

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)

參加 2016 年台美民用核能合作會議
2016 AIT-TECRO
Civil Nuclear Cooperation Meeting

服務機關：行政院原子能委員會

姓名職稱：蔡慧敏副主任委員、王重德處長、張欣處長、
徐明德處長、廖家群副處長、龔繼康科長、
賴弘智科長、高薇喻技正、鄭武昆組長

派赴國家：美國

出國期間：105 年 12 月 04 日至 105 年 12 月 14 日

報告日期：106 年 01 月 16 日

摘要

為增進台美原子能應用、管制技術交流，台美雙方業簽署數項原子能相關之合作項目，並每年召開台美民用核能合作會議檢討及規劃未來合作事項，今年「2016 年台美民用核能合作會議」由美方主辦，會議於 12 月 6-8 日在新墨西哥州的阿布奎基市舉行。原子能委員會(以下稱原能會)由蔡慧敏副主任委員率團(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)與會，美方則有國務院、核能管制委員會、能源部及所屬國家實驗室等單位成員出席；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、核電廠除役、核能技術研發及緊急應變管理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，前往聖迪亞國家實驗室(Sandia National Laboratory, SNL)參訪。此行除增進我方瞭解美國各項核能技術發展與管制現況外，並持續、有效強化台美雙方之核能技術交流合作。

蔡副主任委員與綜計處及核管處成員並於 12 月 8 至 9 日共赴位於華府的美國能源部及美國核能管制委員會，拜會各單位高層，就核能安全管制政策與及執行策略等方面，彼此交換意見；結束華府行程後，亦於 12 月 12 日赴位於舊金山灣區的勞倫斯利福摩爾國家實驗室(Lawrence Livermore National Laboratory, LLNL)，拜會位於其中的國家大氣釋放諮詢中心(National Atmospheric Release Advisory Center, NARAC)。此次赴美參加台美民用核能合作會議成果豐碩，對於維繫、暢港台美雙方在原子能領域的交流與合作，有實質的助益。

目 錄

摘要.....	i
目錄.....	ii
圖目錄.....	iii
壹、前言.....	1
貳、行程.....	2
參、工作紀要.....	4
一、台美民用核能合作會議.....	4
二、拜會美國核能相關單位.....	26
肆、心得與建議.....	32
伍、附錄.....	34
附錄一、2016年台美民用核能合作會議與會人員名單.....	34
附錄二、2016年台美民用核能合作會議議程.....	36
附錄三、2016年台美民用核能合作會議Summary Statement	40

圖目錄

圖1、2016台美民用核能合作會議全體與會人員合影.....	4
圖2、展示中心解說.....	21
圖3、核子保安安全圍籬及偵測設備.....	22
圖4、核子保安延緩阻斷電子設備.....	22
圖5、電纜耐火試驗介紹.....	23
圖6、用過核子燃料池耐火試驗介紹.....	23
圖7、核子燃料束實驗結果.....	23
圖8、反應器壓力槽底部實驗結果.....	24
圖9、容器墜落試驗介紹.....	24
圖10、容器墜落實驗容器.....	24
圖11、WIPP場址鹽礦標本.....	25
圖12、TRUPACT-II示意圖.....	25
圖13、TRUPACT-II公路運輸.....	25
圖14、蔡副主委與美國核管會處長及RAMP計畫團隊合照.....	27
圖15、蔡副主委與美國核管會委員合照.....	28
圖16、蔡副主委與美國能源部副助理部長合照.....	30

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「2016 年台美民用核能合作會議」由美方主辦，美國國務院委託能源部(Department of Energy, DOE)轄下之聖迪亞國家實驗室(Sandia National Laboratory, SNL)負責承辦，擇定於 12 月 6 至 8 日舉行，並安排與會人員參訪 SNL 進行用過核燃料、核組件相關試驗設施場所及其核子保防與保安相關展覽室。

本次公差成員因不同會前會議而分批出國，期間更安排數個拜會行程；為有效達成雙方交流成果，事先已擬定重要討論議題，故成果相當豐碩。台美民用核能合作會議後，蔡副主任委員一行 3 人則於 12 月 8 至 9 日拜會華府美國能源部及美國核能管制委員會，與美方高層人員會面，就核能管制政策、核能安全、用過核燃料處置規劃、管制作法等方面，彼此交換意見，討論雙方關切議題與檢討互惠合作事項。結束華府訪問行程後，蔡副主任委員亦前往位於舊金山東灣的勞倫斯利福摩爾國家實驗室(Lawrence Livermore National Laboratory, LLNL)，拜會位於其中的國家大氣釋放諮詢中心(National Atmospheric Release Advisory Center, NARAC)。此行進一步強化我國與美方在核能安全合作的機制，有助於未來雙方繼續的交流與合作。

貳、行程

蔡副主任委員一行 9 人於 12 月 4 日抵達年會開會地點；12 月 5 日團員就開會內容再進行最後討論確認；12 月 6-8 日參加「2016 年台美民用核能合作會議」，其中 5 人於 12 月 10 日返抵國門。蔡副主任委員一行 3 人則於 12 月 8 至 9 日拜會華府美國能源部及核能管制委員會；結束華府拜會後，蔡副主委再赴舊金山於 12 月 12 日拜會位於勞倫斯利福摩爾國家實驗室(Lawrence Livermore National Laboratory, LLNL)的國家大氣釋放諮詢中心(National Atmospheric Release Advisory Center, NARAC)，並於 12 月 14 日返抵國門，行程詳如下表。

赴美參加 2016 年台美民用核能合作會議行程表

日期	行程內容	地點	備註
12/4 (日)	去程：台北→阿布奎基	阿布奎基	全體出席人員
12/5 (一)	資料整理與會前討論	阿布奎基	全體出席人員
12/6 (二)	台美民用核能合作會議：專題報告	阿布奎基	全體出席人員
12/7 (三)	台美民用核能合作會議：分組討論	阿布奎基	全體出席人員
12/8 (四)	台美民用核能合作會議：設施參訪	阿布奎基	徐明德、龔繼康、廖家群、賴弘智、高薇喻、鄭武昆
12/8-9 (四~五)	路程：阿布奎基→華盛頓DC 拜訪美國華府能源部及核管會等重要官員	華盛頓 DC	蔡副主委、王重德、張欣
12/8~10 (四~六)	返程：阿布奎基→桃園	桃園	徐明德
12/9~10 (五~六)	返程：阿布奎基→桃園	桃園	龔繼康、廖家群、高薇喻、鄭武昆
12/9~11 (五~日)	返程：華盛頓 DC→桃園	桃園	王重德、張欣
12/9 (五)	路程：阿布奎基→舊金山	舊金山	賴弘智

12/9 (五)	路程：華盛頓 DC→舊金山	舊金山	蔡副主委
12/10~11 (六~日)	例假日及資料整理	舊金山	蔡副主委、賴弘智
12/12 (一)	拜會國家大氣釋放諮詢中心	舊金山	蔡副主委、賴弘智
12/13~14 (二~三)	返程：舊金山→桃園	舊金山	蔡副主委、賴弘智

參、工作紀要

一、台美民用核能合作會議

今(2016)年台美民用核能合作會議，辦理地點為位於美國新墨西哥州阿布奎基之聖迪亞國家實驗室(Sandia National Laboratory, SNL)。SNL 成立於 1948 年，是美國研究核子科學、核子保安等相關科技的重鎮。本次會議台美雙方共計 32 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，出席人員名冊如附錄一。

12 月 6 日由我方團長蔡慧敏副主任委員與美方代表團團長國務院 Alex Burkart 博士分別致詞後，即由雙方輪流進行專題報告，12 月 7 日的合作會議，則分由四個合作分組就列管合作項目進行逐項檢討，並規劃雙方未來一年的合作內容，12 月 8 日參訪 SNL 設施。本次台美民用核能合作會議之議程詳如附錄二，圖 1 為全體與會人員在聖迪亞國家實驗室之合影。



圖 1、2016 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(12月6日)

台美民用核能合作會議的第一日首先進行專題報告，雙方分別就該國在核能及輻射管制及發展上的重點議題進行業務簡報，共計發表 11 篇報告（報告議程詳如附錄二）。

我方提出「台灣原子能委員會管制現況(Updates of Atomic Energy Council's Activities in Taiwan)」、「台灣核能後端營運管理之現況(Current Status of Nuclear Backend Management in Taiwan)」、「台灣近期核安管制現況(Recent Nuclear Safety Regulatory Activities in Taiwan)」、「核研所研發現況簡介摘要(Review of Current Major Research Activities at INER)」及「清華大學核子相關研究計畫的近況(Overview of Current Research Projects in National Tsing-Hua University)」等 5 篇。

美方則有「美國核能未來展望、GAIN 計畫現況以及國際研究計畫 (Overview of U.S. Nuclear Energy Future, Update of Project GAIN and International Research Programs)」、「美國用過核燃料處理相關應對方案現況(Update of the Used Fuel Disposition Campaign in the U.S.)」、「2016 年核子保安高峰會結論及未來展望 (Summary of 2016 Nuclear Security Summit and Path Forward)」、「2016 年重要核能管制活動(Major Nuclear Regulatory Activities in 2016)」、「無人飛行載具對核設施之保安挑戰與經驗回饋(Security Challenges with Unmanned Aerial Vehicles at Nuclear Sites and Lessons Learned)」及「輻射安全、廠區保安、運輸保安與非同位素替代技術之綜覽 (Overview of Radiological Security, Site Security, Transportation Security, and the Use of Non-Isotopic Alternative Technologies)」等 6 篇。

我方共提出 5 篇報告，重點分項摘述如下：

1. 台灣原子能委員會管制現況(Updates of Atomic Energy Council's Activities in Taiwan)

由原能會賴弘智科長報告，說明核一廠除役管制現況、放射性廢棄物管制、2016 年核安演習、輻射防護與環境監測、民眾溝通、核子保防與國際合作等。在核一廠除役管制近況方面，介紹相關我國除役政策、時程及核一廠除役計畫審查等之現況；針對 2016 年核安演習部分，則介紹年度核安演習重點，包含：南部應變中心第一次全規模開設、

緊急救護與核三廠夜間演習，以及擴大演習區域等；針對輻射防護與環境監測部分，特別介紹我國質子治療設施安全管制以及新增設的紅頭環境監測站；針對民眾溝通部分，則介紹本會就乾式貯存設施、蘭嶼環境平行監測及公眾溝通平台等之運作狀況；在核子保防與國際合作方面，則介紹我國截至 2015 年已連續 10 年獲國際原子能總署認定所有核物料均用於和平用途，亦介紹今年我國與日本、美國及韓國等國家核安管制單位之交流。

2. 台灣核能後端營運管理之現況(Current Status of Nuclear Backend Management in Taiwan)

由台電公司核後端處徐自生副處長報告，說明核能後端營運管理作法，簡報概分五大部分，分別為低放射性廢棄物管理方案、高放射性廢棄物管理方案、集中貯存應變計畫、核一廠除役計畫及核後端基金。有關低放射性廢棄物管理方案，以說明台灣低放廢棄物貯存概況與處置計畫作業流程及已選出之兩個候選場址為主，而有關高放射性廢棄物管理方案，則說明預估之用過燃料總量、處置計畫的管理流程、核一廠及核二廠之乾式貯存計畫，各核能電廠用過燃料池貯存量及高放廢棄物管理方案所面臨的挑戰等。集中貯存應變計畫方面，則說明集中貯存係高、低放射性廢棄物處置之應變方案，在國際上已有實際案例可參照，現況之進展為集中貯存的可行性評估報告已於 2016 年 9 月提出，目前仍在審議中，預定 2016 年底將有結果；至於核一廠除役計畫，為因應 2025 年之非核家園政策，從 2018 年起國內的核電廠將分別停止運轉，並逐次展開除役作業，簡報時亦提出了除役之法令規定以及台電之分階段實施規劃，並說明核一廠場址再利用之規劃，且已經成立核一廠除役工作團隊以執行任務，同時亦思索未來所面臨之挑戰事項；最後則說明核後端基金，有關預估總額與已完成之徵收額，以及基金經費之分配規劃等。

3. 台灣近期核安管制現況 (Recent Nuclear Safety Regulatory Activities in Taiwan)

簡報由原能會龔繼康科長負責，簡報的重點在介紹台灣核電廠 2016 年的重要安全管制活動；其中包括運轉中核電廠的重要事件、福島後我國採行的二階段「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢」目前辦理的情形，以及原能會與美國核能安全管制委員會 (NRC) 在核電廠安全管制相關的合作等。簡報首先介紹台灣在 2016 年核能安全表現的相關統計數據，其中包括核電廠在 2016 年發生之異常事件的訊息、2016 年核一廠 2 號機

於 3 月 10 日發生因人員誤操作 125V DC 配電盤 1A 電源造成反應器急停事件、以及 2016 年原能會開立之違規訊息等；並說明原能會相關資料均已公布於對外網站，可以隨時在網站上查詢。

隨後分別說明核一、二、三廠及龍門電廠各機組的現況，以及各電廠近期的重要工作項目。在核一廠部分，首先說明目前核一廠 1 號機由於在 2014 年 12 月 10 日開始大修時，發生一組燃料束(Fuel Assembly)水棒連接桿斷裂事件，原能會已完成台電公司事件分析報告審查及現場查證，並於 2015 年 6 月在網路上公佈安全評估報告(Safety Evaluation Report)。由於立法院要求原能會在機組重新起動前必須赴立法院報告，但目前立法院並未將報告案納入議程，因此目前機組並未重新起動。另外會議中也向美方說明行政院已訂定如果核一廠 1 號機要重新起動，必須先符合「窮盡一切方法、安全無虞、社會有共識」等三大前題，並說明在核一廠 2 號機目前用過燃料池已滿的情況下，台電公司必須先解決用過燃料池已經儲滿的問題，方有可能再進行大修換填燃料。

其他核能電廠部分，則介紹我國核二廠 1 號機已經於 2016 年 11 月 30 日起開始大修，另外核二廠 2 號機因為 5 月 16 日發生發電機避雷器故障事件引起民眾及立法委員關切，立法委員並要求參照核一廠 1 號機模式必須赴立法院報告後才能重新起動，目前原能會已於 11 月完成安全評估報告並上網公布。另外，台電公司為解決核二廠用過燃料池已滿儲的情況，已經於 2016 年 8 月 18 日提出申請，將核二廠緊鄰用過燃料池之護箱裝載池(cask loading pool)改為用過燃料貯存空間，其容量每部機增加 440 束。目前原能會已聘請學者專家與原能會同仁組成專案審查小組，從臨界安全、燃料池冷卻能力、結構材料與耐震、輻射安全與放射性廢棄物處理、異常事故之評估，以及吊運作業安全等數個面向進行審查。在核三廠部分，2016 年間已經順利完成 2 部機組大修作業，其中 3 月及 5 月間發生二氧化碳消防系統誤動作事件引起地方政府關切，原能會、台電公司及電廠所在地方政府對於通報項目與時間也已進行協調溝通，並縮短地方政府關切事項的通報時間。龍門電廠部分，由於龍門電廠仍維持在封存狀況，因此並沒有太多改變。台電公司因封存經費遭刪減將修改封存計畫，原能會將依規定進行審查。

有關「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢」部分，會議時說明目前已經完成 34 項要求事項，原能會並每半年在網站上公布管制案件辦理情形。在與美國核管會合作部分，原能會已於 2016 年完成與美國核管會簽訂「Radiation Protection Code Analysis

and Maintenance Program (RAMP) 」以及「 Simulator Training Data Collection Arrangement (SACADA) program 」二項合作計畫，並且正在洽談延續「 Severe Accident Research Program (CSARP) 」及「 Thermal-Hydraulic Code Applications and Maintenance Research Program (CAMP) 」二項合作計畫。原能會並已規劃於 2017 年 4 月主辦 RAMP 春季會議，邀請美方及其他國家參與 RAMP 計畫的人員進行交流，強化原能會與美方的合作。美方對簡報表示感謝，並將持續與我國交換核電廠安全資訊。

4. 核研所研發現況簡介摘要 (Review of Current Major Research Activities at INER)

本項簡報由核能研究所陳明輝組長報告，主要介紹核研所現今主要的研發任務並扼要報告相關研發成果。核研所研發任務主要包括開發本土核能技術以支援核能安全管制及增進核電廠運轉安全、開發核設施除役技術與核廢棄物管理技術及執行研究用反應器除役、開發核醫藥物及核醫材相關應用技術，以及發展新型及再生能源、能源經濟與策略分析相關技術等四項。

研究成果部分，在核能安全技術方面研發成果包括：核子事故劑量分析技術、核二廠用過燃料池裝載池臨界安全分析技術、開發新焊接製程(覆焊技術)以強化核電廠管路安全、運轉員模擬器訓練資訊蒐集 SACADA 系統(NRC 合作計畫)執行現況以及核子事故輻射擴散評估與預測系統開發；核設施除役與核廢料管理技術方面，向美方介紹的研發成果包括有：TRR 研究用反應器除役與用過核燃料安定化執行現況、開發高效能低放射性廢棄物混泥土盛裝容器技術以及核電廠除役計畫規劃等；在核醫藥物及核醫材相關應用技術開發方面，核研所目前擁有十數張核醫藥物藥證並供應全國五十餘家醫院，近年的重點研發成果包括有：30MeV 迴旋加速器及相關核醫藥物研發實驗室、三維 X 光低劑量放射照影儀系統開發以及「 INER Re-188 Liposome Injection 」、「 INER I-123 MIBG 」、「 Re-188-MN-16ET/Lipiodol 」等三種藥物正進行臨床試驗；最後，在新型及再生能源開發方面研發成果，計有：HCPV 聚光型太陽光電模組系統開發、風機系統技術開發、SOFC 固態氧化物燃料電池系統開發、生質能技術開發、智慧型微電網示範場域與技術開發以及能源經濟模型與策略技術開發等六項。

5. 清華大學核子相關研究計畫的近況 (Overview of Current Research Projects in National Tsing-Hua University)

由清華大學陳紹文教授簡報，報告內容係針對清華大學與台美合作相關的兩大方向之研究計畫進行簡介。第一部分為熱水流與核能安全研究；第二部分為中子應用研究。在熱水流與核能安全方向，清華有進行雙相流實驗與核電廠系統安全分析模擬，雙相流實驗包括汽液雙相流與沸騰雙相流實驗；而核電廠系統安全分析模擬則是利用各種美國核管會與國家實驗室等單位授權使用的系統程式進行模擬運算，包括：TRACE、PARCS、FRAPTRAN、FRAPCON、PCTRAN、MELCOR、等，並藉由 CSARP、CAMP、及 RAMP 等活動與美方進行技術與學術交流。

在 CSARP 部分，清華大學主要使用軟體包括：MELCOR 2.1、SNAP、MELMACCS、WinMACCS 等，可模擬狀況包括：沸水式電廠用過燃料池、電廠類福島事故、及斷然處置措施測試，亦曾參加多次國際學術會議及使用者技術交流會議。在 CAMP 部分，使用軟體包括：TRACE、SNAP、PARCS、FRAPTRAN、FRAPCON、DAKOTA、RELAP5/MOD3.3 等，並建立包括台灣各電廠之用過燃料池、台灣各電廠的類福島事故、及各電廠之斷然處置措施測試等模擬狀況，清華大學與相關單位亦已參加多次國際會議及使用者交流會議，並共同發表 23 篇 NUREG/IA 報告。有關 RAMP 部分，則介紹 2016 年 7 月在清華大學舉辦之 RAMP 程式研討會。

在中子應用研究部分，清華大學主要進行硼中子捕獲治療(BNCT)及中子散射研究，BNCT 研究主要聚焦於頭頸部癌症的治療，除與美國與日本技術交流，亦與榮總合作癌症治療計畫；中子散射則為量測材料的表面與結構特性，將可用於發展能源應用材料，未來清華大學將持續進行中子散射基礎研究，與美方中子設施研究單位與國家實驗室等進一步合作。

另美方所提出之 6 篇報告，重點摘述如下：

1. 美國核能未來展望、GAIN 計畫現況以及國際研究計畫 (Overview of U.S. Nuclear Energy Future, Update of Project GAIN and International Research Programs)

由美國能源部 Michael Goff 先生簡報，Goff 先生首先提到美國目前以及未來對於核能使用仍有一定程度的重視，因為該能源選項可以符合美國長遠的能源的需求；另一方面，第三代或以上的反應器(Gen-3 plus)及低功率反應器(Small Modular Reactor，

SMR)的相關科技進展，則強化美國國內及國際市場對核能使用的誘因，新型反應器的相關研究也將核能科技領域的界線跨足至電力供應之外。

目前能源部針對核能相關的研發焦點，集中於降低核能使用在管制、技術及財務等方面的相關風險、核廢料管理、減少核擴散及恐怖攻擊的機會，以及強化與國際和工業界之合作等。針對能源部的 GAIN(Gateway for Advanced Innovation in Nuclear)計畫，目前的重點在於輕水式反應器、抗意外核燃料(Accident tolerant fuels)的相關研究，在近程的目標則設定在低功率反應器的研發，再長遠一點的目標則是設定在進步型反應器與核燃料循環相關研究。

Goff 先生在簡報尾聲時介紹針對最終處置場的共識選址程序(Consent-based siting process)，這項作法是要為用過核燃料處理提供一個長久性且可持續的解決方案，為達成這項目標，能源部遂研發這套選址程序，以提供電力公司、一般公眾、社區民眾、利害關係人及政府單位一個協力合作的機制，讓選址過程透過更多方的參與使結果更臻完善。最後，Goff 先生總結強調核能對於美國的能源策略仍具相當重要性，而一個強而有效的研發計畫將強化在核能使用的安全、保安以及信賴度等方面所需的重要的科技進展。

2. 美國用過核燃料處理相關應對方案現況(Update of the Used Fuel Disposition Campaign in the U.S.)

由來自聖迪亞國家實驗室的 Kevin McMahon 經理簡報，McMahon 經理首先提到美國用過核子燃料及高放射性廢料處置的管理係依據 2013 年 1 月核定的策略推動，近十年的規劃將：

- (1)針對先導中期貯存設施進行選址、設計、申請執照、建造及開始營運；
- (2)就大型中期貯存設施進行選址及申請執照；
- (3)模擬展示處置場址的選址及特性調查作業。

能源部指定其下轄之 NE-8 負責推動相關業務。研發活動之使命為確認各種選擇方案，藉由科學研究與技術研發，以便能順利貯存、運送及處置用過核燃料及高放射性廢料，上述之研發活動共有九個國家實驗室分工合作參與研發。有關美國用過核子燃料之管理現況，至 2016 年底約有 80,185 噸用過核燃料，其中 25,400 噸採取乾式貯存，貯放

於 2,080 個護箱或金屬密封容器中；其後用過核燃料每年約將增加 2,200 噸，裝填於 160 個乾式貯存護箱。

McMahon 經理接下來談到用過核子燃料處置之長期研發活動，其相關目標定為：

- (1) 與核工業界合作以建構可獲得核管會(NRC)認可之全尺寸貯存展示設施；
- (2) 發展運送用過核燃料必要的技術基準，包括高燃耗核燃料；
- (3) 藉由整合貯存、運送及處置概念以發展用過核燃料之運送及貯存計畫。

例如發展延長貯存期間相關技術基準、發展經由長期貯存後燃料再取出與運送之技術基準，及發展高燃耗核燃料之運送技術基準。而就處置研發活動而言將集中於提出各種處置可行方案的技術基準、建立完整的處置概念以增加信心及發展科學及工程的分析工具以便支持處置概念之實施。

最後，McMahon 經理介紹從 2017-2019 年為期 3 年的研發活動，可概分成三大推動項目，分別為貯存與處置、國防核廢料處置場及處置技術。其中：

- (1) 貯存與處置的研發方面，有高燃耗燃料全尺寸之貯存展示計畫，建立溫度/壓力對護套影響之預估模式並進行試驗驗證，瞭解腐蝕及應力腐蝕龜裂如何影響不銹鋼乾式貯存密封容器之功能及用過核燃料在正常運送條件下額外負載之特徵；
- (2) 國防核廢料處置場方面，則以啟動國防核廢料處置計畫包括軍用高放射性廢料及許多能源部管理之用過核燃料為主；
- (3) 發展處置技術方面，則提出深孔現場測試規劃將於 2017 年初完成採購作業、2017 年鑽孔、2020 年完成測試；另進行雙重功能密封容器直接處置之完整性評估，發展一般處置概念之參考案例，並為掌握泥岩、岩鹽、結晶鹽及深孔處置系統之長期功能特性所需執行之實驗及建立之分析模式。

其中應力腐蝕龜裂之共通條件為腐蝕環境(Corrosive Environment)、敏感性材質(Susceptible Material)及張應力(Tensile Stress)均成立時才會發生。對於高燃耗燃料之確認資料計畫(Confirmatory Data Project)則以取得基本資料(Baseline Data) 為主，其作業為從現在起選用 25 根具有相同營運歷史之燃料棒進行測試，以瞭解並能推估貯存時可能發生的性質變化。

3. 2016 年核子保安高峰會結論及未來展望(Summary of 2016 Nuclear Security Summit and Path Forward)

本議題由來自國務院的 Mark Forino 先生簡報，Forino 先生首先回顧 2009 年歐巴馬總統在捷克布拉格的演說，提到歐巴馬總統遏止恐怖主義份子獲得核子武器的決心，所以倡議相關議題必須提高至各國政府政策決策層級的高度討論，並建構一個能快速地處理核物料保安議題的機制；在此背景之下，核子保安高峰會(Nuclear Security Summit)因而設置，其旨在於提供各國討論大規模毀滅性武器恐怖主義相關議題的平台，並且在 2010、2012 及 2014 年的峰會中獲得一定成果，例如「峰會公報」(communique)及「峰會工作計畫」(Work Plan)。

今(2016)年的峰會由於是最後一屆峰會，故於 2014 年時歐巴馬總統將之定位為「過渡峰會」(Transition Summit)，希望過去峰會達成的努力成果能夠延續下去，並且能夠找到可行方式繼續強化現有的核子保安機制並讓未來全球更加致力於維護核物料安全的努力。2016 年 3 月 30-31 日在華府舉行的峰會，計有 52 個國家及 4 個國際組織的高層代表出席，討論的議題包含核物料竊取、物料的消散（包含因化學及生物事件的消散）、核恐怖主義及大規模毀滅性武器恐怖主義等等，並產出 1 份峰會公報、5 項國際組織工作計畫、18 項自願承諾事項、51 份各國進程報告、9 份雙邊聯合聲明，成果相當豐碩。Forino 先生最後表示，今年的峰會雖是最後一屆，但相關的討論不會就此而中斷，峰會所組成的聯繫小組將會在每年 IAEA 的年會中聚會，討論相關執行成果，並且亦會和包含 IAEA 和聯合國在內的國際組織繼續相關合作行動計畫。

4. 2016 年重要核能管制活動(Major Nuclear Regulatory Activities in 2016)

美方由美國核管會核能管制署安全系統處 Timothy McGinty 處長報告，說明美國核電廠安全管制近況。內容包括美國核電業者申請運轉執照更新(License Renewal)的統計資訊、核電廠重要案件辦理情形、以及公眾會議辦理方式與挑戰等。

McGinty 處長首先於簡報中說明 2016 年美國共有 60 個電廠 99 部機組，其中包括 34 部沸水式(BWR)機組及 65 部壓水式(PWR)機組。2016 年底共有 50 個電廠 86 部機組獲得 NRC 同意運轉執照更新，另外還有 9 部機組申請案正由 NRC 審查中。在核電廠重要審查

案件部分，NRC 分享目前美國核電廠採取自願方式改用 NFPA 805 的現況，其中包括 Shearon Harris 等 21 個電廠已經完成審查並採用 NFPA805 方案，另外還有 6 個電廠申請案件正由 NRC 審查中，NRC 預計還會有 1 個新的申請案，目前審查中的案件預計 2017 年中完成。對於用過燃料池(SFP)臨界安全議題部分，NRC 已經於 2016 年 4 月再次請核電廠及其他持照者提供用過燃料池(SFP)臨界安全監測資訊，並預計 2017 年秋季完成評估。至於數位儀控系統部分，美國已有電廠完成數位儀控系統更新的案例，如 Oconee 電廠的 Reactor Protection System (RPS)與 Engineered Safety Features Actuation System (ESFAS)及 Grand Gulf 電廠的 Power Range Neutron Monitoring 系統等，另外還有其他電廠申請數位儀控系統更新。在核電廠 Open Phase Condition 議題部分，目前 NRC 建議採用的暫行指引(Temporary Instruction)正在等委員進一步指示後，預計 2017 年將用於檢視各核能電廠提出的方案。其他審查案件如 GSI-191 部分，目前部分 PWR 電廠對於爐內每個燃料組件最大容許異物 (fiber weight per fuel assembly)如果超過原先 WCAP-16793 所設定之標準 15 grams/fuel assembly 是否可以放寬仍由 NRC 審查中，BWR 的電廠將依據 PWR 電廠評估結果辦理。

McGinty 處長在簡報尾聲中也說明 NRC 在公眾會議(Public Meeting)的做法與遭遇的困難，雖然 NRC 對於公眾參與已建有相關機制，但由於管制者使用的慣用字彙民眾不易瞭解，且核電廠持照者沒有回答公眾提問的義務，另外，在選擇參與的 NGO 團體、保持會議安全也同樣遇到的困難，如何建立良好的溝通環境甚至維持溝通場所的安全都是未來的挑戰。McGinty 處長建議如果公眾能事先研讀資料、忠實提供對議題的回饋訊息，並於會議前、後與 NRC 人員充分溝通，應該將有助於公眾會議的成效。

5. 無人飛行載具對核設施之保安挑戰與經驗回饋(Security Challenges with Unmanned Aerial Vehicles at Nuclear Sites and Lessons Learned)

本項簡報因原訂報告人美國能源部國家核子安全署(DOE/NNSA)的 Forrest Lingenfelter 先生無法前來，改由聖迪亞國家實驗室的 Chad Monthan 先生代表簡報。Monthan 先生首先提到無人飛行載具是目前在美國發展最快的產業之一，光是 2015 年即銷售近 200 萬組，廣泛用在各種商業及個人用途；由於無人飛行載具容易取得，且其本身亦具備能夠結合載送運輸的能力的特性，因而產生將其從事違法用途的潛在可能性，

遂造成許多非法使用的案例，也形成在政策、法律及技術上等面向的挑戰。

在政策面的挑戰在於，目前無人飛行載具技術並未朝著符合美國聯邦航空總署(FAA)相關標準的方向發展；在法律面的挑戰，則需面對如何定義小型無人飛行載具的越位、國家安全與私人使用的爭議、干涉無人飛行載具衍生之法律議題等；在技術面上的挑戰，亦有開放軟體、成癮性操作、載具偵測等方面。

由於現階段並未發展出一套完整的機制來處理無人飛行載具所衍生的議題，許多政府單位對於判斷出現在其空域的無人飛行載具是屬於一般娛樂使用或是具有惡意的使用，尤其困難，故對於無人飛行載具的飛行目的需建立一套可信賴的評估系統，對於敏感區域亦需設立禁航區。Monthan 先生在簡報尾聲時強調，對於無人飛行載具的規範，除了需要對於空域所在處境有警覺外，也要認知現在並沒有一套整全機制可以完善地處理所有無人飛行載具衍生的問題，相關單位需要長時間地投入發展相關科技並妥善地研擬政策，透過有效地建構合理且可持續的測試方式，以對現有無人飛行載具及抗無人飛行載具系統的限制有進一步認知。

6. 輻射安全、廠區保安、運輸保安與非同位素替代技術之綜覽(Overview of Radiological Security, Site Security, Transportation Security, and the Use of Non-Isotopic Alternative Technologies)

由來自美國能源部國家核子安全署(DOE/NNSA)的 Robert Rudich 經理簡報，Rudich 經理首先提到放射性物質是無所不在，且可以合法地應用於醫療、研究與商業目的，但由於世界上仍有不法份子透過放射性物質來造成民眾的傷害，因此必須透過管制措施確保放射性物質的保安避免造成意外事件，以保障民眾和環境的安全。輻射保安辦公室(Office of Radiological Security)成立的目的即在於透過不讓高活度放射性物質落入恐怖攻擊之用，來提升全球保安，為了達到這個目的，輻射保安辦公室致力於維護醫療、研究與商業目的應用的放射性物質、協助移除不再使用的放射性射源，並透過尋求可行的替代性科技來降低國際間對於放射性射源的依賴。維護放射性物質保安方面，Rudich 經理介紹透過偵查、延遲、應變及訓練等階段，以提升核物料保安的策略及其運送之保安；在移除射源方面，Rudich 經理介紹美國境內與國際間針對射源移除的工作與成果；尋求射源的可行替代性科技方面，則概要地介紹 Cs-137、Co-60、Am-241 及 Ir-192 等射源使用的替代性科技。

(二) 台美民用核能合作會議：分組討論(12月7日)

台美民用核能合作會議的第二日的主要議程為分組討論，雙方援往例分成「反應器管制與法規相關研究(Reactor Regulation and Regulatory Research)」、「廢棄物管理與環境復原(Waste Management and Environment Restoration)」、「先進核能科技(Nuclear Science, Technology, and Safeguards)」及「緊急應變管理(Emergency Management)」等四組進行分組討論，四組平行進行年度合作議題進度檢討與新增項目討論，討論後各分組雙方簽訂之綜合結論(Summary Statement)如附錄三。各組總結摘要如下：

1. 第一分組：反應器管制與法規相關研究(Reactor Regulation and Regulatory Research)

第一分組內容主要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 Timothy McGinty 處長(共同主席)，我方則由本會核能管制處張欣處長(共同主席)及龔繼康科長(記錄)、核能技術處徐明德處長及高薇喻技正、核研所陳明輝組長等參與討論。

第一分組原有 19 項合作項目，會議採取逐項討論的方式進行，並對未來一年規劃辦理項目進行研商；藉由雙方面對面的討論與溝通，除掌握合作項目的重要進展外，並促進雙方分享核能安全管制訊息。此次本分組有「龍門電廠商轉前及啟動測試(Pre-operational and Start-up Testing of Lungmen NPP, 編號 AE-NR-JJ1)」、「龍門 ABWR 電廠預備商轉視察(Operational Readiness Inspections of Lungmen ABWR Plant, 編號 AE-NR-JJ4)」等兩個涉龍門電廠的工作項目，因應目前電廠封存的政策，經雙方同意不再辦理；另雙方同意新增我方所提一項與風險評估(PRA)相關之合作項目-「全場區風險評估移轉(Full Scope Site PRA Methodology transfer, 編號 AE-NR-FXX)」，並自 2017 年起納入未來合作內容中。

綜上，經討論後第一分組將有 18 項合作計畫持續進行，共計完成 8 項具體結論；為強化核子反應器設施管制上之交流，美方將於 2017 年安排於核管會辦理雙邊核安管制技術交流會議(BTM)及觀摩美國核電廠演習，我方則將邀請美國核管會代表觀摩我國 2017 年在核二廠辦理之核安演習。

2. 第二分組:廢棄物管理及環境復原(Waste Management and Environment Restoration)

第二分組主要內容討論為放射性廢棄物之處理與處置技術，環境之回復與再利用以及安全分析工具之精進應用等。美方主要負責單位為能源部環境管理辦公室代表 Benjamin Rivera 先生(共同主席)及桑地亞國家實驗室(Sandia National Laboratory)的 Kevin Mc Mahon 博士，我方則由物管局鄭武昆組長(共同主席)擔任。核研所鄭世中組長、李崙輝副組長(記錄)、袁明程副研究員及台電公司後端處徐自生副處長等代表出席討論，原能會蔡副主委亦全程出席指導；美方其他參加部分議題討論人員尚有國務院 Alex Burkart 博士及核管會(NRC)的 Shannon King 女士。

首先雙方共同主持人進行會議進行方式的說明，經與會者同意後，就預先規劃的 14 項議案進行逐項說明及檢討，而於討論至「TRR 用過核燃料之核物料量測(PCC for Material Declaration of TRR Spent Fuel，編號 IN-LANL-G33)」合作項目時，國務院 Alex Burkart 博士建議新增一項合作項目，經討論後先暫訂合作項目名稱為「核研所水渦式反應器燃料安定化之核子保防合作案(Safeguard Cooperation on Stabilizing INER Water Boiling Reactor Fuel)」，並新增其編號為 G-35。討論過程熱烈且順利，會中我方也對美方的協助表達感謝之意，對於未來的工作重點則提出核電廠之除役安全管制，長期貯存與乾式貯存安全管制及擴大公眾參與等面向，將請美方繼續協助提供寶貴意見及參與合作計畫。

綜上，本分組之原規劃 14 項合作計畫仍持續進行，另因新增一項合作計畫，本分組自 2017 年起將執行 15 項之合作案。

3. 第三分組:核子科學、核醫藥物、先進核能科技與防護(Nuclear Science, Technology, and Safeguards)

第三分組由核能研究所胡中興組長及美國核能源部下之國家核子保安局(National Nuclear Security Administration, NNSA)之核子保防辦公室副主任(Deputy Program Director) Brian Abeyta 先生共同擔任分組主席，並由核研所綜計組樊修秀副研員擔任現場會議記錄。第三分組主題包括保健物理(health physics)、核能安全技術(technical safety support)、同位素生產與應用(radioisotope production and application)、

進步型反應器(advanced reactors)、核物料的實體防護(physical protection of nuclear material)、核物料的料帳管理(safeguards of nuclear material)、醫學治療(medical therapy)等項目，涵蓋領域相當廣泛；我方之清華大學(陳紹文教授)、原能會(綜計處王重德處長及賴弘智科長、核技處徐明德處長及高薇喻技正、輻防處廖家群副處長)及核研所(胡中興組長、李崙暉副組長)等單位分別派員參加，相對應的美方窗口亦皆派員出席。

本次第三分組台美雙方達成共識，21 項合作議題均持續執行，共計完成 16 項具體結論，重點摘錄如下：美方 NNSA 預定於 5 月 22-25 日來台辦理實體防護與保安管理研討會(physical protection and security management, PPSM)，雙方同意持續進行高放射性活度物質來源的替代技術之資訊分享與合作；因應台灣對新型實體防護管制的需求，原能會邀請 NNSA 明年在台灣辦理核子保安計畫工作坊(Security Plan Workshop)，已獲美方同意；我方預定派員參加 2017 美方所辦理之核物料料帳與控制系統(State Systems of Accounting and Control, SSAC) 訓練課程，美方將會協助我方人員取得邀請函，另我方積極爭取於 2018 在台灣辦理該 SSAC 訓練課程之機會。

4. 第四分組:緊急應變管理(Emergency Management)

第四分組主要討論「緊急應變管理」相關議題，共有「緊急應變管理(Emergency Management, 編號 AE-DE-F27)」、「大氣擴散模組(Atmospheric Plume Modeling, 編號 AE-DE-F28)」、「緊急應變支援(Emergency Assistance, 編號 AE-DE-F37)」、「空中偵測及其他偵測技術(Aerial and Other Detection Technique, 編號 AE-DE-F38)」及、「核鑑識倡議(Nuclear Forensics Initiative, 編號 AE-DE-F39)」等五個合作項目。美方主要負責單位為能源部核子保安總署(DOE/NNSA)，美方主談人為美國國務院 Kyler Turner 博士(共同主席)及 Maria Dudenhoefter 女士，我方則由本會核能技術處徐明德處長(共同主席)、輻防處廖家群副處長及高薇喻技正(記錄)參與討論。

本分組會議先逐項檢討本分組 5 個合作項目之實質辦理成果，再就未來進展及明年合作重點進行綜整討論，經討論後 5 個合作項目均會持續進行，共計完成 11 項具體結論，重點摘錄如下：NNSA 將邀請原能會出席明年之 EMI-SIG 會議；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；因應台灣明年辦理 2017 年台北世界大學運動會，NNSA 將邀請台方觀摩美國 2017 美式足球

超級盃的大型公眾活動應變與整備工作，以及於明年在台灣辦理 I-RAPTER-MPE 訓練，以強化大型公眾活動在核子及輻射事故應變機制，確保大型活動的公眾安全；美方將邀請台方參加明年舉行的應變技術工作坊，與我國交流緊急應變相關經驗；另外，有關 NNSA 目前借我國使用之空中偵測系統(SPARCS)，美方也會隨時提供技術協助，以確保空中偵測設備的可用性；我方會持續邀請 NNSA 觀摩我國 2017 年在核二廠辦理之核安演習。

(三) 台美民用核能合作會議：參訪 Sandia National Laboratories (12月8日)

12月8日進行聖迪亞國家實驗室之技術參訪，該實驗室隸屬美國能源部，創始初期的發展重心是軍事及國防研究，隨著冷戰時期的結束，除了原有的任務及研究之外，開始轉型加入商業及民生相關的應用研究，拓展研究領域並提升實驗室的競爭力，實驗室研究領域大致可區分成核子武器(Nuclear Weapons)、國防系統和評估(Defense Systems & Assessments)、能源和氣候(Energy & Climate)及全球安全(Global Security)等四大領域。本次參訪主辦單位共安排「用過核燃料測試評估(Spent Nuclear Fuel Testing Review)」、「核能組件加能測試(Energetic Testing of Nuclear Components)」及「技術、訓練和展示中心的導覽(Technology, Training and Demonstration Tour)」等三個參訪主題(參訪行程詳附錄二)。本次參訪除徐明德處長、廖家群副處長、龔繼康科長、賴弘智科長、高薇喻技正及鄭武昆組長等我方成員參加外，參與本次台美會的美方代表也一同參訪。

聖迪亞國家實驗室所處區域為美國空軍的管制區，全區禁止電子設備且不開放拍照，故無法取得現場照片。與前往參訪設施的行進期間，解說人員也順道介紹沿路的其他實驗設施，包括：天然氣貯槽溫度測試實驗及聚光型太陽能塔等；實驗用天然氣貯槽周遭以沙堆包覆，模擬溫度對天然氣貯槽的影響；聚光型太陽能塔是美國唯一的國家級太陽能熱測試設施(National Solar Thermal Test Facility, NSTTF)，主要目標是為這大型的太陽能電廠提供電廠在組件、系統設計、構造和操作上所需的實驗工程數據。經由SNL技術參訪，了解美國在核能領域的戰略、其任務需求及研發多面性，研發及需求之密切結合，才能讓技術有效落實應用。

本次參訪主題分項說明如下：

1. 用過核燃料測試評估(Spent Nuclear Fuel Testing Review)

核子燃料測試評估之測試廠房是利用原爐心熔毀實驗設備改裝而成，內有一個約三至四層樓高，且具上方開口的大型桶槽，其上不同高度各個方向佈滿視窗，便於實驗過程中可經由視窗觀察內部的情形；桶槽內可依據不同測試評估項目，組裝所需要的實驗實體及實驗環境模擬，並利用監控設備以觀察實驗的進行與實驗數據的蒐集。

參訪現場測試桶槽內正在測試一束 BWR 核子燃料實體模型，模擬用過核子燃料束裝置於密封金屬容器（Canister）並放置於地下（Underground）期間，發生容器冷卻通風管道受阻無法自然通風，造成容器內用過核子燃料產生的餘熱無法順利移除時，對用過核子燃料束可能造成的影響；實驗所蒐集到的資料與數據，再與各種熱流程式模擬評估的結果進行比對，以精進熱流分析評估能力。經由實驗的驗證，能提升熱流分析評估的能力及精準性，對於用過核子燃料貯存或處置，發生容器冷卻通風管道受阻，用過核子燃料產生餘熱造成的影響更加充分掌握，增加用過核子燃料貯存處置管理安全性。

解說人員隨後帶領參觀廠房外的貨櫃屋，貨櫃屋內展示一束核子燃料實體模型經過加熱實驗之後的結果，此為先前執行爐心熔毀實驗，模擬反應爐壓力槽內意外事故，例如爐心冷卻水流失事故（LOCA）等，事故造成溫度上升對核子燃料束結構及材質的影響，結果顯示核子燃料束經由不斷的加熱，隨著溫度不斷的上升，整個結構開始扭曲變形，如再繼續升溫，核子燃料束及周遭的各種材質進而熔融並開始陸續掉入壓力槽底部，接著壓力槽底部受熱影響，金屬材料有可能會產生變形，嚴重甚至會熔穿裂開，整個實驗過程觀測隨著溫度上升的各種變化並進行破壞分析。實驗室負責人表示，同樣的實驗也可用在模擬用過核子燃料存放於燃料池，因失水事故所造成的影響，有可能最後會熔穿燃料池底部的金屬襯墊（Liner）；由於這些實驗均屬於實體模擬的破壞實驗，每次實驗所需的經費雖高達數百萬美元，但亦獲得寶貴的數據，對於進一步提高相關模擬的精準度，有莫大助益。

2. 核能組件加能測試（Energetic Testing of Nuclear Components）

結束第一站的參訪後接著驅車至第二站參訪核能組件加能測試，此站主要是以戶外說明為主，首先是陳列的十餘座反應爐壓力槽底部的縮小尺寸實體模型，擺放的方式為上下顛倒，這些都是經過上述第一站模擬不同事故實驗的結果，模型底部有的稍微變形，有的很明顯可以看到龜裂，有的產生裂縫，更嚴重的底部翻開一個大洞，清楚地陳現各式各樣不同的情境造成不同的結果，令人印象深刻。

隨後參訪倉庫內擺放的核子燃料束實體模型，這是準備後續實驗使用，對於第一次能近距離接觸的人員，是個非常難得的經驗，經由解說人員的說明，可強化對核子燃料束的認識。

3. 技術、訓練和展示中心的導覽 (Technology, Training and Demonstration Tour)

技術、訓練和展示中心位在 SNL 的「全球安全與合作中心 (Center for Global Security and Cooperation, CGSC)」；CGSG 內有一間展示場，展示 SNL 研發領域及成果，展示的方式主要是以海報搭配實體或數位媒體，另有解說人員協助說明每個展示項目(如圖 2)，讓每位參訪人員可於最短時間了解 SNL 的轉變及現況。



圖 2：展示中心解說

SNL 研發領域包羅萬象，除了前述的軍事國防領域外，亦利用其所建立的核子科學核心技術並拓展應用至其他領域；展示中心即陳列其核心技術成果，展示主題包括有：現場檢查和連續監測 (On-site Inspection and Continuous Monitoring)、彈頭監測技術 (Warhead Monitoring Technology)、衛星監測 (Satellite Monitoring)、地震和超低頻音監測 (Seismic and Infrasound Monitoring)、放射性核種和水中音波監測 (Radionuclide and Hydro-acoustic Monitoring)、國際監測系統 (International Monitoring System)、國際核子保防 (International Nuclear Safeguards)、實體防護與應變 (Physical Protection - Response)、生物武器輸出管制 (Export Control : Biological Weapons and Agents)、核子武器輸出管制 (Export Control : Nuclear Weapons)、導彈技術輸出管制 (Export Control : Missile Technology)、化學武器輸出管制 (Export Control : Chemical Weapons)、高空遙控監測技術國際合作 (Overhead Remote Sensing: Tool for International Cooperation)、邊境監測系統 (Border Monitoring Systems)、輻射偵檢 (Radiation Detection)、嚴重事故和風險評估 (Severe

Accident/Risk Analysis)、電力系統技術(Power System Technologies)、運輸技術(Transportation Technologies)及放射性廢棄物處置技術研發(Nuclear Waste Disposal Research, Development, and Demonstration)等,以下就與核能科技較具關連性的展示項目作概要說明。

在核子保安方面,現場展示一些核子物料貯存設施安全維護及受車輛攻擊時可延緩或阻止的設施或設備,包含各式各樣的安全圍籬及偵測設備(圖 3)以及各種延緩或阻斷陸上交通設備(圖 4)。



圖 3、核子保安安全圍籬及偵測設備



圖 4、核子保安延緩阻斷電子設備

在電廠嚴重事故方面，SNL 以模擬實驗的方式評估核能電廠發生各種嚴重事故及其可能造成的風險，實驗所得的數據用以改善反應爐的功能，提升其安全性並做為修訂管制法規的參考；例如 1975 年 Browns Ferry 核電廠一號機，因電纜燃燒引起火災警報且可能造成反應器無法安全停機事故(圖 5)；用過核子燃料池火災試驗，模擬失水事故，池內貯存的用過核子燃料溫度開始不斷的上升，對用過核子燃料、貯存隔架及池體，所造成的一連串影響及結果(如圖 6)；前述參訪實驗設施所執行的「用過核燃料測試評估」、「核能組件加能測試」即為其中的一環。圖 7 為因溫度升高導致結構變形至熔毀的用過核燃料束，是 SNL 在用過核燃料池火災試驗的實驗結果，該實驗係模擬失水事故導致池內貯存的用過核子燃料溫度上升，對用過核子燃料、貯存隔架及池體所造成的一連串影響及變化；圖 8 則為 SNL 進行反應爐爐心熔毀實驗，在同比例縮小的反應器壓力槽模型底部所造成的結果，呈現變形狀態並產生裂縫。

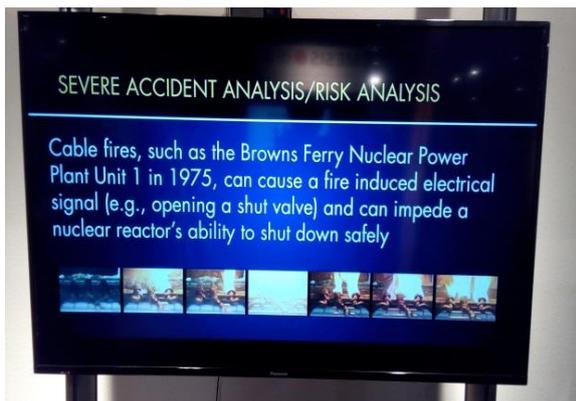


圖 5、電纜耐火試驗介紹



圖 6、用過核子燃料池耐火試驗介紹



圖 7、核子燃料束實驗結果



圖 8、反應器壓力槽底部實驗結果

在用過核燃料運輸方面，SNL 的運輸技術研究領域是透過實驗、分析及法規等多方面互相配合，建立並應用在放射性廢棄物貯存和運輸實務上；上午在 SNL 試驗廠區驅車行進期間有看到運輸容器墜落與貫穿實驗設施(未參觀)，展示館則是以投影片方式介紹其容器實體模型墜落測試的歷史沿革及成果，圖 9 及圖 10 分別是容器墜落試驗介紹及其進行該試驗所發展的容器墜落實驗容器。



圖 9、容器墜落試驗介紹



圖 10、容器墜落實驗容器

最後展示陳列一塊放射性廢棄物隔離示範處置設施（Waste Isolation Pilot Plant, WIPP）廠址的鹽礦標本(如圖 11)，代表 WIPP 廠址的地質特性，WIPP 是位於新墨西哥州卡爾斯巴德城（Carlsbad）外奇華胡安沙漠，主要任務是接收國防相關與 NRC 豁

免管制計畫所產生放射性廢棄物。SNL 許多的研發都應用在 WIPP，例如超鈾廢棄物運送器 (Transuranic Package Transporter, TRUPACT)，TRUPACT 可使用鐵路或公路方式運輸，圖 12 及圖 13 分別是 TRUPACT-II 型式運送器其示意圖及公路運輸載具。



圖 11、WIPP 場址鹽礦標本

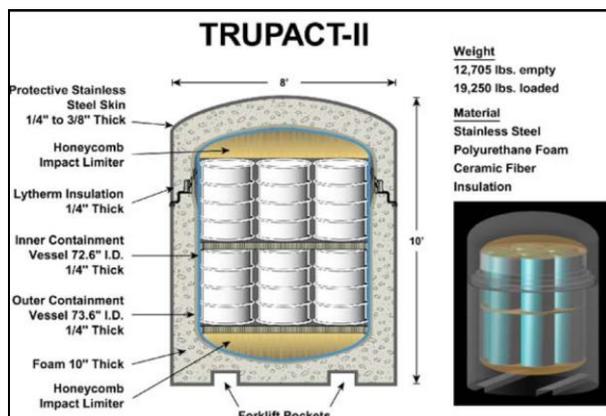


圖 12、TRUPACT-II 示意圖



圖 13、TRUPACT-II 公路運輸

經由 SNL 技術參訪，能了解其任務需求及研發多面性，尤其核能領域研發及需求密切結合，技術均能落實應用。

二、拜會美國核能相關單位

(一) 拜訪美國核管會 RAMP 團隊

本會蔡慧敏副主任委員於 12 月 9 日上午率王重德處長及張欣處長，在本會派駐駐美代表處科技組趙衛武副組長的陪同下，共赴位於美國華府核能管制委員會(NRC)總部進行業務拜會行程，首先拜訪輻射防護程式計畫(RAMP)計畫團隊；美方由核管會管制研究署系統分析處處長 Michael Case 先生率輻射防護科長 Rebecca Tadesse 女士及計畫經理 Stephanie Bush-Goddard 女士等人接待，如圖 14。

核管會管制研究署 Case 處長首先感謝我國 2017 年 4 月底主辦輻射防護程式計畫(RAMP)國際研討會，並認為該署相類似之嚴重核子事故計畫(CSARP)及熱流分析程式及維護計畫(CAMP)之使用者年會，是讓專家們共同參與及交流的最佳機會。RAMP 計畫經理 Stephanie 則向蔡副主委分享 2016 年 4 月在南非舉同一研討會的經驗及後續效益，並報告目前與我國主辦單位聯繫的狀況，例如已有 57 位我國專業及研究人員報名，核管會將派出 8 人之講師團隊赴台，且至少辦理 RADTRAD, GENII, VASKIN, RASCAL 等 4 個程式之訓練，並可根據台灣之大氣及地理模式來發展特定有關核能電廠輻射劑量評估的程式版本；而核管會 24 小時運轉中心也利用本計畫模擬分析的結果，做為緊急應變計畫中獨立評估輻散擴散及劑量評估的參考值，RAMP 網站上也提供不少資訊，可供我國專業人員上網查詢。

最後，蔡副主委向 RAMP 團隊說明過去幾天在新墨西哥州的台美民用核能大會的成果，我國與核管會間會持續辦理 25 個合作項目，期待未來雙方的緊密合作。而未來因為我國能源政策的修訂，希望在電廠除役方面之研究也有合作，Stephanie 經理則表示 RAMP 計畫下也有除役相關之輻射防護分析程式，也可與阿崗國家實驗室所使用的 RESTRAD 程式配合來評估除役階段的工作。



圖 14、蔡副主委與美國核管會 Michael Case 處長（右 3）及 RAMP 計畫團隊合照

（二） 拜會美國核管會委員

蔡副主委接續與 Kristine Svinicki 及 Jeffrey Baran 二位核管會委員會談，核管會國際事務處副處長 David Skeen 亦陪同與會，如圖 15。蔡副主委首先感謝核管會過去 30 多年對我國的長期支持，雙方以管制機關間之合作協定為基礎，每年定期舉辦雙邊管制技術會議，透過民用核能合作的機制，台美雙方總計有約 60 個進行中之工作事項，其中與核管會合作的就有 25 項，是非常正面積極的合作。由於我國能源政策的改變，將逐漸走向非核家園，其中核一廠運轉執照於 2018 年到期且不再延役，故管制重點將轉移到除役計畫及廢料處理，故希望能繼續向核管會學習和交換這些方面的經驗。

有關我方提問美國是否有室內貯存用過核子燃料的經驗，Svinicki 委員表示就她所知應該沒有，而且就某種角度而言(結構、散熱)並不傾向採用室內貯存。因為美國目前並沒有用過核燃料最終處置場，故目前係以乾式貯存的方式置放於各個電廠內，而其申請及使用都是由核管會來核准，蔡副主委則說明我國民眾對於用過核燃料長期放置在廠內的顧慮，地方政府也遲遲不發給場地使用之許可，燃料都仍置放在水池中而無法移置至乾式貯存場。委員亦提及美國民間電廠(WCS 公司)開闢集中乾式貯存場，目前僅在申請階段尚未正式立案，但核管會亦已預見將來要把各州的核能電廠內乾式貯存的用過燃料，經由跨州的方式運輸到集中乾式貯存場，勢必也會引起民眾的關切。

原能會與核管會過去 5 年來針對日本福島事故後之核能電廠改善經驗，進行多次之

資訊交流，因應我國能源政策的改變，電廠除役前管制單位將面臨電力公司申請豁免改善，是未來可預見的難題。核管會委員們雖未正面回應福島改善相關豁免申請，但表示該會近年來也因為人力及經費縮減及部門合併，加上新型反應器設計審查及亞卡山計畫後續審查工作，同時要維持管制的有效性，也同樣面臨著很大的挑戰。

在公民參與管制議題方面，蔡副主委向核管會委員們表示我國已建立公民參與平台，每兩個月針對不同的公民關切主題，邀請公私部門及環保團體人員公開討論，以促進人民對公共議題的參與度。而核管會則表示其公眾會議制度已行之多年，且依據不同的對象及議題分成 3 類型會議，廣泛聽取民眾意見，會議之進行採用網路會議、視訊直播、線上討論、遠距電話等多樣方式，地點除了核管會總部及各分區辦公室外，也使各核子設施附近適當場所來辦理海報展示和民眾論壇。當然也有部分的限制會令民眾不太滿意，例如核管會辦理之地方性公眾會議，電力公司代表是可以不必回答民眾的提問，經常引發爭執，不過核管會定期都會再檢討辦理公眾會議的規則和方式。Baran 委員則特別提到核管會在 2016 年 8 月 31 日在聯邦公報公告了最新修訂之公眾會議政策草案，歡迎各界提供建言，這份政策草案也可供我方參考。



圖 15、蔡副主委與美國核管會 Kristine Svinicki 委員(左 3)及 Jeffrey Baran 委員(右 2)合照

(三) 拜會美國能源部

蔡副主任委員一行於 7 日下午繼續拜會美國能源部(DOE)，隨行人員有王重德處長、張欣處長及趙衛武副組長；美方由能源部副助理部長 Edward McGinnis 先生代表接待(如圖 16)，其他美方與會人員尚有該部國際核能政策及合作主任 Sarah Lennon 女士、核能署用過核燃料運輸及貯存計畫主持人 Melissa Bates 及 Jay Jones 博士。

Edward 副助理部長首先歡迎蔡副主委一行之到訪，並表示台灣過去在核能安全和防止擴散方面都有優良的表現，核能署過去也與台灣維持核能科技交流及高放射性處理方面之合作關係，現在雖然我國朝向非核方向，但仍將有後續處理的責任，雙方仍可在此議題上交流。蔡副主委表示在台美民用合作的架構下，我國與美國合作緊密，這可以由不久前在新墨西哥州年度會議之熱烈交流可以看出，而台灣目前也面臨核能電廠除役後之用過核子燃料及放射性廢棄物處理以及環境復原之後續問題，仍需要向美國學習和交流相關的經驗。

能源部核能署 Melissa Bates(用過核燃料運輸及貯存計畫主持人)介紹過去一年來在全美各大城市辦理 10 場公眾會議的經驗，聽取民眾及各利害相關者對用過核子燃料選址的意見，該署預定在 12 月 15 日出版一份名為「共識基礎選址」之報告，來整理民眾及公私部門或團體對於選址的看法，Melissa 表示雖然目前尚沒有特定的候選場址，現階段仍停留在收集各方意見。在眾多回饋給能源部核能署的意見中，有一項建議設置一個新的機構來專門負責美國核能廢料(用過核子燃料)之處理，此點與我國經濟部的想法類似，故蔡副主委也分享我國也打算設置專門機構來處理包括高階和低階放射性廢棄物及用過核子燃料之情形。

Edward 副助理部長另提到澳洲曾打算設置用過核子燃料最終處置場，來接收各國之用過核子燃料，不過據瞭解當地原住民並不贊同澳洲政府的這項做法，所以目前仍是個未知數，他個人倒是樂見其成，可以解決部分國家的問題。另外對於先前我國擬將用過核子燃料送往法國進行再處理所遭遇的困難，能源部原先掌握的訊息是在於海上運輸的一些限制，我方也說明本案現階段因為在國會遭遇阻力而無法動支經費，目前並沒有繼續推動。至於有關室內型的用過燃料乾式貯存，美國本土內並沒有這種設置，不過瑞士即是採用金屬護箱式的室內貯存，這種設計在保安考量方面可能較室外為佳。



圖 16、蔡副主委與美國能源部副助理部長 Edward McGinnis 合照

(四) 拜會國家大氣釋放諮詢中心 (National Atmospheric Release Advisory Center, NARAC)

12 月 12 日蔡副主委一行前往位於勞倫斯利福摩爾國家實驗室(Lawrence Livermore National Laboratory, LLNL)內的國家大氣釋放諮詢中心(National Atmospheric Release Advisory Center, NARAC)，隨行人員有賴弘智科長及舊金山辦事處科技組葉至誠組長。由於 LLNL 禁止攜帶電子通訊產品入內且不開放拍照，訪團一行在入口管制站辦理具個人相片的識別證更換後，隨即在本次參訪的行政協調人 Karen Roland 女士陪同下進入 NARAC，由 Brenda Pobanz 經理就 NARAC 任務介紹與 IXP(International Exchange Program)用途展示說明。

NARAC 隸屬於能源部的國家核子保安總署(DOE/NNSA)，成立的時間可以追溯到 1979 年的三哩島事故期間，其旨在於針對核電廠意外或惡意攻擊所釋出之有害物質的分布狀況，提供大氣擴散模型的計算服務，俾緊急應變決策人員作採行防護措施的相關指示時參考；NARAC 因為具備能夠評估包含核能電廠事故、放射性物質爆炸擴散事故、生化意外事故等諸多不同類型事故的放射性或化學物質大氣釋放的能力，且該 NARAC 全年隨時有專業人員執勤待命，中心人員的專業領域含蓋核生化、大氣科學及物理等，故 NARAC 與包含國際原子能總署(IAEA)、美國國防部(DOD)、美國國家太空總署(NASA)等在內的多個機關組織均有合作關係，且於福島事故期間提供相關專業支援。

NARAC 亦可針對世界任何地方發生的事故提供即時的模擬結果，並與實際的地圖比

對，迅速提供決策者了解事故情境隨時間的演變而影響的範圍，其中包含空中與地面的汙染區域、受影響群眾分布、相關劑量的分佈等，甚至可以進一步提供污染物擴散的三維影像模擬結果，讓使用者更容易掌握狀況。

在介紹完 NARAC 的任務後，Pobanz 經理隨後針對 IXP 軟體用途展示說明，Pobanz 經理首先透過連結至 IXP 頁面的方式，實際操作展示 IXP 軟體如何針對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，提供快速、三維模式的電腦運算；並就使用者輸入之參數，例如氣象及地形條件等，進一步評估事故之放射性物質外釋情節、放射物質的大氣擴散情形及民眾可能接受之輻射劑量等。由於我方亦有數位 IXP 授權的使用者，Pobanz 經理亦表達歡迎使用者回饋使用後的意見及建議，讓該軟體的功能更加完善。

肆、心得與建議

一、台美民用核能合作會議

(一)今(2016)年台美民用核能合作會議雙方共計 32 人參與，計 11 項專題報告，4 個分組針對列管合作之 59 個項目逐項檢討，有 2 個項目結案及新增 2 個合作項目，經討論後仍有 59 個項目持續列管合作。針對重要討論結果雙方分組主席並簽署分組決議（詳附錄三），以利後續合作的進行。

(二)美國能源部(DOE)的簡報中指出，在減少溫室氣體排放量及兼顧全球的發展考量下，核能是美國國家能源戰略的重要組成部分；該國目前的核能發展透過與產業及學界的研究計劃促進了核能的安全性、可靠度，並發展小型反應爐(small module reactor, SMR)等未來核能運用的基本技術，亦透過國際合作支持國家能源政策和支持政府達成能源運用上的目標，其策略運用值得我國在未來發展能源政策時參考。

(三)美國核管會(NRC)的簡報中提到群眾溝通也是當前的工作重點之一，該會目前透過多元管道(會議、EMAIL、推特)與群眾進行溝通，而該會也在群眾溝通上面臨很大的挑戰，主要的原因是沒辦法完全解決專業與非專業人員之間的代溝和受限於溝通的時間；該會透過會前溝通及會後持續連繫的方式強化與公眾會議的有效性，確保資訊公開與民眾參與，值得我國借鏡。

(四)美方主要負責輻射災害緊急應變的單位為能源部國家核子保安局 (DOE/NNSA)，因應恐怖主義盛行，願意協助我方建立相關應變機制與能量；經爭取後，美方已同意於 2017 年在台為我方辦理核子保安計畫工作坊及 I-RAPTER-MPE 訓練（主要係為 2017 年舉行臺北世界大學運動會可能會面臨的大型公眾活動輻射危害應變問題），以協助我國強化輻射災害的應變能量。

二、拜會美國核能相關單位

(一)蔡副主委本次前往美國，順利拜會美國核能管制機關及能源部高階官員，雙方就兩國面臨的問題交換意見，並就未來雙方在核安管制的交流機制進行討論，為台美後續合作奠定基礎。

(二)原能會長期秉持著管制機關專業的角色，使得台灣近年來運轉中核電廠的安全與營

運績效都非常優異深獲肯定；美方也看到台灣近幾年在核安管制方面的努力及成果，台灣目前面臨核電廠除役後之用過核子燃料及放射性廢棄物處理以及環境復原之後續問題，需要向美國學習和交流相關的經驗，美方也釋出善意，願意持續進行雙方良好的合作關係。

(三)在美國核管會的協助下，我國將於明年 4 月首次主辦「輻射防護程式計畫(RAMP)國際研討會」，將是讓國內外專家們共同參與及交流的最佳機會；核管會除了會儘可能提供會議舉辦的相關諮詢外，未來也會在台灣辦理進類似使用者年會(如:嚴重核子事故計畫(CSARP)及熱流分析程式及維護計畫(CAMP)之使用者年會。

(四)美國的核能管制亦面臨公民參與管制的議題，美國的做法是依據不同的對象及議題分成 3 類型會議，廣泛聽取民眾意見，會議之進行亦採用網路會議、視訊直播、線上討論、遠距電話等多元方式進行；美方目前正在進行公眾會議政策草案之修訂，目前仍在徵詢意見階段尚未定案，政策草案的內容可供我方參考。

(五)在用過核燃料運輸及貯存部分，美國能源部透過多場公眾會議聽取民眾及各利害相關者對用過核子燃料選址的意見，並將所收集之民眾及公私部門或團體對於選址的看法彙整成「共識基礎選址」報告，此作法可為未來選址前徵詢意見時參考；另美國對用過核子燃料之處理，也有設置新的機構專責處理的規劃，亦可為我國政策執行參考。

(六)在與美方能源部高層會面時，美方非常關心我國核能的發展，雖然我國朝向非核方向，但仍有後續核廢料處理的責任，雙方仍可在此議題上交流，美方也提供了許多寶貴的意見和經驗，殊為可貴。

(七)兩國政府在台美核能和平利用合作協定下，將會依循協定內容，就核能安全領域持續合作，尤其是日本福島事故後，美國更是我國踏向國際核安合作重要的伙伴及助力，透過兩國管制機關首長的會面，更有助於進一步強化我國參與國際核安合作的角色。

伍、附錄

附錄一、2016 年台美民用核能合作會議與會人員名單

TECRO Delegates

	Name	Affiliation	Job title
1	Huei-Min Tsai	Atomic Energy Council	Deputy Minister
2	Chung-Der Wang	Department of Planning Atomic Energy Council	Director
3	Hung-Chih Lai	Department of Planning Atomic Energy Council	Section Chief
4	Shin Chang	Department of Nuclear Regulation Atomic Energy Council	Director
5	Jec-Kong Gone	Department of Nuclear Regulation Atomic Energy Council	Senior Specialist and Section Chief
6	Chia-Chun Liao	Department of Radiation Protection Atomic Energy Council	Deputy Director
7	Ming-Te Hsu	Department of Nuclear Technology Atomic Energy Council	Director
8	Wei-Yu Kao	Department of Nuclear Technology Atomic Energy Council	Technical Specialist
9	Wuu-Kune Cheng	Fuel Cycle and Material Control Atomic Energy Council	Section Chief
10	Shih-Chung Cheng	Chemical Engineering Division Institute of Nuclear Energy Research	Researcher & Division Director
11	Lun-Hui Lee	Engineering Technology & Facility Operation Division Institute of Nuclear Energy Research	Associate Researcher & Deputy Division Director
12	Chung-Hsing Hu	Health Physics Division Institute of Nuclear Energy Research	Researcher & Division Director
13	Ming-Chen Yuan	Health Physics Division Institute of Nuclear Energy Research	Associate Researcher
14	Ming-Huei Chen	Planning Division Institute of Nuclear Energy Research	Researcher & Division Director
15	Hsiu-Hsiu Fan	Planning Division Institute of Nuclear Energy Research	Associate Researcher
16	Shao-Wen Chen	Institute of Nuclear Engineering and Science National Tsing-Hua University	Professor
17	Tzu-Sheng Shyur	Taiwan Power Company	Deputy Director
18	Wei-Wu Chao	Science and Technology Division Taipei Economic and Cultural Representative Office in the U.S.	Deputy Director

AIT Delegates

	Name	Agency
1	Alex Burkart	Department of State (DOS)
2	Kyler Turner	Department of State (DOS)/NESS
3	Maria Dudenhoeffer	Department of State (DOS)/NESS
4	Paul Dickman	Argonne National Lab (ANL)
5	Benjamin Rivera	Department of Energy (DOE)/EM
6	Loren Friedel	Department of Energy (DOE)/NE
7	Rob Rudich	Department of Energy (DOE)/NNSA
8	Brian Abyta	Department of Energy (DOE)/NNSA
9	Mike Goff	Department of Energy (DOE)/NE
10	Tim McGinty	Nuclear Regulatory Commission (NRC)
11	Shannon King	Nuclear Regulatory Commission (NRC)
12	Kevin McMahan	Sandia National Laboratories (SNL)
13	Inez Duran	Sandia National Laboratories (SNL)
14	Marc Forino	Department of State (DOS)/TR

附錄二、2016 年台美民用核能合作會議議程

**Agenda for 2016 AIT-TECRO Joint Standing Committee Meeting
on Civil Nuclear Cooperation**

Sandia National Laboratories: Center for Global Security and Cooperation (CGSC)
December 6-8 2016

December 6: Plenary

<u>Time</u>	<u>Event</u>	<u>Location</u>
7:45	TECRO Shuttle Departs from Marriott Albuquerque Hotel	
8:30 – 9:00	Meeting Registration	SNL Badge Office (IPOC)
9:00 – 9:45	Opening Remarks <ol style="list-style-type: none"> 1. SNL– <i>Evaristo Bonano Senior Manager for Advanced Nuclear Energy Programs</i> 2. AEC – <i>Dr. Huei-Min Tsai Deputy Minister</i> 3. AIT/W-DOS - <i>Dr. Alex Burkart Deputy Director Office of Nuclear Energy Safety and Security</i> 	CGSC / Room 1154
9:45 – 10:00	Break	CGSC / Room 1154
10:00 – 12:30	Presentations (30 min each) <ol style="list-style-type: none"> 1. Overview of U.S. Nuclear Energy Future Update of Project GAIN and International Research Programs <i>Michael Goff INL</i> 2. Updates of Atomic Energy Council’s Activities in Taiwan – <i>Hung-Chih Lai Section Chief AEC/PD</i> 3. Update of the Used Fuel Disposition Campaign in the U.S.- <i>Kevin McMahon Manager Nuclear Waste Disposal Research and Analysis SNL</i> 4. Overview of Taipower’s Nuclear Backend Management Program – <i>Tzu-Sheng Shyur Deputy Director TPC</i> 5. Summary of 2016 Nuclear Security Summit and Path Forward – <i>Marc Forino DOS</i> 	CGSC / Room 1154
12:30 – 13:30	Lunch	CGSC / Bistro
13:30 – 14:45	Presentations (25 min each) <ol style="list-style-type: none"> 1. Updates of Nuclear Regulatory Activities in Taiwan <i>Jec-Kong Gone Section Chief AEC/NRD</i> 2. Major Nuclear Regulatory Activities in 2016 – <i>Tim McGinty Director Division of Safety Systems NRC</i> 3. Review of Current Major Research Activities at INER <i>Ming-Huei Chen Division Director INER</i> 	CGSC / Room 1154
14:45 – 15:00	Break	
15:00 – 16:15	Presentations (25 min each) <ol style="list-style-type: none"> 1. Security Challenges with Unmanned Aerial Vehicles at Nuclear Sites and Lessons Learned – <i>Chad</i> 	CGSC / Room 1154

	<p><i>Monthan SNL</i></p> <p>2. Overview of Current Research Projects in National Tsing-Hua University <i>Shao-Wen Chen Professor Tsing-Hua University</i></p> <p>3. Overview of Radiological Security Site Security Transportation Security and the Use of Non-Isotopic Alternative Technologies – <i>Robert Rudich Office of Radiological Security NNSA</i></p>	
16:15 – 17:00	Working Group Discussions	
	<p>Group 1: Reactor Regulation and Regulatory Research Co-Chairs: <i>Tim McGinty Director Division of Safety Systems NRC</i> <i>Shin Chang Director Department of Nuclear Regulation AEC</i></p>	CGSC / Room 1154
	<p>Group 2: Waste Management and Environmental Restoration Co-Chairs: <i>Benjamin Rivera Office of Environmental Management DOE</i> <i>Wuu-Kune Cheng Section Chief Fuel Cycle and Material Control AEC</i></p>	CGSC / Room 1155
	<p>Group 3: Nuclear Science Technology and Safeguards Co-Chairs: <i>Brian Abeyta Deputy Program Director Office of Nuclear Security Engagement NNSA</i> <i>Chung-Hsing Hu Director Institute of Nuclear Energy Research</i></p>	CGSC / Room 1150
	<p>Group 4: Emergency Management Co-Chairs: <i>Kyler Turner Nuclear Engineer Office of Nuclear Energy Safety and Security DOS</i> <i>Ming-Te Hsu Director Department of Nuclear Technology AEC</i></p>	CGSC / Room 1149
	Closing	CGSC / Room 1154
17:00	TECRO Shuttle Back to Marriott Albuquerque Hotel	
18:00	TECRO Hosted Dinner at Garduño's Mexican Restaurant	

December 7: Technical Working Group Sections

<u>Time</u>	<u>Event</u>	<u>Location</u>
7:45	TECRO Shuttle Departs from Marriott Albuquerque Hotel	
8:35	Group Photo (TBD)	TBD
8:35 – 10:40	Working Group Discussions	CGSC / Room 1154
	Group 1: Reactor Regulation and Regulatory Research Co-Chairs: <i>Tim McGinty Director Division of Safety Systems NRC</i> <i>Shin Chang Director Department of Nuclear Regulation AEC</i>	CGSC / Room 1154
	Group 2: Waste Management and Environmental Restoration Co-Chairs: <i>Benjamin Rivera Office of Environmental Management</i> <i>DOE Wuu-Kune Cheng Section Chief Fuel Cycle and Material Control AEC</i>	CGSC / Room 1155
	Group 3: Nuclear Science Technology and Safeguards Co-Chairs: <i>Brian Abeyta Deputy Program Director Office of Nuclear Security Engagement NNSA</i> <i>Chung-Hsing Hu Director Institute of Nuclear Energy Research</i>	CGSC / Room 1150
	Group 4: Emergency Management Co-Chairs: <i>Kyler Turner Nuclear Engineer Office of Nuclear Energy Safety and Security DOS</i> <i>Ming-Te Hsu Director Department of Nuclear Technology AEC</i>	CGSC / Room 1149
10:40 – 10:50	Break	
10:50 – 12:00	Continued Working Group Discussions	Same location as previous
12:00 – 13:00	Lunch	CGSC / Bistro
13:00 – 14:00	Continued Working Group Discussions	Same location as previous
14:00 – 16:00	Summary of Working Groups and Signature of Summaries Closing Remarks	CGSC / Room 1154
16:00	TECRO Shuttle Back to Marriott Albuquerque Hotel	
18:30	AIT Hosted Dinner at the National Museum of Nuclear Science & History	

December 8: Sandia National Laboratories Facility Tour

<u>Time</u>	<u>Event</u>	<u>Location</u>
9:00	Welcome and Coffee: <i>Kevin McMahon Manager Nuclear Waste Disposal Research and Analysis SNL</i>	CGSC / Room 1154
9:30	Spent Nuclear Fuel Testing Review: <i>Sam Durbin Principal Member of the Technical Staff Advanced Nuclear Fuel Cycle Technologies SNL</i>	Technical Area 3 / CYBL
10:30	Energetic Testing of Nuclear Components: <i>Greg Koenig Principal Technologist Advanced Nuclear Fuel Cycle Technologies SNL</i>	Technical Area 3 / Surtsey
12:00	Lunch	CGSC / Bistro
13:30	Technology Training and Demonstration Tour: <i>Jason Bolles Creative Designer Program Communications SNL</i>	CGSC / TTD

附錄三、台美民用核能合作會議 Summary Statement

(一) 第一分組

Discussion Summary of Working Group I

Matters Pertaining to Reactor Regulation and Regulatory Research

Working Group I began this year's meeting with 19 existing items. After extensive working group discussions, the NRC and AEC agreed that the items titled "Pre-operational and Start-up Testing of Lungmen NPP" and "Operational Readiness Inspections of Lungmen ABWR Plant" will be closed. As such, working Group I has 18 items of mutual cooperation ongoing, including a new item on PRA information exchange. The next AEC/NRC bilateral technical meeting will be held in Washington, DC, in 2017, and both sides will discuss the exact dates in the coming months.

Commitments

1. Renewal of CSARP agreement for 2016-2021 is being finalized for signature. Annual billing will continue after the agreement is renewed.
2. AEC will continue discussions with the NRC on hosting the 2017 RAMP International Users' Meeting in Taiwan.
3. Renewal of CAMP agreement for 2016-2021 is still under negotiation. Annual billing will continue after the agreement is renewed.
4. AEC will send Taiwan's CNS report to the NRC, tentatively in January 2017.
5. The NRC will share the NRC 2017 inspector training course list with AEC and AEC may send two staff members to attend the training course and visit NRC in 2017.
6. The AEC and NRC will continue to exchange information on the status of post-Fukushima related regulatory activities at the RIC, BTM, and on other occasions.
7. A new item was established at the 2016 JSCCNC meeting. The AEC will send two specialists to the NRC to learn and acquire information on PRA.
8. AEC will invite NRC representatives to observe the 2017 nuclear emergency exercise to be held in September at Kuosheng Nuclear Power Plant in northern Taiwan.

Approved :



Shin Chang
TECRO Representative

Date : 12/7/16



Timothy McGinty
AIT Representative

Date : 12/7/16

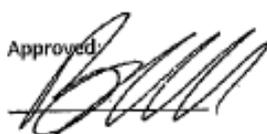
(二) 第二分組

Discussion Summary of Working Group II
Waste Management and Environmental Restoration
TECRO-AIT JSC Meeting on Civil Nuclear Cooperation
December 08-08, 2016

Number of Items been discussed	14
Closed items	0
New Items	1
Merged items	0
Number of working item	15

1. Closed items: 0
2. New Items: G35: Safeguard Cooperation on stabilizing INER Water Boiling Reactor (WBR) Spent fuel
3. Merged Items: 0
4. Commitments:
 - G33: INER will invite LANL expert to improve its BPCC (Bottle Plutonium Canister Counter) technology before June 2017. TECRO will convey technical details of this project to the IAEA.
 - G35: New Project. Safeguard Cooperation on stabilizing INER Water Boiling Reactor (WBR) fuel. Working on determining contact personnel.
 - J2: The Fuel Cycle and Materials Administration (FCMA) will send a staff to NRC for two weeks training as well as to invite two NRC experts to hold a week workshop in Taiwan to improve the quality assurance of the Taipower and the Chinshan NPP Decommissioning Plan.
 - X1: Taipower would like to learn about risk-informed & performance-based approaches to decision-making of LLW storage and disposal; and the regulation and practical cases of LLW disposal safety surveillance program after permanent closure. TPC will access publically available information prior to obtaining assistance from NRC and/or DOE.
 - DD12: Taipower proposes information exchange on stakeholder engagement and public participation associated with NPP decommissioning. Kevin McMahon committed to send the 2016 report on public perceptions of nuclear facilities to Dr. Chao when the report becomes available for dissemination, anticipated to be no later than April 2017.
 - DD19: Taipower would like to exchange information on consent-based site selection of geological repository facility. See DD12 for commitment from Kevin McMahon on DOE NE disposal research activities.
 - DD29: Taipower will invite EPRI experts to hold a UF/HLW workshop in 2017 on the topics of Dry Storage of High Burn-Up/Damaged fuel, Canisters SCC, Consolidated Interim Dry Storage Facility and Transportation of SNF/HLW.
 - DD30: TECRO continues consulting with AIT on the UF6 disposition which is now cooperated with commercial services.

Approved:



Benjamin Rivera
AIT Representative

Date: 12/12/2016



Wuu-Kune Cheng
TECRO Representative

Date: 12/12/2016

(三) 第三分組

Discussion Summary of Working Group III
Nuclear Science, Technology, and Safeguards
TECRO-AIT Meeting of the Joint Standing Committee on Civil Nuclear Cooperation
December 6-8, 2016

Number of items discussed	21
Closed items	0
New items	0
Moved items	0
Number of working items after the meeting	21

1. Closed items:
None
2. New items:
None
3. Moved items:
None.
4. Highlights:
 - **IN-OR-I7, "Production and Evaluation of Isotopes and New Radiopharmaceuticals."**
INER plans to apply for research projects to develop and establish the techniques of C-14 isotope labeling and synthesis for understanding of metabolism of new drug. INER seeks opportunities to have contact with the experts and have the training course to establish relative techniques.
 - **IN-OR-I14, "Information Exchange of Certification, Quality Control and Licensing Procedure of Radiopharmaceutical."**
INER plans to apply for research projects to develop an antibody, a new radiopharmaceutical and technique for diagnosis and therapy of cancer. INER will continue contact with Dr. Jacek Capala in NIH/NCI.
 - **IN-DE-I19, "Cooperative Programs on the Development of Nuclear Imaging Instrumentation."**
INER plans to apply for research projects to develop monitoring technologies of proton range to reduce the impact of range uncertainty on proton therapy, and collaborative mechanisms between local industry, research institutes, universities, and medical groups will be established. INER will contact Dr. Jacek Capala in NIH/NCI.
 - **TU-DE-Y1, "Generation IV Nuclear Reactors."**
Agreed to keep the item open and pursue cooperation on advanced nuclear safety.
 - **TU-DE-Y3, "Explore opportunities related to DOE Engineering Innovation Hub for Modeling and Simulation Program."**
NTHU would like to attend SAPHIRE user group training in 2017.
 - **TU-DE-Y4, "Formation of New Partnership INL/NTHU/INER/NBL for Education and Training in Nuclear Science and Technology."**
(1) The renewal request of FRAPCON/FRAPTRAN will be submitted from NTHU in 2017. (2) INER and INL are pursuing a short-term visiting scientist assignment at INL to collaborate and research on post-irradiation examinations and hot cell management in 2017.
 - **TU-AN-UC1, "Neutron Research at Research Reactors."**
NTHU will continue to pursue / submit proposals for beam time at research reactors and SNS.
 - **AE-DE-EE2, "International Training Course on Physical Protection."**
TECRO looks forward to continuing to attend the ITC-27 training course in 2018. AIT-TECRO will consult on the need for an additional invitation letter.

Discussion Summary of Working Group III – TECRO-AIT 2016 JSCCNC Meeting

- **AE-DE-EE3, "Nuclear Export Control Training."**
Agreed to keep ongoing pending discussion with Adam Hoffman
- **AE-DE-EE5, "Radioactive source security cooperation."**
(1) NNSA will hold a training course on physical protection and security management (PPSM) in May 22-25, 2017 to take place at AEC headquarters in New Taipei city. (2) NNSA and AEC agree to coordinate and share information related to technological alternatives to high activity radiological sources
- **AE-DE-EE7, "Training in Implementation of New PP Standards and Guidance."**
AIT agrees to conduct the Security Plan Workshop in Taiwan in 2017.
- **AE-AIT-FF1, "State Systems of Accounting and Control (SSAC)."**
(1) TECRO looks forward to attending 2017 SSAC training course in ORNL. AIT-TECRO will consult on the need for an additional invitation letter. (2) TECRO will inquire with assistance from AIT on the possibility of holding the SSAC training course in Taiwan in 2018.
- **AE-AIT-FF2, "Cooperation in Safeguards Technology."**
INER plans to complete the measurement of nuclear material in the spent fuel sludge in coordination with LANL.
- **AE-AIT-FF3, "Exchange of Information on Implementation of IAEA Safeguards and Additional Protocol."**
(1) Safeguards information papers will be exchanged through AIT-TECRO channels in Washington before the end of 2016. (2) Next exchange will be at JSCCNC 2017.
- **AE-AIT-FF4, "Inventory of U.S. obligated nuclear material in Taiwan."**
TECRO will submit annual inventory report of all materials in May 2017.
- **TU-OR-HH1, "Design of Medical Therapy Facility for THOR."**
NTHU will consider purchasing Li-6 if the price is reasonable. AIT will continue to inquire regarding prices of Li-6.

Approved:



Brian Abeyta, DOE/NNSA
AIT Representative
Date: 12-17-16



Chung-Hsing Hu, INER
TECRO Representative
Date:

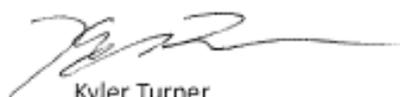
(四) 第四分組

Discussion Summary of Working Group IV Emergency Management

TECRO-AIT Meeting of Joint Standing Committee on Civil Nuclear Cooperation
December 6-8, 2016

1. There are 5 items in group IV, both sides agree to keep ongoing.
2. Commitments
 - a). NNSA will invite AEC representatives to observe the emergency preparation for the Super Bowl in 2017.
 - b). NNSA may continue to invite AEC to attend the 2017 Annual EMI-SIG Meeting
 - c). NNSA and AEC will continue to evaluate and update SOI work plan in 2017.
 - d). AEC will invite NNSA to share information about the response of Radiation Dispersion Devices (RDD).
 - e). NNSA will invite AEC representatives to a Technical Exchange Workshop planned in mid-2017; the topics and other invitees to the Workshop are still being planned.
 - f). NNSA may help AEC arrange a local I-RAPTER-MPE training course for a major public event. Some of trainees will be future trainers.
 - g). AEC Deputy Minister Huei-Min Tsai will visit NARAC center in LLNL on December 12, 2016 to exchange information on IXP application.
 - h). AEC will invite DOE/NNSA representatives to observe the 2017 nuclear emergency exercise to be held in September at Kuosheng Nuclear Power Plant in northern Taiwan.
 - i). AEC will inquire DOE/NNSA regarding technical assistance on the telemetry function in AVID.
 - j). AEC invites NNSA to provide training on Nuclear Forensics in 2017. AEC is specifically interested in crime scene management.
 - k). AEC will continue to jointly engage in activities with NNSA to strengthen emergency management and response to nuclear events.

Approved:



Kyler Turner
AIT Representative
Date: 2016.12.07



Ming-Te Hsu
TECRO Representative
Date: 2016.12.07