

出國報告（出國類別：開會）

赴日參加 **WGRO** 第一屆國際核反應器  
監管研討會與參訪文殊核電廠

服務機關：核能安全委員會

姓名職稱：宋清泉 技正

施劍青 技正

派赴國家/地區：日本敦賀

出國期間：113 年 11 月 10 日至 113 年 11 月 16 日

報告日期：114 年 2 月 5 日

## 摘 要

目前國內核電廠機組中，核三廠 2 號機仍在運轉，其他機組則因運轉執照到期進入除役。為增進核能安全管制相關作業的專業能力與品質，並強化與世界各核能管制機構進行運轉與除役安全管制經驗與技術之交流，核安會派員出國參加「經濟合作暨發展組織」(Organization for Economic Co-operation and Development, OECD) 轄下核能署 (Nuclear Energy Agency, NEA) 舉辦之第一屆國際核反應器監管研討會 (International Nuclear Reactor Oversight Workshop, INROW)。出國開會期間自 2024 年 11 月 10 日至 2024 年 11 月 16 日共 7 日 (含往返路程)，研討會討論內容主要就核電廠跨域議題、電廠全黑/廠外事件與核能管制創新等主題，由參加會議之各國核管機構就其相關管制經驗與管制技術進行分享及探討，會議期間日本核管機構亦分享其實施反應器監管方案 (Reactor Oversight Process, ROP) 的現況。此外主辦單位並安排與會人員參訪除役中文殊核電廠，由文殊核電廠人員簡報說明該核電廠快中子反應器除役作業的執行現況與未來規劃，並赴除役機組廠房現場實地觀察，各國核管機構人員於現場參訪後，對參訪時之觀察發現，包括除役技術與經驗，進行討論與分享。

藉由本次參加第一屆國際核反應器監管研討會，與會人員不僅能瞭解 OECD/NEA 各會員國對核電廠跨域議題、電廠全黑與管制創新等主題之管制經驗及觀點，藉由實地參訪文殊核電廠，亦可瞭解設施經營者對除役作業的執行做法與實務經驗，對強化我國核電廠安全管制的專業知能有相當助益。

# 目 次

	頁碼
壹、目的 .....	3
貳、出國行程.....	4
參、過程紀要.....	5
肆、心得與建議.....	17
伍、附 件.....	18

## 壹、 目的

本次出國參加第一屆國際核反應器監管研討會（International Nuclear Reactor Oversight Workshop, INROW），會議時間自 2024 年 11 月 11 日起至 2024 年 11 月 15 日止，共計 5 日，主辦單位為經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Co-operation and Development, 簡稱 OECD）/核能署（Nuclear Energy Agency, 簡稱 NEA）。茲先就舉辦此次會議的組織進行說明如下：

OECD 於 1961 年在法國巴黎創設，1972 年成為國際性組織，其宗旨與目標為協助各會員國實現可持續性之經濟成長，提升會員國生活水準。OECD 也對其他非會員國提供協助，進而為世界經濟發展作出貢獻。

OECD 其下設置 NEA，NEA 的使命是關於核能和平用途，通過國際合作，協助會員國維持並進一步發展實現和平目的下，安全、環保且經濟使用核能所需的科學、技術和法律基礎。NEA 設置核能指導委員會（Steering Committee for Nuclear Energy），為 NEA 最高決策單位，其下設立七個專業委員會，其中與核能管制關聯最密切者為核能管制委員會（Committee on Nuclear Regulatory Activities, CNRA）。

反應器監管工作小組（Working Group on Reactor Oversight, WGRO）為 CNRA 下新設置的一個任務小組，成立於 2023 年 1 月，成員現包括 25 個會員國及 IAEA，WGRO 專注於識別並分享一些反應器監管過程中的良好做法，特別是視察方面，這些做法能夠幫助確認核電廠在日常運轉中的安全性。WGRO 的主要重點為運轉中動力用反應器，但也包括反應器生命週期其他階段的經驗。

第一屆國際核反應器監管研討會（International Nuclear Reactor Oversight Workshop, INROW）於 2024 年 11 月 11 日至 15 日在日本福井縣敦賀市舉辦，涵蓋兩場次會議，第 1 場次會議安排於研討會前 3 天，僅對 WGRO 成員和受邀參與者開放；第 2 場次會議安排於研討會第 4 天和第 5 天，開放給持照者、地方政府和學術界的人士參與。

反應器監管讓核管機構（Regulatory Body, RB）得以檢視持照者在各階段的營運過程中，是否能夠安全地營運設施，遵守相關法規，並且將安全放在首位。在此框架下，

研討會的第一場次主要目的是提供參與國家一個監管經驗的技術資訊交流平台，讓各國核管機構進行討論。參與者藉此平台有機會與來自其他國家核管機構進行同行經驗交流，並就選定的主題對核能界當前和未來可能遭遇的問題進行討論。藉由這些討論，與會者總結出結論和潛在值得讚揚的做法，並識別出有助於改善各國核管機構監管活動的方法與依據。

此外，本次 INROW 也包含日本反應器監管方案（Reactor Oversight Process, ROP）的觀察與討論，WGRO 的國際監管專家對日本 ROP 的活動進行深入探討，透過本次研討會期間之基準視察，觀察現場視察員與持照者之間的正式互動。觀察中的重要見解為研討會提供有用的資訊，進而引發對視察員角色和職責、組織和文化差異對於監管之阻礙等多個領域的討論。

我國核能安全委員會（以下簡稱本會）2024 年初受邀參加 WGRO 工作小組，故而有機會參加 2024 年 11 月舉辦的 INROW 研討會。參加 INROW 研討會除有助於增進本會與國際核管機構的交流外，藉此機會亦增進本會對國外核管機構之做法及實務經驗之瞭解，精進本會的管制能力。

## 貳、 出國行程

本次出國期間自 2024 年 11 月 10 日起至 2024 年 11 月 16 日止，共計 7 日。行程如下：

日期	行程	摘要
11 月 10 日(日)	台灣→大阪→敦賀	去程
11 月 11 日(一)	敦賀	參加第一屆國際核反應器監管研討會 ● 第一場次開幕-主題介紹 ● 核電廠全黑狀態 ● 核電廠跨域議題
11 月 12 日(二)	敦賀	參加第一屆國際核反應器監管研討會 ● 核電廠跨域議題 ● 電廠全黑/廠外事件
11 月 13 日(三)	敦賀	參加第一屆國際核反應器監管研討會 ● 核電廠跨域議題

		<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電廠全黑/廠外事件</li> <li>● 第一場次閉幕</li> </ul>
11月14日(四)	敦賀	參訪文殊核電廠 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 文殊核電廠現況</li> <li>● 文殊核電廠現場參訪</li> </ul>
11月15日(五)	敦賀	參加第一屆國際核反應器監管研討會 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 第二場次</li> <li>● 日本 ROP 經驗與回饋</li> <li>● 監管研討會結論分享</li> </ul>
11月16日(六)	敦賀→台灣	返程

## 參、 過程紀要

### 一、會議概述：

INROW 研討會議程如附件一，研討會進行方式分為 2 場次會議，第 1 場次會議（第 1-3 天）包括三個主題，分別係持照者跨域議題的監管框架、對可能導致電廠全黑的外部事件的準備情況之視察，以及創新監管方法，這些主題是主辦單位依據 WGRO 成員建議和 CNRA 的回饋進行彙整之後所討論出來的。本次研討會中 WGRO 之成員和受邀參加者，對這些前述主題進行了深入的討論。

INROW 第 2 場次會議（第 4-5 天）包括基準視察觀察及第 5 天開放予外界（包含工業界與學術界等）聽眾之研討會。主辦單位於第 4 天安排兩個行程分頭進行，第一個行程讓第一場次會議參與者有機會參訪文殊核電廠，本會與會人員選擇參加此行程，第二個行程則是由 WGRO 成員國指派的國際視察員、日本原子力規制委員會（Nuclear Regulation Authority, NRA）的視察員等至大飯（Ohi）核電廠進行基準視察觀察。

第 5 天研討會成員包括持照者、地方政府、學術界及 WGRO 成員，對日本 ROP 案例及前一天執行基準視察觀察進行討論。

### 二、會議詳細過程：

#### (一)開幕：

研討會第 1 場次會議著重在反應器監管領域之經驗分享，來自 18 個國家的 52 名國際專家討論三個主題：持照者跨域議題（Cross-Cutting Issues, CCI）的監管框架、確

認持照者對可能導致電廠全黑（Station Blackout, SBO）之外部事件的準備情況，以及創新監管方法。

研討會第一天主席開場說明，儘管成員國執行監管安全檢查的方法存在差異，但共同的目標為透過更有效和高效率的監管，以確保核能安全之提升。藉由本次與國際同行會面，彼此分享有關監管檢查作為、計畫和組織的資訊和經驗。本次討論主題包括持照者跨域議題的監管框架、確認持照者對可能導致電廠全黑之外部事件的準備情況，以及監管的創新方法等三個主題。研討會舉辦前主辦單位已收集與會國家對這三個主題問卷的回復，並由各主題對應組別之組長先行檢視分析，為研討會討論提供資訊。研討會的重點是核管機構使用的方法、程序和標準，目的在於進行高品質的討論、確認潛在值得讚揚的作法（Commendable Practice, CP）、突顯觀察亮點。此處所提到的監管檢查活動潛在 CP 並非指國際規範、標準或指引，而是透過討論得出結論可提高監管實務/計畫的效率和/或有效性的想法，並進而促進核管機構框架的增強。所提出之潛在 CP 必須具有在整個核管機構共同體中一致認同且推廣的特質。儘管如此，在採取潛在 CP 之前，每個核管機構都有責任根據其立法和監管框架進行自己的職責調查。主席進一步說明，CP 的標準為：

- 安全重要性（即安全影響）
- 將促進核管機構的工作（即為核管機構提供共識）
- 創新特性
- 作為協調和/或改進監管作法的工具
- 已被多個核管機構採用

CP 之建議論述由 4 部分組成：

- 描述潛在 CP 的聲明
- 關於如何實施 CP 的想法和/或對其目的的解釋
- 適用的標準（即前面提到的 CP 的標準）
- 符合適用標準的技術理由（即合理解釋為什麼這種做法值得讚揚）

主席期許小組討論時緊扣主題，重點關注核管機構用於視察專案、流程、程序以及

結構、系統和組件的方法、程序和標準，認知監管檢查方法多樣性而避免於討論時採取對抗，用具體例子分享經驗和想法，平等的談話機會，保持開放的心態，傾聽別人說話。

主席並表示研討會的成果將於閉幕演講分享建議的 CP，主辦單位將準備研討會議紀錄，後續與其他 NEA 工作小組一起準備有關特定主題的進一步工作（報告、小組研究等）。

## (二)分組討論

第一天下午隨即分組進行討論，本會與會人員分頭出席跨域議題及電廠全黑問題，參與心得詳述如下。

### 1.跨域議題

此次我國核安會參加 OECD/NEA 舉辦之第一屆國際核反應器監管研討會，共參與兩項議題，其中一項為電廠跨域議題（CCIs），OECD/NEA 於研討會半年前即要求參與會議之國家核管機構，須先針對 OECD/NEA 事先擬定好與電廠跨域議題提供相關管制見解與案例分享，此次共有 13 個國家的核管機構針對電廠跨域議題提供資料，主辦單位因參與國家太多，因此將參與國家針對每個議題分成二組，本會參與電廠跨域議題第一分組，共有 6 個國家的核管機構，分別是荷蘭、日本、德國、瑞典、英國及台灣，本項議題主持人為日本核管單位渡邊（Tasuki）先生，他事先說明電廠跨域議題是日本提出之議題，日本核管單位對於這項議題特別有興趣，原因是電廠跨域議題之管制似乎並無一定之分類與接受標準，日本核管單位因此想瞭解各國核管機構之看法與見解，然後藉由此次研討會收集各國核管機構的見解與意見後，做出建議事項供 OECD/NEA 所有參與國之核管機構未來針對電廠發生跨域議題時之管制參考。

本次研討會有關議題討論會議安排時間為三天，第一天討論會議期間日本核管機構先提出其在視察日本核電廠時，常會發現有一些問題可能是廣泛性之安全疑慮，例如安全文化觀念不足，日本核管機構一直在思考如何早期發現跨域議題，本會提出電廠跨域議題屬性，主要與人為疏失、安全文化及設備共因失效有關，與會核管機構認為人為疏失與安全文化確實屬電廠跨域議題。其他國家核管機構對於本會如何判定視察員之視察發現屬於跨域議題提出詢問，本會介紹我國駐廠視察回報系統供其他國家參

考，本會駐廠視察員每日在電廠之視察發現，由會本部資深人員與主管參與判定視察發現之機制，此項做法與世界各國單獨依靠視察員本身進行視察發現並做相關判定更有優勢。其他國家核管機構亦對於本會視察發現，若判定為屬於跨域議題，後續如何處理提出詢問，本會說明針對視察發現後續處理方式有開立違規、注意改進事項及管制會議等，經討論後確認各國核管機構處理視察發現之方式十分相似。

荷蘭核管機構提出其做法為針對視察報告發現若有跨域議題，將會與業主進行討論並與業主不同階層人員進行訪談以瞭解問題點，並另外組成視察團隊進行相關視察。瑞典核管機構說明與業主對於跨域議題進行訪談時，將會籌組視察團隊，以瞭解電廠不同階層人員對於跨域議題之認知。日本與瑞典核管機構同時表示跨域議題之發現與確認，將會要求電廠強化工作人員之人為疏失課程訓練；荷蘭核管機構亦認為電廠改正方案對於跨域議題之發現與解決是重要的。

日本核管機構分享日本核能電廠業主會有 say yes to RB (Regulatory Body) 的議題，業主於回復核管機構管制要求時，希望核管機構能告知解決方案（意即 coaching）之議題，日本核管機構就前述議題詢問其他國家管制經驗，現場所有 6 個國家核管機構均明確表示，核管機構不應指導電廠如何執行改善之狀況；至於 say yes to RB 議題，本會另分享業主與核管機構對電廠運轉知識應具有相似之能力，雙方基於相似的認知能力才容易有良好的溝通。我國新進人員於成為正式視察員之前，會先至核能電廠接受運轉員執照訓練課程，使其對電廠熟悉程度與電廠運轉人員一致，因此核管機構與業主雙方就許多議題能有良好之溝通，英國及其他核管機構均表示，十分認同視察員對於電廠系統與運作機制需有深入及完整之認知。日本核管機構方分享原子力規制委員會（NRA）有訓練中心編制，讓視察員得到良好的訓練，同時亦招募多位具運轉人員執照之電廠人員，參與其管制工作及視察員再訓練，以期減少核管機構與業主之間對於視察缺失之認知落差。

第二天討論會議主要著重在分享之前提交 OECD/NEA 有關各國核管機構跨域議題案例經驗，其中英國核管機構分享核能電廠興建完成後，轉換至運轉階段，及電廠由運轉階段轉換至除役階段，這些轉換牽涉到電廠組織轉換及人員工作變換，因此可能

存有工作文化與工作內容較大之變異，因此須注意是否有跨域議題；本會則分享電廠除役期間緊急柴油發電機定期維護項目與維護周期之議題；荷蘭核管機構分享研究用反應器延役之後，存有設備老化管理問題；瑞典核管機構則分享電廠進入除役期間，因工作人員數目將減少，恐會影響人員工作情緒問題；德國核管機構則分享現有核能電廠因為有經驗工作人員離退後，與新進人員經驗傳承存有代溝；英國核管機構另外分享英國最近建造新式核反應器為法國設計與監造，因兩國文化差異與英國業主缺少新建核反應器經驗，以及英國目前核能工業供應鏈不足，導致必須仰賴國外設備廠商等，可能造成跨域議題。各國核管機構於會議中針對相關議題，均必須陳述各自之見解與經驗，經討論後再決定將那些管制經驗值得納入會議建議事項，可後續供各國核管機構，未來在自己國家遇到類似狀況時，注意防範可能造成之跨域議題。

第三天議程主要為兩組共 9 個國家視察員，針對前兩天討論跨域議題會議結果進行彙整，討論那些鑑識與觀察值得放入會議結論，會議結論結果最後由英國核管機構人員進行彙整與修飾，經兩組共 9 個國家核管機構，17 位視察員於集思廣益後，得到 7 個潛在 CP 及 4 個觀察事項，現分述相關討論結果於後：

### **潛在 CP (1)**

核管機構應有積極的態度，指出可能會導致的跨域議題，例如：業主之組織變動或電廠狀態改變、從興建轉換到運轉或從運轉轉換到除役狀態、供應廠商的改變，或外在的變動，例如：財務狀態、政策改變等。

### **潛在 CP (2)**

核管機構應具備收集與相關跨域議題的相關數據的能力，例如：績效指標，這些數據可以直接來自業主，也可以是來自獨立視察機構。核管機構亦應利用視察報告作為資源，以獲取有效且可供分析的資料，如此核管機構能在不依賴業主的情況下進行趨勢分析，這些訊息可用於支援核管機構計畫性視察方案的訂定，以便及早辨識發現跨域議題指標的正面或負面跡象。

### **潛在 CP (3)**

核管機構應鼓勵業主主動發現並記錄所有事件，包括較低層級（次要）的事件，並

定期進行事件趨勢分析，以判斷是否有跨域議題處理不當導致部分事件的發生。

核管機構應確保業主會定期與其分享這些趨勢分析的結果。

#### **潛在 CP (4)**

核管機構應採用結構化的方法對跨域議題進行監管，從業主組織的高層到基層，進行全面瞭解跨域議題，需要進行多次訪談，以覆蓋組織中的所有層級，並結合訪談、觀察和文件審查等多種技術，收集所有利害關係人的觀點。

#### **潛在 CP (5)**

核管機構應鼓勵業主之間進行協調與合作，分享與跨域議題相關的資訊。這應包括對跨域議題的理解、判別及發現跨域議題的技術，以及如何消除業主組織內部不利的跨域議題影響，同時亦能強化應對跨域議題影響的方法。業主應討論使用異常事件相關數據，來辨別其組織內可能存在的跨域議題及防範後所帶來之益處。

#### **潛在 CP (6)**

當業主對某事件進行詳細肇因分析時，核管機構應鼓勵業主考慮來自不同領域的更廣泛潛在問題的原因，如果業主已考慮跨域議題是事件的可能肇因，則業主應盡可能尋找數據來證明，同時業主應充分考量所有可能原因，作為該事件根本肇因或可能造成跨域議題的緣由。

#### **潛在 CP (7)**

核管機構應確保某些特定視察員須接受專業訓練和指導，並利用其具有人因與組織因素 (Human and Organizational Factors, HOF) 專長之視察員來支援核管機構內部的知識傳遞，以幫助核管機構能判別和理解跨域議題，並在適當情況下要求業主及時解決與跨域議題相關的議題。

進行分組討論跨域議題時，亦有四項觀察事項，雖未分類屬潛在 CP，但亦值得核管機構參考：

- (1) 多個核管機構花費長時間的觀察，對業主的安全文化改善進行監管。這需要投入大量資源來監管相關改善工作。

- (2) 當業主過度依賴其供應商時，可能存在跨域議題的風險。核管機構應致力於防範業主對供應商過度的依賴。
- (3) 一些核管機構要求業主在其組織內，應具備足夠的 HOF 能力和技能之專家，以支援業主識別和管理跨域議題，並推動後續改善計畫。
- (4) 核管機構應考慮建立一個跨域議題之架構（分類體系），以幫助建立核管機構與持照者間的共同語言和認知，以便判別潛在之跨域議題。

針對此次 INROW 會議討論所得到之潛在 CP 尚須提交給 CNRA 進行審查和批准。當會議彙整所得到之潛在 CP 獲得批准後，才能被視為 CNRA 批准的建議，供各國核管機構作為參考之用。

## 2. 電廠全黑及廠外事件議題

本會參與之另一討論主題為電廠全黑/外部事件的準備情況。對於核管機構確認持照者外部事件的準備非常重要，可藉此瞭解電廠反應器、安全屏障和安全相關設備的狀態，減輕事件的嚴重性，並確認公眾和環境的安全得到充分保護，以及透過肇因分析的回饋和外部事件的改正行動來改善設施的視察活動，藉由對事件的強力監管和後續行動，建立公眾對核管機構能力的信心。WGRO 借鏡先前國際核能管制視察研討會的成果，並依 2015-2017 年 CNRA 運作計畫和指引的第 3 項挑戰“現有核設施的安全運轉”所述內容，訂定本項主題為探索核電廠承受廠外事件（如洪水、強風、地震、電網故障、外部火災或任何可能導致 SBO 之狀況）。WGRO 於研討會前已先行設計此主題之問卷，並交由各會員國參與者回答問卷，於會議前本項主題分組之組長已先行檢視各國的管制作法，並進一步建議本次研討會可討論的內容，包括核管機構使用哪些不同的方法來檢查緊要救援設備、多個電廠共用之設備及須密集協調才能在需要時交付的設備等，這些議題納入本次分組討論中。

此次共有 10 個國家的核管機構參與 SBO 議題的討論，因參與國家眾多，主辦單位因此將參與討論人員分成二組。本會亦派代表參與此項主題之討論，並被分配在此主題第二分組。第二分組共有 6 個國家的核管機構參加，分別是波蘭、法國、日本、韓國、瑞典及台灣，本項議題主持人為波蘭核管單位 Marek 先生，小組討論方式為藉由

事先的主題問卷進行深入的討論，重點領域包括(1)核電廠 SBO 法規、規則或要求；(2)視察涵蓋 SBO 和廠外事件；(3) SBO 和廠外事件的報告陳報；(4) SBO 和廠外事件的風險考慮；(5) SBO 和廠外事件的運轉經驗；(6)持照者因應 SBO 和廠外事件的緊急應變計畫之有效性等。小組成員經由討論及達成共識，提出 SBO 及廠外事件議題潛在 CP 及觀察亮點。

第三天議程主要兩組人員針對討論會議結果進行彙整，並於第三天下午整體會議上報告本主題討論所得結論。本主題兩組共 10 個國家核管機構，17 位視察員於集思廣益後，得到 11 個潛在 CP 及 2 個觀察事項，現分述相關討論結果如下：

### 潛在 CP (1)

在發生國內或國際超越基準事故（Beyond Design Basis Event, BDBE）後，核管機構應要求持照者進行壓力測試或安全評估(安全審查)，以幫助評估事故管理計畫、程序和設備，減輕未來可能導致 SBO 的潛在外部事件的後果。

### 潛在 CP (2)

在發生國內或國際 BDBE 外部事件後，核管機構應透過執行評估、審查、檢查或評估等方式，驗證持照者回應和減輕未來可能導致 SBO 的外部事件後果的能力。

### 潛在 CP (3)

核管機構應進行檢查，以評估持照者是否已做好應對季節性、極端天氣和可能導致 SBO 的外部事件的準備。

### 潛在 CP (4)

核管機構應要求緊急應變計畫演習場景，包括導致 SBO 的外部事件。

### 潛在 CP (5)

運轉經驗顯示，火災、洪水、地震、惡劣天氣等外部事件會導致喪失外電（LOOP）和 SBO 事故。檢查計畫應包括指導視察員評估電廠製定因應 SBO 計畫及程序時使用此類操作經驗的情況。

### 潛在 CP (6)

核管機構應以適當的頻率對用於救援極端事件或 SBO 的永久、臨時或移動設備及

其管理計畫、程序或流程（例如：維護、測試、演習或培訓）進行例行或非例行檢查。

#### **潛在 CP (7)**

核管機構應評估持照者對導致 SBO 的外部事件之因應和緊急應變計畫，以確保持照者能夠充分執行其因應程序。

#### **潛在 CP (8)**

核管機構應檢查專門用於實施緊急程序、極端減災指引或嚴重事故管理指引所需設備操作的人員培訓，以及持照者為證明可以在假設的情況下完成程序而採取的步驟，範圍和環境條件。

#### **潛在 CP (9)**

核管機構應考慮使用國際外部專家來支援可能導致 SBO 的惡劣天氣和/或超出設計基準的外部事件的評估、審查或檢查。

#### **潛在 CP (10)**

核管機構應在其監管框架中考慮評估氣候變遷的影響，這些影響可能會挑戰核電廠抵禦極端環境條件的能力。

#### **潛在 CP (11)**

核管機構應確保將新設備（被認為與安全無關但有助於安全）用於應對外部危害的持照者有適當的預防性維護和測試，以確保在需要時能夠發揮作用。

討論時亦有兩項觀察事項，雖未分類屬潛在 CP，但亦值得參考：

- (1) 核管機構與所有利害關係人之間的平衡對話是制定良好法規的基礎。基於有實質內容的論據、對雙方進一步的瞭解及互相信任的溝通，有助於提高法規或要求在制定和實施過程中能全面考慮所有利害關係人的意見，同時促進安全。
- (2) 透過運轉經驗回顧，持照者能識別並增強因應 SBO 事件之計畫和程序。這可能包括各類事件（火災、洪水、地震、惡劣天氣等）如何導致 LOOP 或 SBO。

為了保證有效性，持照者應有相應的機制，定期回顧運轉經驗，並根據情況更新其計畫和程序。

### 3.第四天文殊核電廠參訪

#### (1) 文殊核電廠背景資料

文殊核電廠位於日本福井縣敦賀市敦賀半島，為日本原子力研究開發機構（Japan Atomic Energy Agency, JAEA）所營運之快中子反應器，與一般商用反應器類型不同，其屬於使用鈉金屬做為緩衝劑之反應器，文殊反應器建設始於 1986 年。1991 年 5 月 18 日首次填充爐心燃料及啟動。1994 年 4 月首次達成臨界。1995 年 8 月 29 日併網發電。文殊核電廠反應器是使用鈉冷卻，因此使用混合氧化物核燃料（MOX）的反應器，設計有三個主冷卻迴路，反應器熱功率為 714MWt，發電量為 280MWe。2016 年 12 月 21 日，日本政府決定將文殊除役。文殊核電廠自 1970 年動工建設，總計運轉時間僅 250 天，並於 2022 年將燃料全部取出，目前處於持續拆廠階段，有關文殊核能電廠現況資料如下表。

文殊核電廠機組現況

反應器類型	快中子反應器
輸出功率(MWe)	280
開始運轉日	1991 年
現況	2010 年 3 月永久停止運轉，2016 年 12 月除役計畫獲 NRA 認可，執行除役作業中。

#### (2) 文殊核電廠現場實地參觀

本次參訪日本核設施之第二個行程為文殊核電廠，主要為瞭解日本研究用反應器除役規劃、拆除現況。參訪行程先由日本原子力研究開發機構同仁簡報說明文殊核電廠的現況及除役拆除進度，並說明電廠歷史上發生兩次重大事件之緣由與處理結果。簡報結束後由電廠人員引導至廠房參觀，此次參訪包含反應器廠房（爐心核燃料及緩劑鈉均已清空）及汽機廠房，目前電廠先行拆除汽機廠房設備為主，原因為主發電機及汽機系統屬於二次側系統為清潔區域，目前均已拆除完畢。另現場持續進行拆除汽

機廠房加熱器，現場廢棄物檢整分類區域，每件材料以顏色做記號分類，並包裝置於現場暫存區域的專用容器中。

在現場參訪文殊核電廠過程也可看到許多停用設備管閥，以綠色標籤或膠帶可供清楚識別，預定要拆除設備範圍以黃色標籤或膠帶識別，以及拆除設備切割位置以藍色標籤或膠帶識別。於拆除作業開始前，以不同顏色進行不同危害程度分類，確保工作人員進行正確之除污作業及其拆除程序。

現場參訪時可看到現場消防系統均仍保留並維持可用狀態，此項做法與國內現行核電廠拆除作業做法類似，經現場溝通電廠目前運轉人員工作狀態，電廠表示因為金屬鈉及核燃料仍存放在廠房與用過燃料池內，因此仍須有運轉人員持續巡視及監視仍需維持可用設備之狀態，包含控制室、廠房通風系統、最終熱沉與緊急柴油發電機等設備，較傳統核電廠留用設備更多，其原因與鈉金屬尚存放在電廠廠房內有關。

現場參訪除廠房外，日方亦安排參訪訓練中心，目前電廠訓練中心之訓練項目主要係針對鈉金屬接觸空氣失火後之滅火策略訓練。文殊核電廠之反應度控制與沸水式電廠相同，控制棒是由反應器底部進入，但熱傳方式則是與壓水式電廠相同，分別為一次側蒸汽產生器，二次側則為汽機與發電機，但其反應器再循環泵卻設計在廠房制高點，與傳統沸水式電廠將反應器再循環泵設計在反應器低點相反，主要是基於失效安全（Fail Safe）之觀念，且金屬鈉在液態時並無淨正吸水頭（NPSH 議題），管路若有洩漏或斷管問題時，運轉人員只需將再循環泵停止，液態金屬鈉會藉由重力流回反應器及位於底部之金屬鈉收集槽，屬於被動式安全設計，因此即使電廠發生全黑失電，金屬鈉也會被動處於較為安全狀態。

#### 4.第五天（第二場次）會議

第五天會議進行中對第四天於大飯核電廠執行的基準視察觀察，召開基準視察小組會議進行討論，討論重點聚焦於現場核管機構（NRA）視察員在檢查過程中的積極特質、行為、作業方式及互動，WGRO 國際監管專家對視察觀察時發現之問題進行討論，並分享有助於提高視察員效能的經驗和做法，此意見交流進而引發對良好的視察員特質，包括尊重的態度、開放的溝通和謙虛等之討論。討論結果後續將用以提供

WGRO 協助制定有效率視察員特質之指引，協助制定有關視察員職權與責任的指引，從而實施有效的監管與視察計畫等。

會議接續由 NEA 署長 William D. Magwood 和 NRA 委員會委員 Tomoyuki Sugiyama 對前述小組進行的討論發表評論，署長 William D. Magwood 強調經營者和核管機構間角色和責任的差異，並指出「核管機構不應該替代持照者去負責確保設施安全，而是應該監管並確保安全狀況得到維持。」

第五天會議也對日本建立反應器監管程序(Japan's Reactor Oversight Process，簡稱日本-ROP)進行探討。ROP 係根據績效指標 (PI) 和視察結果來評估電廠績效，在判斷時運用基於績效和風險告知的思維，對維持一定安全水準的設施僅執行基準視察，對績效劣化的設施則增加補充視察，藉此推動電廠自行提升其安全水準。會議報告之日本-ROP 與台灣參考美國核管會建立的 ROP 相似。

日本原子能學會核安部的 Hiroko Kondo 女士隨後發表了演講，概述了美國 ROP 轉移和適應日本文化和監管環境的過程，表示轉型為日本-ROP 有好的開始，視察員和電廠對目標有清晰的理解，並積極努力實現成功，更加注重可衡量的安全績效。而日本-ROP 對電廠制定了更清晰的監管期望，從而使其與安全目標更加一致。日本-ROP 的下一步將是持續落實風險告知，並將之全面融入決策過程，通過透明度和積極的利害關係人合作來促進社會信任。Hiroko Kondo 女士指出日本-ROP 需要解決的關鍵挑戰，包括：(1) 日本-ROP 有可能被限制在視察員和電廠之間，與社會關注和利害關係人的參與脫節；(2) 目前缺乏有效的流程來傾聽社會關切或有意義地解答其問題；(3) 風險告知化決策的挑戰，對日本-ROP 的成功至關重要；(4) 日本-ROP 適用於比美國 ROP 更為廣泛的設施，需要量身定製的分級方法；(5) 日本核電廠在經過十年停機後重啟，NRA 和電廠需要採取建設性的方法，確保日本-ROP 持續的相關及有效。

為期五天的研討會在福井縣的 Akihiro Yamamoto 博士和原子能協會 (ATENA) 的 Taku Sato 先生主持的討論中結束。交流內容涵蓋相互信任、有效溝通、風險告知決策、持續改善、長遠思考等多個面向。

## 肆、心得與建議

- 一、總部設在法國巴黎之 OECD，其轄下之核能署舉辦之第一屆國際核反應器監管研討會，台灣是第一次參加此類大型國際研討會，能與許多國家的核管機構視察員一起討論與交流，是一次非常難得之經驗，與以往單一國家之管制機構交流時，通常是多項議題進行交流，此次是一項核能安全議題讓多個核管機構相互討論，其討論深度與廣度是截然不同且難得之經驗，同時研討會討論結束後將所有參與國家有意義之管制經驗予以彙整，並做成管制建議供 OECD/NEA 轄下參與國參考，此項經驗交流對於我國未來執行核能安全管制具有實質之助益。
- 二、第一屆國際核反應器監管研討會，因小組討論時間長達三天，且之前主辦方已要求參與國核管機構提交管制經驗與案例，與會者之間的討論能知曉其他國家管制經驗與方法，此項經驗能讓本會瞭解國際核管機構對於核能管制的最新想法與觀念，除能互通觀念也能截長補短，藉由參與此次研討會，可將各國管制經驗作為本會未來執行安全管制之參考。
- 三、此次參與第一屆國際核反應器監管研討會，因參與國家眾多，小組討論時除需分享自己國家的管制經驗，同時需對其他國家管制經驗表達意見。例如小組討論過程中不單只討論研討會指定項目，常會分享自己國家在執行核能管制上遇到之問題，藉此機會詢問其他管制機構意見，本次日本管制機構即額外提出有關吹哨者條款及 say yes 文化，請教與會各國管制經驗，因此參與此次研討會亦能讓其他管制機構更瞭解台灣核能管制現況與經驗。
- 四、本次參訪日本文殊核電廠的現場除役作業，除對於現場拆除作業的事先規劃、圖面管理與現場標示相當完備外，除役期間產生的大量廢棄物的暫存、除污、切割與檢測區域規劃，建議可瞭解日本核能電廠除役作業規劃與經驗回饋，對於未來本會執行核電廠除役管制作業能有所助益。

## 伍、附件

附件一 INROW 議程

附件二 INROW 現場照片

## 附件一 INROW 議程

### Schedule Overview

<b>Date</b>	<b>Event</b>	<b>Accommodation Location</b>
9 Nov (Sat)	Arrival in Tokyo	Tokyo
10 Nov (Sun)	Moving from Tokyo to Tsuruga Pre-meeting and Meet & Greet	Tsuruga
11 Nov (Mon)	INROW Session 1 Day-1	Tsuruga
12 Nov (Tue)	INROW Session 1 Day-2	Tsuruga
13 Nov (Wed)	INROW Session 1 Day-3	Tsuruga
14 Nov (Thu)	INROW Session 2 Day 4 Benchmark Inspection at Ooi NPP (Monju site visit for INROW Session 1 Participants)	Tsuruga
15 Nov (Fri)	INROW session 2 Day-5 Moving from Tsuruga to Tokyo	Tokyo/Tsuruga
16 Nov (Sat)	(Some people) Moving from Tsuruga to	Tokyo
17 Nov (Sun)	Moving from Tokyo to Fukushima by large bus arranged by NEA	J-Village hotel in Fukushima booked by NEA
18 Nov (Mon)	Fukushima Daiichi NPS Site Visit Moving from Fukushima to Tokyo	Tokyo
19 Nov (Tue)	Departure from Tokyo	

<b>Programme of 1<sup>st</sup> INROW Session 1 (Chair: Mr. Guannel)</b>		
<b>Day</b>	<b>Event</b>	
Sunday 10 November	15:00	Workshop pre-meeting for discussion group leads
	18:00	Pre-registration meet and greet
Monday 11 November	08:30	Registration and coffee
	09:00	Plenary opening session Welcome - NRA: Mr. Tatsuki Watanabe - NEA: Mr. Yuji Kumagai, NEA's Nuclear Safety Technology and Regulation Division - WGRO: Mr. Yves Guannel (ASN, France), WGRO Chair Presentations of workshop topics by WGRO topic leads
	12:30	Lunch
	13:30	Workshop discussion session: Part 1
	17:00	End
Tuesday 12 November		Workshop discussion sessions: Parts 2 and 3
	09:00	Resume workshop discussion sessions: Part 2
	12:30	Lunch
	13:30	Workshop discussion sessions: Part 3
	17:00	End
Wednesday 13 November	09:00	Final topic group discussions
	12:00	Lunch
	13:00	Host country presentations – about NRA and its approach to verify general and specific topics for inspection programme: Yusuke Kasagawa
	14:00	Plenary closing session: workshop discussion results
	17:00	Close
	18:00	Workshop dinner
Thursday 14 November	12:20	Meet for the Monju site visit at Tsuruga Station
	16:00	End

Programme of 1 <sup>st</sup> INROW Session 2 (MC: Ms. Kimberly Hazelton) Friday, 15 November 2024	
08:30	<b>Registration</b>
<b>Opening Session</b>	
09:00	Welcome remarks - NEA / Mr. William D. Magwood
09:15	Regulator's perspective - NRA / Mr. Tomoyuki Sugiyama
<b>Sub-session 1</b>	
09:30	Overview of the forum: logistics, structure, objectives, and expected outcomes - NEA / Mr. Yuji Kumagai
09:40	Overview of WGRO Activities and Outcome of INROW Session 1 - ASN / Mr. Yves Guannel
10:00	Overview of Japan's ROP - NRA / Mr. Yasushi Morishita
10:20	Presentation from Academia - Nuclear Safety Division of AESJ / Ms. Hiroko Kondo
10:50	Coffee break and group photo
<b>Panel 1 (Chair: Mr. Tom Hipschman)</b>	
11:20	Benchmark exercise practice - NEA / Mr. John Nakoski
11:35	Benchmark observation - Case study of Day 4 activities Benchmark inspectors - Sweden SSM Pasi Westerholm - Netherland ANVS / Mr. Paul van Fessem - UK ONR / Mr. Gideon York - France ASN / Julien Husse
12:45	Lunch
13:30	Feedback on Benchmark from Senior Experts - Canada CNSC / Ms. Kim Hazeleton - UAE FANR / Ms. Meera Al Mheiri - Sweden SSM / Mr. Kenneth Broman - UK ONR / Mr. Mahtab Khan - Japan NRA / Mr. Yuya Mito, NRA inspectors from Ooi regional office  - Discussion
14:45	Coffee break
<b>Panel 2 (Chair: Mr. Gideon York)</b>	
15:05	Expectations for Regulatory Inspections Speakers: - Fukui Prefecture / Mr. Akihiro Yamamoto - Japan Utilities ATENA / Mr. Taku Sato Panellists: - Panel Speakers - Nuclear Safety Division of AESJ / Ms. Hiroko Kondo - WGRO Representative / Mr. Yves Guannel - WGLSC Representative / Mr. Marc McBride - NRA / Mr. Tomoyuki Sugiyama

## 附件二 INROW 照片



2024 第一屆國際核反應器監管研討會-跨域議題分組成員合影



2024 第一屆國際核反應器監管研討會與會者合影