

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)

赴美國參與
台美雙邊核能安全管理技術交流會議
暨觀摩 Southern Exposure 核子事故演習

服務機關：行政院原子能委員會

姓名職稱：核能技術處徐明德處長、賴佳琳技士
核能管制處李綺思副處長、何恭旻科長

派赴國家：美國

出國期間：104 年 7 月 13 日至 104 年 7 月 25 日

報告日期：104 年 9 月 25 日

摘要

我國與美國核能安全的交流合作向來是原子能委員會（原能會）的工作重點，自 2003 年起每年輪流在美國及台灣召開雙邊管制技術交流會議(Bilateral Technical Meeting, BTM)，由原能會與美國核能管制委員會（核管會，簡稱 NRC）輪流主辦，討論核能管制實務及分享管制經驗，並增進雙方之合作關係，進而達到提升國內核能安全之目的。2015 年原能會與 NRC 雙邊核安管制技術交流會議於 7 月 15-16 日假美國核管會總部舉行，台美雙方針對一年來之核能安全管制作為進行廣泛交流，包括：台美雙方近一年重要管制活動、除役電廠在緊急應變與保安方面的法規需求與視察標準、因應日本福島事件緊急應變強化措施、電廠運轉執照換發審查管制作業、核一廠燃料水棒斷開事件之安全管制作為、GSI-191 安全議題、電廠耐震餘裕評估與補強作業近況、龍門電廠封存議題、電力系統欠相議題之管制作為等，藉由管制資訊之充分交換與溝通，有效強化台美雙方之核安管制技術交流與合作，進而提升我國核能安全管制之廣度與深度。

除參加技術交流會議交換管制經驗及資訊外，亦於 NRC 官員陪同下參訪美國維吉尼亞州 North Anna 核能電廠，包括用過燃料乾式貯存設施、技術支援中心、主控制室、因應日本福島核災超越設計基準事故之新增救援設備與儲存設施等，參訪過程中 NRC 駐廠視察員亦參與討論，藉由了解美方核電廠業者的後福島實際改善作為、地震因應措施、緊急應變動員及新增設施建置的經驗，可對我國在因應核子事故緊急應變時之作業有所助益。此次行程也順道參訪了位於南卡羅萊納州哥倫比亞的 AVANTech 廢水處理公司，觀摩該公司產品如何應用於核能電廠放射性廢液之處理，後續可做為我國如何處理核能電廠放射性廢液之參考。

本次赴美另一項工作重點為觀摩由美國能源部國家核子保安總署(DOE/NNSA)所辦理之 Southern Exposure 核子事故演習，該演習為美國近 20 年來首次結合聯邦政府相關應變單位、地方政府與核電廠相互合作之大規模演習，觀摩重點為空中偵測作業系統、輻傷醫療處置、聯合應變中心、新聞作業中心、機動環境偵測實驗室等，藉由觀摩美方辦理大規模演習之經驗，可做為我國日後辦理核安演習之參考。

目 次

摘要	(頁碼)
壹、目的	4
貳、行程	5
參、工作紀要	6
肆、心得與建議	29
伍、附錄	31
附錄一、雙邊核安管制技術交流會議議程與參與人員	31
附錄二、Southern Exposue 核子事故演習日程表	33
附錄三、Southern Exposue 核子事故演習參演單位	35
附圖：	
附圖一、簽署 104 年台美雙邊核能安全管制技術交流會議決議	15
附圖二、與會人員於核管會總部前合照	15
附圖三、North Anna 核能電廠展示館與所展示之圍阻體牆	17
附圖四、用過燃料乾式貯存設施	18
附圖五、用過燃料乾式貯存設施外之保安措施	18
附圖六、救援設備儲存設施外觀	19
附圖七、日本福島核電廠事故後購置之救援設備	19
附圖八、全體人員於 North Anna 核能電廠展示館門口合影	20
附圖九、與電廠人員進行業務交流	20
附圖十、River Bend 核能電廠(位於路易斯安那州)之廢液處理系統	21
附圖十一、移動式緊急廢液處理設備	22
附圖十二、日本福島第一電廠廢液處理程序圖	23
附圖十三、與 AVAN Tech 人員合影	23
附圖十四、上圖為輻傷醫療處置過程；下圖為空中偵測系統直升機設備展示。	26
附圖十五、陸地輻射偵測取樣作業與設備	27
附圖十六、空中偵測系統飛行路徑與機艙內部	27
附表：	
附表一、赴美行程表	5

壹、目的

- 一、參加 104 年台美雙邊核能安全管制技術交流會議：台美雙方藉由每年一次異地舉辦之核能安全管制技術交流會議，分享以及討論雙方過去一年之重要核能安全管制議題，並檢討一年來雙方合作計畫執行狀況，商討未來所規劃之合作重點，以強化台美雙方核安管制資訊溝通平台。
- 二、瞭解美國核能電廠新增事故救援設備之購置、儲存與相關因應措施：參訪維吉尼亞州之 North Anna 核能電廠，藉由參訪了解美方核電廠業者的後福島實際改善作為、地震因應措施、緊急應變動員及新增設施建置的經驗，可做為我國因應核子事故之參考。
- 三、瞭解美國放射性廢液處理作業：參訪位於南卡羅萊納州之 AVANTech 汙水處理廠，該公司為一廢液處理設備之製造廠家，其產品廣泛使用於核能電廠放射性廢液之處理，並實際應用於日本福島第一核電廠所產生的大量放射性廢液。藉由交流討論與實際參訪，瞭解美國處理放射性廢液之經驗。
- 四、觀摩 Southern Exposure 核子事故演習：此次演習為美國近 20 年來首次結合聯邦政府相關應變單位、地方政府與核電廠相互合作之大規模演習，主辦單位為美國能源部國家核子保安總署(Department of Energy/National Nuclear Security Administration; DOE/NNSA)，觀摩重點為空中偵測作業系統、輻傷醫療處置、聯合應變中心、新聞作業中心、機動環境偵測實驗室等，可了解美國中央各應變單位的設備、應變處理流程、橫向連繫及演習規劃方式。

貳、行程

本會一行 4 人於 7 月 13 日自桃園機場出發，14 日抵達美國華府，並與台灣電力公司 2 人、本會派駐華府科技組副組長趙衛武博士會合。15-16 日全體人員(7 人)前往美國核管會(Nuclear Regulatory Commission, NRC)總部參與 2015 年台美雙邊核能安全管理技術交流會議，17 日參訪位於維吉尼亞州之 North Anna 核能電廠。18 日核管處李副處長先行返台，其餘一行人(6 人)於 19 日開車南下至南卡羅萊納州之哥倫比亞與佛羅倫斯，分別參訪 Anna Tech 廢水處理廠(20 日)與觀摩 Southern Exposure 核子事故演習(21-22 日)，行程詳如表 1。

表 1、赴美行程表

日期	行程內容	地點	備註
07/13-07/14 (一~二)	啟程 (台灣→華盛頓特區)	路程	徐明德、李綺思 何恭旻、賴佳琳
07/15-07/16 (三~四)	台美雙邊核能安全管理技術交流會議	華府 NRC 總部	徐明德、李綺思、趙衛武、 何恭旻、賴佳琳、台電公司 高起組長、曾文煌組長(全體 人員，共 7 人)
07/17 (五)	參訪 North Anna 核能電廠	North Anna 核能 電廠、華府	全體人員
07/18 (六)	資料整理與工作準備	華府	李綺思副處長先行返台
07/19 (日)	路程：華盛頓特區→ 哥倫比亞(南卡羅萊納州)	哥倫比亞 (南卡羅萊納州)	徐明德、趙衛武、何恭旻、 賴佳琳、台電公司高起組 長、曾文煌組長，共 6 人
07/20 (一)	參訪 AVAN Tech 廢水處理公司	路程：哥倫比亞 →佛羅倫斯 (南卡羅萊納州)	人員同上
07/21-07/22 (二~三)	Southern Exposure 核子事故演習觀摩	佛羅倫斯 (南卡羅萊納州)	人員同上
07/23-07/25 (四~六)	返程 (佛羅倫斯→華盛頓特區→台灣)	返程	人員同上

參、工作紀要

一、2015 年台美雙邊核能安全管制技術交流會議

本次會議於 7 月 15~16 日於核管會總部召開，我方由原子能委員會（以下簡稱原能會）核能技術處徐明德處長、核能管制處李副處長、核能管制處何恭旻科長、核能技術處賴佳琳技士、台電公司高起、曾文煌組長以及原能會派駐美國華府台北經濟文化代表處科技組趙衛武副組長等總計 7 位同仁出席。會議開始美國核能管制委員會（以下簡稱核管會）核子反應器管制署署長 Mr. William M. Dean 與會致歡迎詞，說明過去雙方長期的合作已建立良好之基礎，並特別提到原能會積極參加美方每年 3 月主辦的管制資訊會議，以及受邀在會議中發表台灣之管制經驗，此外，亦提出核管會近期重要之管制活動與面臨組織變革(如新反應器署將裁併至核子反應器管制署)與預算縮減之挑戰。核子反應器管制署署長能親自與會，顯示核管會對此次會議相當重視。之後美方由核能管制署安全系統處(Division of safety System)之處長 Tim McGinty 先生主持後續會議。議程詳如附錄一，美方邀請文件如附錄二。茲將會議討論重點事項敘述如下。

(一) AEC/NRC 近期管制活動(Recent Regulatory Activities) -美方/我方

本項議題首先由李副處長綺思說明原能會近期之重要管制績效與措施，包括運轉中核能電廠異常事件件數、跳機次數與違規案件數目等表現、國內耐震精進作業執行情形、因應日本福島相關強化措施執行情形、龍門電廠封存作業、電力系統欠相狀況之設計改善、運轉執照換發管制概況、核一廠燃料水棒連接桿斷開事件管制紀要、大修期間異物入侵事件之管制、104 年 4 月核三廠 2 號機輔助變壓器二次側電氣組件失火事件等。

接著由核管會 Tim McGinty 處長介紹美國核管會近期之管制活動，包括商轉中之核能機組所提之執照申請案件（包括運轉執照換發管制、功率提升申請案）、Watts Bar 電廠 2 號機運轉執照申請近況、美國申請採用性能式消防法規 NFPA 805 之核能電廠機組數目及審查情形與面臨之挑戰、用過燃料池臨界安全議題之進展、數位儀控系統修改之管制與先導型電廠(Diablo Canyon)之審查情形、2015 年 3 月管制資訊會議概要等。其中在採用性能式消防法規 NFPA 805 部分，目前共有 14 座電廠已正式經

美國核管會審查同意採用，有 13 座電廠申請案正在審查中，預期還有 2 座電廠會提出申請。NRC 必須在約 2 年內完成審查，同時每個申請案採用不同之分析方法或是需請提供補充說明之複雜度不同等，則是審查作業所獲得之經驗與必需面臨的挑戰。另外，有關用過燃料池臨界安全議題，主要是針對採用內置中子吸收板之用過燃料儲存格架，就其性能監測提出強化方案。美國核管會於去(103)年初提出之共通性通告(Generic Letter)草案，經公告請大眾提意見後，預定於今年 9 月正式發行，同時其正在審查美國核能協會(Nuclear Energy Institute, 簡稱 NEI)所提的 NEI 12-16 Rev. 1 之文件，預定在近期內會正式引用。此部分已請核管會將後續進展知會我方，以做為我國管制之參考。

(二) Regulation Requirements and Inspection Criteria for Decommissioned NPPS-美方

針對我方提出希望瞭解美國除役電廠在緊急應變與保安方面的法規需求與視察標準，核管會回應如下：

1. 在緊急應變方面，核管會之反應器視察方案依據(Reactor Oversight Program; ROP)由原本採行之 MC 2515 (“Light Water Reactor Inspection Program—Operations Phase”)更改為 MC 2561 (“Decommissioning Power Reactor Inspection Program”)；而緊急應變視察程序書則包括 IP 82401 (“Decommissioning Emergency Preparedness Scenario Review and Exercise Evaluation”)及 IP 82501 (“Decommissioning Emergency Preparedness Program Evaluation.”)等多份文件。現階段美方做法，所有永久停止運轉的核電廠業者，必須個案提出放寬緊急應變計畫中承諾事項的申請，在未獲得核管會核准放寬前，仍應符合緊急應變計畫中相關規範之規定。
2. 在核子保安方面，所有除役中電廠與運轉中電廠都必須遵守同樣的規範—10 CFR Part 73.55，法規內容是為了要確保所有用過核子燃料都受到妥善保護。除役中電廠雖然反應器已停止運作，但只要用過核子燃料尚在核電廠廠房內(例如核燃料儲存池)，即必須遵守 10 CFR Part 73.55 之規範，等到所有用過核子燃料被移出核電廠廠房(例如移入乾式儲存設施)，核子保安規範才會有所改變。

(三) NRC Incident Response Programs-美方

美國核能管制委員會(NRC)組織下有四個地區組織(Region I、II、III、IV)與各功能分組，各功能分組之名稱與任務如下：

- Base Team (BT)：負責地區應變事宜，與地方災害應變中心合作。平時傳達 NRC 所下達之任務，並在事故時回報即時情況。
- Executive Team (ET) and Executive Support Team (EST)：負責決策與執行。
- Reactor Safety Team (RST) and Fuel Cycle Safety Team (CST)：負責反應器與核物料的保護作業。
- Protective Measures Team (PMT)：負責劑量評估，並提供防護作業建議。
- Safeguards Team (ST)：負責核子保安。
- Federal Coordination Team (FCT)：負責與聯邦及相關部會的聯繫作業。
- Liaison Team (LT)：負責與議會、州及地方政府、各利害關係人的聯繫作業。
- Office of Public Affairs (OPA)：負責民眾溝通事務，召開記者會、資訊發布等作業。

除此之外，NRC 總部運轉中心 (Headquarter Operation Center)為一全年無休(24/7)的事件通報中心，隨時均有技術官員值班工作，本會之核安監管中心即參考該中心功能而設置。

(四) 後福島事件後我國輻災應變強化措施-我方

本項簡報旨在介紹原能會自後福島事件後所進行緊急應變方面之檢討和改善，首先介紹後福島事件後核能總體檢之執行與檢討，並介紹了緊急應變相關法規之修訂、緊急應變計畫區(Emergency Planning Zone)之擴大(5 公里→8 公里)、陸海空輻射偵測能力之建立與強化、增建環境輻射監測站等。接續說明緊急應變計畫區內民眾防護措施之規劃與整備，包括增建民眾預警系統、國家碘片儲存庫、修訂核子事故緊急應變工作平台、規劃接待學校與疏散路線，及核能電廠演習情境的調整等。核管會與會官員表示十分讚賞校園防災演練結合校外教學共同實施之作法，既可使學童熟悉疏散過程，又能有效資源整合併同進行校外活動。

(五) 核能一廠運轉執照換發審查管制作業(Chinshan License Renewal Activities)-我方

本項主要就國內核一廠之運轉執照換發申請管制作業與近況作一較詳細之介紹，內容涵蓋國內執照換發作業之相關法規要求、審查程序與審查小組組成、台電公司於 98 年提出申請以來之審查過程、審查過程所發現之重要議題等。其中亦說明審查期間台電公司分別因提出中幅度功率提昇申請案以及因應日本福島事故之總體檢強化而兩度申請暫停審查，以及申請重啟審查後原能會之管制措施，包括執行視察確認台電公司人員對換發申請相關老化管理方案與品保措施之備齊度與熟悉度，同時要求將因應日本福島事故之總體檢強化措施所新增之被動與長壽期之設備組件納入老化評估與管理內容，另亦成立獨立之專家聯席小組，將針對原能會未來撰寫之審查結論報告進行審閱，以作為本案准駁之參考。核管會對於原能會將因應日本福島事故之總體檢強化措施所新增之被動與長壽期之設備組件納入老化評估與管理內容乙項表示印象深刻，認為這是很好之作法。

(六) 核一廠燃料水棒斷開事件之安全管制作為(Fuel Assembly Structural Damage at Chinshan NPP)-我方

本項簡報內容係就核能一廠 1 號機於去(103)年 12 月大修期間所發生 1 束燃料水棒連接桿斷開事件，說明斷裂肇因之調查過程與研判結果、運轉安全評估、該次大修其餘 10 束燃料特別吊運規劃與燃料廠家所提燃料吊運作業指引之執行情形，以及原能會針對此次事件之管制作為等。會議中核管會官員亦說明針對此次燃料之經驗，其駐廠視察員有就採用同型燃料之核電廠，查證大修期間進行燃料吊運時執行燃料廠家所提燃料吊運作業指引之情形，目前並無其他進一步之管制措施。未來雙方將持續就此議題進一步分享彼此之管制經驗。

(七) Resolution of Generic Safety Issue 191–Effects of Debris on Long Term Cooling-美方

本項為核管會就美國對於通用安全議題 GSI 191 有關圍阻體內雜物可能堵塞安全補水系統之吸水口案之評估情形提出簡報，在壓水式核電廠之圍阻體集水池（SUMP）濾網評估部分，目前有 2/3 的電廠之濾網測試評估工作已獲得核管會審查認可，但仍有 1/3 電廠未獲同意，這些電廠正針對水頭損失及濾網旁通進行進一步測試與分析。而美國所有壓水式核電廠皆已完成濾網上游效應(Upstream Effects)的分析和爐心

外下游效應 (Downstream Ex-Vessel Effects) 的評估。至於爐心內 (In-Vessel) 下游效應分析方法目前則尚未定案，主要會依據 WCAP-16793 Revision 2 的規範進行，核管會並已於 2013 年 4 月同意，其中爐心內每一燃料束允許 15 克碎屑纖維量流過，惟業界認為此數值太過保守，為尋求更高允許限值而執行的新測試報告將於今(2015)年 7 月完成，核管會預計須 1 年的時間進行審查。針對 GSI-191 議題，核管會提出下列三個可接受的因應解決方式，其已將業界的承諾、可用的已開發和正在開發的導則，以及定論式評估和風險告知評估作為持照基準等納入考量。

選項 1：定論式 (Deterministic Resolution)：

針對較清潔且碎屑纖維量較少的電廠，可依照已核可的導則進行定論式評估，共有 18 個機組採用此選項作為 GSI-191 結案方法。目前已有 11 個機組已結案，包括新建 Watts Bar Unit 2；其他 3 個機組則已進入最後審查階段，4 個機組仍待提供爐心內補充資料。

選項 2A：定論式+碎屑允許量 (Deterministic Resolution with New In-Vessel Debris Limits)

業界試圖增加爐心內碎屑纖維流量以降低保守度，採用定論式評估方法進行分析，其將依前述新測試結果所得之每一燃料束允許碎屑纖維量，以及硼酸沉澱物納入考慮，有些電廠正進行引水槽試驗和其他更精確的改善措施，目前有 31 個機組選用選項 2A，預計 2 年內可結案。

選項 2B：風險通知方案 (RISK-INFORMED RESOLUTION)：

本選項係採用風險告知方法進行整廠評估，以確認碎屑纖維量造成之風險為可接受，目前由南德州電廠(STP)進行先導型計畫，將於 2015 年 7 月提交報告，有 16 部機組考慮選項 2B。

壓水式核電廠爐心內專題報告將涵蓋硼酸沉澱物議題，核管會亦執行內部分分析及委託其他機構執行 CFD(Computational fluid dynamics)分析，其主要目的在於決定其風險重要度，以投注適當資源，並於適當期間解決硼酸沉澱物議題。

在沸水式機組部分，目前正根據壓水式電廠的處理經驗進行評估，沸水式反應器業主組織(BWROG)應用風險資訊來證明相關議題為低風險度，針對化學效應及爐內碎屑則採測試與定論式方法進行評估。

在爐內下游效應部分，相較於壓水式核能電廠，沸水式核能電廠之碎屑會更快進入爐心，因此必須加以關注，目前規劃於今年針對奇異公司之燃料執行測試及熱水力分析以評估本議題；壓水式核能電廠目前普遍認為核管會所訂之爐心內碎屑限值太過保守，業者將執行測試及熱水力分析以提升特定機組限值，評估替代流徑，並評估碎屑對硼酸沉澱物的效應。

會議中，雙方同意未來將就此議題進一步分享彼此之管制作為與執行狀況。

(八) Status of FLEX Implementation-美方/我方

本項分別由核管會就美國核電廠於救援策略之概況 (Mitigating Strategies Overview)，以及台電公司就圍阻體排氣過濾系統與用過燃料池儀器強化之進度作一介紹。美國核電廠針對外部事件救援，要求採取 3 階段策略，以維持或恢復爐心冷卻、圍阻體完整性及用過燃料冷卻。第 1 階段使用固定設備救援，包括蓄電池、水源及蒸汽驅動泵浦；第 2 階段使用廠內移動式設備救援，儲存在廠內強固之儲存倉庫，業界並將電氣等接頭規格統一，以增加相互支援之互通性；第 3 階段由廠外區域應變中心提供移動式救援設備，全美國共設置 2 個區域應變中心，分別位於亞歷桑納洲的鳳凰城與田納西州的曼菲斯市 (Memphis)。核管會要求至 2016 年底，所有電廠均須符合此救援策略之要求。此外，其亦說明 Watts Bar 電廠於 2014 年 4 月成為第一個符合命令的電廠，核管會於 2015 年 3 月開始執行視察，至 2015 年 4 月止，已經有 6 個電廠符合救援策略要求。

在國內核電廠之圍阻體排氣過濾系統部分，台電公司說明工作要項之進度，核一、二、三廠將陸續於 2016~2018 年完成安裝。在用過燃料池水位儀器部分，核一、二、三廠 1 號機均已安裝完成，各廠二號機部分預定於 2016 年 6 月底前陸續安裝完成。

(九) 台灣核能電廠耐震餘裕評估與補強作業近況(Update on Seismic Margin Analysis of Taiwan's NPPs)-我方(台電公司)

本項簡報就原能會於 98 年起要求台電公司開始執行核電廠耐震精進作業，至去(103)年完成之耐震餘裕評估(Seismic Margin Assessment)與補強作業作一介紹。首先就國內執行核電廠耐震精進作業之緣由，再就耐震餘裕評估所採行與美國核電廠相同之

方法與執行要項，以及經評估後需補強之結構設備與補強情形進行說明。接著說明國內後續仍將參照核管會於日本福島電廠事故後對耐震再評估之要求持續進行地震風險評估(Seismic PRA)。核管會與會官員表示國內採行之作法與美國作法相當。

(十) Order EA-13-109, Mark I and Mark II Containment Flooding Scenarios-美方

美方簡報指出，NRC Order EA-12-050 規範中要求 Mark I/II 圍阻體需具備 reliable, hardened containment vents。並且 NRC Order EA-13-109 法規內要求 Mark I/II 圍阻體需具備嚴重事故時圍阻體排氣能力，在 Phase 1 時，必須具備 Wetwell 排氣能力，在 Phase 2 則需具備 Drywell 排氣能力，或維持水位低於 Wetwell vent 的策略。此外，NEI 13-02, Revision 1 及 EPRI Technical Basis for Severe Accident Mitigating Strategies (April 2015)皆提供了嚴重事故水量管理(SAWM)指引，以降低 Drywell 溫度，避免淹蓋 Wetwell vent，則可以不必安裝 Drywell vent。

(十一) Filtering Strategies Rulemaking-美方

NRC 於簡報中指出，Containment Protection and Release Reduction (CPRR)立法選項及處置，必須提供足夠範圍、細節及品質的資訊，以支持法規決策程序。目前於執行高階保守評估計算(High-Level Conservative Estimate Calculation)時，依下列假設評估所有 BWRs with Mark I & II containments 嚴重事故下圍阻體輻射外釋的風險：(1)採用最高的 ELAP 頻率值 (7.4×10^{-5} per year)；(2)採用最高的 conditional individual latent cancer fatality (ILCF)風險係數(2.23×10^{-3} given an initiating event)；(3)採用 FLEX 設備成功機率值 0.6 per demand following core melt。除此之外，不考慮 CPRR 替代方案效果，計算結果保守估計高值為 7×10^{-8} cancer fatalities per year，風險值非常低。2015 年 8 月 19 日 NRC 委員會發布 SRM - SECY-15-0085，NRC 委員會否決 Containment Protection and Release Reduction rulemaking 草案公開徵求意見的計畫；核准 SECY-15-0085 Alternative 1：執行 Order EA-13-109 之外，沒有額外立法行動。NRC 已決定不立法要求裝設事故後圍阻體排氣過濾系統。

(十二) 龍門電廠最新狀況與封存進度-我方(台電公司)

台電公司首先於簡報介紹龍門電廠目前背景狀況，行政院於 2014 年 4 月 28 日宣布龍門電廠一號機不施工、只安檢，安檢後封存，二號機全部停工；待公投後決定龍門電廠是否運轉。台電公司參考了日本、美國電廠封存經驗、製造廠家專家建議、EPRI 指引、龍門電廠程序書、以及 WANO-TC TSM 建議等，於 2014 年 9 月 1 日陳報本會龍門電廠封存計畫，並於 104 年 1 月 29 日核備。台電公司強調，龍門電廠封存是保留未來可靠及成本合理的能源選項，封存目的是保持設備可用，符合品保要求，為啓封後燃料裝填做準備。

在龍門電廠一號機 126 個系統中，30 個系統採乾式儲存(包括 2 個系統設備移除儲存)，2 個系統採溼式儲存，80 個系統保持正常運轉，14 個系統定期試轉；二號機 115 個系統中，全部採乾式儲存，其中 323 個設備組件移除至倉庫中儲存。目前兩個機組的封存準備工作已於 2015 年 6 月 30 日完成，將賡續陳報本會審查。

(十三) 電力系統欠相議題之管制作為(Regulatory Issues Related to Open Phase Conditions)-我方

電力系統欠相議題係美國核管會於 2012 年因核電廠發生供電至廠內緊要安全匯流排或一般非安全匯流排的廠外電力輸電系統組件故障，如絕緣礙子或開關場連接器故障，或是斷路器異常，而造成其中單相或 2 相喪失，但現有保護電驛設計可能無法偵測此一異常並自動將之隔離，引發緊要匯流排無法提供正常電力至下游安全設備之議題，因此核管會發布通告 Bulletin 2012-01，要求美國核電廠就此提出評估，並依評估結果採取必要之改善措施，包括必要之設計改善以及設計改善完成前之暫行措施。

本項陳述原能會對於核電廠電力系統因設備異常造成欠相狀況 (Open Phase Conditions) 議題之管制措施，包括要求電廠依照核管會發布之通告 Bulletin 2012-01 與其核能界對此議題之倡議(initiative)內容進行評估，並採行必要因應措施。再說明國內核電廠因應此議題所執行之影響評估與採行措施，包括評估結果與採行之加強監視與運轉人員訓練，以及後續設計改善措施等，並進行意見交換，美方認為國內之評估結果與措施內容與美國之情況相同。

(十四) 電力系統欠相議題-STAFF POSITIONS AND PATH FORWARD-美方

美方簡報先介紹此議題之背景，接著說明核管會之立場與電廠解決方案須符合之要件，其必須符合(1)單一故障準則：即使廠內電力系統單一故障，當發生欠相狀況時，非安全線路不能妨礙廠內電力系統執行其安全功能；(2)在各種電力系統組態及負載下，欠相狀況須能被自動偵測到且於主控制室產生警報；(3)若外電系統線路因發生欠相狀況而劣化，又同時發生設計基準事故時，電源須在安全分析時限內自動轉換至廠內其他電源受電，且不能動作任何保護裝置；(4)用於減緩欠相狀況的設備，其運轉規範偵測試驗要求及運轉限制條件，須與現行運轉規範之可用性要求一致。核管會並參與國際原子能總署為此議題所提安全報告(safety report)之計畫，以及美國電機電子工程師學會(IEEE)建立標準之工作小組。另核管會預定於今(104)年年底正式於標準審查計畫(Standard Review Plan)中發布其對欠相狀況技術立場 (Branch Technical Position)8-9。同時核管會官員已提出對此議題之暫時性管制立場 (Interim Enforcement Policy)初稿，要求業主提出承諾信函(Commitment letter)，說明將依工業界(NEI)所提倡議之時程解決欠相狀況及採行之因應措施，並進行詳細之個廠分析與提出相關分析文件，包括故障模式分析；以利核管會官員進行視察，並提出信函說明何時會完全解決此議題，以符合管制要求。核管會希望其委員會能於今年年底核准此一暫時性管制立場。另外，原規劃時程為於 2016 年年底完成設計修改，並得有 1 年之設備觀察期，於 2017 年底方正式啟用，以及完成終期安全分析報告之修改，但依美國核能協會 NEI 於今年 3 月提出之信函表示，各運轉中機組之改善措施須延後於 2018 年底完成。會議中亦就目前美國業界對本議題之監測與隔離系統之設計情形進行了解，核管會官員表示目前美國業界所進行設計修改係採數位系統，同時以多控道動作邏輯方式避免誤動作，至於是否須為安全等級部分，由於具有此類功能之設備為商業級，因此目前核管會仍與核能電廠討論中，可能會採取申請放寬管制 (relief)方式為之。未來雙方將就此議題之進展資訊分享給對方。

(十五) 本次會議結論及未來合作項目：

經雙方就各項議題進行熱烈討論後，本次會議結論與未來之持續合作項目如下：

1. 雙方將就 GSI-191 議題進一步分享彼此之管制作為與執行狀況，包括核管會將提供 "Clean Plant" 電廠之定義、壓水式反應器後續解決方案與沸水式電廠再評估之執行情形，我方將提供核三廠安裝新型過濾器之執行現況。
2. 核管會將就用過燃料池儲存格架中子吸收劑議題之後續進展資訊提供我方。
3. 我方將就核一廠運轉執照換發作業與燃料水棒之後續管制作為資訊提供核管會。
4. 核管會將提供其對超出設計基準事故時救援設備與策略(FLEX)之視察指引。
5. 未來雙方將就廠外電力系統欠相議題之進展資訊互相分享。
6. 核管會將提供 Watts Bar 電廠後續起動作業之相關資訊。
7. 我方將提供龍門電廠封存後續作業之相關資訊。



圖一、簽署 104 年台美雙邊核能安全管理技術交流會議決議



圖二、與會人員於核管會總部前合照

二、拜會 North Anna 核能電廠(North Anna Power Station)

此次於台美雙邊核安管制技術交流會議後，在核管會人員陪同下參訪 North Anna 核能電廠，此電廠位於維吉尼亞州的路易莎郡，與國內核能三廠相似，均為 3 迴路之壓水式反應器核電廠，兩部機組分別自 1978 年與 1980 年開始運轉。該核能電廠於 2003 年 3 月取得美國核能管制委員會(NRC)之許可延役 20 年，並於日本福島電廠事故後強化事故救援設備購置儲存及相關因應措施。此行參觀其展示館、用過燃料乾式貯存設施、技術支援中心、主控制室、因應日本福島核災及超越設計基準事故之現場設備、移動式設備儲存設施等，並就 2011 年 8 月核電廠鄰近區域發生地震，產生之地震加速度超出電廠耐震設計基準之影響與評估改善情形、因應日本福島核災及超越設計基準事故之應變措施與人員訓練等進行了解，核管會安排的行程與參與人員如下：

North Anna Power Station Tour NRC-Taiwan Meeting

0930 – 1400, July 17, 2015

AGENDA

- 0930 Arrive at North Anna Nuclear Information Center (NANIC)-Badging
- 1000 Spent Fuel Storage Tour
- 1020 FLEX Dome Tour
- 1100 License Renewal/Aging Management – TSB-1A
- 1145 TSB-1A Conference Room for Working Lunch and Roundtable Discussion
- 1230 Inside Plant Tour - Issue PPE in the Conference Room
 - Unit 2 Control Room, Seismic Panel, FLEX connections
- 1400 Staff Departs North Anna

Participants List

NRC

Emily Larson, International Relations Specialist, Office of International Programs
Chi-Szu Lee, Deputy Director, Department of Nuclear Regulation, Atomic Energy Council
Ming-Te Hsu, Director, Department of Nuclear Technology, Atomic Energy Council
Gong-Min Ho, Section Chief, Department of Nuclear Regulation, Atomic Energy Council
Chia-Lin Lai, Associate Technical Specialist, Department of Nuclear Technology, Atomic Energy Council
Chi Kao, Section Chief, Department of Nuclear Generation, Taiwan Power Company
Wen-Huang Tseng, Section Chief, Department of Nuclear Generation, Taiwan Power Company
Wei-Wu Chao, Deputy Director, Science and Technology Division, Taipei Economic and Cultural Representative Office in the U.S.
Greg Kolcum, Senior Resident Inspector
Gwynne Skaggs-Ryan, Resident Inspector

Dominion

Eric Hendrixson, Director Engineering
Page Kemp, Supervisor Licensing
Mike Bourdeau, License Renewal Coordinator
Michael Whalen, Technical Advisor, Station Licensing

(一) North Anna 核能電廠展示館(Nuclear Information Center)

抵達核電廠後，先安排參觀其展示館，館內設施主要提供中學生及社區民眾的學習機會，藉以充分了解核能電廠的發電原理、核能電廠的安全性，亦說明對地球碳排放降低之貢獻。相關設施多以互動式的設備呈現，包括有反應器模型的展示、運轉人員如何控制反應器功率、各種能源如何提供電力(包括腳踏車發電)。其中並有核能電廠圍阻體牆的模型展示(如照片)等。



圖三、North Anna 核能電廠展示館與所展示之圍阻體牆

(二) 用過燃料乾式貯存設施

North Anna 電廠之乾式貯存設施有兩區，第一區在 1998 年 7 月開始使用，以垂直方式存放，每個貯存容器直徑 8 呎、高 16 呎，可存放 32 個燃料束，存滿後總重量為 115 噸。第二區於 2007 年 12 月開始啟用，係以水平方式存放用過燃料乾式儲存設備，每個貯存容器直徑 6 呎、長 16 呎，每個貯存容器高 19 呎、寬 10 呎、長 21 呎(貯存容器外有 3 呎厚混凝土屏蔽)，可存放 32 個燃料束，每個貯存容器存滿後總重量為 50 噸。電廠亦說明在 2011 年 8 月地震中其垂直式貯存容器有水平移位，但均無傾倒；

另水平式貯存容器之混凝土亦有微量移位情形，但不影響其功能。該儲存設備外設有兩道鐵絲網藩籬，並設置有保安人力與路障，以阻絕非相關人士進入。



水平存放乾式儲存設備



垂直存放乾式儲存設備

圖四、用過燃料乾式貯存設施



兩道鐵絲網藩籬

平面道路路障

圖五、用過燃料乾式貯存設施外之保安措施

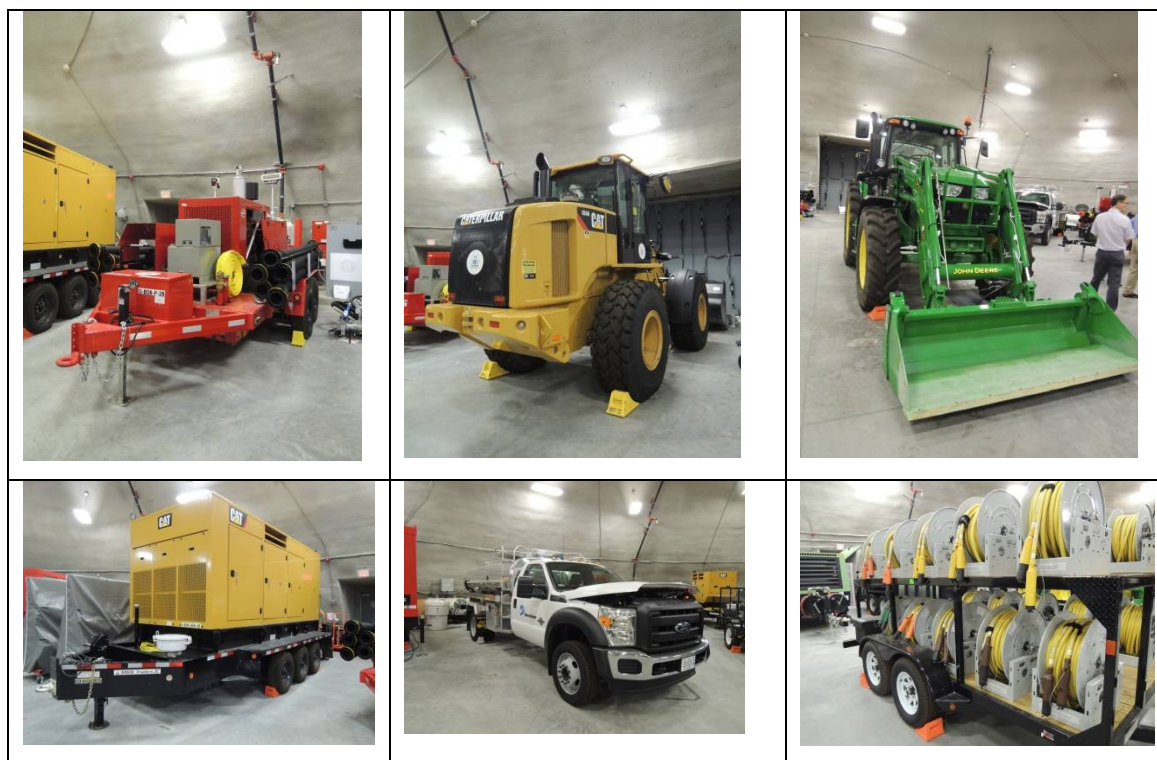
(三) 日本福島核電廠事故後強化措施與救援設備儲存設施

在日本福島核電廠事故後，我國與美國各核能電廠均已進行超越基準事故後相關因應措施與救援設備的整備作業，本次參訪特別就 North Anna 核能電廠之強化措施之人員訓練情形，以及救援設備之儲存設施與維護測試作業進行了解，核管會兩位駐廠視察員亦全程陪同。在人員熟習訓練方面，North Anna 核能電



圖六 救援設備儲存設施外觀

廠係利用每年演習，來演練相關人員對強化措施操作之熟練度，例如進行取水泵注入反應爐之配置演練等。在救援設備與現場配置部分，North Anna 核能電廠之移動式救援設備，如圖七所示的電源車、移動式發電機、消防相關設備、緊急補水泵、緊急照明車、緊急通訊車、障礙物清除車、蓄電池組、已有顏色標示之電纜電力接線...等等，均儲放於一可抵擋該區域天然災害，包括地震、颶風之圓頂狀(DOME)建築中(圖六)；其救援設備均有三套，並分區存放，同時考量至兩部機組之動線而設置有兩個出口，並訂有定期維護測試計畫，以驗證設備可用。



圖七、日本福島核電廠事故後購置之救援設備

電廠並安排參觀主控制室、技術支援中心及現場新增強化措施之硬體改善設備。在主控制室主要介紹其於 2011 年 8 月地震後所增設之新地震監測系統，該系統主要增設自由場(free field)之地震儀，並增加提供計算 Cumulative Accelerated Velocity 之能力(國內之地震儀均已有此設計)。在廠內緊急應變作業場所之技術支援中心部分，其主要提供電廠指揮官及其他運轉、維護、保健物理等主管以及幕僚之作業場所，並設有供核管會人員作業之獨立房間，惟該處所人員配置與場所空間均較國內為小，且相鄰於廠房，係較為特殊之處。此行也參觀其因應日本福島事故而於輔助飼水系統所增設之補水歧管以及電氣配電盤之移動式發電機接線箱，該接線箱採用不同顏色區別三相之接線端，配合亦有顏色標示之臨時電纜線與統一規格之快速接頭，可增加接線效率與避免接線錯誤，此防誤措施與國內核電廠所採相仿。



圖八、全體人員於 North Anna 核能電廠展示館入口合影



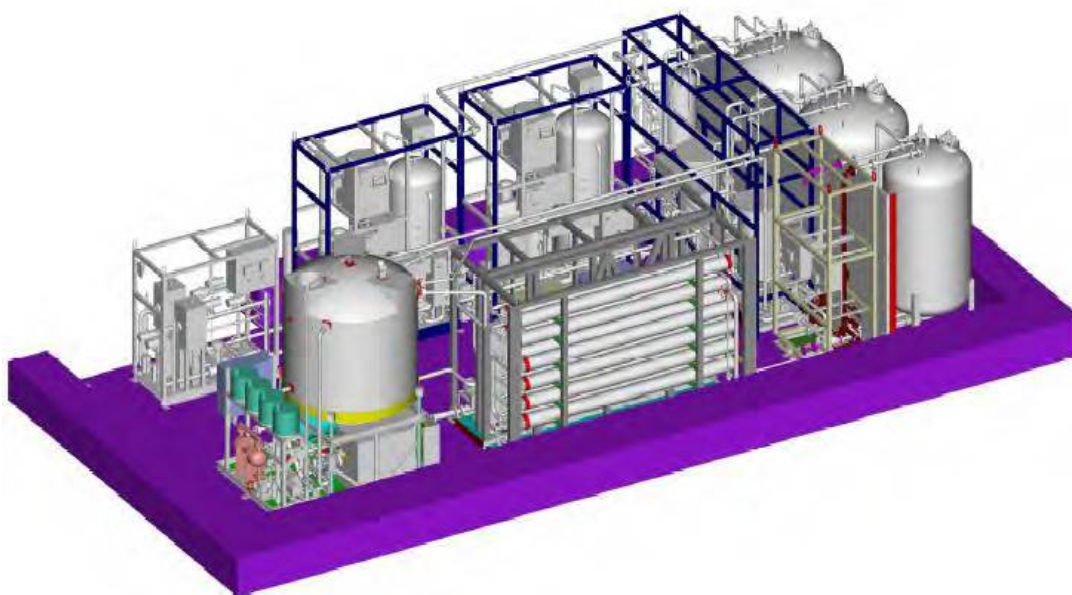
圖九、與電廠人員進行業務交流

三、參訪 AVANTech 廢水處理公司

AVANTech 公司位於南卡羅萊納州的哥倫比亞，為一廢液處理設備之製造廠家，其產品廣泛使用於核能電廠放射性廢液之處理。日本福島事故後，福島第一核電廠產生了大量的放射性廢液，為即時處理這些放射性廢液以避免儲水設施容量不足、或廢液溢流至外界環境，日本福島第一核電廠亦採用該公司產品去處理日益增加的大量放射性廢液。此次參訪首先到會議室聽取簡報，內容主要為廢水處理原理與流程、以及各式儀器介紹，該公司所應用之雜質分離方法包括了進步型聚合物固化 (advanced polymer solidification)，結束後再至工廠內實地參訪儀器設備製作過程。

(一) AVANTech 公司相關廢液處理設備之功能及應用

在沸水式反應器核電廠中，該公司產品應用多重介質過濾(Multimedia Filtration)、有機物破壞法(Organic Destruction)、雙層逆滲透(Double-Pass RO)、混合床(Mixed Bed)等科技原理來處理放射性廢液，並可將特定的放射性核種移除，以達到超純淨廢水回收及最少量廢棄物的產生；此系統目前使用的實績，已處理超過 5 億加侖之廢液、並達成 90%之廢棄物減量。



圖十、River Bend 核能電廠(位於路易斯安那州)之廢液處理系統

在壓水式反應器核電廠中，該公司產品應用超過濾(UltraFiltration)、逆滲透(Reverse Osmosis)、特定離子交換法(Selective Ion Exchange)等科技原理來處理放射性廢液，並可將特定的放射性核種移除，以達到最少量廢棄物的產生；此系統目前使用的實績，已處理超過 1.1 億加侖之廢液、並達成 90%之廢棄物減量。

(二)移動式緊急廢液處理設備

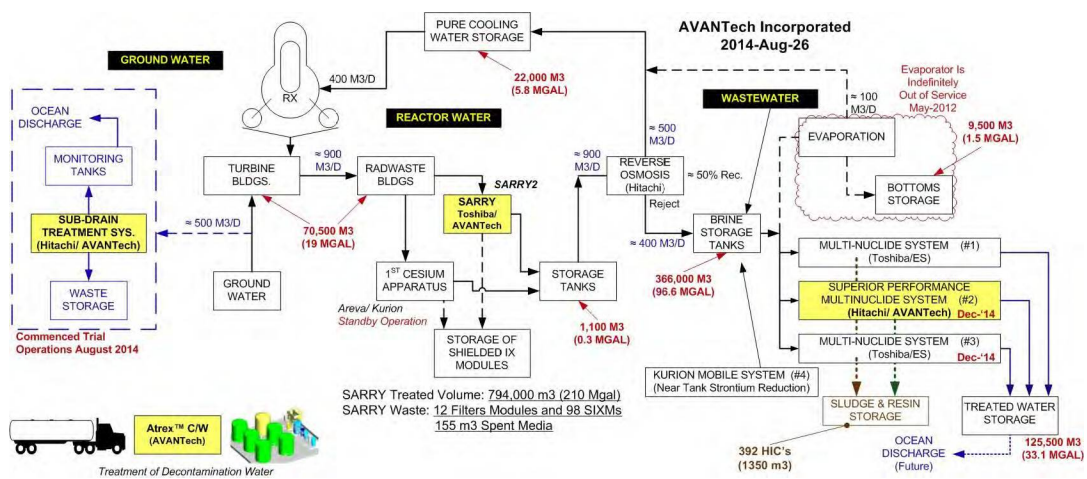
該公司為因應緊急處理放射性廢液之需要，亦設計有移動式緊急廢液處理設備，可在貨櫃車內安裝多重放射性廢液處理產品，以達到快速移動及簡易操作啟用目的。



圖十一、移動式緊急廢液處理設備

(三)AVANTech 廢液處理設備應用於日本福島第一核電廠

日本福島核電廠事故後，日本福島第一核電廠產生大量的放射性廢液，為即時處理這些放射性廢液，以避免儲水設施容量不足或廢液溢流至外界環境，所以日本福島第一核電廠亦採用該公司產品來加速處理日益增加的大量放射性廢液。日本福島第一核電廠採用該公司的產品包括：Cs/Sr 移除、多核種移除及地下水處理等設備，使用成效良好。



圖十二、日本福島第一電廠廢液處理程序圖



圖十三、與 AVAN Tech 人員合影

四、觀摩 Southern Exposure 核子事故演習

本次演習辦理地點位於南卡羅萊納州佛羅倫斯，我方由原能會核能技術處徐明德處長、核能管制處何恭旻科長、核能技術處賴佳琳技士、台電公司高起、曾文煌組長以及原能會派駐美國華府台北經濟文化代表處科技組趙衛武副組長等總計 6 位同仁出席。

此次核子事故演習為美國近 20 年來首次結合聯邦政府相關應變單位、地方政府與核電廠相互合作之大規模演習，主辦單位為美國能源部國家核子保安總署(DOE/NNSA)，演習模擬事故電廠為 H.B. Robinson 核能電廠，具有一部壓水式反應器機組。演習分兩階段進行，第一階段為實兵演練，聚焦於事故期間的應變作為，共計 3 天(7 月 21-23 日)，第二階段為兵棋推演，聚焦於復原階段的處置作為，共計 2 天(9 月 9-10 日)。本會人員是觀摩第一階段實兵演習前 2 天的演練項目(包括空中與地面輻射監測、取樣分析、劑量評估、輻傷醫療、聯合應變中心、新聞作業中心等)，主要安排觀摩中央應變單位的設備及應變處理方式(觀摩行程如附錄二)。

此次演習參演單位眾多，中央部會包括了國防部(Department of Defense; DoD)、國土安全部(Department of Homeland Security; DHS)、國家衛生研究院(National Institute of Health; NIH)、聯邦緊急事務管理署(Federal Emergency Management Agency; FEMA)、核管會(NRC)、環保署(Environmental Protection Agency; EPA)、食品藥物管理署(Food and Drug Administration; FDA)等；地方政府則包括南卡州政府及下轄的數個地方單位，包括佛羅倫斯郡(Florence County)、李郡(Lee County)、馬里昂郡(Marion County)；另外也有數個非政府組織參演，如紅十字會(American Red Cross)、美國核保險公司(American Nuclear Insurers; ANI)、核能協進會(Nuclear Energy Institute; NEI)等。美國中央可運用之人力與設備資源豐富，各有其功能與職責，與我國核能安全演習大多由原能會一肩挑起不同，唯也因參與部會多，各部會均設有聯絡人，負責部會間的協調聯繫。此次演習中央與地方參與演練的應變人員約 700 餘人，而負責演習情境管制，以確保演習能順利推進與掌控的人員約 130 餘人，詳細參演單位如附錄三。

(一) 國際觀摩人員報到與演習參演單位簡報

第一日(7/21)上午所有國際觀摩人員(international observer)先至會議室進行報到作業與演習簡報，此次演習邀請了十餘個國家前來觀摩，包含了日本、韓國、法國、加拿大、波蘭、以色列、墨西哥、比利時、歐盟核能署、阿拉伯聯合大公國……等，亦有國際原子能總署(International Atomic Energy Agency; IAEA)人員，總計國際觀摩人員多達 50 餘人。

簡報內容主要為演習情境簡述與各參演單位功能介紹，簡報單位包含聯邦緊急事務管理署、食品藥物管理署、環保署、Duke Power……等，惟州政府與地方政府並未到場就其功能進行簡報、參演機關之簡報內容也偏向其部門功能與職責介紹，以致觀摩人員較難以進入演習情境。

(二) 輻射傷害醫療處置與空中偵測系統直升機設備

第一日(7/21)下午前往演習主場地之一的 Southeastern Institute of Manufacturing and Technology(SIMT)進行輻射傷害醫療處置與空中偵測系統(Aerial Measuring System; AMS)直升機設備之實地觀摩，並將觀摩人員分為兩個組別進行。

本會人員首先至會議室觀摩輻傷處置演練，會議室內備有醫療器材與輻射緊急事件支援及訓練中心(Radiation Emergency Assistance Center/Training Site; REAC/TS)人員，模擬外傷伴隨輻射污染之病患到達後，第一步驟是確認病患之生命跡象穩定，再使用輻射偵測儀器評估污染情形，並進行傷口處置及除汙，程序大致上與本會今年 5 月於台北榮總辦理之輻傷醫療處置進階教育訓練相似。而實際的演習情境則為有兩位少女受到 I-131 體內污染，並由醫療人員進行處置，此一部分觀摩人員未能親臨現場觀摩。

第二階段為空中偵測系統直升機設備展示，直升機內裝配有高敏感性輻射偵測儀器，可即時回傳偵測數據，並搜尋地面輻射來源。執行小組由專業的科學家、儀器操作人員以及機師所組成，在飛行過程中必須盡量保持穩定的飛行速度及高度，以獲得可靠的偵測數據。空中偵測系統所執行任務內容包括即時評估地面輻射污染情形以及找尋失蹤或遭竊的輻射源，也曾支援日本福島事故後的環境輻射偵測。

在實地觀摩方面，由於受限於時間與路程，僅安排觀察其中部分流程，未能實地了解整個應變處理之全貌。例如，安排觀摩輻傷醫療示範演練及空中輻射偵測作業說明時，未能一併說明此次輻傷醫療及空中偵測的演習情境，如多少人遭受輻射傷害或可能的汙染，空中偵測執行時機與任務分配等，以致觀摩人員僅能得知美方具有此項應變能量，無法從觀摩地點觀察實務上如何執行；我國辦理核安演習觀摩時，也應避免淪為單純的應變機制介紹。



圖十四、上圖為輻傷醫療處置過程；下圖為空中偵測系統直升機設備展示。

(三) 陸地輻射偵測取樣與空中偵測地面輻射作業

第二日(7/22)上午前往佛羅倫斯機場(Florence Regional Airport)觀摩陸地輻射偵測取樣與空中偵測地面輻射作業，仍將觀摩人員分為兩組進行。

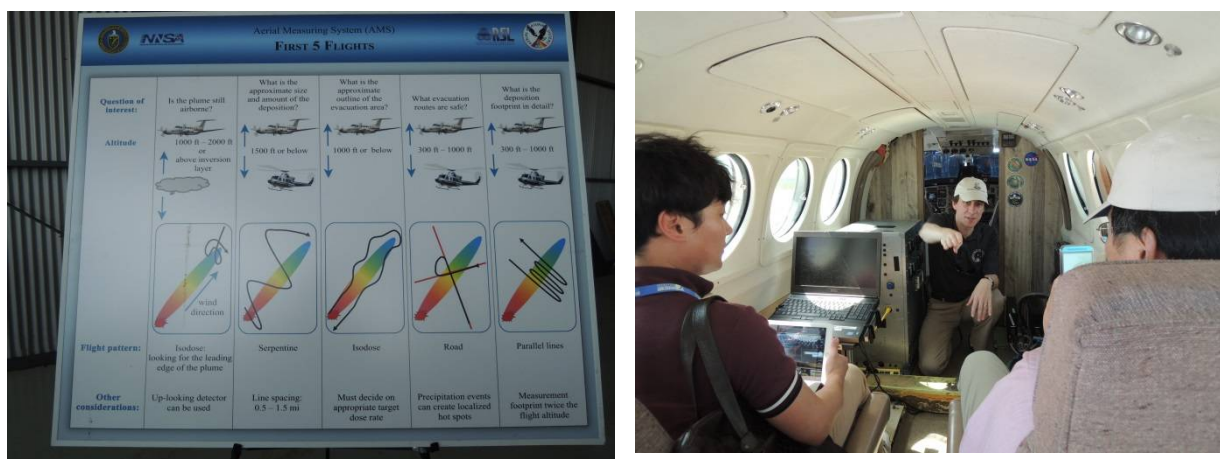
輻射偵測取樣部分，展示了美方現有的輻射偵測儀器(ADM-300)，並且介紹了地面偵測與土壤取樣程序。在輻射事故或執行搜尋輻射源任務時，空中偵測系統會以特定飛行軌跡進行搜索，並鎖定特定陸地範圍；再由陸地作業人員駕駛車輛、穿著輻

射防護配備前往該特定區域以輻射偵測儀器進行搜尋，並在所偵測到輻射數值最高的地點進行取樣，再將樣品攜回實驗室分析。

空中偵測作業介紹部分，相較於第一日下午之硬體設備展示，此次觀摩較偏向空中偵測系統之作業模式介紹，解說人員先在停機坪講解了現有機種(BELL 412 HP 與 BEECH KING AIR B200)以及五種飛行偵測路線(沿等劑量線飛行、沿等劑量線下風向方位飛行、盤旋飛行、平行飛行、十字飛行)之飛行模式與應用時機，並開放觀摩人員參觀機艙內部。



圖十五、陸地輻射偵測取樣作業與設備



圖十六、空中偵測系統飛行路徑與機艙內部

(四)聯合應變中心

第二日(7/22)下午再次前往 SIMT 觀摩聯合應變中心各功能組之演練，包括演習管制組(Exercise Master Control Cell)、聯合新聞中心(Joint Information Center)、公眾事務模擬中心(Public Affairs Simulation Cell)等，並由各應變組派員講解說明該組事故時扮演的角色。其中演習管制組任務為掌控整體演習執行與進度；聯合新聞中心則是資訊交換與對民眾、媒體發佈事故訊息的平台；公眾事務模擬中心則為各有關當局發布狀況的共同平台。在觀摩聯合應變中心各功能組演練時，發現各組均備有簡易的茶水與點心供應變人員使用，我國演習時較少著墨於此，未來或許也可參考納入。

(五)機動環境偵測實驗室(Mobile Emergency Radiological Laboratory)

此次觀摩了由美國環保署、各州所建立之移動型實驗室，主要構想是在車輛內部裝配有偵測與分析儀器(如環境輻射偵測儀、樣本離心機、高純度鍳偵檢器 (HpGe detector)、碘化鈉偵檢器 (NaI detector)、 α/β 液態閃爍偵檢器)，除了能夠即時偵測電廠周遭環境輻射數值外，還能即時分析所採集到的樣本，可有效節省下將樣本運送回實驗室所需的時間。

演習結束前，所有國際觀摩人員回到會議室，透過視訊與南卡羅萊納州應變中心、核管會應變中心及能源部事故管理中心連線，觀摩各中心間的聯繫與合作情形。最後則進行了小型的檢討會，各個國家的觀摩人員分別提出對此次演習之建議與感想。

整體而言，此次演習觀摩於動線安排、人員講解、及設備展示方面稱得上可圈可點，然而兩天的行程下來，與演習情境地連結過少，觀摩受限於空間與時間，未能觀摩美國核管會應變中心、地方州政府應變及核電廠之應變演練，致無法清楚了解各應變單位之事故處理流程、資訊傳遞模式、民眾參與程度及負責單位如何整合掌握的資訊，做出核電廠搶救與民眾防護行動的建議。例如地方政府何時發布事故警報、中央機關是否對核電廠事故之處理提出建議、機關間資訊的傳達與決策等。

肆、心得與建議

一、2015 年台美雙邊核能安全管制技術交流會議

- (一) 應持續辦理原子能委員會與美國核能管制委員會雙邊核安管制技術交流會議，交換台美一年來之核能安全管制經驗，藉由管制資訊之充分交流與溝通，可有效提升我國核能安全管制之廣度與深度。
- (二) 有關 GSI-191 議題，台美雙方將再進一步分享彼此之管制作為與執行狀況，包括美國核管會將提供”Clean Plant”電廠之定義、壓水式反應器後續解決方案與沸水式電廠再評估之執行情形，我方亦將提供核三廠安裝新型過濾器之執行現況。
- (三) 有關核電廠電力系統欠相議題，美國核管會認為國內之評估結果與措施內容與美國之情況相同，並表示未來雙方將就此議題之進展資訊分享給對方。

二、拜會 North Anna 核能電廠(North Anna Power Station)

- (一) North Anna 核能電廠之展示館可開放民眾參觀，並可做為中學生戶外教學場所，使其有機會了解電力相關知識、核能電廠之原理及構造、核能電廠安全性措施等資訊，充分提供與民眾互動機會，可作為核二廠展示館之借鏡。
- (二) North Anna 核能電廠於日本福島核電廠事故後亦建立了超越基準事故後相關因應措施與救援設備的整備作業，此次參訪發現該電廠之各項救援設備總共備有三套，並考量機組動線於儲存設施內各自設置兩個出口，此部分值得我國核能電廠效法。

三、參訪 AVANTech 廢水處理公司

- (一) 該公司具有處理大量放射性廢液的技術與經驗，亦曾參與處理日本福島核電廠事故後機組排放廢液之處理，可供我國之參考。

四、觀摩 Southern Exposure 核子事故演習

- (一) 本次演習為美國近 20 年來首次結合聯邦政府相關應變單位、地方政府與核電廠業者共同進行演練，與國內實施之核安演習相似。主辦單位安排美歐亞多個國家參與觀摩此次大規模聯合演習，得以就緊急應變作業進行交流，此機會甚為難得，其用心亦值得肯定。

- (二) 第一天上午主辦單位先就演習流程與各參演單位功能角色作一介紹，惟州政府與地方政府並未到場就其功能進行簡報、參演機關之簡報內容也偏向其部門功能與職責介紹，以致觀摩人員較難以進入演習情境；這部分於我國辦理核安演習時可引以為戒。
- (三) 在實地觀摩行程中，美方展示機動環境偵測實驗室(托車型式)，包括環保署、各州均有此能量，亦值得我國建立此項能力。
- (四) 於觀摩聯合應變中心各功能組演練時，發現各組均備有簡易的茶水與點心供應變人員使用，我國演習時較少著墨於此，未來或許也可參考納入。
- (五) 整體而言，此次演習觀摩於動線安排、人員講解、及設備展示方面稱得上可圈可點，然而兩天的行程下來，與演習情境地連結過少，觀摩受限於空間與時間，未能觀摩美國核管會應變中心、地方州政府應變及核電廠之應變演練，致無法清楚了解各應變單位之事故處理流程、資訊傳遞模式、民眾參與程度及負責單位如何整合掌握的資訊，做出核電廠搶救與民眾防護行動的建議。例如地方政府何時發布事故警報、中央機關是否對核電廠事故之處理提出建議、機關間資訊的傳達與決策等。未來將持續透過與美方的合作關係，了解相關作法。

伍、附錄

附錄一、雙邊核安管制技術交流會議議程與參與人員

**Taiwan Atomic Energy Council (AEC) and
U.S. Nuclear Regulatory Commission (NRC)
Bilateral Technical Meeting
July 15 – 17, 2015, O-13 D20**

Delegation from Taiwan:

Dr. Chi-Szu Lee, Deputy Director, Department of Nuclear Regulation, AEC
Mr. Ming-Te Hsu, Director, Department of Nuclear Technology, AEC
Mr. Gung-Min Ho, Section Chief of Kuosheng Regulatory Task Force, Department of Nuclear Regulatory, AEC
Ms. Chia-Lin Lai, Associate Technical Specialist, Department of Nuclear Technology, AEC
Mr. Chi Kao, Section Chief, Operations Section, Department of Nuclear Generation, Taiwan Power Company (TPC)
Mr. Wen-Huang Tseng, Section Chief, Department of Nuclear Generation, TPC
Dr. Wei-Wu Chao, AEC Representative, Taipei Economic and Cultural Representative Office

July 15, 2015 (Wednesday)

8:30 AM	Taiwan Delegation arrives at NRC
8:45 AM	Welcome Remarks and Introductions, Mr. Tim McGinty, NRC and Dr. Chi-Szu Lee, AEC
9:00 AM	AEC Recent Regulatory Activities
9:30 AM	NRC Recent Regulatory Activities
10:00 AM	Break
10:15 AM	Regulation Requirements and Inspection Criteria for Decommissioned NPPs – NRC
10:45 AM	NRC Incident Response Programs – NRC
11:15 AM	Lessons Learned from Fukushima (EP aspect) - AEC
11:45 AM	Lunch
1:15 PM	Chinshan License Renewal Activities – AEC
1:45 PM	Fuel Assembly Structural Damage at Chinshan NPP - AEC
2:15 PM	Break
2:30 PM	GSI-191 Updates – NRC
3:00 PM	Summary/Additional Questions
3:30PM	Depart NRC

July 16, 2015 (Thursday)

8:30 AM	Taiwan Delegation arrives at NRC
8:45 AM	Update on Seismic Margin Analysis of Taiwan's NPPs – AEC
9:15 AM	Status of FLEX Implementation -NRC

9:45 AM Update on Installation of Containment Vent Filters and Spent Fuel Instrumentation -AEC

10:15 AM Break

10:30 AM Order EA-13-109, Mark I and Mark II Containment Flooding Scenarios - NRC

11:00 AM Filtering Strategies Rulemaking-NRC

11:30 AM Update on Lungmen Plant and Deferral Status - AEC

12:00 PM Lunch

1:45 PM Regulatory Issues Related to Open Phase Conditions - NRC

2:15 PM Regulatory Issues Related to Open Phase Conditions – AEC

2:45 PM Additional Questions

3:00 PM Closing remarks and signing of meeting notes – Mr. Tim McGinty, NRC and
Dr. Chi-Szu Lee, AEC

3:30 PM Depart NRC

附錄二、Southern Exposure 核子事故演習日程表

SOUTHERN EXPOSURE 2015

International Observer Agenda

Monday, July 20, 2015		
Participants arrive in Florence, SC		
Tuesday, July 21, 2015		
8:00	Registration and Badging Hilton Hotel	
Southern Exposure, State & Local Departments & Agencies Briefings Hilton Hotel Conference Room		
8:30	Start of Southern Exposure Exercise Meeting Welcome and Introductions	Vince McClelland, DOE/NNSA Mike Weber, NRC Tom Cosgrove, Duke Power Lee Veal, EPA Mike Moore, FEMA
8:45	Administrative Overview	Steve Buntman, DOE/NNSA
9:00	Exercise Overview	Dan Blumenthal, DOE/NNSA
9:30	Duke Energy	Tom Cosgrove, Duke Power
10:00	State of South Carolina and Local Communities	
10:15	Nuclear Regulatory Commission (NRC)	Mike Weber, NRC
10:30 Break		
10:45	Federal Emergency Management Agency (FEMA)	Mike Moore, FEMA
11:00	Department of Energy/National Nuclear Security Administration (DOE/NNSA) Federal Radiological Monitoring and Assessment Center (FRMAC)	Dan Blumenthal, DOE/NNSA
11:30	Advisory Team	Scotty Hargrave, Agriculture
11:45	Environmental Protection Agency (EPA)	Jessica Wieder, EPA Lee Veal, EPA
12:00 Lunch at the Hilton Hotel		
1:30	Depart for Southeastern Institute of Manufacturing and Technology (SIMT) Medical and Aerial Measuring System Demos Participants Meet in the Front of the Hotel Break into 2 groups with 60 minutes at each Venue	
2:00	REAC/TS Demo – in room 237 of SIMT	Mark Jenkins, DOE/ORAU
3:30	AMS Helicopter – on grounds of SIMT	Johanna Turk, DOE/RSL
4:30	Return to the Hotel – End of Scheduled Activities for the Day	

Wednesday, July 22, 2015		
Observe Exercise Activities at the Offsite Venues		
8:30	Depart Hotel for Field Tours Participants Meet in the Front of the Hotel	
8:45	Field Activities at Florence Regional Airport Break into 2 groups with 60 minutes at each Venue	
9:00	Response Equipment & Field Sampling Equipment Demonstration (including SPARCS)	Mission Manager
10:00	DOE/NNSA Aerial Measuring System (AMS) aircraft overview – Fixed Wing	Mission Manager
11:30	Return to hotel	
12:00- 1:00	Lunch at the Hotel	
1:00	Depart for SIMT Facility Exercise Venue Tours Break into 2 groups with 60 minutes at each Venue	
1:30	Exercise Venue 1	
	• Exercise Master Control Cell	Doug Lyons
	• Joint Information Center (JIC)	Tina Worley Roger Hannah
	• Public Affairs Simulation Cell	Jonathan Lifland
	Exercise Venue 2	
	Federal Radiological Monitoring and Assessment Center (FRMAC) • FRMAC Management • Monitoring Division • Health and Safety Division • Assessment Division	Exercise Players
3:45	Laboratory Analysis Division and Sample Receipt Process -(two groups rejoin)	Facilitators
4:15	Overview of Joint Operations Centers via VTC with NRC HQ, State EOC, and DOE Consequence Management Home Team	Facilitators
4:45	Exercise Summary and Open Discussion	Vince McClelland Steve Buntman
5:00	Exercise Closing Statement	Jay Tilden, DOE/NNSA
Exercise Summary and Discussions		
5:15	Return to Hotel	
5:30	End of Exercise Program	Hotel

附錄三、Southern Exposue 核子事故演習參演單位

Participating Organizations
Federal
Advisory Team for Environment, Food & Health (A-Team)
Department of Homeland Security (DHS)
Department of Defense (DoD)
DoD Joint Task Force (JTF) – CS
DoD Northern Command (NORTHCOM)
DOE Radiological Assistance Program (RAP)
DOE Emergency Support Functions (ESF) 12
DOE Federal Radiological Monitoring and Assessment Center (FRMAC)
Department of the Interior (DOI)
Department of Labor (DOL) Occupational Safety and Health Administration (OSHA)
Department of Transportation (DOT)
Environmental Protection Agency (EPA)
Food and Drug Administration (FDA)
Federal Emergency Management Agency (FEMA)
HHS – National Institute of Health/ National Institute of Environmental Health Science (NIH/NIEHS)
Housing and Urban Development
Nuclear Regulatory Commission (NRC)
United States Department of Agriculture (USDA)
National Security Council (NSC)
State and Locals
SC Department of Agriculture
Chesterfield County
Clemson Cooperative Extension Service

Participating Organizations
Clemson Livestock – Poultry Health
Darlington County
Dillon County
Florence County
Lee County
Marion County
Marlboro County
SC Department of Health and Environmental Control (DHEC)
SC Department of Natural Resources (DNR)
SC Department of Public Safety (DPS)
SC Department of Social Services (DSS)
SC Department of Transportation (DOT)
SC Emergency Management Division (EMD)
SC Forestry Commission
SC Law Enforcement Division (SLED)
SC National Guard WMD Civil Support Team (CST)
Sumter County
State of Florida
State of Georgia
State of North Carolina
Non-Governmental Organizations (NGOs)
American Red Cross (ARC)
American Nuclear Insurers (ANI)
Carolinas Hospital
Duke Energy
H.B. Robinson Nuclear Plant
Institute of Nuclear Power Operations (INPO)
McLeod Regional Medical Center
Nuclear Energy Institute (NEI)
The Salvation Army