

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：開會)

2012 台美民用核能合作會議及
美洲核能協會冬季年會
(AIT-TECRO Civil Nuclear
Cooperation Meeting and American
Nuclear Society Winter Meeting)

服務機關：行政院原子能委員會

姓名職稱：周源卿副主任委員、徐明德處長、劉文熙副處長
、張欣副處長、吳慶陸簡任技正、李綺思科長、
鄭武昆組長、陳思嘉技士

派赴國家：美國

出國期間：101 年 11 月 05 日至 101 年 11 月 17 日

報告日期：101 年 12 月

摘要

為增進台美雙方有關原子能應用、管制技術之交流，台美雙方業簽署數項原子能相關之合作項目，並每年召開會議（台美民用核能合作會議）檢討過去合作項目執行情況並展望未來之合作事項及規劃，今年 11 月 6-8 日輪由美方於舊金山主辦本年度會議，我方由原子能委員會（以下稱原能會）周源卿副主任委員率團（成員包含原能會、放射性物料管理局、核能研究所、國立清華大學、台灣電力公司及駐美代表處等單位代表計 18 人）前往參加，美方則有包含國務院、核能管制委員會、能源部及所屬國家實驗室、美國在台協會台北辦事處等單位成員約 20 人與會；會中雙方除交換過去一年來在核能電廠營運與管制、核廢料管理、核能技術研發等方面之經驗回饋與發展等資訊外，並就雙方核能合作項目之執行情形逐一檢討，並研商未來一年之合作規劃，會後並在美方規劃下，前往勞倫斯利福摩爾國家實驗室(Lawrence Livermore National Laboratory, LLNL)參訪。此行除增進我國各項核能技術、管制之智能外，並持續、有效強化台美雙方之核能技術交流合作。

日本福島核災後，核能設施之耐震及海嘯議題廣受世人重視，鑒於我國核能一、二廠間山腳斷層長度有疑似延長的事證，為能擷取美方處理類似問題的經驗，此次並前往美國太平洋瓦斯與電力公司(Pacific Gas and Electric Company, PG&E)，與多位耐震、地質專家開會討論電廠耐震評估與研究，該公司所屬之 Diablo Canyon 核電廠附近過去曾發現新斷層，最後經過一連串的調查、評估及補強後，確認安全無虞，並經美國核管會同意下持續運轉。此外，雙方亦就福島核災後精進作業進行經驗交流。藉由美方的處理經驗，可讓我國未來在處理耐震議題，可有更實務、更寬廣的視野。

另出席由各國相關核能學會代表參加之國際核能協會聯席會(International Nuclear Societies Council，簡稱 INSC)，除有效了解美國、加拿大、日本、澳洲、阿根廷、巴西及法國等國的核能發展現況外，並與各國代表建立良好的溝通橋樑，有效增進我國核能管制作業在國際間的能見度。

此外，為能更全面、有效了解國際間對福島核災事故後之最新處理模式及研究趨勢，另參加美國核能協會(American Nuclear Society, ANS)辦理之冬季年會中有關嚴重事故之分析與管理研討會(福島第一核電廠的經驗學習)，會中來自各國管制單位、電力公司、工

業界、學者專家等，分別對其國家有關日本福島核災之研究、處理方式、管制作為等提出各項說明及建議，我國在福島核災發生後，原能會亦積極對核能電廠提出各項管制要求，以能更確保國人生命財產安全，此次透過多場研討會議，擷取世界各國對日本福島核災事故的因應作為、看法與研究並收集國際上在核設施除役、放射性廢棄物處置及用過核子燃料乾式貯存等作業推動現況及安全管制重點，除確保我國未來在核能電廠安全管制及放射性廢料處理上之政策釐訂及實務作業上能與各先進核能國家一致外，更期能強化民眾對核能安全管制之信心。

目 次

摘要	(頁碼)
壹、前言	5
貳、行程	6
參、工作紀要	7
肆、心得與建議	34
伍、附錄	36
附錄一、台美民用核能合作會議議程	36
附錄二、2012 年台美民用核能合作會議與會人員名單	39
附錄三、台美民用核能合作會議 Summary Statement	41
附錄四、原能會與 PG&E 公司討論會議議程	49
附錄五、國際核能協會聯席會 INSC 會議議程	50

壹、前言

台美雙方自 1985 年開始輪流於台灣及美國召開「台美民用核能合作會議」，本次「2012 年台美民用核能合作會議」輪由美方主辦，美國國務院（Department of States, DOS）委託能源部（Department of Energy, DOE）轄下勞倫斯利福摩爾國家實驗室（Lawrence Livermore National Laboratory, LLNL）負責承辦，擇定於 11 月 6 至 8 日舉行，並安排與會人員參訪 LLNL 內美國國家大氣釋放諮詢中心、緊急作業中心及加速器質譜儀中心。

本次公差第二個重要任務為拜會太平洋瓦斯與電力公司(Pacific Gas and Electric Company, PG&E)，了解該公司所營運之 Diablo Canyon 電廠於發現有新斷層事證之後耐震調查、評估相關作法，以及該電廠在日本福島核災後之精進作為。由於我國位處環太平洋地震帶上，地震發生頻繁，核能電廠的耐震安全議題特別受到社會各界的關注，又因核能一、二廠附近之山腳斷層，發現有不同長度斷層可能的新事證，所面臨的問題與 Diablo Canyon 電廠類似，藉由此次拜訪 PG&E 公司之地質、耐震專家，了解該公司提出之長期地震計畫(Long Term Seismic Program, LTSP)及相關補強作業，可與我國目前執行中的耐震安全再評估作業相互參照。

最後一項為參加美國核能協會(American Nuclear Society, ANS)辦理之冬季年會，該會為世界上核能界的年度盛事，不僅是國際核能界產、官、學、研互相吸收經驗及技術的機會，並提供了核能安全研究與應用的現況及方向。本次會議主軸為「未來核能技術：復原及彈性(Future Nuclear Technologies: Resilience and Flexibility)」；另包括兩項主題分別為福島第一核電廠的經驗學習(Lessons Learned from Fukushima Daiichi)與先進的熱力學知識(Advances in Thermal Hydraulics)。除了大會之外，也區分許多技術研討會，針對特定議題專門討論，擷取世界各國對日本福島核災事故的因應作為、看法及研究，以了解當前國際因應日本福島事故相關之措施，俾為我國核能電廠管制之參考，以提升我國核能安全管制技術。

貳、行程

周副主任委員一行 8 人於 11 月 5 日出發，其中周副主委及劉文熙副處長二人於 11 月 10 日返國，徐明德處長、張欣副處長等 6 人另拜訪美國太平洋瓦斯與電力公司(Pacific Gas and Electric Company, PG&E)及參加美洲核能協會冬季年會，於 11 月 17 日返國，行程詳如表 1。

表 1 赴美參加 2012 年台美民用核能合作會議行程表

日期	行程內容	地點	備註
11/5 (一)	啓程 (台北→舊金山)	舊金山	全體出席人員
11/6 (二)	台美民用核能合作會議：專題報告	舊金山	全體出席人員
11/7 (三)	台美民用核能合作會議：分組討論	舊金山	全體出席人員
11/8 (四)	台美民用核能合作會議：設施參訪	舊金山	全體出席人員
11/9 (五)	拜訪太平洋瓦斯與電力公司 PG&E (PG&E and Taiwan Atomic Energy Council Joint Meeting)	舊金山	徐明德處長、張欣副處長、吳慶陸簡任技正、李綺思科長、鄭武昆組長、陳思嘉技士
11/10 (六)	路程：舊金山→聖地牙哥 參加國際核能協會聯席會	聖地牙哥	徐明德處長、張欣副處長、吳慶陸簡任技正、李綺思科長、鄭武昆組長、陳思嘉技士
11/11~15	美國核能協會冬季年會	聖地牙哥	年會主題：日本福島事故的經驗與教訓、先進的熱力學知識
11/15~17	返程：聖地牙哥→桃園	桃園	

參、工作紀要

一、台美民用核能合作會議

今年台美民用核能合作會議，辦理地點為位於美國加州舊金山灣區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)，由於 LLNL 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嚴格的安全管制措施，並規定不能攜帶任何電子產品包括手機、筆電等。本次會議台美雙方共 30 多人參與，美方出席人員來自美國國務院、核管會、能源部及相關國家實驗室等單位。

11 月 6 日周副主委與 AIT 代表(Scott Hansen)致詞後，即展開雙方交錯之專題報告，11 月 7 日正式召開台美合作會議，並分組針對列管合作項目逐項檢討，11 月 8 日參訪 LLNL 設施，議程詳如附錄一，出席人員名冊如附錄二，全體與會人員合影如圖 1。各項報告與活動之重點如下：



圖 1 2012 台美民用核能合作會議全體與會人員合影

(一) 台美民用核能合作會議：專題報告與分組討論（11 月 6-7 日）

會議首先進行一般議程部份，雙方共發表 12 篇報告，其中我方提出下列 5 篇：

- ❶ 台灣民用核能應用現況概述(Overview of Civil Nuclear Programs in Taiwan)；
- ❷ 台灣核能研究主要活動現況(Review of Current Nuclear Research Activities in Taiwan)；
- ❸ 台電公司放射性廢棄物處置方案及核能一廠用過核子燃料乾式貯存設施現況(Current Status of Taipower Radioactive Waste Management Program and ISFSI at Chinshian Plant)；
- ❹ 後福島台灣核能管制與績效評估作業(Fukushima Regulatory Actions/Assessments update)；
- ❺ 台電公司核電廠營運與安全提升作為 (Operating Performance & Safety Enhancement of Nuclear Power Plant in Taipower)。

美方則提出下列 7 篇報告：

- ❶ 全球核能和平發展用途展望(Overview of World Developments and Peaceful Use of Nuclear Energy)；
- ❷ 美國用過核燃料處置現況(Update on Activities：Used Nuclear Fuel Disposition in the United States)；
- ❸ 美國能源部核能計畫回顧(Review of DOE Nuclear Energy Programs)；
- ❹ 美國能源部環境管理計劃辦公室總覽(Office of Environmental Management Program Overview)；
- ❺ 第二屆核能安全公約特別會議內容與結論(Convention of Nuclear Safety 2nd Extraordinary Meeting and Summary)；
- ❻ 下一代核子保防倡議(Next Generation Safeguards Initiative)；
- ❼ 核管會福島後管制作業 (Fukushima Regulatory Actions Update, NRC)。

美方報告重點摘要如下：

1. 能源部副部長負責核能業務，並有副助理部長主管燃料循環技術（Deputy Assistant Secretary for Fuel Cycle Technologies），其下設置四個辦公室(NE-51~54)分別為系統工

程與整合、燃料循環研發、用過核燃料處理研發，及鈾管理與政策；其中 NE-53 為用過核燃料處理研發辦公室（Office of Used Nuclear Fuel Disposition Research & Development）。NE-53 之主要研發有三項：發展延長貯存之技術基礎、發展高燃耗燃料運送安全之技術基礎及評估處置場之替代方案。美國核能電廠每年產生 2,000 噸用過核燃料，經估計 2012 年止將累計產出 70,000 噸用過核燃料，其中 27%採取乾式貯存(約為 1650 個護箱)，預計 2020 年將有 88,000 噸用過核燃料需要貯存。

2. 目前美國針對用過核燃料採取直接地質處置，為解決處置問題，美國藍帶委員會(Blue Ribbon Commission)提出 8 項建議案，包括成立專責機構執行核廢料管理、設置核廢料管理基金、推動發展一個以上的處置設施、集中貯存設施，及開發備妥運送安全措施等。其中經長期貯存後燃料再取出及運送（Fuel retrievability and transportation after extended storage）是技術研發的項目之一，因此需要掌握長期貯存材料劣化機制，對於推動處置作業則以建立民眾信心及展開國際合作為主要工作項目。
3. 2012 年 2 月美國歐巴馬總統重申由於油價上漲與氣候變遷使得核能政策仍為協助美國經濟發展重要項目，能源部核能辦公室研發部主要目標有四項：發展現有電廠的可靠度安全性與壽命延長、建造更進步且可支付的電廠、發展永續性核燃料及減少核武擴張與恐怖分子的能力。在現有電廠壽命部分，能源部希望可以延長至 60 年，並增加效能，但面臨的挑戰包括系統結構與功能老化、燃料的可靠度與效能及安全分析電腦計算能力、理論基礎是否仍適用等；新核能電廠之建造朝向小型模組式反應爐 (Small Modular Reactors, SMRs)的方向邁進，以減少資金成本，並發展新型反應器以符合工業所需；發展永續性核燃料使能承受更長時間的照射並減少後續產生的廢料量；在防止核武擴張方面，需發展風險評估工具、更可靠的監測與防禦設備及核物料追蹤機制。

福島核災後對能源部核能辦公室的影響包括考慮減少運轉員作業程序以增加整體安全性、強化核燃料的特性、潛在天然災害再評估、增加運轉中電廠之模擬能力與模組建立等，此外對於 SMRs 的發展更感興趣，因 SMRs 特性包括機器設備易於運送及組建、縮減興建電廠的資金成本與建造工程時間，可以取代老舊的燃煤電廠並提供更安全更有彈性(如廠址選擇)的核能發電方式。

4. 環境管理計畫辦公室(Environmental Management，簡稱 EM)的使命是負責清理數十年核武發展所造成的環境污染，至 2052 年預計將投入經費約為 2740~3090 億美元；截至目前已完成安全貯放核廢料於 230 個地下貯存槽；回收 340 萬公升液態放射性廢料；處理 6.4 兆公升的汙染地下水。2013 年 EM 預算為 56.5 億美元，其中 11%即 6 億 3 仟 1 百萬美元專為處理土壤及地下水復原計畫，負責處理之場址有漢福（Hanford）、愛達荷（Idaho）、橡樹嶺（Oak Ridge）、內華達國家保安場址（Nevada National Security Site）及沙瓦納河場址（Savannah River Site）。

由於美國能源部環境管理計畫辦公室的使命重大且繁雜，雖已建置了各種處理流程，但仍然面臨許多技術方面的挑戰，諸如核廢料處理（Waste Processing）、土壤及地下水復原、去活性化(deactivation)與除污，及核子物料的處置等。因為清理計畫耗時且花費鉅資，為節約成本與節省工期，國際合作技術開發與創新，更顯得重要。

5. 美國核管會 William Ruland 接著說明核能安全公約(The Convention on Nuclear Safety, 簡稱 CNS)目的是藉由國際合作提升與維持核能安全以保障人民、社會與環境安全。本次 CNS 第二次特別會議的目的為簽約國間在福島核災後的經驗分享，並檢視 CNS 中的條約有效性與適用性，重點包括對超出設計基準天然災害(如地震、海嘯、水災、風災)和多重災害之防範與加強極端天災發生時的應變管理作為、提高國家核能安全監管機構的執行效益並確保其獨立性、加強緊急應變整備和應變系統及達到資訊透明化等。

會議結論包括❶運轉員應對核電廠安全運轉負起最大的責任；❷核能電廠應於避免核災的前提下設計、建造及運轉，且於災害發生時要能儘量避免造成廠外的輻射汙染；❸各國管制單位應有足夠資源以執行管制任務且需有相當的獨立性；❹應鼓勵國際間的核能安全合作；❺應有一系列強化核能安全管制措施(如達成 IAEA 核安全準則)。

6. 下一代核子保防倡議(Next Generation Safeguards Initiative, 簡稱 NGSI)，由美國能源部核子保安總署(DOE/NNSA)於檢視現今國際情勢後，為提升接下來的 25 年核子保防所需技術與人力資源以抗衡所面臨的威脅，因而發布 NGSI。藉由發展策略、技術、專業知識與人材培育強化全球保防系統，共包含 5 個子議題：策略發展與延伸、觀念建

立與達成、技術研發、人力資訊發展與國際承諾。目前完成的工作項目包括出版特定設施的防禦導則、發布 5 年計畫發展 UF6 cylinder(圖 2)辨認與追蹤系統、持續研究核物料造成的風險評估等。



圖 2 UF6 運輸容器示意圖

7. 因應日本福島核災事故後，美國核管會之管制作為如下：2011 年 7 月提出 Near Term Task Force (NTTF) 報告，並於同年 9、10 月將該報告內之建議事項區分為近期 (Tier 1)、中期 (Tier 2)、長期 (Tier 3) 三階段執行，2012 年 3 月提出針對屬近期建議事項之管制命令及要求，2012 年 7 月提出長期建議事項之規劃要求，2012 年 8 月則針對管制要求提出相對應之作業指引。其所採取之管制作為包括：管制命令：EA-12-049 — Mitigating strategies beyond design basis events、EA-12-050—Hardened vents for Mark I and II containments、EA-12-051—Spent fuel pool instrumentation；要求業者提供資訊：Seismic and flooding walkdowns、Seismic and flooding reevaluations、Enhanced emergency preparedness staffing and communications；法規制定：Station blackout (SBO)、Integration of emergency procedures。

針對 EA-12-049 — Mitigating strategies beyond design basis events，其要求以三階段作業來確保爐心、圍阻體及用過燃料池獲得適當冷卻，初期必須利用固定設備來因應、中期可採固定設備、移動式設備來協同處理、第三階段則可利用廠外的資源；EA-12-050 — Hardened vents for Mark I and II containments 則適用於 Mark I、Mark II 圍阻體，至於是否安裝排放過濾器，則仍在討論中尚未定案；EA-12-051 — Spent fuel pool instrumentation 則要求業者針對用過燃料池之水位指示器必須可以監測正常水位、最低可安全屏蔽水位及燃料頂端水位等。中期建議事項則包括用過燃料池補水能

力、緊急應變整備、再評估其他外部危害；長期建議事項則包括：耐震及洪水分析、其他型式圍阻體之排氣設計、氫氣控制及防制等。

後續美國核管會人員之重要管制作業包括：今年 11 月提供耐震及淹水再評估之最終版指引、完成包括核管會查核之各電廠耐震及淹水現場巡查、向核管會委員報告圍阻體之排氣過濾建議、繼續法規制定程序、開始執行中期、長期建議事項、繼續蒐集並評估國際間有關因應日本福島核災事故之改善作為。

11 月 7 日分組討論部份分為反應器管制與法規相關研究、廢棄物管理與環境復原、先進核能科技、緊急應變管理(新增組別)，四組平行進行年度合作議題進度檢討與新增項目討論，其所簽訂之 Summary Statement 如附錄三。各組總結摘要如下：

1. 反應器管制與法規相關研究(Reactor Regulation and Regulatory Research)

第 1 組內容主要係針對核子反應器設施管制及相關法規與程式應用等議題，美方主要負責單位為美國核能管制委員會，美方之主談人為該會核能管制署安全系統處處長 William H. Ruland（共同主席）及 Danielle Emche，我方則由本會核能管制處張欣副處長（共同主席）及李綺思科長參與。除逐項檢討台美雙方合作項目之實質進展及未來展望外，並由美國核管會 William H. Ruland 簡報 Regulatory Actions Regarding Containment Venting and Filtration 及 Spent Fuel Storage Regulations and Guidance in the U.S.。本會核能技術處徐明德處長亦從其他分組會場撥空參與討論。分組會議中雙方對過去彼此合作的項目均感滿意，並針對所有項目執行現況逐一討論，對未來彼此合作的項目，亦充滿期待及信心，彼此均認同藉由雙方管制資訊、技術之持續交流，可有效促進雙方之核能安全管制作業。分組會議討論完畢後，由核管處張欣副處長及核管會 William Ruland 共同簽署「Discussion Summary of working Group I Matters Pertaining to Reactor Regulation and Regulatory Research」文件，此次本分組共有二項結案，無新增項目，目前總計仍有 21 項持續進行中，本年度重要決議事項除持續進行各工作項目外，另包括未來有關燃料運送槽、數位儀控系統、10CFR40 法規制定、NFPA805、圍阻體集水坑、龍門電廠測試時程等方面之資訊交流。

2. 廢棄物管理及環境復原(Waste Management and Environment Restoration)

第 2 組內容主要係針對放射性廢棄物之處理與處置技術，環境之回復與再利用相關做法，以及安全分析工具精進應用等議題討論，美方主要負責單位為能源部環境管理辦公室代表 Karen Skubal (共同主席)；我方則由物管局鄭武昆組長(共同主席)、台電公司李清山處長、核研所鄭世中副組長、蔡光福副組長、喬凌寰科長等代表出席，美國 ATL 公司吳全富博士並從旁協助。首先聽取美國核管會 William Ruland 的專案報告「當今乾式貯存執照審查的考量事項 (Upcoming Considerations for Dry Storage Licensing Reviews)」，報告摘要：乾式貯存執照審查法規依據有三，分別為 ❶ NUREG-1536 乾貯設施通用執照標準審查計畫(最新版，2010(第一次修訂))；❷ NUREG-1567 乾貯設施標準審查計畫(目前仍在修訂中)；❸ 乾式貯存重要考量事項，目前正向 NRC 執照改革方案初審會(NRC's Licensing Program Improvement (LPI) Initiative)提案討論中。而提出 LPI 的背景文件有 COMDEK-09-0001(Feb.2010)、COMSECY-10-0007(June,2010)、SRM-SECY-09-0900(Sep.2010)及 SECY-11-0029(Feb.2010)四份文件，其重點如下：用過核燃料運送與貯存相容性的需求；於除役電廠中乾式貯存設施獨自運作規範 (Regulating Stand-Alone Independent Spent Fuel Storage Installations (at Decommissioned Reactor Sites))；通用執照與場址特定執照之一致性與應用性，採用通用執照核發貯存證明文件之行政管理措施(Administration of Storage Certificate of Compliance (CoC) for General-License Use)。以上事項我國於未來數年間也會面臨，諸如核電廠除役後乾貯設施之獨立運作管理，長期貯存材料之耐久性，整合貯存、運送與處置系統等，應掌握相關資訊並及早規劃探討。

接著由雙方共同主持人進行第二組 18 項議案的討論，計結案 1 項 AE-DE-DD26 清潔標準計讀系統之校正方法或計讀比較(精確度)測試方法或(標準) (Calibration methods or measurement-comparisons (Proficiency) testing methods (or Criteria) for clearance measurement systems)；本分組無重啟項目；1 項 IN-INL-U3 核能科技之教育與訓練 (Education and Training in Nuclear Science and Technology) 則併入第三組之 TU-DE-Y4 中；其中核研所化工組蔡光福副組長簡報該所「六氟化鈾之安定化與處置」 (UF6 Stabilization and Disposition) 現況後，雙方同意列入新增議案，其編號為 IN-DE-DD-30。本分組經綜合彙整，明年將持續執行 17 項之合作案。我方也表達感謝美方的協助，促進雙方技術能力提昇，並說明由於政府能源政策調整，未來的工作重點將朝核電廠之除役規劃與乾式貯存發展，有下列五項合作項目，期望美方協助執

行：

- ❶ FC-IN-NR-G23 乾貯設施執照審查;
- ❷ AE-NR-J3 除役放射性廢棄物管理;
- ❸ IN-ANL-J4 研究用核子設施之除役與除污資訊之交流;
- ❹ TP-EM-DD22 除役計畫;
- ❺ AE-DE-DD29 用過核燃料延長貯存(Used Nuclear Fuel Extended Storage)。

3. 先進核能科技(Nuclear Science, Technology, and Safeguards)

第 3 組由核能研究所林金福主任秘書及美方代表 William Rhodes 共同擔任分組主席，共有 23 個合作議題，涵蓋之領域相當廣，包括：❶保健物理(health physics)；❷技術安全支援(technical safety support)；❸同位素生產及應用(radioisotope production and application)；❹進步型反應器(advanced reactors)；❺基礎研究(basic research)；❻核物料的實體防護(physical protection of nuclear material)；❼核物料的料帳管理(safeguards of nuclear material)；❽醫療應用(medical therapy)等。

經由雙方工作人員的討論後，決議如下：

Technical safety support (IN-IN-F36)併入 Group I F20，屬於同位素製造與應用之 IN-OR-I7 與 IN-DE-I13 由於性質相近，同意合併成一項；另合作議題由原來之 23 項減為 21 項，其中二項合併為一項，一項移至第一組。今年沒有新增議題，亦沒有結案之議題。

重要決議事包括：

- INL/NTHU/INER 三方之合作，Idaho National Laboratory (INL) 清華大學(NTHU)與核研所(INER)及 Sandia National Lab(SNL)針對工作人員之核子科學與技術之教育與訓練組成新的合作伙伴關係，2012 年 5 月及 8 月分別在 INL 及 INER 辦理研討會，2013 年將再針對特定議題辦理研討會，合作內容除了研討會之型式外，並包括人員互訪及研究生交流及訓練等等。

- AE-AIT-FF3 議題 “Exchange of information on implementation of IAEA Safeguards and Additional Protocol”，原能會吳慶陸技正代表原能會將我方已簽署 ROC-IAEA-USA trilateral safeguards Agreement 交給美方代表第 3 組之主持人。
- 有關於 AE-DE-EE6 “Physical protection Consultation”及 AE-DE-EE7 “Training in implementation of New PP standards and Guidance” 係由原能會核技處徐處長負責主談，AIT 及 TECRO 同意 2013 年 3 月 AIT 將派員到台灣舉辦 INFCIRC/225/Rev.5 研討會，同時亦將至清大協助審查其核子反應器之保安防護措施。
- AE-AIT-FF4 “Inventory of U.S. obligated nuclear material in Taiwan”，原能會希望邀請一位美國專家到台灣，指導相關人員如何計算來自不同國家的特殊核物料存量，預定於明年第一季辦理。
- AE-DE-F39 有關於核鑑識(Nuclear Forensics)主題，2012 年 8 月已在台北辦理研討會議，預備 2013 年再邀請 US/FBI 專家來台辦理犯罪現場保存相關訓練，美方表達認同，不過尚需協調相關人力與資源。

本分組討論會亦針對 Group 3 相關之議題安排五場次的專題報告，摘述如下：

- ❶ “Taiwan-US cooperation Nuclear Forensics”，William (Bill) 首先介紹 2012 年 8 月 13 至 15 日在台舉行之台美合作核鑑識專家會議，共有來自原能會、核研所、清大、中央警察大學、台電等單位約 50 人參與，未來將持續進行台美之技術合作，包括輻射偵測及分析技術、核能資料庫(Nuclear Library)之建立等等。有關防止核能恐怖事件之發生，美國是由 FBI 及 DOE 轄下之國家實驗室來共同執行，台灣方面已有基本的輻射量測與技術分析能力，未來仍需加強建立國家級應變計畫及核能資料庫並與 US/FBI 及 US/DOE 等單位之協助建構。
- ❷ “Part 37-security of category 1 and category 2 radioactive material”，美國核管會 Danielle 介紹有關 category 1 & 2 放射性物質之保安法規草案。對於 10 CFR part 37 定義之 category 1 & 2 之同位素有 Americium-241, Californium-252, Curium-244, Cobalt-60, Cesium-137, Gadolinium-153, Iridium-192, Promethium-147, Plutonium-238/239, Radium-226, Selenium-75, Strontium-90, Thulium-170 及 Ytterbium-169。該法規草案正進行立法程序，預計於 2012 年 12 月發布。
- ❸ “United states support for IAEA safeguards implementation：international nuclear

safeguards engagement”，簡報由美國 DOE 轄下之 Office of Nonproliferation and International Security 提供，介紹美國對於 IAEA 之核能安全管制提供支援，International Nuclear Safeguards Engagement Program (INSEP)是下一代核子保防倡議(United States Next Generation Safeguards Initiative)的重要組成，美國已與 25 個 IAEA 會員國及二個區域觀察員(regional inspector)透過訓練及工作會議建立合作夥伴關係，由於台灣並不是 IAEA 會員國，我方人員是否亦可以透過此一機制參加其訓練計畫，仍待未來之努力。

- ④ “INL-INER workshop feedback”，主講人爲 Dr. Mike Goff from Idaho National laboratory，報告本項合作計畫之源起與執行之狀況。2011 年在台北舉行之台美民用核能合作會議決議建立雙方之教育與訓練合作，內容包括: (1)合作單位包括 INL, 清華大學,核研所及美方之 Sandia National Laboratory; (2) Hot cell laboratory management 及 (3) Post-irradiation Examination Technology and exploring opportunities related to Innovation Hub for Modeling and Simulation。2012 年 5 月在 Idaho Falls 舉行 INL/INER 會議，8 月在台灣舉行 workshop，合作關係將持續推動中。

4. 緊急應變管理(Emergency Management)

第 4 組爲今年新增之組別，內容主要係針對緊急應變管理 Emergency Management (AE-DE-F27)，大氣擴散模組 Atmospheric Plume Modeling (AE-DE-F28)，緊急應變支援 Emergency Assistance (AE-DE-F37)及空中偵測及其他偵測技術 Aerial and Other Detection Technique(AE-DE-F38)作討論與合作。美方主要負責單位爲能源部核子保安總署(DOE/NNSA)，主談人爲國際緊急應變與合作辦公室處長 Vince McClelland（共同主席）及副處長 Ann Heinrich，我方則由本會核能技術處徐明德處長（共同主席）及陳思嘉技士參與。除逐項檢討台美雙方合作項目之實質進展及未來展望外，並由 NNSA 簡報 2012 年 7 月份 I-RAPTER P/C 及 I-Medical 國際研討會辦理成果並展示國際交換計畫(International Exchange Program，IXP)，同時針對本年度 12 月 17 日至 20 日國際事故後處理研討會(I-CM)作課程內容討論，NNSA 主動表達除了 ICM 課程外，將再帶一組空中(A)及一組地面(M)偵測系統來台，並將原於 7 月留台借我國的儀器攜

回美國，新帶來儀器將借我國使用。另美方表示於 12 月 ICM 時段亦會再次辦理為期 2 天之空中及地面偵測訓練。在簡報後，由雙方共同主持人進行第四分組議案的討論，會議結論如下：❶原能會將提供 12 月中旬 ICM 及 SPARCS 訓練課程的後勤支援；❷原能會建議於明年第三季辦理 I-MED 進階訓練，主要對象為醫院人員；❸雙方同意於明年視需要檢視並調整更新合作意向聲明書(Statement of Intent)項下 Work Plan 的合作內容；❹NNSA 將於 12 月擬定 CONOPS (Concept of Operations)後與本會討論，CONOPS 係指萬一我國發生核子事故時向美方支援與雙方合作之細部內容；❺NNSA 將於 SPARCS 訓練期間提供 2 組儀器(SPARCS-A、SPARC-M)借我國使用；❻NNSA 歡迎台灣更多使用者註冊 IXP，並於未來與我國進行大氣擴散運算模組演練(與本會劑量評估系統進行比較)，細部內容將於明年台美會討論。

(二) 台美民用核能合作會議：參訪 Lawrence Livermore National Laboratory (11 月 8 日)

11 月 8 日全體與會者分成三組，輪流參訪 LLNL 之緊急作業中心、大氣偵測中心及加速器質譜儀中心。

1. 參訪 LLNL 之緊急作業中心(Emergency Operations Center，簡稱 EOC)

LLNL 之緊急作業中心處理範圍包括地震、火災、掩蔽、疏散、有害物質外釋處置、停電、爆炸與炸彈威脅等。其目的係為有效提供實驗室相關安全資訊，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。EOC 內各個設施每 2 年舉辦一次緊急應變演練，並定期審閱及更新緊急應變計畫，平常整備包括 100 位人員所需設備(手套、急救箱等)，備有 72 小時的食物存量。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)，另規劃與情報部門分別負責事件後果評估(Consequence Assessment)、應變行動計畫(Action Planning) 與通報機制(Notification)，並有專人負責通訊設備暢通與故障維修。截至目前為止 EOC 共啟動 5 次，其中 3 次為火災，另外 2 次為停電。

2. 參訪 LLNL 之加速器質譜儀中心(Center for Accelerator Mass Spectrometry，簡稱 CAMS)

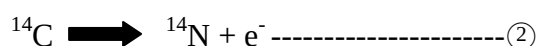
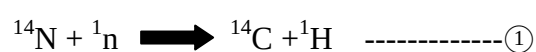
加速器質譜儀(Accelerator Mass Spectrometry，簡稱 AMS)是一種重要分析儀器，特別

是針對長半衰期核種，當它無法利用衰變計讀(decaying counting)或者傳統的質譜儀進行分析時，本項儀器即為分析之首選。它的作用原理乃將加速器(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 beta counting 之衰變計讀方式，靈敏度低，量測時間長，所需樣品量大。相對地，AMS 由於具有超高的靈敏度(約 $10^{-12} \sim 10^{-15}$)，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(如鈹-10、碳-14、鋁-26、氯-36、碘-129 等)與其穩定同位素的比值。AMS 的缺點為樣品前處理費時，樣品檢驗費用高，且儀器之維護費亦為高成本。

目前全世界至少有二十五組之 AMS 機器，分佈於美國、加拿大、歐洲地區、日本、中國、俄羅斯及南非，其應用領域非常廣泛，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、核物理及核能非擴散(Nuclear non-proliferation)研究等領域。

CAMS 共有兩部加速器，分別為 10 M VFN 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。

CAMS 設備以量測碳-14 (radio-carbon)為大宗，碳-14 測定的原理乃利用大自然具有豐富之碳元素分佈，主要碳元素為碳-12(約佔 98.8%)，另有少量的碳-13 穩定同位素(約佔 1.2%)以及含量相當少的碳-14 ($< 10^{-10}$ %)。大氣層之氮-14 受到輻射線照射而產生碳-14(式①)，碳-14 亦會利用 beta decay 方式而回到 N-14(式②)，其半衰期為 5730 年，碳-14 持續產生與衰減，兩者之間達成一個平衡穩定值。



碳-14 可因光合作用而進入食物鏈中，分散在有機物質裡，因此，有機體可以維持一

個穩定之碳-14 與碳-12 之比值，其比值與大氣之比值相近。一旦停止碳交換(carbon exchange)，例如死亡，則其比值會減少，如此，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。

AMS 具有高靈敏度，根據不同粒子的拐彎半徑不同可以容易地捕捉到碳-14，AMS 除了環境科學及考古學之應用，近年來它亦被應用於生物醫學研究，包括毒物學、藥物測試、藥物動力學研究、阿滋海默氏症等等。LLNL 的展示海報介紹他們的生物醫學成果，介紹碳-14 作為示蹤劑之應用，例如他們把 C-14 標幟上藥物，以追蹤藥品之分佈及其代謝路徑等研究。AMS 技術亦可應用於細胞代謝速度快慢之研究，代謝快者(例如血球或表皮細胞)，其 C-12 與 C-14 之比值趨近於大氣之比值，相對於代謝慢者(例如腦神經細胞)，C-12 與 C-14 之比值隨代謝快慢不同而有變，兩相比較，即可推出組織或者細胞之代謝速率。

對於 AMS 的應用，Electrostatic Tandem Accelerator 是首選，0.5MV 之 Tandem accelerator 主要用於分析 C-14，Low-energy tandem(2-3MV)可用來偵測長半衰期核種，例如 Be-10, Al-26, I-129，較大型的 tandem accelerator(>5MV)則可用於 Cl-36 及 Ca-41 等，核能研究所設置有中型迴旋加速器，是否也可能連接 mass spectrum 而有 AMS 應用之可能性？LLNL 的解說員告訴我們，國外曾應用小型 cyclotron 於 C-14 分析，但無法精確地分析其 isotopic ratios，相關技術仍待發展中。

3. 參訪 LLNL 之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(NARAC)提供工具與服務計算出因意外或惡意攻擊所釋出之有害物質的分布狀況，NARAC 提供大氣擴散運算模型供緊急應變決策人員作為採行防護行動的參考，以保護受影響區域的民眾，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 模式曾應用於車諾比事故、三哩島事故以及日本福島事故中。本次參訪主要為國際交換計畫(International Exchange Program，簡稱 IXP)的展示，IXP 提供快速、三維模式的電腦運算工具，可計算全球核能電廠放射性物質外釋時所造成放射煙雲之沉積、曝露率、地表污染情形、受影響人口以及提供民眾防護行動建議等。此系統為線上運算且可提供 24 小時

*7 全天候放射性擴散與雲團模式計算服務。目前有 146 個國家、2500 位人員使用 IXP，並使用於 100 次演練與 20 次真實事件模擬計算。IXP 內建全球的大氣氣象資料庫、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，15 分鐘內即可提供擴散與雲團模式預測結果。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 軟體可運算的項目至少包括 1.基本射源 2.爆炸 3.線射源 4.煙囪排放 5.火災等，依據事故狀況所評估之放射性物質外釋情節、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。我方目前原能會、輻射偵測中心、核研所均可經由全球網站(<https://ixp.llnl.gov/web>)進入使用此分析工具，使國內之核子事故劑量之計算與國際接軌。但基於保安與其他因素考量，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分布與民眾防護行動建議，為此系統可惜之處，萬一有境外核災發生時，我方人員勢必須請求 NARAC 中心支援。未來我國發展之核子事故劑量評估系統亦可與 IXP 計算結果做比較，並可考量納入兵棋推演演習項目中。

二、拜會太平洋瓦斯與電力公司(Pacific Gas and Electric Company，簡稱 PG&E)

1905 年在加州成立的 PG&E 公司是全美最大結合天然氣、煤與電力的公共事業公司之一。因該公司負責營運的核能電廠(Diablo Canyon Power Plant，簡稱 DCPD)，於 2008 年發現附近有新斷層的事證，最後再經過一連串的調查、評估及補強後，確認安全無虞，並經美國核管會同意下持續運轉；由於我國核一、二廠附近之山腳斷層，亦發現有不同長度可能的新事證，所面臨的問題與過去 Diablo Canyon Power Plant 類似，因此，希望藉由此次拜訪 PG&E 之地質、耐震專家(圖 3)，了解該公司在斷層發現前、後有關核能電廠耐震調查、評估之相關作法，以及該電廠在日本福島核災後之精進作為，以做為我國參考。由於本會事先已將關注議題電傳 PG&E，因此訪問當日該公司即已準備充足資料(原能會與 PG&E 公司討論會議議程如附錄四)。



圖 3 本會同仁與 PG&E 專家合影

會議由 PG&E 人員依序向本會人員簡報：❶Diablo Canyon Power Plant (DCPD)簡介；❷DCPD 耐震設計；❸長期地震計畫(Long-Term Seismic Program，簡稱 LTSP)；❹長期地震計畫現況(LTSP Update)；❺加州議會法案 California Assembly Bill AB1632；❻福島後相關檢討作為等。

加州議會法案 1632 (California Assembly Bill AB1632) 指示能源委員會(Energy Commission)評估運轉中核能電廠是否會因老化及地震因素而易於受損及評估核廢料累積可能造成的潛在衝擊。因此委員會建議 PG&E 進行地震損害評估研究，並使用最新 3D

反射震測技術瞭解斷層的構造形貌(利用發射波束在經過各個地層時會受到介質的影響而使波的特性改變，因此從紀錄的波形可以得知地下影像的特徵)。

自 1987 年起 PG&E 公司於 Diablo Canyon 核電廠裝設 20 個地震偵測站並進行加速度記錄，長期研究地震位置與強度分布，並從 2006 至今改為數位化系統偵測(如圖 4)，並繪製成地震強度分布圖。此外，經長期地震計畫(LTSP) 評估，Hosgri 斷層距離 Diablo Canyon 電廠約 4.5 公里。目前，Diablo Canyon 核電廠的長期地震計畫 (updated LTSP) 仍在持續更新當中，靠近 Diablo Canyon 核電廠海岸線有一條 Shoreline 斷層，距離電廠約 0.6 公里，初步評估仍未超越 Diablo Canyon 核電廠的耐震設計標準，在獲得 NRC 審核確認安全運轉無虞後，繼續運轉，惟該公司後續仍必須進行一連串的調查研究 (可能數年)，以進一步確認初步分析的正確性。整體而言，美國 Diablo Canyon 核電廠的長期地震計畫對於台灣運轉中的核能電廠而言，有許多值得借鏡的地方，本會亦將持續蒐集相關資料以供國內各界參考。

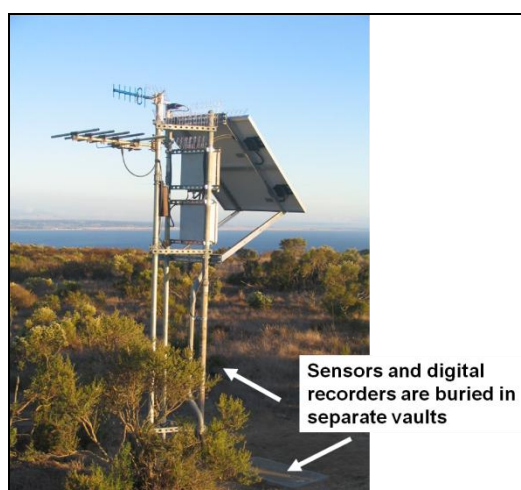


圖 4 DCCP 地震測站實拍圖

有關因應日本福島核災部分，Diablo Canyon 核電廠較重要之設備包括，本身具有所謂的生水池，高程距離海平面約 200 呎 (廠房地面高程約 85 呎)，故緊急狀況時可用重力方式進行反應爐或燃料池的補水，另外其於海邊亦具備有額外 2 台深水泵，可有效防止因海嘯而可能造成之喪失最終熱沉狀況。而依據 EPRI 之報告，Diablo Canyon 核電廠進行廠房耐震巡查 (Seismic Walkdown) 時，其先把重要設備管路之圖面 (約 25000 張) 找出，再經過一連串的篩選、抽樣，最後大概對約 120 張圖面之設備進行仔細之查核 (重點在設備、組件等之連接處)，該巡查作業耗時約 3 至 6 周。而有關 NEI 12-06 Diverse and

Flexible Coping Strategies (FLEX) 備用設備的議題，經詢 PG&E 表示，其對各重要設備之備品準備，除一對一準備備品外，另基於保守性決策，在考量備品可能遭受損壞的嚴峻狀況下，其又再增加備品之共用後備設備，例如：循環海水泵原本運轉 2 台，其會準備備用 2 台，再為了預防備用故障，其又再另準備 1 台，換言之，為了 2 台運轉泵，其共準備 3 台備品，該 3 台備用泵分置 3 個分離之不同倉庫(圖 5)，以避免因單一事故而同時喪失，此作法似較我國更為保守。



圖 5 FLEX 備用設備儲存場所

有關 Diablo Canyon 核電廠採用之乾貯設施係為 Holtec 公司 HI-STORM 之 MPC-32，目前貯放 23 個護箱共 736 束燃料元件；乾貯設施之岩層與核電廠場址岩層相同，為防止地震影響乾貯護箱碰撞或造成滑移，每個護箱與基座(Pad)並設置固定螺栓(Bolt)鎖定，以確保其穩固性。

三、參加國際核能協會聯席會(International Nuclear Societies Council，簡稱 INSC)

11 月 10 日(星期六)本會核管處張欣副處長代表主任委員出席國際核能協會聯席會，本會駐美代表趙衛武副組長及核管處李綺思科長陪同出席擔任觀察員，該會議由各國相關核能學會之代表參加，其相關議程如附錄五。

本次會議除先介紹各國與會人員，並說明前次會議決議事項之辦理情形外，並分由美國、加拿大、台灣、日本、澳洲、阿根廷、巴西及法國等，口頭簡述該國的核能發展現況，我國由張欣副處長代表主任委員說明我國之核能現況及因應福島核災之管制作為。根據美國與會代表說明，目前美國共有 104 個核能機組運轉中，6 個機組興建中，分別為 Watts Bar、Bellefonte、2 Vogtle、2 V. C. Summer，另有 18 個執照申請送入美國核管會審核。另由於美國上訴法院不認同核管會之“Nuclear waste confidence rule”，因此美國核管會正在修訂其 Nuclear waste confidence rule，且 2014 年 9 月前將暫停所有一切執照的核發(包括 Watts Bar 2 號機的運轉執照)。針對日本福島核災事故，美國工業界正研擬興建緊急設備儲存場所(Memphis, TN and Phoenix, AZ)，以在 24 小時內提供境內所有核能電廠遭受極端事故時之支援。而根據 2012 年 9 月 Bisconti Research 調查顯示：65%支持使用核能(福島事故前約 71%)，29%反對使用核能(福島事故前約 20%)，81%支持延役，60%贊成興建核電廠，64-73% (依地區而不同)支持於現有運轉中電廠廠址再興建核能機組。而據日本與會人員表示，日本在經歷福島核災後，該國核能政策已有重大改變，包括：目前核能電廠只能運轉 40 年(不延役)、俟 Nuclear Regulatory Authority(日本於福島核災發生後新成立之管制單位)安全保證後，停機之電廠方可重新啟動、不興建新的核能機組、正在興建中的核能機組繼續興建。此外 INSC 與會人員亦對我國之前辛樂克颱風造成龍門電廠 2 號機淹水事件之後續處理方式，深表興趣，希望我國能經驗傳承。本次會議並決議由 NINOKATA 先生擔任 2013~2014 之主席，並規劃下次會議將配合 2014 ICAP 會議召開。

四、參加美洲核能協會冬季年會(ANS Winter Meeting & Nuclear Technology Expo)

美國核能協會之冬季會議為美國核能協會每年定期舉辦之大型核能會議，世界各核能相關國家及國際性核能組織（包括管制單位、電力公司、工業界、學界等）與核能相關企業均派員參加。本次大會以「未來核能技術：復原及彈性(Future Nuclear Technologies: Resilience and Flexibility)」為主軸；另包括兩項主題分別為 1.嚴重事故之分析與管理：福島第一核電廠的經驗學習（Lessons Learned from Fukushima Daiichi）；2.先進的熱力學知識（Advances in Thermal Hydraulics）。擷取世界各國對日本福島核災事故的因應作為、看法及研究，除可使我國掌握國際間之趨勢外，亦可有效作為我國後續管制核能電廠之參考。

1.從日本福島一廠及其他電廠學到的教訓與反思

東京電力公司 Akira Kawano 以「FACTS AND LESSONS OF THE FUKUSHIMA NUCLEAR ACCIDENT」為主題說明福島一廠與福島二廠在發生地震海嘯時的狀況及此次從福島一廠核災中學到的教訓。大體而言，發生超過設計基準的海嘯造成設備的毀損，對福島一廠為長時間冷卻系統與最終熱沉喪失；而福島二廠雖亦喪失冷卻系統與最終熱沉，但其廠外電源與電匯流排仍為可用。

Akira Kawano 先回顧地震發生時，福島一廠測得的最大加速度為 550gal，並造成外電全部喪失，12 部廠內緊急柴油發電機皆自動啟動。40 分鐘後，海嘯開始襲擊電廠，海嘯高度最高為 13 公尺，不但超出設計基準高度，海水的衝擊力道使得幾乎所有的柴油發電機(除 6 號機外)與直流電源損壞，接著即發生爐心熔毀與氫爆，造成放射性物質大量外釋，國際核能事件分級提高至第 7 級。而福島二廠廠外電源與部分電匯流排仍持續運作，海嘯高度為 9 公尺低於福島一廠，於電力仍可用的情況下，福島二廠成功避免核災的發生(圖 6 為福島一、二廠海水影響廠區的狀況圖)。

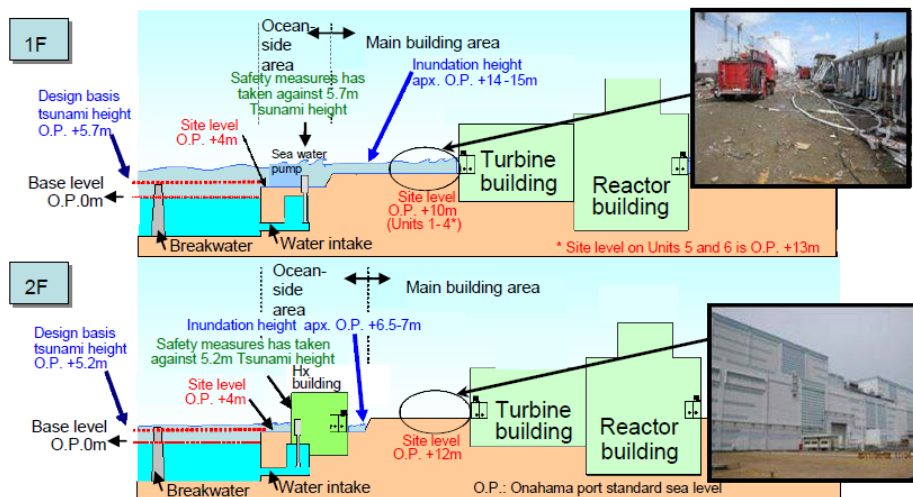


圖 6 福島一、二廠海水淹沒廠區狀況，福島一廠淹水高度為 1.5 米到 5.5 米

接著說明事故時的應變狀況，福島一廠在發生海嘯與喪失外電後使得通訊設備失效，無論是廠區內的電話或呼叫系統皆不可用，但總部緊急應變中心與廠區緊急應變中心間的視訊會議系統仍發揮重大功用。在喪失外電後，運轉員留在黑暗的控制室長達三天都未休息，甚至因而失去意識，Akira Kawano 表示，在發生未預期的多功能喪失事故時，工作人員的輪班與人力支援制度是福島事故的其中一個重要教訓。除通訊與人員問題外，福島一廠運轉員與應變團隊主要處理的三大問題包括①主控制室照明與設備搶修；②替代的注水方案；③主圍阻體的排氣等。日本福島事故發生當時，危機處理的電廠人員在有限的時間及不可預測的情況下，嚴重地妨礙到防止爐心及圍阻體受損的企圖，特別是運轉員無法成功地操作圍阻體的排氣設備，因此無法降低圍阻體壓力而降低爐心冷卻的能力，福島事件顯示圍阻體之硬排設備對於維持爐心及圍阻體冷卻的重要性。

Akira Kawano 並列出從福島事件學得的經驗中，針對避免爐心熔毀與確保冷卻功能的可用提出以下策略：①立即提供高壓注水對策；②在高壓注水喪失功能前提出降低反應爐壓力對策；③在反應爐降壓後提出穩定低壓注水方案；④需有可靠的主圍阻體排氣對策；⑤修復最終熱沉冷卻功能；⑥建置監測設備瞭解上述對策的效用與反應爐現況。

其他與會學者並提出以下觀點①任何科技產物無所謂百分之百安全，但要考慮異常事件發生機率和結果，亦要考量社會接受度，易言之，對於低機率但高風險事件，

亦要深切評估、檢討機率很小的事件，因為當事件發生時，機率就是 1 了；❷核能電廠設計基準事故必須重新檢視，而對於抑制超越設計基準事故的各項要求（參考日本福島核災事故所作之改善，惟目前日本核災仍有許多地方待澄清），則仍有許多值得探討的地方。

另東北電力公司說明 2011 年 3 月 11 日日本發生規模 9 的地震，女川電廠是最靠近震源的核能電廠(如圖 7)，該廠共有 3 部機組分別於 1984、1995 與 2002 年開始商轉(詳細資訊如表 2)，廠址高度為 14.8 米(相對於海平面)。

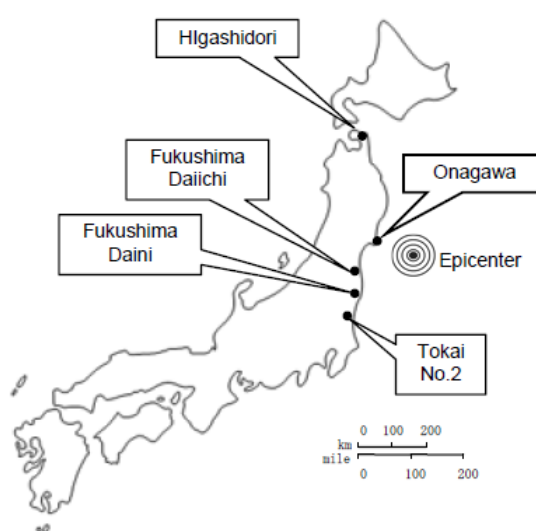


圖 7 核能電廠與 311 地震震源關係位置圖

表 2 女川電廠各機組資訊

TABLE I. Plant Data Summary

	Unit 1	Unit 2	Unit 3
Power (MWe)	524	825	825
Reactor Model	BWR-4	BWR-5	BWR-5
Containment	Mark I	Improved Mark I*	Improved Mark I*
Commercial Operation	1984	1995	2002

* Inner volume of containment is larger than Mark I.

地震發生當時，約有 1,590 人仍在廠內，1 號機與 3 號機滿載運轉、2 號機為大修後啟動階段，3 部機組皆成功自動停機，加速度測值為 567.5gal(大於福島一廠測值)。可用之通訊設備為衛星電話、微波與光纖電話，其他電話線路因地震而無法使用。除此之外，重要聯外道路因地震與海嘯而毀損，此時，女川電廠如同一座孤島，因此鄰

近的居民決定疏散至女川電廠，電廠將居民安置於廠區內的體育館中(如圖 8)並與電廠員工共處長達三個月。



圖 8 電廠鄰近民眾收容於廠內體育館情形

雖然三部機組皆有成功停機，但許多設備也因地震與海嘯而毀損(如表 3)，而女川電廠成功避免核災之首要原因為女川電廠廠址高度高於海嘯高度(14.8 米 v.s 13 米)，此外，在 311 之前，女川電廠得到最新的海嘯高度研究數據為 9 米後，透過補強鋼筋混凝土提升抗海嘯能力(如圖 9);另一原因為每部機組之緊急柴油發電機皆成功啟動及廠外電源維持可用，女川電廠與福島第一、二發電廠地震後電力供應狀況彙整如表 4，電力可用的重要性不言而喻。

表 3 女川電廠主要損壞設備與成因

Unit	Damaged Equipment	Situation	Cause
1	Heavy Oil Tank	Toppled	Tsunami
	High Voltage Metal Clad Switch Gear	Burn out	Earthquake
2	RCW (B) and HPCW heat exchanger	Flooded	Tsunami

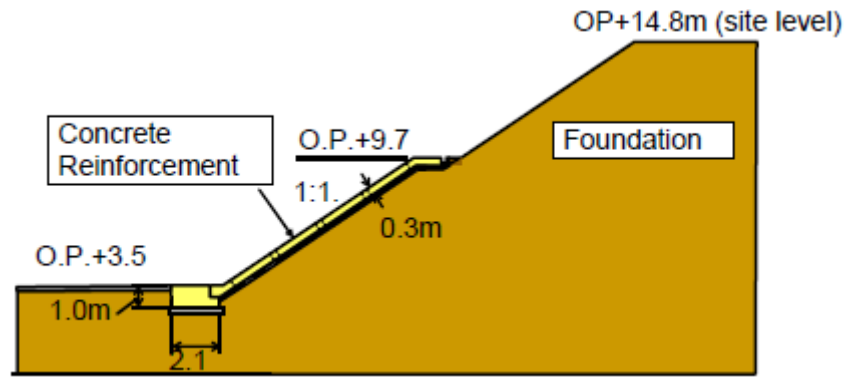


圖 9 女川電廠抗海嘯強化措施

表 4 女川電廠與福島第一、二發電廠地震後電力供應狀況

	女川電廠	福島一廠	福島二廠
廠外電源	1 組可用 4組跳電	全部喪失	1組可用
緊急柴油發電機	6組可用 2組跳電	1號機到5號機的 EDG未成功啓用 6號機EDG可用	3組可用
直流電源	維持可用	1、2、4號機喪失	維持可用

除了事故時成功的處置外，東北電力公司認為女川電廠成功防止核災發生因素包括平時充足的整備作業，包括耐震補強、海嘯高度評估與不斷的演練(情境假設包括長時間喪失外電)皆為重要因素。在福島事故之後，東北電力公司體認防範洪水、維持電力供應與圍阻體完整的重要性。因此東北電力公司現已興建 17 米高(相對於海平面)的海堤、安裝氣冷式柴油發電機並考慮設置過濾式主圍阻體通氣系統如圖 10，皆可做為我國電廠福島後強化措施之參考。

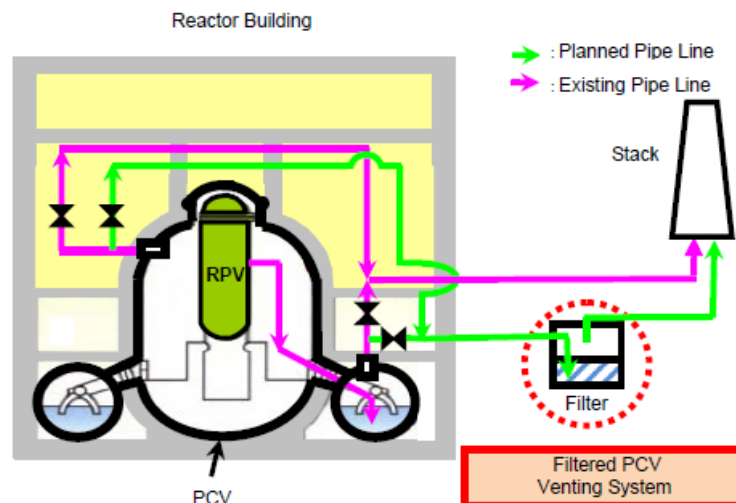


圖 10 過濾式主圍阻體通氣系統示意圖

2.有關福島後的溝通思維與模式

由於福島核災所造成的傷害使民眾對核能發電失去信心，因此如何讓民眾重拾對核能發電之信心，實為核能發電未來存在與否之關鍵因素，大部分與會學者都表示，對民眾必須簡單說明，而且要誠實說出我們知道什麼、不知道什麼，怎樣的安全才是安全，餘裕怎樣才夠，決定餘裕時要用科學的方法分析，而不是漫天喊價或變成政治性議題解決，瞭解越多，民眾恐懼越少(The more they know, the fewer they fear)。

美國核能協會(NEI)Steve Kerekes 說明在福島事故後，NEI 正籌備建立聯合資訊系統(Building a Joint Information System)，成為新的溝通與緊急應變策略，而聯合資訊系統專門小組的成立是提供核能工業於緊急災害發生時全面性的應變策略，提供民眾正確、即時的訊息，以維持民眾對公司的信任。福島事故後認為目前緊急事故時溝通策略已過時，應提供更有彈性的溝通方式以符合實際情況。

平時(事故前)的溝通規劃：❶透過有效的民眾教育與社區接觸，建立民眾科技與風險的觀念，瞭解緊急事故時的應變作為，可透過多樣化的管道如：手冊、月曆、社群網站(facebook、Twitter、youtube)、民政廣播系統、網站資訊、海報與簡訊等多種方式建立民眾的概念，只要平時給予清楚的指示，人們在面對緊急事故時就會做出正確的應變；❷與地方媒體建立良好合作關係，可平衡報導，為讓媒體瞭解電廠的緊急應變與緊急事故時的溝通，透過定期的座談會議、邀請媒體參觀電廠、提供非上班時間獲得資訊的管道、每半年更新與媒體的聯繫清單等；❸繪製緊急訊息圖表(Emergency Message Mapping)，可有效的提供民眾及時、精確、客觀與完整的風險資訊，內容包括針對不同特定的議題所提出的 Q&A。NUREG/CR-7033 中亦表示每個電廠應製作 emergency message mapping 手冊，內含不同事故情境、發展全面性的風險與危機溝通計畫並辦理相關演練；❹建立隱藏的網站(Dark website)，此網站平時一般民眾無法瀏覽，惟於緊急事故時可被連結，內容包括電廠背景資訊、影音畫面、多國語言翻譯、新聞發布、圖表等。

福島事故後輻射相關問題，引起民眾很大的關切及爭論，故對輻射管制部分，仍有許多議題待澄清或解決，包括：輻射有無最低的安全標準、為何世界各國標準不一(可能各國人民飲食習慣、攝食量、族群、年紀等均有差異)、輻射單位過於複雜、民眾獲得的資訊混亂等。針對事故時的溝通規劃，主要包括❶事故初期緊急訊息協調，

事故發生時維持信賴度的方式為立場一致，程序為緊急事故通知、新聞稿撰擬(並由核能管制單位確認)與訊息確認發布；❷廠區媒體管制，應建立計畫管理核子事故發生時抵達現場的媒體，應有善於處理媒體關係與深切了解電廠技術的 2 位代表，使電廠現況能以淺顯的方式讓媒體與大眾瞭解；❸JIC(聯合資訊中心)成立後的訊息處理，就像先前提到事故發生時維持信賴度的方式為立場與說法一致，因此針對事故時最新消息發布應統一來源，需整合電力公司危機處理委員會、政府機關等資訊，並應定期舉辦演練以測試與大眾有效溝通的能力。

3.嚴重核子事故與廠外事故影響評估

與會學者說明利用程式模擬日本福島核災的研究成果，惟許多分析理論仍待現場資訊更明確後方能進一步探討，隨著時間增加資訊獲得愈來愈多時，藉由現場資訊的研判及程式的模擬(利用 MAAP5、ASTEC 分析等)，將會使大家更了解事故的實際狀況，重點摘要如下：

- 日本福島核災輻射外釋排放量約為車諾堡事故的 5~10%。
- 經分析，爐底混凝土腐蝕近 62 公分，另儀控管可能是爐心洩漏至乾井的途徑之一。
- 目前證據還無法澄清爐心隔離冷卻系統(RCIC)在電池耗盡後，為何能持續運轉 70 小時。
- 發生嚴重核子事故時，若反應爐未能及時補水，反應爐水位可能低於燃料頂部，此時高溫高壓狀況可能使安全釋壓閥的墊片損壞，導致喪失安全釋壓閥之功能，另外，此時雙相流蒸汽亦可能流進爐心隔離冷卻系統(RCIC)之小汽機，導致小汽機受損，而使爐心補水功能喪失。目前模式分析還是很多現象無法解釋，仍然需要現場許多量測數據佐證。
- 若我們發現某一參數趨勢有持續惡化現象，則依據 fat tail 理論(極端數值出現的機會高於高斯分佈的預測，意即所有難以歸納入傳統統計學模型的事件理論)，該參數於某個時間點會遽然惡化，因此如何監控運轉及維護參數，是核能電廠安全運轉的重要一環。

4.福島核災對國際的衝擊與後續影響

日本核災讓各國體認到，核災的確不會造成立即性的死亡，但會造成經濟損害與社會的動盪不安，而放射性是人們恐懼的總和，疏散(離家)後不能返家使災民更為沮喪，而運轉員的事故處理是否失當為發展成為嚴重核子事故的關鍵，另一關鍵因素為缺乏監測設備讓運轉員瞭解爐心熔毀程度(追蹤事故發展)。福島核災發生後，反核活動在世界各地展開，包括讓中國大陸當局延遲建造新核反應器的計畫進程，甚至讓德國執政黨在重要的選舉中落敗。德國政府也立即關閉7個老舊核電廠，並宣布將於2022年關閉所有17個核電廠。同時，瑞士政府宣布不對現有老舊核電廠進行更新，於2034年將關閉所有核電廠；而義大利則於6月中旬舉行公投，結果亦反對政府重新啟動核能發電計劃。

但世界核能協會(World Nuclear Association)執行長 John Ritch 表示：“在福島事故後未來的幾年裡，除了少數國家，世界上大部分的國家將會對其能源和環境政策進行審查，而且不可避免地會得到相同的結論：基於能源獨立和環境責任的原因，在21世紀核能將在各國的能源戰略中發揮核心作用。”並預測至2020年，世界前10名之核能生產大國，除了德國之外，如美國、法國、日本、蘇俄、韓國、烏克蘭、加拿大、英國、中國等先進國家仍將會有超過20%以上的核電成長。歐洲國家(如波蘭、立陶宛)、中東國家(如沙烏地阿拉伯)，東南亞國家(如越南、菲律賓)及印度等國將發展核電作為未來國家能源發展的政策。綜之，基於人類對能源的需求、溫室氣體減排、石化能源的日益枯竭、再生能源的效益等因素考量，從現在至2050年間核能發電仍將會是未來能源的重要選項。

各國根據福島核事故之事實狀況為基礎，對核電廠安全措施進行整體安全審查。國際原子能總署(IAEA)、歐盟(EU)國家與經濟合作發展組織核能署(OECD/NEA)會員國依據福島核事故之經驗與教訓要求各會員國，對現有核電廠進行核安之整體安全測試，並加強對天然災害(如地震、海嘯、水災)和多重災害之防範、健全核安法規以及增設輔助電源。此外，2011年6月20日國際原子能總署(IAEA)在奧地利首都維也納舉行IAEA部長級核安全會議，根據會議結論發表總計25條的宣言，其中的五個重點為：❶提升核能安全標準；❷對所有核電廠進行安全審查，包括擴大國際原子能總署的同行審查計劃；❸提高國家核監管機構的執行效益並確保其獨立性；❹加強全球緊急應變準備和反應系統；❺擴大國際原子能總署在接收與傳播信息的角色，並強調增進核安全領域之雙邊、區域和國際間合作，讓安全相關的技術和科技資訊能夠自由流

通與廣泛的傳播，各國之間應就核安全的所有方面進行公開透明和最佳做法之交流。

因應福島事故後之核能電廠管制及壓力測試，各國綜合觀點如下：

- 美國認為雖然類福島事故發生的機率極低，但仍依據此次事故的經驗，提出各項改善措施，以加強超出設計基準事故時核能電廠的應變能力。此外，因應福島核災之改善措施，除考量核能電廠管制及營運能力外，亦考量經濟性及執行能力，分為 Tier 1、2、3（立即、中期、長期）階段執行。
- 核能電廠對設計基準事故有很強的忍受力，但對超越設計基準事故仍欠缺足夠的防禦能力。
- 各國紛紛提出壓力測試的結果，並執行同行審查，其中發現部分老舊電廠的地震儀器不合要求，部分電廠之實際布置和原設計有差異，皆需進一步改善。
- 每個核能電廠特性並不相同，因此各核能電廠應建立專屬之人員訓練模擬器。
- 核能電廠執行嚴重核子事故分析時重要考量因素需納入用過燃料池。
- 核能電廠應考量建立第二套最終熱沉並購置移動型熱交換器。
- 地震只有 100 年的紀錄及研究，遠低於地球的歷史，因此現在所建立有關地震的模型，其不確定性非常高，因此在作相關耐震之管制作為時，一定要考量合宜的餘裕範圍。
- 電廠之保護措施，係以深度防禦為建置哲學，但必須確實考量下一層防禦必須比前一層更強壯，避免因單一事件破壞層層防禦的能力，此外，核安文化仍是核能安全最重要的一環。

肆、心得與建議

1. LLNL 之緊急作業中心運作模式可作為我國核能研究所 EOC 建置參考，包括將每種事故狀況處理標準程序張貼於顯而易見處、事先預想各種事故發生的可能性及因應不同事故狀況有其對應之專責人員等。此外 LLNL 之緊急作業中心有各項應變所需設施外，為避免該場所遭受破壞，亦建立後備場所，甚至另外一套完整之行動指揮中心，此部分實值我國效法。
2. 核能相關設施異常事件或事故發生時，若能有效掌握外釋放射性物質分布狀況，對後續緊急應變的處理（何時掩蔽疏散民眾、掩蔽疏散範圍多大等）助益甚大，本次 LLNL 之美國國家大氣釋放諮詢中心(NARAC)為我方展示核能三廠劑量計算結果包括影響人口數及建議採行之民眾防護行動，實與我國建立之劑量評估系統相似，未來我國之核子事故劑量評估系統亦可與 IXP 計算結果做比較，並可考量納入核安演習項目中。
3. 儘管 2011 年 3 月日本因地震與海嘯造成福島第一核電廠發生嚴重核子事故，美國能源部長朱棣文及美國總統歐巴馬於 2012 年的公開演講中仍表達支持核能，並認為核能工業為解決油價高昇、氣候暖化之可行方案，為發展各種能源策略的一環。
4. 台美會分組討論，同一分組內有不同的單位參與，為能聚焦，建議主辦單位應定期舉辦檢討會議，對於各個項目都應有經常性的追蹤機制並作成紀錄。如此，參加會談人員即使不是該項目的負責人，也能掌握狀況進行討論與協商，再者對雙方（AIT-TECRO）執行計畫亦有督促作用。
5. 核能安全管制單位必須和核能發展、推廣職權完全切割，且必須具備充分的獨立性，方能有效達成核能安全管制效能。
6. 面對我國推動核能計畫之艱難，經請教女性公眾溝通與教育得獎人賓州大學康得斯黛薇森女士(Ms.Candace Davision)有關政府部門之民眾溝通作為，她認為「核能安全管制主管機關不宜從事宣導溝通事宜，不論贊成或反對核能，都不適宜表達立場。」，但認為安全管制單位應該要做到資訊公開，決策透明，公正及公平的執行安全管制業務；宣導溝通應由設施經營者執行。因此建議針對民眾關心議題，核能安全管制主管機關宜做到資訊公開，決策透明；不宜從事民眾之宣導溝通事宜，以免失去管制單位的正當性及安全管制之公正立場。

7. 福島事故後資訊的透明化與多元化的知識傳遞方式(如透過 Blog、youtube 與 facebook 等)為各國重要的學習課題，此外對民眾宣導的出發導向應從核能所帶來的益處做切入。
8. 長期貯存是當前對用過核子燃料的管理與發展的方向；有些環境條件，需建立本土數據才能有效評估，我國應務實的投入研究，並提出相關研發展課題，積極參與國際合作及交流活動。
9. 美國對於放射性廢料分類方式並未整合，能源部(DOE)、核管會(NRC)及環保署(EPA)各有自行分類及管理、處理方式，我國引用時應深入探究分類緣由，或採用國際原子能總署(IAEA)之分類方式為參照基準。
10. 美國能源部的核能研發計畫中將發展永續的核燃料循環，預計於 2050 年代間完成部署，從 2012 美洲核能學會冬季會議能源部支持的研發計畫歸納分析，已在鋪陳核燃料再處理，整體而言系統規劃完整且周詳，我國應掌握相關訊息預為準備。
11. 雖然經濟發展與民生用電必須承擔風險(electricity generation is not risk-free)，但電廠平時要做好應變的整備工作，檢視可能超出設計基準事故的因素，用深度防禦(defense in depth)的概念避免爐心熔毀及緩解事故造成的社會經濟傷害。
12. 福島事故後讓我們體認平時應建立及時應變能力、完善設備與人力資源、建立短期暨長期的應變計畫、考慮事故時應變人員的衝擊(如在停電環境下工作)並辦理具挑戰性及符合實際的演練與訓練。

伍、附錄

附錄一、台美民用核能合作會議議程

**2012 AIT-TECRO
Joint Standing Committee on Civil Nuclear Cooperation (JSCCNC)
Lawrence Livermore National Laboratory (LLNL)
TAIWAN ATOMIC ENERGY COUNCIL (TECRO)
AMERICAN INSTITUTE IN TAIWAN (AIT)
Tuesday-Thursday, November 6-8, 2012**

Tuesday, November 6, 2012

- 8:00 a.m. Transport AIT-TECRO Participants from Hotel Lobby to LLNL
- 8:30 a.m. Arrival and Badging
- 9:00 a.m. Transport to Bldg. 170
- 9:10 a.m. Registration of AIT-TECRO Participants and Others
- 9:15 a.m. Opening Remarks
 - Scott Hansen, Environment, Science, Technology, and Health Officer, AIT
 - Yuan-Ching Chou, Deputy Minister, AEC
- 9:25 a.m. Welcoming Remarks
 - Admiral Joseph Krol, Associate Administrator, NNSA
 - Bruce E. Warner, Principal Associate Director, Global Security
- 9:40 a.m. Overview of World Developments and Peaceful Use of Nuclear Energy
 - Alex Burkart, Deputy Director, DOS/ISN/NESS
- 9:55 a.m. Overview of Civil Nuclear Programs in Taiwan
 - Ching-Luh Wu, Senior Scientist, AEC/PD
- 10:10 a.m. Update on Activities: Used Nuclear Fuel Disposition in the United States
 - Mike Goff, Program Manager, DOE/NE/INL
- 10:30 a.m. Break and Photo
- 10:45 a.m. Review of Current Nuclear Research Activities in Taiwan
 - Kin-Fu Lin, Chief Secretary, INER
- 11:15 a.m. Review of DOE Nuclear Energy Programs
 - Mike Goff, Program Manager, DOE/NE/INL
- 11:45 a.m. Office of Environmental Management Program Overview
 - Karen Skubal, DOE, Office of Environmental Management
- 12:15 p.m. Working Lunch
- 1:00 p.m. Current Status of Taipower's Radioactive Waste Management Program and ISFSI at Chinshian Plant
 - Chin-Shan Lee, Director, TPC/NBM
- 1:30 p.m. Convention of Nuclear Safety 2nd Extraordinary Meeting and Summary
 - William Ruland, Director, Division of Safety Systems, NRC
- 2:00 p.m. Next Generation Safeguards Initiative
 - Justin Reed, NNSA/LLNL

- 2:30 p.m. Fukushima Regulatory Actions/Assessments Update
 - Dr. Chi-Szu Lee, Section Chief of AEC
- 3:00 p.m. Break
- 3:15 p.m. Fukushima Regulatory Actions Update (NRC)
 - William Ruland, Director Division of Safety Systems, NRC
- 3:45 p.m. Operating Performance & Safety Enhancement of Nuclear Power Plant in Taipower
 - Ming-Jer Liu, Deputy Director, TPC/NGD
- 4:15 p.m. Discussion and Closing
- 5:45 p.m. Transport to Dinner Hosted by AIT
- 8:00 p.m. Transport to Hotel

Wednesday, November 7, 2012

- 8:00 a.m. Transport from Hotel to LLNL: AIT and TECRO Participant Meet in Hotel Lobby
- 8:15 a.m. Welcome and Hospitality
- 8:30 a.m. AIT-TECRO JSCCNS Meeting Working
To Groups
- 12:00 p.m. **Working Group I: Reactor Regulation and Regulatory Research**
Co-Chairs
 - AIT: William Ruland, NRC
 - TECRO: Dr. Shin Chang, AEC
- 1:00 p.m. 1. Regulatory Actions Regarding Containment Venting and Filtration.
 - William Ruland, NRC
- To 2. Spent Fuel Storage Regulations and Guidance in the U.S.
 - William Ruland, NRC
- 3:00 p.m.
- 8:30 a.m. AIT-TECRO JSCCNS Meeting Working
To Groups
- 12:00 p.m. **Working Group II: Waste Management and Environmental Restoration**
Co-Chairs
 - AIT: Karen Skubal, DOE/EM
 - TECRO: Wu-Kune Cheng, AEC/FCMA
- 1:00 p.m. 1. Depleted Uranium Hexafluoride and Enriched Uranium Hexafluoride
To Stabilization for Safe Storage in INER.
 - Kwang-Fu Tsai, INER
- 3:00 p.m.
- 8:30 a.m. AIT-TECRO JSCCNS Meeting Working
To Groups
- 12:00 p.m. **Working Group III: Nuclear Science, Technology, and Safeguards**
Co-Chairs
 - AIT: William Rhodes, NNSA
 - TECRO: Kin-Fu Lin, INER
- 1:00 p.m. 1. Nuclear Forensics Workshop Feedback and Path Forward
 - William Rhodes, NNSA
- To 2. Safeguards Programs in U.S. and Taiwan
 - Justin Reed, NNSA & Ming-Jer Liu, TPC

3:00 p.m. 3. Current Status of Proposed New Part 37 for Security of Category 1 and Category 2 Quantities of Radioactive Material in the U.S.
 - Danielle Emche, NRC

4. INL-INER Workshop Feedbacks and Findings
 - Mike Goff, DOE/INL

8:30 a.m. AIT-TECRO JSCCNS Meeting Working
 To Groups

12:00 p.m. **Working Group IV: Emergency Management**
 Co-Chairs
 - AIT: Vince McClelland, NNSA
 - TECRO: Ming-Te Hsu, AEC

1:00 p.m.
 To 1. Emergency Assistance Concept of Operations (CONOPS)
 - Vince McClelland, NNSA

3:00 p.m.

3:30 p.m. Working Group Discussions and Preparation and Signature of Summaries

4:30 p.m. Adjourn/Depart Laboratory

5:30 p.m. Transport to Dinner Hosted by TECRO

8:00 p.m. Transport to Hotel

Thursday, November 8, 2012

8:30a.m. Transport from Hotel to LLNL: AIT and TECRO Participant Meet in Hotel Lobby

9:00a.m. Welcome and Hospitality

9:00a.m. Tour EOC
 To Tour NARAC

12:45 a.m. Tour CAMS

1:45 p.m. Radiological Assistance Program (RAP) Demonstration

2:30 p.m. The Marshall Island Program Overview

3:15 p.m. Wrap UP

3:45 p.m. Adjourn

附錄二、2012 年台美民用核能合作會議與會人員名單

TECRO DELEGATION

Name	Affiliation	Title
Yuan-Ching Chou	Atomic Energy Council	Deputy Minister
Ming-Te Hsu	Department of Nuclear Technology Atomic Energy Council	Director
Wen-Shi Liu	Department of Radiation Protection Atomic Energy Council	Deputy Director
Chi-Szu Lee	Department of Nuclear Regulation Atomic Energy Council	Section Chief
Wuu-Kune Cheng	Fuel Cycle and Material Control Atomic Energy Council	Section Chief
Szu-Chia Chen	Department of Nuclear Technology Atomic Energy Council	Associate Technical Specialist
Shin Chang	Department of Nuclear Regulation Atomic Energy Council	Deputy Director
Ching-Luh Wu	Department of Planning Atomic Energy Council	Senior Scientist
Jyh-Der Lin	Nuclear Engineering Division Institute of Nuclear Energy Research	Associate Researcher
Kin-Fu Lin	Institute of Nuclear Energy Research	Chief Secretary
Kwang-Fu Tsai	Chemical Engineering Division Institute of Nuclear Energy Research	Deputy Director
Ling-Huan Chiao	Engineering Division Institute of Nuclear Energy Research	Section Chief
Shih-Chung Cheng	Nuclear Fuel and Material Division Institute of Nuclear Energy Research	Deputy Director
Tsai-Yueh Luo	Isotope Application Division Institute of Nuclear Energy Research	Associate Researcher
Ji-Jung Kai	Department of Engineering and System Science National Tsing-Hua University	Professor
Chin-Shan Lee	Department of Nuclear Backend Management Taiwan Power Company	Director
Ming-Jer Liu	Department of Nuclear Generation Taiwan Power Company	Deputy Director
Wei-Wu Chao	Science and Technology Division Taipei Economic and Cultural Representative Office in the U.S.	Deputy Director

AIT DELEGATION

Name	Organization
Scott Hansen	AIT Head of Delegation
Alex Burkart	Department of State (DOS)
Kirsten Cutler	Department of State (DOS)
Santiago Aguilar	Department of State (DOS)
Admiral Joseph Krol	National Nuclear Security Agency (NNSA)
Ann Heinrich	National Nuclear Security Agency (NNSA)
William Rhodes	National Nuclear Security Agency (NNSA)
Courtney Gavitt	National Nuclear Security Agency (NNSA)
Justin Reed	National Nuclear Security Agency (NNSA)
Vince McClelland	National Nuclear Security Agency (NNSA)
Danielle Emche	Nuclear Regulatory Commission (NRC)
William Ruland	Nuclear Regulatory Commission (NRC)
Brian Yip	Nuclear Regulatory Commission (NRC)
Mike Goff	Department of Energy (DOE)
Karen Skubal	Department of Energy (DOE)
Bruce E. Warner	Global Security
Robert Finch	Sandia National Laboratories
Chuan-Fu Wu	ATL International

附錄三、台美民用核能合作會議 Summary Statement

第一組

Discussion Summary of Working Group I Matters Pertaining to Reactor Regulation and Regulatory Research

Items discussed: 23

Items closed: 2

New items: 0

Merged items: 1 (from Group III)

Total items at close of meeting: 21

In addition to the items noted below, NRC also provided input for three items in Working Group II, and two items in Working Group III.

Closed Items

1. IN-TP-NR-F21, "Introduction of the LAPUR Code to Taiwan," was completed and closed.
2. AE-NR-Z1, "Exchange of Data and Analysis on Incidents and Events," was completed and closed.

New Items

1. None.

Merged Items

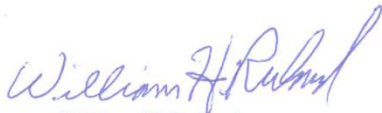
1. Group I accepted IN-IN-F36 from Group III and merged it into Group I item IN-BL-SN-F20.

Commitments

1. NRC will provide information on NRC's transportation cask renewal review requirements. AEC noted they require a three-year renewal.
2. NRC will provide information on its post-accident procedure and equipment requirements, if any, for a storage cask tip-over.
3. AE-IN-TP-NR-C18 - Regarding the Scenario Authoring, Characterization, and Debriefing Application (SACADA) code, INER will determine the feasibility of collecting this data from Lungmen NPP. Regarding the 2012 Summary Report for Software Development and Testing Research of Digital IC Systems, NRC will provide comments if appropriate. Exchange on these topics may be relevant for the next bilateral technical meeting (BTM).
4. AE-IN-BN-D66 - NRC will share the results of the 10 CFR Part 40 rulemaking, scheduled to be issued as a final rule in early 2013.
5. IN-BL-SN-F20 - Regarding TECRO interest in NFPA 805 training, NRC to determine if AEC staff can attend the next NFPA 805 counterpart meeting.

6. AE-NR-S42 – Related to containment sump performance issues, AEC will provide NRC update on how Maanshan NPP will address in-vessel effects and boric acid precipitation, in addition to strainer blockage.
7. AE-NR-S49 – AEC will continue to update the NRC on the status of its potential reorganization.
8. AE-NR-JJ1 - Regarding preoperational and startup testing at Lungmen NPP, AEC will notify NRC of the updated test schedule and welcomes NRC to observe.

Approved:



William H. Ruland
AIT Representative
Date:



Dr. Shin Chang
TECRO Representative
Date:

第二組

2012 TECRO-AIT Joint Standing Committee on Civil Nuclear Cooperation Meeting Lawrence Livermore National Laboratory November 6-8, 2012

Discussion Summary of Working Group II Matters Pertaining to Waste Management and Environmental Restoration

1. Number of working items discussed in Group II: **18**
2. Number of ongoing working items: **15**
3. Items proposed to close: **1**
 - **AE-DE-DD26:** Calibration methods or measurement-comparison (proficiency testing) methods (or criteria) for clearance measurement systems.
4. Reopen items: None
5. Merged items: **1**
 - **IN-INL-U3** to be merged with **TU-DE-Y4** (Formation of new partnership INL/NTHU/INER/SNL for education and training in nuclear science and technology) under Working Group 3.
6. New items: **1**
 - “**UF6 Stabilization and Disposition**”
7. Number of working items in Group 2 after group discussion: **17**
8. Highlights:
 - a) TECRO appreciates the assistance of AIT. Many of the cooperative items have been successfully pursued, and two items have been completed. Following detailed discussion, both sides agree to close the following items:
 - **FC-NR-G34:** Peer review of national report of Taiwan for the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management
 - **AE-DE-DD-26:** Clearance measurement systems
 - b) **IN-INL-U3** will be merged with merged with **TU-DE-Y4** (Formation of new partnership INL/NTHU/INER/SNL for education and training in nuclear science and technology) under Working Group 3.
 - c) The Taiwan Authorities have announced a new energy policy that will eventually see Taiwan become nuclear-free. The Chinshan, Kuosheng and Maanshan nuclear power

plants will not operate beyond their planned 40-year lives and the plant at Lungmen will not begin operations until all safety requirements have been met. Spent fuel dry storage and nuclear power plant decommissioning will therefore continue to be essential. Both TECRO and AIT recognize the importance of cooperation on the following items in the near future:

- FC-IN-NR-**G23**: Licensing of independent spent fuel storage installations
- AE-NR-**J2**: Management of decommissioning waste
- IN-ANL-**J4**: Information transfer on decontamination and dismantling of research nuclear facilities
- TP-EM-**DD22**: Planning for decommissioning
- AE-DE-**DD29**: Used nuclear fuel extended storage

- d) As part of the reforms by the Taiwan Authorities, INER will leave the authorization of AEC and be moved under the authorization of the Ministry of Economic Affairs, MOEC. It will also be renamed as the Institute of Energy Research (IER). INER's remaining supply of UF_6 is currently stored in tanks and will not be used in the future. Taiwan seeks to send this UF_6 to a conversion facility to enable reuse. TECRO raises this topic as a potential new collaboration item, "UF6 Stabilization." (*New Item*)

- e) Specific comments on Group II working items and actions for the next year:

G23: Licensing of independent spent fuel storage installations

Action: INER and NRC will develop a workshop on spent fuel storage, potentially to be conducted in 2013. Other specific actions are listed in the updated Active Working Items document.

G33: PCC for material declaration of TRR spent fuel

LANL will continue reviewing measurements for TECRO and will send information for evaluation. This working item will be extended to 2015. No specific activities identified for the coming year.

G34: Peer review of national report of Taiwan for the Joint Convention on the safety of spent fuel management and on the safety of radioactive waste management

This item was considered for closure, but after discussion it was decided to keep it open because of future need. Both parties expect no activity in the next year, but look forward to the reviews of future reports.

G35: Information and data management system for SNF interim dry storage facility

This item was proposed for closure because Sandia completed the Phase I report but didn't receive funding for follow-up activities. However, we propose to keep this

item open for another year without action items, pending potential future funding at Sandia National Laboratory.
Change the AIT Coordinator from Robert Finch to Kevin McMahon of Sandia National Laboratory.

J2: Management of decommissioning waste

Suggest changing the AIT representative to Lydia Chang or Bruce Watson of FSME/NRC instead of having DOE-NE personnel for AIT, as NE is not involved.
Actions: NRC workshop will be conducted in AEC in 3rd week of November, 2012. Also, FCMA hopes that NRC could arrange an on-the-job training course in "Inspection of Nuclear Power Plant Decommissioning" for 2014; FCMA will identify its needs before development of such a course, and NRC will consider it. NRC may be able to facilitate "shadowing" of NRC inspectors.

J4: Information transfer on decontamination and dismantling of research nuclear facilities

Action: This coming year, information will be exchanged regarding spent fuel pool decommissioning. INL has done work in this area and we want to include Rick Demmer of INL as the AIT Coordinator rather than ANL, which has not been involved.

U2: Irradiated fuels and materials research program from 2011 to 2014

Continue with the existing plans. In the next year, TECRO hopes to finish all fuel stabilization work and start uranium sludge stabilization work.

U3: Hot laboratory management and post-irradiation examination technology

Merge this item with TU-DY-Y4 (Formation of new partnership INL/NTHU/INER/SNL for education and training in nuclear science and technology) under Working Group 3.

X1: Transport and disposal practices of irregular waste forms

Change TECRO representative to Jiann Lin Liu
Action: Charley Yu of ANL has been contacted to hold a RESRAD training workshop at end of 2012 or early 2013.

Z9: Response and management of radioactive material events

No action items other than continued discussion.

DD12: Public participation

No specific activity the past few years because of difficulties in waste siting process and changes in U.S. program. Keep this item open without action items; EM can assist in the future.

DD19: Geological repository sciences

U.S. will have more options for repository in the future, so it is advisable to keep this item open. Change AIT Personnel representative to Kevin McMahon (Sandia National Laboratory).

DD22: Planning for decommissioning

TPC rejoined EPRI Decommissioning Technology Program as a cofounder and will involve more activities. TPC has applied for funding to send project managers abroad for learning about D&D management. Action: In December 2012, approximately 9 TPC staff will visit two plants being commissioned in the U.S.

DD23: Technology transfer for radioactive waste disposal

Change AIT Personnel to Karen Skubal (DOE-EM) and Kevin McMahon (Sandia National Laboratory).

Action: EM will assist TECRO in obtaining information on environmental remediation as requested.

DD26: Clearance measurement systems

Propose to close.

DD27: TRU waste management

Change AIT Personnel to David Mercer (LANL). Action: Continued sharing of information.

DD28: Contaminated soil remediation

Change Personnel to add Karen Skubal (DOE-EM) and to change LANL to AIT under this designation. Action: Continued information sharing.

DD29: Used nuclear fuel extended storage

Change TECRO Personnel to add the English name of the second representative, Hsan-Lan Chiou. Add John Kessler (EPRI) to the AIT personnel, along with Jeffrey Williams (DOE). Keep this item open. This project is affiliated with NRC and EPRI. Actions: In 2013, Taipower will initiate a study to address extended storage issues after the Chinshan ISFSI is commissioned. Also, INER will send experts to the next ESCP meeting.

New Item: UF6 Stabilization and Disposition.

Presentation given to TECRO-AIT Working Group 2 on this topic by Kwang-Fu Tsai (INER).

Add new Reference Number: IN-DE-DD-30

TECRO Coordinator: Tai-Ming Chiu (INER)

TECRO Personnel: Kwang-Fu Tsai (INER)

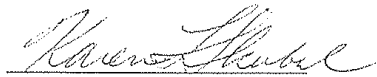
AIT Coordinator: Ana Han (DOE-EM)

AIT Personnel: Chuan-Fu Wu, ATL

Benefits: To assist TECRO with the stabilization and the safe storage/disposal of depleted UF6 and the enriched UF6 in INER.

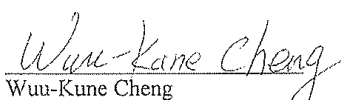
Action items to be added by TECRO.

Approved:


Karen L. Skubal

AIT Representative

Date: Nov. 7, 2012


Wuu-Kune Cheng

TECRO Representative

Date: Nov. 7, 2012

第三組

Discussion Summary of Working Group III
Nuclear Science, Technology, and Safeguards
 TECRO-AIT JSC Meeting on Civil Nuclear Cooperation
 November 6-8, 2012

Number of items been discussed	23
Closed items	0
New items	0
Merged items	2
Number of working items after the meeting	21

1. Closed items: None.
2. New items: None.
3. Merged items:
 - IN-IN-F36, “Methodology development of damage evaluation to NPPs under sever weathers and other natural hazards.”
 - IN-DE-I13, “Nuclear Medicine Application Project.”
4. Highlights:
 - TU-DE-Y3, “Explore opportunities related to DOE Engineering Innovation Hub for Modeling and Simulation Program” and TU-DE-Y4, “Formation of New Partnership INL/NTHU/INER/SNL for Education and Training in Nuclear Science and Technology.” In support of these two activities, workshops were held at Idaho National Laboratory (INL) and the Institute of Nuclear Energy Research (INER) in May and August 2012, respectively. The workshops included information exchange on the programs and capabilities of INL, INER, and National Tsing Hua University. Specific collaboration topics for 2013 were identified. A major area of collaboration that will be pursued in 2013 is the exchanges of technical staff and students to support education and training of professions in nuclear technology.
 - AE-AIT-FF3, “Exchange of Information on Implementation of IAEA Safeguards and Additional Protocol.” Received Implementation of the R.O.C – IAEA – U.S.A. Trilateral Safeguards Agreement.
 - AE-DE-EE6, “Physical Protection Consultations” and AE-DE-EE7, “Training in Implementation of New PP Standards and Guidance.” AIT and TECRO have agreed to do a follow-up visit in Taiwan in March 2013. AIT notified that the training team member will revisit Tsing-Hua University and review THOR security measures. A workshop on INFCIRC/225/Rev.5 will be held in March 2013 in Taipei.
 - AE-DE-F39, “Nuclear Forensics.” August 2012 technical experts meeting in Taiwan and planned US/FBI training in 2013 in Taiwan.
 - AE-AIT-FF4, “Inventory of U.S. obligated nuclear material in Taiwan.” AEC proposes to invite a US expert(s) to Taiwan and instruct responsible personnel for calculating inventory of special nuclear materials (SNM) from different countries of origin. Identify a mutually acceptable period of on-site consultations with the aim for it taking place in the first quarter of the year.

Approved:

William B. Rhodes
 William Rhodes
 AIT Representative
 Date: 11/07/2012

Kin-Fu Lin
 Kin-Fu Lin
 TECRO Representative
 Date: 11/07/2012

第四組

Discussion Summary of Working Group IV Matters Pertaining to Emergency Management

Working Group IV is a new group this year, it includes four working items: 1)Emergency Management(AE-DE-F27, moved from Group III in October 2012); 2)Atmospheric Plume Modeling (AE-DE-F28, moved from Group III in October 2012); 3)Emergency Assistance (AE-DE-F37, 2011 New Item, moved from Group III in October 2012) and 4) Aerial and Other Detection Technique(AE-DE-F38).

After presentations and discussion, NNSA and AEC agreed these items should keep on-going.

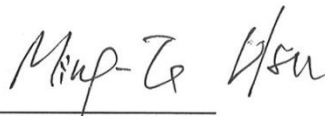
Commitments

1. AEC will offer logistics support for International Consequence Management (ICM) and SPARCS training courses the week of December 17, 2012.
2. Based on the mid-term or long-term planned events of the Work Plan, AEC suggest having a Workshop on I-MED Specialized (hospital) in the 3rd quarter of 2013.
3. Both parties will review implementation of the Work Plan to determine the next steps in cooperation and agree to revise in 2013.
4. AEC will continue to jointly engage in activities with NNSA to strengthen emergency management and response to nuclear events.
5. The National Nuclear Emergency Exercise in Maanshan Nuclear Power Station will be held in the second half of the year of 2013, AEC will notify NNSA if a clear date is planned.
6. NNSA will develop a draft operating procedure CONOPS for nuclear emergency assistance. It will include procedures for requiring/receiving assistance.
7. NNSA will provide a SPARCS-A and a SPARCS-M to Taiwan in December 2012.
8. Taiwan is invited to register additional IXP users.
9. Inter-comparison plume model exercise (to be conducted in 2014) will be discussed in 2013.

Approved :



Vince McClelland
Representative
American Institute in Taiwan
Date :



Ming-Te HSU
Representative
Taipei Economic and Cultural
Date :

附錄四、原能會與 PG&E 公司討論會議議程

PG&E and Taiwan Atomic Energy Council Joint Meeting

245 Market Street, San Francisco, Conference Room 1417

09 November 2012 — 10:00 a.m. to 15:00 p.m.

Intro to Diablo Canyon Power Plant (DCPP)

Photos

History of DCPP Seismic Design

Original (pre-1977) design

Design re-evaluation for Hosgri fault

Long-Term Seismic Program (LTSP)

Background

Ground motion

Safety margin assessment versus design

Probabilistic risk assessment (PRA)

LTSP Update

San Simeon Earthquake (2003)

Discovery of Shoreline fault (2008)

Senior Seismic Hazard Advisory Committee (SSHAC)

California Assembly Bill AB1632

2D/3D onshore and offshore studies

California Energy Commission (CEC) requirements

Independent Peer Review Panel (IPRP)

Fukushima Dai-ichi (March 2011)

NRC near-term task force recommendations

Tier 1

Tier 2

Tier 3

NRC letters to utilities

DCPP actions in response

Seismic walkdowns

Flooding walkdowns

Flexible and Diverse Mitigation Strategy (FLEX) equipment

Speakers

Joseph Sun, PG&E Geosciences Department (jis4@pge.com)

Stu Niskenko, PG&E Geosciences Department (spn3@pge.com)

Bill Horstman, PG&E Project Engineering, Diablo Canyon Power Plant (wrh5@pge.com)

附錄五、國際核能協會聯席會 INSC 會議議程

International Nuclear Societies Council

Preliminary Agenda for the INSC Meeting

Saturday, 10 November 2012

3:00 PM to 6:00 PM

Town and Country Resort, Royal Palm Salon 1
San Diego, CA, USA

1. Call to order
2. Roll call of members, presentation of proxies
3. Reading of the INSC GLOBAL CREED
4. Approval of the Agenda
5. Introduction and brief comments by each attendee
6. Approval of the Draft Minutes of INSC Meeting 01-2012 held in Chicago, IL, USA 26 June 2012
7. Review of action item list
8. Mini Country Status Reports
9. INSC Officer Nominations for 2013/2014
10. Committee Report
 - A. Honors and Awards – 2012 Global Award Presentation/Confidentiality of award process
10. Position Statements
 - A. Nonproliferation
 - B. Global Nuclear Infrastructure (feedback from the Israel Nuclear Society, if appropriate)
 - C. Other proposals?
11. Follow Up Discussion on an INSC Special Session on Fukushima
12. INSC Home Page
13. Future Meetings
14. Adjournment

23 October 2012