

出國報告書
(出國類別：開會)

參加 2018 年台美民用核能合作會議
2018 AIT-TECRO
Civil Nuclear Cooperation Meeting

服務機關：行政院原子能委員會

姓名職稱：王重德處長、黃俊源副處長、高熙玫副處長、
龔繼康科長、蔡親賢科長、賴弘智科長、吳
明哲副研究員、余福豪技士、賴佳琳技士、
陳文泉副局長

派赴國家/地區：美國南卡羅萊納州

出國期間：107 年 11 月 03 日至 107 年 11 月 10 日

報告日期：107 年 12 月 24 日

摘要

「2018 年台美民用核能合作會議(2018 TECRO-AIT Joint Standing Committee Meeting on Civil Nuclear Cooperation)」於 11 月 5-7 日在南卡羅萊納州艾肯市薩凡納河國家實驗室(Savannah River National Laboratory, SRNL)舉行。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，至今已邁向第 34 年，本次合作會議係由美方主辦。台美雙方每年皆藉此合作會議交流原子能管制技術，並檢討及規劃雙方核能合作項目。

今年我方由行政院原子能委員會(以下稱原能會)綜合計畫處王重德處長率團(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、及駐美代表處等單位代表)總計 17 人出席，美方則有國務院(Department of State, DOS)、核能管制委員會(Nuclear Regulatory Commission, NRC)、能源部(Department of Energy, DOE)及所屬國家實驗室與國家核子保安局(National Nuclear Security Administration, NNSA)等單位代表總計 14 名與會。雙方在會中針對核電廠營運管制、核電廠除役管制及技術研發、放射性廢棄物管制及管理技術研發、核醫藥物與同位素應用、緊急應變管理及民眾防護行動等議題進行經驗分享交流，並就雙方核能合作項目今年執行情形及未來合作規劃進行檢討及研商。會後在美方安排下，參訪薩凡納河國家實驗室。透過此行我方得以清楚了解美國目前核能相關技術的最新進展，並廣續強化台美雙方之核能技術交流合作。

關鍵字：台美民用核能合作會議、核電除役、核廢管理

目 錄

摘要.....	I
目 錄.....	II
圖 目 錄.....	III
表 目 錄.....	IV
壹、前言	1
貳、行程	2
參、工作紀要	3
肆、心得與建議	30
伍、附錄	32

圖目錄

圖 1、2018 台美民用核能合作會議全體與會人員合影	3
圖 2、美國核管會審查用過核燃料貯存執照框架	15
圖 3、SRNL 相對位置及 Badge 辦公室	22
圖 4、Savannah River Site (SRS)位置及其對應之區域分佈；三角形為 reactor 位置，(C、K、L、P 及 R reactor)；圓形為其他設施地點(A 為 SRNL、M 為燃料製造廠(Fuel Fabrication Facility 已除役)、H 為 H-Canyon 及氚再處理設施(Tritium Reprocessing Facilities)、K 為 Pu 貯存設施(以前為 K reactor).....	27
圖 5、(a) P Reactor 外觀(與 R Reactor 相似)；(b)及(c)為 P Reactor 現場除役(ISD, In-Situ Decommissioning)前、後之剖面圖	28
圖 6、我方代表團於 Savannah River 國家實驗室合影	29

表 目 錄

表 1、赴美參加 2018 年台美民用核能合作會議行程表	2
表 2、參訪 SRNL 行程	26

壹、前言

台美雙方在 1984 年 10 月 3 日簽署「北美事務協調委員會與美國在台協會間民用核能合作聯合常設委員會設置協定」後，隔年(1985 年)起台美雙方即輪流於台灣及美國舉行台美民用核能合作會議。該會議舉辦至今已邁向第 34 年，台美雙方藉此於原子能相關領域進行交流合作，包含核電廠營運管制、核電廠除役管制及管理技術、輻射防護、輻射源管制、環境輻射監測、放射性廢棄物管制及管理技術、核醫藥物與同位素應用、核子事故緊急應變管理等項目，雙方交流成果是我國發展原子能管制及管理技術的重要基石。

今(2018)年由美方負責主辦「2018 年台美民用核能合作會議」。經台美雙方協調，本次會議定於 11 月 5-7 日在南卡羅萊納州艾肯市薩凡納河國家實驗室 (Savannah River National Laboratory, SRNL) 舉行。該實驗室係下轄於能源部，接受國務院委託負責籌劃此次會議，並安排場內核設施除役及核廢棄物管理等相關設施解說導覽。

貳、行程

原能會綜合計畫處王重德處長一行於美東時間 11 月 3 日晚間抵達轉機機場夏洛特 (Charlotte)，並入住夏洛特市與本會駐美喬凌寰副組長進行開會前初步交換意見；美東時間 11 月 4 日搭機前往奧古斯塔(Augusta)並搭乘薩凡納河國家實驗室所安排的接駁車前往本次會議所在城市—艾肯(Aiken)，並與所有團員就開會相關議題進行會前最後討論及沙盤推演；美東時間 11 月 5-7 日參加「2018 年台美民用核能合作會議」，並於美東時間 11 月 8 日啟程返回，所有團員皆於台灣時間 11 月 10 日返抵國門，行程詳如表 1。

表 1、赴美參加 2018 年台美民用核能合作會議行程表

日期	行程內容	地點	備註
11/3 (六)	路程：台北→舊金山→夏洛特； 初步交換會議意見	夏洛特	王重德、高熙玫、陳文泉、蔡親賢、賴弘智、吳明哲
11/4 (日)	路程：夏洛特/亞特蘭大→奧古斯塔→艾肯市； 會前討論並沙盤推演相關議題	艾肯	全體出席人員
11/5 (一)	台美民用核能合作會議：專題報告	艾肯	全體出席人員
11/6 (二)	台美民用核能合作會議：分組討論	艾肯	全體出席人員
11/7 (三)	台美民用核能合作會議：設施參訪	艾肯	全體出席人員
11/8~10 (四~六)	返程：艾肯→奧古斯塔→夏洛特/亞特蘭大→洛杉磯→台北	台北	全體出席人員

參、工作紀要

美國南卡羅萊納州艾肯市薩凡納河國家實驗室（Savannah River National Laboratory, SRNL）今年 11 月 5-7 日舉行「2018 年台美民用核能合作會議」。SRNL 是美國研究核廢棄物管理、環境復原等相關科技的重要國家實驗室。本次會議台美雙方共計 31 員參與，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。

11 月 5 日由美方代表團團長國務院 Dr. Alex Burkart 及我方團長王重德處長分別致詞後，即由雙方輪流進行專題報告。11 月 6 日台美雙方依合作項目屬性分成 4 個工作小組，分別就列管合作項目檢討今年執行情形，並研商未來合作規劃。11 月 7 日參訪薩凡納河國家實驗室(SRNL)設施。本次台美民用核能合作會議之議程詳如附錄二，**圖 1** 為全體與會人員在薩凡納河國家實驗室之合影。



圖 1、2018 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(11月5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相關管制與發展上的重點議題進行業務簡報，共計發表 11 篇報告（報告議程詳附錄二）。

我方提出「原子能委員會管制現況(Update of Atomic Energy Council's Activities)」、「核能研究所研發現況與未來(Update of Current Major Research Activities at INER and Path Forward)」、「台灣核安及除役管制現況 (Update of Safety Regulations on Operating and Decommissioning NPPs in Taiwan)」、「清華大學的 NUREG/IA 報告(NUREG/IA Reports Contributed by NTHU in 2018)」及「現行緊急應變機制下民眾防護行動說明(Overview of Current Nuclear Emergency and Response Mechanism on Public Protection Actions)」等 5 篇。

美方則有「美國核能與國際研發參與之未來展望 (Moving Forward: U.S. Civil Nuclear Energy & International Research and Development Engagement)」、「美國能源部用過核燃料貯存與運輸研發活動 (U.S. DOE Spent Nuclear Fuel Storage & Transportation R&D Activities)」、「過剩資產：核子設施除役技術創新解方案 (Excess Assets-Nuclear Facility Deactivation & Decommissioning Innovative Solutions)」、「2018 年核管會核能管制活動 (Recent NRC Regulatory Activities in 2018)」、「東南亞模擬演練發展講習 (SE Asia Exercise Development Workshop)」及「放射性散布裝置的風險及經濟衝擊 (Risk and the Economic Impacts of a Radiological Dispersal Device)」等 6 篇。

我方共提出 5 篇報告，重點分項摘述如下：

1. 原子能委員會管制現況 (Update of Atomic Energy Council's Activities)

此簡報由原能會吳明哲副研究員報告，內容分成 7 部分，包含台灣 2017 年電力系統統計資料及核能電廠基本資料、核一廠除役管制現況與放射性廢棄物管制、2018 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、及政府組織改造等。簡報第一部分引用了經濟部能源局的 2017 年的統計資料，說明我國各電力系統的設置容量及發電量佔比，接著簡要說明我國核能電廠基本資訊。

簡報第二部分首先說明我國非核家園政策及電業法修正，接著說明核一廠除役管制近況，簡要說明核一廠的除役時程及除役計畫審查，在放射性廢棄物管制的部分，首先說明我國用過核燃料的貯存存量，接著介紹廠內乾式貯存計畫的執行現況，接著說明低放射性廢棄物廠內存量，以及蘭嶼貯存場貯存管制現況，並介紹未來的集中式貯存計畫。

針對 2018 年核安演習部分，則介紹年度核安演習重點，包含：無人機輻射偵測示範演練、無預警抽演項目、以及周末演練項目等，並展示今年演習活動照片集錦；針對輻射防護與環境監測部分，介紹我國質子治療設施安全管制，及全國環境監測站設置與今年鄰近核能電廠的量測數據；針對民眾溝通部分，則介紹本會與外界溝通媒介及相關文宣資料，接著說明公眾溝通平台設置，並說明今年有關核二廠燃料廠房護箱裝載池設備修改案、核二廠 2 號機 107 年 3 月 28 日機組急停事件、核子事故民眾防護措施之疏散交通規劃等有關公眾參與平台的活動；在核子保防與國際合作方面，則介紹我國截至 2017 年已連續 12 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及美國核安管制單位之交流，並提及本會出版的兩本國家報告「National Report for the Convention on Nuclear Safety」及「National Report as referred to by the Joint Convention on the Safety of Spent Fuel Management and on the Safety of Radioactive Waste Management」均有邀請美國專家進行同儕審查。最後則簡要說明行政院組織改造相關法案，及未來本會組改後的情形。

2. 核能研究所研發現況與未來 (Update of Current Major Research Activities at INER and Path Forward)

核能研究所化工組蕭憲明副研究員在此簡報中介紹核能研究所研發任務並擇要說明部分研發成果；簡報者摘要核能研究所主要三項任務：(一)核能安全(Nuclear safety)、(二)綠色能源(Green energy)及(三)核醫藥物(Radio-biomedical)等技術之開發、應用與執行成果。

在核能安全技術方面，內容包括：(1) 台灣研究用核反應器(Taiwan Research Reactor, TRR)用過燃料池水清理、(2)TRR 用過核子燃料安定化及熱室執行現況進度、(3)六氟化鈾(UF₆)與水鍋式核子反應器(Water Boiler Reactor, WBR)用過燃料安定化、(4)核二廠用過燃料裝載池黑度測試、(5)應用 MELCOR 2.2 於緊急應變分析、(6)台電核電廠除役計畫參與、(7)台電高放處置計畫參與、及(8)搭載輻射偵檢器之無人機開發等。

在綠色能源(包含新及再生能源)開發方面，其研發成果包括：(1)配合國家創能、儲能及節能之技術整合、(2)第二代生質能技術開發及商業應用、(3)高聚光太陽光發電(High Concentration Photovoltaic, HCPV)模組系統開發及商業應用、(4)固態氧化物燃料電池(Solid Oxide Fuel Cell, SOFC)系統開發及商業應用、(5)液流電池之開發與應用、(6)Microgrid 智慧型微電網示範場域與技術開發、(7)Roll-to-Roll 電漿塗佈技術與應用。

在核醫藥物及核醫材應用技術開發方面，研發成果包括：(1)核能研究所之核醫藥物應用、(2)核能研究所具備之主要核醫藥物開發設施(包含 30MeV 迴旋加速器及核醫藥物研發實驗室)、(3)核能研究所擁有之 17 張核醫藥物藥證及其應用、(4)正進行臨床試驗之核醫藥物：INER Dolacga Ga-68 及 INER MIBG I-123、(5)三維 X 光低劑量放射照影儀系統開發。

除主要任務及研發領域外，亦提及未來面對的組織改造，及非核家園等挑戰及難題，並期許核能研究所可持續在核能應用領域做為國內之領航者。

3. 台灣核安及除役管制現況(Update of Safety Regulations on Operating and Decommissioning NPPs in Taiwan)

本項由原能會龔繼康科長簡報，主要係介紹 2018 年我國核能電廠重要安全管制活動及除役管制現況；內容分為五部分，分別為我國核能電廠管制現況介紹、近期核能電廠重要事件、我國辦理福島後安全強化措施情形、目前辦理核能電廠除役準備作業介紹以及結論。簡報首先說明台灣在 2018 年核能電廠安全表現的相關統計數據，包括 2018 年我國核電廠自動急停事件、說明 2018 年核二廠 2 號機於 3 月 28 日機組升載期間，因中子偵測系統訊號動作造成反應爐急停事件，另外簡要說明 2018 年原能會開立之違規、異常事件報告等統計數據。

簡報第二部分說明我國運轉中電廠及龍門電廠機組現況及重要管制活動。在核一廠部分，說明目前核一廠兩部機組維持大修停機狀態，原能會在大修期間仍依相關規定進行駐廠視察活動，其中核一廠 1 號機運轉執照將於 2018 年 12 月 5 日屆期進入除役階段，原能會於除役階段將持續進行各項視察活動。在核二廠部分，則介紹我國核二廠 1 號機自 2018 年 10 月 11 日開始大修，另外原能會在 2018 年 3 月 20 日同意核二廠 2 號機再起

動申請，在機組起動升載期間發生中子偵測系統信號動作，引動安全保護系統運作使機組急停，事件後原能會除由會內外委員共同審查台電公司所提綜合檢討報告外，亦辦理地方說明會提供民眾了解事件相關資訊，完成後於 6 月 5 日同意核二廠 2 號機組再起動運轉申請，目前機組維持穩定運轉。核二廠部分另外說明台電公司申請將核二廠緊鄰用過燃料池之護箱裝載池改為用過燃料貯存空間案，原能會於 2017 年 4 月 6 日正式核定同意本申請案，包含 2 部機組。台電公司於 2018 年 7 月 10 日起開始執行核二廠 2 號機燃料廠房裝載池設備修改案，已於 9 月 21 日完成現場施工作業，原能會將待台電公司提出完工報告後，併同原專案審查小組聯合執行完工後視察，確認各項作業符合安全要求後，才會同意核二廠 2 號機護箱裝載池可啟用置放用過燃料。在核三廠部分，2018 年間已順利完成 1 號機大修作業，而 2 號機將於 12 月 3 日開始大修。龍門電廠部分，2018 年開始將未使用之新燃料分批運回美國，目前已分別於 7 月 4 日及 9 月 5 日進行兩次新燃料回運作業。

有關福島後安全強化部分，簡報介紹核三廠 1 號機在 2018 年大修期間，完成在圍阻體加裝被動式氫氣移除系統 (PARs) 及反應器冷卻水泵 (RCP) 加裝被動式阻斷軸封 (Passive Shutdown Seal)，可以提升機組在嚴重核子事故時移除氫氣及長時間斷電時的安全餘裕。

有關除役部分，其中核一廠除役作業介紹核一廠 1 號機運轉執照將於 2018 年 12 月 5 日屆期進入除役階段，台電公司已於 2015 年 11 月依核管法提送核一廠除役計畫，原能會已於 2017 年 6 月 28 日完成核一廠除役計畫審查，目前尚待環保署完成環境影響評估之二階環評審查作業後，原能會即可進行核一廠除役許可核發作業。核一廠除役計畫共分為 4 個階段，在第一階段(除役過渡階段)燃料仍留在爐心，台電公司規劃執行廠址特性調查、系統洩水及除污，第二階段為拆除反應爐及汽機廠房大型設備組件，在第二階段後則進行最終場址調查以及廠址復原工作，除役依法規要求需於 25 年完成。在核子燃料尚未移出核子反應器前，原能會仍持續執行各項視察管制活動，確保核一廠用過燃料仍存放於爐心中之過渡階段各項作業符合安全要求。此外，台電公司依相關規定亦必須於 2018 年 12 月 27 日前提送核二廠除役計畫，原能會於接獲後亦將開始相關審查作業。未來將持續與美方就核安管制及除役議題進行交流及資訊交換，分享雙方管制技術經驗及成果。

4. 清華大學的 NUREG/IA 報告(NUREG/IA Reports Contributed by NTHU in 2018)

本篇簡報係由國立清華大學(NTHU)榮譽教授施純寬負責報告，主要簡要介紹 NTHU 所實質參與的工作項目：輻射防護電腦程式分析及維護計畫(The Radiation Protection Computer Code Analysis and Maintenance Program, RAMP)、熱水流分析程式計畫(Code Applications and Maintenance Program, CAMP)、嚴重核子事故分析程式計畫(Cooperative Severe Accident Research Program, CSARP)等研究計畫，於 2018 年所繳交的三篇 NUREG/IA 報告的內容。RAMP 的 NUREG/IA 報告是 NTHU 的第一篇，而在 CAMP 裡面，NTHU 所繳交的報告數目是全體參與國家的第一名，表現十分亮眼。本簡報內容包含三部分。先提第一篇，是 RAMP 項目的成果。NTHU 利用 RAMP 內的 RADTRAD(RADionuclide Transport and Removal And Dose Estimation)程式與 HABIT 程式進行馬鞍山電廠分析方法論的建立，RADTRAD 結果並與終期安全分析報告((Final Safety Analysis Report, FSAR)做比較，而 HABIT 程式的結果是與工業界常用的 ALOHA 程式做比較。利用與 FSAR 一致初始及邊界條件，RADTRAD 程式的分析發現在所假設的放射性物質釋放條件下，控制室、禁制區(Exclusion Area Boundary, EAB)、與低密度人口區(Low Population Zone, LPZ)的累計劑量值都比 FSAR 者稍微低一些，誤差有限，可以接受。而 HABIT 程式計算的案例是假設二氧化碳儲存槽爆裂，對控制室內二氧化碳濃度的變化影響。HABIT 程式的結果約比 ALOHA 程式低一個數量級，都低於美國 Reg Guide 1.78 的濃度限值。

第二篇是以 CAMP 研究計畫之 TRACE 程式，應用於馬鞍山電廠的長期失去交流電源事故((Extended Loss of Alternating Current Power, ELAP)分析，並討論斷然處置措施(Ultimate Response Guideline, URG)與彈性且多樣化處理策略(Flexible and Diverse Coping Strategies, FLEX)。若假定汽機帶動輔助飼水泵可用，在發生 ELAP 事故下，又沒有 URG 與 FLEX 時，爐心水位約在事故發生 60 小時之候，會降到燃料頂部(TAF)。而有緊急洩壓的 URG 策略，不管是在 8 或 24 小時進行緊急洩壓，都可以保持水位不致低於 TAF。至於未執行緊急洩壓的 FLEX，在 8 或 24 小時以 FLEX 規格的泵注水，也都能確保爐心水位不會降至 TAF 以下。

第三篇是以 CAMP 程式 RELAP 分析馬鞍山電廠的大破口冷卻水流失事故(Large Break Loss of coolant accident, LBLOCA)，同時也以 DAKOTA 程式做不確定性分析。先進行

將新建立的 LOCA 分析模式結果與 FSAR 做比較，確定模式的正確性。在初始的沖放階段後，高低壓緊急冷卻系統動作開始，燃料底部約於 60 秒再度接觸水，頂部的地方則約在 500 秒再度接觸水。不確定性分析參數考慮了系統壓力、蓄壓槽壓力、蓄壓槽體積、蓄壓槽溫度、安全注水溫度、飼水溫度等等。利用 DAKOTA 程式建立 59 組輸入檔，並自動連結 RELAP 程式進行分析。各組分析結果中最高尖峰燃料護套溫度是 1293K，仍低於 10CFR50.46 的準則 1477.6K。

5. 現行緊急應變機制下民眾防護行動說明(Overview of Current Nuclear Emergency and Response Mechanism on Public Protection Actions)

本篇簡報由原能會核能技術處賴佳琳技士負責報告。「核子事故民眾防護行動」是指當核子事故發生時，為減少輻射曝露，保障民眾生命、身體安全所採行的措施，項目包括了掩蔽、疏散收容、暫時移居、服用碘片、食物及飲水管制、地區進出管制、污染清除、醫療救護等。我國目前對於核子事故民眾防護行動採三種機制併行，分別為(1)緊急行動基準(Emergency Action Level, EAL)；(2)操作干預基準(Operational Intervention Level, OIL)；(3)劑量評估系統(dose evaluation system)。

我國於 2005 年訂定「核子事故民眾防護行動規範」，採用干預基準概念，以劑量評估系統(A2C 系統)進行可減免劑量(averted dose)之模擬評估，據以執行各項核子事故民眾防護行動。

因應核子事故緊急應變觀念與做法日益精進，並借鏡 2011 年日本福島經驗，單靠劑量評估系統恐無法快速及時提供決策參考資料，因此國際原子能總署持續推廣核子事故應變之「預防性疏散(EAL 機制)」與「操作干預基準(OIL 機制)」概念，以期依事故危害風險提早執行相對應民眾防護行動，若事故持續惡化，則依劑量量測結果執行進一步民眾防護行動。

據此，我國在 2016 年修訂「核子事故分類通報及應變辦法」，將 EAL 機制納入，在核子事故發生初期，為爭取寶貴時間，直接依據電廠狀況(核子事故分類)執行相對應民眾防護行動。以我國目前做法為例，緊急戒備事故時，將關閉公共遊憩場所並疏散旅客；廠區緊急事故時，將發放警報，通知緊急應變計畫區內民眾進行掩蔽，並針對學生及弱勢民眾進行預防性疏散；全面緊急事故時，將先進行 3 公里內民眾疏散。2018 年我國增訂「核子事故民眾防護行動應變與決策參考指引」，除劑量評估系統與 EAL 機制，再納入 OIL 機制，若事故持續惡化，將依據環境、人員、食品的實際測量值判斷是否應執行進

一步民眾防護措施。我國目前所採用 OIL 項目為 OIL1(疏散)、OIL2(暫時移居)、OIL3(飲食管制)及 OIL4 (人員除污)。

總結我國現有核子事故民眾行動規劃，在核子事故緊急應變期採用 EAL 機制，為爭取時間直接依據核子事故類別執行相對應的防護行動；若核子事故持續惡化至有放射性物質外釋，則結合劑量評估系統與 OIL 機制，依據劑量評估系統模擬計算結果與輻射劑量率量測及取樣分析結果，對受影響區域採行相對應民眾防護行動，以達最佳民眾防護。

另美方所提出之 6 篇報告，重點摘述如下：

1. 美國核能與國際研發參與之未來展望 (Moving Forward: U.S. Civil Nuclear Energy & International Research and Development Engagement)

本簡報由美國能源部核能辦公室 Loren Friedel 女士簡報，Friedel 女士首先提到當前美國之能源政策將核能視為乾淨能源之選項，因此美方除了維持現有核能科技優勢外，亦將致力於解決核廢料、再處理等衍生之問題。美國目前兩黨對於核能均持支持態度，並支持進步型反應器研發、相關研究及基礎設施的更新。DOE 下轄的核能辦公室在前述背景下除致力於維持現有優勢外，亦投入進步型反應器及核燃料循環的相關工作。核能目前提供美國 20%的能源供給，有 31 個州擁有核電廠，目前有 98 座機組。目前在進步型反應器和和燃料循環研究方面，有四個重點：確保安全卻不增加資金、多元的應用、能夠量化、透過更先進的燃料使用來解決核廢料處置問題。

接著 Friedel 女士進一步說明進步型反應器與核燃料循環相關研究的細節，以及目前 DOE 與大學的共同研究計畫。DOE 亦致力於相關國際合作，以促成其對民用核能科技和平應用的願景，並擴大美國核能產業的市場、有效應用研發資金、對抗氣候變遷與確保能源安全，且以此強化相關地緣政治。在現任能源部部長 Perry 的推動下，DOE 致力於將核能納入乾淨能之中，而有了” NICE” (Nuclear Innovation: Clean Energy Future) 倡議。DOE 的國際核能安全辦公室主要負責國際核能安全事務的合作、相關安全評估等，並透過整合相關研究資源與成果應用，以及與其他相關機構合作來完成其任務。最後總結核能對於美國來說仍具一定重要性，視其為乾淨且可靠的能源，並投入相關研發以確保核能使用更安全、更多元。

2. 美國能源部用過核燃料貯存與運輸研發活動 (U.S. DOE Spent Nuclear

Fuel Storage & Transportation R&D Activities)

本簡報由來自聖迪亞國家實驗室的 Kevin McMahon 經理簡報，McMahon 經理首先介紹一份重要文件” Gap Analysis to Support Extended Storage and Transportation of Spent Nuclear Fuel: Five-Year Delta”，該文件指出研究活動經費支出的優先順序，並引導研究人員分配目前及未來的研究能量。上次出版年度為 2014 年，目前正在更新中。接著 McMahon 經理介紹 3 個議題：(1)用過核燃料完整性(2)用過核燃料延續貯存後的運輸作業(3)貯存系統完整性。

針對用過核燃料完整性的部份，分別就熱分析、韌脆轉化溫度、及疲勞強度等來探討高燃耗護套性能，結果顯示護箱進行裝載時的溫度比想像的還要低，且由於有較低的溫度及較低的燃料棒內部壓力，氫化物重排效應(Reorientation)被認為不會發生，另外用過核燃料循環式彎曲試驗(Cyclic Bending Tests)顯示燃料護套性能不會失效。目前聖迪亞國家實驗室正與美國電力研究院(EPRI)及 Dominion 能源公司進行高燃耗用過核燃料試驗計畫，以了解是否會發生氫化物重排效應，該效應會嚴重影響護套的強度。該研究團隊模擬同一般護箱所處的條件，藉由該試驗計畫可獲取所需的相關數據。研究團隊相信會導致氫化物重排效應(Reorientation)的條件不會發生在這些已裝載的護箱中。

針對用過核燃料延續貯存後的運輸作業，Kevin McMahon 經理介紹「國際替代用過核燃料多式聯運測試團隊(International Multi-Modal Surrogate Spent Nuclear Fuel Transportation Test Team)」的研究活動，經由卡車、貨船、及火車等方式將燃料護箱由西班牙載運至美國科羅拉多州普韋布洛郡，共產生 7 TB 的數據資料。初步研究結果顯示，用過核燃料在正常的操作條件下運送時，衝擊及震動僅會產生非常微小的壓力。另外，橡樹嶺國家實驗室(Oak Ridge National Laboratory, ORNL)亦針對用過核燃料設計震動試驗，該試驗顯示用過核燃料在經歷多次的震動後，並不會發生燃料護套效能失效的狀況。

最後是用過核燃料貯存系統完整性，Kevin McMahon 經理指出 304 或 316 不銹鋼材質的密封鋼筒(canister)均有可能發生應力腐蝕劣化(stress corrosion cracking, SCC)，而焊道和熱影響區的微觀結構與成分變化將增加應力腐蝕劣化的可能性。聖迪亞國家實驗室目前正研究應力腐蝕劣化的成因與影響，探討內容包含：

- 評估典型的焊接樣品；
- 評估全尺寸密封鋼桶模型的焊道殘餘應力；
- 評估典型密封鋼桶在製作過程中可能存在的內部應力；
- 評估分析密封鋼桶表面粉塵，以及在此密封鋼桶表面條件下的鹽水穩定性(brine stabilities)。

3. 過剩資產：核子設施除役技術創新解方案 (Excess Assets-Nuclear Facility Deactivation & Decommissioning Innovative Solutions)

本簡報由 SRNL 環境管理委員會(Environmental Stewardship Directorate)環境復育技術團隊的 Mike Serrato 簡報，他首先說明 SRNL 早年發展之核能設施至近年經歷停機、監管及除役歷程，期間伴隨相關之拆除或除污等除役技術發展，包括：除役計畫管制工具(Project planning tools)、特性調查 - 輻射偵測及照相(In-Process Characterization - Radiation Mapping)、耐輻射聚合物(Radiation Resistant Polymer)、非燃固定劑(Incombustible Fixatives)及 RadFoam 等。

除役計畫管制工具主要發展 3D 相關建模技術，包括使用雷射還原設施模型、利用 3D 列印技術製作設施縮尺模型、建立 3D CAD 模型及建置 3D 虛擬平台(Visualization Platform)等，目的是要協助除役初始工期之規劃、切割方法採用、設備模擬切割及廢棄物數量估算等方面，具有減少成本及溝通之效果。特性調查工作上，SRNL 發展輻射 mapping 技術，利用其專利技術 GrayQb™ Single Face (SF)設備，找出特定區域或設施之污染熱點(hot spot)，並將其標示在影像上，實際使用上可以減少 50%的混凝土刮除及減少工作人員之輻射曝露風險。

另外 SRNL 亦發展耐輻射聚合物(Radiation Resistant Polymer)盛裝袋，目的要取代因 α 核種引起 PE 或 Teflon 盛裝袋之老化，可以減少貯存袋因老化需要更換之費用及伴隨之工作人員輻射曝露。非燃固定劑(Incombustible Fixatives)部分，利用市售之非燃材料改良後，可應用在熱室內，主要固定設備之表面污染，目前仍在測試中，測試之項目包含溫度/濕度耐受性、輻射耐受度(5MRad 照射)、附著性(Adhesion)、耐火測試及燃燒後之重量損失(800oF 下之 Mass Loss)等。RadFoam 為發泡材料，開發目的是要做為鬆散污染固定(radiological contamination fixating)、防火(fireproof barriers)

及輻射屏蔽能力(radiological shielding)等，目前尚在開發測試階段，測試項目包括溫度/濕度耐受性、輻射耐受度(5MRad 照射)、輻射屏蔽測試、附著性及機械性質、多層黏著測試(Multi-pour Adhesion)、燃燒後逸氣分析(Off-gas Analysis)、耐火測試及燃燒後之重量損失(800oF 下之 Mass Loss)等。

4. 2018 年核管會核能管制活動 (Recent NRC Regulatory Activities in 2018)

此份簡報由美國核管會執照審查計畫處(Division of Licensing Projects)副處長 Mary Jane Ross-Lee 代表報告，說明 2018 年美國核電廠安全管制狀況。內容包括美國核管會執照審查概述、核能電廠電力系統欠相 (Open Phase Condition, OPC)、Anchor /Darling 雙閥盤閘閥 (Double-Disc Gate Valve)、意外容錯核燃料(Accident Tolerant Fuel)、網路安全視察、除役法規制定、用過核燃料貯存執照審查框架、及福島事故後核管會有關地震的活動等議題。在核管會執照審查概述部份，Mary Jane Ross-Lee 副處長提到 2018 年美國共有 98 部運轉中的核能機組，其中 9 部機組將在未來四年內停止運轉，且大多數的核能機組已運轉超過 30 年，另有 91 部機組的運轉執照已獲核發更新，可繼續運轉至 60 年，核管會目前正討論延長執照運轉年限至 80 年。

在核能電廠電力系統欠相 (OPC) 部份，核管會依據 TI 2515/194 文件，於今(2018)年 6 月完成初步視察作業，相關視察報告(River Bend 核能電廠 - ML18085B197; Palo Verde - ML18103A157; Byron - ML18138A136; St. Lucie - ML18208A328)可於公眾資訊系統 (ADAMS) 下載，視察結果並沒有發現任何違規及未解決的項目。在 Anchor /Darling 雙閥盤閘閥 (Double-Disc Gate Valve) 部份，核能業者針對易發生失效的閘進行維修更換，但並沒有發現任何閘失效的狀況，爰核管會目前正審視所收集的數據資料，並與業者合作探討調整維修標準。核管會目前已起草「臨時規定(Temporary Instruction, TI)」，以透過視察作業來驗證應變計畫的實施情況。該臨時規定目前已公開發布。

接著 Mary Jane Ross-Lee 副處長介紹意外容錯核燃料(Accident Tolerant Fuel)，自福島事故後，美國能源部等相關機構便開始積極研發強化核燃料對意外事故的容錯能力，近期概念包含：可降低腐蝕及金屬-水反應的塗鍍(Coated)燃料護套、可降低燃料丸與護套交互作用的混摻燃料丸、及 FeCrAl 材質的燃料護套；而長期概念包含：碳化矽燃

料護套、具有較高燃料密度的二矽化鈾燃料丸、金屬燃料(Metallic fuel)。意外容錯核燃料項目計畫相關文件(ML18261A414)亦可由公眾資訊系統(ADAMS)下載。在網路安全視察部份，Mary Jane Ross-Lee 副處長說明截至今年 10 月為止，核管會已完成 16 次的視察作業，並提出幾項可改善的部份：

- 關鍵數位資產及系統評估的品質
- 可攜式媒體與移動設備程序的導則
- 持續進行的監測與評估改善之週期性的導則
- 關鍵數位資產評估的附加導則

在除役法規制定的部份，Mary Jane Ross-Lee 副處長首先提到自 2012 年起，已有 7 部機組停止運轉，且另有 12 部機組可能亦會在 2018-2025 年間停機，機組停機後將涉及申請執照修訂及法規豁免等議題，核管會在 2016 年 10 月發布了經驗回饋報告(ML16085A029)。在 SRM-SECY-14-0118 文件中，核管會委員會指示核管會在制定除役管制法規時應處理下列議題：

- 緊急應變的分級方法
- 自最近停機電廠所汲取的經驗
- 核管會所核准的停機後除役活動報告
- 維持現有的三種除役選項及相關期程
- 聯邦政府、地方政府及非官方利害關係者在除役過程中的角色
- 其他認定相關的議題

在用過核燃料貯存執照審查框架的部份，10CFR72 中闡明核管會針對用過核燃料獨立貯存設施(Independent spent fuel storage installation, ISFSI)的相關要求，該規定限制首發的貯存設施執照為 40 年，經核准更新後可再延長 40 年，而集中式貯存設施(Consolidated Interim Storage Facility, CISF)可視為廠外的 ISFSI。核管會審查用過核燃料貯存設施的審查框架如下圖所示。目前美國有兩個進行中的集中式貯存計畫，一個位於德州 Andrews 郡，該貯存計畫執照申請於 2016 年 4 月 28 日提出，希望能興建可容納 40,000 MTU 的集中式貯存設施，核管會預計可在 2020 年 8 月完成執照審查；

另一個則位於新墨西哥州 Carlsbad 與 Hobbs 市間，該貯存計畫執照申請於 2017 年 3 月 30 日提出，希望能興建可容納 100,000 MTU 的集中式貯存設施。

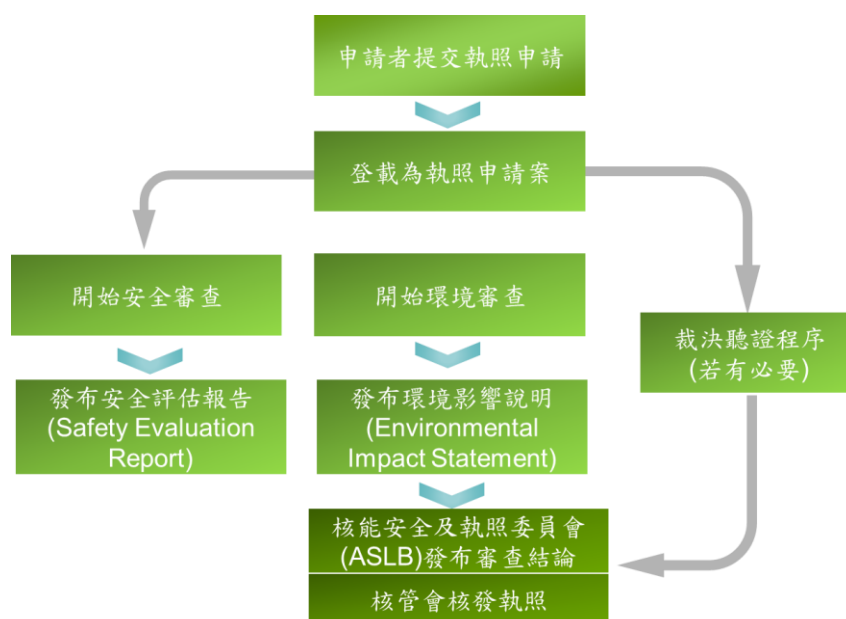


圖 2、美國核管會審查用過核燃料貯存執照框架

最後則是福島事故後核管會有關地震的活動，Mary Jane Ross-Lee 副處長表示有關地震的行動方案目前均依期程進行，包含：

- 2016-2017 年完成地震危害在評估
- 2016-2018 年完成 34 件高頻確認(High Frequency Confirmations)
- 2017-2018 年完成 38 件用過核燃料池評估
- 2017-2019 將持續進行地震機率式風險評估
- 未來第二階段將有管制行動(Regulatory Action)

5. 東南亞模擬演練發展講習 (SE Asia Exercise Development Workshop)

本簡報由美國能源部核子走私偵檢暨嚇阻辦公室(Office of Nuclear Smuggling Detection and Deterrence, NSDD)臺灣區永續經理 Jason Padilla 代表經理 Peter Rocco 進行演講，美國能源部核子走私偵檢暨嚇阻辦公室與超過 60 個國家的前線及法務部門合作，主要建立夥伴關係，嚇阻、偵測及研究可能應用於恐怖攻擊的核武及放射性物質之走私行動，以及提供偵檢技術及支援。NSDD 與台灣之夥伴關係始於 95 年 5 月 25 日由臺北經濟文化辦事處與美國在台協會於華府簽訂臺美「大港倡議瞭解備忘錄」，藉由參與大

港計畫(Megaports Initiative)，利用高科技輻射偵測儀器，針對進、出口貨櫃偵測是否藏匿非法核子物料及其他輻射物質，以防止恐怖份子用於製造大規模毀滅性武器或其他輻射擴散裝置，強化國際核能及放射的安全。依據 Working Group IV 雙方共同合作項目「RM-DE-EE8, “Emergency Management”」，美國能源部國家核子安全總署與原能會及財政部關務署高雄關聯合舉辦 Radiation Detection System (RDS) Exercise Development Workshop，該工作坊包括核心能力演練設計、執行成果評估、分組多國專題討論以及高雄港區門式輻射偵檢器(RPM)實地情境模擬演練，共同研擬走私放射性物質之防堵辦法。每個分組設置觀察員依據表現進行評量，透過追蹤及記錄演練過程，找到改善部分，最終共同修訂完成一套更完整並適合高雄關大港計畫標準作業流程，藉由此次經驗交流，提升台灣海關之輻射偵檢技術與應變能力，其成果豐碩。

6. 放射性散布裝置的風險及經濟衝擊 (Risk and the Economic Impacts of a Radiological Dispersal Device)

本簡報由美國輻射安全局(Office of Radiological Security) Robert Rudich 負責，他表示該局主要任務為強化全球安全，避免高活度之放射性物質作為恐攻用途，其作法有三種：防護(Protect)-針對用於醫療、研究及商業用途之放射性射源所進行之防護；移除(Remove)-移除及處置廢棄之放射性射源；減量(Reduce)-藉由加速以其他可行技術取代，減少全球對放射性射源之依賴。恐怖攻擊若使用易擴散的放射性物質可能造成大規模影響及上億元的經濟損失。在工業及醫療領域很有可能被用來發展這類攻擊的射源包含：鈷-60(治療癌症之遠距放射療法及加馬刀；研發或滅菌用照射設施；活度 1,000-1,000,000 居里)、銥-192(工業造影用射線照相術；活度 10-100 居里)、銻-241(工業造影用油井量測(oil well logging)設施；8-20 居里)及銫-137(血液照射設施；劑量計、偵檢器校正儀；活度 1,000-50,000 居里)。歷史上核災事故擴散的銫-137 已造成嚴重的影響，俄羅斯車諾比附近大約半個曼哈頓的區域不適宜居住、巴西戈亞尼亞事故原本是 3.3 盎司的射源演變成 40 噸的放射性廢棄物，及日本福島事故，約有 500,000 居里的銫-137 外釋，衝擊區域達 1000 平方公里，約 180,000 居民搬遷。講者也提供模擬數據，若事故發生在紐約市，事件發生 40 分鐘，補救措施可能長達 10 年，並損失 300 億美元的國內生產總值 (Gross Domestic Product, GDP)。防治方法包括安裝 IDD (In-Device Delay)、以 X 光照射或非放射性技術取代銫-137 等。

二、台美民用核能合作會議：分組討論(11月6日)

台美民用核能合作會議第二日的主要議程為分組討論，雙方依合作項目屬性分成「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, Security, and Safeguards)」及「緊急應變管理(Emergency Management)」等四組進行分組討論，分別就列管合作項目檢討今年執行情形，並研商未來合作規劃，討論結束後各分組雙方主持人共同簽訂綜合結論(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)

第一分組主要內容討論為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工程處 Mary Jane Ross-Lee 副處長(共同主席)，我方則由本會核能管制處龔繼康科長(共同主席)擔任。美方參與討論人員為 Maureen Conley 女士，我方與會討論人員則有綜計處王重德處長、本會駐美科技組喬凌寰副組長、清華大學施純寬教授、核能研究所廖俐毅主任，並由余福豪技士擔任記錄。

第一分組原有 19 項合作項目，會議以逐項討論方式檢視各項合作項目辦理情形，再就明年合作重點進行研商，透過相互溝通交流分享核安及除役管制資訊，討論結果為 19 個合作項目均持續進行，並綜整完成 16 項執行項目。台美雙方同意將繼續在核安及除役管制保持密切合作，並在 CSARP、CAMP 等合作計畫持續資訊分享與合作，雙方並規劃延續 RAMP 合作計畫。另我方將邀請 NRC 官員觀摩我國 2019 年在核三廠辦理之核安演習，雙方同意持續在核電廠耐震及水災防護進行資訊分享與合作；由於核一廠將進入除役階段，但部分系統仍需維持運轉以確保用過燃料存放於爐心之安全，我方將於完成核一廠系統除役過渡期間維護管理方案審查後，與美方分享相關資訊。2019 年我方預定派員參加美方所辦理安全管制與除役相關訓練課程，美方已同意協助安排，另我方將邀請美國 Argonne 國家實驗室專家訪台，辦理除役相關 RESRAD 進階訓練課程。

2018 年台美雙方第一分組合作項目統計	數量
會前合作項目總計	19
■ 結束數量	0
■ 新增數量	0
■ 移入數量	0
■ 移出數量	0
會後合作項目總計	19

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管理及環境復原等技術議題。美方係由美國能源部桑地亞國家實驗室(Sandia National Laboratory)Kevin Mc Mahon 博士擔任共同主席，核管會 Maureen Conley 與國務院 Alex Burkart 及 Kyler Turner 亦有出席討論；我方則由物管局陳文泉副局長擔任共同主席，並由核能研究所蕭憲明副研究員擔任紀錄，駐美代表處科技組喬凌寰副組長亦出席指導，綜合計畫處王重德處長及核能所工程組李崙暉副組長等亦出席討論。雙方討論議題涵蓋用過燃料的管理、汙染及除役、照射後檢驗、低階核廢棄物的處理與處置、廢料及環境管制計畫以及安全分析工具的精進應用等項目。

第二分組針對 16 項合作項目逐項討論其過去一年的活動及現況，並新增合作議題「高階核能廢棄物及用過核子燃料的評估 (Radiological Assessment of High Level Waste and Spent Nuclear Fuel)」，列為 AE-TP-DE-G38，雙方同意共同合作連結 RESRAD-OFFSITE 及 HYDROGEOCHEM 編碼，用來進行高階廢棄物及用過核子燃料的放射性評估工作，計畫預定明年起開始運作，中央大學葉教授會與 Charley Yu 博士討論連結編碼的細節內容。

核能研究所持續評估以核子物料銻鈾中子量測(BPCC)作為水鍋式核子反應器(Water Boiler Reactor ,WBR)保防的候選方法，未來可能尋求 LANL 的協助(G35)；另核能研究所 2019 年開始進行乾式貯存窖清理工程(Dry Storage Pit cleanup engineering)，除役過程產生的廢棄物處理，提議與橡樹嶺國家實驗室 (Oak Ridge National Laboratory, ORNL) 及太平洋西北國家實驗室 (Pacific Northwest National Laboratory, PNNL) 持續技術資訊交流，美方已同意保持密切的聯繫(J4)；關於土壤整治議題，核能研究所提議 PNNL 提供 Hanford 及 Columbia River 的相關資訊，作為該所土壤整治需求的參考資

料，Dawn Wellman 及蕭憲明副研員被指派為雙方聯繫窗口(DD28)；台灣電力公司方面，想了解美國用過離子交換樹脂的管理，包括處理、安定化、中期貯存、用過離子交換樹脂的處置及貯存容器及其處置等資訊，美方已同意提供(X1)；同時台電也對能源部桑迪亞國家實驗室 Kevin McMahon 提供的 2017 年公眾對於核子設施觀感的調查報告表示感謝，未來也會持續向美國能源部學習在推動公眾事務時所需大眾參與的成功案例。

對於未來的工作重點著重在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。

2018 年台美雙方第二分組合作項目統計	數量
會前合作項目總計	16
■ 結束數量	0
■ 新增數量	1
■ 移入數量	0
■ 移出數量	0
會後合作項目總計	17

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, Security, and Safeguards)

本次 Group III 分組會議主席，美方由美國能源部國家核子保安局 (National Nuclear Security Administration, NNSA) 之 Robert Rudich 負責，我方由核能研究所核子工程組林家德副組長擔任，並由同位素組郭宛宜助理工程師擔任現場會議紀錄，原能會綜計處王重德處長、綜合計畫處賴弘智科長、輻射防護處高熙梅副處長、輻射防護處蔡親賢科長、綜合計畫處吳明哲副研員、核能研究所李崙暉副組長及清華大學施純寬榮譽教授等亦出席討論，美方相對應的參與人員有核管會 Maureen Conley(參與 D59、D64、Z9 議案)、能源部核能局 Loren Friedel(Y3、Y4)、與國務院 Alex Burkart(出席 EE6、FF3 議案)、Kyler Turner(參與 I7、I14、I19、CC1、EE2、EE6、FF1、FF2、FF4、HH1、II1 及 II2 等議案)等。議題涵蓋保健物理(health physics)、同位素生產與應用 (radioisotope production and applications)、進步型反應器(advanced reactors)、中子相關基礎科學研究(basic research)、核物料之保健物理(physical protection of nuclear material)、核子安全保防(safeguarding of nuclear material)、醫學治療 (medical therapy)及環境監測(environmental monitoring)等領域。

本次第三分組，利用核能研究所預先整理之 2018 年合作成果及未來規劃逐條審閱，

除掌握合作項目的重要進展外，藉由雙方面對面的溝通，了解需求並促進資訊交流，達成共識且持續執行合作項目共計 21 項，另新增 1 項由原能會提議之放射化學分析方法流暢度測試及訓練 (Radiochemistry Analysis Method Proficiency Testing and Training)，AIT 會嘗試諮詢美國國家環境保護局對應之窗口，尋求協作之機會。

其餘重要決議包括，清華大學提議將持續申請使用美國的中子設施進行材料與表面相關的基礎科學研究(TU-AN-CC1，Neutron Research at Research Reactors)，及定期更新 FRAPTRAN/FRAPCON 使用執照 (TU-DE-Y4，Formation of New Partnership INL/NTHU/INER/NBL for Education and Training in Nuclear Science and Technology)，皆已獲美方同意。另核能研究所工程組預定派兩位代表參加美方所辦理之 2019 年 ITC-28 訓練課程，美方將會協助我方人員取得邀請函 (AE-DE-EE2，International Training Course on Physical Protection)。在國務院 EXBS 計畫的支援下，原能會於 2018 年舉辦了兩場活動，預計 2019 年 1 月與台灣海關辦理 Customs codes/Export Control List number correlation, use of trade data in risk assessment, and developing strategic community fingerprints 工作坊(AE-DE-EE3，Nuclear Export Control Training)。原能會也提議能源局核子安全總署舉辦與核安相關之實務訓練(Nuclear Security Table-top Exercise)(AE-DE-EE7，Training in Implementation of PP Standards and Guidance)，及派員參加 2019 SSAC 訓練課程，美方將會協助我方人員取得邀請函(AE-AIT-FF1，State Systems of Accounting and Control (SSAC))。台灣駐美辦事處 TECRO 同意 2019 年提供所有物料之年度庫存報告書 (annual inventory report)(AE-AIT-FF4，Inventory of U.S. Obligated Nuclear Material in Taiwan)。核能所工程組預計完成用過核子燃料池內污泥之核物料收集及安定化 (complete the collection and stabilization of TRR spent fuel debris)(AE-AIT-FF2，Cooperation in Safeguards Technology)。

2018 年台美雙方第三分組合作項目統計	數量
會前合作項目總計	21
■ 結束數量	0
■ 新增數量	1
■ 移入數量	0
■ 移出數量	0
會後合作項目總計	22

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 (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)」、「空中偵測及其他偵測技術 Aerial and Other Detection Technique (AE-DE-F38)」、「核鑑識倡議 Nuclear Forensics Initiative (AE-DE-F39)」及「大港倡議資訊交流 Information Exchange on Megaports Initiative (RM-DE-FE8)」等六個合作項目。美方主要負責單位為能源部國家核子保安局(DOE/NNSA)，美方此次由美國 Jared Kirk Czap 擔任共同主席，我方則由本會核能技術處黃俊源副處長擔任共同主席，而賴家琳技士擔任會議紀錄。

此分組會議先逐項檢討今年 6 個合作項目實質辦理成果，再就未來進展及明年合作重點進行綜整討論，經討論後 6 個合作項目均會持續進行，共計完成 10 項具體結論，重點摘錄如下：原能會請求 NNSA 在 2019 年辦理 Counter-RDD 訓練課程；原能會將邀請 NNSA 觀摩 2019 核三廠核安演習；原能會已自桑迪亞國家實驗室 (Sandia National Laboratories, SNL) 取得 TurboFRMAC 程式，未來將操作以熟悉該程式應用，並於 NNSA 需要時提供使用經驗回饋；原能會核安監管中心未來每六個月將繼續透過電郵及傳真來與 NNSA 進行通聯測試；原能會歡迎與美方就空中偵測及其他偵測技術方面有更進階的合作及訓練課程；原能會詢問 NNSA 能否在台灣舉辦更新版 AVID 及數據處理的訓練課程；NNSA 將邀請原能會參加 2019 年 3 至 4 月位於美國拉斯維加斯的 I-AMS 研討會；原能會將洽詢 2019 年辦理核子鑑識訓練課程的可能性，原能會特別關注 RDD 的犯罪現場管理；原能會歡迎與美方就二次視察技術方面有更進階的合作及訓練課程；NNSA 將致力於與原能會的進一步合作，以增加對大港計畫系統的技术回溯能力，而原能會將持續與 NNSA 展開相關活動，以強化對核事故的緊急應變管理能力。

2018 年台美雙方第四分組合作項目統計	數量
會前合作項目總計	6
■ 結束數量	0
■ 新增數量	0
■ 移入數量	0
■ 移出數量	0
會後合作項目總計	6

三、台美民用核能合作會議：參訪 Savannah River National Laboratory (11月7日)

(一) SRNL 介紹

SRNL(Savannah River National Laboratory)國家實驗室位於美國能源部(DOE)下所屬的 Savannah River Site(SRS)，地處美國南卡羅來納州(South Carolina)艾肯(Aiken)市。SRS 是 DOE 與產業合作運作的組織，建造之初主要任務是用來產生製作核武器必要之基本材料，例如氚(tritium)及鈾(plutonium-239)，以提供國家安全所需之服務，目前任務集中在放射性廢棄物處理、核能材料與環境的成本效益營運管理等工作，分別由 DOE 的 Savannah River Operation Office、Savannah River Site Office 與 Office of Site Engineering and Construction Management 三個辦公室監督。SRNL 的相對位置如圖 3 所示。

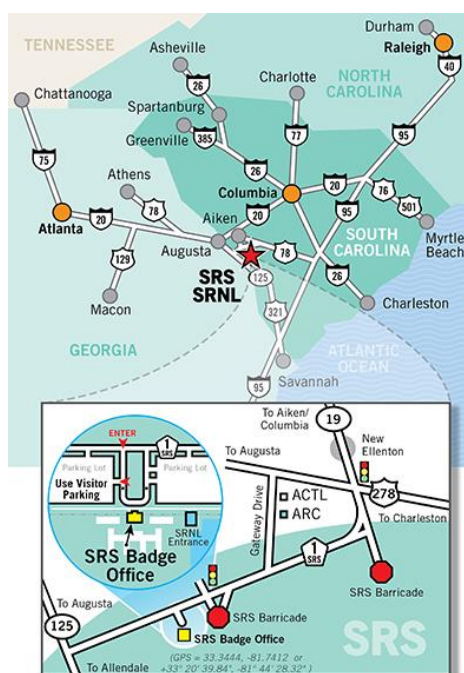


圖 3、SRNL 相對位置及 Badge 辦公室

SRNL 是位於 SRS 內的國家實驗室，擁有之廢棄物管理技術主要在五個區域：國防武器核廢棄物處理工廠(DWPF, Defense Waste Processing Facility)、密閉桶槽、地下貯存窖、放射性廢液處理廠，以及廢棄金屬貯存坑道等。另有屏蔽熱室(Shielded Cell)、中階輻射熱室(Intermediate-Level Cell)，手套箱(Glove Boxes)等七類實驗室，可進行各項程序之改進與測試。SRNL 內員工專長範圍涵蓋物理、化學、生物、微生物、材料

等基礎科學，到機械工程、化學工程、核子工程等應用科學，至 2018 年，員工共約 11,700 人(含包商及政府官員)。

SRNL 與其他多間國家實驗室、大學及產業界合作，致力發展對 DOE 至關重要之環境管理及核子保防(nuclear security)相關技術。SRNL 運用其專業人才在核子化學製造(nuclear chemical manufacturing)領域，幫助 DOE 從核廢棄物清理(nuclear waste cleanup)至防止核武擴散(defense nonproliferation)方面達到目標。在 SRNL，研究人員持續發展輻射偵測(radiation detection)之創新技術，透過奈米科技，將薄膜鍍層(thin film coating)應用於閃爍晶片(scintillation crystal)，藉由增加光從閃爍體表面之擷取可提升偵檢器之靈敏度。SRNL 提供最先進的發展超過 60 年，支援現代化、低成本設施及技術，例如熱循環吸收流程(Thermal Cycling Adsorption Process)，為一種創新的系統，能回收更多的氚氣(tritium gas)。

核心能力包括：

- Radioactive chemical processing
- Glass waste forms and vitrification process
- Application of environmental remediation technology
- Development and qualification of nuclear material packaging
- Nuclear fuel storage and handling
- Tritium production, purification, and storage
- Hydrogen storage

核心設施包括：

- Shielded cells
- Glove box facilities
- Radiochemistry and analytical laboratories
- Remote system laboratories
- Engineering development laboratory
- High pressure test facility
- Atmospheric Technology Center
- Ultra low-level underground counting facility
- Advances fracture mechanics laboratory
- Primary standards laboratory
- Rapid fabrication facility
- Gamma irradiation facility
- Materials processing and fabrication laboratory
- Digital radiography facility

園區中另有艾肯市科技實驗室(Aiken County Technology Laboratory)，擁有廢棄

物處理實驗室(Waste treatment laboratories)及環境生化技術實驗室(Environmental biotechnology laboratories)等。由於 SRNL 主要任務在發展放射性廢棄物處理有關技術，對於環境與生物均須有能力控制與保護，因此衍生出環境科學與生物科技的發展需求，包括：地下水品質控制、田野調查與土地特性區分、特殊偵檢設備等。在生態系統的管理技術上，也具備水文地質與地質化學等分析能力，並能整合跨領域技術進行問題解決。SRNL 已建立豐富的資料庫，對於環境受污染物質經土壤擴散或蒸發，與地下水流動污染之模擬與應變，有能力實際控制與處理污染事件。

SRNL 近年也基於維護國土安全、能源安全與環境保護的趨勢，積極進行化石能源以外替代能源的研發。其發展重心在氫能、生質能、風能，與二氧化碳的封存等方面，同時也加強核能科技的研究。氫能方面，SRNL 成立氫能技術研究實驗室(Hydrogen Technology Research Laboratory)，有 50 年以上氫氣及其放射性同位素氚相關科技研究的經驗，投入資源進行氫氣的貯存、分離、製造，以及材料開發，並與國際車廠合作應用於交通工具。風能方面的發展，SRNL 重點在離島風機的研究，以外海的大面積佈植離島風機，才能產生經濟規模，目前也已和許多單位合作中。

美國核子武器生產及國家實驗室進行的各項反應器實驗，過程產生之放射性廢棄物，一部份會送至 SRNL 進行處理與處置。SRNL 內的高放射性廢棄物處理與處置設施，主要任務在處理核設施，包括生產與研發核子武器的設施、工廠與實驗室，產生的放射性廢棄物，因此化學程序、材料分析、核工、遙控系統、機器人、環境工程與管理、貯存設施等是其核心能力。

(二) SRNL 參訪過程

參訪行程於 8:30 搭乘 SRNL 接駁車從飯店啟程，約 30 分鐘車程抵達坐落在艾肯市的 SRNL，先至 Badge Office 辦理入廠區許可，由於技術與實驗室性質的敏感性，對於訪客的安全檢查也十分仔細，在 Badge Office 經過核對護照，及事前提出申請入廠區的文件，閱讀注意事項，才取得標註參訪日期及名稱的入廠區許可證，再通過隨身行李之安檢，確保無金屬攜入才完成入廠區之程序，接駁車也需通過軍方及警犬全車檢查，才能通行。全程由 Bob Bonnett 先生擔任導覽員，參訪行程如下表 2 安排，但該次導覽並無進入任何設施內參觀，僅有停留於已除役之 C Reactor 前面解說及拍照。

整個廠區、道路及平原是由英文數字命名及分區，在冷戰期間為保持機密性，其命名方式無規則，也無從得知該區域的設施為何。搭車導覽時，經過許多區域，包含 B、F、H、S、J 及 C-Area 等(現今已知各區域之功能，其分佈如圖 4 所示，但並非所有區域皆有參觀)，並介紹該些區域主要的設施及目前執行計畫，唯一下車停留之地為 C Reactor 設施前，由 Mike Serrato 先生講解 P Reactor 反應器之運轉及除役經過(因為 C Reactor 與 P Reactor 同型、相似度高)，經除役後之外觀剖面圖如圖 5 所示，其中圖 5(b)及(c)為 P Reactor 經過現場除役(ISD, In-Situ Decommissioning)前、後之比較，顯示水平面高度 0 ft 以下之空間都用輕質水泥漿(grout)填滿，煙囪及反應爐業已移除，並說明每 5 年須重新評估該設施之安全性。

參訪過程，團員詢問核種分離設施 F-Canyon 與 H Canyon 名稱之由來，Bob 答稱係因為廠房內部結構既長又深看起來貌似峽谷所以命名為 Canyon。另外，參訪過程，也看到蓋了一半而 DOE 決定不繼續蓋的 MOX fuel (Mixed Oxide fuel) 處理設施，由於 MOX fuel 已有多數之商用經驗，團員針對此設施與商用核能電廠 MOX 核燃料之關聯性提出詢問；美方答稱 SRNL 之 MOX 核燃料處理設施係由 AREVA 之關係企業承包，AREVA 是法國一家國有核能與可再生能源公司，AREVA(目前改名為 Orano)在法國之核能電廠有使用 MOX 核燃料之經驗，但是，美國所有商用核能電廠到目前為止並未曾使用 MOX 核燃料。

現場搭車導覽結束後，SRNL 安排午餐並同時進行討論，結束後全體公差人員於 SRNL 合影(如圖 6)，結束 SRS 的參訪。

表 2、參訪 SRNL 行程

Time	Event	Location
8:30	Check in / Badging *Process Guests through Alpha 8 *Walk to 703-41A Ellenton Room *8:45 SRS Overview *9:15 SRNL Overview *Escort Guests Back Through Badge Office	703-46A Badge Office 46, Aiken, SC 29803
9:00	Commercial Bus Arrives 703-46A Badge Office *Inspection of Commercial Bus *9:15 Inspection of Hand Carried Items as Guests Board Bus *9:30 Escort Bus Through Barricade 9	703-46A Badge Office
9:30	Begin Site Driving Tour with Bob Bonnett *A Area: Savannah River National Laboratory / Savannah River Ecology Laboratory *M Area: Decontamination and Decommissioning (D&D) Activities / Clean-Up and Closure *F Area: F-Canyon / F Tank Farm *E Area: Low-level Waste Disposal Facilities *H Area: H Canyon / H Tank Farm *S Area: DWPF / Glass Waste Storage Buildings / Video *J Area: Salt Waste Processing Facility *Z Area: Saltstone Facility	Various
10:45	Arrive P-Area with Mike Serrato *Disembark for Poster Presentation *In-Situ Decommissioning and Demolition *11:15 Depart P-Area	P-Area
11:30	Arrive C-Area with Mike Serrato *Overview and Tour of C-Area *12:15 pm Depart C-Area	C-Area, 105-C
12:45	Arrive A-Area for Lunch *Guests Walk to 703-41A Ellenton Room *13:00 Lunch	A-Area, 703-41A
14:00	Arrive Badge Office *Collect Visitor Badges and Return to Badge Office *Tour Concludes	703-46A Badge Office

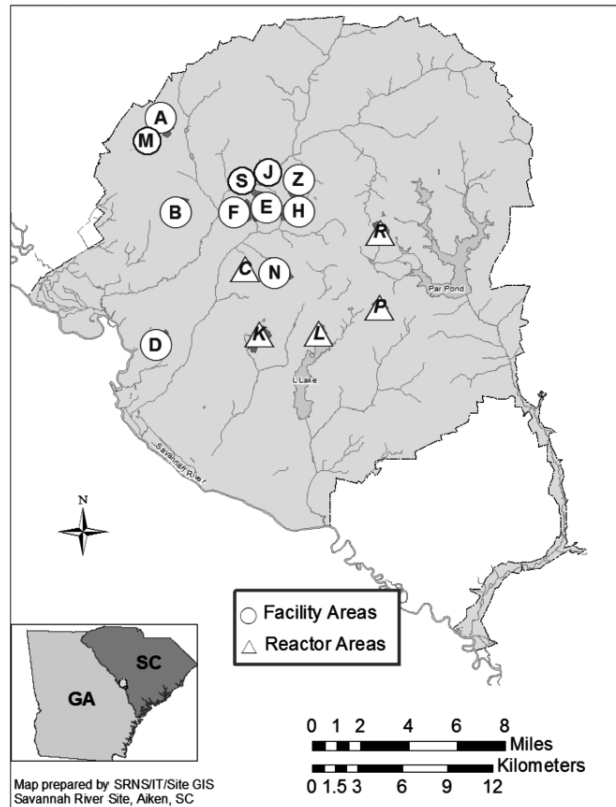
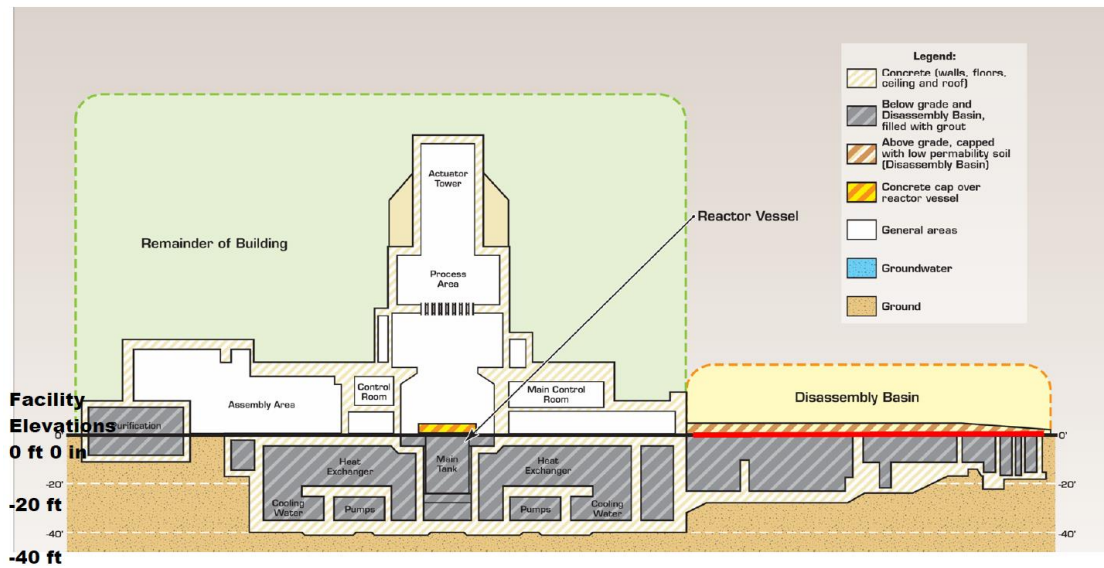


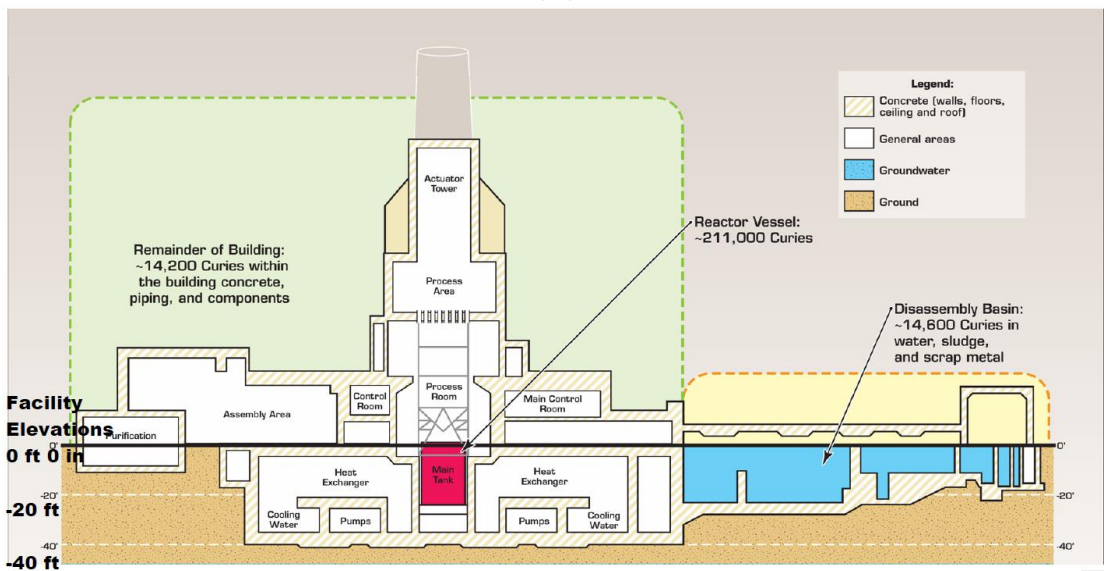
圖 4、Savannah River Site (SRS)位置及其對應之區域分佈；三角形為 reactor 位置，(C、K、L、P 及 R reactor)；圓形為其他設施地點(A 為 SRNL、M 為燃料製造廠(Fuel Fabrication Facility 已除役)、H 為 H-Canyon 及氚再處理設施(Tritium Reprocessing Facilities)、K 為 Pu 貯存設施(以前為 K reactor)。



(a)



(b)



(c)

圖 5、(a) P Reactor 外觀(與 R Reactor 相似)；(b)及(c)為 P Reactor 現場除役(ISD, In-Situ Decommissioning)前、後之剖面圖



圖 6、我方代表團於 Savannah River 國家實驗室合影

肆、心得與建議

- 一、台美會是本會與美國跨部會的合作交流平台，對於提升本會核安管制有重要貢獻，面對我國核電廠進入除役階段，應持續經由此機制，派員參與並加強合作與交流，強化核電廠運轉與除役安全管制作業。
- 二、美國能源部國家核子保安局 (DOE/NNSA) 主要負責輻射災害緊急應變，近年來多次來台辦理核子保安及 I-RAPTER-MPE 等相關訓練，確實協助我國建立與強化輻射災害應變機制與能量，並透過 2017 年臺北世界大學運動會，驗證本會輻應隊執行大型公眾活動輻射危害防範與應變之能耐，展現我國輻災整備與應變能量。在輻射災害緊急應變方面，期望繼續透過美國能源部國家核子保安局，來台辦理核物料實體防護、輻射彈應變、及輻災現場核鑑識等訓練，強化我國對於輻射災害之整備與應變機制；並期能透過雙方於核安演習觀摩、空中輻射偵測、核子保安資訊分享等工作項目的交流，持續精進我國輻射災害應變能量。
- 三、台美民用核能合作協定是台灣核能應用技術發展與美國互動與交流最重要的官方正式協定。就清大而言，目前在第一工作分組的項目中，CAMP 與 CSARP 的參與表現十分亮眼，出席技術會議的活動很多，出版 NUREG 報告也是名列前茅。比較新的是 RAMP，需要相關單位，如原能會或科技部，給予這方面更多資源，對未來的放射廢料處置與電廠除役工作，將有更正面的成效。至於第三工作分組內，直接由清大負責的三個項目(人員訪問訓練，中子研究，BNCT)，清大的參與一直都比較少，活動近乎停滯，建議清大原科院應該注意參與，確保跟美方幾個國家實驗室的良性積極的交流關係。
- 四、參與國際事務交流，是我國拓展國際空間、回饋國際社會，以及發揮外交軟實力的重要管道。雖然我國在參與政治性國際組織受對岸打壓，但對於科技性國際交流活動上，是有很大突破空間。就本會長久以來，與美方建立之台美民用核能合作會議平台，正是突破外交困境之最佳示範。惟國際事務合作事宜，非一蹴可及，須長期進行人才培育，方能累積經驗，使其深具國際觀，進而順遂推動合作業務。在本次國內代表團中，已有 1/3 比例年輕同仁參與，對於外交事務處理與核能科技經驗交流的品質提升，是非常有幫助的。未來仍應繼續鼓勵年輕同仁參與國際事務交流，

以達人才培育之效。

- 五、在台美民用核能合作議題設定上，主要還是以核能電廠安全管制與核廢料處理為主軸，但對國內輻射應用環境而言，目前已設置許多先進輻射設施(如質子治療設施、同步輻射設施)，惟就管制技術合作交流部分，目前仍無法尋求合適官方合作管道。建議本會可先從派員參與相關國際學術研討會，或透過美方專家學者來台出席研討會時機，建立接觸面，進而了解美方管制當局聯繫訊息，尋求交流管道建立之可行性，期能在台美民用核能合作上，拓展民生輻射應用合作交流新局。
- 六、台美民用核能合作會議辦理已連續長達 34 年，是我國與美國重要的核能合作活動，尤其目前國內核電廠將陸續進行除役，更須借重美國友邦深厚的除污技術能量，做好核電廠除役計畫。因此建議台電公司作為國內核電廠除役計畫的執行單位，仍依秉持過往的交流合作態度，甚至更應積極參與相關國際活動，以學習國外經驗，提昇除役作業品質，不應缺席台美民用核能合作會議的重要國際合作管道。

伍、附錄

附錄一、2018 年台美民用核能合作會議與會人員名單及所屬單位

台方與會人員名單及所屬單位

No.	Name	Affiliation	Title
1	Chung-Der Wang	Department of Planning, Atomic Energy Council	Director General
2	Hung-Chih Lai	Department of Planning, Atomic Energy Council	Section Chief
3	Ming-Zhe Wu	Department of Planning, Atomic Energy Council	Associate Researcher
4	Jec-Kong Gone	Department of Nuclear Regulation, Atomic Energy Council	Senior Specialist & Section Chief
5	Fu-Hao Yu	Department of Nuclear Regulation, Atomic Energy Council	Associate Technical Specialist
6	Hsi-Mei Kao	Department of Radiation Protection, Atomic Energy Council	Deputy Director General
7	Chin-Hsien Tsai	Department of Radiation Protection, Atomic Energy Council	Section Chief
8	June-Yuan Huang	Department of Nuclear Technology, Atomic Energy Council	Deputy Director General
9	Chia-Lin Lai	Department of Nuclear Technology, Atomic Energy Council	Associate Technical Specialist
10	Wen-Chuan Chen	Fuel Cycle and Materials Administration, Atomic Energy Council	Deputy Director General
11	Lih-Yih Liao	Institute of Nuclear Energy Research (INER), Atomic Energy Council	Researcher & Director
12	Jyh-Der Lin	Institute of Nuclear Energy Research (INER), Atomic Energy Council	Researcher & Deputy Division Director
13	Lun-Hui Lee	Institute of Nuclear Energy Research (INER), Atomic Energy Council	Associate Researcher & Deputy Division Director
14	Hsien-Ming Hsiao	Institute of Nuclear Energy Research (INER), Atomic Energy Council	Associate Researcher
15	Wan-I Kuo	Institute of Nuclear Energy Research (INER), Atomic Energy Council	Assistant Engineer

16	Ling-Huan Chiao	Science and Technology Division, TECRO	Deputy Director
17	Chunkuan Shih	Institute of Nuclear Engineering and Science, National Tsing-Hua University	Professor Emeritus

美方與會人員名單及所屬單位

No.	Name	Affiliation	Title
1	Alex Burkhart	U.S. Department of State / NESS	Head of Delegation
2	Kyler Turner	U.S. Department of State / NESS	Delegate
3	Jonathan Parker	U.S. Department of State / NESS	Delegate
4	Loren Friedel	U.S. Department of Energy / NE	Delegate
5	Paul Dickman	DOE / Argonne National Laboratory	Delegate
6	Kevin McMahon	DOE / Sandia National Laboratory	Delegate
7	Jason Padilla	DOE / Sandia National Laboratory	Delegate
8	Mary Jane Ross-Lee	U.S. Nuclear Regulatory Commission	Delegate
9	Maureen Conley	U.S. Nuclear Regulatory Commission	Delegate
10	Robert Rudich	National Nuclear Security Administration	Delegate
11	Ann Heinrich	National Nuclear Security Administration	Delegate
12	Jill Zubarev	National Nuclear Security Administration	Delegate
13	Jared (Kirk) Czap	National Nuclear	Delegate

		Security Administration	
14	Charley Yu	DOE / Argonne National Laboratory	Delegate

附錄二、2018 年台美民用核能合作會議議程

Agenda for 2018 AIT-TECRO Joint Standing Committee Meeting on Civil Nuclear Cooperation Savannah River National Laboratory November 5-7, 2018

November 5: Plenary

<u>Time</u>	<u>Event</u>	<u>Location</u>
8:30 - 9:00	Meeting Check-in	227 Gateway Drive, Aiken, SC 29802
9:00 - 9:45	Opening Remarks <ol style="list-style-type: none"> 1. SRNL - <i>Sharon Marra, SRNL Deputy Lab Director</i> 2. AEC - <i>Chung-Der Wang, Director General, Department of Planning, AEC</i> 3. AIT - <i>Dr. Alex Burkart, Senior Advisor for Nuclear Energy, DOS</i> 	CR 201
9:45 - 10:00	Break	
10:00 - 12:30	Presentations (30 min each) <ol style="list-style-type: none"> 1. DOE/NE Presentation - Overview and International Engagements, Loren Friedel, DOE/NE 2. AEC Presentation - Update of Atomic Energy Council's Activities, Ming-Zhe Wu, Associate Researcher, Department of Planning, AEC 3. DOE Presentation - U.S. DOE Spent Nuclear Fuel Storage and Transportations R&D Activities, Kevin McMahon, Manager, Nuclear Waste Disposal Research and Analysis, SNL 4. SRNL Presentation - D&D Innovative Solutions, Mike Serrato, SRNL 5. INER Presentation - Update of Current Major Research Activities at INER and Path Forward, Hsien-Ming Hsiao, Associate Researcher, INER 	CR 201
12:30 - 13:40	Lunch	CR 201
13:40 - 14:40	Presentations (30 min each) <ol style="list-style-type: none"> 1. NRC Presentation - Regulatory Updates, Mary-Jane Ross Lee, Deputy Director, Division of Licensing Projects, Office of Nuclear Reactor Regulation, NRC 2. AEC Presentation - Update of Safety Regulations on Operating and Decommissioning 	CR 201

	NPPs in Taiwan, Jec-Kong Gone, Section Chief, Department of Nuclear Regulation, AEC	
14:40 - 15:00	Break	
15:00 - 16:15	Presentations (25 min each) <ol style="list-style-type: none"> 1. TECRO Presentation - NUREG/IA Reports Contributed by NTHU in 2018, Chunkuan Shih, Professor Emeritus, Institute of Nuclear Engineering and Science, NTHU 2. NNSA Presentation - Emergency Response, Jason Padilla, 3. AEC Presentation - Overview of Current Nuclear Emergency and Response Mechanism on Public Protection Actions, Chia-Lin Lai, Associate Technical Specialist, Department of Nuclear Technology, AEC 4. NNSA Presentation - Risk and the Economic Impacts of a Radiological Dispersal Device (RDD), Robert Rudich 	CR 201
16:15 - 16:55	Working Group Discussions	
	Group 1: Reactor Regulation and Regulatory Research Co-Chairs: Mary Jane Ross-Lee, Deputy Director, Division of Licensing Projects, Office of Nuclear Reactor Regulation, NRC Jec-Kong Gone, Section Chief, Department of Nuclear Regulation, AEC	CR 201
	Group 2: Waste Management and Environmental Restoration Co-Chairs: Kevin McMahon, Manager, Nuclear Waste Disposal Research and Analysis, SNL Wen-Chuan Chen, Deputy Director General, Fuel Cycle and Materials Administration, AEC	CR 113
	Group 3: Nuclear Science, Technology and Safeguards Co-Chairs: Robert Rudich, NNSA Jyh-Der Lin, Researcher & Director, INER	CR 116

	Group 4: Emergency Management Co-Chairs: Jason Padilla, SNL Kirk Czap, Emergency Management Specialist, Office of Nuclear Incident Policy and Cooperation, NNSA June-Yuan Huang, Deputy Director General, Department of Nuclear Technology, AEC	1 st Floor Office
16:55	Closing	
18:00	TECRO Hosted Dinner at Red Bowl	2645 Whiskey Road, Aiken, SC

November 6: Technical Working Group Sections

<u>Time</u>	<u>Event</u>	<u>Location</u>
8:35	Group Photo	227 Gateway Drive, Aiken, SC 29802
8:35 - 10:40	Working Group Discussions	
	Group 1: Reactor Regulation and Regulatory Research Co-Chairs: Mary Jane Ross-Lee, Deputy Director, Division of Licensing Projects, Office of Nuclear Reactor Regulation NRC Jec-Kong Gone, Section Chief, Department of Nuclear Regulation, AEC	CR 201
	Group 2: Waste Management and Environmental Restoration Co-Chairs: Kevin McMahon, Manager, Nuclear Waste Disposal Research and Analysis, SNL Wen-Chuan Chen, Deputy Director General, Fuel Cycle and Materials Administration, AEC	CR 113
	Group 3: Nuclear Science, Technology and Safeguards Co-Chairs: Robert Rudich, NNSA Jyh-Der Lin, Researcher & Director, INER	CR 116

	Group 4: Emergency Management Co-Chairs: Jason Padilla, SNL Kirk Czap, Emergency Management Specialist, Office of Nuclear Incident Policy and Cooperation, NNSA June-Yuan Huang, Deputy Director General, Department of Nuclear Technology, AEC	1 st Floor Office
10:40 - 10:50	Break	
10:50 - 12:00	Continued Working Group Discussions	Various
12:00 - 13:00	Lunch	CR 201
13:00 - 14:00	Continued Working Group Discussions	Various
14:00 - 16:00	Summary of Working Groups and Signature of Summaries Closing Remarks	CR 201
18:00	AIT Hosted Dinner at Newberry Hall	Anderson Room 117 Newberry St SW, Aiken, SC 29801

November 7: Savannah River National Lab Facility Tour

<u>Time</u>	<u>Event</u>	<u>Location</u>
8:30	Check in / Badging *Process Guests through Alpha 8 *Walk to 703-41A Ellenton Room *8:45 SRS Overview *9:15 SRNL Overview *Escort Guests Back Through Badge Office	703-46A Badge Office 46, Aiken, SC 29803
9:00	Commercial Bus Arrives 703-46A Badge Office *Inspection of Commercial Bus *9:15 Inspection of Hand Carried Items as Guests Board Bus *9:30 Escort Bus Through Barricade 9	703-46A Badge Office
9:30	Begin Site Driving Tour with Bob Bonnett *A Area: Savannah River National Laboratory / Savannah River Ecology Laboratory *M Area: Decontamination and Decommissioning (D&D) Activities / Clean-Up and Closure *F Area: F-Canyon / F Tank Farm	Various

	<p>*E Area: Low-level Waste Disposal Facilities</p> <p>*H Area: H Canyon / H Tank Farm</p> <p>*S Area: DWPF / Glass Waste Storage Buildings / Video</p> <p>*J Area: Salt Waste Processing Facility</p> <p>*Z Area: Saltstone Facility</p>	
10:45	<p>Arrive P-Area with Mike Serrato</p> <p>*Disembark for Poster Presentation</p> <p>*In-Situ Decommissioning and Demolition</p> <p>*11:15 Depart P-Area</p>	P-Area
11:30	<p>Arrive C-Area with Mike Serrato</p> <p>*Overview and Tour of C-Area</p> <p>*12:15 pm Depart C-Area</p>	C-Area, 105-C
12:45	<p>Arrive A-Area for Lunch</p> <p>*Guests Walk to 703-41A Ellenton Room</p> <p>*13:00 Lunch</p>	A-Area, 703-41A
14:00	<p>Arrive Badge Office</p> <p>*Collect Visitor Badges and Return to Badge Office</p> <p>*Tour Concludes</p>	703-46A Badge Office

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, Working Group I has 19 ongoing items of mutual cooperation. The next AEC/NRC bilateral technical meeting will be held in Washington, DC, in 2019, and both sides will discuss the exact dates in the coming months.

Commitments

1. The NRC and AEC will continue cooperation in the CSARP programs. INER would propose to invite Sandia National Lab. (SNL) experts to hold a MELCOR training course in Taiwan in 2019.
2. The AEC will continue discuss with the NRC on the 2019-2021 RAMP agreement and provide monetary contribution after the implementing agreement enter into force.
3. The AEC and NRC will continue to exchange information on the regulatory decision-making for reevaluated flooding and seismic hazards related to NTTF 2.1 activities.
4. AEC proposed to exchange general information on the digital I&C including rule-making and lessons learned from both sides and transition from RES to NRR (SMEs) and NMSS (rulemaking office)
5. The AEC and NRC will exchange information on the PSA technical adequacy issues, including the revision of RG 1.200 and RG 1.174.
6. AEC will invite NRC to observe the 2019 nuclear emergency exercise at Maanshan Nuclear Power Plant in southern Taiwan.
7. AEC plans to continue sending two inspectors to attend the training courses at TTC, Professional Development Center, or other appropriate locations and visit NRC regional office and headquarters in 2019.
8. AEC and NRC will continue sharing information related to nuclear security regulation.
9. AEC proposes to focus future technical exchanges on publicly available information relating to the technical issues associated with the probabilistic approach for assessment of spent fuel pool and dry cask storage risk for the full scope site Level 3 PRA project.
10. The NRC will share with AEC the SER of WCAP-17788 (GSI-191) when available.
11. AEC Chairman welcomes the possibility for NRC Chairman and Commissioners to pay a visit to Taiwan upon traveling to East Asia.
12. The NRC and AEC will share the update information on updated seismic hazard assessments and regulations in 2019.
13. AEC will review Chinshan decommissioning aging management program submitted by Taipower in 2019. After finishing the review, AEC will share with NRC on significant aging issues.

14. AEC/DNR proposes to have two staff attending decommissioning related training courses held in the USA, and have a site visit to one or two decommissioning nuclear power plants afterwards. NRC is evaluating the request.
15. AEC will keep NRC informed of the Lungmen NPP's status and development in 2019.
16. AEC/DNR proposes to invite experts from Argonne National Laboratory to share information on RESRAD codes.

Approved:



Mary Jane Ross-Lee

AIT Representative

Date: November 6, 2018



Jec Kong Gane

TECRO Representative

Date: November 6, 2018

(二) 第二分組

Discussion Summary of Working Group II
Waste Management and Environmental Restoration
TECRO-AIT JSC Meeting on Civil Nuclear Cooperation
November 5-6, 2018

Number of items discussed	17
Closed items	0
New items	1
Merged items	0
Number of working items	17

1. **Closed items:** 0
2. **New items:** 1, AE-TP-DE-G38, "Radiological Assessment of High Level Waste and Spent Nuclear Fuel"
3. **Merged items:** 0
4. **Commitments:**

TECRO appreciates the assistance of AIT. Many of the cooperative items have been progressing successfully. Following detailed discussions, both sides agreed to keep 17 items going.

G23: FCMA proposes to invite 2 NRC experts holding a workshop in Oct. 2019.

G33: TECRO will convey the technical details of the project to the IAEA.

G34: FCMA is revising the Chinese version of the National Report. It will be finished by the end of 2019.

G35: INER continues to assess BPCC as a candidate method for WBR's safeguards, which may request LANL assistance as appropriate.

G36: No planned activity for 2019 but keep open in the event assistance is needed.

G37: Paul Dickman will provide contact personnel from ANL to TECRO for further information exchange.

G38 (New Item): AIT and TECRO confirms cooperation on linking RESRAD-OFFSITE and HYDROGEOCHEM codes for radiological assessment of disposal of high level waste and spent nuclear fuel. Prof. Yeh (National Central University (NCU)) will discuss with Dr. Charley Yu about linking these two codes in detail.

J2: To facilitate the management of decommissioning waste, FCMA hopes that NRC could consider the possibility to arrange an on-the-job training at certain decommissioning NPPs in 2019.

J4: INER begins to perform Dry Storage Pit cleanup engineering in 2019. TRR decommissioning will produce graphite waste. The INER proposes to continue information exchange with ORNL and PNNL on the graphite waste of D&D.

U3: INER expects that a subsequent arrangement of "Irradiated Fuels and Materials Research Program from 2020 to 2026" will be drafted and proposed for approval before the end of the current research program.

X1: TPC requests for information on the topics about the management of spent ion-exchange resins (SIR) in U.S., information including but not limited to the treatment, stabilization, interim storage, disposal of SIR and specific container for SIR storage and disposal. TECRO contacted Dr. Yifeng Wang on Oc. 2018 at SNL and are awaiting response. McMahon will follow up with Dr. Wang.

DD12: TPC appreciated to get the report of 2017 survey of public perception of nuclear facilities committed by Kevin McMahon. TPC would like to learn from the DOE any good example of successful public participation which has contributed to the execution of public affairs.

DD 19: TPC and INER will visit Sandia National Laboratories (SNL) in December 2018, to discuss the strategies of integration of numerical models and their applications. SNL accepted with the date of Dec. 4-5, 2018.

DD27: INER requests to share experience and treatment processes of a pressure excursion that resulted in the breach of the drum lid, which happened on April 11, 2018 in Accelerated Retrieval Project V facility of the Department of Energy's Radioactive Waste Management Complex (RWMC).

DD28: INER requests information related to soil remediation at Hanford or the Columbia River from PNNL for activities similar to the remediation needs of INER. Hsien-Ming-Hsiao will provide a detailed request. Dawn Wellman and Hsien-Ming Hsiao were assigned as contact personnel.

DD29: INER staffs plan to attend the ESCP spring meeting and UPMC in 2019. Ms. Sylvia Saltzstein of SNL is put in contact with Taiwan attendees of ESCP for further and future storage collaboration.

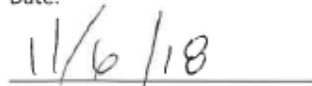
DD30: Coordinator was changed to Alex Burkart, DOS.

Approved:



Kevin McMahon
AIT Representative

Date:



Wen-Chuan Chen
TECRO Representative

Date:



(三) 第三分組

Discussion Summary of Working Group III
Nuclear Science, Technology, Security, and Safeguards
TECRO-AIT Meeting of the Joint Standing Committee on Civil Nuclear Cooperation
November 5-7, 2018

Number of items discussed	21
Closed items	0
New items	1
Moved items	0
Merged items	0
Number of working items after the meeting	22

1. New items:
 - **RM-XX-IIX, AEC proposes to add a new item "Radiochemistry Analysis Method Proficiency Testing and Training"** and AIT will attempt to consult with EPA on possibility of cooperation.
2. Highlights:
 - **AE-NR-D59, "Radiation Protection Training Program"**
Radiation protection related to public exposure and environmental impact, especially nuclear power plant decommissioning, there has been an increasing concern for the public. AEC propose this item to be kept ongoing, for further information/experience exchange in the future.
 - **AE-IN-NR-D64, "Radiation Protection Technical and Regulatory Information Exchange"**
AIT and TECRO will seek future opportunities in 2019.
 - **IN-OR-I7, "Production and Evaluation of Isotopes and New Radiopharmaceuticals."**
 - (1) INER had submitted the IND application of ⁶⁸Ga-NOTA-HL to the FDA and was approved in Jan. 2018. The clinical trial will be initiated in late 2018 or in 2019.
 - (2) INER seeks opportunities to have contact with the experts for further collaboration and to establish C-14 related radiolabeling, synthesis, and metabolite profiling techniques.
 - **IN-DE-I14, "Information Exchange of Certification, Quality Control and Licensing Procedure of Radiopharmaceutical."**
INER will establish the long-term cooperative channel with experts and facilitate the development of radiopharmaceuticals.
 - **IN-DE-I19, "Cooperative Programs on the Development and Improvement of Nuclear-Imaging Instrumentation Associated Technology."**
The short-term goal of this subject has been achieved. No planned activities for 2019 but keep open in the event assistance is needed.
 - **TU-DE-Y3, "Explore opportunities related to DOE Engineering Innovation Hub for Modeling and Simulation Program."**
AIT and TECRO will seek future opportunities in 2019.
 - **TU-DE-Y4, "Formation of New Partnership INL/NTHU/INER/NBL for Education and Training in Nuclear Science and Technology."**
FRAPCON/FRAPTRAN is in use at NTHU and the license will be submitted for renewal periodically.
 - **AE-NR-Z9, "Response and Management of Radioactive Material Events"**
AIT and TECRO will seek future opportunities in 2019.
 - **TU-AN-CC1, "Neutron Research at Research Reactors and Spallation Sources."**
NTHU and other Taiwanese scientists will continue to pursue/submit proposals for beam time at the neutron facilities in US, doing neutron scattering experiments.
 - **AE-DE-EE2, "International Training Course on Physical Protection."**
TECRO will send two representatives to attend ITC-28 in 2019.
 - **AE-DE-EE3, "Nuclear Export Control Training."**
Under the sponsorship of the EXBS program of the Department of State (US), two events were

Discussion Summary of Working Group III – TECRO-AIT 2018 JSCCNC Meeting

held in 2018. Workshop with Taiwan Customs on Customs Codes/Export Control List number correlation, use of trade data in risk assessment, and developing strategic community fingerprints will be held in January.

- **AE-DE-EE5, "Radioactive source security cooperation."**
AEC and NNSA held the workshop on "Risk Reduction Strategies for the Security of Radioactive Cesium-137" in Taipei in 2018. AIT and TECRO will exchange information on Cesium irradiators in 2019.
- **AE-DE-EE6, "Physical Protection Consultations."**
AIT and TECRO will consult on the possibility of scheduling physical protection visit during 2019.
- **AE-DE-EE7, "Training in Implementation of PP Standards and Guidance."**
AEC appreciates DOE/NNSA sent three experts to conduct a Managing Cyber Risks training course in Taiwan. AEC proposes DOE/NNSA to provide a workshop related to Nuclear Security Table-top Exercise in 2019.
- **AE-AIT-FF1, "State Systems of Accounting and Control (SSAC)."**
TECRO plans to send two observers to attend SSAC course in 2019.
- **AE-AIT-FF2, "Cooperation in Safeguards Technology."**
INER plans to complete the collection and stabilization of TRR spent fuel debris.
- **AE-AIT-FF3, "Exchange of Information on Implementation of IAEA Safeguards and the Additional Protocol."**
Information on implementing safeguards will continue to be exchanged at JSCCNC 2019.
- **AE-AIT-FF4, "Inventory of U.S. obligated nuclear material in Taiwan."**
TECRO will submit annual inventory report of all materials in 2019.
- **TU-OR-HH1, "Design of Medical Therapy Facility for THOR."**
The 18th International Congress on Neutron Capture Therapy (ICNCT-18) was held in Taipei in 2018. NTHU welcomes information exchange and possible collaborations with researchers in US in 2019.
- **RM-AIT-II 1, "Rapid analysis of radioactive Cesium level in sea water"**
AEC welcomes further cooperation and advanced training in this area.
- **RM-DE-II 2, "Radioactive Krypton and Xenon analysis technology"**
AEC and the Office of Nuclear Incident Policy & Cooperation agree to hold a conference call to discuss opportunities for cooperation and engagement.

Approved:



Robert Rudich, DOE/NNSA
AIT Representative
Date: 11/6/2018



Jyh-Der Lin, INER
TECRO Representative
Date: 11/6/2018

(四) 第四分組

**Discussion Summary of Working Group IV
Emergency Management**

TECRO-AIT Meeting of Joint Standing Committee on Civil Nuclear Cooperation
November 5-7, 2018

Number of items discussed	6
Closed items/ New items/ Moved items	0
Number of working items after the meeting	6

Commitments

- **AE-DE-F27, "Emergency Management"**
 1. AEC requests a Counter-RDD training course conducted by NNSA in 2019.
 2. AEC will invite NNSA to observe the nuclear emergency exercise at Maanshan Nuclear Power Plant in 2019.
- **AE-DE-F28, " Atmospheric Plume Modeling"**
 3. AEC has obtained the license of TurboFRMAC from SNL in 2018. AEC will practice to familiarize with the application of TurboFRMAC. AEC will provide the feedback to NNSA if needed.
- **AE-DE-F37, "Emergency Assistance"**
 4. AEC's Nuclear Safety Duty Center will continue to make communication tests through fax and email with NNSA's Forrestal Watch Office every six months.
- **AE-DE-F38, "Aerial and Other Detection Techniques"**
 5. AEC welcomes further cooperation and advanced training in this area.
 6. AEC inquires NNSA regarding to offer a training course focusing on updated version of AVID and data processing held at Taiwan.
 7. NNSA will invite AEC to attend I-AMS workshop on developing of training and exercise in Las Vegas in March-April, 2019.
- **AE-DE-F39, "Nuclear Forensics Initiative"**
 8. AEC will inquire about the possibility of training on Nuclear Forensics in 2019. AEC is specifically interested in crime scene management for RDD.
- **RM-DE-EE8, "Information Exchange on Megaports Initiative"**
 9. AEC welcomes further cooperation and advanced training about secondary inspection techniques.
 10. NNSA will work on further cooperative engagements pertaining to AEC increasing technical reach back capabilities to the Megaports system.
- AEC will continue to jointly engage in activities with NNSA to strengthen emergency management and response to nuclear events.

Approved:


Jared Kirk Czap
AIT Representative
Date: 2018.11.06


June-Yuan Huang
TECRO Representative
Date: 2018.11.06