預值亦將納入新的手冊中。
- FEMA (Federal Emergency Management Agency) 於 2003 年 8 月公告了一份評估廠外組織(Offsite Response Organization)就民用核能電廠爆發緊急事

件之回應演習的評估資料，要求各相關機關對其所提資料提供意見，在此份資料中規定有每一個單位的回應時間，如電廠應於 15 分鐘內通知場外的聯絡點和建議採取的防護行動，而場外的聯絡點則於 5 分鐘內通知廠外官員，且約於 20 分鐘內開始通知公眾，此資料或可供我國緊急應變參考。

#### (七) 民眾溝通

美國政府很注意政策的透明性，且依法也需在制定法規時讓民眾參與及表達意見，而美國環保署所管制的事務都與民眾相關，故更重視與民眾的溝通，而且因為輻射議題的敏感性，更認為應強化溝通，讓民眾對其制定的法規或未來的管理政策及管制的動態都能夠有所的瞭解，故特別編定了「輻射防護溝通導則 (RPD communications guide)」提供給該部門的所有員工應用，而且於導則中強調溝通不是一個人或溝通部門的事情，而是整個部門的團隊工作，並且於導則中強調良好的溝通不僅可以促進瞭解每一議題利害相關人 (stakeholder) 的需求，也可以使大眾願意表達他們的需求和期望，而更有助於政策的訂定和施行。

守則中首先定義溝通，意指藉由系統化的方法教育大眾和內部員工，以及澄清所進行的計畫，認知他們 (大眾和內部員工) 所需要的資訊和與計畫相關的關切事項。而參與溝通者包括計畫的執行團隊 (如：工程師、保健物理人員和法規制定人員) 以及溝通部門的人員。守則將溝通的程序分成四個階段，分別為研究、計畫、溝通和評估，且分就溝通部門人員及計畫執行團隊的角色加予闡釋。在研究階段時，計畫執行團隊係先對計畫內容有完整的定義，確認和解決內部的意見，同時找出該計畫的溝通或協調對象及利害相關人，並分析及確認所有的事件及議題。相對地，溝通部門人員則應熟悉計畫的內容及內部的意見，並且領導確認協調對象及利害相關團體之工作。在計畫階段時，計畫執行團隊則須發展說明資料的草稿並與溝通部門人員一起擬訂溝通策略；此階段時溝通部門人員應負責指導說明溝通資料的草稿的研擬，並進行該資料的測試，同時完成溝通的計畫及所採用的措施。而在溝通階段時，溝通部門人員及計畫執行團隊一起按照所擬訂的計畫及策略進行說明和溝通。最後則為評估階段，一起就溝通的執行成效進行檢討及評估。

而且 USEPA 也深知與民眾說明風險不是件容易的事情，所以也告知了七

項規定，分為：

- 基於民眾有權參與決定影響她們生活及財產維護的權利，故應接納民眾當成是終身的法律合作夥伴，且提醒公務人員係為民眾工作，故更應傾聽民眾的關切。
- 審慎地規劃和評估所作的溝通成效，在規劃溝通策略時應注意沒有一套可以完全適用於不同團體的策略，因沒有屬性完全一樣的「公眾」，故其關切與利害不會一致，故對不同的團體應有不同的策略。
- 注意傾聽公眾的特別關切事項，因為溝通是雙向，當你不傾聽對方的訴求，如何要求對方傾聽，故應花費時間瞭解公眾所關切的事項及緣由。且一般大眾對信任、信譽、關懷、補償等較有興趣，而對統計和評估數字較沒有興趣。
- 必須誠實、坦白和開放，且誠實和信用是最珍貴的溝通要件，不要期望能獲得公眾所有的信賴，但是一旦公眾對你不信任，則你將永遠地沒有信譽。
- 與其他的可信賴團體合作和聯盟，如有信譽的教授或當地居民信賴的意見領袖，尤以公眾對部分資料可信度的懷疑時。
- 滿足媒體的需求，媒體在風險溝通議題上是最主要的資訊傳播者，且扮演著關鍵性的角色和決定可能的成果，故應對媒體提供充分的資料，甚至包括背景資料及協助報導時所需要的不同圖表及影像。
- 以清晰易懂且感性地述說事實，避免技術詞彙或專門性術語，僅能對民眾承諾可以達成的部分，不可以作超過能力所及的承諾。

USEPA 自 1998 年起每年都會舉辦一個全國性的研討會，讓所有參與或辦理和公眾溝通相關的同僚和環保人士一起討論每年的工作成果，新的促進民眾參與的方法，並腦力激盪構思未來的發展方向。而 USEPA 於同意本人前往該機關進行研究時，即強力建議應參加 2003 年社區參與研討會和訓練(2003 community Involvement Conference and Training)，於獲得原能會同意後，得以參加於 7 月 22 日至 25 日由 USEPA 在賓州費城所舉辦之 2003 年社區參與研討會和訓練。

本研討會計有 450 多人參加，大會部分邀請三位主講人進行專題演講，分別為來自 The village of Art and Humanities 的創辦人 and 董事 Lily Yeh，Southern

Organizing Committee 的執行處長 Connie Tucker，以及 Connecticut 州的 ONE/CHANE, Inc. (Organized North Easterners and Clay Hill and Norht End, Inc.) 的執行處長 Larry Charles。

Lily Yeh 是畢業於台灣大學的台裔美僑，現在於費城大學教授藝術學科。她於 1986 年一個偶然的機會下接受了一個美金 2500 元的資助，為一處廢棄地建造一個公園，該區位在費城中的非裔美人的地區，是很髒亂和環境品質惡化的地區，而經過她的努力及喚起社區居民的參與，她帶領著社區居民利用簡單的素材，建造了許多個小型的社區公園，這些公園不僅化腐朽為神奇美化了環境，更是凝聚了社區的力量，進而降低了該區的犯罪率，並強化了居民的自信心和自我認同。演講中所展現公園建造前後的相片，讓所有的聽講者無不動容。而在下午的實地探訪下，更深刻地感受到一個社區環境對居民的影響，目前該社區不僅將部份荒地改為花園、菜園、培育樹苗，且進而朝建構一個生態環境的社區努力，不僅於該地進行兒童的環境教育，最重要的是也重建了該社區居民自我肯定。與會者對 Lily Yeh 莫不萬分佩服，認為她是凝聚居民投入社區重建的最佳典範，而我不僅感到與有榮焉，更是深刻感受到台灣僑民在該區所受到的敬重。而如今 Lily Yeh 還加入協助非洲象牙海岸、肯亞等國家人民的行列。

第二位專題演講者是 Connie Tucker，是一位黑人女士，她在許多環境議題的公平正義性上有豐富的經驗，她也是一位深具組織能力和推動活動的資深環保工作者，她也是由關懷社區的環境開始，並是早期少數敢挑戰環保署污染清除工作的有色人種。她目前也是 National Environmental Justice Fund 委員會的成員，協助 USEPA 第四行政區達成環境公平正義性的工作目標，並曾於 1998 年獲得 International Resourceful Women's Award。她在演講中講述她早期為了環境復原和廢棄物的處理問題時如何帶領和組織社區人士，爭取應有的環境品質的過程，且強調處理環境污染問題時一定要遵守公平正義性，絕對不應有膚色的區分，而且更應維護未來子孫的環境權，故永續生存的公平正義性務必在法令上呈現。第三位專題演講者是 Larry Charles，他分享個人從事社區服務和協助社區的經驗，ONE/CHANE 是一個非營利組織，從 1993 年起在 8 年間獨自籌組了 2 千 1 百萬元協助康乃迪克州首府的北部發展，包括協助該區貧窮人家有較好的居住環境和日間的照護，以重建社區為目標，讓該區的居民能透過有

組織的力量有較好的生活環境，並協助就職及訓練青少年服務和經濟的發展。演講時他強調我們都誕生在舊的方法和規則不適用及不知道未來的新時代，面對維護健康及保護資源環境權的覺醒，而且也在種族、政治和階級等不同的意見下，進行有關場址、法規的制定及法規掛勾。從事於社區活動的理論為社區自主、社區管理和社區責任，和最重要的價值觀則為尊重、信賴和信用。而會造成阻礙的則為社區本身、管理者傳遞或促進者，以及工業界。並就此四個面向說明造成社區參與的障礙的原因，包括種族的歧見、缺乏法律科學經濟的能力、害怕執法者、無望和無助、無法聯繫的領導人、社區的分裂、不平衡的權力、沒有持續性的焦點、無知的統治者和文化。進而說明從事社區參與的活動，應先界定社區及目標，進而與社區的長者、家長、被信賴的領導人及青年合作。他強調推動社區的參與必須有熱誠和耐力，但同時也應有組織和計畫。所以包括妥善的規劃和經費是首要，再來必須確認你的對象，考量所需要的技術和財務來源，提供必要的資訊及進行溝通，帶領參與的活動，對所關注對象的反應進行評估及不時的檢討，將可以促使社區參與成功。

在分組議題討論上計有 12 個子項議題，42 篇專題報告及之 15 篇書面海報。42 篇報告分為六個小組同時舉行。此外，還有二個實地勘查活動和七個訓練課程。

各個子題都與社區參與或環境教育有關，例如；於子題 Collaborative Community-Based Science Programs and Case studies 中，就討論了增進社區參與的科技能力，其中一篇為結合大學教授及 15 名學生，帶領社區人士從事水資源監測工作，並探討培育社區監測能力之優劣及其所需投入資源的分析，認為雖然培育社區科技知識需要長期的投入且有賴學界的隨時支援，但「給一條魚遠不如教他釣魚」，且社區居民的在地性和即時性，是執行環保的重要因子。又如，「Community-based Science: Partnering with a Community-Led Effort to Use Risk Science to identify Priorities for Improving Local Air Quality」中則強調目前 USEPA 之政策係強化社區或團體的能力，讓他們更有能力檢視自身周圍環境的問題，而使關懷環境的力量能更有效地發揮，所以 USEPA 於今（92）年九月底將研訂完成一套手冊「Community Air Screening How To Manual: A Step-by-Step Guide to Using a Risk-Based Approach to Identify Priorities for

Improving Outdoor Air Quality」，協助社區以簡易的方式來查知其環境可能現存的問題。在「Community Involvement/Public Outreach Tools, Techniques, and Tips」議題下，則分別討論各地區的環保溝通者如何結合社區投入與其工作的成效，藉此達成聯邦、州政府和部落及環保組織等分享成果或新的促進社區參與的技巧，其中就包括了州政府與社區在 Arizona's Superfund Program 的執行成效的分享。而在公眾健康教育推展上，在「Involving Children with Special Needs in Environmental Health Education」題目中係由四個社團分別報告了他們如何走入社區結合志工，利用課後時間教育一些問題家庭的小孩重視環境和健康的問題，以及促進青少年與退休的老年人攜手合作完成一個環境保護益智的電腦軟體。以及如何面對民眾回答污染場址對民眾健康衝擊的問題，報告了馬利蘭州護士學校所作的計畫；護士為美國人民心目中就健康問題之答覆最具說服的信用。此外，於 911 事件過後，美國嚴謹面對可能的緊急事故之處理，而 USEPA 也和其他聯邦政府一起負起部份責任，故會議中也有緊急事故時民眾參與的議題。但在「EPA's Response to National Emergencies: The Crisis Response Support Group, the ECOT, and Community Involvement」中只強調如何將正確資訊傳遞予民眾消弭不必要的恐慌，和如何組成跨區域之緊急應變小組及所需之技能；草擬中之「National Response Plan(Initial Plan) May 14,2003」可供我國緊急應變參考，此份資料將於年底前上網公佈。

於七個訓練課程中我選擇了「Building Trust and Credibility with the Public」，因為輻射安全的議題就是屬於此類高關切但低信心的類型。整個課程共有八小時，從民眾所恐懼的事情到面對公眾所應避免的語言到身體的語言，都作了深切的剖析，其中還放映數個實際的案例，如在沒有完全準備下面對群眾的窘態，及沒有考量民眾心態的敘述悲劇，和不當的衣著且面對鏡頭時所表達的身體語言，最後則為鏡頭下的實地演練，整班學員分成 4 組輪流分表扮演官員、民眾、環保團體及媒體，再經由錄影帶檢視所需改進的地方。美國人是一個很喜好發問且相當投入演練的民族，而參與課程中不但學習到許多的技巧，更是體會到面對民眾關切事項，不僅要盡所能地完整的準備，更應傾聽，還需將心比心，方能達成溝通。而課堂上也強調最需要投入心力尋求共識者，是中間的民眾，對於已經贊成者或全然反對者，則很難改變其態度。故面對群

眾處理高關切低信心問題，準備時應實際地面對可能的各種情況，故必須是一個團隊的工作，而心態上應認為每一個關切都是合法且必須處理，而認定溝通的目標是建立和維持信心，以自然、誠實和公開的態度進行對談，因為達成有效地溝通，依賴在民眾對你的信任程度、可接近性、持續性和實際可達成的目標。當然有效地溝通，有賴於完備地計畫、練習準備和經驗的累積。最後以  $A + P^2 = C$  (A: anticipate P: practice C: Control) 來互勉所有的學。

#### (八) 技術強化之天然放射性物質(TENORM)

TENORM (Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials)這項議題原本不應會在台灣產生重大的關注，因為台灣沒有鈾礦，且也沒有豐富的礦產，所以採礦冶礦業並不發達，但是因為數年前在桃園發現過輻射異常道路，致引起一些關懷。而原能會也積極地對 TENORM 這項議題持續地注意國際間的相關管制法規研訂動態，並進行我國有關 TENORM 產業的背景及其廢棄物的調查。而在我國今年(92)年2月開始施行之「游離輻射防護法」中第四條的規定是天然放射性物質不適用本法之規定但有影響公眾安全之虞者，主管機關得經公告之程序，將其納入管理；其辦法由主管機關定之。

USEPA 基於下列三項原因，進行 TENORM 管理計畫，其原因如下：(1) TENORM 有增加輻射暴露潛在性、(2) 大眾並不知道何謂 TENORM 且環保署有責任必須告知、(3) 產生是類 TENORM 的工業需要額外的導則來協助其管理和處置 TENORM，俾保護民眾和環境，且符合經濟效能。USEPA 也體認到 TENORM 是一項深具挑戰性的議題，因為 TENORM 牽涉廣泛的各項工業，故相關的產品或廢棄物不僅數量上很龐大，且生產的方式或產品間也有很大的差距。USEPA 也承認對於 TENORM 可能造成民眾和環境的風險尚未全然的瞭解，故目前以下列研究方向來解決問題：(1) 研究產生 TENORM 的工業，以確定哪些類工業會產生何類的廢棄物以及可能造成的風險，(2) 確認和研究現存的 TENORM 場址，收集其貯有何類廢棄物及其風險，(3) 研訂有關安全與可經濟控制 TENORM 廢棄物暴露的導則，(4) 繼續和其他聯邦機關、州政府、部落、工業界、團保團體、國際組織一起面對問題。

USEPA 和其他相關聯邦機關以及工業界等從事 TENORM 研究已經有 20 多年，也對產生 TENORM 的工業有所掌握，根據調查研究結果，採礦和冶礦、



生產能源、水和廢棄物的處理等產業都會產生 TENORM。而在採礦和冶礦部分，TENORM 主要在於其開採或提煉過程中所產生的廢棄物，尤其又以鈾礦的開採最為嚴重，其開採產生的大量廢棄物都散佈或貯存在場址的周圍，而部分於 1975 年前關閉的鈾礦場址更是造成很大的問題，除了鈾礦外，尚有肥料工業、鋁、銅、金、銀、烯土族元素的礦產、鈦礦及鉛砂等，在其冶煉過程中也會使產品、副產品或廢棄物產生核種濃縮的現象。此外，某些產品中也會含有 TENORM，如廣泛用於陶瓷磨光或金屬模具製程中之鉛砂，因伴隨著微量的鈾鈷，致有較高的放射性。

美國有些廢棄的鈾礦場址，過去因為沒有妥善地處理礦渣，因而有人在廢棄的場址周圍建造房屋，或建材使用含鈾礦渣，致也造成了一些房屋受污染。於討論過程中 Loren Setlow 還出示該污染建物的照片，該屋已經告知屋主不宜居住，不過仍常有人逗留，致當地環保機關亦協商相關單位，希望能進行拆除，惟因為該地位處印地安人保留區，致尚有難處。亦詢問美國是否曾就該等住屋之居民進行體檢或流行並調查，Loren Setlow 表示據他所知是沒有，然主要居住過該屋的居民多已罹癌症死亡。而針對污染場址，USEPA 建立了一份資料庫，提供正進行開採冶煉中的鈾礦或廢棄礦場場址的位置、可能的廢棄物、可能存在的危害，以及進入該等場址應注意的事項，俾供相關機關或組織應用。而 USEPA 認為經由研究現存 TENORM 場址，也有助益其對 TENORM 相關導則之研訂。

USEPA 於 1970 年建立，其任務為保護民眾和維護環境，故在不同的法令下，USEPA 分別對輻射和非輻射建立環境的標準。而在保護民輻射安全部分的法規，是分別在不同的法案中，包括根據原子法 Atomic Energy Act 研訂環境中放射性含量的標準，及不同的各項法案，如 Clean Air Act 對室內氬氣之建議。而 USEPA 於 1970 年代中期就開始進行 TENORM 相關研究，評估其可能對環境或民眾造成的危害，同時也注意著國際間對此方面的研究。

現況上，USEPA 對 TENORM 並沒有特別制定一項專門的法規，其管制的法規是散佈在相關的各個法規中，如在 Clean Air Act 中的國家「有害空氣污染物排放標準」內，就對磷酸鹽工業和鈾礦業規定了 TENORM 的排放標準。對磷提煉工廠限制其每年排放 Po-210 最大量不得超過 4.5 居里(40 CFR61, Subpart

K)，對地下鈾礦開採部分限制其所排放的 Rn-222 造成民眾的有效等效劑量每年不得超過 10mrem。在 Clean Water Act 中，USEPA 獲得授權經由污染物排放減量系統對採礦或冶礦的排入地面水的 TENORM 濃度加予限制。該系統要求所有排入美國水體的污染物必須符合特定的污染物排放標準，並且應對污染物的排放進行監測和報告，因此 USEPA 可以對一些不屬 Atomic Energy Act 中的放射性物質加以管制。故礦場或工廠於排放前必須先取得許可，且對其所開採或提煉的礦物產生的特定污染物，進行一年二次監測，比如鐵礦需監測溶解鐵 (dissolved iron) 和鈾礦、鐳礦、釷礦必須監測溶解鐳，規定一天內總鐳最大量為 30pCi/l、可溶解的鐳最大量為 10pCi/l 連續 30 天的總鐳平均值為 10pCi/l、連續 30 天的可溶解的鐳平均值為 3pCi/l。而在 Safe Drinking Water Act 中也對公眾飲水係中的將包括 TENORM 之放射性物質做了限制，以最大污染許可量管制鈾在水中的含量。而在近來的研究中雖然發現了水處理過程會產生核種濃集現象，但尚未發現對工作人員或大眾健康造成威脅，不過 USEPA 已經研訂出導則可供污水處理業及其工作人員於處理污泥及灰燼應用。而 Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act 中最為人所週知的 Superfund 更是提供了經費及法源，使 USEPA 得以清除被廢棄的污染地區其中也有些是含有 TENORM。

USEPA 在處理 TENORM 時，確實面臨許多問題，於 1997 年期間，就曾面對來自國會的壓力，認為其對 TENORM 的管制和其他的輻射源存有許多的不一致性，甚在不同的聯邦機關間都有不一致，而質疑其對 TENORM 之規定是否有科學根據，並認為應經由國家研究委員會(National Research Council)進行研究加以評估，俾基於科學基礎，就該署對室內氡氣和其他的天然放射性物質所做對公眾的建議進行調查研究並提出報告。而國家研究委員會於 1999 年完成報告 (Evaluation of guidelines for exposures to technologically enhanced naturally occurring radioactive material)，就 USEPA 及各聯邦機關、州政府及國際組織間之有關 TENORM 之導則等提出報告及建言。

國家研究委員會在此份報告中，就美國環保署在各相關法規中對 TENORM 及天然放射性物質 (NRAM, Natural radioactivity and radiation) 在政策上、法規的限度、民眾劑量、風險評估等各個面向詳加探討，並且也比較了美國能源部、

核管會及州政府間的差異，同時也分析了與 ICRP、NCRP、EC 及 IAEA 之間的差異性。該報告之重要結論及其對環保署所作之建議摘錄如下：

### 1. 綜合結論與建議

USEPA 過往和研提中之 TENORM 導則以及由相關機關組織所作相似，導則間的差異，在科學或技術基礎沒有不同，都是採用日本原子彈倖存者及礦坑工人之研究報告。但各聯邦機關間對如何呈現風險評估上存有差異，此差異表現於其所訂導則等中，顯示出各機關對風險管理政策之不同。

國家研究委員會沒有發現一個相關或適當的科學資訊實體，沒有被用來現行研發 TENORM 的風險分析，進而提出導則。但國家研究委員會也強調 TENORM 的性質，在某種程度上並不和其他放射性核種的性質不同，而因此需要發展不同風險管理的方法。同時也注意到研究上，需要增進對高劑量延伸外插至低劑量間的瞭解，尤以現行使用線性無低限值模式下的癌症誘導。亦認為應喚起曝露和劑量評估模式改善的相關研究，俾經由有效的變數導入，如更好的 TENORM 標準量測方法、TENORM 之化學和物理性質在劑量上的影響、和深入的探討 TENORM 及其廢棄物的使用或廢棄。

ALARA（合理抑低）是導引機構致力於輻射防護行動的最重要的因素，甚至比建立管限制值或目標還更重要。而 ALARA 更是應用於所有曝露情況下，所有的導則和法規都是一致性的使用 ALARA 為原則。

### 2. 法規上對 TENORM 之定義

所有自然的介質中，包括土壤、空氣、水和生物體，甚至人類都存有某些程度的天然放射性的核種。美國人每年由天然背景所造成的輻射劑量平均是 3 毫西弗，但是隨地區不同有所變動，該平均劑量主要由氡氣造成。只要 NORM 由人類接觸不到的地區移到較可能造成人類曝露地區，或人類活動使用地球上的物質在某些程度上濃縮了 NORM 都會形成 TENORM。TENORM 核種的濃度和體積變化很大，因為場址、物質和程序的多元性，以及因過濾(leach ability)、吸收和生物性的變化有實質的變化。而且 TENORM 所增加的輻射暴露屬於區域性而非全球性關切的。

### 3. 管制 TENORM 下的風險評估議題

對有關 TENORM 的所有輻射源（也含括室內的氡氣），所有的管制或諮詢

團體都假設相同的風險係數。這反應出一項共通處，就是都接受無低限值風險外插的模式，來當作似有理和有效的方法來發展公眾健康的法規。委員會不質疑現行管制目的下使用線性無低限值模式的適合性，或需要增加一些研究來改變現行採用的模式。

曝露和劑量或風險評估用於制定標準必須符合實際，也就是說，不可對所關切的曝露狀況，有過度地高估或低估其實際的效應。研發導則的目的在於提供合理具代表性的輻射暴露之假設情況，故應適當地發展合乎曝露和劑量或風險評估的方法。

TENORM 中核種的化學和物理性質將重大的影響他們在環境中的流動和生物的可得性 (biologic availability)。TENORM 的暴露評估應考慮生物的接受、過濾 (leach ability) 和氡的放射等因子，這些因子是發展 TENORM 導則中潛在重要的因子，而更多的研究應來投入俾更瞭解，也將更有益施行。對 TENORM 進行風險評估時應將和其結合的非輻射的化學媒介納入考量。

#### 4. TENORM 導則下的風險管理

所有輻射曝露的標準和導則，都是基於公眾健康風險可接受度或公眾健康風險可達成度來評定。後者導入合理抑低 (ALARA)，且於特定的場所或作業時更是管制公眾輻射曝露時的一項重要的考量，使所有控制的射源其劑量限值應符合。在輻射防護導則的研訂上，應包括其他的考量，如正當性、環境中實際可量測度與標準數值之相關性，背景輻射的大小及變異性和在各式環境介質中的天然放射性核種的量。

國家研究委員會也注意到，不僅是擁有設定聯邦輻射防護標準首要責任的環保署或者是其他的也應負責設定管制輻射曝露的聯邦機關，都已經發展出可應用於所有輻射曝露狀況的標準，該等標準也可適用於 TENORM 的管制上。但是，聯合法規中對 TENORM 的管制是散落分佈於各項法規中，而且許多潛在重要造成公眾曝露的 TENORM 射源並沒有受任何聯合法規所管制。

國家研究委員會強烈地警告並反對，不應籠統將一導則中的數字限值，隨便應用到一個新的情況。因每一導則都來自於一特定情況下，若引用至另一新情況下，應有足夠的思量，考量其應用到新的環境下的適用性。如：根據 Uranium Mill Tailings Radiation control Act 所制定的土壤清除標準係，被州政府或許多

聯邦管制機關擴展應用到許多情況下，但是許多 TENORM 的來源有礦物學的特性和作業的歷史，是和鈾礦的尾沙有很大的差異，也因此氫的放射係數、過濾和生物性上當然也有產生很大的差異。

#### 5. TENORM 相關導則或法規的比較

在不同的 TENORM 的導則或法規都應用到健康風險的觀念，但其間採用的風險值變化相差好幾個級數大小。雖然在一些導則或法規中放射性核種的一致性可以達到，卻也些正當理由不能期望其一致性一定可以存在，如環保署因為受法令或法院之判決所牽制、部分標準制定的基準、使用標準的時機，以集體劑量為考量之標準、和設定標準時考量天然背景值的分佈情況。更進一步地，各式各樣的 TENORM 導則或限值，係在不同時代所研訂的，所以一些有關輻射危險度的基本假設，都已經隨時間差異而有所不同了。

國家研究委員會認為不同的標準和導則不應拿來比較，除非對這些導則的基準和應用有充分的瞭解，方可使數值或標準可以正確地被詮釋。否則，將會對導則所使用的風險度之意義產生錯誤的結論。亦認為於不同的標準和導則中所使用之健康風險的巨大差異，並不意味著各個導則和標準對公眾可接受風險度的決定有不一致性存在。因為任何的輻射曝露必須遵行 ALARA 原則；將經濟和社會因數納入考量。此 ALARA 原則扮演著決定風險度的重要因素，且很可顯而易見地於任一個已實際施行管制曝露之個案中。

比較 ICRP、NCRP 所制定之室內氫氣標準，美國環保署所制定的係最為嚴格，此差異並不是來自於室內氫氣曝露風險的科學觀點不一，而是由於制定時對室內平均氫氣的推估、降低室內氫氣本益比分析之判定、及其降低風險的目標對象為最高曝露者之個人或群體。

國家研究委員會不想對環保署現行如何研訂標準和施行之差異作評論，雖然之間有些混亂，但重要的差異應必須源於保護公眾健康。無論如何，國家研究委員會警告，當法規在制定或施行時，持續地注意特定的 TENORM 情況之輻射影響和其風險是很重要的，俾可符合保護的一致性和達到符合成本效益的輻射防護。此外，一些有關成本效益分析和非科學類所關切之研究，於制定 TENORM 的法規中也很重要，俾能將自然背景的大小和變動亦於 TENORM 管制中呈現出來。

考量 USEPA 與核管會間對核管會所訂之無條件使用之污染場址標準之不同意見，國家研究委員會認為此不同意見，係為政策考量而無關科技的基礎。USEPA 所提的劑量約束值為 0.15 毫西弗，而核管會則為 0.25 毫西弗，這其間的差異不能合理地認為是顯著不一的，尤其是核管會要求 ALARA，將降低劑量到 0.25 毫西弗以下。而在 0.15 毫西弗和 0.25 毫西弗之間的差異，是無法以劑量評估很清楚可信的區分出來。

USEPA 和核管會一起合作完成了一份有價值的文件 White Paper on Risk Harmonization，有效地摘錄了雙方達成輻射防護的共同和差異處。國家研究委員會建議機關間應更進一步尋求達成的方法，雖然兩機關各有不同的使命和歷史背景，但就雙方的歧見和解，一起進行風險管理，將更省時更有效，且也更會被國會和公眾所接受。

USEPA 針對國家研究委員會所提的報告也做出回應，並認為應就各類 TENORM 之化學性質和物理性質再加以調查，而且也會再精進技術，俾將 TENORM 從背景中區分出來。而 USEPA 也承認與各機關間或自己前後時期對 TENORM 的管制和導則有不一致性存在，並考量將優先對民眾和環境造成影響的 TENORM 廢棄物進行研擬，俾決定該採行適當的行動，且也將會諮詢其他機關之意見。

此外，特別就台灣歷年來的調查結果中比較關切的鈦礦業及鋳砂，瞭解 USEPA 的研究情形。鈦及鋳都為具有堅固及不易生鏽特性的金屬，而且製程中都可能產生些許的輻射危害。鋳砂在其礦物的基質 (mineral matrix) 中載有鈾鈦，而鈦礦砂中常夾帶有含有獨居石等重砂，而獨居石像鋳砂般載有鈾鈦。鈦礦經過精練後，95% 作為顏料，5% 則為鈦金屬。而在精練過程中，獨居石會留在廢棄物中。而鈦或鋳砂在作業場所時都為很細微的粒狀物，在搬運過程時很容易飛揚在空氣中而造成吸入。但是美國對鈦礦的研究資料不多，而核管會在其 NUREG 1717 就鈦礦工人之吸入進行評估，當供人連續操作且沒有任何呼吸防護設備時，每年可達 17mSv(2000h/yr)，就此可能造成職業暴露提出防護建議；可是美國的勞工安全部門(OSHA)尚未對此提出管制法規；但工人於工作時實際上都有戴口罩。而在一份鈦礦業的委員會報告中，評估鈦礦廢棄物進入掩埋場後，最可能造成暴露的途徑為無意者的侵入，可能的劑量為每年

0.11mSv。美國對此鈦礦廢棄物的處理，在 USEPA 部分是將在廢棄物處理的法規中的 Subtitle D 中納入規範，而在核管會部分也正在尋求對其所研擬之不屬於核子物料且免發照之極微量物料草案中的公眾意見，研擬的草案中要求該等物料在移轉時應向核管會通知該等物料的量、型態、移轉的地點、民眾個人劑量的評估等，而核管會將對其所提的移轉要求進行分析再予同意，不過此草案尚未明朗，如果依照所提的草案施行，將對鈦礦業或類似含 TENORM 的成品等產業造成影響。但是目前在某些州中，不准鈦礦業的廢棄物進入其屬於 Subtitle D 產業類的掩埋場，而隨著各地掩埋場設置的輻射偵檢警報系統，部分含低放射性的 TENORM 廢棄物也常常被檢測出來，而造成某些含低放射性的 TENORM 廢棄物很難送進掩埋場，而遭拒絕後的廢棄物之處理不僅要提出聲明不屬於放射性廢棄物或醫療廢棄物的繁複文書工作，也是很昂貴的。而在工作人員的輻射防護上，OSHA 只對核管會所認定的輻射工作人員要求應依規定作輻射防護，尚未特別對任何 TENORM 工人要求施行輻射防護，但是某些州政府已經要求部分 TENORM 產業之工人應施行輻射防護。而在工業界部分則甚為恐懼於 1968 年成立作為州政府輻射管制計畫的一個共同論壇 CRCPD (The Conference of Radiation Control Program Directors) 所研訂之 Part N，而在某些州部分卻很希望於 USEPA 施行 Part N，以便參照該法令進行 TENORM 使用、擁有移轉和廢棄時的管制。

在分別與 Elliot Foutes 和 Loren Setlow 討論時，曾詢問掩埋場所設置偵檢儀器之設定值，其等答覆大約多設在背景值左右，也曾詢問 CRCPD 所研訂之 Part N 草案於 1997 年就提出，迄今已經達 5、6 年之久，為何遲遲不施行，渠等答覆，該法案之研訂人員多為具有核能管制或射源管制的背景，故研擬時係採管制射源的發照模式，但是 USEPA 認為對 TENORM 這類產業的管理不應採用發照的管理模式，而且他們也不喜歡歐盟所研擬的將 TENORM 產業依照產品或廢棄物放射性活性的大小分成三大類，而分別採取不同程度之輻射防護的做法，因為歐盟所實施之方式，仍舊無法脫離射源發照管制之思維模式，不過仍強調在其相關的環境法令中有一些限制，且目前之調查研究結果，除了鈦礦等外尚無對民眾或環境有立即的輻射危害會發生。而 Elliot Foutes 更表示事實上 TENORM 中鈦礦或鋳砂如果廢棄物處理得宜，對環境或公眾的影響不大，

反而是對工作人員的可能危害倒是應予注意，除了吸入問題外，鋸砂更應注意直接輻射對工作人員可能造成的輻射曝露，不過當詢問為何不要求 OSHA 將其所顧慮的工作人員列為輻射作業人員時，其表示尚需要更多的資料來佐證，一旦資料充足時，他們會提出建議並協商 OSHA 要求該等工人之防護，不過此係 OSHA 之權責，且可能也不是以歸類為輻射作業人員的方式來實施保護。此外，某些州政府所實施的 TENORM 工作人員的防護規定遠比 OSHA 來的嚴格。

而在今年(2003)九月 USEPA 完成一份新的 Uranium Mining Technical Report 初稿，將就所收集的資料，對曝露情境及風險度將會有廣泛的描述，或可作為未來管制參考應用。

#### (九) 放射性廢料管理

RPD 在其所負責的放射性廢料管理領域中，主要的角色為制定輻射防護標準和導則，執行管制的責任、提供支援其他 USEPA 部門（如，Superfund 相關導則）和與其他聯邦機關就輻射議題的合作。而在低放射性及化學混合廢棄物部分為尋求、低放射性廢料管理放射性廢料管理。研習期間針對 RPD 所負責的 Yucca Mountain 及 WIPP 進行研究瞭解其對核設施周圍的民眾和環境影響之保護。

美國將放射性廢料大致上分為五類；核反應器的用過核燃料和用過核燃料再處理的高階廢料、防衛性計畫下核武器的超鈾廢棄物、鈾礦採礦或提煉後尾礦、低階廢料和技術加強天然放射性廢棄物。由於放射性廢料處置是件極複雜的事情，不僅由於廢料本身性質上的敏感性，更由於其管制架構上的複雜性，以美國聯邦的體制來看，就涉及環保署、核管會、能源部和交通部。除此之外，還有州政府和受影響的印地安部落等，都扮演保護公眾免於遭受放射性廢料危害的顯著角色。核能電廠放射性廢棄物能否妥善處理，一直是個眾所關切的問題。目前全美的用過核燃料與高階核廢料計存放在分別位於 39 個州的共 131 個地點，目前約有 47,000 公噸 (MTHM)，這也是雅卡山計畫之重要性，因為它將是美國第一座用過核燃料與高階核廢料最終處置場，如果成功的話，就可以解決常為人詬病核廢料無法處理的問題。

美國核廢料的處理已經歷了半個世紀，於 1950 年代中期，公眾就質疑核電廠用過核燃料的處置問題，而美國也在再處理或地下深成掩埋中尋求最佳的



方案，後因再處理仍有廢料產生，故確定了採地下深成掩埋方式，並初步認為以具有鹽礦的地質為最佳的地點。而美國境內也有甚多鹽礦地質的地點，可是因為 saltbault 仍有些問題，故回頭檢討不再限定僅以鹽礦的地質，故花崗岩地質也列入考量，但是在這反覆之間，核電廠的用過核燃料已經漸漸地在廠內累積並形成壓力。故 1982 年發佈 Nuclear Waste Policy Act，要求 DOE 建立選址程序。而 DOE 據此訂定了 10CFR 960(Nuclear Waste Policy Act of 1982; General Guidelines for the Recommendation of Sites for the Nuclear Waste Repositories)，作為篩選場址程序的依據。並於全國適合的場址中從事地質探測，分析當地的地質、水文、氣候、地震頻率和動植物生態等，且先選出 5 個場址，再篩選為 3 個，再次依照程序選出一個最適合的場址。DOE 在篩選出 Yucca Mountain、Basalt Waste Isolation Project(Hanford, Washington)及 Bedded Salt in Texas 3 個場址時，被國會認為太費錢和費時，故 1988 年通過 Nuclear Waste Policy Amend Act，要求直接於 3 個場址中選擇最適合的一個直接進行，故內華達州雅卡山就成為第一座用過核燃料與高階核廢料最終處置場。Kenneth Czynski 認為或許就因沒有完全走完程序，故也造成迄今仍有許多爭議的原因。而在 1988 年場址標準完成後，原本預期能於 1998 年開始接收核廢料，迄今仍在進行建照及執照的核發。能源部已於 2002 年二月向總統提出，並由總統簽署建議內華達州雅卡山為美國第一座用過核燃料與高階核廢料最終處置場，但在四月遭內華達州拒絕，七月美國國會駁回內華達州的拒絕案，於是雅卡山正式被法定為美國的核廢料最終處置場。目前 DOE 積極進行向 NRC 提出建場許可的工作，預計 2004 年 12 月提出申請，希望 NRC 能於 2007 年發出建場許可，於 2010 年同意開始接收廢料。DOE 在這段準備申請建照期間，必須進行的重點工作包括完成廢料包裝的設計、完成場址地面與地下設施之設計、完成各項場址長期性能試驗計畫、發展出執照申請的支援網路。在這同時，DOE 也在規劃由現有各個儲存地點至雅卡山的輸運計畫，其中包括協助工業界進行核廢料運送桶的申請執照、進行以鐵路運輸為主導的路線規劃(預計於 24 年間進行每年 45 次貨櫃運輸，130 個火車車次，每火車次 3 個廢料桶)、進行運輸規劃與各州政府及原住民部落間之協議訂定、研究輸運之緊急應變計畫等。討論時詢問為何 DOE 向總統提出報告後，尚須長達近 3 年的時間在向 NRC 申請，Kenneth

Czyscinski 告知因為 NRC 同時在建立審查的能力，並將以自己所發展的模式進行平行驗證，故此段時間係由 DOE 與 NRC 雙方就審查所需的資料進行準備。

於放射性廢料處置方面，USEPA 所扮演的角色，主要為環境標準的制定，而此一標準將應用於能源部營運的機構設施和核管會發照的機構設施。在 Yucca Mountain 上，NRC 是負責設施的核照許可和確保設施運作能符合 USEPA 所定的標準。DOE 則於國會授權下進行地下深層儲存用過核燃料和高階廢料計劃，而放射性廢料運送的法規則由核管會和交通部負責。在制定有關地下深成掩埋處置的環境輻射標準上，USEPA 在於 1985 年公佈可通用於用過核燃料、高階廢料和超鈾廢棄物管理與處置的環保標準法規 40CFR Part 191，但處置部分的环境標準，被法院成功地拒絕，並要求退回重新訂定，因為法院質疑這些法規無法適當的保護地下水和個人免於遭受輻射污染，法院於 1987 年判決 USEPA 須重新公佈處置的環保標準。於 1992 年，隨著兩項法令的制定：WIPP 計劃的 Land Withdrawal Act 和 Energy Policy Act，更影響了 USEPA 對放射性廢料管理和處置標準的研訂。前項法令授權環保署研訂應用於用過核燃料、高階廢料和超鈾廢棄物的環境標準但不適用於 Yucca，而後項則要求 USEPA 研訂一個適用於 Yucca 的新法規，此法亦要求國家學術研究院 (NAS, National Academy of Sciences) 進行研究，根據在 Yucca Mountain 儲存場所進行環境輻射方面的研究成果，提供事實證明和建議，來作為此環境標準的訂定。USEPA 於 1993 年發布了重新訂定的處置環境標準，但此環境標準不適用於 Yucca Mountain 儲存場，因 Energy Policy Act 中指派環保署針對 Yucca Mountain 儲存場發布環境標準，而負責核照給 Yucca Mountain 儲存場的核管會必須將環保署的環境標準，納入所有的高階廢料處置的核照法規 (10CFR60) 中。

USEPA 於 1993 年重新就法院質疑的部分公佈標準，將放射性廢料處置場的排放在各種可能途徑的加總，限制在對民眾的輻射曝露現值下，且地下水的保護應考量現行和未來的飲用水來源。而於 2001 年 USEPA 也發佈了 40CFR Part 197 Public Health and Environmental Radiation Protection Standards for Yucca Mountain, NV; Final Rule。在此法規的 Subpart A—Public Health and Environmental Standards for Storage 中訂定劑量限值為 15mrem/yr，而在 Subpart

B—Public Health and Environmental Standards for Dispersal 中訂定 individual dose 和 Human Intrusion Standard 皆為 15mrem/yr，而 Ground Water Protection Standard 則為符合飲用水之 MCL 限值。在此法規中 USEPA 不僅訂定限值，對於應如何符合也都作詳細的規定，像是如何界定個人劑量係採 Reasonably maximally Exposed Individual 且係以居住於緊鄰 Controlled Area 外；而 USEPA 也考量 Yucca mountain 計畫對 Controlled Area 重新規定於不得大於其場址南方 18 公里且面積小於 300 平方公里。以及人為侵入則僅需考量該場址 Stylized 的侵入途徑，以及再估算地下水劑量時的點及方式。但是該法規公佈後，仍然遭到告訴，包括認為 Controlled Area 太寬鬆，及估算採用 10000 年，以及為何需要考量地下水。Kenneth Czyscinski 認為 USEPA 所訂之標準相當合理，雖然劑量限值為 15mrem/yr 和 NRC 之 25mrem/yr 從數字的表面上看起來似乎有差異，但是事實上該值係因為應用新的劑量系統(ICRP72,68 FGR-13)導出，實際上該值等於舊劑量系統中的 25mrem/yr，而且再以模式評估時其差異往往是二個數量級的差異。而所有的廢料處置場都需考量地下水，為何 Yucca mountain 計畫不需要，且對地下水的限定並不是近考量保護人，而是基於保護「資源」，故在個人劑量限值外仍應納入。而估算採用 10000 年，係基於貯存的放射性廢料的核種半衰期長達千年，故不可採用百年，且地球上有人類活動的記載有 5000 年，故採用 10000 年。

整體看來，USEPA 在制定法令時雖然常常面臨許多壓力，但是都能基於科學的資訊堅持，且制定法規時不僅考慮限值，對於如何施行及業者估算時之情境等細節，也都預先規定，有利於業者和未來核照審查時雙方皆能有所依詢。又如 USEPA 正在修正法規，讓含有低活度 (low activity) 的混合廢棄物能夠進入有害事業廢棄物的處置場，而不是僅能送至放射性廢料貯存場，也是兼顧環境和業者處理時經濟的考量。

#### 四、參加美國化學學會會議

於完成 USEPA 的研習後，轉往紐約參加美國化學學會會議。美國化學學會 (the American Chemical Society) 是世界上最大的學會，擁有 161,000 會員，而會員多為具有化學、生物及化工等科技背景的專家，該學會除提供化學

技術專業外，也提供教育、財務及職場介紹等多方的資訊予會員應用，該學會設有 34 個技術分組包括整個化學科技領域和 189 個美國地方分會，可便利會員參加當地的活動及會議，故是一個很活躍積極的學術團體。

此次在紐約舉辦的化學學會會議係為第 226 次的會議，會議於 9 月 7 日至 11 日舉行，會議期間並有廠商配合參展的活動。此次出席會議的人員將近有數千人，除了美國本土的人士外，並有學者專家分從歐亞洲來參與會議。議場除了於 Jacob K. Javits Convention Center 舉辦外，有些場次則於 Sheraton、Hilton 及 New York Hotel 等旅館辦理。整個會議共分為 41 個場次同時間舉辦，包括分析化學、物理化學、有機化學、地球化學、環境化學、無機化學及核生化科技等 31 個技術領域分組討論，以及民眾教育、女性化學家、和新世代化學家等學術分會活動以及化學學會的秋季大會。

而我係選擇參加與業務最有關的核化科技分組 (Division of Nuclear Chemistry and Technology)，本分組係規劃邀請環境保護、物理化學及保健物理界的專家學者一起研討核能和環境輻射的議題，故本分組的副標題為探討環境輻射和低背景輻射偵測服務。會議中共有 108 篇論文發表，含括環境中的天然輻射包括氬氣及宇宙射線之偵測、人造放射性物質在環境的傳輸及特性、反恐的輻射偵測及緊急回應、放射化學分析方法的探討、環境中低背景輻射的偵測技術及成果、民眾之天然輻射曝露劑量的探討、同位素生產和發展，以及放射性廢料的環境管理科技等項主題。因為同位素的生產及研發也是在此一分組同時舉行，惜因分身乏術致無法聆聽。

核化科技分組一開始就由美國新成立的 Department of Homeland Security 的 EML 及能源部的 Brookhaven 等國家實驗室報告他們在維護美國民眾和維護家園安全所扮演的角色及其所發展的技術，包括新的偵檢儀器的研發，如可在室溫下操作且便宜的 Cadmium-Zinc-telluride sensors、及同樣可於室溫下操作及高靈敏度的 Large-volume xenon-based detectors 等的研發成果，以及緊急事故時聯邦政府以及州政府間的聯絡程序及其運作分工的介紹。美國 LBNL 也報告了已建構完成的全國放射性空浮微粒系統及背景資料，有助於緊急事故的偵測及評估。此外 EML 也對所研訂的 MARLAP (multi-agency radiological laboratory analytical protocols) 手冊作一回顧的介紹。而廣泛應用在美國污染場址除污用的

MARSSIM (multi-agency radiation survey and site investigation manual)也在此場次中介紹，並就手冊後續應用之補充文件如 MARSAME (multi-agency radiation survey and assessment of material and equipment)及 MARSAS (multi-agency radiation survey and assessment of the surface)的研訂內容加予說明。

而在環境偵測方面分由許多國家實驗室介紹在低背景輻射上利用加馬能譜儀的偵測技術，如 Ultra low background techniques applied on a grand scale、theoretical studies of background induction in HPGe gamma spectrometers。而因應美國飲用水法規的新規定，也有多篇探討飲用水中量測鐳的方法的改進，如 Gamma spectrometry of environmental radioactivity with special emphasis to drinking water 及 simultaneous determination of gross alpha, Ra-224, Ra-226 and Ra-228 activities in water using a single sample preparation procedure。同時歐美學界發表多篇探討水質監測的報告，如紐約衛生局就發表了飲用水中 Ra-224、Ra-226 及 Ra-228 的偵測結果及如何符合偵測低限的要求，因為此有助分析紐約公眾供水系統中的總阿伐活度大於 5pCi/L 的成因。歐洲的奧地利專家也對歐盟的飲用水中的放射性核種濃度造成民眾劑量超過 0.1mSv/y 者應採改善措施的規定，也探討了應用 Ultra-low-level-liquid-scintillation 可以於一小時內得到 Ra-224, Ra-226, Ra-228 和 Pb-210 的量測方法。英國之 Physical 國家實驗室也報告了其所做的實驗室比較測試的結果及在分析銫 137 及銻 241 時實驗室所遇到的技術問題。

而在背景天然輻射的調查上，也有多篇報告，範圍大到美國全國的不同環境介質中放射性含量的調查，或美加邊界的輻射背景調查，或 80 口私人水井中鈾含量的調查。來自奧地利的農林環境部輻防處的先生也發表個人對管制天然放射性物質中氡-222 的看法，認為歐盟建議各國應對天然放射性物質造成工作人員及民眾的輻射影響加予考量，但各國間並未有一致的作法，尤以工作場所中的氡-222 管制的差異，此將造成貿易上物品、成本及活動上的衝擊，進而影響到貨物的進出口。此外，也有一篇報告係發表 20 年來在紐約州 10 個偵測點的空浮微粒偵測結果，分析其中氡，Be-7 及 I-131 的測值及來源，且發現僅有一處測得 I-131，係因來自鄰近處理醫院廢棄物的焚化爐排放所致。

在放射性物質於環境的傳輸上，也有多篇論文探討，如美國 Oak Ridge 實

驗室就發表了 Behavior of Sr-90 in a seasonally-anoxic lake at the Savannah River Nuclear site 探討了 Sr-90 的遷移。美國軍方的研究單位也發表了 Th-232 在其訓練基地的土壤污染及遷移。另外，也有應用 ICP-MS 分析水樣及底棲物甚至生物樣（尿樣）及相關前處理的分析方法介紹，以及應用 Frisch Grid detector 迅速偵測水樣、空氣濾紙、尿樣、土壤樣的中阿伐核種優缺點的報告

放射性廢料管理部分也有數十篇報告，如 electrochemical emission spectroscopy 在貯存桶銹蝕上的偵測技術，或新進研發的粹取劑如 SF-CO<sub>2</sub> (Supercritical fluid carbon dioxide)，於放射性廢料中粹取出放射性核種的技術及成果。在檢查地下貯存桶槽及設施上，有一項蛇般的機械設備 (Serpentine robot) 可便利地進行檢查以及 Plasma 技術在污染場址的除污應用。而核廢料處置時放射性核種經由黏土等不同地質的輻射影響，以及用過核燃料中 Np-237 在 Yucca Mountain 計畫中的輻射影響，當然也有模式的介紹，如 Modeling the chemistry in high-level waste tanks: effects of radiation and heat on waste simulants 或 Modified associate species thermochemical model of high-level nuclear waste glass compositions.

全體會員會議有一項議題為「化學家在維護家園安全上的角色」係在九月 11 日上午舉辦，係採演講方式進行，講題分為「The role of nanotechnology in the development of a smarter chemical and biological sensors」、「Terrorism using radioactive materials: perceptions and realities」、「What chemists can do to help protect chemical facilities from adversary attacks」、「Issues of homeland security: What can chemists do?」以及「Technology challenges facing the intelligence community」。會議中還有一項高潮，就是頒獎給傑出的化學家部分，而今年的給獎係頒給增進兒童健康者，具有四位得獎人，同時在鼓勵女性在化學領域上的成就，另有頒給分別來自加拿大、德國、印度、烏克蘭、美國及台灣的女化學家，惜因該頒獎係採邀請與會，故無法出席幫我台灣女士鼓掌祝賀。

因係首次參與該學會之活動，發現其會議規模實在很大，而可以收集到的資訊也很多，不過每項活動都需付費且不便宜，連論文摘要都需付費購買，此與國內免費提供研討會論文集之做法大不相同，幸而大部分論文發表人都有留下電子郵件信箱方便與會者做進一步的討論。而該學會對在學學生的出席費用

則甚為優待；約為一般人士的報名費的四分之一，且學會同時為研究生辦了一系列的活動，故有許多研究生都踴躍出席，也為學會引進了新血輪。會後，還有一項小插曲發生。因為一位與會者於會議期間生病且被診斷為罹患退伍軍人症，故引起主辦單位的關切，並以電子郵件告知每一與會者此一訊息及提醒注意該病症的特徵，俾供與會者防範。

## 肆、心得與建議

- (一) RPA 在美國環保署內屬於一個小部門，其部門人數約 80 多人，在研習期間感受到最深刻的是其電子化的作業，無論是報告、演講內容幾乎都已經電子化，而且部門間之公告、開會通知，也都以電子郵件傳遞至每個人的電子郵件信箱，甚至於同仁間之約定或討論也多以電子郵件為之，所以辦公室內電話或交談甚少，得以維持整個辦公環境之安寧。同時其對同仁之服勤管理也很人性化，上下班不需刷卡而是自由心證，且可以彈性上班，只要求核心上班時間為早上九時三十分至下午三時三十分，中午休息半小時，而且可以選擇每天九小時則二週上班為九天，甚至於獲得長官同意後還可以選擇居家上班。且經觀察其上班態度，大體上也都很敬業，雖然各自在所屬的隔間內，且長官也不查勤的情況下，也不會隨便瀏覽不相關的網站；但或許有另外的監督吧。此外，長官部屬間都直呼其名，不加職稱也不加博士等稱謂，該部門之同仁戲稱此平民化有助益於溝通。
- (二) 實習期間，USEPA 並沒有安排既定的課程，不過到該署的第一、二週內分別由國際部門楊仁泰博士、RPA 部門正副主管、資深工程師及課室主任等人分別簡報，告知 USEPA 的組織分工、重點工作及相關研究，並就你個人所表達之興趣及課題，提供參考資料及安排討論對象，故可以視個人之專長、興趣及背景，而充分發揮。而在參與對新的副處長的簡報 WIPP 及 Yucca Mountain 專案時，注意到會議的成員係以工作團隊為參加對象，簡報者為該團隊之負責人，但就問題答覆部分則不分職位大小，而是就分工責任作回答，且簡報內容都註明該項業務的外單位對口人員，俾助益新來者與外界機關或人士之對談，更期能使所推展的業務不會產生銜接上的斷層。同時在參與例行會議時，討論到下一年度之合約工作續約事宜時，每一個同仁都能確

實地表達需求，而使外聘之預算不至於虛擲。

- (三) 參加賓州的社區參與研討會中有位參與者係聽障人士，所以大會特別為他準備了二位手語人員，全程陪同幫其作翻譯，此部分讓人感受到對殘障人士平等待遇之重視。在夜間利用會後時間自費參加了一個「自由鐘燈光秀」的節目，其藉由在古蹟上步行並配合影片導覽了美國建國及制定憲法的過程，且期許人民一個公平社會的願景，同時鼓勵人民是塑造國家未來的主體，也讓人感受到一個政府寓教於樂的用心。
- (四) 參加全球核能婦女會年會時，日本代表 Junko Ogawa 為辦理全球核能婦女會 2004 年會鋪路，特別安排該國之 Nuclear Safety Commission 之副主委 Dr. Junko Matsubara 擔任 International regulators panel 之小組主席，Junko Ogawa 及日立公司 Toshie Sasaki 在分組中並提出報告，韓國 Se Moon Park 及 Sun Ju Choi 在分組中也有報告，可見日韓均甚積極參與，故希望我國各核能單位主管亦能鼓勵所屬積極參與。全球核能婦女會目前有常務理事 8 位，亞洲地區是我國的邱絹琇女士及 Junko Ogawa，希望相關機關及學會能長期支持邱絹琇女士可年年出席，否則韓國之積極參與，不久將會被取而代之，進而喪失了台灣在國際舞台表現的機會。而本次日本代表團中今年有多位年輕的婦女參加，顯示出其在核能界中引進新血甚為成功，也可感受到日本希望明年主辦 WIN Global 年會能盛大成功，故動員日本各電力公司、核能工業界、研究機構、大學等產官學研均參與。日本代表們也熱情邀請我國務必出席且人數能在十人以上，俾壯大亞洲國家參與的聲勢及合作。
- (五) 除了參訪世界核能婦女會了安排之核廢料處理設施 Yucca mountain 外，亦與日本團員共同拜訪 WIPP，兩個設施位置不同，設計規劃之目的亦不同，但管制措施卻同樣嚴謹，從參訪前二、三個月即需申請許可手續，到參觀現場之各項安全管制措施，證明 WIPP 自開始運轉後三萬小時之零工安事故的確名符其實，值得學習。而核廢料的處理可行性，民眾的接受程度及信心比科技佔有更重要的比重，而在 WIPP 計畫中美國環保署扮演了政府監督的第三者的角色，經常進行稽查及場外環境監督，並要求場方每五年提出再調查評估報告，都再再地提升了民眾對該項計畫的信心，或許可供為我國未來處理是類計畫時之參考。



- (六) 美國土地廣闊，核廢料之最終處置場地之選擇，自規劃起便開始執行各項地質調查及意見溝通，歷經二、三十年之耕耘與波折才得以選定目前之 Yucca mountain 及 WIPP 所在地，以前者為例，雖然仍在建築開挖中，但將其以往所做各項研究做成文宣資料，使每一位參訪者(除了專業人士取經外，美國各地老師及學生亦安排訪問)都能了解為何選址在此，及這項工程對環境生態文化之影響為何---等等資訊，讓大家能安心。再以 WIPP 為例，它是美國亦是全世界非常重要之核廢料最終處置指標性工廠，由地質調查之報告顯示其場址附近有油氣之分佈，因此陸續有公司申請油田之開挖，同時 WIPP 的設立也帶來充沛之電力供應，更帶給當地便利與繁榮，民眾之接受度相對提升。我國核廢料亦面臨處置之問題，應學習其基礎紮根之精神，科學研究與溝通並重，以期早日解決此一難題。
- (七) 美國於 911 後，人民、業者或相關機關都能夠接受些許的不便，來換取安全的維護，故使防範無主射源的工作較易推動，也相對地增進了民眾輻射安全的保障。較之美國現行之防範污染鋼鐵建材及射源管理作法，我國不僅正確甚至不比美國遜色，而我國業者或相關機關如能更齊心努力地配合，將可使我國輻射防護安全體系更臻完善。
- (八) 美國於研訂法規時會就新舊法實施所需要的成本作效益分析，我國研訂法規時宜加強此方面之探究。保護民眾是政府的責任，但是管制法規的合理性和適當性也是管制機關的責任，方能使管制法規確實實施。而美國在資訊未完全掌握時，雖然民眾健康仍有些許的風險，但也不冒然實施管制態度，而繼續研究和收集資訊，此作法也是值得我國參考。將法規研訂過程中的公眾意見及管制機關的答覆說明，加予保留，對民眾、業者或管制者都是一項很好的資訊，因為除了法令的條文外，更提供了研訂時的考量及其背景，可使所有相關人於閱讀後瞭解該法令背後的含意，而在遵守或執法時都不會誤解且更能落實，亦可參引。
- (九) 為對民眾更有保障，美國建議我國未來可以就飲用水中 Ra-224、Pb-212、Pb-210 及 Po-210 加予探究，此可作為我國未來在有關飲用水放射性含量研究之參考。
- (十) 管制機關基於科學資訊的堅持，應落實在法規的研訂上，但美國在法令上

對執行監測之要求有許多的彈性和授權，冀於達到保護環境及民眾，同時不增加業者太多成本的雙贏，此務實的作法，使產官雙方都能將資源作最有效地應用，亦可供我國參考。

(十一) 美國對技術強化之天然放射性物質的管理，於 1997 年就由 CRCPD 研訂並提出 Part N 草案，然迄今尚未施行，係因此類產業牽涉甚廣，且大體上 TENORM 尚無對民眾或環境有立即的輻射危害會發生，並且不贊成採用發照的管理模式，故仍繼續進行相關的研究調查，此可供我國未來管理規範研訂時考量。

(十二) 美國環保署在政策及法規上非常落實公開和透明的作法，且重視與民眾的溝通，進而強化和培訓員工溝通的觀念及策略，使整個組織可一起朝向共同的目標邁進，讓民眾對其制定的法規或未來的管理政策及管制的動態都能夠有充分的瞭解，值得我政府機關學習，因民眾的支持與配合，對政策和法令的施行有莫大的助益。

(十三) 美國化學學會是世界上最大的學會，也是一個很活躍積極的學術團體，參加該學會之會議可以廣泛收集到歐美先進國家的多方科技資訊及研發成果，故獲益良多。

(十四) 本次美國環保署研習行，對個人來講，是一個難得且難忘的經驗，因為除了增長專業的知識和技巧外，更可以體會到中美文化的差異，及美國公務機關的組織文化，同時於兩個半月的互動下，也建立了良好的情誼及聯繫管道，對日後獲得相關資訊也是十分有幫助的。而經由簡報、討論及交談中，也詳實地告知我國的輻射防護管制體系及實施方法，對促進美國環保人士瞭解我國保護民眾和維護環境輻射安全的作法和成效有幫助。

(十五) 最後，謹藉本報告的一角，向曾經在本次參訪行程中曾幫助過我的國內外長官、同仁、朋友們致上最大謝意，因為有你們，此行方能圓滿順利。

## 伍、附圖

- 一、美國環境保護署組織架構圖
- 二、美國環境保護署 Office of Air and Radiation 組織架構圖

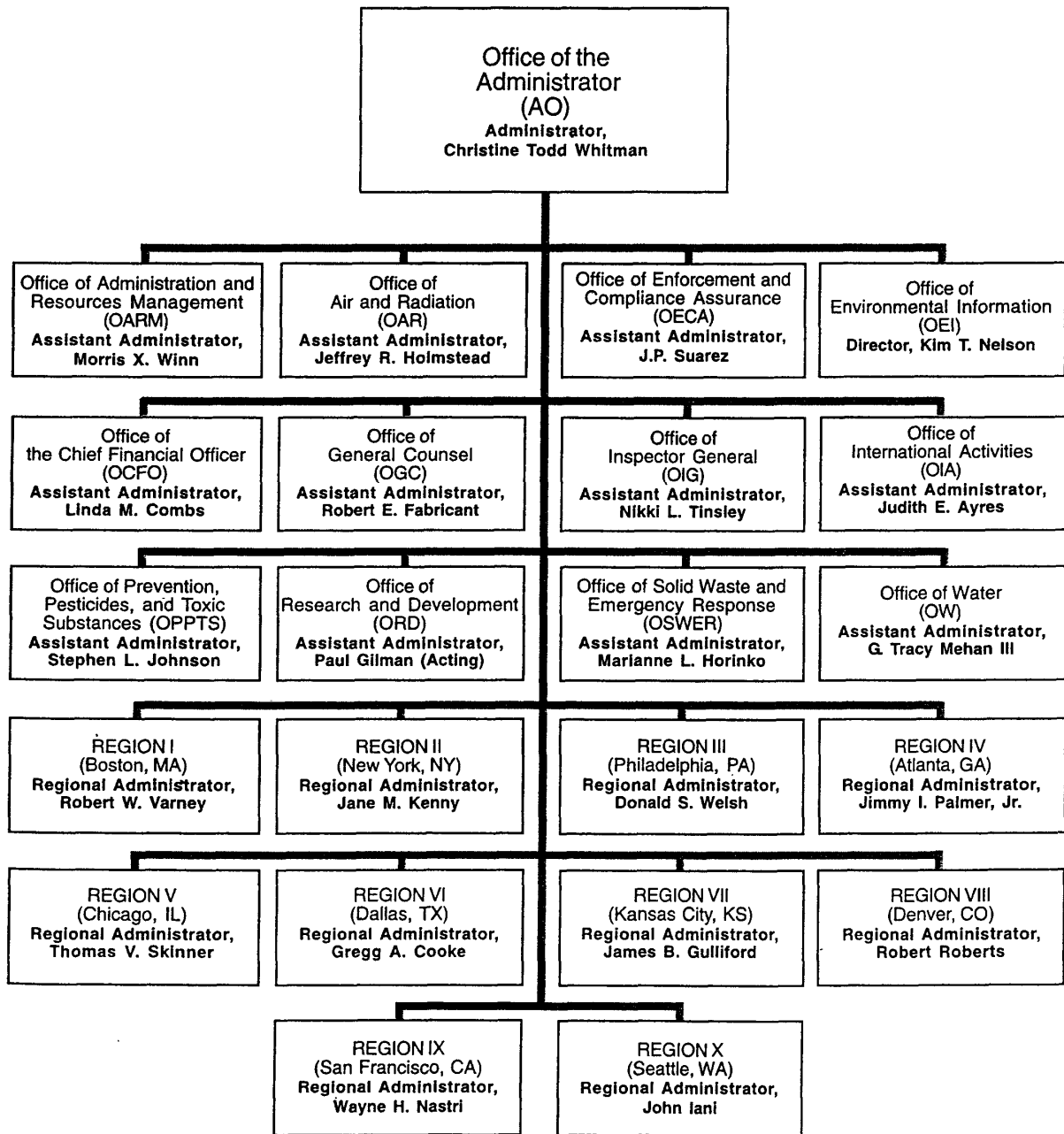
## 陸、附錄

- 附錄一：全球核能婦女會年會議程
- 附錄二：2003 年社區參與研討會和訓練議程
- 附錄三：第 226 次美國化學學會會議及研討會議程（僅錄核化科技分組）

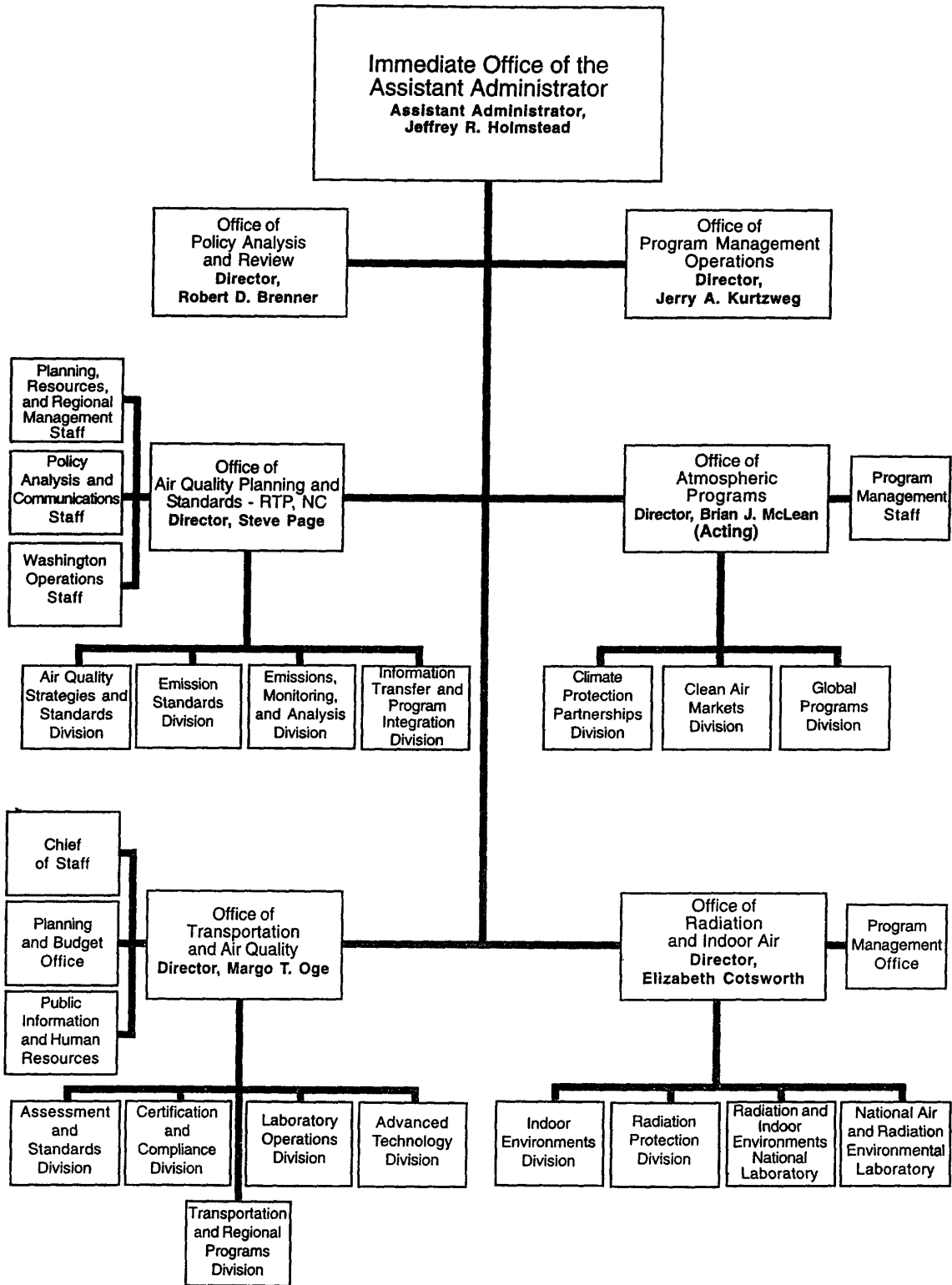
附圖一

美國環境保護署組織架構圖

US ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY



# OFFICE OF AIR AND RADIATION

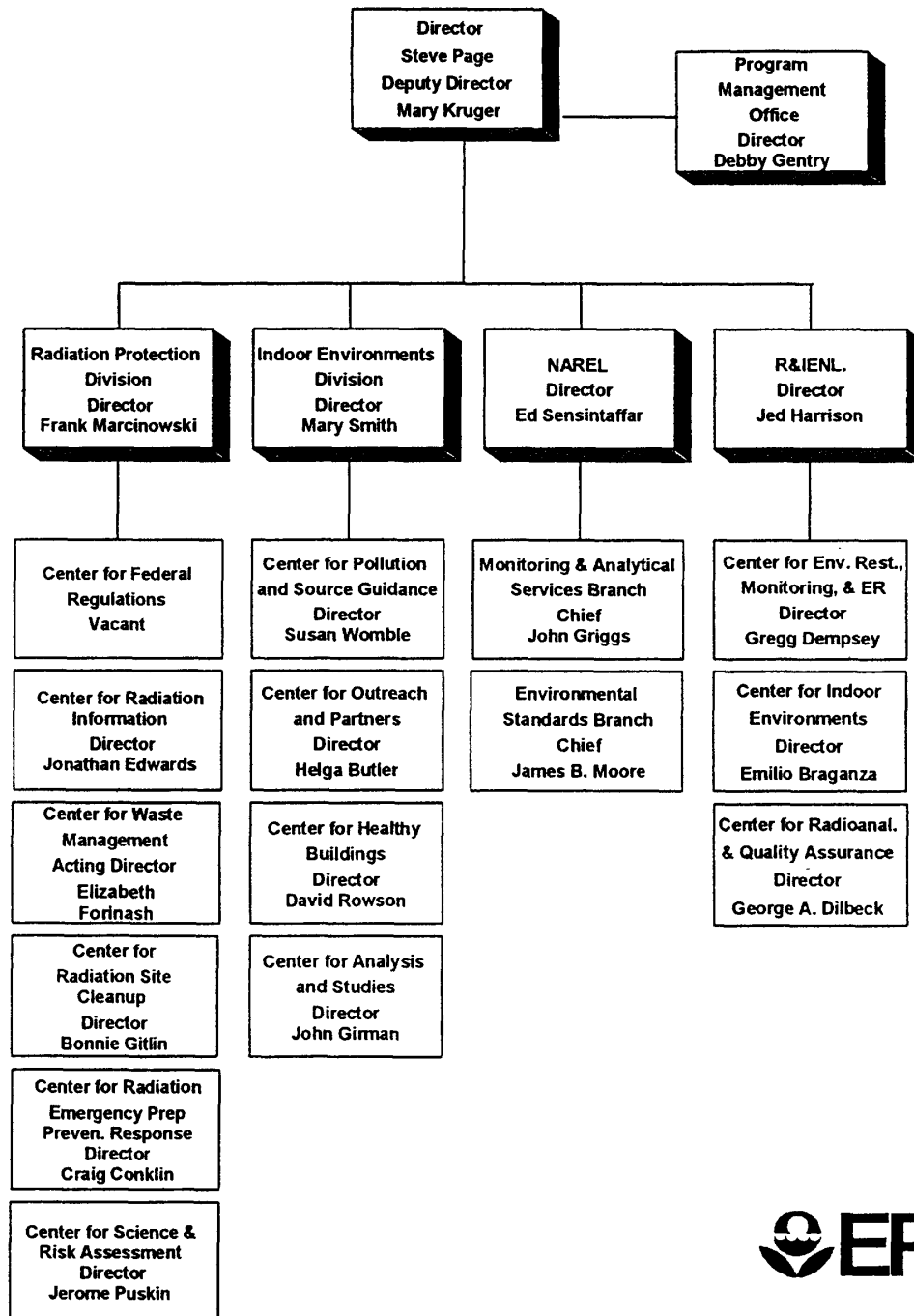


附圖二

美國環境保護署 Office of Air and Radiation 組織架構圖

# OFFICE OF AIR AND RADIATION

## OFFICE OF RADIATION AND INDOOR AIR



## 附錄一

### 全球核能婦女會年會議程

# WIN Global 2003

11<sup>th</sup> Annual Meeting | June 15-19, 2003 | Hyatt Lake Las Vegas / Yucca Mountain

---

## Program

### Sunday Afternoon – June 15

- Noon – 2:00 p.m.** WIN Global Board and Executive Committee Meeting  
*Fez A*
- 4:00 p.m. –7:00 p.m.** Registration  
*Medinas Foyer*
- 6:00 p.m. –7:00 p.m.** Reception  
*Medinas A Foyer*

### Monday Morning – June 16

- 5:30 a.m.** Yucca Mountain Tour  
*Rabat A & B*
- 6:00 a.m.** Buses Depart—Curbside of the Straits
- 2:00 p.m. – 5:00 p.m.** Registration  
*Medinas Foyer*
- 3:00 p.m. – 5:00 p.m.** Special Session: The Fundamentals of Organizing and Building a WIN Chapter  
*Casablanca A*
- Facilitator: Cheryl L. Boggess**  
*Principal Engineer & Project Manager  
Reliability and Risk Assessment  
Westinghouse Electric Company*
- Laura A. Livingston**  
*Fuel Business Manager  
Westinghouse Nuclear Fuel*
- Maria Luisa Perez-Griffo**  
*Ascó/Vandellos Systems Engineer  
Westinghouse Technology Services, S.A.  
Spain*
- Patricia Vaughn**  
*Project Manager  
Westinghouse Electric Company*
- 6:00 p.m. – 7:00 p.m.** Reception  
*Medinas A/Skala Terr.*



**Tuesday Morning – June 17**

**7:00 a.m.**  
*Medinas Foyer*

**Registration/Continental Breakfast**

**8:00 a.m. – 10 a.m.**  
*Casablanca Ballroom E  
and South Hall*

**Plenary Session**

**8:00 a.m. – 9:00 a.m.**

**Welcome**

**Patricia Bryant**  
*WIN Global Board and Executive Committee  
Director, Member Communications  
Nuclear Energy Institute*

**WIN Global General Assembly**

**Annick Carnino**  
*President, WIN Global  
France*

**9:00 a.m. – 10:00 a.m.**

**Keynote Address**

- **Leadership The Eleanor Roosevelt Way**

**Robin Gerber**  
*Senior Scholar  
Academy of Leadership  
University of Maryland*

**10:00 a.m. – 10:30 a.m.**

**Coffee Break**

**10:30 a.m. – 11:30 a.m.**

**Regional Breakout Sessions**

*Kenitra A*

- **Region One**

**Roberta A. Kankus**  
*Manager, Co-Owner Affairs  
Exelon Generation Company, LLC*

**Erin B. Whiting**  
*Senior Engineer  
Westinghouse Electric Company*

*Kenitra B*

- **Region Two**

**Carrie H. Phillips**  
*Governmental Relations Manager  
Southern Nuclear Operating Company*

**Tuesday Morning – June 17 (continued)**

Rabat A

- **Region Three**

**Patricia Boyle**  
*Senior Engineer*  
*Braidwood Station*  
*Exelon Corporation*

**Peggy Offerle**  
*General Supervisor, Radwaste*  
*Fermi*  
*DTE Energy*

Rabat B

- **Region Four**

**Dianne Bryant**  
*Maintenance*  
*TXU*

**Kim Yennerell**  
*Associate Engineer*  
*TXU*

✓ Fez B

- **International**

**Annick Carnino**

**Tuesday Afternoon Session**

**12:00 p.m. – 1:30 p.m.** Luncheon  
*Casablanca ND*

**1:30 p.m. – 3:00 p.m.** Plenary Session  
*Casablanca Ballroom E*  
*and South Hall*

**Industry Leaders Panel**

**Facilitator: Angelina Howard**  
*Executive Vice President*  
*Member Relations and External Affairs*  
*Nuclear Energy Institute*

**Roy A. Anderson**  
*President and Chief Nuclear Officer*  
*PSEG Nuclear LLC*

**Dorothy M. Hawkins**  
*Vice President, Business Operations*  
*Exelon Nuclear*

**Tuesday Afternoon Session (continued)**

**David H. Oatley**  
*Vice President, Diablo Canyon Operations*  
*Diablo Canyon Power Plant*  
*Pacific Gas and Electric Company*

**Stephen R. Tritch**  
*President and Chief Executive Officer*  
*Westinghouse Electric Company*

**3:00 p.m. – 4:30 p.m.**

**Concurrent Breakout Sessions**

*Kenitra A*

- **Technical Issue: New Plant Development – Political, Regulatory, Economic Aspects**

**Facilitator: Elizabeth Stuckle**  
*Director of Communications*  
*USEC Inc.*

**Marilyn C. Kray**  
*Vice President, Project Development*  
*Exelon Corporation*

**Anneli Nikula**  
*Corporate Advisor*  
*Teollisuuden Voima Oy*  
*Finland*

✓ *Kenitra B*

- **External Issue: Political and Business Realities in Regulated and Deregulated Environments**

**Facilitator: Deborah Godinez**  
*Operations Engineer*  
*Millstone Power Station*  
*Dominion Nuclear Connecticut, Inc.*

✓ **Richard M. Kacich**  
*President*  
*Yankee Atomic Electric Company*

*Rabat A*

- **Professional Development: Career Decisions**

**Catherine Gaujacq**  
*President*  
*EDF International North America*

**Donna Jacobs**  
*Plant Manager*  
*Wolf Creek Nuclear Operating Corporation*

**Susan R. Landahl**  
*Plant Manager, LaSalle Generating Station*  
*Exelon Generation Company*

**Tuesday Afternoon Session (continued)**

*Rabat B*

- **Communication:  
Teachers and Students**

**Facilitator: Nancy Bulkeley**  
*Community Affairs Coordinator  
Dominion Nuclear Connecticut  
Millstone Discovery Center*

**Calvin Lee**  
*Nuclear Engineer  
San Onofre Nuclear Generating Station  
Southern California Edison Company*

**Susan E. Maycock**  
*Communication Specialist  
Wolf Creek Nuclear Operating Corporation*

**Ewurabena Mensa-Wood**  
*Design Engineering  
San Onofre Nuclear Generating Station  
Southern California Edison Company*

**Ernesto R. Santillan**  
*Electrical Engineering  
San Onofre Nuclear Generating Station  
Southern California Edison Company*

**Caroline S. Schlaseman**  
*Supervisory Engineer  
MPR Associates, Inc.*

5:00

~~5:30~~ p.m. – 6:30 p.m.  
*Casablanca FGH*

**Mixer / Wine and Cheese**

**Wednesday Morning – June 18**

**8:00 a.m. – 10:30 a.m.**  
*Casablanca Ballroom E  
and South Hall*

**Plenary Session**

- **Risk Communications**

**Facilitator: Dr. Irene Aegerter**  
*Commissioner  
Federal Nuclear Safety Commission  
Switzerland*

**Dr. Vincent Covello**  
*Director  
Center for Risk Communications*

**Wednesday Morning Session (continued)**

**10:30 a.m. – 10:45 a.m. Coffee Break**

**10:45 a.m. – Noon Concurrent Breakout Sessions**

*Kenitra A*

- **Technical Issue: Nuclear Research & Development**

**Facilitator: Elizabeth Stuckle**

**David Hill**  
*Director, Nuclear Science & Technology Division  
Oak Ridge National Laboratory*

**Daniel P. Stout**  
*Director, Enrichment Technology  
USEC Inc.*

*Kenitra B*

- **External Issue: Political and Business Realities in Regulated and Deregulated Environments**

**Facilitator: Carrie Phillips**

**Dwight H. Evans**  
*Executive Vice President & President  
Governmental Affairs Group  
Southern Company*

*Rabat A*

- **Professional Development:  
Career Decisions**

**Catherine Gaujacq  
Donna Jacobs**

*Rabat B*

- **Communication: Special audiences**

**Facilitator: Deborah L. Godinez**  
*Operations Engineer  
Millstone Power Station  
Dominion Nuclear Connecticut, Inc.*

**Kristen Braun**  
*Civil/Structural Engineer  
Bechtel Power Corporation*

### **Wednesday Morning Session (continued)**

**Junko Ogawa**  
*Senior Chief Communicator  
The Japan Atomic Power Company  
Japan*

**Patricia Wieland**  
*Deputy General Coordinator for Licensing and Control  
Head of the Division of Nuclear Installations  
Nuclear Energy National Commission  
Brazil*

### **Wednesday Afternoon Session**

**Noon – 1:30 p.m.**  
*Casablanca ND*

**Luncheon**

**1:30 p.m. – 2:30 p.m.**  
*Casablanca Ballroom E  
and South Hall*

**Plenary Session**

### **Panel of International Regulators**

**The Honorable Greta Joy Dicus**  
*Commissioner  
U.S. Nuclear Regulatory Commission*

**Cait Maloney**  
*Director General, Directorate of Nuclear Cycle and  
Facilities Regulation  
Canadian Nuclear Safety Commission  
Canada*

**The Honorable Dr. Junko Matsubara**  
*Vice Chairperson  
Nuclear Safety Commission  
Office of the Prime Minister  
Japan*

**The Honorable Paloma Sendin de Caceres**  
*Commissioner  
Consejo de Seguridad Nuclear  
Spain*

**3:00 p.m. – 4:30 p.m.**  
*Kenitra A*

### **Concurrent Breakout Sessions**

- **Technical Issue: International Approaches to HLW**

**Facilitator: Peggy Offerle**

**Sheila Hutchison**  
*Technical Manager, HA Liquor Evaporation & Storage  
British Nuclear Fuels, plc  
United Kingdom*

**Wednesday Afternoon Session (continued)**

**Se Moon Park**  
*Senior Researcher*  
*Nuclear Environment Technology Institute*  
*Korea*

*Kenitra B*

- **Industry Issue: Emission Allowances and Credits**

**Mary Quillian**  
*Manager, Environmental Programs*  
*Nuclear Energy Institute*

*Rabat A*

- **Technical Issue: Innovative Approaches to Training**

**Marcia Haines**  
*St. Lucie NIS Supervisor/Nuclear LMS Manager*  
*Florida Power & Light Company*

**Dr. Jo P. Magennis**  
*Nuclear Training Specialist*  
*Florida Power & Light Company*

*Rabat B*

- **External Issue: Radiation Technologies**

**Facilitator: Dawn Birmingham**  
*Radiation Engineering*  
*Peach Bottom Atomic Power Station*  
*Exelon Nuclear*

**Sunju Choi**  
*Research Scientist/Project Manager*  
*Korea Atomic Energy Research Institute*  
*Korea*

**Toshie Sasaki**  
*Senior Engineer*  
*Hitachi, Ltd.*  
*Japan*

**Carolyn Vandenberg**  
*Director, Marketing Food Irradiation*  
*MDS Nordion*

**4:30 p.m.**  
*Casablanca E & S*

**Closing Remarks and Group Photo**

**Thursday Morning – June 19**

**5:30 a.m.**  
*Rabat A & B*

**Yucca Mountain Tour**

**6:00 a.m.**

**Buses Depart—Curbside of the Straits**

## 附錄二

### 2003 年社區參與研討會和訓練議程





# Tuesday, July 22

Time	Ballroom Salon A	Ballroom Salon E	Bromley/Claypoole	Cook	Flower	Reynolds
12:30	Ballroom Salon B/C:	• Continental Breakfast				
1:30	Ballroom Salon C/D: Opening Plenary Session	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Welcome: Thomas M. Damm, Director, Office of Communications and Government Relations, U.S. EPA Region 3</li> <li>• Keynote Presentation: Lily Yeh, Founder and Director, The Village of Arts and Humanities</li> <li>• Conference Housekeeping: Pat Carey and Chris Tirpak, Conference Planning Co-chairs, U.S. EPA</li> <li>• Organize Open Time Sessions: Leslie Leahy, Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA</li> <li>• Explain Poster Sessions/Awards: Riti Dhesi, International City/County Management Association</li> </ul>				
0:15	Building Communities From the Inside Out: A Creative Leadership Group Perspective	Partnering with the Amish in the Octoraro Watershed	Opportunities for Partnering: Community-Based Relocation/Redevelopment	Community-Based Science: Partnering with a Community-Led Effort to Use Risk Science to Identify Priorities for Improving Local Air Quality	Opportunities for Small Communities to Be Involved in EPA Rulemaking	New Database Tool to Support Public Participation and Community Involvement
1:45	<i>Lunch (On Your Own)</i>					
1:15	Health Professionals' Roles in Community Involvement at Contaminated Sites	Tag Team: Collaborating with Academic Institutions for Valuable Research on a Limited Budget	Toxic Crab Outreach: Community Involvement In Crab Consumption Advisories	Community Involvement/ Public Outreach Tools, Techniques and Tips	Top Down or Bottom Up? ALLARM's Experience with Two Operational Models for Community Science	Empowering Communities to Use Local Resources to Reduce Infrastructure Project Costs
2:15	Break					
2:25	Open Time Sessions (See Registration Table for Topics and Room Assignments)					
2:20	Break					
2:30	Drums, Batons, and Sousaphones: Conducting Strategic Planning in the Oak Grove Community	Involving Communities to Develop a Community Involvement Plan: A Case Study of the Hudson River PCB Public Participation Project	Proactive Business and Industry Responses to Environmental Justice	Philly Livable Neighborhood Program: A Success Story in Behavior Change and Public Participation	Gasoline Spill Requires Intense Community Involvement	Societal, Cultural and Economic Impacts and the Superfund Process
2:30	Ballroom Salon B/C:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poster Session Sponsored By The International City/County Management Association (ICMA)</li> <li>• Networking Hour Hosted By U.S. EPA Region 3</li> <li>• Lights of Liberty Sound and Light Show (Meet in hotel lobby to walk to Independence National Historical Park)</li> </ul>				
2:00	Hotel Lobby:					
Field Trip: The Village of Arts and Humanities Starts at 2:25; Ends at 5:30 Meet in Ballroom Salons B/C at 2:25 prior to boarding a bus						



# Wednesday, July 23

Time	Ballroom Salon A	Ballroom Salon E	Bromley/Claypoole	Cook	Flower	Reynolds	Shippen
3:15	Ballroom Salon B/C: • Poster Session Sponsored By The International City/County Management Association (ICMA) • Continental Breakfast						
1:00	Opening Doors With Community-Based Outreach	Sustainability: Public Involvement as the Crucial Building Block	Cultural Outreach: Use of Mercury in Traditional Practices	Fair Process and Empowerment: What To Do If We Really Want Community Involvement in Site Cleanups	EPA's Response to National Emergencies: The Crisis Response Support Group, the ECOT, and Community Involvement-How They All Fit Together	How to Measure and Evaluate the Impact of Your Community Involvement Strategy	
1:00	Break						
1:15	<b>Ballroom Salon C/D: Plenary Session</b> • Open Time Proposals: Leslie Leahy, Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. EPA • Keynote Presentation: Connie Tucker, Executive Director, Southern Organizing Committee						
2:15	Lunch (On Your Own)						
3:30	Implementing Principles of Environmental Justice: A Los Angeles Regional Model	Moving Beyond Incentives: A Community Involvement Plan for the City of St. Louis	Collaborative Sustainability Planning at the Community and Watershed Levels	Meeting Community Involvement Challenges: A Success Story at the Navajo Nation EPA's Surface and Ground Water Protection Department	Philadelphia's Voluntary Retrofit Program for Diesels	Our Story: Using Stakeholder-Designed Web Sites to Facilitate Community Participation in Environmental Decision-Making	Field Trip: Cycles of Life: A Study of the Roles Communities and Rivers Play in Mutual Survival  Starts at 1:15; Ends at 5:30
3:30	Break						
3:45	Vision 2020 Project: Collaborative Partnerships to Achieve Improved Children's Health in Anniston, AL	*Are You Hiding From What You Don't Know?: Air Toxics Education for Five Unique Age Groups	When the Public Says, "Huh?" Writing to Improve Understanding	Involving the Community in the Superfund Redevelopment Process: Public Participation at Three Contaminated Sites	Civic Infrastructure: Building the Capacity for Effective Collaborative Environmental Problem-Solving	Enhancing Public Communication and Outreach Through the Use of Innovative Environmental Data Visualization Tools	Meet in Shippen at 1:15 for a presentation prior to boarding a bus
3:15							
3:45							
3:30-3:30	<b>Ballroom Salon C/D: • Taste of Philly Dinner/Show</b>						



# Thursday-Friday, July 24-25

Time	Ballroom Salon A	Ballroom Salon E	Bromley/Claypoole	Cook	Flower	Reynolds	Shippen
7:30	Ballroom Salon B/C: • Continental Breakfast						
8:30	Public Involvement and Environmental Justice in the South: New Challenges, New Partnerships	Involving Children with Special Needs in Environmental Health Education	Breaking the Mold: Two New Approaches to Reaching the Public	Sustainable Environment for Quality of Life (SEQL): The Charlotte Region's Integrated Environmental Initiative	Planning Together? The Community and the Urban Development Arena: Research Conclusions and Alternative Action Models	Measuring Success in Community Involvement: Information and Tools You Can Use	

Break

Open Time Sessions (See Registration Table for Topics and Room Assignments)

10:00	Break						
10:10	Open Time Sessions (See Registration Table for Topics and Room Assignments)						
11:00	<b>Ballroom Salon C/D: Closing Plenary Session/Buffer Lunch</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keynote Presentation: Larry Charles, Executive Director, ONE/CHANE</li> <li>• Presentation of Citizen Excellence in Community Involvement Award: Marylouise Uhlig, Associate Assistant Administrator, Office of Prevention, Pesticides, and Toxic Substances, U.S. EPA</li> <li>• Acceptance of Citizen Excellence in Community Involvement Award: Clintell Betts, Oak Grove Community Group</li> <li>• Presentation of Poster Awards: Riti Dhesi, International City/County Management Association</li> <li>• Closing Comments: Marylouise Uhlig, Associate Assistant Administrator, Office of Prevention, Pesticides, and Toxic Substances, U.S. EPA</li> </ul>						

1:00	Building Trust and Credibility with the Public: The Science of Communicating in Difficult Times	Getting in Step: A Pathway to Effective Outreach and Stakeholder Involvement in Your Community	EJ 101: Fundamentals of Environmental Justice	Moving from Community Involvement to Community Ownership: An Introduction to Community Study Circles as a Tool for Addressing Environmental Challenges	Introduction to Community Involvement	Media Relations Training	Air, Water, and Soil: Plain Language Environmental Writing
5:00	Continues on Friday	Continues on Friday	Continues on Friday	Four-Hour Course	Continues on Friday	Continues on Friday	Continues on Friday

Adjourn

# Friday, July 25

7:00	Ballroom Salon B/C: • Continental Breakfast						
8:00	Building Trust and Credibility with the Public: The Science of Communicating in Difficult Times	Getting in Step: A Pathway to Effective Outreach and Stakeholder Involvement in Your Community	EJ 101: Fundamentals of Environmental Justice	Adjourn			Air, Water, and Soil: Plain Language Environmental Writing
12:00	Adjourn						Adjourn

## 附錄三

第 226 次美國化學學會會議及研討會議程  
( 謹錄核化科技分組 )

# TECHNICAL PROGRAM

- 1:50 367. Discovery of Sch 444877, a potent, selective and orally active cyclic guanine PDE5 inhibitor. **Y. Wang**, S. Chackalamanni, A. Stamford, C. D. Boyle, Z. Hu, C. Lankin, J. Clader, R. Xu, T. Asberom, D. Pissamitski, W. Greenlee, S. Kurovski, S. Vernulapalli, J. Palamanda, M. Chintala, P. Wu, J. Myers, P. Wang
- 2:10 364. Novel small molecule agonists of the human calcitonin receptor. **D. J. Cowan**, A. L. Handlon, C. E. Hyman, M. H. Rabinowitz, A. Bhandari, R. F. Cox, L. A. Wolfe, M. Mebrahtu, A. A. Payne, G. Boncek
- 2:30 369. Withdrawn.
- 2:50 370. Design, synthesis and pharmacological evaluation of a novel class of potent, selective, orally active oxytocin receptor antagonists. **M. K. Schwarz**, A. Quattronani, P. Page, R. J. Thomas, A. Baxter, J. Dobais, V. Pomet, M. Malo, C. Mannino, D. Covini, P. Pittet, C. Jorand-Lebrun, D. Valognes, S. Halazy, A. Scheer, M. Missotten, G. Ayala, R. Cirillo, E. Gillio Tos, P. Marinelli, C. Giacchetti, C. Barberis, A. Chollet
- 3:10 371. Withdrawn.
- 3:30 372. From virtual screen to a first library: the search for a fatty acid synthase inhibitor. **K. Conde-Frieboes**, H. Thøgersen, C. E. Stødsen, J. M. Nielsen, O. H. Olsen, M. K. Bauer
- 3:50 373. Small-molecule modulation of read-through (SMMRT): Discovery of 2-phenoxyacetalanilides as in vivo promoters of dystrophin synthesis for the treatment of Duchenne muscular dystrophy. **R. G. Wilde**, S. W. Jones, H. Ren, H. Hu, B. A. Vining, R. L. DePinto, N. G. Almstead, E. M. Welch, J. Zhuo, W. J. Friesen, Y. Tomizawa, M. L. Weetall, J. Babiak, S. W. Peltz, H. L. Sweeney, E. R. Barton
- 4:10 374. Synthesis and structure activity relationships of a new class of highly selective  $\alpha_1$ -adrenoceptor antagonists derived from the antipsychotic Serindole. **T. Balle**, J. Perregaard, M. T. Ramirez, A. K. Larsen, K. K. Soboy, T. Liljefors, K. Andersen
- 4:30 375. Synthesis of [ $^{11}\text{C}$ ]-Celecoxib: A potential PET tracer for imaging COX-2 expression. **J. S. D. Kumar**, J. Prabhakaran, M. D. Underwood, R. V. Parsey, V. Arango, V. J. Majo, N. R. Simpson, J. Arcement, A. R. Cooper, R. L. Van Heertum, J. J. Mann

## Division of Nuclear Chemistry & Technology

S. C. Srivastava, Program Chair

### OTHER SYMPOSIA OF INTEREST:

**Biogeochemistry of Chelating Agents** (see ENVR, Sun, Mon, Wed)

**Targeting Chemical and Biological Warfare Agents** (see ENVR, Tue, Wed)

**Advanced Analytical Techniques for Homeland Security** (see ANYL, Tue)

**New Highlights in Scanning Electrochemical Microscopy** (see ANYL, Thu)

**Bioinorganic Chemistry** (see INOR, Sun, Mon)

**Medicinal Inorganic Chemistry** (see INOR, Tue, Wed, Thu)

**Targeting Protein-Protein Interactions** (see MEDI, Wed)

### Issues of Homeland Security: What Can Chemists Do? (see PRES, Thu)

**SOCIAL EVENTS:**  
**Executive Committee Meeting:** Sun  
**Social Hour:** Mon

**BUSINESS MEETING:** Mon

### SUNDAY MORNING

Section A

Javits Convention Center  
1A15/1A16

**Environmental Radioactivity and Low-background Radioactivity Monitoring in Service to the Society**  
**Homeland Security/Safeguards** Cosponsored with ANYL

K. W. Thomas, *Presiding*

S. C. Scarpitta, T. M. Semkow, G. J. Wozniak, and K. W. Thomas, *Organizers*

- 8:30 Introductory Remarks. S.C. Scarpitta.
- 8:40 1. Countering nuclear and radiological threats: Science and technology initiatives for consequence management and mitigation. **S. C. Scott**, T. Taylor, J. Canepa, N. Becker, B. Rees
- 9:10 2. The role of science & technology in homeland security. **M. D. Erickson**, A. Berne, A. R. Hutter, R. J. Larsen, H. N. Lee
- 9:35 3. Advanced detectors for interdiction of nuclear materials. **R. B. James**
- 10:00 4. A radiological monitoring network for homeland security. **C. G. Sanderson**, N. Latner, N. C. Chiu, B. J. Albert
- 10:25 Intermission.
- 10:35 5. Department of Homeland Security, Standards Program: Radiation measurements. **R. J. Bath**, H. A. Dockery, P. D. Greenlaw
- 11:00 6. Environmental sampling for safeguards: Verifying the absence of evidence. **S. Vogt**, D. Donohue, Y. Kuno
- 11:20 7. Multi-agency radiation survey and site investigation manual (MARSIM) supplements: Overview/development update. **C. Gogolak**, C. Petullo, K. Klawiter, V. Lloyd, R. Meck, H. Peterson, S. Doremus, D. Caputo, D. Alberth, G. Powers, A. Huffert, L. Fragoso, R. Bhat
- 11:40 8. Monitoring for airborne radioactivity using automotive air filters as collectors. **R. J. McDonald**, A. R. Smith, D. L. Hurley, E. B. Norman

### SUNDAY AFTERNOON

Section A

Javits Convention Center  
1A15/1A16

**Environmental Radioactivity and Low-background Radioactivity Monitoring in Service to the Society**  
**Regulatory/Gamma Spec** Cosponsored with ANYL

T. M. Semkow, *Organizer, Presiding*

S. C. Scarpitta, G. J. Wozniak, and K. W. Thomas, *Organizers*

- 1:30 9. Overview of results from NPL's environmental radioactivity comparison exercises. **S. M. Jerome**
- 1:55 10. Naturally occurring radioactive material (NORM) in Europe: An overview. **F. Schönhofer**
- 2:15 11. An overview of the multi-agency radiological laboratory analytical protocols (MARLAP) manual. **C. Gogolak**, J. Griggs
- 2:35 12. Traceability, equivalence and ISO 17025:1999. **S. M. Jerome**
- 2:55 13. Development of a mechanically-cooled high-purity germanium detection system for Homeland Security applications. **M. K. Schultz**
- 3:20 Intermission.
- 3:30 14. Ultra low background techniques applied on a grand scale. **H. S. Miley**

3:55 15. Low-background gamma spectroscopy of natural decay chain activity at the microBq/kg level. **G. Heusser**

4:20 16. Theoretical studies of background induction in HPGe gamma spectrometers. **P. Vojtyla**

4:45 17. Activity calculations in gamma-ray spectrometry. **M. A. Korun**

### MONDAY MORNING

Section A

Javits Convention Center  
1A15/1A16

**Environmental Radioactivity and Low-background Radioactivity Monitoring in Service to the Society**  
**Water/Monitoring** Cosponsored with ANYL

M. K. Schultz, *Presiding*

S. C. Scarpitta, T. M. Semkow, G. J. Wozniak, and K. W. Thomas, *Organizers*

- 9:00 18. Gamma spectrometry of environmental radioactivity with special emphasis to drinking water. **P. Parekh**, D. Haines, A. Bari, M. Torres, T. M. Semkow
- 9:25 19. Simultaneous determination of gross alpha, Ra-224, Ra-226, and Ra-228 activities in water using a single sample preparation procedure. **B. Parsa**, R. N. Obed, W. K. Nemeth, G. Suozzo
- 9:45 20. Drinking water analysis for radioactive substances - an LSC approach. **F. Schönhofer**
- 10:05 21. Characterisation of radioactive particles from different nuclear sources. **B. Salbu**, O. C. Lind, K. Janssens
- 10:30 Intermission.
- 10:40 22. Where is the "missing" plutonium? Interdiction radionuclide inventories, NE Irish Sea, UK. **D. G. Jones**, M. H. Strutt
- 11:00 23. Monitoring of airborne H-3, Be-7, I-131, and gross beta levels in New York. **M. E. Kitto**, E. M. Fielman, G. M. Hart, E. A. Gillen, S. E. Fielman
- 11:20 24. Withdrawn.
- 11:40 25. Multiple sorption sites for Cs-137 in SRS soils with hydroxy-interlayered vermiculite. **B. Kahn**, M. Goto, R. L. Rosson, J. M. Wampler, S. Serkiz

Section B

Javits Convention Center  
1A19/1A20

**Recent Developments in Targets and Chemistry for Isotope Production**  
Cosponsored with INOR

D. J. Schlyer, *Presiding*

L. F. Mausner and D. J. Schlyer, *Organizers*

- 9:00 26. Challenges encountered in re-establishment of radionuclide production at MSKCC. **R. D. Finn**
- 9:30 27. Target development for the 100 MeV Isotope Production Facility at LANL. **F. M. Nortier**, R. C. Heaton, J. W. Lenz, E. J. Peterson, D. R. Phillips
- 10:00 28. Processing of stable isotopes produced in the plasma separation process. **T. S. Bigelow**, F. J. Tarallo, L. H. Cundy, N. R. Stevenson
- 10:30 Intermission.
- 10:50 29. Photoneutron production of medically significant radionuclides. **H. A. Moore**, R. Testa, R. Block, N. Bobeck, Y. Danon
- 11:20 30. Double layer target for the simultaneous production of Co-57 and Cd-109 with high intensity protons. **L. F. Mausner**, E. Bars, J. C. Hock, J. Carty
- 11:40 31. Current research into reactor production of medical radioisotopes at the University of Missouri. **G. J. Ehrhardt**, A. R. Ketting, C. S. Cutler

### MONDAY AFTERNOON

Section A

Javits Convention Center  
1A15/1A16

**Environmental Radioactivity and Low-background Radioactivity Monitoring in Service to the Society**  
**Monitoring/Mass Spec/Methods** Cosponsored with ANYL

M. E. Kitto, *Presiding*

S. C. Scarpitta, T. M. Semkow, G. J. Wozniak, and K. W. Thomas, *Organizers*

- 1:30 32. Plutonium reduction on synthetic magnetite (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) and hematite ( $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). **B. A. Powell**, R. A. Field, D. I. Kaplan, J. T. Coates
- 1:50 33. Behavior of Sr-90 in a seasonally-anoxic lake at the Savannah River Nuclear Site. **M. K. Schultz**, B. Burnett, T. G. Hinton, J. J. Alberts, N. Bores, M. Takacs, G. Kim
- 2:10 34. Mobility and containment of Thorium-232 in soil at a military training site. **A. J. Bednar**, S. L. Larson, D. Gent, J. Gilmore, P. Malone, C. Weiss, C. Christodoulatos, R. Manis, D. Dematas
- 2:30 35. Determination of low-level radionuclides in environmental samples by mass spectrometry at the Savannah River Technology Center. **D. M. Beale**
- 2:55 36. Advances in low level actinide measurements by ion chromatography inductively coupled plasma mass spectrometry (IC-ICPMS). **W. Hang**, L. W. Zhu, C. Mahan
- 3:15 Intermission.
- 3:25 37. Improvements for environmental and forensics measurements using multiple ion counters in isotope ratio mass spectrometry. **S. Richter**, P. V. Croatto, P. Mason, S. A. Goldberg, R. Essex, R. Thomas, H. Schwieters, T. Luetzeler
- 3:45 38. Low-level liquid scintillation spectrometry in environmental monitoring. **F. Schönhofer**
- 4:10 39. Rapid analytical technique to identify alpha emitting isotopes in water, air-filters, urine and solid matrices using a Frisch grid detector. **S. C. Scarpitta**, R. P. Miltenberger, N. Carte
- 4:30 40. Understanding the gross alpha calibration curve. **H. W. Jeter**
- 4:50 41. Gross alpha and beta radioactivity detection in water for emergency response. **T. M. Semkow**, P. P. Parekh, A. Bari, D. K. Haines, H. Gao, A. N. Bolden

Section B

Javits Convention Center  
1A19/1A20

**Recent Developments in Targets and Chemistry for Isotope Production**  
Cosponsored with INOR

L. F. Mausner, *Organizer, Presiding*

D. J. Schlyer, *Organizer*

- 1:30 42. Gas density distribution in gaseous targets. **D. J. Schlyer**, J. R. Dahl, M. J. Schueler, R. A. Femier, M. Firuzbakhsh, B. Wieland, S. Heselius
- 2:00 43. Design considerations for high purity gas targets: Part II. **K. Buckley**, S. Lapi, J. Publicover, T. J. Ruth, S. Jvan
- 2:30 44. Chemical separation of Pd-103 from irradiated rhodium targets. **K. L. Kotsky**, B. L. Zhuikov
- 2:50 45. Copper-64 labeled RGD peptide for PET imaging of tumor angiogenesis. **X. Chen**, J. R. Bading, P. S. Conti
- 3:10 Intermission.

**Photographing of slides and/or taping of talks is prohibited unless permission is obtained from individual presenters.**

- 3:30 **46.** Producing the radionuclide I-123 for needs of nuclear medicine. **S. Kushnazarov, U. Asatov**
- 3:50 **47.** Reactor production of high specific activity platinum-195m for therapeutic applications. **S. Mirzadeh, M. Du, A. L. Beets, F. F. Knapp Jr.**
- 4:20 **48.** Rh-105 complexes of hydroxymethylphosphines as potential therapeutic radiopharmaceuticals. **S. S. Jurisson, D. V. Papagiannopoulou, H. Engelbrecht, R. Kannan, C. Cutler, T. Hoffman, K. V. Katti**

**TUESDAY MORNING**

Section A

Javits Convention Center  
1A15/1A16

**Environmental Radioactivity and Low-background Radioactivity Monitoring in Service to the Society**  
**Environmental Radioactivity Cosponsored with ANYL**

**S. C. Scarpitta, Organizer, Presiding**

**T. M. Semkow, G. J. Wozniak, and K. W. Thomas, Organizers**

- 8:30 **49.** Radioactivity as tracer of environmental processes. **C. Papastefanou**
- 8:55 **50.** Climatic and geologic controls on the distribution and variability of radionuclides in rocks, soil, water, and air. **L. C. S. Gundersen**
- 9:20 **51.** Natural radionuclides in surface soils in Ra-rich areas, NE Estonia. **E. Realo, K. Realo**
- 9:40 **52.** Radon and radium isotopes as tracers in the coastal ocean. **W. C. Burnett**
- 10:05 **Intermission.**
- 10:15 **53.** Natural radioactivity for parts of the United States and Canada. **J. S. Duval, J. M. Carson, P. B. Holman, A. G. Darnly**
- 10:35 **54.** Primordial radionuclides in the environs of Simpsonville/Fountain Inn, South Carolina. **A. M. Sorefan, B. A. Powell, L. D. Hughes, M. Wall, T. A. DeVol**
- 10:55 **55.** Supported and unsupported 210-Pb fractions in U/Ra-rich soils of NE Estonia. **K. Realo, E. Realo**
- 11:15 **56.** Anomalously high levels of uranium and other naturally occurring radionuclides in private wells supplies near Simpsonville, South Carolina. **L. D. Hughes, T. A. DeVol, B. A. Powell, A. M. Sorefan, D. A. Falta**
- 11:35 **57.** Characterization of Deinococcus radiodurans for actinide precipitation. **C. S. Gong, K. Bjornstad, E. Blakely, J. D. Keasing, H. Nitsche**

Section B

Javits Convention Center  
1A19/1A20

**Additional Aspects of Nuclear Chemistry**

**S. C. Srivastava, Organizer, Presiding**

- 8:30 **58.** Use of a digital signal processing system for neutron inelastic gamma ray spectroscopy. **S. Mitra, L. Wielopolski, G. R. Hendrey**
- 8:50 **59.** Over two decades of Kr-85 measurements in Gent, Belgium: Comparison with emission inventories. **T. De Clerck, G. Eggemont, A. Poffijn**
- 9:10 **60.** Precipitation of barium/strontium nitrates during reprocessing of spent nuclear fuels. **M. J. Quayle, T. R. Ward**
- 9:30 **61.** Studies on the role of silicate complexes in the migration of radionuclides in environment. **D. K. Singh, G. R. Choppin**
- 9:50 **62.** Disposal of a legacy americium/curium solution. **T. B. Peters, D. T. Hobbs**
- 10:10 **63.** Gas generation mechanisms in Pu metal bearing DOE-STD-3013-2000 containers. **W. J. Crooks III, D. Spearing**
- 10:30 **Intermission.**
- 10:40 **64.** Withdrawn.
- 10:50 **65.** Sorption modeling of strontium, plutonium, uranium, and neptunium on monosodium titanate (MST). **F. F. Fondeur, D. T. Hobbs, S. D. Fink**
- 11:10 **66.** Structure and the origins of ion exchange selectivity in tunnel type titanium silicates. **A. Clearfield, A. Tripathi, D. Medvedev, X. Ouyang**
- 11:30 **67.** Spectroscopic study of uranium-doped

**TUESDAY AFTERNOON**

Section A

Javits Convention Center  
1A15/1A16

**Environmental Radioactivity and Low-background Radioactivity Monitoring in Service to the Society**  
**Radon/Models Cosponsored with ANYL**

**W. C. Burnett, Presiding**

**S. C. Scarpitta, T. M. Semkow, G. J. Wozniak, and K. W. Thomas, Organizers**

- 1:30 **68.** Progress in mapping radon flux and its variation over the Earth's surface. **S. D. Schery**
- 1:55 **69.** Iowa radon lung cancer study: Exposure assessment. **R. W. Field, C. F. Lynch, D. J. Steck, B. J. Smith, C. P. Brus, J. S. Neuberger, R. F. Woolson, E. F. Fisher, C. E. Platz, R. A. Robinson**
- 2:20 **70.** Passive integrating monitor for measuring radon and thoron fluxes from soils. **W. Zhuo, T. Iida, M. Furukawa, S. Tokonami, Y. Yamada**
- 2:40 **71.** Radon occurrence in New York State. **M. E. Kitto, J. G. Green**
- 3:00 **72.** The contribution of complex nuclei to the effective dose of air crew at flight levels greater than 40,000 feet. **E. Felsberger, K. O'Brien**
- 3:20 **Intermission.**
- 3:30 **73.** "Geo-aerosols": A macroscopic quantum effect? **R. F. Holub, P. K. Smrz, B. D. Honeyman, P. Hopke, J. Hovorka, M. G. Reimer**
- 3:55 **74.** Limits of detection in the third millennium. **S. M. Jerome**
- 4:15 **75.** Bounds for confidence intervals for paired counting when there is uncertainty about the expected blank count. **W. E. Potter**
- 4:35 **76.** Relationship between the radioactive decay law and nuclear statistics. **T. M. Semkow**

**WEDNESDAY MORNING**

Section A

Javits Convention Center  
1A15/1A16

**Environmental Management Science Program on Nuclear Waste Management Characterization, Monitoring, and Analysis Techniques Cosponsored with ANYL**

**M. Connolly, Presiding**

**T. Zachry, Organizer**

- 8:30 **Introductory Remarks.**
- 8:40 **77.** Fluorophores as chemosensors for S<sup>2+</sup> and Cs<sup>+</sup> based on calix[4]arenes and coumarin reporter groups. **G. Gorczycki, G. M. Brown, P. V. Bonnesen**
- 9:00 **78.** A new method for in situ characterization of important actinides via surface-enhanced Raman spectroscopy (SERS). **S. Dal, L. Bao, S. M. Mahurin**
- 9:20 **79.** Microchip analysis of toxic metal ions in support of DOE's EMSP. **G. E. Collins, Q. Lu, G. Deng**
- 9:40 **80.** Development of advanced electrochemical emission spectroscopy for monitoring corrosion in simulated DOE liquid waste. **D. D. Macdonald, B. Marx, B. Soundararajan, M. Smith, S. Ahn, J. Liu**
- 10:00 **Intermission.**
- 10:25 **81.** Glass melt emissivity, viscosity, and foaming monitoring with millimeter-waves. **P. P. Woskov, S. K. Sundaram, W. E. Daniel, K. Hadidi, L. Bromberg, D. Miller, L. A. Rogers**
- 10:45 **82.** Acoustic monitor for solid-liquid slurries measurements at low weight fractions. **L. L. Tavlarides, O. Shcherbakov, E. Dievendorf, A. Sangani**
- 11:05 **83.** Measurement of the particle size of a slurry using ultrasonic diffraction grating spectroscopy. **M. S. Greenwood, A. Brodsky, L. Burgess, L. J. Bond**
- 11:25 **84.** Novel chemical detection strategies for TCE and PCE. **A. C. R. Pipino**
- 11:45 **Concluding Remarks.**

**WEDNESDAY AFTERNOON**

Section A

Javits Convention Center  
1A15/1A16

**Environmental Management Science Program on Nuclear Waste Management Separations Chemistry and Technology**  
**Cosponsored with ANYL**

**R. Hirsch, Presiding**

**T. Zachry, Organizer**

- 1:30 **Introductory Remarks.**
- 1:40 **85.** Novel fission-product separation based on room-temperature ionic liquids. **H. Luo, S. Dai**
- 2:00 **86.** Supercritical fluid extraction of radionuclides - A green technology for nuclear waste management. **C. M. Wai**
- 2:20 **87.** Fundamental chemistry of the universal extractant (UNEX) for the simultaneous separation of major radionuclides (cesium, strontium, actinides, and lanthanides) from radioactive wastes. **R. S. Herbst, D. R. Peterman, T. A. Luther, V. A. Babain, I. V. Srimov, E. S. Stoyanov**
- 2:40 **88.** Next generation extractants for cesium separation from High-Level Waste: From fundamental concepts to site implementation. **P. V. Bonnesen, N. L. Engle, M. G. Gorbunova, T. J. Haveflock, B. A. Tomkins, E. Bazelaire, L. H. Delmau, B. A. Moyer**
- 3:00 **Intermission.**
- 3:25 **89.** Supramolecular chemistry of environmentally relevant anions. **K. Bowman-James, B. A. Moyer, J. L. Sessler**
- 3:45 **90.** Exploiting ultra tight-binding ligands for separations technologies. **D. Busch, R. S. Givens, X. Zuo, C. Zhang, D. Mosh, J. Lee, K. M. Bushan, M. M. Hassan, G. Loving**
- 4:05 **91.** Organofunctional sol-gel materials for toxic metal separation. **H. Im, T. L. Yost, Y. Yang, J. M. Bramlett, X. Yu, B. C. Fagan, L. R. Allain, T. Chen, Z. Xue, C. E. Barnes, S. Dai, L. E. Rucker, M. J. Sepaniak**
- 4:25 **92.** Application of ionic liquid technologies to nuclear separations. **H. Im, T. L. Yost, J. D. Holbrey, S. K. Spear, K. E. Gutowski, N. J. Bridges, V. A. Cocalia, R. P. Swatoski**
- 4:45 **Concluding Remarks.**

**THURSDAY MORNING**

Section A

Javits Convention Center  
1A15/1A16

**Environmental Management Science Program on Nuclear Waste Management Facility Inspection, Decontamination, & Decommissioning; Materials Science**  
**Cosponsored with ANYL**

**E. Berkey, Presiding**

**T. Zachry, Organizer**

- 8:30 **Introductory Remarks.**
- 8:40 **93.** Serpentine robots for inspection tasks. **H. Choset**
- 9:00 **94.** Investigation of nanoparticle formation during surface decontamination and characterization by pulsed laser. **M. Cheng, D. Lee, B. Gu**
- 9:20 **95.** Plasma technologies for detection and removal of transuranic elements from contaminated sites. **X. Yang, S. Babayan, M. Moravej, G. Nowling, R. Hicks**
- 9:40 **96.** Development of biodegradable isosaccharinate-containing foams for decontamination of actinides. **D. Rai, L. Rao, R. C. Moore, N. J. Hess, M. D. Tucker**
- 10:00 **Intermission.**
- 10:25 **97.** Recent progress in the development of supercritical carbon dioxide-soluble metal ion extractants: Aggregation, extraction, and solubility properties of silicon-substituted alkylendiphosphonic acids. **M. L. Dietz, D. R. McAlister, D. C. Stepinski, P. R. Zalupski, J. A. Dzielawa, R. E. Barrans, J. N. Hess, A. V. Rubas, R. Chiarizia, C. M. Lubbers, A. M. Scurto,**

- 10:45 **98.** Radiation effects in zeolites and clays for the sorption and release of radionuclides during transport through the geosphere. **L. Wang, R. C. Ewing, K. F. Hayes**
- 11:05 **99.** Impact of spent fuel alteration phases on neptunium mobility in Yucca Mountain. **P. C. Burns**
- 11:25 **100.** New metal niobate and silicotitanate ion exchangers: Development and characterization. **Y. Su, L. Li, T. M. Nenoff, M. Nyman, A. Navrotsky, H. Xu**
- 11:45 **Concluding Remarks.**

**Issues of Homeland Security: What Can Chemists Do?** Cosponsored with PRES

**THURSDAY AFTERNOON**

Section A

Javits Convention Center  
1A15/1A16

**Environmental Management Science Program on Nuclear Waste Management Modeling and Waste Treatment Chemistries**  
**Cosponsored with ANYL**

**P. Wang, Presiding**

**T. Zachry, Organizer**

- 1:30 **Introductory Remarks.**
- 1:40 **101.** Modeling the chemistry in high-level waste tanks: Effects of radiation and heat on waste simulants. **D. M. Camaioni, M. Dupuis, T. Autrey, W. J. Shaw, D. Meisel, I. Carmichael, D. M. Chipman, G. L. Hug, J. Bentley**
- 2:00 **102.** Modified associate species thermochemical model of high-level nuclear waste glass compositions. **T. M. Besmann, N. Kulkarni, K. E. Spear, J. D. Vienna**
- 2:20 **103.** Increasing safety of aging high-level radioactive waste storage tanks. **E. D. Steffler, F. A. McClintock, R. L. Williamson, W. R. Lloyd, J. H. Jackson**
- 2:40 **104.** Development of an aqueous thermo dynamic model for the Tc(IV) - Na<sup>+</sup> - OH<sup>-</sup> - H<sub>2</sub>O - gluconate system under basic conditions: Implications for HLW pretreatment at the Hanford Site. **N. J. Hess, Y. X. Xia, A. R. Felmy**
- 3:00 **Intermission.**
- 3:25 **105.** Behavior of technetium in alkaline solution: Identification of nonperoxytchnetate species in Hanford waste tanks. **W. W. Lukens Jr., D. K. Shuh, N. C. Schroeder, K. R. Ashley**
- 3:45 **106.** Precipitation of aluminum containing species in tank wastes. **S. V. Mattigod, D. T. Hobbs, K. E. Parker, D. E. McCreedy, L. Wang**
- 4:05 **107.** Speciation, dissolution, and redox reactions of chromium relevant to pretreatment and separation of high-level wastes. **D. Rai, L. Rao, S. B. Clark, N. J. Hess**
- 4:25 **108.** Actinides in Hanford tank waste simulants: chemistry of selected species in oxidizing alkaline solutions. **K. L. Nash, I. Laszak, M. Borkowski, M. Hancock, L. Rao, W. A. Reed**
- 4:45 **Concluding Remarks.**

**Division of Organic Chemistry**

**L. McElwee-White, Program Chair**

**SOCIAL EVENTS:**  
**Cope/Cope Scholar Award Reception:** Tue  
**Social Hour:** Sun  
**Tetrahedron Prize Reception:** Mon

**BUSINESS MEETING:** Sun

**The Committee on Meetings & Expositions requests that there be no smoking in meeting rooms or committee meetings.**