

出國報告（出國類別：其他）

參加 ESCP、UFMC 國際會議及參訪日 立造船株式會社

服務機關：核能研究所

姓名職稱：陳柏諺 研究助理

陳志豪 助理工程師

邱琬琿 助理工程師

派赴國家：美國薩凡納、日本熊本

出國期間：107 年 4 月 29 日~107 年 5 月 8 日

報告日期：107 年 6 月 8 日

摘要

美國電力研究所(EPRI)主導之延長貯存合作計畫(ESCP)，每年分別於 5 月及 12 月於美國境內舉辦技術會議，5 月之技術會議多與美國核能研究院(NEI)主辦之「用過核子燃料管理研討會」聯合舉辦，本年度則訂於 2018 年 4 月 30 日及 5 月 1 日至 3 日於喬治亞州薩凡納舉辦。

本次 ESCP 技術會議與用過核子燃料管理研討會主要議題為用過核子燃料貯存與運送技術及管制議題、高燃耗用過核子燃料貯存行為研究、乾式貯存系統熱流分析、美國用過核子燃料管理策略及用過核子燃料貯存經驗。我國核能產業發展大多沿用美國管制法規與發展模式，此行參加上述兩個會議以掌握並瞭解國際間用過核子燃料貯存管理現況與技術發展趨勢，對我國未來用過核子燃料研究相關規劃與計畫執行將有相當助益。

此外，我國的核能產業雖相較其他核能大國規模較小，然本所在用過核子燃料相關研究技術方面(如貯存與營運分析、熱室檢驗、熱傳分析等)均已累積一定技術基礎，透過參加國際合作計畫可推動研究成果共享、研發資源有效運用，並增加整體技術推展效能，提升本所之國際知名度，並朝具備國際化之系統申照與工程技術能力以符合未來產業技術發展之規畫方向。本所之乾式貯存運轉訓練中心具有適當資產並具備獨特性，亦可規劃相關議題的合作研究，參與工具與技術方法的研發。

會議結束後，參加 NAC 公司於同一地點舉辦之 NAC 用戶經驗研討會(NUTUG)，研討會中有來自美國實際使用 NAC 乾式貯存系統之電廠與美國核管會之用過核子燃料管理處長，針對申照、法規以及即將發行之草案等進行群組討論。此會議中對於乾貯設施相關老化管理方案與監測檢驗之實務經驗，可做為我國未來乾貯設施營運之參考。會議中休息時間並與美國電廠人員就燃料裝填與破損燃料處理等議題進行經驗交流，Duke 電力公司預計在今年執行兩組合破損燃料束(DFC)之乾式貯存罐，建議可安排實際參觀其破損燃料束之裝載操作流程，對我國未來核能電廠除役之用過核子燃料管理一定有所助益。

接著前往日本參訪日立造船株式會社(Hitachi Zosen)，針對乾式貯存罐之設計與製造技術、室內乾式貯存之運轉與熱流分析等經驗進行交流。本次參觀 Hitachi Zosen 的過程中，除實際參觀製造工廠，看到乾貯系統之實際成品/半成品，瞭解其設計原理，並與其負責接待之同仁就未來區域合作與資訊交流方面有進一步之討論，將對我國後續發展室內乾貯之相關分析工作與工程技術之建立有實質之助益。

關鍵字：用過核子燃料延長貯存計畫、用過核子燃料管理研討會、用戶經驗研討會、日立造船株式會社。

目 次

摘 要	i
一、目 的	3
二、過 程	4
三、心 得	6
四、建 議 事 項.....	23
五、附 錄	25

一、目的

本所執行之「核二廠輔機廠房事故輻射狀況之重估工作」及「核能電廠焊道覆焊技術服務(第四期)」計畫，需蒐集國際間核能安全、輻射評估、電廠營運趨勢、乾貯設施分析技術與營運等相關資訊。

本次公差於 2018 年 4 月 30 日至 5 月 3 日於喬治亞州薩凡納，分別參加美國電力研究所主導之延長貯存合作計畫技術會議、美國核能研究所主辦之用過核子燃料管理研討會及美國 NAC 舉辦之 NAC 核能技術使用者會議。

ESCP 技術會議為國際核能機構針對用過核子燃料延長貯存等相關議題進行研究分工、分享及討論，內容涵蓋用過核子燃料貯存與運送技術、老化管理與修復技術、高燃耗燃料貯存驗證計畫之進度、熱傳模擬分析程式與量測比對、國際乾式貯存相關研究進度與現況探討、ESCP 各領域之次委員會報告執行現況等。

用過核子燃料管理研討會主要議題包含國際用過核子燃料管理策略、乾式貯存之熱傳模擬程式、雅卡山與集中式乾式貯存設施、用過燃料池議題、用過核子燃料老化管理、除役議題、電廠營運經驗分享及加強民眾溝通等。

NAC 核能技術使用者會議則是 NAC 乾式貯存用戶分享實際運轉經驗及 NAC 乾貯系統技術發展趨勢。

藉由參加 ESCP、UFMC、NUTUG 會議，可瞭解國際間用過核子燃料貯存管理現況與相關技術發展能力，並增進本所對於廠房環境的分析能力，對於後續用過核子燃料相關研究規劃與計畫執行亦有所助益。

國際間各核能國家依據其用過核子燃料營運策略、燃料設計特性與運轉考量，有多種不同的貯存設備型式與環境，例如美國多採用混凝土護箱，而日本則採用金屬護箱搭配室內貯存場。日立造船株式會社(Hitachi Zosen)對於不同乾貯之設計與製造方面具有多年之經驗與實績成果，因應國內未來可能會進行室內乾式貯存之趨勢，藉由參訪 Hitachi Zosen 的工廠，有助於瞭解室內乾貯之分析、運轉、製造方面等相關知識，對於後續發展室內乾貯之相關分析工作與工程技術之建立有實質之助益。

二、過 程

(一)本次公差行程說明

日 期	地 點	內 容
4 月 29 日	台北→薩凡納	去程，經日本東京/亞特蘭大轉機
4 月 30 日	薩凡納	參加「2018 年 4 月延長貯存合作計畫(ESCP)技術會議」
5 月 1 日~3 日	薩凡納	參加「2018 用過核子燃料管理研討會(UFMC)」
5 月 3 日	薩凡納	參加「2018 NAC 用戶經驗研討會(NUTUG)」
5 月 4 日~6 日	薩凡納→日本熊本	旅途，整理會議內容及準備參訪資料
5 月 7 日	日本熊本	參訪日立造船株式會社(Hitachi Zosen)有明工場
5 月 8 日	日本熊本→台北	返程

本次公差主要目的地為喬治亞州薩凡納(Savannah, GA,USA)，ESCP 及 UFMC 分別於薩凡納河畔的 The Westin Savannah 飯店及 Savannah International Trade & Convention Center 舉辦，如圖 2-1 所示，圖中 A 為薩凡納機場，B 為 The Westin Savannah 飯店，而 Savannah International Trade & Convention Center 為緊鄰 The Westin Savannah 飯店。而回程至日本九州熊本參訪 Hitachi Zosen 如圖 2-2 所示。

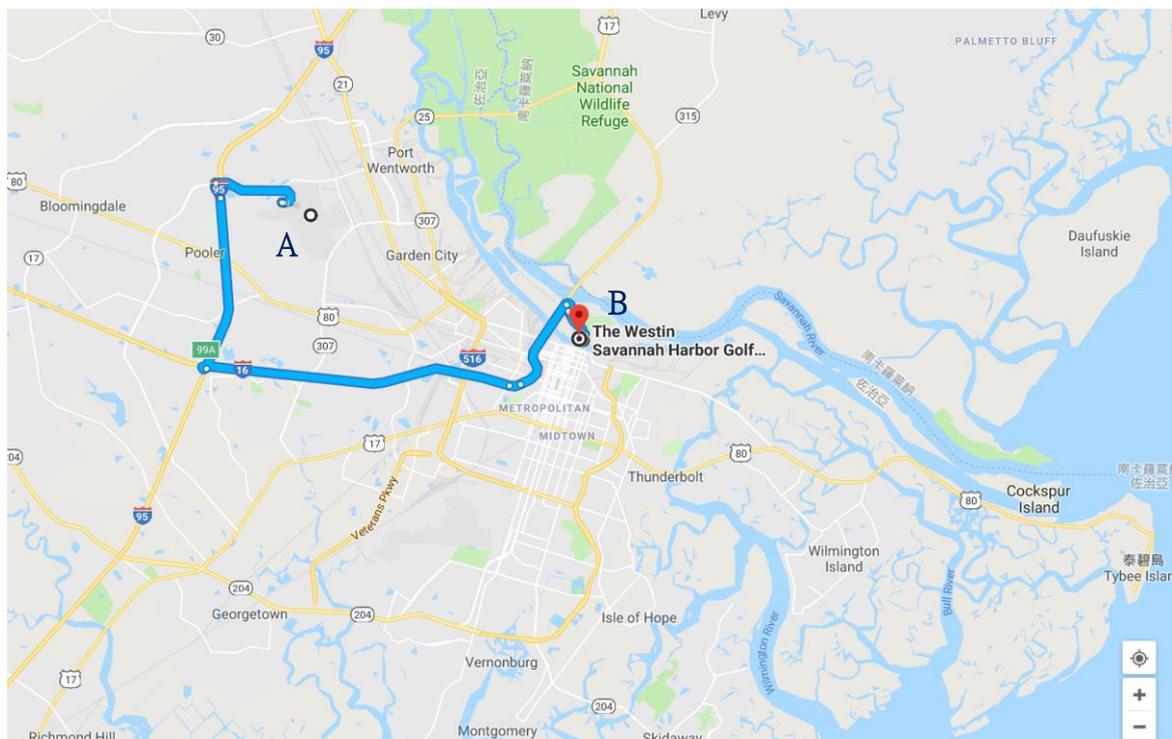


圖 2-1 本次公差地點(喬治亞州薩凡納，圖片取自 google map)



圖 2-2 本次公差地點(日立造船株式會社有明工場，圖片取自 google map)

三、心得

以下就本次參加會議及訪問行程之心得摘要敘述如下：

(一) 參加 2018 年 4 月延長貯存合作計畫(ESCP)技術會議

乾式貯存為國際上安全儲存用過核子燃料，以過渡到最終處置最為廣泛採用的技術。根據美國核能管制委員會(NRC, 後簡稱美國核管會)統計資料，截至 2018 年 3 月，全美國共有 78 個取得執照/運轉中的獨立用過核子燃料乾式貯存設施 (Independent Spent Fuel Storage Installation, ISFSI)，分布於 34 州。

美國電力研究所(EPRI)因有感美國之最終處置技術與廠址選擇等議題在短期內無法達成社會共識，用過核子燃料乾式貯存期限將可能超過現在執照年限(目前美國核管會所核可的最長乾式貯存場執照為 60 年)，轉變為延長貯存(Extended storage)，超過 100 年以上，於 2009 年 11 月召集美國燃料及護箱供應商、管制單位、政府機關、核電業者等單位成立延長貯存合作計畫。

技術方面則是針對用過核子燃料於乾式貯存罐內之行為與穩定性、乾貯系統的完整性及延長貯存後之可運送性等為需優先探討的議題。

ESCP 計畫每年均定期召開兩次技術會議(春季與秋季)，春季技術會議通常於 UFMC 之會前舉辦，秋季技術會議則於美國電力研究所夏洛特辦公室舉行。技術會議主要目的有四點：

1. 匯集美國與國際組織執行中或規劃中的研究計畫。
2. 分享研究資訊：來自各國之核能專家進行討論與分享有關乾式貯存運轉資訊及研究數據資料。
3. 確認各國對於延長貯存之共同目標與需求
4. 確認正式合作的潛在議題範疇：ESCP 執行委員會之專家將對於延長貯存未來之研究範疇進行討論並提供建議，可提供各國後續研究規畫或合作參考，並提供一平台讓各國或不同組織間進行合作項目之研討，但其正式合作項目之簽訂並不隸屬或歸納於 ESCP 計畫中。

ESCP 技術會議為邀請制，欲報名人員須先經過 EPRI 審核通過之後，發給報名連結郵件，方能進行報名手續。ESCP 技術會議於 4 月 30 日舉行，由 EPRI 主辦，其用過核子燃料及高放射性廢棄物管理計畫(Used Fuel and HLW Management Program)之 Hatice Akkurt 博士擔任主席，議程如附錄一所示，參加人員分別來自美國能源部、美國核管會、核電業者、NEI、EPRI、乾式貯存設備供應商、國際研究單位等多個國家，共 99 人。

本次會議內容概述如下，會議開始先由會議主席 Hatice Akkurt 博士進行 ESCP 計畫之年度進度及組織現況報告，ESCP 主要區分成六大領域，分別為 CISCC、NDE、Canister Mitigation/Repair、Fuel Assembly、Thermal Modeling 及 International 等次委員會；接著是美國能源部(DOE) Ned Larson 博士及核管會(NRC) Michael Layton 博士分別簡報 DOE 與 NRC 於用過核子燃料貯存與運送之研究計畫；接著是針對乾貯系統之減緩(Mitigation)與修復(Repair)進行討論；Exelon 電力公司的 Kenn Hunter 則簡報 ASME Code 應用於不鏽鋼筒之 In-service Inspections；Sandia 國家實驗室與 Oak Ridge 國家實驗室簡報高燃耗用過核子燃料貯存驗證計畫中 Sister rod 檢驗進度；ESCP 熱流小組簡報熱流熱傳分析模擬之執行狀況；各次委員會報告 2017 年執行狀況；國際組織方面則分別由日本電力中央研究所(CRIEPI)簡報後續應力腐蝕破裂(Stress Corrosion Cracking, SCC)研究規劃。

以下將本次會議內容摘錄說明。

1. DOE R&D Activities in Support of Spent Fuel Storage & Transportation

美國能源部的 Ned Larson 報告美國能源部的 R&D(Research and Design)活動，其目標為支持並提供在用過核子燃料貯存與傳送議題的相關數據，包括用過核子燃料之完整性、貯存系統之完整性及傳送等議題，在用過核子燃料之完整性方面進行高燃耗之熱傳結構等分析測試，並進行資料報告更新，於貯存系統完整性部分進行乾式貯存罐筒之應力、腐蝕等測試，在傳送的議題上進行運輸過程中因為震動和衝擊所引起的應力是否會超過其材料限值。其結論從測試分析結果可以得到用過核子燃料罐體是強大的，可以保持貯存系統之完整性，而在某些區域需考慮沉積鹽腐蝕問題，並須隨時監測和老化管

理，最後運輸過程中之震動及衝擊所造成之應力遠小於其疲勞強度，可進行多次之貯存及運送。

2. 熱流研究次委員會報告重點

先由 EPRI 的 Al Csontos 博士進行說明介紹，此次主要議題為高燃耗用過核子燃料貯存驗證計畫之熱傳分析模擬，共有 11 個核能機構參與，其目的為進行與量測結果之驗證比對。由於高燃耗用過核子燃料貯存驗證計畫中(HBU)之乾式貯存罐 TN-32B 係位於美國 North Anna 電廠，其位於維珍尼亞州較北部之地方，年平均溫度較低，在模擬分析時，若使用原先 FSAR 之初始條件會過度保守，在環境溫度及用過核子燃料之燃耗上有進行適當假設，使之較趨近於現況。Al Csontos 博士提到改善熱傳模型並重新驗證可增加操作作業上的彈性、提供乾式貯存存在之風險資訊及老化管理，亦可對傳送階段和最終處置提供一些參考資訊。

EPRI 之 Keith Waldrop 博士與 Dominion 電廠之 Rich Ridder 先生則報告了量測的數據結果，高燃耗用過核子燃料貯存驗證計畫之 TN-32B 乾貯罐，裝載 32 束燃料，依據不同高度的燃料護套貼黏熱電耦(Thermocouple)進行溫度監測，溫度監測是每小時一次，數據每季會進行檢索。簡報中亦展示真空乾燥熱電耦隨時間的溫度變化、某時段之最高溫度及環溫的變化等，這個實驗量測的結果會根據 AREVA 的不準度分析報告進行不準度預估以提供後續使用。

EPRI 之 Al Csontos 博士與 DEI 公司之 John Broussard 則依量測數據的結果使用電腦模擬的方式進行比對，考慮實際之燃料布局、燃耗、衰變熱功率分布、外界環溫及內部壓力等初始條件，以 4 種不同之數值工具進行分析，計算工具分別為 ANSYS FLUENT、STAR-CCM+、COBRA、ANSYS APDL。TN-32B 罐體內部具有 32 束燃料，他們將這些燃料編號，並取最熱棒、以及在罐體邊緣的燃料與量測數據比對，最熱棒通常會出現在靠近中心處之燃料上，簡報中並展示軸向溫度分布結果，趨勢與量測結果相近，數值模擬方法的結果會比量測數據來得高，其中 ANSYS FLUENT、STAR-CCM+及 COBRA 與量測結果較為接近，ANSYS FLUENT 的方法，只有些許部分靠近地面處相差較大，而

ANSYS APDL 之方法與結果相距較遠，而所有方法之護套最高溫結果皆比其設計基準條件下之護套最高溫度要低很多，其證實了數值模擬方法之可靠度及其保守度。

美國核管會亦參與熱流區塊的計算，Ghani Zigh 博士及 Jorge Solis 博士為 NUREG-2152 之編寫者，其主要為講述計算流體力學(CFD)應用於乾式貯存的最佳做法及方針，包括、網格生成限制、求解方法紊流場及熱輻射模式的使用等。而此會議，Ghani Zigh 博士與 Jorge Solis 博士強調在使用 CFD 計算時必須進行不準度分析，並且進行 verified and validated(V&V)來確定程式之可用性。NRC 根據 ASME V&V 20-2009，進行模式、網格、輸入條件以及量測的不準度的分析，並使用 ANASYS FLUENT 進行溫度的模擬計算，其結果亦有與量測之數據做比較，分析結果顯示，其軸向溫度分布亦有相同趨勢，因此 Ghani Zigh and Jorge Solis 認為 CFD 使用於乾式貯存為合適的且具有好的準確度。由於 NRC 為管制單位，CFD 的使用參數皆出自於安全分析報告(Safety Analysis Report, SAR)中，使用參數必須確保計算之結果保守，因此 SAR 必須考慮不準度來設計參數。

緊接著是由 PNNL 的 Jim Fort 博士與 David Richmond 博士報告其熱傳計算結果，他們使用的分析軟體為 STAR-CCM+ 和 COBRA-SFS，分別比較此兩種方法之結果，STAR-CCM+ 具有較細部的流場解析，而 COBRA-SFS 具有較精細的燃料棒模式，COBRA-SFS 具有較快之計算速度，分析結果顯示，在最熱棒部分 COBRA-SFS 與實驗數據結果較接近，而在罐筒較外圍的部分 STAR-CCM+ 會較好，兩種方法軸向溫度分布趨勢皆與兩側數據相似。此外 PNNL 亦有另外進行靈敏度分析，分別探討燃料提籃軌道間隙、衰變熱的變化及燃料提籃輻射的放射率(Emissivity)的影響，發現燃料提籃軌道間隙對於熱傳導有較顯著之影響，因此在此分析中不能忽略。最後簡報中提到 CFD 的計算在對於較複雜流場的問題是必要的，雖然內部的對流並非熱傳主要機制，但還是會影響燃料提籃外部組件的溫度分布。

最後熱傳部分由 EPRI 之 Al Csontos 博士進行總結，說明了現今完成結果，在不準度分析及靈敏度分析的重要性，以及未來分析方向。

(二) 參加 2018 用過核子燃料管理研討會(Used Fuel Management Conference)

用過核子燃料管理研討會(Used Fuel Management Conference)由美國核能研究所(Nuclear Energy Institute, NEI)針對國際間用過核子燃料後端營運管理相關議題所舉辦之研討會，會議內容涵蓋用過核子燃料貯存與運送技術及管制議題、高燃耗用過核子燃料貯存行為研究、放射性廢棄物信心法案與延長貯存技術現況、美國用過核子燃料管理策略及用過核子燃料貯存經驗等議題。

本次會議為 2018 年 5 月 1 日~3 日假美國薩凡納國際會議中心舉辦，與會人員分別來自 9 個國家，共 247 人，單位包括美國核管會(NRC)、核電組織(主要為 NEI 及 EPRI)、電力公司、乾式貯存相關供應廠商、顧問公司、美國能源部、IAEA、研究單位及學術界等。

UFMC 為 Nuclear Energy Institute(NEI)所舉辦之國際研討會，自 5 月 1 日開始到 5 月 3 日中午結束，會場於 Savannah International Trade & Convention Center，會議開始前，會場會發一個識別證，以及會議流程等相關文件。會議總共三個會議廳，分別為主要演講廳(Chatham Ball Room)，進行其他演講的會議室(Meeting Room)，以及有各國核能相關的研發成品、成果的展示廳 Exhibit Room，會議中間之休息，早午餐也在這進行，可與其他國家的核能專家進行交流。

正式議程由 5 月 1 日上午 8 點 30 分於 Ball Room 進行，首先由大會主席 Mark Richter 進行致詞，以及由 Georgia Public Service Commission 的 Stan Wise 來歡迎大家參與此次研討會，接下來由 Exelon Corporation 的 Chris Mudrik 進行此次的重點演說，Chris Mudrik 首先先介紹了一下 Exelon Corporation 的發展歷史，接著說明現今美國核能發電的現況，在美國核能電廠具有 99 個核能機組，其產生之電力約占所有發電量 20%，占所有乾淨能源的 56%，且具有約 92.2%之容量因子，有相當多的好處。然而近幾年美國頁岩油的興起，壓低能源價格，因而衝擊到核能產業，若核能發電之成本無法降低，將變得無競爭力而逐漸式微，如何降低成本變成一個很重要的課題。Chris Mudrik 認為核能發電因其具有的安全性、乾淨及提供很多就業機會，以及受到美國民眾的擁護，使得核能具有存在價值，而如何使發電成本降低，就是科學家能做到的事，他認為需持續在我們使用的

核子燃料型式，以及使用方式進行優化，維持用過核子燃料的安全，持續優化用過核子燃料貯存及最終處置，以及可透過用過核子燃料的再處理等來降低核能成本，使核能得以保存，增進人民福祉。最後在開場結尾由 NEI 的 Rod McCullum 及 NRC 的 Mike Layton 進行燃料管理的透視，Rod McCullum 他們主要對於核能策略為保留、支持、創新、興旺，Mike Layton 提到 NRC 會對於用過核子燃料的安全管理為優先，用過核子燃料會根據新的挑戰、現象持續進行更新，會隨時根據新的技術進行調整。

結束開場後即開始此次研討會的簡報，5 月 1 日上午 10 點 30 分到中午為第一場，主題為用過核子燃料的策略，主席為 STP Nuclear Operating Company 公司 David Rencurrel，報告者有 Xce 公司 Pam Gorman、Duke Energy 公司 Steve Nesbit、Nuclear Waste Strategy Coalition 公司及美國能源部 Ned Larson 博士，簡介各組織在用過核子燃料的管理策略，以及參與的活動等等。

第一天下午則開始分為兩個地方進行，Session 1 為 Regulatory Accomplishment；Session 2 為 Spent Fuel Pool Issue，此次我們同行組員則個別依工作性質選擇較相關的議題參與。Spent Fuel Pool Issue 的主席為 Tennessee Valley Authority 公司 Zita Martin，報告者有美國核管會 Kent Wood、Savannah River 國家實驗室 Bob Sindelar、EPRI 的 Hatic Akkurt 及 Curtiss-Wright 公司 Kris Cummings。Kent Wood 主要為介紹美國核管會在用過燃料池部分的工作及研究，具有相關用過核子燃料池的分析導則，如 NEI12-16、NEI16-03，NRC 持續在進行文件之更新審查，而近期執照更新申請(License Amendment Request, LAR)的主題有燃料物理模式改變、設計改變及除役等議題。

5 月 2 日的議程，Aging Management INPO Database(AMID) Seminar 主席為 Gutherman Technical Services 的 Brian Gutherman，本場次比較偏向聽眾與使用會員進行討論意見分享的形式進行(table meeting)，主要介紹 AMID 系統，AMID 類似一知識庫系統，透過使用者於用過核子燃料老化狀況的紀錄，提供給大家一個老化數據的參考，它能提供快速搜尋燃料的相關資訊縮減查閱時間，對於老化管理有相當大之幫助。

Thermal Modeling: the Next Frontier In Dry Storage Efficiency，為高燃耗乾式貯存熱傳議題，主席為 Maine Yankee Atomic Power Company 的 Paul Plante，報告者有 Holtec International 的 Debu Majumdar、EPRI 的 Al Csontos、PNNL 的 Brady Hanson、NRC 的 Jason

Piotter。Holtec 主要為進行傳送階段高燃耗燃料的熱傳分析，Debu Majumdar 提到真空乾燥階段及乾式貯存階段的燃料護套特性會對於傳送階段有潛在的影響，雖然在 10CFR71 的結構分析中有註明，根據正常及意外使用之熱負載，護套不會有破損的情況，但基於深度防禦原則，則需額外分析，如燃料破損假設集中在一些較嚴重的地方等、此結果有可能會導致傳送護箱超過設計基準。Debu Majumdar 介紹了 10 CFR Part 72 CoC(Certificate of Compliance)，Part 72 CoC 定義了乾式貯存具體的熱負載模式，由 NAC 進行不同的熱負載模式修訂，對於有效率燃料之裝載非常有幫助及具使用的靈活性，可以使得在計算上得到較小且更好的餘裕。Debu Majumdar 認為在 Numerical 的分析上，必須花很多時間及功夫在展現實際貯存或運送的安全，他認為網格在 Numerical 的分析是必要的工作，並可根據網格結果來選擇較適合計算之模式，而在他們計算的乾式貯存模式上，離法規限值餘裕很大，且網格粗細造成影響在護套最高溫度僅 5°F，因此可選用較疏之網格來節省計算時間，使其更有效率。Debu Majumdar 介紹了 EPRI 於 Phase2 的高燃耗的熱傳分析結果，此於先前 ESCP 會議已有較多的討論，內容大致相同，故不贅述。

Brady Hanson 一樣介紹 PNNL 在高燃耗的乾式貯存所進行的靈敏度分析，與 ESCP 會議相同，Brady Hanson 額外介紹了他們計算所使用之衰變熱計算方法、燃料軸向衰變熱功率等，並說明在計算上人為因素是相當高的，如在衰變熱估算、環境溫度的假設，但若溫度限值遠高於計算結果，較小之不確定性因素則可以忽略。最後由 Jason Piotter 講述未來熱流分析的審查方向，所有的貯存及運送規範皆是建立在 10 CFR Part71 及 Part72 上，延伸出 Codes & Standards、Acceptance Criteria 及 Guidance 等導則，熱傳分析現有導則有 NUREG-2152 及 ASME V&V Guide for Thermal Analsis，未來會進行及加強更多的安全審查，規範的更新。而最後 NRC 會面臨更多在增加熱負載、縮減設計的餘裕、不確定性及保守度、以及評估燃料之完整性等方面的貯存及運送的許可(Licensing) 的挑戰，需要更多熱傳方面的分析支持。

5 月 2 日最後一場為公眾推廣，從核能發電至除役、乾貯及最終處置皆需要與民眾溝通，使民眾了解各項處置的方法及原由，以及其具有之優缺點，讓民眾可參與其中，此場會議由 Southern California Edison 的 Maureen Brown 主持，由 Duke Energy Corporation

的 Phyllis Dixon、Stakeholder Capital Consulting 的 Jim Hamilton、State of Illinois 的 Kelly Horn 及 NEI 的 Mark Richter 來進行經驗分享。Phyllis Dixon 介紹了 Crystal River Nuclear Plant 的除役溝通推廣計畫，CR-3 於 1997 年開商轉，2013 年宣布除役的決定，預計於 2018 年完成乾貯設施的建置，他們在除役前，建立了溝通工作小組，對於有爭議性的污染稅問題進行討論，並提供捐贈給非營利組織及鄰近社區，而在進行除役後的溝通則必須透過核能專業的分析與結果來進行推廣，可以透過面對面溝通、郵件、網頁及社交影片等來完成，Phyllis Dixon 最後呈現了他們積極參與活動的照片及結果，Phyllis Dixon 說明除役的溝通推廣是永遠無法完成並結束，必須持續進行修正及更改。Kelly Horn 說明了在具風險的議題上的溝通，必須了解問題所在，在與觀眾說明的時候必須簡明扼要，避免使用太專業之術語，避免傲慢，而溝通的流向為美國能源局傳給地方政府，地方政府傳給市民團體，最後再傳至市民，而最後必須統一資訊，避免各說各話的問題出現。Stakeholder Capital Consulting 為公司與利益關係者之間諮詢的橋樑，Jim Hamilton 說明了它們公司的功能及溝通的方向。Mark Richter 說明了 NEI 的任務及目的，他們主要的任務在提升及促進核能價值資訊的傳遞，並透過教育、僱用新人、倡導及建立政策來保護現有規模並提升新的核能技術。

5 月 3 日上午為 UFMC 最後一天，Session 1 為運轉經驗的分享，Session 2 則是國際間的核能應用分享。International 的主席為 Southern Nuclear 的 Clay Channell，報告者有 Nuclear Waste Technical Review Board 的 Dan Ogg、Commonwealth Scientific and Industrial Organization(Australia) 的 Dirk Mallants、Orano 的 Michael Bael 及 Nuclear Waste Management Organization(Canada) 的 Lisa Frizzell。Dan Ogg 主要介紹 Nuclear Waste Technical Review Board 的組織，此委員會為評估 DOE 在實行 Nuclear Waste Policy Act(NWPA)的技術及科學驗證，包括用過核子燃料(SNF)，高放射性廢棄物(HLW)貯存及運送的廢棄物，以及貯存場址、設施的特性、設計發展等。Board 委員會則提出他們的發現結論對美國國會進行報告，並產出正式報告，會議中有敘述他們逐年的會議、產出的報告可提供使用者參考使用。Michael Bael 分享 Orano TN 在國際間的乾貯經驗，TN 的傳送護箱已遍及歐洲、中國等地，並於許多國家傳送護箱及貯存的 Licensing，Michael Bael 介紹了 TN-24 的乾貯筒在歐洲使用的經驗，以及面臨的挑戰。最後由 Lisa Frizzell

介紹加拿大電廠放射性廢棄物的實施，Lisa Frizzell 介紹了 Nuclear Waste Management Organization(NWMO)，這是一個由加拿大核能組織建立的一個處置放射性廢棄物的非營利機構，他們與加拿大市民一起合作進行開發及實行用過核子燃料的照護，提供技術方法及系統的管理，在技術方面進行深層地下處置用過核子燃料的保存及隔離系統建立，並持續進行監測，在管理系統方面有響應技術、研究、當地知識及社會價值的發展，資訊公開及公平選址過程，持續參與人群及社區活動。Lisa Frizzell 最後介紹了 NWMO 進行了很多的現場評估去建立人民的信任度，發展與廠址社區及鄰近社區的合作關係，使得人民對於深層地下處置更了解。

由於會議探討的主題涵蓋甚廣，所發表論文差異性極大，本報告僅依據國內核能發展近年來重要的議題，配合本所研發參與比較多的領域及未來可能發展方向，摘要彙整說明。

1. 用過核子燃料長期行為

美國從 1980 年代即進行用過核子燃料乾式貯存行為與材料特性驗證，早期於美國愛達荷國家實驗室(當時名稱為 INEEL)所進行之用過核子燃料經歷實際乾式貯存約 15 年後，執行開罐檢驗。非破壞與破壞檢驗結果顯示，鈾合金護套機械性質與其他組件之材料特性皆符合預期效果。當時用於實驗的燃料，燃耗平均值約為 36 GWD/MTU。

2013 年 EPRI 在美國能源部支持下，開啟了一項新的貯存示範驗證計畫(High Burnup Spent Fuel Data Project)，針對不同燃耗值的用過核子燃料進行貯存行為與穩定性研究。目前該驗證計畫已完成第一階段之貯存設備設計、申照與實驗燃料篩選與運送工作，重點研究目標為壓水式反應器(PWR)燃料之貯存行為與護套機械性質，以確保長期乾式貯存燃料束之結構完整性，以及後續處置再運送之可行性。

此一計畫在 2017 年 11 月份完成一組高燃耗的商用型 TN-32B 貯存護箱裝載，並預計進行 10 年的貯存，將於 10 年期間進行溫度量測，定期的氣體取樣監測，並於 10 年後運送至實驗室觀察燃料棒的機械性質。此外，與護箱中的燃料具有相似運轉歷史的測試棒(sister rods)共 25 支則送往 ORNL 之熱室進行非破壞性試驗，其中非破壞性實驗已接近完成，後續則將再分別由 ORNL、PNNL 及 ANL 進行破壞性試驗。

由於前述計畫實驗的對象主要為 PWR 燃料，無 BWR 的試驗數據。而本所後續將進行 BWR 燃料棒之貯存行為研究，所獲得之資訊未來將可互為補充交流，而美國能源部支持的該項研究計畫所採用的研究架構、方法與設備對本所後續將進行之研究亦極具參考價值，會議期間可得之資訊已蒐集取回，並建立聯絡管道，將可利於後續之資訊交換。

2. 乾貯系統完整性

在特定環境條件下，鋼筒的 SCC 議題尚需進一步探討，並且延長貯存期間的監測以及老化管理的實施是確認貯存系統效能的重要措施。由於涉及到營運中的乾式貯存設施的可使用性，並且由於將有更多的執照更新申請，管制單位亦設法挹注資源以提升效能。對於與乾貯系統完整性相關之研究，有多項實務應用的具體發展。

(1) 美國核能運轉協會老化管理資料庫(Aging Management INPO Database, AMID)

由主要的乾貯系統的持照人所擁有，並透過美國核能運轉協會(Institute of Nuclear Power Operations, INPO)由全國各電廠資料庫整合系統平台 Certrec 進行管理。藉由 NEI、乾貯系統用戶及供應商合作，透過資料庫分享乾式貯存系統與老化相關的資訊與經驗，以有效完備老化管理方案。

(2) 減緩(Mitigation)與修復(Repair)

工業上的相關可應用技術與工具持續發展進行，多個研究項目由用戶、系統供應商、技術顧問、能源部、國家實驗室以及 EPRI 跨國協同進行及進行資訊交換。相關進行中/其他新增項目持續邀請共同合作，並徵求回饋意見，避免了資源重複浪費並加速研發進展。部分經過評估可應用於減緩和修復的技術項目摘錄如下(彙整自 2018 ESCP Spring meeting 及 UFMC meeting material)：

1) 減少拉伸應力殘留(Mitigation)

技術方法	應用經驗		對於抵抗 SCC 的效果	對檢查的影響
	ISFSI	Other		
Laser peening	Med	High	High	Low
Water jet peening	Low	High	High	Low
Low plasticity burnishing	Med	High	Low	Low
FSW Fabrication	Med	High	Med	Low
Ultrasonic Nanocrystal Surface Modification	Low	Low	High	Low

技術方法	應用經驗		對於抵抗 SCC 的效果	對檢查的影響
	ISFSI	Other		
Induction Heating Stress Improvement	Low	High	High	Low
Ultrasonic Impact Peening	Low	Med-High	High	Low

2) 腐蝕環境的隔離/改變(Mitigation)

技術方法	應用經驗		對於抵抗 SCC 的效果	對檢查的影響
	ISFSI	Other		
Coatings	Med (CS cask only)	High	Low-Med	Low
Weld Overlay	Low	High	High	Low
Wash-down	Low	Low	Low-Med	Low
Encapsulation	Low-Med	Med	High	Low
Cold Spray	Low	High	High	Low
Non-Metallic	Low	Med	High	Low

3) 抗 SCC 材料(Mitigation)

技術方法	應用經驗		對於抵抗 SCC 的效果	對檢查的影響
	ISFSI	Other		
Duplex SS	Low	High	High	Med
6 Moly SS	Low	High	High	Med
Corrosion Resistant Cladding	Low	High	High	Med

4) 融合方法(Repair)

技術方法	應用經驗		修復類型(階段性/永久性)	對檢查的影響
	ISFSI	Other		
Arc Welding	High	High	皆可	Low
Arc-Welded Overlay / Patch	High	High	皆可	Low
Arc-Brazing / Soldering	High	High	階段性	Low
Thermal Spray	Low	High	階段性	Med

5) 固相接合方法(Repair)

技術方法	應用經驗		修復類型(階段性/永久性)	對檢查的影響
	ISFSI	Other		
Friction Stir Welding	Low	Med	Permanent	Low
Cold Spray	Low	High	Both	Low
Peening	Med	High	Interim	Low

6) 非金相(Repair)

技術方法	應用經驗		修復類型(階段性/永久性)	對檢查的影響
	ISFSI	Other		
Coatings / Sealants	Low	High	階段性	Med
Silicon Hybrid Copolymer Tape	Low	Med	階段性	High

技術方法	應用經驗		修復類型(階段性/永久性)	對檢查的影響
	ISFSI	Other		
(Keeno)				
Carbon Fiber Wraps	Low	Med	階段性	High

(3) 執照更新申請前預檢(pre-application inspection)

NAC 公司的 MPC 及 UMS 用戶為因應即將到來的執照更新申請，自主進行執照更新申請前的預先自我檢查，預計於 2018 年 7 月在 Maine Yankee 進行運營中乾貯系統的自我檢查，透過相關準備的實際準備進行，以及進一步蒐集與老化管理方案有關的資訊，期待使後續的執照更新過程更為順利。Maine Yankee/Yankee Rowe/Connecticut Yankee 等三個場址(3Yankees)成立護箱執照更新專案，專案範疇並包含未來運送至集中式貯存設施或最終處置場的運輸準備。該項專案由專案經理 Paul Plante 與 NAC 的成員統籌進行，相關工作籌備檢查的目的評估將能被實際達成，並與近期的機械人技術發展有高的關聯性。對於該項測試如能實際參與觀察，將有助於老化管理議題的瞭解以及與未來研究工作的規劃接軌。Paul Plante 除了豐富的乾貯相關工作執行經驗，並曾參與除役工作的進行，可進行必要之聯繫或資訊交流。

3. 可運送性

DOE 與 ENSA、ENRESA、KORAD 以及 KAERI 進行了大規模的可運送性實驗，結果顯示在正常的運送期間，震動或者衝擊所引致的應力遠低於燃料護套的降伏及破壞應力限值。實驗的路線過程：

- (1) 於西班牙境內運用重型拖車將試驗護箱運至聖坦德(Santander)。(2017/6)
- (2) 由歐洲轉運以海運方式運至巴爾帝摩(Baltimore)，再經由鐵路運輸至科羅拉多州的普韋布洛(Pueblo)。(2017/6~2017/8)

所運用的載具及情境摘述如下：

- (1) 使用拖車頭的重型拖板車。
- (2) 於西歐使用駁船。
- (3) 使用遠洋貨輪通過北大西洋。
- (4) 美國內陸鐵路運輸。
- (5) 在運輸技術試驗中心(TTCI)內進行了各種形式與條件的鐵路運輸。

並且結果顯示往復交替數次的貯存與運送情形是可接受的。

本次 ESCP 與 UFMC 會議於美國薩凡納舉行，有很多核能公司及管制單位的專家來與會，藉由會議的休息時間，可與專家進行認識與交流，可拓展國際間的人脈及本所能見度。

此次會議在乾式貯存有增加很多熱傳問題的研究，尤其是在高燃耗部分，在聽完各核能專家的簡報後，發現計算流體力學(CFD)已廣泛使用於乾貯系統的分析上，且具有其可信度，未來我國在進行室內乾貯分析可參考國際間之作法及方向，使用計算流體力學來進行熱傳模擬分析。

國際間的核能組織單位非常注重民眾溝通議題，有許多專門在處理與民眾溝通的組織，傳達一些正確的訊息及知識，在與民眾溝通上以較淺顯易懂之方式，避免太專業且艱澀之說法，讓民眾可以參與解瞭解更多核能方面的問題，加強民眾對於核能的信任及信心。

(三) 參加 NAC 用戶經驗研討會(NUTUG)

本所接受台灣電力公司委託執行「核一廠用過核燃料乾式貯存設施採購帶安裝」案，為了使專案順利推動並掌握國際間用過核子燃料貯存管理現況與相關技術發展能力，於 95 年初加入技轉廠商 NAC 公司所召集的 NAC 公司核能技術使用者會議 (NAC Nuclear Technology Users Group, NUTUG)並持續參與。本次則由職等三人參加 5 月份與 UFMC 會議於同一地點合併舉辦之會議。除與 NAC 公司對於乾貯系統之設計、分析、製造、申照與運轉進行技術經驗交流，並與各用戶對於使用之乾式貯存系統與實際營運經驗進行意見交換。本次 NUTUG 會議並邀請美國核管會(NRC)用過核子燃料管理處長 Michael Layton 參與，針對申照、法規以及即將發行之草案等進行群組討論。

1. 會議時間：5 月 3 日 12:30-17:15
2. 會議地點：薩凡納國際會議中心 202 研討室
3. 會議議程：
 - (1) 核管會 Michael Layton 處長進行議題討論與 Q&A。
 - (2) NAC 人員對於 MPC/UMS 系統執照更新專案及所對應的老化管理執行情形進行報告。對於預計將於 2018 年 7 月於 Maine Yankee 進行的申請前檢查 (pre-application inspection)，報告場址現況、相關之準備及聯繫事項。NAC 人員對整體動態、發展更新、產業狀況及市場分析提出簡報。
 - (3) 上次(106 年 10 月)NUTUG 會議紀錄確認與追蹤事項檢討、各 NUTUG 成員目前計畫概況，以及 NUTUG 一般性事務報告。
4. 會議結論：
 - (1) NUTUG 對於執照更新的作為在業界居於領先地位，成員對於技術交流或是資訊傳遞上，較其他的乾貯系統用戶能有更緊密之結合。
 - (2) 預期在 2020/2021 年會有大量的執照更新申請提送到 NRC，NRC 已將自身之審閱期由 4 年縮短為 2 年。目標是在 36 個月內完成審閱並核准執照更新的申請案。並且希望避免有案件延遲的情形發生，期待用戶能較截止日期前提前數個月送件申請。
 - (3) NRC 對於延長貯存期間老化管理方案的檢查指引，將會在各廠提出自身的老化管理方案作業程序備妥之後，NRC 進行首次檢查之前發行。預期在執照更新獲核准後有 300 天的時間來備妥老化管理方案的較上位階文件。
 - (4) NUREG-2214 中有關高燃耗(HBU)的老化管理內容，預期將受 EPRI 的 HBU 專案的結果影響，因此文件預計是在 2018 年 11 月發行。

- (5) NUREG-2215 未來將會使用於集中式貯存系統(Consolidated Interim Storage , CIS)的審查。
- (6) NRC 對於所關切議題的相關研究計畫，隨著熱傳模式的發展趨勢，HBU 將是重要的議題。而 CISCC 尚無研究活動進行。
- (7) MPC 與 UMS 系統多年來被廣泛穩定的採用，預計將在 2020 年進行執照更新。
- (8) 於執照更新申請前，將自行辦理檢查(pre-application inspection)以蒐集完整資訊，預期將有利於審照的進行。預計將於 2018 年 7 月在 Maine Yankee 進行，由 3Yankees 及 NAC 人員主辦，NUTUG 成員支持，並開放 NUTUG 會員參與觀察檢查活動。
- (9) 有關神戶製鋼(Kobe Steel)假造紀錄的議題，NAC 的 QA 部門已調查完成並提出報告，認定調查範圍的所有材料均符合規範，並將予以結案。
- (10) 所有已裝載的 UMS、MPC 及 MAGNASTOR 系統，目前均無安全相關之運轉或系統效能議題。
- (11) Duke 電廠預計將於今年夏天進行至少一組的破損燃料護箱裝載 (MAGNASTOR)。
- (12) 下一次 NUTUG 會議預計在 2018 年 10 月 31 日-11 月 1 日分兩日舉行。

(四) 參訪日立造船株式會社(Hitachi Zosen)

在結束美國行程後，5月7日至日本熊本參訪日立造船株式會社(Hitachi Zosen, Hitz)的有明工廠(Ariake Works)，日立造船株式會社成立於1881年，前身為大阪鐵工廠(Osaka Iron Works)，並於1943年更名為日立造船株式會社。

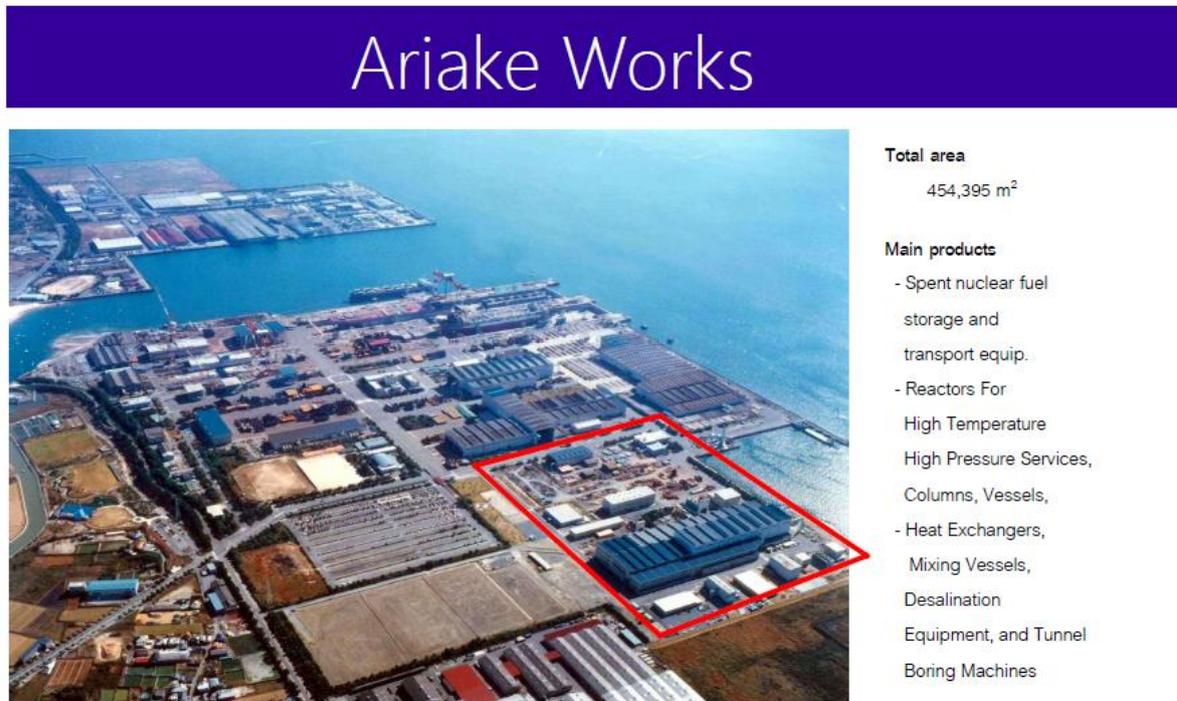


圖 3-1 日立造船株式會社鳥瞰圖

本次參訪有明工廠，感謝日立造船株式會社派出多位技術專家陪同，包括美島雄士(製程設備事業群總經理)、網干威(顧問)、竹中俊哉(專案執行部部長)、淺野良二(資深經理)、野一色宏志(資深經理)、金受珉(專員)等人。

上午先藉由簡報及影片的導覽介紹有明工廠的歷史、組織、產品及服務。日立造船株式會社主要業務分三大區塊，分別為環境系統及工業機組(Enviroment System & Industrial Plants)、機械和製程設備(Machinery & Process Equipment)及基礎建設(Infrastructure)。在環境系統及工業機組方面有海水淡化廠、廢料處理發電廠等設施；基礎設施在建橋、GPS 海嘯觀測系統、盾構掘進機(Shield tunneling machine)有所作為；機械和製程設備則是在處理機械相關之業務，包括核能業務，其較主要的商品有船舶使用的中大型柴油引擎、反應器壓力容器、金屬護箱、傳送護箱等。

由於本次參訪之主要目的是了解核能乾式貯存設施相關之分析與製造業務，故簡報亦主要放在護箱的技術及經驗方面。日立造船株式會社於 1978 年在位於大阪的櫻島工廠 (Sakurajima Work) 完成第一組國內的護箱製造，1997 年起核能事業由大阪移到有明，並於 1999 年起開始美國的用過核子燃料乾式護箱製造。2011 年取得 ASME N stamp。截至 2016 年交貨共達 750 組護箱。有明工廠現專注在製程設備(壓力容器)、燃料循環相關設備(乾式護箱、密封鋼筒)，以及船用柴油引擎的製造，目前船體製造的部份則已經售出。

有明工廠之生產技術方面具有先進的雷射焊接、自動化焊接技術，10000 噸的液壓彎曲機等設備，至今已有 HZ、Exellox、TN、NAC、NFT 等多種不同金屬護箱的製造經驗，可裝載不同之 PWR、BWR、MOX 等燃料型式，在傳送護箱方面有裝載燃料、可燃毒物、以及用過控制棒傳送護箱的不同功能罐體生產。

日立造船株式會社在核能事業的經營方向上積極拓展全球市場，並廣泛的參與核能相關的討論會議等公開活動。依據訪查瞭解，2018 年有明工廠預計交貨約 80 組護箱，對象包括數個乾貯系統的主要供應商。參考全美由 2017/5/2~2018/5/1 共完成 244 組護箱的裝載，可知其已有相當高之市占率。

在結束早上的行程後，下午則實際參觀工廠設施，有明工廠位於熊本靠近長崎的海邊，網干威博士提到天氣晴朗時可遠眺火山，可惜當天天氣較差，沒有機會看到此景色。在進入工廠前，基本的頭盔、腳套等，皆要求我們要全副武裝，由此可以看出日本對於工安的注重非常嚴謹，職等依序參觀實際焊接作業、燃料提籃、TN 傳送護箱、金屬護箱等罐體，也額外看到了大型的彎曲機、退火爐等設備。

工廠參觀之後，回到會議室繼續進行討論，與日立造船株式會社員工進行意見交流，員工基礎於日立造船株式會社自身所具有的經驗與技術，希望未來在台灣解決用過核子燃料的後端營運議題上能提供幫助。並認為包括美國的系統供應商在內，未來能再進行區域共同合作與進一步的資訊交流。

日立造船株式會社於核能事業已有長時間耕耘，此部分的管道與資訊需持續掌握，對於未來研發工作與業務執行將能有所幫助。本次參訪看到燃料提籃、金屬護箱、傳送護箱的實際成品/半成品，可瞭解其設計原理，以及清楚看到較細部的部分，印象深刻，相信對未來在進行相關問題的模式建立及問題解析上有所助益。

四、建議事項

(一) 積極參與國際合作計畫或建立合作管道

我國目前僅有 6 部核能機組，雖相較美國或其他國家規模較小，但在用過核子燃料貯存與管理、熱傳分析與核燃料分析等研究領域均已累積一定技術基礎，並積極推動國內核能後端相關研究計畫。藉由參加國際合作計畫(如 ESCP)並積極進行研究成果共享，將能進行更通暢的資訊交流，避免資源重複浪費，增加整體技術推展效能，且能提升本所國際知名度。

此外，本所之乾式貯存運轉訓練中心具有適當資產並具備獨特性，可規劃相關議題的合作研究，參與工具與技術方法的研發。我國乾貯系統執照之申請，以及國內產業之分析、設計、製造、施工及運轉之技術能力建立，過往均由核研所協助完成。未來應具備國際化之系統申照與工程技術能力以符合未來產業技術發展之規畫方向。

(二) 持續派員參與國際核燃料會議

ESCP 技術會議與用過核子燃料管理研討會主要議題為用過核子燃料貯存與運送技術及管制議題、高燃耗用過核子燃料貯存行為研究、乾式貯存系統熱流分析、美國用過核子燃料管理策略及用過核子燃料貯存經驗。由於我國核能產業發展大多沿用美國管制法規與發展模式，參加上述兩個會議不僅能瞭解國際間用過核子燃料貯存管理現況與技術發展趨勢，對我國未來用過核子燃料研究相關規劃與計畫執行亦有相當助益。

此外，參加國際核燃料研討會可與來自世界各國之核能工程技術專家及學者交換研究心得，蒐集相關之技術資料與發展趨勢，汲取經驗，應持續鼓勵同仁將研究成果投稿至國際會議並派員參加。

(三) 安排參訪實務經驗電廠或工廠

藉由參訪具實務經驗之電廠或乾式貯存製造工廠，可取得乾貯設施之運轉與製造經驗，對於後續相關模組的模擬及實驗之建立有所助益，亦可避免較多只看工程圖而疏忽的問題，獲得更精確之結果。Duke 電力公司預計在今年執行兩組含破損燃料束(DFC)之乾式貯存罐，建議可安排實際參觀其破損燃料束之裝載操作流程，對我國未來核一廠除役之用過核子燃料管理一定有所助益。

(四) 分析結果與實驗之比對

此次參加會議，有很多進行分析數據與實驗比對之結果呈現，此方法可使結果更具說服力，並可確認保守性及計算方法的正確性，對於未來模式精進，與技術發展有很大幫助。

五、附 錄

附錄一：2018 年 4 月 30 日延長貯存合作計畫(ESCP)技術會議議程

EXTENDED STORAGE COLLABORATION PROGRAM (ESCP) MEETING

DRAFT AGENDA

Harbor Ballroom, The Westin Savannah Harbor –Savannah, GA

DATE: MONDAY, APRIL 30, 2018		
TIME	TOPIC	PRESENTER
8:00 a.m.	Welcome, Overview of ESCP and Agenda	Hatice Akkurt (EPRI)
8:15 a.m.	DOE R&D Activities in Support of Spent Fuel Storage & Transportation	Ned Larson (DOE)
8:35 a.m.	NRC Activities in Spent Fuel Storage & Transportation	Michael Layton (NRC)
9:05 a.m.	Mitigation & Repair: Tables and Discussion for Path Forward	Dana Couch (EPRI)/Gary Cannel (Flour)
10:05 a.m.	Break	
10:30 a.m.	Status of CRIEPI's SCC studies	Masumi Wataru (CRIEPI)
10:50 a.m.	Update on ASME Code Case for In-service Inspections of Stainless Steel Canisters	Kenn Hunter (Exelon)
11:10 a.m.	Sister Rod Test Plan – Updates	Sylvia Saltzstein (SNL)
11:30 a.m.	Update on Sister Rod Test Results to Date and Discussion for Path Forward	Rose Montgomery (ORNL)
12:00 p.m.	Break	
1:00 p.m.	Overview and Objectives of Phase 2 of Thermal Modeling SC	Al Csontos (EPRI)
1:05 p.m.	HBU Demo Temperature Measurement Results	Keith Waldrop (EPRI) and Rich Ridder(Dominion)
1:20 p.m.	Comparative Analysis of Measurement and Computational Results	Al Csontos (EPRI) and John Broussard (DEI)
1:40 p.m.	NRC Thermal Modeling Results	Ghani Zigh and Jorge Solis (NRC)
2:00 p.m.	PNNL Thermal Modeling Results	Jim Fort and David Richmond (PNNL)
2:30 p.m.	Discussion: Results to Date and Path Forward for Global Engagement and Use of Data for Modeling	Moderators: Sam Durbin (SNL)/Al Csontos (EPRI)
3:00 p.m.	Break	
3:30 p.m.	Cask Transportation Project – Preliminary Results	Elena Kalinina (SNL)
3:50 p.m.	Transportation Cask Project – Modeling Results	Nick Klymyshyn (PNNL)
4:10 p.m.	Subcommittee Updates <ul style="list-style-type: none"> • CISCC (20 min) • NDE (20 min) • Fuel (20 min) 	Shannon Chu (EPRI) Jeremy Renshaw (EPRI) Mike Billone (ANL)/Sven Bader (Orano)
5:10 p.m.	Summary of Issues, Path Forward and Future meetings	Hatice Akkurt (EPRI)
5:30 p.m.	Adjourn	

Agenda



**Savannah International Trade
and Convention Center
Savannah, GA
May 1-3, 2018**

TUESDAY, MAY 1

- 7 a.m.–5 p.m. **REGISTRATION**
CHATHAM BALLROOM FOYER
- 7–8:30 a.m. **CONTINENTAL BREAKFAST**
CHATHAM BALLROOM AB
- 8:30–10 a.m. **OPENING PLENARY SESSION**
CHATHAM BALLROOM C
- CALL TO ORDER AND WELCOME**
Mark Richter
Nuclear Energy Institute
- SPECIAL WELCOMING ADDRESS**
Stan Wise
Georgia Public Service Commission
- KEYNOTE SPEAKER**
Chris Mudrick
Exelon Corporation
- MANAGEMENT PERSPECTIVES**
Rod McCullum
Nuclear Energy Institute
- Mike Layton**
U.S. Nuclear Regulatory Commission
- 10–10:30 a.m. **BREAK AND EXHIBITS**
CHATHAM BALLROOM AB
- 10:30 a.m.–Noon **POLICY SESSION: A STRATEGIC VISION FOR USED FUEL**
CHATHAM BALLROOM C
- David Rencurrel, Chair**
STP Nuclear Operating Company
- Pam Gorman**
Xcel Energy
- Steve Nesbit**
Duke Energy Corporation
- Katrina McMurrian**
Nuclear Waste Strategy Coalition
- Ned Larson**
U.S. Department of Energy
- Noon–1:30 p.m. **LUNCH AND EXHIBITS**
CHATHAM BALLROOM C

1:30–3 p.m. **BREAKOUT SESSIONS I**

Session 1

REGULATORY ACCOMPLISHMENTS
CHATHAM BALLROOM C

Rich Ridder, Chair
Dominion Energy

Don Shaw
TN Americas

Keith Waldrop
Electric Power Research Institute

Brian Gutherman
Gutherman Technical Services

Kristina Banovac
U.S. Nuclear Regulatory
Commission

Session 2

SPENT FUEL POOL ISSUES
MEETING ROOM 203-205

Zita Martin, Chair
Tennessee Valley Authority

Kent Wood
U.S. Nuclear Regulatory Commission

Bob Sindelar
Savannah River National Laboratory

Hatice Akkurt
Electric Power Research Institute

Kris Cummings
Curtiss-Wright

3–3:30 p.m. **BREAK AND EXHIBITS**
CHATHAM BALLROOM AB

3:30–5 p.m. **BREAKOUT SESSIONS II**

Session 1

INDUSTRY CHALLENGES
CHATHAM BALLROOM C

Pam Gorman, Chair
Xcel Energy

Chris Glass
FirstEnergy Corporation

Stefan Anton
Holtec International

Bob Quinn
Westinghouse Electric Company

Kristina Banovac
U.S. Nuclear Regulatory
Commission

Session 2

YUCCA MOUNTAIN AND CIS
MEETING ROOM 203-205

Steve Nesbit, Chair
Duke Energy Corporation

Evrin Kalfazade
Holtec International

Jeff Isakson
Orano

Eric Knox
AECOM

Rod McCullum
Nuclear Energy Institute

6 p.m. **EVENING RECEPTION**
WESTIN – RIVER LAWN

WEDNESDAY, MAY 2

7:30 a.m.–5 p.m. **REGISTRATION**
CHATHAM BALLROOM FOYER

7:30–8:30 a.m. **CONTINENTAL BREAKFAST**
CHATHAM BALLROOM AB

8:30–10 a.m. **BREAKOUT SESSIONS III**

Session 1

REGULATORY FRAMEWORK FAST FORWARD
CHATHAM BALLROOM C

Jack DeSando, Chair
Exelon Corporation

Jayant Bondre
TN Americas

Mike Layton
U.S. Nuclear Regulatory Commission

Steve Sisley
NAC International

Ben Holtzman
Nuclear Energy Institute

Session 2

AGING MANAGEMENT INPO DATABASE (AMID) SEMINAR
MEETING ROOM 203-205

Brian Gutherman, Chair
Gutherman Technical Services

Eric Shewbridge
NAC International

Roger Maggi
TN Americas

Stefan Anton
Holtec International

Mark Fowler
Institute of Nuclear Power Operations

10–10:30 a.m. **BREAK AND EXHIBITS**
CHATHAM BALLROOM AB

10:30 a.m.–Noon **BREAKOUT SESSIONS IV**

Session 1

TRANSPORTATION
CHATHAM BALLROOM C

Steven Edwards, Chair
Duke Energy Corporation

Jack Edlow
Edlow International Company

Wren Fowler
NAC International

Sylvia Saltzstein
Sandia National Laboratory

Matt Feldman
Oak Ridge National Laboratory

Session 2

THERMAL MODELING: THE NEXT FRONTIER IN DRY STORAGE EFFICIENCY
MEETING ROOM 203-205

Paul Plante, Chair
Maine Yankee Atomic Power Company

Debu Majumdar
Holtec International

Al Csontos
Electric Power Research Insitute

Brady Hanson
Pacific Northwest National Laboratory

Jason Piotter
U.S. Nuclear Regulatory Commission

Noon–1:30 p.m. **LUNCH AND EXHIBITS**
CHATHAM BALLROOM AB

1:30–3 p.m. **BREAKOUT SESSIONS V**

Session 1

**DECOMMISSIONING
CHATHAM BALLROOM C**

Jeff Dunlap, Chair
Exelon Generation Company

Meena Khanna
U.S. Nuclear Regulatory
Commission

Frederic Bailly
Orano

Tim Olson
Dominion Energy

Lou Bosch
Southern California Edison

Session 2

**CHANGE CONTROL SEMINAR
MEETING ROOM 203-205**

Brian Gutherman, Chair
Gutherman Technical Services

Marlone Davis
U.S. Nuclear Regulatory Commission

Mike Layton
U.S. Nuclear Regulatory Commission

3–3:30 p.m. **BREAK AND EXHIBITS
CHATHAM BALLROOM AB**

3:30–5 p.m. **BREAKOUT SESSIONS VI**

Session 1

**INSPECTION, MITIGATION AND
REPAIR
CHATHAM BALLROOM C**

Suzanne Leblang, Chair
Entergy Operations

John Scaglione
Oak Ridge National Laboratory

Jeremy Renshaw
Electric Power Research Institute

Ed Petit de Mange
Diakont

Brian Gutherman
Gutherman Technical Services

Session 2

**PUBLIC OUTREACH
MEETING ROOM 203-205**

Maureen Brown, Chair
Southern California Edison

Phyllis Dixon
Duke Energy Corporation

Jim Hamilton
Stakeholder Capital Consulting

Kelly Horn
State of Illinois

Mark Richter
Nuclear Energy Institute

THURSDAY, MAY 3

7:30 a.m.–Noon **REGISTRATION**
CHATHAM BALLROOM FOYER

7:30–8:30 a.m. **CONTINENTAL BREAKFAST**
CHATHAM BALLROOM AB

8:30–10 a.m. **BREAKOUT SESSIONS VII**

Session 1

OPERATING EXPERIENCE
CHATHAM BALLROOM C

Ray Termini, Chair
Ray Termini & Associates

Paul Plante
Maine Yankee Atomic Power
Company

Randall Granaas
Southern California Edison

Phyllis Dixon
Duke Energy

Ray Termini
Ray Termini & Associates

Session 2

INTERNATIONAL
MEETING ROOM 203-205

Clay Channell, Chair
Southern Nuclear

Dan Ogg
Nuclear Waste Technical Review
Board

Dirk Mallants
Commonwealth Scientific and
Industrial Organisation (Australia)

Michael Bael
Orano

Lisa Frizzell
Nuclear Waste Management
Organization (Canada)

10–10:30 a.m. **BREAK AND EXHIBITS**
CHATHAM BALLROOM AB

10:30 a.m.–Noon **CLOSING PLENARY SESSION Q&A**
USED FUEL AND THE NATIONAL NUCLEAR ENERGY STRATEGY
CHATHAM BALLROOM C

Rod McCullum, Chair
Nuclear Energy Institute

Adam Levin
AHL Consulting

Mike Layton
U.S. Nuclear Regulatory Commission

John Donnell
AECOM

Kent Cole
NAC International

Noon **ADJOURN**