

出國報告（出國類別：開會）

參加 2011 年台美雙邊技術交流會議暨參訪美國 能源部國家核子安全局(NNSA)等所屬機構

服務機關：行政院原子能委員會

出國人 職稱：副主任委員、處長、科長、科長、簡任技正

姓名：謝得志、陳宜彬、張欣、侯榮輝、趙衛武

出國地區：美國

出國期間：100 年 4 月 30 日至 100 年 5 月 15 日

報告日期：100 年 6 月 30 日

摘 要

我國與美國核能安全的交流合作向來是原子能委員會 (AEC) 的工作重點，自 2003 年起每年輪流在美國及台灣召開雙邊技術交流會議 (Bilateral Technical Meeting, BTM)，由原能會與美國核能管制委員會 (NRC) 間輪流主辦，討論核能管制實務及分享管制經驗，並增進雙方之合作關係，進而達到提升國內核能安全之目的，今年的會議是在美國核管會位於華盛頓的總部舉行。由於今年 3 月 11 日在日本福島第一核電廠因地震引發海嘯而破壞電力及冷卻功能，造成三部機組爐心部分熔毀及燃料池可能亦受損的嚴重核子事故，此事件引起國際關注，美國核管會也派遣人員親往日本進行資料蒐集及研判，而我國因為福島事件的發生也已展開核能電廠總體檢的作業，故今年會議特別增加一項台美雙方對此事件的因應作為，且代表團領隊的層級提升到副主任委員，率領團員 10 人，涵蓋原能會、核能研究所、台電公司、清華大學等核能各界從業人員，原能會駐美黃秘書亦全程陪同參與，表示原能會對本次台美交流合作的重視。此外，謝副主委於會議期間，會晤美國核管會主席 Gregory Jaczko 及 William Magwood, Kristine Svinicki, William Ostendorff 等三位委員，針對福島事件因應作為、緊急計畫應變區、用過燃料池安全、核安文化、美國能源政策、第四代反應器發展現況等議題廣泛交換意見，並強調未來持續合作交流的重要性。

本次訪問期間另一項重點是拜訪美國能源部國家核子安全局 (NNSA)，尤其在日本福島事件發生後，NNSA 位於華盛頓總部的緊急應變中心便展開全天候的運作，並派出人員及器具至日本當地執行空中及地面偵測，並能透過衛星網路傳送訊息並分析放射性物質外釋的狀況，以便及時掌握福島電廠及其周圍環境的狀況。美方基於全球核能安全合作的概念，也樂於與包括我國在內的核能使用國家，建立夥伴合作關係，故除了總部之外，本次也邀請我國參訪團至拉斯維加斯、舊金山等區域性的設施參觀。參訪團拜訪美國能源部期間，也抽空與前核管會委員，現任核能部門助理國務卿的 Peter Lyons 會談，交換雙方所共同關切的核能安全及能源發展相關議題，以增進兩國的瞭解與合作。

目次

摘要	i
壹、目的	1
貳、行程	2
參、過程紀要.....	3
一、參加2011年第九屆台美雙邊技術交流會議.....	3
二、拜訪美國核管會主席 Gregory Jaczko 等人.....	20
三、拜訪美國能源部助理國務卿 Peter Lyons.....	23
四、拜訪美國國家核子安全局(NNSA)緊急應變中心.....	25
五、參訪 Remote Sensing Laboratory 及內華達試驗場.....	28
六、參訪 Lawrence Livermore National Laboratory	31
肆、心得與建議.....	38
附圖 1 2011 第九屆台美雙邊技術交流會議簡報情形	
附圖 2 2011 第九屆台美雙邊技術交流會議討論情形	
附圖 3 拜訪美國 NRC 主席 Gregory Jaczko 後合影	
附圖 4 拜訪美國 NRC 委員 William Magwood 後合影	
附圖 5 拜訪美國 NRC 主席 Kristine Svinicki 後合影	
附圖 6 拜訪美國 NRC 委員 William Ostendorff 後合影	
附圖 7 拜訪美國能源部助理國務卿 Peter Lyons 後合影	
附圖 8 拜訪國家核子安全局後合影	

附圖 9 拜訪內華達試驗場後合影

附圖 10 拜訪 LLNL 國家實驗室 NIF 後合影

附件一 2011 年第九屆台美雙邊技術交流會議雙方代表名單

附件二 2011 年第九屆台美雙邊技術交流會議議程

附件三 2011 年第九屆台美雙邊技術交流會議總結

附件四 參訪國家核子安全局(NNSA)等所屬機構行程

附件五 與 DOE 有關的輻射/核子事故緊急應變部會

附件六 DOE/NNSA 輻射/核子事故緊急應變團隊

附件七 Watch Office 緊急通報架構圖

附件八 2011 台美雙邊緊急管理合作交流會議紀錄

壹、目的

我國與美國核能安全的交流合作向來是原子能委員會（AEC，以下簡稱原能會）的工作重點，在台美民用核能合作會議（AIT-TECRO Civil Nuclear Cooperation Meeting）「核安管制與技術研究」工作分組合作項目編號 AE-IN-TP-NR-S1 之內容中，協議自 2003 年起每年輪流在美國及台灣召開雙邊技術交流會議(Bilateral Technical Meeting, BTM)，由原能會與美國核能管制委員會（NRC，以下簡稱核管會）間輪流主辦，討論核能管制實務及分享管制經驗，並增進雙方之合作關係，進而達到提升核能安全之目的。由於今年 3 月 11 日在日本福島第一核電廠因地震引發海嘯而破壞電力及冷卻功能，造成三部機組爐心部分熔毀及用過燃料池內燃料可能亦受損的嚴重核子事故，此事件引起國際關注，美國核管會也派遣人員親往日本進行資料蒐集、研判及提供必要技術支援，而我國因為福島事件的發生也已展開核能電廠總體檢的作業，故今年會議特別增加一項台美雙方對此事件的因應作為，且代表團領隊的層級提升到副主任委員，率領團員 10 人，涵蓋原能會、核能研究所、台電公司、清華大學等核能各界從業人員，原能會駐美黃秘書亦全程陪同參與(名單如附件一)，表示原能會對本次台美交流合作的重視。此外，謝副主委於會議期間，會晤美國核管會主席 Gregory Jaczko 及 William Magwood, Kristine Svinicki, William Ostendorff 等三位委員，針對福島事件因應作為、緊急計畫應變區、用過燃料池安全、核安文化、美國能源政策、第四代反應器發展現況等議題廣泛交換意見，並強調未來持續合作交流的重要性。

本次訪問期間另一項重點是拜訪美國能源部國家核子安全局(NNSA)，福島事件發生後，NNSA 位於華盛頓的緊急應變中心便展開全天候的運作，並派出大批人員及器具至日本當地，配合駐日美軍執行空中及地面偵測，並能透過衛星網路傳送訊息並分析放射性物質外釋的狀況，以便及時掌握福島電廠及其周圍環境的狀況。美方基於全球核能安全合作的概念，也樂於與包括我國在內的核能使用國家，建立夥伴合作關係，故除了總部之外，本次也邀請我國參訪團至拉斯維加斯、舊金山等區域性的設施參觀。參訪團拜訪美國能源部期間，也抽空與前核管會委員，現任核能部門助理國務卿的 Peter Lyons 會談，交換雙方所共同關切的核能安全及能源發展相關議題，以增進兩國的瞭解與合作。

貳、行程

此次訪美公差行程，謝副主委係自 100 年 5 月 1 日至 5 月 15 日計 15 天，核能管制處陳宜彬處長自 100 年 5 月 1 日至 5 月 13 日計 13 天，張欣科長自 100 年 5 月 1-7 日及 13-14 日計 9 天，趙衛武技正自 100 年 4 月 30 日至 5 月 15 日止共計 16 天，核能技術處侯榮輝科長自 100 年 5 月 3 日至 5 月 15 日計 13 天詳細行程如下：

行程				公差地點		工作內容	
月	日	星期	地點		國名		地名
			出發	抵達			
4	30	六	台北	洛杉磯	美國	洛杉磯	去程(註5)
5	1	日	洛杉磯	華盛頓	美國	華盛頓	去程(註5)
			台北	舊金山	美國	舊金山	去程(註1-3)
5	2	一			美國	華盛頓	準備台美雙邊技術交流會事宜(註5)
			舊金山	華盛頓	美國	華盛頓	去程(註1-3)
5	3	二			美國	華盛頓	參加台美雙邊技術交流會(註1-3,5)
			台北	洛杉磯	美國	洛杉磯	去程(註4)
5	4	三			美國	華盛頓	參加台美雙邊技術交流會(註1-3,5)
			洛杉磯	華盛頓	美國	華盛頓	去程(註4)
5	5	四			美國	華盛頓	參加台美雙邊技術交流會(註1-3,5)
5	6	五			美國	華盛頓	訪問美國核子安全局(註1-5)
5	7~8	六~日	華盛頓	拉斯維加斯	美國	拉斯維加斯	路程及資料整理(註1,2,4,5)
5	9~11	一~三			美國	拉斯維加斯	參訪 RSL 實驗室及內華達試驗場(註1,2,4,5)
5	12	四	拉斯維加斯	舊金山	美國	舊金山	參訪 LLNL 國家實驗室(註1,4,5)
			拉斯維加斯	洛杉磯	美國	洛杉磯	返程(註2)
5	13	五			美國	舊金山	參訪 LLNL 國家實驗室(註1,4,5)
			洛杉磯	台北			返程(註2)
5	14~15	六~日	舊金山	台北			返程(註1,4,5)

註 1:謝副主委 註 2:陳宜彬處長 註 3:張欣科長 註 4:侯榮輝科長 註 5:趙衛武技正

參、過程紀要

一、參加 2011 年第九屆台美雙邊技術交流會議

台美雙邊技術交流會議係由台美雙方輪流主辦，2011 年之第九屆台美雙邊技術交流會議輪到由美方主辦，在美國華盛頓特區之核能管制委員會總部及 Marriott Hotel 舉行，(雙方的主要代表與議程資料詳如附件一、二)，雙方就相關議題進行簡報及討論。

本次 BTM 會議討論之重點包括：管制作業現況(Overview of Recent Regulatory Activities)、對日本福島核災之反應(Response to Events in Japan)、Degradation of Boral in Spent Fuel Pools at Chinshan and Kuosheng、原能會對龍門核電廠執照申請審查及各項視察作業(Licensing and Inspection Activities at Lungmen, AEC)、用過燃料池臨界分析之發現(Findings from Spent Fuel Pool Criticality Analysis, AEC)等各主要議題。

會議期間，雙方共提出 21 篇報告，其中我方提出 13 篇報告，主題如下：

1. 台灣近期核能管制措施與核電廠運轉經驗概述 (Overview of Recent Regulatory Activities and Operating Experience in Taiwan)
2. AEC 對日本福島核災之反應 (Response to Fukushima, AEC)
3. 台電公司核電廠 2010 年營運實績介紹(The Performance of Taipower's NPPs in 2010)
4. 金山、國聖電廠用過核燃料池 Boral 耗損現況(Degradation of Boral in Spent Fuel Pools at Chinshan and Kuosheng, AEC)
5. 龍門電廠數執照審查與視察現況報告(Licensing and Inspection Activities at Lungmen, AEC)
6. 用過核燃料池臨界分析結果(Findings from Spent Fuel Pool Criticality Analysis, AEC)
7. 龍門電廠建廠進度與試運轉測試現況報告(Progress on Construction and Testing at Lungmen, TPC)
8. 龍門電廠(組件/管路震動與蒸汽乾燥器...等)試運轉測試現況(Preoperational and startup testing of ABWR in Lungmen station related to component/piping

vibration, thermal expansion and stratification measurements and the pre-op testing of the steam dryers)

9. 反應器內部震動監測議題討論 (Reactor internal vibration monitoring data/issues, TPC)
10. 龍門電廠耐震性偵測設備檢定計畫(Lungmen station seismic equipment qualification program (specifically related to hard rock high frequency issues), AEC)
11. 金山 2 號機地板龜裂導致地面滲水問題討論(Basemat cracking with groundwater seepage of Chinshan Unit 2, AEC)
12. 馬鞍山電廠圍阻體預力混凝土龜裂問題討論(Cracking in pre-stressed concrete containment vessel of Maanshan Plant, AEC)
13. 金山電廠用過核燃料池洩漏偵測器曾出現警報問題討論(Leakage system alarmed in spent fuel pool of Chinshan plant, AEC)

美方亦相對提出 8 篇報告供我方討論研參，內容涵概美國最近核能管制現況、對日本福島核災之反應及與我方簡報議題相對應之報告，相關主題如下：

1. 美國近期核能管制措施與核電廠運轉經驗概述 (Overview of Recent Regulatory Activities and Operating Experience in the US)
2. 美國對日本福島核災之反應(Response to Fukushima, NRC)
3. NRC 人資部門簡介 New Staff Program (Virtual Tour Demonstration),
4. NRC 安全文化宣言(Current Status of the Final Safety Culture Policy Statement, NRC)
5. 核電廠易受破壞之弱點及防範建議 B.5.b Discussions
6. 用過核燃料池 Boral 耗損現況(Degradation of Boral in Spent Fuel Pools, NRC)
7. 替代輻射源項(AST)的應用(Application of Alternative Source Term Methodology)
8. 用過核燃料池臨界安全相關議題(Current Safety Issues on Spent Fuel Pool Criticality, NRC)

由於討論議題廣泛，故以下針對重點事項摘要敘述雙方於本次 BTM 會議提出的簡報與交流重點：

(一) 管制作業現況 (Overview of Recent Regulatory Activities)

美國管制作業現況 (美方由核能管制署的 Steve Dinsmore 先生主講)

1. 管制資訊會議:今年度會議計有 32 國 3600 人註冊,42 項技術討論、29 項 POSTER 及 4 項參訪計畫。
2. 執照更新申請(LRA): 共計 104 座運轉中核電廠(69 PWRs, 35 BWRs)其中 66 個機組完成評估, 另 11 座正在評估, 預計 2012 年提出 Part 51 之最終規則 (Rule)。
3. 在數位儀控方面: NRC 成立了指導委員會與 7 個任務工作小組, 並以暫行幕僚指引(ISG)的方式供幕僚依循, 審查電廠在數位儀控方面的相關申請, 已完成 ISG6 與 ISG7, 另對 Diablo Canyon 電廠進行先導評估。
4. 功率提昇:計核准 135 個功率提昇案(估計增加 5810 MWe), 目前仍有 13 個正評估中(估計可再增加 1461 MWe), 至 2015 估計仍有超過 36 個申請案。
5. 一般性通訊(Generic Communication) : 討論了運轉員實績包括核反應度管理、燃料貯存、臨界安全分析之保守性不足、日本核電廠之地震後效應與不正確的資料收集模組引發錯誤的臨界警報評估訊號...等
6. NFPA 805 進度評估: 美國核管會目前相關防火法規皆為規格式法規, 在設計上缺乏彈性, 既有電廠也經常產生不易改善之相關困擾。NFPA 805 為性能式標準, 利用性能的方式達到與規格式法規同等或同等以上之標準。2004 年美國核管會修訂 10CFR 50.48, 允許引用 NFPA 805 作為替代防火規定。核能電廠得自願性選擇是否引用 NFPA 805。NRC 在此次簡報中說明了歷年相關 SECY 的修訂、實施所面對之挑戰。
7. PART 26 法規制定: NRC SRM 要求其人員(Staff)完成一項最終直接的規則, 提出完整的實施指引
8. PWR Sump strainer: NRC 同意以風險告知的方式處理 PWR Sump strainer 議題。利害關係人(stakeholder)與 Staff 同意進行爐內效應測試, 預計 2011 年完成測試, 並於每 6 個月向 Commission 助理提出報告, 預計 2012 年提出最終報告。

我國核能安全管制作業現況由原能會核管處趙衛武博士報告, 目前管制重點如下:

1. 金山核能一廠(延壽)執照更新申請: 金山核能一廠 #1 與 #2 預定 2018~2019 執照到期, 依規定應於到期前 5~15 年前提出延役申請, 台電公司已於 2009 年 9 月提

出，原能會已開始審查預計需時 2 年，但 2010 年 12 月由於台電公司提出中幅度功率提昇案，因此暫停金山核能一廠執照更新案之審查。

2. 金山核能一廠中幅度功率提昇(SPU)案：中幅度功率提昇案之特色包括：預定提昇功率至 1858 MWth，無大型設備變更，運轉壓力維持不變，其中一部機將裝設蒸汽乾燥器震動偵檢監視器等。
3. 暫態分析方法論執照申請應用審查：為建立自主暫態安全分析能力，台電公司向原能會提出 40 份 Topical Report，其中 22 份已獲原能會核准通過。
4. 地下水與管線監測：原能會已要求台電公司提出監測計畫，以建立各廠之監測模式。
5. 抗地震之安全再評估與強化計畫：因應山腳斷層與恆春斷層被判定為活動斷層之新事證，原能會已要求台電公司提出抗地震之安全再評估與強化計畫。
6. 風險告知之應用個案現況評估：台電公司已提出自我管理評估報告並於 2010 年獲 AEC 核准通過。
7. BWR ECCS Suction Strainer 評估案：台電公司於 2010 年進行抑壓池的清理，1 號機清出 1116 公斤淤泥，2 號機清出 573 公斤淤泥，兩者皆超過 ECCS Suction Strainer 設計準則(450 磅或 204.5 公斤)。原能會已要求台電公司採取適當行動以持續符合設計準則。NRC 詢問淤泥之成分，我方表示主要為灰塵與絕緣物質。
8. 核設施管制法修正案：原能會預備進行核子反應器設施管制法之修正，修正重點在：核設施使用與擁有者之安全責任、反應器原設計國對各廠反應器設計之認證、防火計畫、違規之行政處理程序、運轉執照終止(撤照)、廠址選擇要點...等
9. 核能電廠防火標準：原能會正進行本國核能電廠防火法規之修訂。
11. 法規管制措施之公開透明化：2011 年 1 月美國 Fort Calhoun 核能電廠發現位於進水結構之穿越管有不當密封的情形出現，原能會據此要求台電公司檢查，發現核三廠也有類似情形。由於 NRC 之公開透明作法而使台灣受益，我方藉此機會表示感謝之意。NRC 回應表示法規管制措施及資訊公開透明化非常重要。由 NRC 經驗看來，公開透明化之作法，不但有助於民眾釋疑，另外，由於持反核立場的人士基本知識之提昇，對於溝通也有很大幫助。

(二) 對日本福島核災之因應措施(Response to Events in Japan)

NRC 之反應 (由 NRR 之 Tony Uises, NRR and Tony Nakanishi,主講)

1. 初期的因應作為：NRC 應變作業中心 (operation center) 在一發生海嘯警報後即

進入警戒模式，3月11日起隨著日本情勢演變，開始相關作業。

2. 3月11~12日即派2人作為先遣部隊，前往日本；主要任務並非釐清事故之詳細演變過程，而是提出建議給美國駐日大使並協助日本政府。應變作業中心一直保持一周7天，每天24小時之方式運作迄今(到開會日)，目前情勢逐步穩定始稍減執勤人力。
3. NRC總共派出4組人馬赴日，以每兩周輪調之方式前往，目前仍持續與美國政府及工業界，針對日本核災，保持密切聯繫與合作。
4. 謝副主委詢問NRC，派人赴日係依據IAEA或是美日條約？NRC表示核能應用是全球性的議題，各國都在同一條船上，如果船上有洞，所有國家都應同心協力搶救，因此，不論有無簽訂合約，NRC都會採取相同的作法。針對福島事件，美國派赴日本的人數約18-24人，NRC僅為其中一部份。
5. 謝副主委詢問NRC有關美國撤僑的決策過程。NRC表示：根據可能外釋的輻射量估計值、當地之氣象資料、實際量到之輻射劑量等有限資料，推估未來可能的劑量分佈。NRC提供上述相關資料給美國駐日大使，大使在綜合其他資訊後，做出撤僑的決定。至於撤僑範圍，需考慮許多因素：事故演變、僑民分佈、撤僑準備、前置作業等。由於事故初期資訊非常不足，因此，做決定時採取較保守的作法。
6. 陳處長詢問NRC，未來是否會要求電力公司與反應器廠商修改設計，針對電廠全黑，要求核能電廠具備較長因應時間之能力？另外，日本在福島事件之後，原能會要求台電公司核能電廠不論處於運轉或停機狀態，都必須有2台柴油發電機維持可用狀態。NRC是否也會採取相同或類似的要求？NRC表示目前並不清楚，將以福島事件之檢討結論與建議為準。

AEC之反應 (由原能會核管處陳處長宜彬主講)

2011年3月11日日本福島核電廠遭強震後海嘯之侵襲引發嚴重核災發生後，原子能委員會立即做出反應：

1. AEC立即成立特別專案小組透過網路與各種管道監測日本福島核電廠每天情勢發展。
2. AEC立即與相關部門合作並採取下列措施，包括：監測環境輻射值、對日本輸入品加強取樣、對日本飛台旅客進行輻射劑量偵測。
3. 雖然我國核能電廠與日本福島電廠相比較，因應全黑事故及海嘯防護設施的能力均較佳，例如具備位於較高地勢之氣渦輪發電機、山上生水池等，原能會仍

要求台電驗證核電廠對設計基準事故(DBA)與超設計基準事故之因應能力，其中亦包括地震海嘯因應能力之評估。

4. 原能會要求台電提出運轉中核電廠之短(11 項)、中期(1 項)等因應措施或評估。
5. 對龍門核電廠進行類似評估，但期程可以在 1 號機燃料裝填前完成。(氣渦輪發電機則需於 1 號機運轉執照核發前或是 2013 年 6 月前裝設完成)

(三) 台電公司核能電廠 2010 年營運實績介紹(The Performance of Taipower's NPPs in 2010, TPC)

由台電公司包美如保安師介紹說明過去一年核能電廠的實績：

1. 臺電核電廠 2010 年營運創下多項佳績，包括：發電量 40.29 Billion kWh、容量因數 92.32%、6 部機組 0 急停(Scram)，以上均為歷年最佳，國聖 1 號機 EOC21 大修 24.48 天創歷年最短紀錄。
2. 創下多項佳績主因在於：提昇設備可靠度、採行有效措施縮短大修工期、更新設備並增進營運管理能力等。
3. 營運實績提升是所有團隊多年持續不斷專注努力累積之成果，仍需繼續專注不懈以保持佳績。

於本篇報告後，包保安師另播放一段美國 CNN 採訪及報導核二廠(國聖廠)因應福島事件的能力，包括採訪核二廠控制室、緊急柴油發電機、氣渦輪發電機、山上生水池、訪問核二廠副廠長，影片中亦有一段訪問原能會謝副主委的畫面，主要是強調核能發電的前提還是安全第一。

(四) 核電廠易受破壞之弱點及防範建議 B.5.b Discussions

本項雙方均未進行簡報，僅由美國核管會(NRC)相關人員與我方人員互相討論之方式交換意見。基本上 NRC 及工業界為因應核電廠遭恐怖攻擊導致大範圍受損，提出核電廠易受破壞之弱點及防範建議，報告指出鑑於超過設計基準威脅(Design Base Threat)之恐怖攻擊情境並無上限，核電廠應對爆炸與大火破壞使系統故障，以致爐心損毀、放射性物質外釋有關之弱點及防範方式加以評估，並特別指出評估之四個重點範圍：

1. 用過燃料池內部補水策略(Internal SFP Makeup Strategy)
2. 用過燃料池外部補水與噴灑策略(External SFP Makeup & Spray Strategy)

3. 強化反應器受到挑戰時初步應變指揮與控制功能(Enhanced initial Command and Control for Reactor Challenges)

4. 強化反應器受到挑戰時之應變策略(Enhanced Response Strategies)

以上策略記錄在 NEI 06-12，NRC 也下令美國各核能電廠執行相關強化措施，並發行 TI 2515/171 視察指引，由各分區視察員加以查證核能電廠的執行成果。由於與 NRC 委員及其他官員的討論，以及後來與 Dr. Peter Lyons 的會晤中，都提到若日本事先已具備 B.5.b 的策略方案並加以執行，或可以避免福島核子事故，故我國目前已正密切與美方合作，計畫透過資訊交換及人員互訪等方式，對 B.5.b 策略方案有進一步的瞭解，儘速於我國核能電廠實施。

(五) 金山、國聖電廠用過核燃料池 Boral 耗損現況(Degradation of Boral in Spent Fuel Pools at Chinshan and Kuosheng, AEC)

由原能會張欣博士主講並與 NRC 交流我國核一、二廠用過燃料池 **Boral Degradation** 重點如下：

近年來美國因有核能電廠用過燃料池格架使用之中子吸收材質發生起泡 (blister) 或腫脹 (buldge) 現象，使得用過燃料池格架中子吸收材質之劣化及影響，成為管制上重要之議題之一。美國 Palisade 電廠在 2008 年因用過燃料池格架 Carborundum 中子吸收材質劣化，造成燃料放入困難，11 束存放池中之燃料無法挪移；Beaver Valley 電廠在 2007 年發現 Boral 中子吸收材料硼試片外層包覆鋁片有多個類似起泡現象（2002 年僅發現少數水泡）。該廠認為此現象與老化有關；Susquehanna 電廠於 2009 年 License Renewal 申請文件中報告，該廠 SFP 儲存格發生嚴重膨脹 (bulge) 變形現象。Susquehanna 電廠認為此現象與 Boral 片製造時吸收水汽因輻射釋出氫氣有關。此次會議中，我方就此議題，說明國內核一、二廠使用之格架中子吸收材質均為 Boral，因應美國相關經驗，除原有之定期 Boral 試片檢測，近年亦利用大修機會執行燃料池中試片之目視檢查。結果發現近幾年之 Boral 試片檢測與目視檢查結果顯示有起泡現象，不過核一、二廠並未發生因用過燃料格架起泡或腫脹而造成用過燃料挪移操作困難，且池水取樣亦未發現異常，目前並無安全上

的問題，然而後續仍將就起泡原因及因應措施持續追蹤。此次會議中雙方同意就後續檢測結果、肇因分析及管制措施等，持續密切交流。我方亦詢問美國是否也有電廠使用類似核三廠使用之 boron steel 作為中子吸收材質及其使用經驗，美方說明美國亦有電廠使用 boron steel，但僅為少數並不普遍，由於 NRC 目前之研議依序為 Carborundum、Boroflex 及 Boral，最後才會是 boron steel，故相關資訊尚待蒐集。另，詢問 Palisade 電廠的後續處理措施，NRC 人員說明那些無法移動的燃料就會留在原位不處理，僅清空其鄰近之格架位置，以避免中子方面的問題，此外探計 soluble boron 但不探計 Carborundum 效益，重新執行臨界分析，以確保符合安全要求。

(六) 龍門電廠執照審查與視察現況報告(Licensing and Inspection Activities at Lungmen, AEC)

由原能會趙衛武博士準備，核研所廖俐毅博士代為簡報我國核能管制作業現況，內容重點如下：1. 終期安全分析報告之審查進度與主要發現 2. 運轉員之資格要求與考試 3. 視察架構、依據與主要發現 4. 試運轉測試現況與主要發現。

本項議題的結論顯示：

1. 終期安全分析報告的審查目前已進入尾聲，原能會正進行主要的發現的整理及安全評估報告的撰寫，其中最主要可能尚待解決的包括：數位儀控系統整體性測試、氣渦輪機的裝設以符合新型反應器的替代交流電源、防火設計之符合性等。
2. 運轉人員通過測驗的人數已滿足 1 號機運轉所需執照之最低人數。
3. 在完成電纜整理後，1 號機目前正準備重進入試運轉測試的階段。
4. 以目前測試進展的進度來推斷，明年下半年才有可能進行 1 號機的燃料裝填作業。

(七) 替代輻射源項 (AST) 的應用 (Application of Alternative Source Term Methodology)

本項議題首先由美國核管會相關人員簡報替代輻射源項(AST)的應用，簡報內容有：1. 舊輻射源項(TID-14844，1962)與替代輻射源項(NUREG-1465，1995)的差異，

2.介紹替代輻射源項 BWR 與 PWR 模式，3. RADTRAD 程式的發展與介紹。替代輻射源項基於近年來嚴重事故的研究成果，提出較符合實際的分裂產物外釋時間、比例、物理與化學形式(Vapor or Aerosol)，下表為 TID-14844 與 NUREG-1465 輻射源項 (Source Term)的比較表

	TID-14844 Source Term	NUREG-1465 Source Term
Core fractions released into containment	Noble gases - 100 % Iodine - 50 % Solids - 1 %	Noble gases - 100 % Iodine - PWR: 40 % - BWR: 30 % Cesium - 30 % Tellurium - 5% Barium - 2 % Others - 0.02 % to 0.2 %
Rate of release Iodine	Released instantaneously	Release of 1.8 hrs
Chemical and physical form	91% Inorganic vapor 4 % Organic vapor 5 % Aerosol	4.85 % Inorganic vapor 0.15 % Organic vapor 95 % Aerosol
Solids	Ignored in offsite and control dose assessment	Treated as aerosols

本項議題因我國尚在發展初期，故今年 BTM 我國並未提出相關簡報，由核研所王德全博士提問，請美方答覆。美國核管會相關人員也針對我國提出問題回覆。

首先根據新法規(RG 1.145)我國使用 PAVAN 程式計算大氣擴散因子(χ/Q)，大部分 χ/Q 計算結果都大於 FSAR 結果(舊法規 RG 1.3, 1.4)，美國是否也有相同經驗？美國核管會提出 NUREG/CR-2260 報告指出，新法規(RG 1.145)計算的大氣擴散因子(χ/Q)大部分都小於舊法規，與我國計算結果相異，美方表示要檢視我方 PAVAN 程式的輸入檔才能了解其中的差異。對於新法規(RG-1.183)模擬圍阻體洩漏需將乾井與溼井空間體積加總(因為乾井與溼井間有真空破除器)，但在模擬主蒸汽管隔離閥(MSIV)洩漏時，僅需考慮乾井體積，如何在 RADTRAD 程式同時模擬兩種不同狀況？美方建議參考以下報

告：

SAND2008-6601,” Analysis of Main Steam Isolation Valve Leakage in Design Basis Accidents Using MELCOR 1.8.6 and RADTRAD,” ADAMS Accession Number ML083180181, October 2008.

另美國核電廠執行替代輻射源項主要考量為何？美方答覆：因美國電廠多處郊區，且人口稀少，因此美國電廠執行替代輻射源項主要考量為一些運轉規範的放寬(如 MSIV 洩漏率限值)，而非低密度人口區(LPZ)的限縮，美國有一些電廠已執行替代輻射源項的計算並送交美國核管會審查，但在美國替代輻射源項的執行為非強制性。最後我方提出美國可否提供台灣 RADTRAD 程式原始碼(Source Codes)? 美方則認為可以提供。

(八) 用過燃料池臨界分析議題 Spent Fuel Pool Criticality Issues

NRC 針對用過燃料池臨界分析議題提出以下說明：

1. 用過燃料池臨界相關之持照修正申請(LAR)在 2000 年以前每年不超過 2 件，過去 5 年來卻大幅增加已有 35 件 LAR 提出
2. 用過燃料池臨界分析，複雜度最近顯著上升
3. 用過燃料池之儲存出現儲存量增加 (因燃料隔架重組)、燃料濃縮度提昇、中子毒素增加、燃料設計及材質變化...等新趨勢
4. 主要之法規要求與用過燃料池臨界行動計畫(action plan)
5. 另對 Validation of Depletion and Criticality Codes 及 Modeling of Degraded Neutron Absorber 提出說明

NRC 最後的總結指出：將持續對持照者提出之執照申請保持嚴格的審查、用過燃料之儲存趨勢對管制單位之管制現況形成挑戰、目前正進一步擬訂新的指引。

我方則由核研所郭文生博士主講，簡報用過燃料池臨界安全議題並提出需請美國 NRC 協助的三個項目：

- 中子吸收劑劣化對臨界安全的影響 The mechanism, safety impact and regulation for degradation of neutron-absorbing material permanently installed in spent fuel pool.
- 取得臨界實驗資料 The latest guidance and Standard Review Plan in “On Site Spent Fuel Criticality Analyses NRR Action Plan” & the reaction of fuel vendor proposed to new guidance and Standard Review Plan.

- 法規進度訊息分享 Data of criticality experiments for benchmark according to latest guidance and SRP for spent fuel pool.

NRC 的回應如下：

1. 目前關於中子吸收劑劣化對臨界安全的影響尚不明確，而 NRC 目前的重點是放在 Boraflex 劣化的問題，其次才是 Boral 劣化。
2. 關於取得臨界實驗資料，NRC 同意在許可及能力範圍內提供協助。
3. 關於最新法規進度訊息分享，因需符合相關立法程序，如召開公聽會、送國會審查等等，故需等候一段時間才會有更新的資訊。

另外，此次 BTM 會議中認識 NRC 負責臨界安全審查的官員 (Mr. Tony Nakanishi)，雙方接觸及討論後，認為我國目前對用過燃料池臨界安全議題已有相當深入的認識，並已掌握關鍵技術的重點，與 NRC 的審查經驗同步。而 Tony Nakanishi 相當主動熱心，不但告知 5 月 11 日 (週五) 將舉辦 NRC Category 2 的公聽會 (NRC 與 EPRI 就 Burnup Credit 及 Depletion Uncertainty 方面的討論會)，且於 5 月 11 日將會議簡報資料 e-mail 給郭博士參考。建議未來應持續與 Nakanishi 先生保持聯繫，便於即時掌握相關訊息。

(九) 龍門電廠建廠與測試現況(Progress on Construction and Testing at Lungmen)

本項簡報由龍門電廠品質組徐自生經理負責，報告內容共分成 4 個章節說明。

第 1 節簡單介紹龍門電廠的位置、設計容量、主要設計與供應商。第 2 節介紹電廠興建進度，截至 2011 年 3 月底止，龍門電廠 1 號機的建廠進度為 92.83%，目前已進入試運轉測試階段。並以各廠房的外觀及內部系統/設備的照片，介紹目前施工的狀況與進度。第 3 節說明初始測試計畫與進度是本項簡報的重點，首先說明台電公司規劃目前的建廠排程，1 號機燃料裝填的時間預定在 2012 年 1 月 20 日，並預定在 2013 年 1 月 20 日商轉。惟有關 1 號機燃料裝填時程，代表團返國後，經與台電公司龍門電廠排程小組同仁確認，最快於 2012 年 5 月份才有可能裝填燃料。

徐經理接著介紹龍門電廠的測試計畫與組織架構、測試文件的管控與管控方式、各階段測試程序書等，再用數張照片介紹近期已經完成的幾項測試。在介紹測試程序書時，強調所有施工後測試及試運轉測試程序書，皆由電力公司人員所完成。尤其是試運轉程序書，是由台電公司的同仁，參考同型電廠及同類先進型沸水式反

應器電廠的試運轉程序書，來編寫龍門電廠的試運轉程序書。第 4 節結論說明龍門電廠運轉後，一年可以減少排放二氧化碳 1,000 萬噸。台電公司的測試計畫相當周延，並會以積極負責的態度確認設備、組件、系統符合安全要求。

簡報時，徐經理特別說明龍門電廠試運轉程序書的完整性超過日本同型電廠，可以確保系統功能的完整驗證。至於裝填燃料後的起動測試，約 90% 的程序書是由核島區顧問公司-奇異公司及汽機與發電機設備製造商提供，其他則是由台電公司負責編寫。當開始進行起動測試時，奇異公司將派遣測試團隊，24 小時輪班配合電廠進行測試。

第二項議題是試運轉及起動測試期間相關的組件、管路振動與熱膨脹測試、階層量測、及蒸汽乾燥器試運轉測試 (Preoperational and startup testing of ABWR in Lungmen station related to component/piping vibration, thermal expansion and stratification measurements and the pre-op testing of the steam dryers)，由於此項議題所包含的項目與範圍甚廣，非現階段所能完全回覆的。因為龍門電廠目前正在進行試運轉測試，尚未進入起動測試階段，因此簡報資料只能針對試運轉測試時的一些發現，提出來供相關與會人員參考。本項測試的目的，在驗證安全相關系統的組件、管路安裝符合設計要求，施工完成的組件、管路，有足夠的自由膨脹空間，管路不會因膨脹而產生過度的應力。簡報中先說明使用的工具，不同組件、系統的量測條件，測試前需要符合的先備條件，及有關工安上的注意事項。然後提出已經完成量測系統的測試程序、測試項目、數據及數據的接受標準。目前完成部分測試，已發現有一些組件，沒有足夠的膨脹空間，管路振動超過設計要求等，這些問題皆已提出不符合要求項目送顧問公司評估改善。

會議中 NRC 官員對蒸汽乾燥器有沒有進行測試、主蒸汽系統如何測試等問題，提出許多詢問意見。如主蒸汽系統的振動測試，量測點是否是在蒸汽乾燥器上安裝測量設備，還是只在蒸汽管路上安裝測量設備？蒸汽乾燥器是否有作振動測試？主蒸汽系統目前已完成測試，量測點是否在蒸汽管路上？反應器內部組件振動測試時，是否有在反應器內部安裝量測儀器？並詢問測試時發現的不符合項目，主要是

設計還是施工造成的？並表示希望能來龍門電廠實地觀察組件、管路振動與熱膨脹測試。對於 NRC 官員的問題，徐經理當時僅能就現有的資料進行回覆，對有關蒸汽乾燥器的測試、主蒸汽管路量測點、不符合項目問題的產生肇因等疑問，只能告知待以後有進一步的資料時，再提供參考。

第三項議題是反應器內部組件振動測試及數據 (Reactor internal vibration monitoring data/issues)，本項簡報共分成四個部分，首先介紹此項測試所依據的程序書。執行此項測試，共需使用 4 份程序書，其中檢查內部組件的程序書是由奇異公司提供及負責執行，爐內泵及爐內泵資訊與控制系統等 2 份試運轉程序書係由台電公司所編寫及執行，另外還有一份特殊程序書，用來整合上述 3 份程序書的介面及規劃測試的所有活動。第二段介紹本項測試的範圍與組件，測試範圍包括反應爐底部、燃料支撐底板、爐心襯板、燃料頂部格架、汽水分離器、蒸汽乾燥器等區域。共有微調控制棒及套管、爐心導管及套管、差壓計儀器管、爐心襯板及支撐環、各緊急冷卻系統連接管及其噴嘴、爐內泵及其導軌、爐心底板及頂部導板、蒸汽乾燥器等共計有 17 項組件，需要執行爐內泵全流量引發振動前後的差異比較，以確認有無組件在爐內泵全流量的情形下產生不能接受的振動問題。

第三段說明如何在控制反應爐升壓升溫速率的情形下，逐步提升反應爐的溫度與壓力，使得測試情形能符合程序書中每一項測試的要求。最後說明此項測試的結果，奇異公司人員執行測試前的檢查，沒有不可接受事項，但有一些比較異常的情形，需要在測試後進一步檢查。測試後檢查，發現上述較異常事項都沒有問題，也沒有不可接受事項，但有兩件注意事項，其中之一為，在某一支微調控制棒套管上有一個輕微的刮痕(mark)，此項刮痕無法用擦拭的方式去除。由於執行反應爐內部組件檢查是由奇異公司所負責，測試結果屬於奇異公司的商業機密，因此詳細的測試報告，在未取得奇異公司同意前，不能提供給美方人員參考。

簡報後，美方人員的問題集中在 FIV 測試後發現的刮痕是什麼？有無處理，應如何處理，及測試時是否在任何組件或蒸氣乾燥器上安裝振動量測儀器？由於龍門電廠所使用的反應爐不是原型反應爐，因此量測方式除了沒有在反應爐內部裝置量

測儀器外，其他的皆依據日本柏崎刈羽電廠 6 號機（進步型沸水式原型反應爐）的情形設置。至於測試後發現的刮痕，美方人員認為應該要進一步查證。由於此項測試完成後，奇異公司所提出的評估報告認為只需持續觀察該刮痕的後續發展情形，不需要進一步進行物理或化學測試，因此台電公司對此項印記將採取奇異公司的建議，持續觀察該刮痕的發展。

於龍門電廠相關議題討論後，美國核管會官員表示希望再度派員來台瞭解龍門電廠相關設備測試情形，針對此項資訊交流議題，台美雙邊已有合作經驗，故原能會已著手進行相關事宜。

(十) 金山電廠用過核燃料池水洩漏偵測器曾出現警報問題討論

會議中我方簡報說明核一廠 1、2 號機用過燃料池洩漏偵測器曾出現警報的問題，包括警報出現之時間、滲漏量與分析結果、用過燃料池結構與洩漏偵測器配置、肇因分析與改善行動及管制要求，並就此議題與美方進行討論。針對目前核一廠檢討各種可能滲漏來源，採取改善排除方式，逐步釐清洩漏偵測器警報出現是否確實涉及用過燃料池洩漏之疑慮，會中美方認同我方看法，即使滲漏來自用過燃料貯存池，其滲水量相較於池水容量非常微少，並無立即安全上之顧慮，且核一廠之改善行動顯示確實已有些成效，電廠研判用過燃料池發生滲漏之可能性不高，但求審慎電廠應再持續追蹤一段時間，以確認肇因。目前電廠已設有低水位警報及人員定期巡視，可維持適當之池水水位，且收集到的滲水會依電廠處理程序送至廢液處理系統，不會造成環境安全上之影響。就此議題，美方以美國 Duane Arnold 電廠實際發生用過燃料池洩漏之經驗為例說明，該廠在運轉執照更新案申請文件中述明，其用過燃料池自 1994 年即發生洩漏，洩漏之水均流入不銹鋼襯板之排水系統。NRC 接受此項陳述，因為經現場查證，該廠洩漏之水確實流入不銹鋼襯板之洩漏收集或排水系統，且並未發現有水漏出至用過燃料池底下可接近區域的情形。NRC 指出在此案例中，電廠並沒有確認確實之洩漏位置，NRC 也沒有要求電廠修復不銹鋼襯板。

(十一) **Hard rock 議題/反應器廠房基座龜裂滲水/預力圍阻體垂直鋼腱承壓板周邊混凝土裂縫問題討論**

針對美國核管會提出有關之 hard rock frequency 問題，此項議題主要係緣於美國核管會官員發現 site-specific ground motion 可能超過 Certified Design Ground Motion，這樣的超越情形一般發生於美國中部及東部廠址地動之高頻範圍，因此詢問龍門廠只是否有類似問題。經請核研所同仁協助蒐集研讀相關資料，原能會於先前即已提供回覆說明龍門電廠應無此一問題。於會議討論時，進一步說明龍門電廠廠址設計係依據 RG 1.60，龍門電廠 1 號及 2 號機之反應器廠房 Vs 值分別為 4003 ft/s 及 4495 ft/s，與美方關切之 $V_s > 9200$ ft/s 廠址條件仍有相當差距，龍門電廠只有在反應器廠房樓板反應譜部分因納入樓板彈性模式及抑壓池於發生喪失爐心冷卻水事故時之安全釋壓閥排放負載，會有高頻之考量，因此在龍門電廠終期安全分析報告中針對設備安裝於反應器廠房樓板有較嚴格之要求，惟此與美方所提之 hard rock frequency 的高頻議題並不相同。經討論後，美方人員亦認為龍門電廠應無他們所關切之 hard rock frequency 問題。

會議中我方就核一廠反應器廠房基座龜裂滲水問題與美方進行討論，核一廠 2 號機反應器廠房基座在十幾年前曾發生龜裂滲水現象，主要原因應為核一廠沒有排水系統 (de-watering system)，而地下水位又高，地下水經由結構接縫和基座龜裂處滲出。電廠已進行相關檢測、取樣分析及結構完整性評估，並已以環氧樹脂 (epoxy) 或 PU filler 進行修補，不過近兩年又有些微滲水現象，故希望瞭解美國電廠有無類似經驗，美方人員並未提出類似經驗，僅論及 Seabrook 電廠地下電纜溝之混凝土抗壓強度，會因地下水滲透之影響而下降。討論時此案仍在評估中，NRC 尚未有定論。經再查詢，NRC 於執行現場查證後，估計該廠電纜溝之混凝土抗壓強度折損約 21.7%，但亦已確認該現象尚未影響到該廠之設備與運轉安全。此一案例雖未能答覆我方問題，但相關資訊仍具有管制上的參考價值，值得進一步蒐集研議。

自 1996 年起美國核管會鑑於核電廠圍阻體後拉預力系統有老化問題，遂要求美

國營運中之各核能電廠加強 1 次圍阻體混凝土及後拉預力系統之檢測工作，並於 1999 年 9 月正式將 IWL 列入核電廠營運中檢測計畫(In-Service Inspection Program) 內，以確保圍阻體完整性。期間原能會亦持續密切注意相關資訊，並責成核三廠參考美國做法將相關檢測納入其營運中檢測計畫。因此，此次會議中亦就核三廠預力圍阻體垂直鋼腱承壓鈹周邊混凝土裂縫問題，與美方進行討論。核三廠圍阻體垂直鋼腱承壓鈹周邊混凝土，在機組運轉初期發現較多達需記錄（寬度大於 0.01 吋）之裂紋指示，不過自商轉 20 年後，即未再發現超過 0.01 吋的裂紋，現存之裂縫亦未有主動裂縫，另視察發現核三廠自 surface of tendon gallery ceiling 至 first layer of rebar，10 公分的深度沒有 wire steels，故對其是否為核三廠早期發現較多裂紋之原因，及美國是否有類似情形，進行意見交流。

美方表示未曾接獲美國電廠有類似核三廠情形的資訊，僅有在 tendon anchorage bearing plates 之混凝土龜裂超過 0.01 吋的少數案例。前述龜裂係由 Responsible Registered Professional Engineer 視各裂縫寬度，依據 ASME Section XI, Subsection IWL 及 ACI 349.3R 指引，逐一進行評估，若需要並執行補強檢測，以確保裂縫不是主動（active）型裂縫。依據 ASME Section XI, Subsection IWL 要求，預力圍阻體垂直鋼腱承壓鈹周邊混凝土龜裂屬營運檢測方案之檢測範圍，若有檢測結果不符合 IWL-3100 或 IWL-3200 營運者應依規定執行評估。美方另亦建議可要求電力公司透過 INPO 取得較詳細的相關資訊。

(十二) 參觀 NRC 緊急應變中心

在 BTM 會議簡報部分結束後 NRC 安排我國代表參觀 NRC 總部的緊急應變中心，該中心統管美國全國核電廠事故的緊急應變事務，隸屬於核子保安與事件反應署。代表們聽取該中心負責人有關緊急應變支援工具：「緊急反應數據系統」的說明，該系統結合電廠視察員或幕僚與 NRC 代表的現場通話，提供 NRC 對於事故發生設施現場的獨立評估所需的資訊，以監控事故電廠或設施的重要安全功能狀況，並獨立做出事故演變趨勢的評估。該中心目前使用「後果分析輻射評估系統」(Radiological

Assessment System for Consequence Analysis，簡稱 RASCAL 系統)，該系統可結合各電廠的輻射源項(Source term)資料，與事故發生時的現場氣象資訊如風向、風速，即時迅速計算輻射排出物造成近廠區域的輻射暴露量，提供緊急應變與現場疏散計畫的重要參考依據。

二、拜訪美國核管會主席 Gregory Jaczko 等人

本次台美雙邊技術交流會議期間，由謝副主委率核管處陳處長、趙衛武科長及駐美黃俊源秘書會晤美國核管會主席 Gregory Jaczko 及 William Magwood, Kristine Svinicki, William Ostendorff 等三位委員，針對福島事件因應作為、緊急計畫應變區、用過燃料池安全、核安文化、美國能源政策、第四代反應器發展現況等議題廣泛交換意見。以下是與各委員會談的重點紀錄：

1. 會晤美國核管會主席 Gregory Jaczko

首先對於日本福島事件發生後，美國核管會對美國電廠的評估已定出 60 天及 6 個月的視察及審查，要求各分區視察員查證美國電廠面對類似天然災害的衝擊及影響，且視察結果若有需要改善的地方，將要求電廠改善。至於在緊急應變區(EPZ)的範圍大小，Jaczko 主席認為先要等待上述評估的結果，且對於福島事故的狀況有進一步的清楚掌握後，會納入考量是否改變 EPZ，但他也強調，由本次事件可以看出，此類核子事故的演變是漸進式，可以讓人們有應變的時間來決定是否要疏散，甚至在某些狀況下，採取室內掩蔽可能比大規模疏散的方式為佳。

因為原能會也正針對國內核能電廠進行因應福島事故的總體檢，故利用此次會談的機會，當面向 Jaczko 主席提出邀請 NRC 專家來台觀察並協助視察的建議，他表示希望由我們先提出計畫方案，並考慮核管會的人力與時間，以便提供必要的支援與協助。本項作業於訪問團回國後，目前已由核管處提出工作計畫書，邀請 NRC 人員於 100 年 7 月來台協助視察運轉中之核能電廠。

在有關安全文化的話題方面，核管會會針對其工作人員進行民意調查(survey)，通常可以得到正的回響，其中最主要是能鼓勵大家勇於發掘並提出工作上的安全疑慮，而不怕受到報復性的懲處。安全文化是一項超前指標(leading indicator)，但卻很難去加以測量，若安全文化不佳，通常也會反映在績效指標方面，亦即較差的績效指標可能係由安全文化變差所導致的。

在與民眾接觸與溝通的技巧方面，Jaczko 主席認為能夠傳達清楚而強有力的訊息，而其基準就在於正確的事實及資訊，以福島事故為例，應提出清楚數據、可能

的風險、或監測的結果等，以便讓民眾獲知事故的狀況。

2. 會唔美國核管會委員 William Magwood

首先對福島事故的看法，Magwood 委員認為目前所有的評估應該是根據堅強的技術及科學的基礎，而評估的結果更是應以技術的觀點來決定。這次事件讓人們體會到超過想像的自然災害確實會發生，但我們應設想到如何從受創的狀況下，能夠恢復回到正常，例如喪失廠內外交流電源，就應設法恢復電源；喪失冷卻功能，就應恢復冷卻水。美國過去採用投資少而高效益的作法(例如：應付恐怖攻擊的 B.5.b 方案)或許能夠防止類似日本所發生的事故。

有關緊急應變區(EPZ)為 10 英哩的設立，係考量核子事故發生時，此範圍內能夠支援的消防或醫護的能量。如果類似事故發生在美國，將由州政府決定 EPZ(或疏散)的大小，核管會係做為一個提供建議者的角色，而福島事故顯示人們確實是有時間來加以因應。

在安全文化的實施方面，Magwood 委員認為某些核能設施的應用較為完備(例如：核能電廠)，但某些方面則較為鬆散(例如：食物照射工業、核燃料設施等)。而有為數不少的核能從業人員係由海軍退役轉任，而海軍即保有一種向上級提出質疑的良好傳統，因不斷提出工作上可能發生問題的態度為核安文化的要素。美國核管會反應器監管視察計畫(ROP)目前仍有跨領域的核安文化查證，據瞭解工業界現也正在編寫一些具體改進核安文化的方案。

Magwood 委員在提到美國核管會的獨立性時，曾指出所謂獨立性，就是 NRC 委員會所做出的決定，並不需要向任何人報告，即使是美國總統或國會也不能推翻 NRC 的決策，而這就顯示出其真正的獨立性。。

3. 會唔美國核管會委員 Kristine Svinicki

原能會謝副主委首先引用 Svinicki 委員曾說的核能發電應基於事實而非只是信心，故瞭解事實的真相是非常重要的。以日本的案例來看，在沒有發生之前，美國

民眾對核能的支持度是相當高的，但在福島事故發生後，民眾不但認為此類事故是有可能發生，甚至就發生在美國的電廠。美國民眾固然認為核能是必要的，但須儘可能地維持其安全性。Svinicki 委員也認為世界各國在福島事故後，仍有興建投資核能電廠的國家數目將會下降。

在有關核管會獨立性的問題時，Svinicki 委員也以自身的例子來說明，常有她的親人或朋友問她為誰工作？雖然 NRC 的委員是由美國總統提名而經過國會同意，但基本上委員們對自己做的決定負責，並不受總統的決策影響。因並非所有國家都能如 NRC 般地擁有的各種資源，應設法取得如學術單位或其他技術組織的支援，以便能對核能安全做出獨立的判斷。

Svinicki 委員對於緊急應變區的大小，表示 EPZ 大並不表示就一定安全，在進行大規模疏散的決定之前，一定要謹慎小心，因為讓大量的人潮及車潮在道路上，並不是一件好事。當然，若的確有輻射傷害威脅的區域，就應執行居民的疏散。

4. 會唔美國核管會委員 William Ostendorff

Ostendorff 委員對於如何向民眾解釋輻射效應時，可以用健康效應來舉例說明，例如核子事故後受到的劑量，與接受放射性治療的劑量(如電腦斷層掃描、X-光照相等)來相較，此與原能會在網站上公布輻射劑量比較圖的做法一致。另外，以東日本大地震及後續海嘯造成萬餘人的死亡，但其實並沒有因為輻射過量而致命的，這些客觀的數據可以用來比較核能電廠的相對安全性。

美國民眾對核管會過去 30 多年間所建立的信心，主要是基於強有力的監管措施，其視察方案也完全透明且堅固，同時仍尋求民眾的建言。Ostendorff 委員表示最近正考量建立一個包含各項專長領域的特別團隊，來執行與民眾溝通的任務。

三、拜訪美國能源部助理國務卿 Peter Lyons

Peter Lyons 博士曾任核管會委員，現任美國能源部主管核能部門助理國務卿，他曾於 2008 年來台訪問，並親至龍門核能電廠拜訪瞭解施工及測試現況，對工地狀況留下深刻印象。2009 年原能會核管處陳宜彬處長受邀至核管會總部報告龍門建廠經驗時，Lyons 博士仍非常關切龍門電廠的進展。本次訪問團赴美時，Lyons 博士已升任能源部助理國務卿，在本會駐美黃俊源秘書的積極安排下，由謝副主委率員親訪會晤，以下是雙方會談的重要紀要。

在福島事故相關討論方面，Lyons 博士指出能源部的人員在事故發生後，大量地參與在建立空中偵測(直昇機及固定飛機)及地面偵測的平台，積極地與日方人員合作。在某些高輻射區的偵測方面，他自信地表示美國的精準度為日方的 6 倍。能源部所屬的國家實驗室也都參與了事件的支援作業，例如 SNL 利用 MELCOR 程式來分析爐心及嚴重事故演變狀況、PNNL 執行水中污染分析、INL 實驗室則出動抗輻射線之機器人設備等。在會談福島電廠狀況的當時，反應爐仍有許多未知的狀況，且只能用飼入和洩放(feed and bleed)來排除燃料衰變熱，並非長久之計，仍須建立冷卻循環才能有效移除熱量。

對於儀控設備的部分，事件後大家才發現用過燃料池並沒有水位的指示，且在圍阻體乾井中，亦無適當的溫度及壓力指示，美國核能電廠未來會被要求加裝儀器指示，以應付意外事件。至於有關美國電廠已執行反恐相關的強化方案(代號 B.5.b)，電廠須準備額外的緊急柴油發電機或其他必要的備用品，且須置於強化的位置。Lyons 博士認為福島電廠若也有類似的準備，就不會演變到如此嚴重的核子事故。

原能會謝副主委問到福島事件對美國核能政策的影響，Lyons 博士回答美國核能政策的制定基本上可見諸於能源部的網站，實施的部分則在 INL(Idaho National Lab)的網站。核能是美國眾多能源選項之一，也是美國推動未來有關乾淨空氣(clear-air)政策的一部分。雖然可能要等數年才能得福島電廠某些真實的參數，美國已由 SNL 召集領導來研究每一個核能電廠及用過燃料池的事故演變模擬，以取得基準(baseline)資訊，主要的分析工具為 MELCOR 程式。至於各國對於福島電廠的模擬分析，可能

會有一些各自的計算方式，預期未來會舉行許多的國際研討會。Lyons 博士總結認為，一份強化性的 B5b 實施方案、意外事故時之儀器設備及讀數顯示、堅固的遙控位置及信號連結等，是因應類似福島事故所必須具備的。

對於第四代反應器(GEN-IV)的發展現況，基本上各型設計均採用被動式的安全設備，相對而言應該較為安全，但目前看起來時程上都會有些延誤。能源部將在今年年底決定是否要開始建造超高溫核子反應器(VHTR)，但以現在相對便宜的天然氣價格，Lyons 博士認為要通過預算的機會不高。當然回歸設計 VHTR 的原始用意，是可以同時產生氫氣，這仍是一項未來發展的誘因。目前麻省理工學院(MIT)及 ORNL 國家實驗室正在設計高溫熔鹽反應器(AHTR, Advanced High Temperature Reactor)，此型設計可以不必在高壓的狀況下運轉。

有關新反應器申請案的情形，目前南德州計畫(South Texas Project)已取消進步型沸水式反應器(ABWR)的興建，而其主要原因為它的主要供應商及資金供應者東芝及東京電力公司，目前正受到福島事件的衝擊而無暇兼顧美國的電廠興建；打算在 Calvert Cliff 興建歐洲壓水式反應器(EPR)的計畫目前狀況也不佳；至於以 AP-1000 為興建選擇的 Vogtle 電廠則仍持續進行而沒有停下來的跡象。

對於核能電廠已產生之大量用過核子燃料，其究竟為廢料或是一項資產(asset)，是一個跨代的議題，目前仍傾向能為下一代提供一個選項，由於亞卡山(Yucca Mountain)最終處置場計畫的暫停，美國能源部預計於今年 7 月中提出一份有關用過核燃料的中期報告。Lyons 博士也指出目前也有新概念的反應器設計，為輕水式的快中子反應器，其轉換因子為 1，或可解決鈾礦日漸短缺的議題。也有人考慮從海水中萃取出鈾，但成本至少是現有方法的兩倍。

雙方會談的最後，Lyons 博士也再度問起龍門電廠的近況，原能會陳宜彬處長則說明自去年中以來，因為電纜拉線不符合規定，而展開整線及重新接線和測試的工作，進度受到很大的影響，Lyons 博士除表示他的關心外，也祝福龍門電廠未來能一一克服各種挑戰，繼續向前邁進。

四、拜訪美國能源部國家核子安全局(DOE/NNSA)

原能會謝得志副主委率團(陳宜彬處長、張欣科長、趙衛武科長、侯榮輝科長及黃俊源秘書)於100年5月6日(星期五)上午拜會美國能源部國家核能安全局(National Nuclear Security Administration, 簡稱 DOE/NNSA)。雙方對日本福島核災事故的緊急應變處置作為交換意見，尤其是針對核子事故緊急應變計畫區、民眾疏散與掩蔽干預基準、美國協助日本執行空中及地面輻射偵測等議題多加討論。

有關緊急應變計畫區與民眾疏散之議題，由於台灣地狹人稠，美國地廣人稀，是以執行民眾疏散的成本差距甚大，考慮社會與經濟成本後，美國的標準是否適用我國，仍待商榷。福島核災事故發生時，美國協助日本執行空中偵測的飛行時間約40個小時，所用的偵檢器為碘化鈉閃爍偵檢器，除 DOE/NNSA 人員外，美國國防部(DOD)也派員參與。

我國100年核子事故緊急應變演習重要的演練項目與設備，包括：(1)空中偵測；(2)海域偵測；(3)移動式多功能輻射劑量監測系統；(4)國軍97式核生化偵檢車；(5)緊急應變計畫防災電子地圖網路平台等，展現我國核子事故緊急應變能量，未來可與 DOE/NNSA 多交流，了解美方在這些方面的最新發展。

會談中，NNSA 副處長 Ann Heinrich 女士提及台灣可派員觀摩原則上每兩年舉行一次的“TOP OFFICIALS EXERCISE (TOPOFF)”演習，它係一項結合聯邦、州與當地緊急應變部門的演習，輻射彈爆炸演練為重點之一。

會談過程中，NNSA 簡報該單位的功能與任務。發生輻射/核子事故時，DOE/NNSA 為重要的第一線動員應變部會，與 DOE 相關的應變部會包括國土安全部(Department of Homeland Security, DHS)、國防部(Department of Defense, DOD)、國務院(Department of State, DOS)、環境保護署(Environmental Protection Agency, EPA)、聯邦調查局(Federal Bureau of Investigation, FBI)及核管會(Nuclear Regulatory Commission, NRC)等。

我國與放射性有關的主管機關只有原能會，若發生輻射/核子事故時，與放射性專業有關的建議與命令全由原能會負責，指揮體系較為單純。相對而言，美國因幅

員廣大，與放射性有關的指揮體系較複雜(譬如，依設施種類之不同，可能由核管會、能源部或國防部負責指揮，而民眾防護行動基準則由環保署訂定)。

此外，DOE/NNSA 輻射/核子事故應變團隊如附圖所示，重要的單位如下：

- FRMAC(Federal Radiological Monitoring Assessment Center, 聯邦輻射監測評估中心)
 - NART(Nuclear/Radiological Advisory Team, 核子/輻射諮詢隊)
 - SRT(Search Response Team, 偵搜應變隊)
 - JTOT(Joint Technical Operations Team, WMD Render Safe Program Disposition, 聯合技術運作及處理隊)
 - ARG(Accident Response Group, US Weapon Render Safe Program 事故應變組)
 - RAP(Radiological Assistance Program, 輻射支援方案)
 - REAC/TS (Radiation Emergency Assistance Center/Training Site, 輻射緊急支援中心)
 - AMS(Aerial Measuring System, 空氣監測系統)
 - NARAC(National Atmospheric Release Advisory Center, 國家大氣釋放諮詢中心)
- 簡報結束後，訪問團參觀隸屬於 NNSA 的 Watch Office (類似本會的核安監管中心)。Watch Office 緊急通報架構圖如附表。

日本係核能科技先進國家，福島核災事故仍需要美國的支援，台灣若萬一發生核子事故，自也應考慮美國的協助。是以，雙方於拜會結束後，簽署「2011 台美雙邊緊急管理合作交流(2011 Bilateral Emergency Collaboration Exchange)」會議紀錄，未來將持續核子事故整備與應變的資訊交流外，也將加強通報管道、相互協助機制、人員訓練、緊急應變演習及設備支援等事項之合作。

該會議紀錄也載明，台美雙方將正式簽署「核能與放射線事件應變暨緊急管理能力」意向聲明書(Statement of Intent between the American Institute in Taiwan and the Taipei Economic and Cultural Representative Office in the United States Regarding Nuclear and Radiological Incident Response and Emergency Management Capabilities，簡稱 SOI)，藉以強化緊急應變管理的合作關係，俾提升我國核子事故緊急應變管理

能力。

補充說明:

「駐美國台北經濟文化代表處與美國在台協會關於核子與輻射事故暨緊急應變管理能力合作意向聲明書」(SOI)業經台北經濟文化代表處張副代表大同與美國在台協會執行理事施藍旗女士(Ms. Barbara J. Schrage)代表兩國政府，分別於本(100)年5月26日及5月9日簽署完竣。

屬 SOI 下層的 Work Plan 無需另行簽約，並自 6 月 2 日起開始執行。Work Plan 短期間(約六個月內)應完成重要工作項目如下：

- (一)加強通報管道，以提昇輻射/核子事故緊急狀況之通報能力。本會可配合 NNSA 完成輻射/核子事故緊急狀況通報程序書，並請 NNSA 提供通報專線，本會聯絡人可由核安監管中心主任擔任之。
- (二) 台美雙方應建立輻射/核子事故緊急應變相互協助機制，請美方提供相關技術資訊、專業諮詢、人員訓練、應變演練與設備支援等協助。這些議題可於今(100)年台美民用核能合作會議討論。

五、參訪 Remote Sensing Laboratory 及內華達試驗場

結束華府的 BTM 會議之後，轉往拉斯維加斯繼續參訪美國能源部核子安全局 (NNSA) 的遠端感應實驗室 (Remote Sensing Laboratory, RSL)，及參觀內華達測試基地 (Nevada Test Site)，參訪行程由 NNSA 規劃，美方參加人員有: Vince McClelland, Maria Rivera, John Gelsthorpe, John Nelson, Bob Keller，全程由 Mr. Keller 負責解說。

(一) 遠端感應實驗室

首先在位於空軍基地內的遠端感應實驗室(RSL)，NNSA Mr. Keller 整體介紹了美國因應核子事故後之偵測團隊作業，包括軟硬體的設施。有關空中偵測系統敘述如下：

美國 DOE/NNSA 負責空中偵測系統 (Aerial Measuring System, AMS) 的執行及業務。AMS 為一種區域放射性監測的技術，並有兩套獨立的系統。一套為於內華達州的 Nellis 空軍基地之 RSL，另一套位於首府 Andrew 空軍基地的 RSL。位於 Andrew 空軍基地的 AMS 負責執行首府地區的輻射監測，而位於 Nellis 空軍基地的 AMS 則負責其他地區的輻射監測。AMS 使用兩種平台：固定機翼的航空載具與直昇機。前者係用於快速反應以測量高放射性的區域，而後者則具有較高的空間解析度及測量較低放射性的能力。AMS 的固定機翼航空載具 (Beechcraft B-200 型) 係做為第一時間的空中反應，一旦發生放射性/核子物質外洩事件，該載具最快可於四小時內升空。其目的是盡快提供決策者輻射衝擊的概要資訊，因此關於疏散與就地掩蔽之決定可能只能依據模式的預測。AMS 航空載具的資料是完整的第一手量測數據並由分析人員用來改進其預測結果。AMS 的資料涵蓋自放射性物質釋放位置上風數公里處至放射性物質沈積之下風最遠端處的區域。航空載具在該區域飛行的寬度則取決於放射性物質的沈積型態。航空載具攜帶 NaI 偵檢器 (1 部 2x4x16-inch、2 部 2x4x4-inch、以及 1 部 1x1-inch) 及 HPGe 偵檢器，而一般的飛行高度大約為 300m，飛行速率則約為 70m/s。取決於沈積區域的預測大小，組員會規劃飛行路徑的間隔，使在約 3.5 小時的飛行時間內完成目標區域的量測。

在固定機翼航空載具完成其任務後即開始 AMS 直昇機 (B-412 型) 的任務。直昇機系統係被設計以收集完整的 Gamma 射線能譜而非僅量測總暴露率。直昇機飛航的目標是提供低至背景輻射之輻射沈積的詳細資料圖，因此直昇機一般的飛行高度為 45m，飛行路徑的間隔為 75m，飛行速率為 35m/s。直昇機系統使用 12 部 2-1-inch 的 NaI 偵檢器以及較低的高度來提供高於固定機翼系統的資料靈敏度。在飛行任務結束後，分析人員會做詳細的資料分析以產生許多類型的資料圖，包括總暴露率圖及特定同位素的分佈圖等。與固定機翼的資料類似的是，直昇機測量的結果亦由分析人員用來調整其計算值。因此，分析人員可繼續預測尚未被量測之區域的輻射強度。

值得一提的是，以上空中偵測系統在福島事件中，也扮演了重要的角色，在 NNSA 指揮下，從 RSL 出動了專機，載運了專業人員和機具，從事福島電廠附近空中及地面的偵測任務，也繪製出電廠方圓約 30 多公里的輻射劑量分布圖，並可清楚看出電廠西北方向具有較高的輻射劑量，亦即這套以往僅是 used 在美國本土模擬演練的設備，第一次用於海外的核子事故偵測作業中。

(一)內華達試驗場

本試驗場的基地位於拉斯維加斯西北邊約 100 公里處，基地大約 3,500 平方公里，共劃為 30 區。基地於 1951 年開始使用，主要從事核子試爆相關研究，1951 年到 1963 年完成 100 個空中核子試爆，1963 年後美國禁止實施空中核子試爆，接著美國能源部將所有核子試爆移到地下，迄今已完成 828 次地下核試爆，本次主要參觀的幾個設施與地點簡述如下(基地內禁止攝影):

1. Area 5 RWMC: RWMC 為放射性廢料處置設施(Radioactive Waste Management Complex)，位於測試基地第五區內，面積有 2.96 平方公里，主要處置美國能源部所產生之低階放射性廢棄物，在 1961 年開始營運，並於 1978 年開始接收處理低階放射性廢棄物，RWMC 在掩埋放射性廢棄物前，並不會對放射性廢棄物進行處理，放射性廢棄物會以運送到 RWMC 時的物理及化學狀態進行

掩埋，存放在地下槽室(cell)內，並會持續輻射監測。

2. **Bilby Crater:** 為 1963 年 9 月 13 日進行之核試爆所造成的坑洞，威力相當 200,000 噸(ton)黃色炸藥(TNT)爆炸，造成深度為 25 公尺、直徑為 550 公尺的坑洞，目前坑底仍有輻射監測儀器持續監測輻射強度及地下水。
3. **Icecap :** Icecap 為 152 英尺高的塔樓，為一模組式(Modular)的塔樓，主要功能是将核子試爆裝置送入地下，塔樓地下有超過 1,000 英尺深的豎井，塔樓內有許多纜線可量測地下核爆的數據，是裝設地下核子試爆的主要設施。另外塔樓內有一 7 英尺寬的鏈條架(Rack)，核爆儀器就裝在鏈條架的底部，而且使用乾冰(Dry Ice)冷卻，因此稱為 Icecap，乾冰可將核爆儀器冷卻至零下 40 度以模擬飛彈系統在太空中所遭遇的溫度，是內華達測試基地知名的地標。
4. **Sedan Crater :** 為 1962 年 7 月 6 日核試爆所造成，威力相當 104,000 噸黃色炸藥爆炸，造成深度為 100 公尺、直徑為 390 公尺的坑洞，每年吸引約 10,000 遊客參觀，這個人造坑洞可從地球太空中看到(不需要輔助儀器)，由於 Sedan Crater 類似月球坑洞的地形，Apollo 16, 17 太空人也曾在這裡受訓。
5. **T-1 Training Area:** 為了增加美國國內對付恐怖份子威脅，美國能源部國家核子安全局(NNSA)在內華達測試基地內建立一個大規模核子武器破壞訓練中心，訓練緊急應變人員採取立即、正確的應變措施，對抗核子武器破壞的恐怖份子，如輻射髒彈(dirty bombs)。
6. **Apple II Houses :** 這間房子是在 1995 年由木材及水泥磚塊建造而成，主要目的是研究核子爆炸對建築物結構的影響。本次核子試爆相當於 29,000 噸黃色炸藥爆炸，建築物結構在爆炸後還保持完整，只有建築物外部油漆有脫落現象，另外在建築物內也放入人體模型，研究人類在核爆時的影響，人體模型在核爆後大都還保持在原來放置的位置，影響不大。

六、參訪 Lawrence Livermore National Laboratory

5月12日下午謝得志副主任委員率領代表團員訪問位於美國加州舊金山灣區附近的利福摩爾市內之勞倫斯利福摩爾國家實驗室（Lawrence Livermore National Laboratory，簡稱 LLNL）。LLNL 佔地 1.2 平方英里，工作人員超過 8000 人，是美國從事核能及能源研究的重鎮，隸屬於 DOE/NNSA 的國家研究機構。

由於 LLNL 仍有許多與國防相關之研發項目持續進行中，因此對於參訪外賓採取非常嚴格的安全管制措施。訪客識別証之發放程序嚴謹，除填寫詳細個人資料外，也要現場拍照，更特別地是要求訪客輸入密碼，若要進入特別管制區時應輸入此密碼。此外，也要求訪客先閱讀保安手冊，進入廠區後，全程有專人陪同(escort)，不能有單獨行動之機會。

(一)參訪 LLNL 之美國國家大氣釋放諮詢中心(NARAC)

5月12日下午參訪美國國家大氣釋放諮詢中心(National Atmospheric Release Advisory Center，簡稱 NARAC)。美國國家大氣釋放諮詢中心的任務，係提供先進的科學工具與專業知識來預測與評估：(1)放射性物質之大氣擴散與分佈；(2)曝露率、地表污染情形、受影響人口以及民眾防護行動建議等。

大氣擴散模式是非常重要的緊急應變工具，因為在雲團還未抵達前，就能預測空浮放射性核種造成的環境污染及健康上影響，以提供決策者下達緊急應變指示。

NARAC 模式系統包括全球氣象資料、地理資訊、人口分佈資料及先進的三維氣象與擴散模式。NARAC 能夠預測評估許多不同類型的放射性大氣釋放事故：核能電廠事故、放射性物質爆炸擴散事故、工業意外事故、運輸交通意外事故等。有關核電廠事故的實際應用上，NARAC 模式曾於車諾比事故、三哩島事故以及日本福島事故中，依據事故狀況所評估之放射性物質外釋情節與氣象及地形條件，預估放射物質的大氣擴散情形及民眾可能接受之輻射劑量。

國際交換計畫(International Exchange Program，簡稱 IXP)是一套以 NARAC 模式為本的線上軟體系統，一個可以 24/7 小時全天候提供放射性擴散與雲團模式的系統。目前有 146 個國家可使用 IXP 軟體。IXP 能使用全球的大氣氣象資料庫、內建的地理資訊與人口資料、以及事故發生地點、放射性物質排放量與核種等資料，最慢於 15 分鐘內即可提供擴散與雲團模式預測結果(包括受影響的人口數)。IXP 系統可作為事故前危機管理規劃、訓練演習以及應用到真實的放射性污染事故。

IXP 軟體可運算的放射性釋放情節如下：

- 基本射源(Basic source)：核電廠事故可選擇基本射源
- 爆炸 (Explosive)：輻射彈可選擇爆炸型
- 線射源 (Line Source)
- 煙囪排放 (Stack Rise)
- 火災 (Fire)

以 IXP 軟體來評估意外事故的影響時，應輸入參數為：

- 放射性釋放方式(1.基本射源 2.爆炸 3.線射源 4.煙囪排放 5.火災等五種事故情節可選擇，核電廠事故可選擇基本射源)
- 釋放起始時間 (start time to release)
- 釋放時間長度(time duration of release of material to atmosphere)
- 事故地點的詳細經緯度(release location)
- 下風向距離(downwind distance)
- 輻射源項(source term)：所排放的放射性核種種類與活度
- 大氣擴散模式：NARAC model
- 氣象資料：可使用系統資料庫資料

由於核能研究所與輻射偵測中心均有使用 IXP 的經驗，討論過程中我方提出經驗回饋項目如下：

- 射源項(Source Term，也就是事故所排放之放射性核種種類與活度)不能假設在台

灣發生。

- **Source Term** 只能選擇單一核種，不能選擇多種核種。

針對團員的問題，NARAC 的負責人 Mike 說明如下：

- (1) 基於保安與其他因素考量，除非兩國之間彼此同意，否則每個國家只能計算自己國家發生輻射/核子意外事故的劑量影響情形。也就是說，原則上，台灣不能計算大陸核電廠發生意外事故對台灣劑量的影響，除非大陸同意。核研所同仁反應 **source term** 無法設在台灣的問題，經 NARAC 更改系統設定後，已經沒有問題。
- (2) 有關 **source Term** 只能選擇單一核種，不能同時選擇多種核種問題，M 氏表示 IXP 可選擇多種核種。惟限於時間因素，M 氏沒有現場展示，建議我方可與 M 氏再聯繫，瞭解如何使用。IXP 討論結束前，M 氏應大家的要求，試算我國核一廠發生核子事故的輻射劑量影響。

若大陸核電廠發生核子事故，對台灣的影響如何？目前我國核電廠緊急應變劑量評估系統只能算 **source term** 發生在台灣的情形。若能徵得大陸同意，透過 IXP 軟體，約 10 分鐘就可評估出輻射劑量對台灣的影響。

我國的核電廠緊急應變劑量評估系統所使用的大氣擴散模式為大氣亂流與煙流擴散模式(稱為 A2C)，特色為適合台灣核電廠之地理環境條件(譬如適合大氣邊界層與海陸交界模擬；適合日夜溫差變化大之氣象條件；適合中小尺度擴散模擬)。擴散模式考慮電廠周圍三維複雜地形與各項氣象因素之影響，接獲放射性物質外釋預估條件，可於一小時內完成廠外民眾劑量評估，提出民眾防護行動建議

IXP 大氣擴散模組為 NARAC，以高斯模式快速評估大氣風場。由於 IXP 供全世界 146 個國家使用，其氣象及地形資料自不若我國緊急應變劑量評估系統來的詳細。此外，IXP 評估結果的等劑量曲線係依照美國管制標準來畫，無法自訂，無法符合國內需求。雖然 IXP 有上述不足處，但在某些參數設定下，我國核電廠緊急應變劑量評估系統應可與 IXP 軟體系統作一比較。

NARAC 作業中心的 Michael Dillon 博士，向我們簡報“New Tool for Estimating Radiation Protection Factors”。Dillon 博士強調，不同類型建築物，其結構材料(木材、磚造、鋼筋水泥)、層數(地下室、頂樓、中間樓層)、牆壁厚度以及附近是否有建築物等因素，對 γ 射線的放射性屏蔽因子均有不同影響。由於放射性物質可能沉積在建築物的外牆表面與屋頂，也會通過窗戶或牆縫進入房間而沉積在地板、天花板或房間牆壁，這些沉積的放射性物質都將對房內的人造成劑量影響。

該實驗室已建構一套軟體(內含資料庫)，只要輸入房子的結構材料、樓層位置、鄰近建築物樓層數等資料，很快就可得到防護因子，惟美國的建築物，無論其外形、結構、牆壁厚度與建築材料等項目與我國不盡相同。核子事故發生時，掩蔽是緊急應變措施的一個重要項目，如果能對我國核能電廠附近的建築物作一完整調查以評估 γ 射線的防護因子，對發生核子事故之緊急掩蔽將有助益。

(二)參訪 LLNL 之加速器質譜儀中心(CAMS)

5 月 13 日早上 9:00~10:00 參訪位於 LLNL 之加速器質譜儀中心(Center for Accelerator Mass Spectrometry, 簡稱 CAMS)。CAMS 共有兩部加速器，分別為 10 MV FN Tandem Van de Graaff Accelerator (串級范式加速器)及 NEC 1 MV Tandem Accelerator(串級加速器)。CAMS 自 1985 年開始興建，1988 年正式運轉。

CAMS 每年量測國內外樣品數超過 25000 個，目前進行中的研究領域包括考古學、大氣化學、古地震學、古氣候學、海洋環流、地殼的變形與運動、礦產生物利用度和代謝利用、碳循環動力學、細胞和分子生物學、燃燒機制與替代燃料、檢測核燃料的再處理、法醫識別年代推定、廣島與車諾比事件劑量重建等。

參訪過程中，加速器質譜儀中心主任 Graham Bench 向我們詳細介紹加速器質譜儀的原理與應用，雖然團員中對 AMS 均不熟悉，但大家還是努力地把握機會吸收與學習。

加速器質譜儀(Accelerator Mass Spectrometry, 簡稱 AMS)就是將加速器(可將帶電粒子加速到高能量的裝置)與質譜儀(可分析和測量不同質量的原子或分子的儀器)

結合而成的設備，加速器質譜儀由離子源、注入系統、串列靜電加速器、高能分析傳輸系統、離子探測器以及數據獲取系統組成。

傳統的衰變方法，其靈敏度低，量測時間長，所需樣品量大。相對的，AMS 由於具有超高的靈敏度(約 10^{-12} ~ 10^{-15})，只需超微量的樣品分析量(約 1mg)，即可精確探測微量的長壽命放射性同位素(鈹-10、碳-14、鋁-26、氦-36、碘-129 等)與其穩定同位素的比值。

AMS 設備以量測碳-14 為大宗，Graham Bench 向我們說明碳-14 測定的重要性。因為碳-14 在自然界的含量很少，但利用 AMS，根據不同粒子的拐彎半徑不同可以容易地捕捉到碳-14。經由碳-14 已知的固定衰變速率進行計算，可測出該生物體或文物的年代。此外，碳 14 的運用已超越了測量年代的目的，現代科學家已把碳-14 作為示蹤劑，將它混入致癌物和細胞結合，從而發現癌症的成病機制。碳 14 也可應用於地質學、水文學、地球物理學、大氣科學、海洋學、古氣候學，甚至生物醫學領域。

總之，加速器質譜儀的應用非常廣泛，包括考古學、天文學、地球科學、生命科學、環境科學、材料科學、生物醫學、核物理等領域。

(三)參訪 LLNL 之緊急作業中心

5 月 13 日早上 9:00~10:00 參訪 LLNL 之緊急作業中心 (Emergency Operations Center, 簡稱 EOC)。雖稱為緊急作業中心，事實上，即是我們所稱的緊急應變中心 (Emergency Response Center)。LLNL 的研究種類繁多，涉及到各種潛在的危險，例如輻射及放射性污染、危險化學品，以及各種具潛在危害的操作（例如機械作業、高低壓電器設備、噪聲及維修活動等）。可能的意外事故種類繁多，較嚴重的為毒化災、火災、爆炸及輻射外釋與放射性污染等災害。

該中心主任 Peter La Curtis 向我們介紹 EOC 的組織架構與任務。主任表示，所有屬於能源部的國家實驗室均設有 EOC，且組織與功能均雷同，分為作業部門 (Operations)、規劃與情報部門 (Planning and Intelligence)、公關部門 (Public Information)

與後勤支援等。其目的係為有效提供安全資訊，加強緊急應變器材準備及事故演練，以減少災情損失。LLNL 發生異常事故時，EOC 可作為緊急應變指揮中心，有效執行緊急應變之任務。

LLNL 之 EOC 可隨時與 DOE/NNSA 及利福摩爾市的緊急應變部門保持聯繫。LLNL 沒有專屬的消防隊，萬一火警發生時，則有賴利福摩爾市消防隊的支援。LLNL 之 EOC 與各個設施均應定期舉辦緊急應變演練與訓練，並應定期審閱並更新緊急應變計畫。比較特別的是，LLNL 仿照核能電廠緊急應變計畫區之構想，劃定 1.5 英里為緊急應變計畫區，相關規劃事宜利福摩爾市政府均知悉。

EOC 之作業部門分為火災救援、保安作業(Security)、環安衛作業(ES&H, Environment、Safety and Health)及各個設施(Facility)。規劃與情報部門分為事件後果評估(Consequence Assessment)、應變行動計畫(Action Planning)與通報機制(Notification)。後勤支援包括人力的配置、各項緊急應變器材的採購(含個人防護裝備)、醫療救護、交通運輸等。此外，EOC 特別設立公關部門，顯示與民眾溝通之重要性。

(四)參訪 LLNL 之國家點火設施

5 月 13 日早上 11:00~12:00 參訪位於 LLNL 之國家點火設施(National Ignition Facility，簡稱 NIF)。NIF 講解人先讓我們欣賞簡介短片後，隨即到現場參觀該設施。

國家點火設施是一座雷射型核融合 (laser-based Inertial Confinement Fusion，簡稱 ICF) 研究設施，這設施由 LLNL 負責建造。NIF 內含 192 個巨型雷射器(為目前世界上最大和最複雜的雷射光學系統)，以將雷射打到重氫和氬組成的標靶球，隨著雷射帶來的高溫和壓力，會引發核融合反應，而這兩種氫同位素也會釋放出巨大的能量。NIF 也是人類史上最大的 ICF 設施，其目標是一但點火後就能自給自足，形成核融合能量輸出。

NIF 自 1997 年開始建造，因諸多問題與爭論，原本 5 年的興建計畫，卻延期四次，且也嚴重超出預算。NIF 於 2009 年 3 月 31 日完工，2009 年 5 月 29 日舉行落

成典禮，總計花費約 40 億美元，除由 DOE/NNSA 資助外，還有其它國家實驗室及大學贊助。

NIF 於 2009 年 7 月完成第一次大規模的雷射目標實驗，並於 2010 年 10 月成功完成首次完整的點火演練，192 束雷射光束擊中燃料球靶，強大的能量立即將燃料球裂毀，大量的中子從靶室中湧出。在真正聚變點火之前的這一、兩年內，NIF 將每個月都將進行一次類似的綜合點火實驗。

NIF 有三大任務：

- (1) 研究核聚能源(未來的新能源)，目標是一但點火後就能自給自足，形成核融合能量輸出，以滿足人類對乾淨能源的需求。
- (2) 測試美國核武儲備的可靠性。在受控實驗室條件下，NIF 將進行聚變點火和熱核燃燒實驗，在這種類似於熱核爆炸的溫度和密度狀態下，能進行軍事設備與材料的輻射效應試驗，而試驗結果將作為 NNSA 生產核武器的參考。也就是說，在 NNSA 不發展地下核子試驗的條件下，NIF 可評估並驗證核武器的複雜物理特性，以建立嚇阻核武威力的行動基石，在國家安全上將扮演重要角色。
- (3) 探索宇宙來源：由於 NIF 可產生的巨大溫度與壓力(類似天體中星球的內部狀態)，它能提供資源以進行天體物理學、材料科學、核子物理等研究。

總之 NIF 完成，除可能為人類帶來無窮盡的核融合之新能源外，同時也為科學發展和探索開啓新途徑

肆、心得與建議

- 一、促進核能電廠安全運轉是全球核能界首要任務，加上公眾對核安認知與日俱增的需求，促使管制單位採取透過公開透明的方式，以達到開放而有效監督核能電廠的目的，透過台美核能管制機構持續交流合作，可使美國核管會與我國原子能委員會互蒙其利。
- 二、日本福島核子事故對世界各國核能安全管制都造成相當大的影響，我國除繼續收集監測日本核電廠最新動態、並參考世界各國安全管制或測試的方法，要求台電對核電廠進行全面體檢，以確保核電廠安全。另臺灣作為全球核能發電國家的一份子，期盼能加入國際核能論壇，以討論並分享我國因應日本福島核電廠事件所採取的各項因應作為及改善措施。
- 三、美國核能電廠於 911 事件發生後，依據 NEI 06-12 所執行強化措施(B.5.b 策略方案)，以及 NRC 依據 TI 2515/171 視察指引所進行的查證，對於因應類似福島事件，應具備及時救援的效用，我國可持續密切與美方合作，透過資訊交換及人員互訪等方式，對 B.5.b 策略方案有進一步的瞭解，儘速於我國核能電廠實施。
- 四、我國與放射性有關的主管機關只有原能會，若發生輻射/核子事故時，與放射性專業有關的建議與命令全由原能會負責，指揮體系較為單純。相對而言，美國因幅員廣大，與放射性有關的指揮體系較複雜(譬如，依設施種類之不同，可能由核管會、能源部或國防部負責指揮，而民眾防護行動基準則由環保署訂定)。
- 五、台美核子與輻射事故暨緊急應變管理能力合作意向聲明書已簽署完竣，我方應儘速加強通報管道，俾提昇緊急應變通報能力。原能會可配合 NNSA 以完成緊急通報程序書，並請 NNSA 提供通報專線，本會聯絡人可由核安監管中心主任擔任之。
- 六、台美雙方應建立核子與輻射事故緊急應變相互協助機制，並請美方提供關技術資訊、專業諮詢、人員訓練、應變演練與設備支援等協助。這些議題可於今(100)年台美民用核能合作會議中討論。
- 七、我國 100 年核子事故緊急應變演習重要的演練項目與設備，包括：(1)空中偵測；(2)海域偵測；(3)移動式多功能輻射劑量監測系統；(4)國軍 97 式核生化偵檢車；(5)緊急應變計畫防災電子地圖網路平台等，展現我國核子事故緊急應變能量。未來可與 NNSA 多交流，了解美方在這些方面的最新發展。

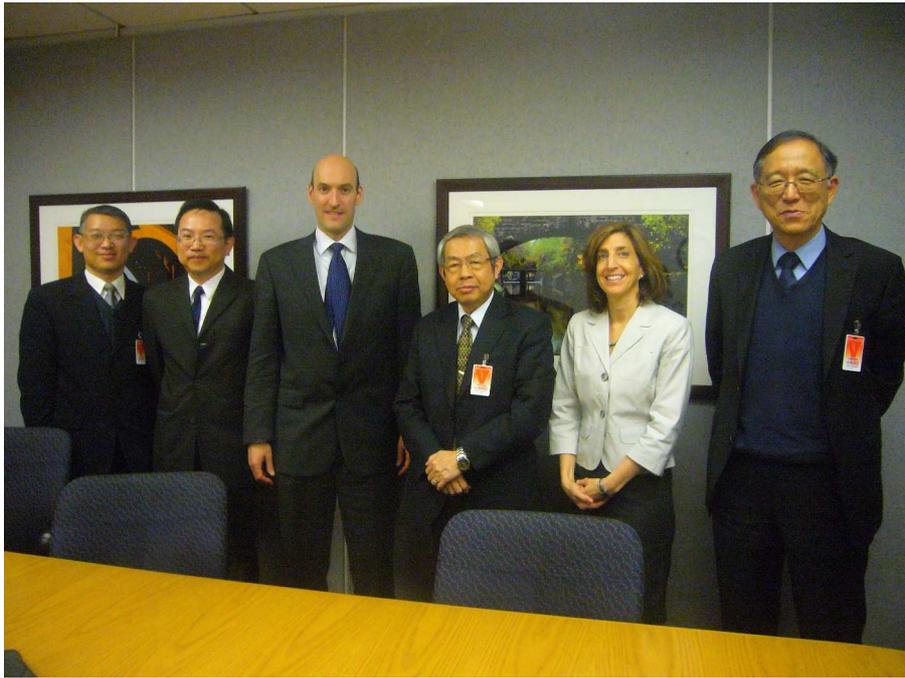
- 八、我國可透過 NNSA 的協助，派員參加原則上每兩年舉行一次的“TOP OFFICIALS EXERCISE (TOPOFF)”演習，它係一項結合聯邦、州與當地緊急應變部門的演練。
- 九、IXP 大氣擴散模式為 NARAC，我國核電廠緊急應變劑量評估系統的大氣擴散模式為 A2C。由於 IXP 供全世界 146 個國家使用，所提供的我國核電廠的氣象及地形資料自不若我國緊急應變劑量評估系統來得詳細。建議在某些參數設定下，核研所可將我國緊急應變劑量評估系統的運跑結果與 IXP 軟體系統的運跑結果作一比較。
- 十、若大陸核電廠發生核子事故，對台灣的影響如何？目前我國核電廠緊急應變劑量評估系統只能算 source term 發生在台灣的情形。若能徵得大陸同意，透過 IXP 軟體，約 10 分鐘就可評估出輻射劑量對台灣的影響。
- 十一、核能電廠用過燃料池格架中子吸收材質之劣化及影響，目前為核安管制重要之議題之一，本屆台美雙邊技術交流會議雙方同意就中子格架試片起泡現象之後續檢測結果、肇因分析及管制措施等，持續密切交流合作。
- 十二、我國目前對用過燃料池臨界安全議題已有相當深入的認識，並已掌握關鍵技術的重點，與 NRC 的審查經驗同步。建議未來應持續與 NRC 負責相關業務的人員保持聯繫，便於即時掌握相關訊息並維持我國的研究技術水準。
- 十三、由於我國龍門電廠已逐漸進入測試階段，美國核管會新反應器管制署對測試項目及進展均有高度興趣，以本次有關反應爐內部組件的振動測試項目為例，美方即提出多項測試相關的議題，建議能持續與美方進行交流，分享我國新型反應器的測試經驗，增進未來與美方合作的空間。



附圖 1 2011 第九屆台美雙邊技術交流會議簡報情形



附圖 2 2011 第九屆台美雙邊技術交流會議討論情形



附圖 3 拜訪美國 NRC 主席 Gregory Jaczko 後合影



附圖 4 拜訪美國 NRC 委員 William Magwood 後合影



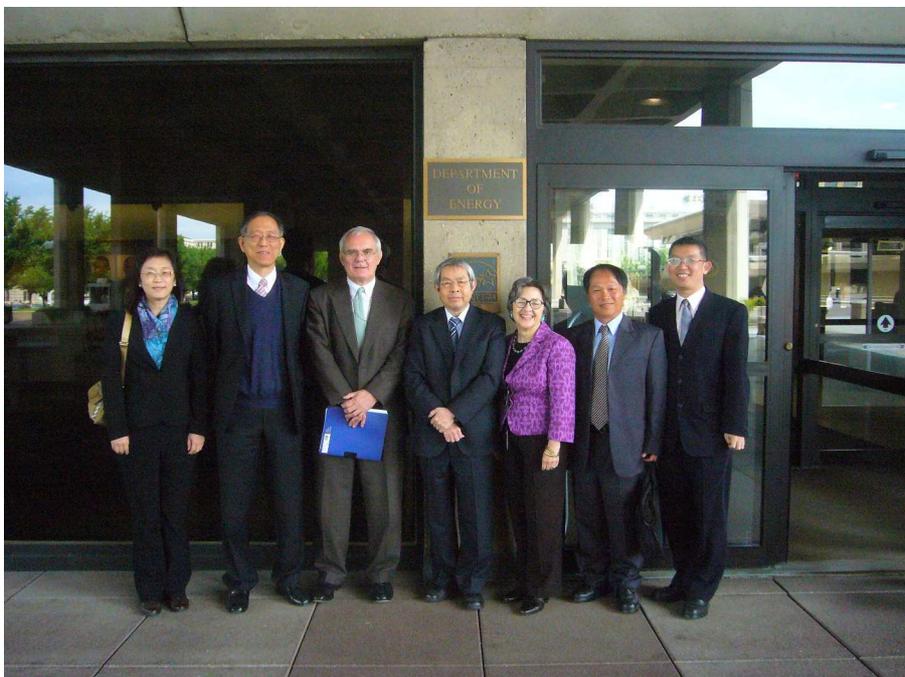
附圖 5 拜訪美國 NRC 委員 Kristine Svinicki 後合影



附圖 6 拜訪美國 NRC 委員 William Ostendorff 後合影



附圖 7 拜訪美國能源部助理國務卿 Peter Lyons 後合影



附圖 8 拜訪國家核子安全局後合影



附圖 9 拜訪內華達試驗場後合影



附圖 10 拜訪 LLNL 國家實驗室 NIF 後合影

附件一 2011 年第九屆台美雙邊技術交流會議雙方代表名單

US Nuclear Regulatory Commission (NRC) & Taiwan Atomic Energy Council (AEC)
Annual Bilateral Technical Meeting
May 11 – 13, 2011

會議雙方的主要代表如下：

Visiting Delegation from Taiwan (台灣代表)

Dr. Der-Jhy Shieh, Deputy Minister, Atomic Energy Council (AEC)
Dr. Yi-Bin Chen, Director, Department of Nuclear Regulation, AEC
Dr. Shin Chang, Section Chief, Department of Nuclear Regulation, AEC
Dr. Wei-Wu Chao, Section Chief, Department of Nuclear Regulation, AEC
Dr. Lih-Yih Yiao, Director Nuclear Safety Center, Institute of Nuclear Energy Research (INER)
Dr. Weng-Sheng Kuo, Associate Researcher, INER
Mr. Te-Chuan Wang, Associate Researcher, INER
Shyur, Tzu-Sheng, Quality Manager Lungmen Nuclear Power Plant
Pao, Mei-Ju, Supervisor of Nuclear Security Department of Nuclear Generation
Huang, June-Yuan, Executive Atomic Energy Officer, TECRO

Dlegation from NRC (美方代表)

Eric Leeds, Office Director, Nuclear Reactor Regulation
Sher Bahadur, Deputy Division Director, Division of Safety Systems, NRR
Tony Ulses, NRR and Tony Nakanishi, NRR
Allison Chin, Office of Human Resources
Eric Fries, Office of Enforcement and Diane Sieraki, NRR
Eric Bowman, NRR
Syed Ali, RES
Emma Wong, NRC
Mark Blumberg
Leta Brown, NRR
Chester Gingrich, RES
Tony Nakanishi, NRR
Scott Flanders, Acting Deputy Office Director, NRO
Danielle Emche, OIP, NRC

**Taiwan Atomic Energy Council (AEC) and U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC)
2011 Bilateral Technical Meeting**

**on behalf of the American Institute in Taiwan (AIT) and
Taipei Economic and Cultural Representative Office (TECRO)**

Visiting Delegation from Taiwan

Dr. Der-Jhy Shieh, Deputy Minister, Atomic Energy Council (AEC)
Dr. Yi-Bin Chen, Director, Department of Nuclear Regulation, AEC
Dr. Shin Chang, Section Chief, Department of Nuclear Regulation, AEC
Dr. Wei-Wu Chao, Section Chief, Department of Nuclear Regulation, AEC
Dr. Lih-Yih Yiao, Director Nuclear Safety Center, Institute of Nuclear Energy Research (INER)
Dr. Weng-Sheng Kuo, Associate Researcher, INER
Mr. Te-Chuan Wang, Associate Researcher, INER
Shyur, Tzu-Sheng, Quality Manager Lungmen Nuclear Power Plant
Pao, Mei-Ju, Supervisor of Nuclear Security Department of Nuclear Generation
Huang, June-Yuan, Executive Atomic Energy Officer, TECRO

May 3, 2011

Marriott Conference Center

Seneca Room (lower level)

8:15 Continental Breakfast with NRC and AEC
9:15 Opening Remarks,
AEC - Dr. Der-Jhy Shieh, Deputy Minister
NRC - Eric Leeds, Office Director, Nuclear Reactor Regulation
9:30 Overview of Recent Regulatory Activities in Taiwan, AEC
Dr. Wei-Wu Chao, Section Chief, Dept. of Nuclear Regulation
10:00 Overview of Recent Regulatory Activities in US, NRC
Sher Bahadur, Deputy Division Director, Division of Safety Systems, NRR
10:30 Break
10:45 Response to Fukushima, AEC
Dr. Yi-Bin Chen, Director, Dept. of Nuclear Regulation
11:15 Response to Fukushima, NRC
Tony Ulses, NRR and Tony Nakanishi, NRR
11:45 Depart Marriott for NRC Headquarters
12:00 Lunch with Eric Leeds, Office Director, NRR
O-13-D-20

- 1:15 Depart Headquarters for Marriott
- 1:30 New Staff Program (Virtual Tour Demonstration), NRC
Allison Chin, Office of Human Resources
- 2:00 The Performance of Taipower's NPPs in 2010, TPC
Mr. Mei-Ju Pao, Supervisor, Dept. of Nuclear Generation
- 2:30 Break
- 3:00 Current Status of the Final Safety Culture Policy Statement, NRC
Eric Fries, Office of Enforcement and Diane Sieraki, NRR
- 3:30 B.5.b Discussions, Eric Bowman, NRR and Syed Ali, RES
- 4:15 Depart NRC for hotel

May 4, 2011

O-13-D-20

- 9:00 Degradation of Boral in Spent Fuel Pools at Chinshan and Kuosheng, AEC
Dr. Shin Chang, Section Chief, Dept. of Nuclear Regulation
- 9:30 Degradation of Boral in Spent Fuel Pools, NRC
Emma Wong, NRC
- 10:00 Break
- 10:15 Licensing and Inspection Activities at Lungmen, AEC
Dr. Lih-Yih Liao, Director/Researcher, Institute of Nuclear Energy Research
- 10:45 Application of Alternative Source Term Methodology
Mark Blumberg and Leta Brown, NRR and Chester Gingrich, RES
- 11:15 Findings from Spent Fuel Pool Criticality Analysis, AEC
Dr. Weng-Sheng Kuo, Associate Researcher, Institute of Nuclear Energy Research
- 11:45 Lunch Break with Margaret Doane, Director and Nader Mamish, Deputy Director, OIP
- 1:00 Current Safety Issues on Spent Fuel Pool Criticality, NRC
Tony Nakanishi, NRR
- 1:30 Break
- 1:45 Progress on Construction and Testing at Lungmen, TPC
Mr. Tzu-Sheng Shyur, Quality Manager, Lungmen Nuclear Power Plant
- 2:15 Reading of the Meeting Summary
- 2:45 Depart for NRC headquarters
- 3:00 Meeting with Commissioner Magwood, 18th floor conference room
- 4:00 Meeting with Chairman Jaczko
- 4:30 Depart NRC for Hotel

May 5, 2011

O-13-D-20

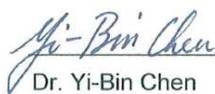
- 9:00 Introductions

- 9:15 Preoperational and startup testing of ABWR in Lungmen station related to component/piping vibration, thermal expansion and stratification measurements and the pre-op testing of the steam dryers
Mr. Tzu-Sheng Shyur, Quality Manager, Lungmen Nuclear Power Plant, TPC
- 9:40 Reactor internal vibration monitoring data/issues, TPC
Mr. Tzu-Sheng Shyur, Quality Manager, Lungmen Nuclear Power Plant
- 10:00 Lungmen station seismic equipment qualification program (specifically related to hard rock high frequency issues), AEC
Dr. Shin Chang, Section Chief, Dept. of Nuclear Regulation
- 10:20 Break
- 10:30 NRC presentation
- 11:00 Basemat cracking with groundwater seepage (Chinshan Unit 2), AEC
Dr. Shin Chang, Section Chief, Dept. of Nuclear Regulation
- 11:30 Working Lunch with Scott Flanders, Acting Deputy Office Director, NRO
- 12:30 Cracking in prestressed concrete containment vessel (Maanshan), AEC
Dr. Shin Chang, Section Chief, Dept. of Nuclear Regulation, AEC
- 1:00 Leakage in spent fuel pool (Chinshan), AEC
Dr. Shin Chang, Section Chief, Dept. of Nuclear Regulation, AEC
- 1:30 Meeting with Commissioner Svinicki
- 2:15 Meeting with Commissioner Ostendorff
- 3:00 Tour of NRC Operations Center
- 3:45 Depart NRC

附件三 2011 年第九屆台美雙邊技術交流會議總結

Summary of 2011 Bilateral Technical Meeting
Taiwan Atomic Energy Council (AEC)
and US Nuclear Regulatory Commission (NRC)
Future Cooperation

1. AEC and NRC agree to share assessments related to the events at Fukushima
2. AEC and NRC agree to share final reports that result from reviews and the interim and final task force reports related to the events at Fukushima
3. AEC and NRC agree to consider sharing inspection reports specific to B.5.b-related enhancements
4. AEC and NRC agree to consider plans for NRC to observe post Fukushima-related inspections and participate in related technical exchange in Taiwan mid-2011
5. AEC agrees to keep NRC informed about possible regulation updates to include boron degradation reporting and/or a "Part 21" type of regulation in AEC regulations
6. AEC agrees to keep NRC informed about testing and inspection of Lungmen
7. AEC and NRC agree to continue pursuing plans for NRC to observe startup inspections at Lungmen in 2012
8. NRC agrees to keep AEC informed about neutron absorber and BADGER testing research and findings that may affect the surveillance interval and/or contribute to establishing a more standardized program among industry
9. NRC will look into providing more information about spent fuel criticality experiment information or data and biases and uncertainty analyses and that could be provided to AEC
10. NRC agrees to provide more information about safety culture cross-cutters as indicating factors, and as part of the reactor oversight process
11. NRC agrees to continue technical exchange about RADTRAD, including version 4, the source code in JAVA, and other related information
12. AEC agrees to keep NRC informed about the Taiwan government and AEC reorganization



Dr. Yi-Bin Chen
Representative

Taipei Economic and Cultural
Representative Office

Date 5/5/11



Dr. Sher Bahadur
Representative

American Institute in Taiwan

Date 5/5/11

附件四 參訪核子安全局(NNSA)等所屬機構行程

2011 AEC delegation VISIT TO DOE/NNSA

Friday, May 6, 2011

Meeting with Rear Adm. Joseph J. Krol

Briefing – Overview of the Office of Emergency Operations

Sunday, May 8, 2011 –travel day (from DC to Nevada)

Monday, May 9-10, 2011 – Las Vegas, NV

Remote Sensing Laboratory Briefing and Visit

Briefing – Aerial Measuring System, Aviation, Engineering

Briefing –Consequence Management Response Team, Search Response Team, Software

Technologies & Emergency communications Networks

Briefing – Consequence Management Home Team

Tuesday, May 11, 2011 – Las Vegas, NV

Nevada Test Site Briefing and Visit

Wednesday, May 12-13, 2011 – San Francisco, LA

Briefing - Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL)

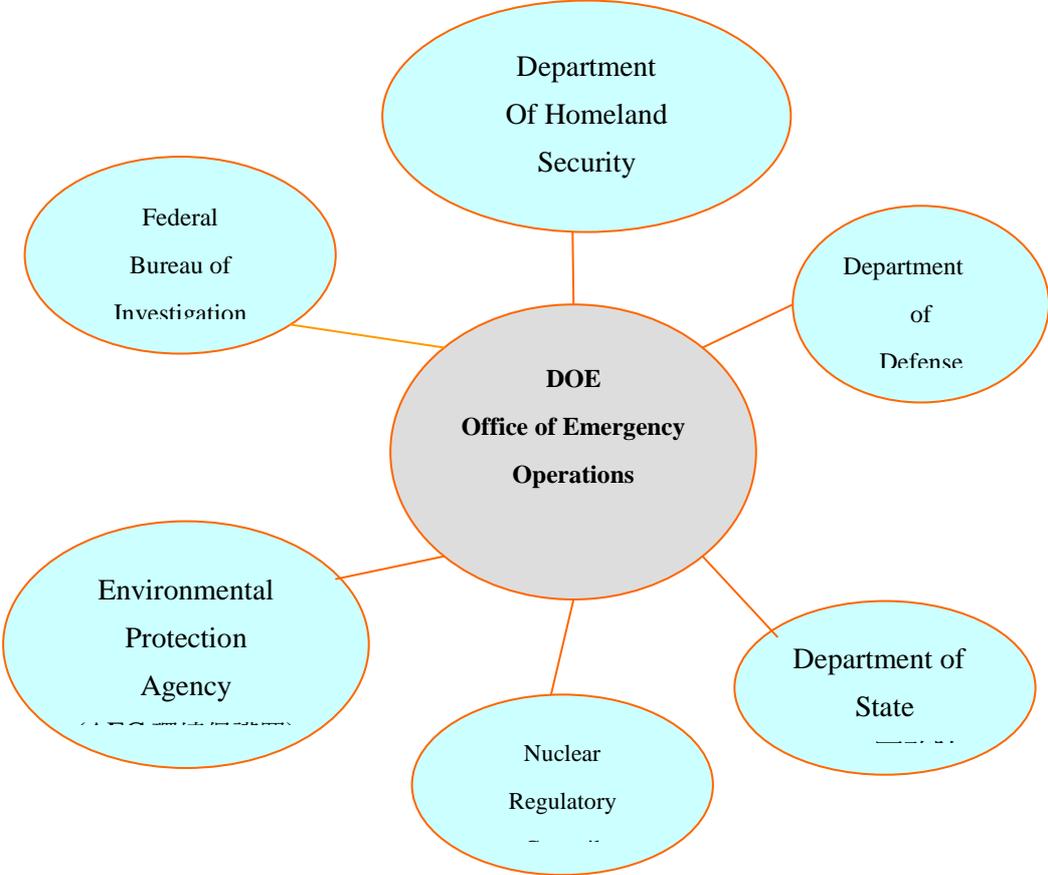
Briefing -National Atmospheric Release Advisory Center (NARAC)

Tour of National Ignition Facility

Tour of Center for Accelerated Mass Spectrometry (CAMs)

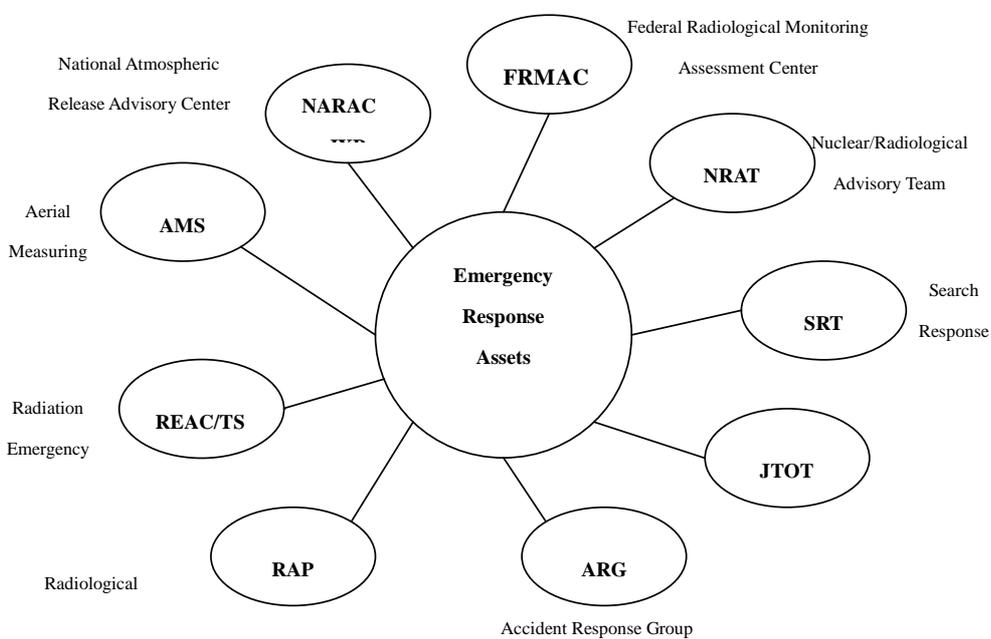
Tour of Emergency Operations Center (EOC)

附件五 與 DOE 有關的輻射/核子事故緊急應變部會



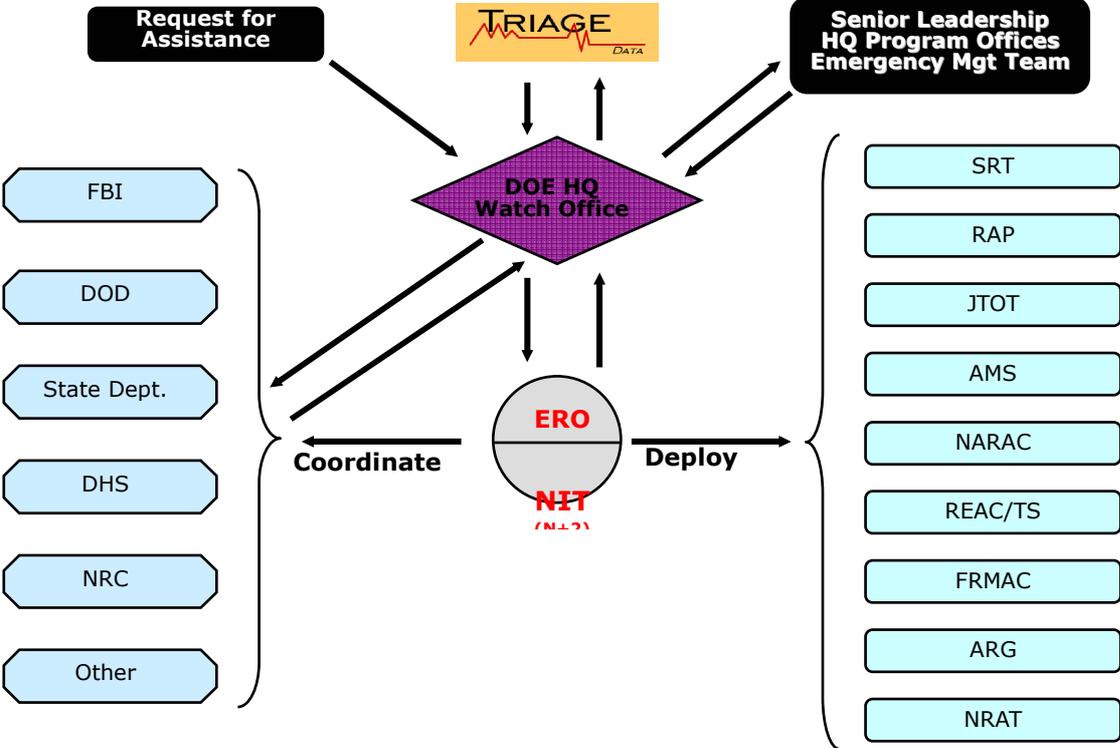
與 DOE 有關的輻射/核子事故緊急應變部會

附件六 DOE/NNSA 輻射/核子事故緊急應變團隊



DOE/NNSA 輻射/核子事故緊急應變團隊

附件七 Watch Office 緊急通報架構圖



Summary of 2011 Bilateral
Emergency Management Collaboration Exchange
Taiwan Atomic Energy Council (AEC)
and
US Department of Energy/National Nuclear Security Administration (DOE/NNSA)
May 6, 2011

1. AEC and DOE/NNSA agree to continue exchanging information on nuclear emergency preparedness and consequence management including:

- The types of technical support needed for effective response;
- The types of training available for emergency response; and
- Information on engagement and assistance that can be provided during a nuclear emergency.

2. AEC and DOE/NNSA agree to continue to jointly engage in activities to strengthen emergency management systems and preparedness in the following areas:

- Notification and assistance;
- Training;
- Preparedness and response;
- Nuclear emergency exercises; and
- Equipment.

3. AEC and DOE/NNSA agree that, when executed, the Statement of Intent regarding Nuclear and Radiological Incident Response and Emergency Management Capabilities will strengthen collaboration on emergency management and will enhance the capability of Taiwan to manage and effectively respond to nuclear events



Dr. Yi-Bin Chen
Representative
Taipei Economic and Cultural
Representative Office



Vince McClelland
Representative
American Institute in Taiwan