

出國報告（出國類別：開會）

參加 2019 年美國核管會第 31 屆 「管制資訊會議」暨訪問美國核管會

服務機關：行政院原子能委員會

姓名職稱：郭獻棠技正

派赴國家/地區：美國

出國期間：108 年 3 月 10 日至 3 月 17 日

報告日期：108 年 6 月 5 日

摘 要

美國核管會(NRC)定期每年舉辦之管制資訊會議，係為與核能相關單位，包括民間、核能工業者、核能電廠業主、核能研究機構及國外核能機構等，就核能發展及管制相關議題，進行意見交流及經驗分享。本次會議於 3 月 12 日至 3 月 14 日假美國華盛頓特區 Bethesda North Marriott 飯店及會議中心召開。與會人數共約 2,500 人，除多數來自美國外，另包括來自加拿大、日本、南韓、中國、法國、德國、瑞典、西班牙、挪威、英國、阿拉伯聯合大公國及台灣等共 38 國家人員參加。

本屆技術研討會共有 38 個分組討論議題，內容涵蓋當前 NRC 相關業務及國家重要政策議題，本次參加會議除聽取美國核管會委員及特別來賓發表之專題演說外，並就社群媒體溝通、電廠運轉安全管制、數位儀控、安全度評估等分組討論議題進行瞭解。此外，並順道拜訪美國管制單位人員就核電廠儀電相關安全管制議題-「NRC 對於可攜式電磁干擾發射源之管制立場」及「NRC 對於電力系統欠相議題之審核現況」，進行雙方意見交流，以及參加人因可靠性數據分析研討會，瞭解最新人因可靠性相關管制研究進展。

本次出國過程及心得詳如報告內容所述，並建議如下：

1. 持續關注 NRC 組織變革相關議題，掌握最新運轉安全管制作為。
2. 注意美國核電廠安全度評估相關技術發展，強化我國核電廠風險管理能力。
3. 參考 NRC 官員提出之電磁干擾防制措施建議方案，強化可攜式電磁干擾發射源之管制。

目 次

摘 要.....	i
壹、目的.....	1
貳、過程.....	2
參、心得及建議.....	20
肆、附件.....	21

壹、目的

美國核管會(Nuclear Regulatory Commission, 以下簡稱 NRC)定期每年舉辦之管制資訊會議(Regulatory Information Conference, 以下簡稱 RIC 會議), 係為 NRC 與核能相關單位, 包括民間、核能工業者、核能電廠業主、核能研究機構及國外核能機構等, 就核能發展及管制相關議題, 進行意見交流及經驗分享。

我國核能電廠之各機組皆為美國廠家所提供, 現行管制法規、視察程序、技術規範及工業標準或指引等也多參考美國管制單位要求或建議採用之, RIC 會議是與美國管制單位保持密切聯繫、瞭解各項新管制法規、核能安全管理未來發展趨勢與展望等相當重要的管道, 對我國核能管制確有助益。此外, 本次出國行程並順道與美國管制單位人員就核電廠儀電相關安全管理議題進行雙方意見交流, 以增進核能安全管制工作, 提升電廠運轉安全。

貳、過程

一、行程

本次出國參加 RIC 會議係自 108 年 3 月 10 日起至 3 月 17 日止，共計 8 天，行程列表如下：

日 期	到達地點	活 動 內 容
108/3/10~3/11 (日~一)	台北→舊金山→華盛頓特區	去程及「2019 年美國核管會管制資訊會議」報到註冊
108/3/12~3/14 (二~四)	華盛頓特區	參加「2019 年美國核管會管制資訊會議」及拜訪 NRC 官員
108/3/15~3/17 (五~日)	華盛頓特區→舊金山→台北	參訪 NRC 總部(108/3/15(五)上午參加人因可靠性數據分析研討會)及返程

二、參加「2019 年美國核管會管制資訊會議」

美國NRC舉辦之2019年第31屆RIC會議，係每年例行由所轄核反應器管制署(Nuclear Reactor Regulation，以下簡稱NRR)與核能管制研究署(Nuclear Regulatory Research，以下簡稱RES)聯合主辦之資訊交流會議。本次會議於3月12日至3月14日假美國華盛頓特區Bethesda North Marriott飯店及會議中心召開。與會人數共約2,500人，除多數來自美國外，另包括來自加拿大、日本、南韓、中國、法國、德國、瑞典、西班牙、挪威、英國、阿拉伯聯合大公國及台灣等共38國，會議期間除舉行大會，進行各項分組議題之技術研討會(technical sessions)外，亦安排NRC運轉中心(NRC Operations Center)參訪供與會人員選擇參加，會議議程與技術研討會議題名稱如附件一本次會議手冊所載之會議議程表。

大會開幕式(Opening Session)於 3 月12 日上午舉行，由NRR署長Ho K. Nieh先生主持，除代表NRC致歡迎詞及簡介RIC會議外，並與NRC主席Kristine L. Svinicki女士及執行長(Executive Director for Operations，以下簡稱EDO) Margaret M. Doane女士進行全程錄影公開會談。本次會談主題為NRC組織變革(Transformation)，所討論之議題包括「NRC在工作量改變下所面臨之挑戰」、「NRC人力資源發展策略重點」、

「NRC推動創新及追求效率之重點」等3項，並首度採用現場電子問卷調查方式，就各項議題提列4項選項，調查與會人員意向(整理如表1至表3)，供受訪者會談參考。從本次會談，可發現NRC人力從2010年約4000人左右，至2019年2月止為2900人左右，已減少約

25%；從人力年齡結構觀之，30歲以下人力僅占2%，遠低於美國聯邦政府30歲以下人力比例(29.9%)。此外，NRC目前符合退休條件的占24%，4年內可退休的更高達42%。因此，NRC EDO於會上便提出要以能力模式(Competence Model)選才，以技術轉移(Skill Transfer)進行世代傳承，更希望在這組織變革之路，藉由領導力模式(Leadership Model)，發展NRC成員之領導力或影響力，吸取國內外不同組織之良好經驗或作法或想法，培養風險洞見(Risk Insights)，進行組織內部及外部有效溝通，達成對組織使命之承諾。NRC主席更期勉NRC成員思考「What do you know for sure?」問題，放棄一成不變之思考慣性，降低零風險心態，尋求改變，與時俱進。

Q1: What is the biggest NRC challenge given the changing workload? (在目前工作量變化下，何者為NRC面臨之最大挑戰?)	
選項	比例
Advanced Reactor Licensing (進步型反應器審照)	24%
Decommissioning Waste and Spent Fuel Management(除役廢料及用過核燃料管理)	16%
Advanced Technologies(e.g., Fuels and Manufacturing) (先進技術引用審查)	14%
Better Use of Risk-Information (風險資訊妥善運用)	46%

表1：「NRC在人力改變下所面臨之挑戰」與會者意向

Q2: What should be the NRC' s strategic focus for human capital development as the workforce changes? (針對人力變化，何者應為NRC人力資源發展策略重點?)	
選項	比例(%)
Technical Competence(技術專業能力)	36%
Leadership(領導力)	26%
External awareness	15%

(察覺外部環境變化)	
Entry-Level Hiring and Development (新進人員選用及培訓)	23%

表2：「NRC人力資源發展策略重點」與會者意向

Q3: What should the NRC focus on most for innovation and efficiency? (何者應為NRC推動創新及追求效率之重點)	
選項	比例(%)
Increasing the Use of Modern Technology(增加使用現代科技)	25%
Streamlining Decision-making Processes(改善決策流程)	34%
Reducing the Zero-Risk Mentality (降低零風險心態)	41%
Nothing. Everything is Just Fine (無需改變)	0%

表3：「NRC推動創新及追求效率之重點」與會者意向

開幕式及NRC主席與EDO會談結束後，由NRC委員Jeff Baran 先生以「Perspectives from Commissioner Baran」為題、NRC委員Stephen G. Burns 先生以「Remarks of Commissioner Burns」為題，依序發表專題演說；另外NRC之2位委員Annie Caputo 女士及David A. Wright 先生，則分別以「Remarks by Commissioner Caputo」及「People, Teams, and Rules Matter: A Small Town Approach to Transforming the NRC」為題，發表專題演說。此外，本次大會NRC並邀請特別來賓Nathan Myhrvold博士，以「Boosting Innovation in Nuclear Energy: Meeting the Demand for Clean Energy to Power the 21st Century」為題，發表專題演說。

3月12日下午起至3月14日中午止，進行包含各項議題之技術研討會，本屆技術研討會共有38個分組討論議題，內容涵蓋當前NRC相關業務及國家重要政策議題，包括：社群媒體溝通、新建電廠發展與管制、電廠運轉安全管制、除役管制、核子保安、數位儀控、網路安全、日本福島事故檢討、安全度評估、緊急應變、輻射防護、放射性物料管

理、安全管制研究發展等，以及包含核安管制獨立性、環境保護政策(National Environmental Policy Act, NEPA)等國家重要政策議題。以下謹就前述NRC委員及特別來賓發表之專題演說及本次參與之技術研討會，摘要說明如下：

(一)專題演說

1. NRC委員Jeff Baran-「Perspectives from Commissioner Baran」

Baran委員本次演說，主要針對NRC如何進行組織變革，提出個人看法。Baran委員所談論到需納入組織變革討論之議題或項目，包含非輕水式反應器管制指引制定、數位儀控技術相關管制指引更新、工程視察方案(Engineering Inspection Program)修訂、提升法規制定過程效率、加速NRC人員能蒐尋瞭解電廠持照基準要求或規範等。從其中可發現NRC針對目前所推動之工程視察方案，例如設計基準保證視察，正思考提出整合型工程團隊視察(Comprehensive Engineering Team Inspection, CETI)替代目前視察方式，惟Baran委員對減少視察頻次並不贊同；他認同每年針對不同之工程領域議題進行視察，以免疏漏而未發現出安全顯著性問題，然而若只為降低管制成本，而將視察頻率從每三年改成每四年，他難表苟同，並認為不可以業者可行自我評估及降低管制人力成本為由，而降低或減少NRC獨立視察次數。

2. NRC委員Stephen G. Burns-「Remarks of Commissioner Burns」

Burns委員本次演說，係針對從他40年前進入NRC工作迄今之職涯心得回饋與聽眾們分享，從他的分享中，可發現他認為核安管制不宜過嚴或過鬆，必須持續審度實際運轉經驗(包含過去發生之核災事故經驗)，如此方能形塑學習型組織，進行組織變革。在進行管制決策時，亦需衡量公眾及利害關係者的意見；他並強調作為核安管制者，最重要需考量的是人民(people)，管制者必須視人民為朋友，與人民共同努力維持核安及分享核安資訊。

3. NRC委員Annie Caputo-「Remarks by Commissioner Caputo」

Caputo委員本次演說，係針對組織變革提出個人看法。就NRC正處於組織變革之際，大家對組織變革方向有不同之看法，她認為NRC應該採取創新途徑達成組織使命，善用資料或數據分析技術，成為現代管制者(modern regulator)。以NRC組織人力改變而言，她認為雖然是挑戰，卻也是組織成長機會，並認同NRC目前作法-培養員工領導力，強化員工溝通能力，進行變革管理。有關NRC組織變革項目，她強調風險告知決策應擴大使用於日常管制決策，讓有限資源能投注於風險顯著之項目。她特別提及近來通過之核能創新及現代化法案(Nuclear Energy Innovation and

Modernization Act)，她認為此法案與NRC組織變革有關，可推動NRC預算制度改革，若能配合績效衡量指標改革，將可讓NRC得以有效及時分配預算，增進績效管理，促進組織變革成功。

4. NRC委員David A. Wright-「People, Teams, and Rules Matter: A Small Town Approach to Transforming the NRC」

由於Wright委員為NRC新進委員並首次參加RIC會議，故本次演說，主要分享自身過去經歷(包含曾擔任過小城鎮首長)及目前在NRC所見所聞，以及對核安管制及NRC組織變革之看法。Wright委員特別指出面對面溝通之重要性，除可降低誤解外，並可促進組織內部良好人際關係及互動；並強調藉由團隊合作，將可有效達成組織使命。對於核安管制，他認為管制單位應合理保障，可提供適當保護，而非絕對保護或零風險，否則新技術將無從而生；對於管制法規及要求之修改，則認為應提出風險告知理由。至於如何看待NRC組織變革，他認為改變是無可避免地，不應害怕改變，並應視改變為機會。

5.特別來賓Nathan Myhrvold博士-「Boosting Innovation in Nuclear Energy: Meeting the Demand for Clean Energy to Power the 21st Century」

Myhrvold博士本次演說，係以促進核能創新為題，發表他對於引進新型核能發電技術於能源發電之看法。首先，他提出2100年全球初級能源消耗量(primary energy consumption)與現今相較，預期將成長5倍左右，主張因為核能可產生乾淨之熱能、可提供基載電力及具備成本競爭力，故應持續發展及興建核電廠，並主張發展新型或進步型反應器。對於Myhrvold博士主張引用創新技術興建核電廠，與會之英國核安管制機關人員認為新型技術成本會阻礙創新技術發展，不利於興建核電廠，Myhrvold博士則認為任何投資皆會有風險，自當進行成本效益及風險評估，否則將不可能興建5倍之電廠因應未來能源需求成長幅度。

(二) 技術研討會

1. T1 「Changes, Clarification and Improvements to the Operability Determination Process」

本議題研討由NRC NRR 安全系統處(Division of Safety Systems)之副處長Jane Marshall主持，並邀請美國Exel Energy公司Martin Murphy、美國Palo Verde核電廠Greg Cameron、美國核能協會(Nuclear Energy Institute, 以下簡稱NEI) Timothy Riti等人，分別以「Operability - NEI 18-03」、「Improving the Operability

Determination Process」,「Operability Determination Process - Benefits to the Control Room Staff」等為題發表演說及進行意見交流。

從本議題研討可發現,目前NRC針對可用性判定程序(Operability Determination Process),正參考業界意見及提案,修改視察手冊章節(Inspection Manual Chapter, IMC)編號0326「Operability Determinations & Functional Assessments for Conditions Adverse to Quality or Safety」(以下簡稱IMC 0326),並預計於2019年10月發行修正版。美國核電業者,包含美國Exel Energy公司、Palo Verde核電廠、NEI等,於本議題研討中,除簡介NEI 18-03所欲提出或釐清之關鍵概念,包含可用性判定程序進入準則、特定安全功能(Specified Safety Function)定義明確化、可用性與改正行動程序(corrective action process)及法規符合性判定(code compliance determinations)作業之區隔或脫離等,亦希望藉由業者與管制機關間良好的互動(Engagement),讓核安管制作為更有效率及更明確;此外,NEI並於本次研討中,簡介改善可用性判定程序,對主控制室運轉員,可帶來的好處,包含建立明確之可用性判定進入準則、可讓值班主任專注投入於審查及記錄對運轉規範設備功能有影響之狀況、增加可用時間投注於提升電廠運轉安全之其他作業等,並提出Duke Energy及First Energy公司所執行之新概念(可用性判定進入準則)測試驗證(Proof of Concept Testing)結果,希望能推動改良可用性判定程序。

2. T11 「U.S. NRC Operating Experience Data—Applications in Risk Modeling」

本議題研討由NRC RES 風險分析處(Division of Risk Analysis)科長(Branch Chief) Felix Gonzalez主持,並邀請NRR Jeffrey Mitman、Idaho國家實驗室Shawn St. Germain、NEI Gregory Krueger、RES Yung Hsien James Chang等人,分別以「Common Cause Failure」、「An Overview of the NRC Reactor Operating Experience Data (NROD) Application」、「Common Cause Failure Considerations in the Context of Risk-Informed Decision Making」、「Analysis of SACADA Data to Estimate Human Error Probabilities」等為題發表演說及進行意見交流。

從本議題研討可發現,為分析美國核電廠運轉風險,Idaho國家實驗室受美國NRC之委託,除蒐集及維護運轉經驗資料外,並執行風險分析,以作為核電廠安全度或風險度評估(Probabilistic Risk Assessment, 以下簡稱PRA)之用;而其所執行工作成

果報告資料，亦會登載上網(<http://nrcoe.inl.gov/resultsdb>)，供眾查詢。本次研討會並針對共因失效(Common-Cause Failure, 以下簡稱CCF)，指出最近數起納入風險顯著性確立程序(Significance Determination Process, 以下簡稱SDP)評估之CCF事件，顯示CCF資料雖不多見，但並非不重要。目前NEI已開始執行敏感度分析，以判定CCF是否為主要風險貢獻因子。NRC NRR除將執行CCF敏感度評估外，亦將考量是否需更新「運轉事件風險評估手冊」(Risk Assessment of Operational Events Handbook)。此外，本次研討會亦安排NRC RES 張永賢博士介紹反應器運轉員模擬操作訓練資料彙集系統(Planning and Implementing the Scenario Authoring, Characterization, & Debriefing Application, 以下簡稱 SACADA)，張博士除說明SACADA可作為運轉員訓練及人因可靠度分析工具，並邀請與會者參加3月14日至15日於NRC總部所舉辦之人因可靠性數據分析研討會。

3. W12 「External Hazards Risk-Informed Decision making Activities: Flooding and High Winds」

本議題研討由NRC RES 風險分析處(Division of Risk Analysis)副處長(Deputy Director) Mark Thaggard主持，並邀請 NRR Juan Uribe、法國輻射防護暨核能安全研究所(IRSIN) Vincent Rebour、美國陸軍工程研究發展中心海岸及水利實驗室 Norberto Nadal-Caraballo、Idaho國家實驗室Curtis Smith、法國電力集團EDF研發中心Pierre Le Bot等人，分別以「Update on Status of the NTF R2.1 Flooding Hazard Reevaluations and Closure Path」、「Development of External Flooding PRA in IRSIN (France)」、「USACE Probabilistic Coastal Hazard Assessment Framework and Recent Studies」、「Integrated Use of Modeling and Simulation in High Winds PRA」、「A Tool to Prepare Decision Makers to the Reality of Emergency Management from Actual Events」等為題發表演說及進行意見交流。

從本議題研討可發現，針對日本福島核災後續改善方案-水災再評估，NRC人員已運用轉換式思考(Transformational Thinking)於風險告知決策(Risk-Informed Decision Making)，增進管制審查效率，督促美國核電業者有效增加安全餘裕，提升電廠運轉安全，並預期於2020年完成美國核電廠水災再評估及改善措施。在法國部分，則正積極進行水災風險評估，目前遭遇之困難議題或尚未完成項目包括危害曲線(hazard curve)建立、建模(hydraulic modelling)輸入參數間相依性探討、不準度

傳遞(uncertainty propagation)等。有關美國核電廠強風風險評估(High Winds Probabilistic Risk Assessment)方面，Idaho國家實驗室研究團隊目前正結合機率分析與物理模型(physics-based models)驗證風險評估，強化外部危害風險模型真實性(realism)，並可提供其他強風PRA相關難題之解決方案等。

4. W21 「Reducing Risk through Fire Probabilistic Risk Assessment Research」

本議題研討由NRC RES 風險分析處(Division of Risk Analysis)處長(Director) Michael Cheok主持，並邀請日本東京核能風險研究中心George Apostolakis、NRR Brian Metzger、RES Nicholas Melly、Sandia國家實驗室Anthony Tanbakuchi等人，分別以「The Maturity of Fire PRA」、「Improving Fire PRA Realism Through Regulatory Collaboration」、「Recent AL HEAF Testing」、「Advanced Imaging, Analytics & Data Fusion for Harsh Environmental Experiments」等為題發表演說及進行意見交流。

從本議題研討可發現，目前NRC正發展火災風險評估(Fire PRA)指引及發行相關參考報告，例如NUREG/CR-6850「EPRI/NRC-RES: Fire PRA Methodology for Nuclear Power Facilities」、NUREG/CR-7150「Joint Assessment of Cable Damage and Quantification of Effects from Fire (JACQUE-FIRE)」、NUREG-1921「EPRI/NRC-RES: Fire Human Reliability Analysis Guidelines」、NUREG-2178「Refining And Characterizing Heat Release Rates From Electrical Enclosures During Fire (RACHELLE-FIRE)」，火災風險評估(Fire PRA)已臻成熟至可提供風險告知決策相關資訊。

NRC NRR官員並引據NRC RG 1.200「An Approach for Determining the Technical Adequacy of Probabilistic Risk Assessment Results for Risk-Informed Activities」及NEI 07-12「Fire PRA Peer Review Process Guidelines」，建議火災風險評估更新週期不應低於3年，或可每隔一次燃料週期即執行一次火災風險評估更新。

有關高能電弧故障(High Energy Arcing Fault，以下簡稱HEAF)測試方面，在2018年NRC因應PRE-GI-018(鋁材HEAF)針對四只不同容量之鋁排中壓開關箱執行2秒及4秒電弧故障試驗，經過溫度量測技術之改進，包含使用鎢柱體熱量計(Tungsten Slug Calorimeter)及紅外線攝影技術等，發現4秒電弧故障會產生顯著大範圍擴散之

鋁副產物，而從此次試驗中顯現出鋁材在高能電弧故障所產生破壞性，占有重要影響。NRC接下來，並將在2019年針對四只不同容量之鋁排低壓開關箱執行2秒及8秒電弧故障試驗，以及四只不同容量及不同組態(鋁排/銅排與鋁/鋼外殼)中壓開關箱執行2秒及4秒電弧故障試驗。

5. W27 「Recent Developments in Realistically Modeling FLEX Equipment in Probabilistic Risk Assessment and Incorporating FLEX Insights into Decision-making」

本議題研討由NRC NRR 風險評估處(Division of Risk Assessment)科長(Branch Chief)CJ Fong主持，並邀請日本東京核能風險研究中心George Apostolakis、Dominion Energy公司Lauren Lopez、NRR Michelle Kichline等人，分別以「HRA and FLEX」、「Insights from Development of Flex Reliability Data」、「Modeling FLEX Equipment in PRA」等為題發表演說及進行意見交流。

從本議題研討可發現，核電業界於日本福島核災後，除針對設計基準外廠外事件可能衍生之核子事故情境，發展完備之「多樣彈性應變策略」(Diverse and Flexible coping strategies, 以下簡稱FLEX策略)外，目前亦努力蒐集FLEX設備可靠度資料，期能納入核能電廠風險評估，以利風險告知決策之應用。

本次研討會中，本議題主持人首先說明，美國核電業已證明在某些電廠使用移動式FLEX設備，可顯著降低核電廠運轉風險，例如某電廠執行FLEX策略與未執行FLEX策略相較，其爐心熔毀頻率(Core Damage Frequency, 以下簡稱CDF)可降低約17%。

然而目前於PRA中執行移動式FLEX設備建模(Modeling)，所遭遇到困難或挑戰為缺乏移動式設備可靠度資料及缺乏執行移動式FLEX設備關鍵操作之人為失誤機率(Human Error Probability, 以下簡稱HEP)，故於本次研討會中邀請PRA相關專家分享目前對此等問題處理之進展。

日本東京核能風險研究中心(Nuclear Risk Research Center, 以下簡稱NRRC)於本次研討會介紹所發展之人為可靠度分析(Human Reliability Analysis, 以下簡稱HRA)指引，說明本指引包含量化方法(計算HEP)及質化分析(Qualitative Analysis)，質化分析係針對人員認知過程及作業執行二部分發展敘事(narrative)文件，包含訪談問卷調查結果等，以作為後續量化方法之基礎。

Dominion Energy公司Lauren Lopez並指出移動式設備可靠度資料未來需每3至5年更新一次，並應針對所蒐集之設備失效資料進行篩選；此外，由於維護策略會影響

失效分類，未來將針對不同維護策略區分設備失效率。

NRR亦於本次研討會指出，NRC目前正更新所發展之標準化電廠分析風險(Standardized Plant Analysis Risk, 以下簡稱SPAR)模式(Model)，將FLEX設備及策略作法納入。針對FLEX設備建模(Modeling)所遭遇之HRA方面挑戰，目前NRC已發展相關指引，包含「White Paper: Practical Insights and Lessons Learned on Implementing Expert Elicitation」及「Research Information Letter 19-01 “Utilization of Expert Judgement to Support Human Reliability Analysis of Flexible Coping Strategies」等，使用專家評量(Expert Elicitation)方法來量化HEP；以及發展HRA方法，例如SPAR-H、IDHEAS(Integrated Human Event Analysis System)、IDHEAS-G(IDHEAS General Methodology)等，作為移動式設備人為操作建模之基礎。並指出訓練及人員對事故情境熟悉度是最顯著之行為修正因子(Performance Shaping Factors)，可提升移動式設備使用效果。

6. TH28 「How Digital Technology Is Being Used Today and its Impact」

本議題研討由NRC NRR工程處(Division of Engineering)處長(Director) Eric Benner主持，並邀請Dominion Energy公司Daniel Stoddard、Duke Energy公司Neil Archambo、亞利桑那公共服務公司(Arizona Public Service) John Hernandez、NRR Ismael Garcia等人，針對數位儀控技術應用於核電廠之利益及相關執行面問題進行圓桌討論(roundtable discussion)及意見交流。

從本議題研討可發現，數位儀控設備對核電廠而言，不但可解決類比儀控設備組件停產問題，亦可提供更佳之診斷能力，降低維護及測試要求，而可更有效運用資源，提升成本效益，並可顯著消除關鍵組件弱點(Single Point Vulnerability, 以下簡稱SPV)，及藉由更佳之人機介面(Operator Interface)及更精確控制(Precise Control)，改善運轉效率及提升可靠性；有關顯著消除SPV部分，並以某電廠2部機更換汽機數位控制系統，平均每部機消除75件SPV為例，說明數位儀控設備更新可明顯提升可靠性。

然而，數位儀控技術應用於核電廠也面臨一些挑戰，包含與類比儀控系統相較需執行更多之分析與測試，需妥善處理網路安全(cyber security)、共因失效(Common Cause Failure)、人因失誤(Human Error)等議題，做好數位設備及組件之生命週期管理(lifecycle management)，以及面臨管制不確定性。有關管制不確定性方面，主要是業者在執行安全相關儀控設備數位更新時，有很多IEEE標準與數位化設備相關，

除該如何取捨採用外，對於經檢證合格之核能同級品組裝而成之系統，且非從設計開始即將IEEE標準納入規範要求者，亦難確認驗證符合眾多之IEEE標準之要求。目前美國NRC對於安全相關儀控設備數位化之管控，將持續與業界溝通，並適時更新修改相關管制指引或導則，例如今年優先工作，即為更新安全分析報告標準審查計畫NUREG-0800「Standard Review Plan for the Review of Safety Analysis Reports for Nuclear Power Plants: LWR Edition」之BTP 7-9「Guidance on Requirements for Reactor Protection System Anticipatory Trips」。

7. TH36 「Global Approaches to Using Social Media to Keep the Public Informed about Nuclear Safety」

本議題研討由NRC 公共事務辦公室(Office of Public Affairs, 以下簡稱OPA) Holly Harrington 主持，並邀請瑞士核能管制機構(Swiss Federal Nuclear Safety Inspectorate, SFNSI) Sebastian Hueber、南非核能管制機構(South Africa National Nuclear Regulator) Gino Moonsamy、本會彭志煒科長、NRC OPA Stephanie West等人，分別以「Social Media and Society: Chances and Challenges」、「Social Media Relevance and Trends in Africa and a South African Experience」、「Experience in Keeping the Public Informed about Nuclear Safety」、「Community, Quizzes, Crisis: Cultivating a Credible Social Media Presence」等為題發表演說及進行意見交流。

從本議題研討可發現，瑞士、南非、美國及我國對於社群媒體(Social Media)應用於核能安全公眾溝通上，皆持正面肯定之態度，例如可抑制假新聞或不實訊息散布、提升民眾對於核安資訊認知、強化危機溝通能力等。然面臨不同型式之社群媒體，管制機關應如何選擇運用，針對不同標的群眾，應如何提升民眾關注度，以及如何敏捷或迅速反應與核安相關之假新聞或不實訊息，實有賴各國核安管制機關吸取其他國家或機關經驗，持續努力精進。



照片1：參加「2019年美國核管會管制資訊會議」

三、拜訪 NRC 官員

3月14日中午結束RIC會議後，用完餐後即於下午隨同本會駐美國台北經濟文化代表處喬凌寰副組長及美國NRC負責國際合作業務官員(International Relations Officer)Maureen Conley，前往NRC安排之會談地點，針對事先備妥交流之技術議題，進行雙方意見交流。本次與美國NRC官員技術交流之議題，包含「NRC對於可攜式電磁干擾發射源之管制立場(NRC regulatory position on control of portable EMI/RFI emitters)」及「NRC對於電力系統欠相議題之審核現況(NRC review status of Open Phase Conditions Issue)」等2項技術交流議題；參與討論之NRC官員，則在NRR專案經理(Project Manager)Lauren Quinones聯繫下，邀請NRR 工程部門(Division of Engineering) 多位儀電專家參與導論(如表4及照片2合照)，討論結果並分述如下。

姓名	職稱	單位
Tania Martinez Navedo	Branch Chief	EENB
Michael Waters	Branch Chief	EICB

Donna Williams	Branch Chief	EEOB
Matthew McConnell	Senior Electrical Engineer	EENB
Gursharan Singh	Electronics Engineer	EICB
Samir Darbali	Electronics Engineer	EICB
Roy Mathew	Senior Electrical Engineer	EEOB
Hang Vu	Electronics Engineer	EICB
Khoi Nguyen	Electrical Engineer	EEOB
Duc Nguyen	Electrical Engineer	EENB
Gurcharan Matharu	Senior Electrical Engineer	EEOB

註：

EENB: Electrical Engineering New Reactor & License Renewal Branch

EICB: Instrumentation & Controls Branch

EEOB: Electrical Engineering Operating Reactor Branch

表 4：參與技術交流討論之 NRC 官員



照片 2：拜訪 NRC NRR 儀電專家

(一)「NRC對於可攜式電磁干擾發射源之管制立場」

由於在NRC現行管制指引RG 1.180「Guidelines for Evaluating

Electromagnetic and Radio-Frequency Interference in Safety-Related Instrumentation and Control Systems」發行(2003年)前，現有核電廠即已安裝安全相關儀控系統及設備；為防制可攜式電磁干擾發射源，例如電銲機(arc welders)、移動通信設備等，干擾影響安全相關儀控系統及設備設計之安全功能達成，NRC應如何要求業者建立可攜式電磁干擾發射源禁用區域(Exclusion Zone)或其他措施，以符合各電廠適用之法規。

對此，NRC官員首先從法規面說明，安全相關設備之設計，應確保於正常運轉、維護、測試及假設事故之環境條件下，仍能不受其環境效應影響而達成設計安全功能；由其保護系統之設計，更應具備高度功能可靠性(high functional reliability)，以及確保不受天然災害效應影響而造成喪失保護功能。為避免電磁干擾發射源可能不當影響前述NRC現行管制指引RG 1.180發行前安裝之安全相關設備性能，NRC官員提出以下電磁干擾防制措施之建議方案(Options for Consideration when Addressing the Susceptibility of Installed Plant Safety-Related Equipment to EMI/RFI Interference)：

1. 核電廠保護系統及安全系統，例如我國核三廠爐外核儀源階系統，在設計上必須依安全設計準則(10 CFR 50 App. A GDC 4 & GDC 21)具備高度功能可靠性(high functional reliability)，其設計考量需能適應之環境條件，包含在正常、異常運轉、維護、測試及假設事故等設備須運轉情境下之「暫態及穩態環境條件範圍」。
2. 前述必須納入安全系統設計考量之「暫態及穩態環境條件範圍」，應包含執行安全功能之設備週圍環境之「電磁能量範圍」，此「電磁能量範圍」係透過發射或傳導路徑(radiated or conducted means)影響安全相關設備之運作。
3. 為建立已安裝安全相關儀控系統之電磁干擾源禁用區域(Exclusion Zone)，業者需於安全相關儀控系統安裝位置執行「電磁干擾量測(EMI/RFI Survey)」，以建立適當之運轉耐受包封(susceptibility operating envelope)。
4. 已安裝設備對於電磁發射或傳導能量之耐受性(susceptibility)，可藉由下列方式確定：
 - (1)可將與已安裝設備相同廠牌及型式之備用設備，置於經適當驗證之電磁干擾實驗測試腔(EMI/RFI laboratory test chamber)內進行測試；如此，可模擬預期之電磁環境條件，並可量測記錄設備對於模擬環境之反應。而所需之電

磁干擾源禁用區域(Exclusion Zone)，可在前述實驗環境條件下建立，並於電廠實際環境中執行管控。然為取得前述電磁干擾測試所需資料-已安裝設備附近實際存在之電磁干擾環境，首先需執行現場「電磁干擾量測(EMI/RFI Survey)」，以確定及記錄電磁干擾環境，避免已安裝設備受正常運轉、維護、測試期間相關作業不利影響干擾。前述現場量測結果並應作為電磁干擾實驗測試程序書建立之參考資料，包含應模擬測試訊號之型式、頻率範圍及近似雜訊水平/強度等。而此建立用於實驗環境之模擬測試訊號，係作為確定受測設備雜訊效應，其用途有二，一則可用以建立已安裝設備附近之電磁干擾源禁用區域(Exclusion Zone)，二則可用以建立已安裝設備之最佳抗電磁干擾防護措施，例如屏蔽(shielding)、濾波(electronic filtering)及電源線或訊號線上裝設之鐵氧體磁珠(ferrite beads)等。

- (2)若電廠運轉狀態允許，可讓已安裝設備不需執行安全功能時，例如機組停機大修時設備不需執行安全功能期間，則可以不同強度大小之模擬電磁發射或傳導能量訊號，從極低訊號開始增強，施加於已安裝設備，直至設備產生雜訊響應。當施加之模擬雜訊位階到達引起設備明顯響應時，此雜訊強度應記錄作為已安裝設備附近之電磁干擾源禁用區域(Exclusion Zone)建立之依據。

5. 會受電銲設備使用所產生之電磁干擾效應影響之設備，可建立下列加強防護措施：

- (1)電廠正常運轉期間使用電銲設備時，應執行電銲作業評估，針對所產生之電磁場，提出抑低方式，以避免潛在影響臨近設備；例如，當在敏感電子設備附近執行電銲作業時，可配合適當之接地技術，使用移動式法拉第籠(Faraday cage)。
- (2)對於可能使用之每一型式電銲設備，應蒐集記錄電磁干擾量測數據(EMI/RFI survey data)。此量測應在遠離安全相關設備安裝處執行，例如電廠倉庫。量測紀錄文件應包含產生最低電磁干擾場，但仍可維持電銲品質之電銲機型式。對於電銲機會藉由強磁場(strong magnetic fields)、強電磁/射頻干擾發射場(strong EMI/RFI radiated fields)、經由電源線之傳導型電子雜訊(conducted electrical noise via the power supply feeds)等三種模式產生之電磁干擾，所有此3類型之電磁相容方式，皆應提出。

(二)「NRC對於電力系統欠相議題之審核現況」

NRC對於核能電廠電力系統欠相(Open Phase Conditions, OPCs)議題，於2012年發布通告Bulletin 2012-01，要求各核能電廠檢視其電力系統是否有相關設計上缺失，並完成各電廠回復資料審查後，於標準審查計畫(Standard Review Plan)中發布其技術立場(Branch Technical Position) BTP 8-9，以作為NRC人員審查業者提出之欠相議題解決方案之指引。從各電廠回復NRC通告Bulletin 2012-01之資料中，可發現美國Seabrook核電廠1號機，其345kV開關場至輔助或起動變壓器間電路，係採用金屬包封之填充六氟化硫(SF₆)氣體絕緣之匯流排(Bus)；美國Seabrook核電廠並認為此種設計及配置，配合開關場可靠度改善工程，以及適當之運轉及維護措施，並不會發生不可偵測之電力系統欠相事件。

由於我國核三廠亦採用金屬包封之填充六氟化硫(SF₆)氣體絕緣之匯流排(Bus)之設計配置，故於本次拜訪NRC官員時，一併就此議題進行討論。並發現NRC人員在審查Seabrook核電廠之答復時，曾要求電廠針對因開關場斷路器故障而發生電力系統欠相事件之可能性，提出工程評估(Engineering Assessment)。Seabrook核電廠所提出之工程評估，則以其設計因具備(1)開關場斷路器具備三相開啟或關閉狀態非同步保護機制(pole disagreement protection scheme)；(2)開關場採用環狀匯流排(ring bus)配置，其斷路器係以常閉環路方式互連；(3)一旦偵測三相開啟或關閉狀態非同步時，將引動斷路器跳脫；(4)斷路器失靈後備保護等特性，說服NRC人員接受其電力系統欠相事件非屬不可偵測事件。NRC人員並表示，若不存在可信之電力系統欠相失效機制，NRC不會去要求電者針對設計弱點提出保護改善方案，但業者應提出判定基礎文件供NRC審核。倘若存在可信之電力系統欠相失效機制，則業者應提出設計修改案(包含偵測/警報/保護機制)，改善設計弱點。至於目前是否有符合NRC BTP 8-9要求之設計改善方案，NRC人員則表示目前仍在審查中，尚未同意業者可引用特定設計改善方案。

四、參訪 NRC 總部(參加人因可靠性數據分析研討會)

108年3月15日(五)上午，在美國核能管制研究署張永賢博士帶領下，赴NRC總部以參訪員(Visitor)身分參加人因可靠性數據分析研討會(Human Reliability Analysis Data Workshop)。參與研討會人員，除美國NRC人員及核電產業界人員外，尚包含日

本、法國、挪威、南韓、墨西哥等國與人因可靠性數據分析相關研究機構人員。當日上午除聽取「Human Reliability Data for Central Control of Modern Power Stations」、「Overview of the HRA Activities Presented in PSAM 14 Workshop」、「Overview of EPRI's HRA Activities」、「SACADA Status and the Data Available to HRA Community」等議題簡報外，並旁聽本次研討會總結後續追蹤事項討論，結果發現摘要如下：

(一) 由於在英國核電廠以NARA(Nuclear Action Reliability Assessment)為使用工具之人因可靠性評估(Human Reliability Assessment, 以下簡稱HRA)資料，係來自早期系統，然隨著既有運轉中核電廠執行數位化更新及新建核電廠引進現代化主控制室之設計，造成舊有HRA資料可能不再適用，故英國核電業者-EDF Energy藉由文獻回顧及專家訪談方式執行HRA資料蒐集、取得相關研究，並認為：

1. 作為發展及更新HRA工具用途之公開資料取得，並不容易，HRA社群應持續推動資訊公開透明化。
2. 反應器運轉員模擬操作訓練資料彙集系統(Planning and Implementing the Scenario Authoring, Characterization, & Debriefing Application, 以下簡稱 SACADA)除可蒐集HRA資料外，並可與電廠人員訓練目標結合。
3. 引用現代化數位儀控系統，可能帶來或忽視新型人員失效機制及錯誤模態，而新型失效機制不必然來自數位儀控技術本身問題，而有可能與新技術如何執行有關。
4. NARA用來評估現代化數位儀控系統仍具備某些優勢，因此有計畫性進行更新，較根本性翻新而言，會是最佳選項。

(二) HRA社群為一自2010年開始發展之年輕專業社群，其組織宗旨在於提倡共享HRA研究方法及資料，目前成員包含管制單位、研究機構、顧問公司及核電業者，並包括美國、英國、瑞典、挪威、瑞士及南韓等國家。為推動HRA資料共享理念，在第十四屆國際安全度評估與管理會議(PSAM 14)之HRA資料蒐集研討會(Collecting HRA Data Workshop)中，分成資料蒐集、分析及應用等3組進行討論，並可發現面對不同類型HRA資料，HRA社群未來除將研訂分類指引外，並將在資料分析方面，探討理論架構，在資料應用方面，考量新類型危害資訊，例如地震及火災接續或合併發生情境。

(三) 目前SACADA已進版到SACADA-2，美國核電廠STP除將繼續使用SACADA-1外，並將轉

換到SACADA-2；美國核電廠Votgle 3號機及4號機，自2019年起，並將使用評估SACADA-2。SACADA所蒐集之HRA資料，除可用於運轉員訓練外，並可用以估測人為失誤機率(Human Error Probability, HEP)，NRC並將持續推廣國內及國外核電廠使用SACADA。



照片 3：赴 NRC 總部參加人因可靠性數據分析研討會

參、心得及建議

本次赴美參加第 31 屆 RIC 會議、拜訪 NRC 官員及參訪 NRC 總部之心得及建議事項分述如下：

一、持續關注 NRC 組織變革相關議題，掌握最新運轉安全管制作為：

目前納入組織變革討論之議題，與核電廠運轉安全管理相關之項目，包含數位儀控技術相關管制指引更新、工程視察方案修訂、風險告知決策等。其中 NRC 針對目前所推動之工程視察方案，例如設計基準保證視察，正針對整合型工程團隊視察(Comprehensive Engineering Team Inspection, CETI)進行研訂，由於每年針對不同之工程領域議題進行視察，以免疏漏而未發現出安全顯著性問題，有助於嚴密及強化核能電廠安全管制作為，建議本會注意 NRC 相關視察作業程序書之修訂狀況，以作為我國核電廠視察作業程序書修訂之參考。此外，亦建議注意 NRC 發布修訂之管制技術相關文件，以強化我國核能電廠安全管制作為。

二、注意美國核電廠安全度評估相關技術發展，強化我國核電廠風險管理能力：

經參與本次會議之分組技術研討會瞭解，美國核電廠安全度評估相關技術發展，包含「運轉事件風險評估手冊」更新、SACADA 系統應用推廣、美國核電廠強風風險評估、火災風險評估指引發展、高能電弧故障測試、SPAR 模式更新、FLEX PRA 等，建議本會注意 PRA 相關技術發展，以適時督促台電公司強化核電廠風險管理能力。

三、參考 NRC 官員提出之電磁干擾防制措施建議方案，強化可攜式電磁干擾發射源之管制：

本次出國利用參與 RIC 會議空檔，拜訪 NRC 儀電專長官員，針對「NRC 對於可攜式電磁干擾發射源之管制立場」進行意見交流；NRC 官員並針對電焊機引發之電磁干擾，提出電磁干擾防制措施建議方案。審度所提出之電磁干擾防制措施建議方案，係從法規面有系統及邏輯地提出，可作為我國核電廠後續強化防範電焊機引發之電磁干擾(Arc Welding EMI)問題之管制要求參考。

肆、附件

一、2019年美國核管會管制資訊會議議程與技術研討會議題名稱



PROGRAM AT-A-GLANCE

MONDAY, MARCH 11, 2019	
3:00 p.m.–6:00 p.m. Lower Level	Early Registration Open <i>(Registration service desk)</i>
TUESDAY, MARCH 12, 2019	
7:00 a.m.–5:00 p.m. Lower Level	Service Area Open <i>(Registration, Internet/Print Center, and Help Desk)</i>
7:30 a.m.–5:00 p.m. Grand Ballroom Foyer– Main Level	ePosters and Digital Presentations on Display
7:30 a.m.–8:30 a.m. Grand Ballroom Foyer– Main Level	Meet and Greet—Networking Opportunity
8:30 a.m.–9:30 a.m. Grand Ballroom –Main Level	Opening Session “A Conversation with the NRC’s Chairman and Executive Director for Operations”— Kristine L. Svinicki, Chairman, and Margaret M. Doane, EDO
9:30 a.m.–10:00 a.m.. Grand Ballroom –Main Level	Commissioner Plenary—“Perspectives from Commissioner Baran”—Jeff Baran, Commissioner
10:00 a.m.–10:30 a.m.. Grand Ballroom–Main Level	Commissioner Plenary—“Remarks of Commissioner Burns”—Stephen G. Burns, Commissioner
10:30 a.m.–11:00 a.m.. Grand Ballroom Foyer– Main Level	Networking Break <i>ePosters and Digital Presentations on Display</i>
11:00 a.m.–12:00 p.m Grand Ballroom–Main Level	Special Guest Speaker—“Boosting Innovation in Nuclear Energy: Meeting the Demand for Clean Energy to Power the 21st Century”—Nathan Myhrvold, Founder and Chief Executive Officer, Intellectual Ventures
12:00 p.m.–1:30 p.m. Grand Ballroom Foyer– Main Level	Lunch Break <i>ePosters and Digital Presentations on Display</i>
1:30 p.m.–3:00 p.m. Ballroom A-C	Technical Sessions
White Flint Amphitheater	T1 Changes, Clarification, and Improvements to the Operability Determination Process
Ballroom D	T2 NRC Office of the Inspector General Update
Ballroom E	T3 Regional Session—Current Nuclear Power Plant and Regulatory Issues
Ballroom F-H	T4 Realizing Innovation in Advanced Reactors
Brookside	T5 The Impact of U.S. Foreign Policy on Nuclear Safety and Security
	T6 Using Risk and Safety Insights to Inform Aging Management Activities at Fuel Cycle Facilities



PROGRAM AT-A-GLANCE

1:30 p.m.–3:00 p.m.
Departure/Return
Location—Lower Level

3:00 p.m.–3:30 p.m.
Grand Ballroom Foyer—
Main Level

3:30 p.m.–5:00 p.m.
Ballroom A-C

Ballroom D
Brookside
Ballroom E
Ballroom F-H

NRC Operations Center Tour #1

Networking Break

ePosters and Digital Presentations on Display

Technical Sessions

- T7 Licensing and Operating Advanced Non-Light-Water Reactors: International Experience and Knowledge Gaps
- T8 Licensing Considerations for Future Nuclear Fuel Cycles
- T9 Modernizing the NRC's Radiation Protection Reactor Oversight Process
- T10 Oversight of Cybersecurity Plan Implementations at Nuclear Power Plants
- T11 U.S. NRC Operating Experience Data—Applications in Risk Modeling

WEDNESDAY, MARCH 13, 2019

7:30 a.m.–5:00 p.m.
Lower Level

7:30 a.m.–5:00 p.m.
Grand Ballroom Foyer—
Main Level

7:30 a.m.–8:45 a.m.
Grand Ballroom Foyer—
Main Level

8:45 a.m.–9:15 a.m.
Grand Ballroom—Main
Level

9:15 a.m.–9:45 a.m.
Grand Ballroom—Main
Level

9:45 a.m.–10:30 a.m.
Grand Ballroom Foyer—
Main Level

10:30 a.m.–12:00 p.m.
Ballroom A-C

Brookside
Ballroom E
Ballroom D
Ballroom F-H

Service Area Open

(Registration, Internet/Print Center, and Help Desk)

ePosters and Digital Presentations on Display

Meet and Greet—Networking Opportunity

Commissioner Plenary—*"Remarks by Commissioner Caputo"*—Annie Caputo, Commissioner

Commissioner Plenary—*"People, Teams, and Rules Matter: A Small Town Approach to Transforming the NRC"*—David A. Wright, Commissioner

Networking Break

ePosters and Digital Presentations on Display

Technical Sessions

- W12 External Hazards Risk-Informed Decisionmaking Activities: Flooding and High Winds
- W13 Fuel Cycle Operating Experience from a Global Perspective
- W14 Innovation in New Light-Water Reactor Reviews
- W15 Optimizing the Reactor Oversight Process
- W16 Role of Research in Transforming the Regulatory Environment

PROGRAM AT-A-GLANCE

10:30 a.m.–12:00 p.m.
Departure/Return
Location—Lower Level

12:00 p.m.–1:30 p.m.
Grand Ballroom Foyer—
Main Level

1:30 p.m.–3:00 p.m.
Ballroom A-C

Ballroom D
Brookside
Ballroom E

White Oak B
Ballroom F-H

1:30 p.m.–3:00 p.m.
Departure/Return
Location—Lower Level

3:00 p.m.–3:30 p.m.
Grand Ballroom Foyer—
Main Level

3:30 p.m.–5:00 p.m.
Ballroom A-C
Ballroom D

Brookside
Ballroom E

Ballroom F-H

NRC Operations Center Tour #2

Lunch Break

ePosters and Digital Presentations on Display

Technical Sessions

- W17 Advanced Modeling and Simulation: Can It Reduce Costs and Transform the Future?
- W18 Emergency Preparedness: Change Happens, the Mission Remains the Same
- W19 Fuel Cycle Regulatory Issues Update
- W20 Independence without Isolation: International Perspective on How Regulators Maintain Independence While Engaging Other Government and Industry Stakeholders
- W21 Reducing Risk through Fire Probabilistic Risk Assessment Research
- W22 Use of Advanced Manufacturing Technology for Power Reactors

NRC Operations Center Tour #3

Networking Break

ePosters and Digital Presentations on Display

Technical Sessions

- W23 All Things NEPA—Past, Present, and Future
- W24 Content Analytics and Big Data Applications in the Nuclear Industry and Government Agencies
- W25 Executive Panel on Trends in the Fuel Cycle Industry
- W26 Reactor Decommissioning: Learning from the Past to Help Overcome Future Challenges
- W27 Recent Developments in Realistically Modeling FLEX Equipment in Probabilistic Risk Assessment and Incorporating FLEX Insights into Decisionmaking

THURSDAY, MARCH 14, 2019

7:30 a.m.–10:30 a.m.
Lower Level

7:30 a.m.–10:30 a.m.
Grand Ballroom Foyer—
Main Level

Service Area Open

(Registration, Internet/Print Center, and Help Desk)

ePosters and Digital Presentations on Display



PROGRAM AT-A-GLANCE

8:30 a.m.–10:00 a.m.
Ballroom A-C
Ballroom F-H
Ballroom E
Brookside

White Oak B

Ballroom D

8:30 a.m.–10:00 a.m.
Departure/Return
Location—Lower Level

10:00 a.m.–10:30 a.m.
Grand Ballroom Foyer—
Main Level

10:30 a.m.–12:00 p.m.
Ballroom A-C
Brookside

Ballroom D

Ballroom E

Ballroom F-H

10:30 a.m.–12:00 p.m.
Departure/Return
Location—Lower Level

Technical Sessions

- TH28 How Digital Technology Is Being Used Today and Its Impact
- TH29 Implementing the Graded Approach to Dry Storage—What's Next?
- TH30 Modernizing the Transition from Construction to Operation
- TH31 Probabilistic Risk Assessment Consensus Standards: Principles, Objectives, and Applications
- TH32 Radiation Protection: Sustainable Gain in Efficiencies, Innovation, and Collaboration During Times of Declining Resources
- TH33 What Is Risk-Informed Decisionmaking?

NRC Operations Center Tour #4

Networking Break

ePosters and Digital Presentations on Display

Technical Sessions

- TH34 Accident Tolerant Fuels: Preparations for Licensing
- TH35 Atmospheric Transport and Dispersion Modeling for Severe Accident Consequence Analysis
- TH36 Global Approaches to Using Social Media to Keep the Public Informed about Nuclear Safety
- TH37 New and Innovative Technologies for Decommissioning and Remediation of Nuclear Facilities
- TH38 Recent and Upcoming Federal Court Decisions That May Impact the NRC's Regulatory Program

NRC Operations Center Tour #5