

出國報告（出國類別：開會）

參加經濟合作暨發展組織核能署 第六次反應器監管工作組(WGRO)會議

服務機關：核能安全委員會

姓名職稱：施劍青 技正

熊大綱 技正

派赴國家/地區：法國巴黎

出國期間：114 年 9 月 20 日至 114 年 9 月 27 日

報告日期：114 年 12 月 10 日

摘 要

為增進核能安全監管作業的專業能力與品質，強化與世界各國核能監管機構安全監管經驗與技術之交流，核能安全委員會派員赴法國巴黎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）反應器監管工作組（Working Group on Reactor Oversight, WGRO）第六次會議。出國開會期間自 2025 年 9 月 20 日至 9 月 27 日共 8 日（含往返路程）。

本次會議為定期會議，議程包括：回顧過往任務執行、展望未來工作，並藉此交流各國核安監管經驗。會議討論內容包括觀察視察所觀察到的「值得讚許的做法（Commendable Practice, CP）」，以及第二屆國際核反應器監管研討會（International Nuclear Reactor Oversight Workshop, INROW）籌備及三大核心主題（新型反應器未來監管計畫、安全文化監管、視察員培訓/能力養成）相關問卷之研擬及密集討論，並與各國代表就核能安全監管與核電廠現場視察經驗與實務資訊深度交流。

藉由本次參加 WGRO 第六次會議，與會人員接觸到多國的監管經驗、管制作法，以期對強化我國核電廠安全監管的專業知能有所助益。

目 次

	頁碼
壹、目的	1
貳、出國行程.....	3
參、過程紀要.....	3
肆、心得與建議.....	16
伍、附 件	16

壹、目的

反應器監管工作組（Working Group on Reactor Oversight, 簡稱 WGRO）乃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 或合稱 OECD/NEA）其下之任務小組，成立於 2023 年 1 月，其成員包括 25 個會員國及國際原子能總署(IAEA) 作為觀察員，每半年召集工作會議一次，本次出國的目的即為參加 WGRO 第六次會議，會議時間自 2025 年 9 月 22 日起至 2025 年 9 月 25 日止，共計 4 日。

針對 OECD/NEA 與 WGRO 之間的隸屬關係以及 WGRO 任務，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 轄下的核能署(NEA)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 就關鍵問題提供權威評估並達成共識，為政府核能政策決策以及經合組織在能源和低碳經濟可持續發展等領域的更廣泛分析提供參考。

NEA 設置核能指導委員會（Steering Committee for Nuclear Energy），並於其下設立七個專業委員會，其中核能監管委員會（Committee on Nuclear Regulatory Activities, CNRA）由資深核能監管人員組成，作為監管組織之間交流資訊和經驗以及審查可能影響監管要求發展的論壇。CNRA 負責 NEA 關於核設施在技術與人因方面的核安全監管、申照和視察的計畫。

反應器監管工作組（WGRO）為 CNRA 下設置的一個任務小組，WGRO 旨在提供一個平台，讓各國核能安全監管機構交流關於反應器安全監管的人力和技術方面的知識與經驗；WGRO 的作業模式通常包括派員進行觀察視察、舉辦國際研討會、專家小組文獻研討等活動；目前 WGRO 每半年定期召開一次會議，會議期間討論近期工作成果與規劃未來活動，並藉此機會交流各會員國的核能安全監管

經驗。

前述所謂的派員進行觀察視察，係指藉由各國核安監管機構定期派員進行核電廠視察活動的交流與會議討論的型式，促進成員間提出值得讚許的作法（Commendable Practice, CP），透過提出有助於改進視察做法/計畫效率和/或有效性的理念，以促進監管機構框架的強化，以進行核能安全監管的方法和技術深度交流，達成有效率的視察評估和提高視察結果的有效性。而 WGRO 所謂的值得讚許的作法，必須符合以下兩項準則：

1. 具有安全重要性（即具有安全影響）；
2. 將促進監管機構的工作（即為監管機構提供共同理解）。

此外，值得稱讚的做法亦可展現以下特徵之一：

1. 具有創新性；
2. 作為協調或改進視察做法的工具具有相關性；
3. 已被多個監管機構所採納。

我國核能安全委員會（以下簡稱本會）2024 年初受邀參加 WGRO 工作組，於 2024 年 11 月參加 WGRO 於日本舉辦的第一屆國際核反應器監管研討會（International Nuclear Reactor Oversight Workshop, INROW），其後持續參加 WGRO 相關活動，本次亦受邀派員參加 WGRO 第六次工作會議，藉以增進本會對國外核安管制機構之視察做法及實務經驗之交流，精進核能安全管制與視察能力。

貳、出國行程

本次出國期間自 2025 年 9 月 20 日起至 2025 年 9 月 27 日止，共計 8 日。行程如下：

日 期	行 程	摘 要
9 月 20 日（六）～ 9 月 21 日（日）	台北→法國巴黎	去程
9 月 22 日（一）～ 9 月 25 日（四）	法國巴黎 OECD 總部	參加 WGRO 第六次會議
9 月 26 日（五）～ 9 月 27 日（六）	法國巴黎→台北	返程

參、過程紀要

一、會議概述：

WGRO 第六次會議於 9 月 22 日下午開始，出席會議人員包括法、英、美、加、德、芬蘭、瑞典、比利時、西班牙、捷克、斯洛伐克、斯洛維尼亞、波蘭、匈牙利、日本、韓國等成員國以及我國的核能安全管理機構代表，國際原子能總署(IAEA)作為觀察員，亦派一位韓籍代表出席，會議主席為法國核能安全及輻射防護署(ASNR)的 Guannel 先生，會議秘書長為 NEA 的熊谷雄二博士(Dr. Yuji Kumagai)。

會議開始，主席首先致歡迎詞後，介紹本次會議議程，並報告今年 6 月 CNRA 會議討論之 WGRO 相關內容，會議秘書長報告 WGRO 的授權委任，並報告 WGRO 正在進行的任務狀態。

其後臨時變更議程，改由加拿大代表對達靈頓新核電廠工地工人受傷的管制作為進行簡報。

第二天會議針對規劃明年下半年在阿拉伯聯合大公國(UAE)舉辦的 INROW 會議進行討論，包括基準視察，第一場次及第二場次等會議安排。對於討論的三個主題，選擇了小組組長，並討論了三個主題問卷的制定。INROW 對於選定的主題，

會於研討會開始前幾個月發送詳細問卷予參與國家，以調查各國做法；並對各國回復內容進行檢視篩選，作為研討會舉辦時各參與成員深入交換意見及討論的基礎。第二天晚上 WGRO 所有與會代表成員聚餐，相互交流，聯繫感情。

第三天討論過往執行的觀察視察的報告，包括 2024 年於斯洛伐克及芬蘭之核電廠、2025 年 6 月於西班牙核電廠等執行的觀察視察，審查報告並確定值得稱讚的做法，詳細討論內容見下列第二項。會議亦徵詢未來執行觀察視察的時間、地點及參與者，目前已確認將執行英國欣克利角 C(Hinkley Point C)核電廠建設工地觀察視察，以及 2026 年土耳其及法國等國核電廠之觀察視察。會議也徵詢 2027 年觀察視察的候選國家。其中有關 2026 年法國電廠執行的觀察視察，會議秘書長邀請我方參加。會議後續討論與其他工作小組和專家小組的互動，包括關於運轉經驗專家小組（EGOE）更新運轉經驗監管（OTO）的消息。其後由各成員介紹其國家的視察實務，包括國際原子能總署最新消息、西班牙、芬蘭管制實務等。

第四天，也是此次會議最後一天，討論 WGRO 工作組的後續工作規劃，並對本次會議討論內容進行回顧與整理。同時也全面檢視所有 WGRO 的待辦事項進度，以及準備提交給 CNRA 會議的重點行動項目及其完成結果。會議最後規劃明年會議時間將訂於 2026 年 3 月 16 日至 20 日於 OECD/NEA 總部舉行，並宣布本次 WGRO 會議閉幕。本次會議議程詳如附件。

二、過往觀察視察成果的討論：

WGRO 觀察視察活動旨在對 NEA 各成員國監管機構在核電廠（NPP）實施的視察進行基準觀察。其目的是透過觀察員親自觀察其他成員國的電廠運轉，以及視察的規劃與執行，以收集並提供相關資訊給成員國，以改進其視察技術。最終，觀察結果將被記錄下來，並利用這些經驗來提升 NEA 成員國的視察品質。以下節錄本次會議討論的觀察視察，藉此可深入了解 WGRO 實施觀察視察的方式及所鑑別之值得稱讚的做法：

（一）斯洛伐克莫霍夫采核電廠觀察視察報告

來自加拿大、荷蘭、英國及捷克的 4 位視察員，以及斯洛伐克監管機構（NRA SR）之駐廠視察員與核設施管制部門主管，於 2024 年 4 月 8 日至 12 日在斯洛伐克莫霍夫采核電廠（Mochovce NPP）進行觀察視察。斯洛伐克莫霍夫采核電廠包含 2 座運行中的反應器、1 座處於試營運測試階段的機組，以及 1 座正在建造中的機組。本次觀察視察，觀察員對斯洛伐克監管機構（NRA SR）的視察做法給予高度評價，主要觀察結果包括準備工作充分、駐廠視察員知識淵博、現場管理標準高、廠務標準整體適宜、視察內容平衡、透明度高、內容多樣化、廣泛的工作範圍等。觀察視察團隊確認了 NRA SR 兩項值得稱讚的做法，可供其他監管機構參考，包括：

1. 監管機構應當具備可靠的技術/設備用於現場視察：NRA SR 駐廠視察員在巡查中充分利用了他們的移動平板電腦。平板電腦中存儲了所有的巡查清單、持照者文件和品質管理文件等，可以隨時在現場存取使用，並能拍攝追蹤的電廠狀況（例如洩漏的管道）照片，這些照片可以輕鬆地透過電子郵件傳達給持照者。平板電腦也會將資料自動同步到視察員辦公室的專用電腦，隨後可用於製作視察報告或協議。
2. 監管機構應考慮參與應變演習的頻率：NRA SR 駐廠視察員和緊急應變組織的成員依規定每年至少參加一次應變演習，駐廠視察員亦參與年度演習。

(二)芬蘭洛維薩核電廠（Loviisa NPP）視察實務觀察報告回顧

來自西班牙、日本、土耳其、瑞典監管機構代表於 2024 年 9 月至芬蘭洛維薩核電廠（Loviisa NPP）進行觀察視察，主辦單位是芬蘭輻射及核能安全局（STUK）。此次觀察視察團隊的主要活動是了解 STUK 在洛維薩核電廠年度大修停機期間的監管工作。團隊觀察了 STUK 在化學、消防安全、設計修改管理、防範異物入侵以及人因績效工具應用等關鍵領域的視察實務。此外，團隊還瞭解 STUK 駐廠視察員的角色與職責，以及如何在現場進行例行

監督。電廠亦簡報了近期採取的安全強化措施。團隊也與電廠管理層針對如何確認包商的能力，以及如何在停機期間因應潛在的不符合事項進行了建設性的討論。

此次視察突顯了多項值得稱讚的做法，展現了 STUK 在核能安全監管方面堅強且具前瞻性的實務做法。主要優點包括：

1. 全面且整合的停機視察計畫：制定了全面性且整合的維修停機視察計畫。
2. HAKE 系統：使用創新的 HAKE 系統（類似本會的駐廠線上回報系統）來追蹤和分析視察結果。
3. 安全度評估（PRA）的有效應用：將安全度評估有效應用於日常活動中。
4. 駐廠與現場視察員的協作：駐廠視察員與現場視察員之間有條理的合作。
5. 供應鏈的嚴謹監督：對包商供應鏈進行周密的監管。

這些實務不僅提升了核能安全，也為其他尋求提升視察方法的監管機構提供了寶貴的範例。

(三)西班牙阿爾馬拉斯電廠進行觀察視察回顧

觀察視察團隊於 2025 年 6 月前往西班牙的阿爾馬拉斯核電廠進行觀察視察。阿爾馬拉斯核電廠是西班牙最大的核電廠之一，配備兩座西屋設計的壓水式反應器。觀察視察團隊成員包括來自荷蘭、芬蘭、韓國、匈牙利和法國的觀察員，以及四位隸屬於西班牙核能管制單位（核能安全委員會，CSN）的駐廠視察員。

在為期五天的視察活動中，團隊視察重點涵蓋：檢查多樣化具彈性的處理策略(Diverse and Flexible Coping Strategies，簡稱 FLEX)倉庫、測試 FLEX 柴油機和泵浦、巡視輻射區（包括儲槽、過濾通風系統、保安及輔助廠房）、視

察新燃料護箱臨時存放區，並巡檢柴油機室、控制室、汽機廠房、電氣廠房和電纜區域等關鍵設施。透過此次觀察視察，團隊鑑別出以下值得讚許的做法：

1. 視察員快速獲取數據庫權限：駐廠/現場視察員應能輕鬆存取所有可能包含相關安全資訊的電廠數據庫(例如：工作訂單、改正行動計劃、控制室的運轉員日誌和主管日誌、安全重要組件的不可用清單、線上電廠參數等)。
2. 視察員使用影音記錄視察發現：視察員應使用圖片和影片記錄其視察結果。視察員應具備在電廠內進行個人拍攝、錄影的權限。
3. 快速利用影音溝通視察結果：視察員應能使用圖片或影片快速地将視察結果傳達給持照者(營運方)。這可用於在正式批准視察報告之前，就視察結果進行交流。
4. 維持不同類型視察活動的平衡：監管機構/視察員應確保在計畫性視察、非計畫性視察和電廠巡檢之間保持平衡。
5. 促進視察員之間的經驗傳承：監管機構應實施一項策略，促進經驗豐富的視察員和經驗不足的視察員之間的合作，以實現知識轉移和實務經驗的發展。

三、有關於第二屆 INROW 問卷的研擬：

WGRO 每兩年舉辦一次 INROW 研討會，提供各國核能安全管理機關一個平台，分享及討論彼此在核反應器監督方面的相關管制經驗與管制技術。前次(第一屆) INROW 已於 2024 年在日本福井縣舉辦，本次會議確認，第二屆 INROW 將於 2026 年 10 月至 11 月在阿拉伯聯合大公國(UAE)舉行，研討會將聚焦討論三個核心主題：分別是新型反應器未來監管計畫(Future oversight program for new reactors)、安全文化監管(Regulatory oversight program – safety culture)以及視察員培訓/能力養成(Training/competence of inspectors)，本次會議針對研討會籌備確認全流程作業方法，包括：三個核心主題的問卷開發、分發和收集問卷、分析問卷答

復、研討會討論以及提取值得讚許的做法。確認主題小組長和副小組長由成員國提名，並由東道主阿拉伯聯合大公國主導主題。

預計在下一次 WGRO 工作會議之前將準備好每個主題的問卷草案，並發送給相關工作小組進行審查。對於主題 2（安全文化監管）問卷之起草將與其他工作小組共同協調，以反映專家的意見。確認問卷調查/討論將考慮不同的國家背景（新來者、營運團隊、反應器模組）和跨國/多元文化環境。主辦單位阿拉伯聯合大公國和主席團將先就後勤問題進行磋商，其後將成立委員會，由主辦單位、主席團和有興趣的國家組成，領導 INROW 的籌備和運作。INROW 第二場次（與其他行業監管機構的合作）的主題和參與組織將由主辦單位阿拉伯聯合大公國最終確定。下一次 WGRO 會議（2026 年 3 月）將確定 INROW 的參與者和時程表通知，然後發布給成員國和相關工作小組。

為了增強資訊交流並協助與會者做準備，WGRO 在發布研討會通知時，一併發出針對每個主題的問卷，各小組的組長屆時將彙整並分析這些答覆問卷。

本次工作會議第二天，即針對前述三個核心主題，分成三個小組分別討論並研擬相關問卷問題草案，問卷的目標在識別、學習和分享聚焦於討論範疇內已確定的法規監督領域相關值得讚許的作法和創新方法或理念。會議期間所研擬的問卷草案與相關討論，簡要說明如下：

(一)有關新型反應器的未來監督計畫問卷討論

小組討論認為要制定有關新型反應器的未來監督計畫問卷，首先須界定所謂的新型反應器的定義，經過一番熱烈討論後，小組成員一致認為應包含所有新設計，而非現有/目前已建造設計/類型的演變，包括但不限於：先進反應器設計(advanced reactor designs)、小型模組化反應器(small modular reactors, SMR)、核融合反應器(fusion reactors)，以及基於現有技術和/或修改而可被視為新型反應器，例如：用於安全功能/安全相關系統的新技術（被動安全系統相對於主動安全系統、「數位遠端操作」、模組化建造等）。

問卷草案的範疇主要聚焦討論驅動各國監管機構改變監管計畫的主要因

素：新科技、人工智慧（AI）及網路安全等，監管機構如何及早識別出未來管制工作的壓力點，如何防止問題的發生以及預先找出未來監管可能面臨的問題等，並且將詢問各國監管機構因應未來所將修訂的監管計畫部分。

小組討論問卷草案要點如下所列：

1. 現有的安全管制對於所有新型反應器的適用性或哪些類型的新科技將無法適用現有的管制架構；
2. 現有的監管計畫是否需要調整，需要修訂或規劃將修訂的部分有哪些？
3. 修訂後的監管計畫將對哪些領域造成影響？
4. 是否曾經考慮基於過去的運轉經驗或管制經驗因而更新監管計畫？
5. 對於更新監管計畫的回饋機制為何？
6. 新科技如何影響視察員（無論是現場還是遠端）的關注點和主要職責？
7. 考慮到所使用和應用的技術，應優先考慮哪些類型的視察？
8. 由於新型反應器中應用了新技術的可用性和使用，是否影響監管機構對供應商、製造商以及供應鏈的進一步監管？
9. 對於持照者/監管機構使用 AI、先進 IT 工具、自動化科技是否需要對監督計畫進行修訂？這些新科技如何挑戰或支持未來的監管作業。
10. 核能安全監管機構對於未來監管計畫的目標是什麼？

(二)安全文化監管

小組討論將此主題範圍側重於監管機構在安全文化方面的法規監督層面，並研擬問卷草案，茲將重點提列如下：

1. 安全文化如何整合到法規/法律框架中？
2. 描述監督安全文化方面的總體/組織安排/結構。
3. 哪些安全文化監管原則可做為指導框架？它們如何與國際標準

(IAEA、西歐核能監管機構協會(Western European Nuclear Regulators Association, WENRA)、NEA 等)和值得稱讚的做法保持一致？

4. 監管機構用於評估其監管對象的安全文化所使用的方法、途徑或工具。
5. 監管機構用於監督持照者/承包商的安全文化的關鍵資訊來源是什麼？請舉例，如：事件報告、趨勢、自我評估、國際營運經驗等。
6. 描述任何特定的衡量標準或定性指標，使監管機構能夠衡量安全文化並將其與其他持照者或國際機構進行基準比較？
7. 監管機構如何將安全文化資訊納入其監督活動中。例如：法規足跡 (regulatory footprint)、視察計畫、分級方法、執法等。
8. 監管機構安全文化的評估及其對持照者/承包商的影響。

(三)視察員培訓/能力

針對視察員培訓/能力主題，小組討論時考量到 WGRO 正在編撰「有效視察員特質綠皮書」，故問卷開發著重在視察員訓練，討論問卷問題包括下列面向：

1. 篩選視察員人員時，是否需要任何入門考試或能力測試，是否會對軟技能進行特別評估
2. 初步培訓-新視察員的基礎訓練是如何組織的？（時長、內容、實務部分、是標準化還是為候選人量身定制、等效性評估等），是否使用正式的培訓計畫（例如：模組化訓練、導師制、實習）
3. 基礎訓練計畫涵蓋哪些重要主題？（例如：法規、重點關注安全重要性議題、核安全的技術原理、技術、安全文化、溝通技巧等）
4. 資格認證流程-是否設有視察員的資格認證流程，額外培訓計畫頻率
5. 是否有針對不同類型視察員（資歷、級別、專業知識、駐廠 vs 專項、視察員輪調）的量身定制培訓計畫？

6. 如何監測和審查視察員的專業發展（例如：透過定期考試、定期能力評估、強制性訓練之記錄、上級評估）？
7. 如何監測訓練計畫的有效性？
8. 在參與國際訓練計畫時，您面臨哪些挑戰？
9. 哪些職場能力（軟技能，例如：溝通、衝突解決、決策制定、倫理道德、好奇心）特別重要？
10. 因應未來於數位化、小型模組化反應器等將需要哪些新技能？

四、各國核安監管經驗交流：

(一)加拿大達靈頓新核電廠計畫工地工人受傷事件

達靈頓新核電廠計畫（DNNP）利用達靈頓現有場地，計畫興建一座包含四部 SMR 新核電設施，四座機組預計 2035 年前全部完工。然而自 2025 年 4 月 4 日核發興建執照以來，現場已發生 3 起嚴重工人受傷事件，包括（1）2025 年 4 月 9 日一名工人在釋放泥土箱的安全鎖扣期間，遭重型料箱與混凝土牆夾住，造成嚴重傷害並送醫住院；（2）2025 年 7 月 14 日一名工人於 1.5 公尺高的工字梁上失去平衡掉落，雙腳腳跟骨折；（3）2025 年 7 月 24 日堆高機伸縮臂上的吊臂脫落掉下擊中工人，致使肩部受傷嚴重住院等。加拿大代表表達雖然核電廠設施屬於加拿大聯邦管轄，但依據安大略省的職業安全法（OHSA），職業安全由省級管理。本事件處理時由加拿大核能安全委員會（Canadian Nuclear Safety Commission, CNSC）之電力反應器監管局（Directorate of Power Reactor Regulation）作為單一聯絡點（SPOC）代表，與安大略省勞工機構（MLITSD）之間簽署備忘錄，以就職業健康與安全事宜建立合作框架。對於事件 MLITSD（省級）在所有事件發生時，MLITSD 檢查員均在現場進行調查，並曾對第一起事件發布停工令。CNSC（聯邦）視察員也對每起事件進行反應式現場視察，第一起事件已完成改正措施的實施和現場視察，第二和第三起事件的反應式現場視察已完成。在第三起事件之後，

CNSC 於 2025 年 7 月 25 日發出「一般核安全和管理條例」第 12 (2) 款請求信，要求持照者 (OPG) 在指定時間內提供所需資訊，文中表達「OPG 承包商僱用的合約工人在過去三個月內受傷的頻率和嚴重性，引起了 CNSC 的嚴重關切。儘管為應對最近的事件採取了改善措施，但事實證明這些行動是不夠的，這從事件的持續發生中可見一斑。這引起了對 OPG 監督的充分性以及現場當前安全協議有效性的擔憂。」，此文件請求 OPG 提出正在實施有效措施以防止進一步傷害的保證，並要求 OPG 在 2025 年 8 月 1 日前回應。

OPG 隨即採取的行動包括：暫停施工活動；OPG 和在 DNNP 現場工作的承包商所採取的行動說明；OPG 將實施以加強對承包商監督的措施；OPG 確認是否仍對其承包商在 IPD 模式下執行活動保持足夠信心；DNNP 興建執照合規性驗證最新情況等。而加拿大監管機 CNSC 視察員的現場活動包括：進行基準和事件後反應式驗證活動，與 OPG 和 Aecon 工作人員進行每週現場巡視 (walkdowns)，觀察每日專案進度會議，觀察每月專案計畫績效會議，每週與 OPG 召開事務追蹤會議，定期審查電廠相關紀錄等。

(二)核電廠 ECCS 再循環功能面臨碎片堵塞威脅之西班牙實務經驗

核電廠的緊急爐心冷卻系統 (ECCS) 是反應器安全的重要屏障。在發生如冷卻水流失事故 (LOCA) 等設計基準事故後，ECCS 必須從圍阻體內的緊急集水池或抑壓池中抽取冷卻水，進行再循環以持續爐心冷卻。然而，LOCA 時產生的絕緣材料等碎片 (Post-LOCA Debris)，以及圍阻體內既有的碎片，可能堵塞集水池或抑壓池的濾網，最終導致 ECCS 失去再循環功能，進而威脅爐心安全。

這一問題在核電領域受到長期且持續的關注。從 1980 年代末到 2000 年代初，多個國家的監管機構和運轉團隊發布了一系列文件和通報，作為業界的重要經驗和指引。此議題的嚴重性最終促使美國核管會(NRC)在 2004 年發布了通用信函 GL-2004-02，要求壓水反應器針對設計基準事故期間碎片堵塞對緊急再循環的潛在影響進行評估與行動。

為了徹底應對此問題，核電廠採取了多項積極措施。例如，西班牙的阿斯科（Asco）與范德略斯二號機組（Vandellos 2）進行了集水池改善，而阿爾馬拉斯核電廠（Almaraz）則推動「清潔圍阻體（Clean Containment）」措施，大幅度減少潛在碎片源。

近年來，西班牙的核電廠仍在持續進行圍阻體清潔與檢查。然而，近期的異物發現紀錄，揭示了日常作業中產生的碎片（特別是木材與建材）的持續性和嚴重性。針對這些新發現的碎片，電廠啟動了多層次的處置與評估程序，包括碎片移除、可用性評估、監管通報及平行展開等。

這類事件促使核電界對安全哲學進行更深入的反思與重申：

1. 強調停機期間在圍阻體內進行獨立檢查的重要性，以確保發現被電廠忽略的潛在風險。
2. 強調工作人員在尋找異物時，應保持開放的心態，不應輕易忽略被其他結構遮蓋或混淆的物件。
3. 再次強調切勿假定過去的問題不會再次發生，因為圍阻體碎片堵塞是一個持續性風險。

總結而言，圍阻體碎片堵塞問題是一項影響 ECCS 再循環功能的關鍵安全挑戰，需要電廠與監管機構持續合作，透過嚴格的「清潔」措施、獨立的檢查、及最新的工程評估，確保核電廠的安全運行。

(三)伊比利亞半島電網崩潰事件：低慣性運行下的超高壓系統歸零

2025 年 4 月 28 日，西班牙遭遇了近十年來歐洲最嚴重的大規模停電事件，其電網經歷了一場嚴重的系統崩潰，造成西班牙及葡萄牙所在的伊比利亞半島大範圍停電。這場事故發生在電網承載 25,000 兆瓦電力，且高達 78% 來自再生能源的背景下。

事故調查認為，該事故的核心問題在於伊比利亞電力系統當時處於抵抗頻率和電壓變化能力較弱的「低慣性運轉」狀態。由於可再生能源佔比高，而提供慣性的傳統同步發電機組上線數量不足，使得電網抵抗頻率和電壓變化

的能力大大降低，穩定裕度被壓縮至極限，電網已處於「脆弱狀態」。此次停電是由於電壓不穩定（過電壓）引發的發電機組連鎖跳脫，加上電網缺乏足夠的電壓控制能力所造成的系統性崩潰。事故後分析與在電壓與無效功率的規範符合性、同步發電的調度以及電廠保護裝置的設置等有關。這次事故暴露了於再生能源高佔比情境下，電網慣性不足帶來的巨大挑戰。而對於緊急應變而言，事故顯示在大規模停電事件時基礎通訊設施的脆弱性。事故後西班牙針對核電廠（NPP）和核安全委員會（CSN）的緊急應變組織，提出了多項具體改進措施，包括改善緊急應變組織所屬人員的動員程序，CSN 提出，如果復電電網仍不穩定，核電廠有再遭遇停電的跡象，則應啟動應變程序；同時應變組織必須配備獨立於標準電話系統的衛星電話。

(四)美國核能管制委員會(NRC)反應器監管計畫變革

美國 NRC 代表於討論時提到，NRC 反應器監管計畫（Reactor Oversight Process, ROP）近期將有重大變革，NRC 正在對 ROP 進行一系列增強和修訂的行動，包括修訂整併視察程序書、減少特定的視察樣本團隊規模、重新定位視察程序等，這些作為係依據美國「2024 年多用途先進核能加速部署法案」的要求，使 ROP 更有效率、更注重風險告知，同時保持核能安全標準。

五、「有效視察員特質綠皮書」專案進展：

本次會議報告有關「有效視察員特質綠皮書」專案的進展。在 2024 年 WGRO 舉辦的第一屆 INROW 中，參與人員激盪出對於有效視察員的特質的討論。討論結論為視察員在核反應器的安全監督體系中居於核心地位，儘管各成員國的監管體系和機構細節存在差異，但國際間的經驗交流和有關值得稱讚的做法分享顯示，有效的視察員普遍具備一些共同的關鍵特質，而隨著監管重點日益關注人因、組織文化以及監管者與持照者之間的相互影響，一份具備實用指導意義的導則，對於提升所有成員國視察員的專業能力和監督效率至關重要。WGRO 隨後啟動專案，目標是編撰一本實用導則—「有效視察員特質綠皮書」，旨在明確界定能夠確保安

全、促進持續改進，並使視察員成為正面榜樣所需的個人與組織層面的特質，並為各國監管機構提供養成這些特質的實用指導。

本次會議中報告此專案的執行方式及進展，綠皮書的編撰工作分為實務案例部分及理論分析部分兩大核心部分，並採取並行推進與交叉審查的協調機制，其中：

1. 實務案例部分：此部分將收集並整理基於實地考察的實用案例和深入反思。這將提供實際現場經驗的洞察，展示有效特質在實際工作中的應用和體現。目前此部分的啟動會議和成員名單正在最終確定中。
2. 理論分析部分：此部分將透過文獻回顧和概念分析奠定理論基礎。目前已完成對 11 份關鍵文件的審查，重點工作將放在分析這些有效屬性的實際表現方式。

而為確保內容的連貫性和整體一致性，雙方執行人員定期參與彼此的會議，進行持續的溝通與整合。專案預計於 2026 春季完成兩個部分的内容整合，2026 年夏季進行草稿定稿，2026 年秋季進行最終草稿的内部審查，其後也考慮將成果與 2026 INROW 研討會連結。本專案預定於 2026 年 12 月最終版本提交給 CNRA 進行審查，成果預期將成為國際核安全領域的重要參考資料，為提升全球反應器的安全監管水準做出實質貢獻。

肆、心得與建議

- 一、WGRO 為多國成員組成的反應器監管工作小組，持續參與相關會議可與各國核能安全監管機關交流及分享核能安全管制與核電廠視察實務工作經驗，建立與各國核安監管機關的聯繫管道，精進我國核能安全管制與電廠視察能力，因此，建議未來仍應持續派員參加會議並保持聯繫管道。
- 二、西班牙代表報告對於核電廠 ECCS 再循環功能面臨碎片堵塞威脅之西班牙實務經驗，國內同屬 PWR 型式的核三廠於機組每次大修結束時均會清理圍阻體並執行圍阻體內部雜物檢視。
- 三、WGRO 每年不定期挑選各成員國之核電廠，規劃辦理相關觀察視察活動，由有興趣的 WGRO 成員國代表報名參與，建議本會可考量相關預算可用的情況下，於適當時機派遣資深視察員，一同參與其他國家核電廠的觀察視察活動，以增進我國核安管制與相關核電廠視察經驗之國際交流，並可借鏡其他核能國家值得讚許的做法，以精進相關核能安全管制技術的知能。
- 四、WGRO 將於 2026 年於阿拉伯聯合大公國舉辦第二屆國際核反應器監管研討會，由目前已知會中將聚焦討論的三個核心主題：分別是新型反應器未來監管計畫、安全文化監管以及視察員培訓/能力養成等議題，兼具核能安全監管的基礎性以及未來發展的前瞻性，對於我國未來核能安全管制的推進以及瞭解世界核能先進國家在核安監管之趨勢變化等相關管制思維的轉變，將有所助益，因此建議密切關注相關會議籌備訊息，屆時並派員參加。

伍、附件

附件一 OECD/NEA 第六次 WGRO 會議議程

附件二 OECD/NEA 第六次 WGRO 會議照片

附件一 OECD/NEA 第六次 WGRO 會議議程

Agenda of the 6th WGRO Meeting 22-25 September 2025

Date and Time	Item #	Topic
First Day: Monday, 22 September 2025		OPENING
14:00 - 17:30	1	Opening of the meeting and introductions
14:00	1.1	Opening Remarks
	1.2	Introduction of the WGRO new members
	2	Adoption of the meeting agenda
	3	Approval of the 5th WGRO meeting summary record
	4	Report by the chair
	4.1	Report of CNRA June meeting
	5	NEA Secretariat Report – Mandate approval
		WGRO Status of Ongoing Tasks
	6	Green booklets on the characteristics of an effective inspectors: feedback from kick-off meeting (Moved to the morning session on Wednesday, 24 September)
	7	Inspectors newsletter: feedback on distribution and future satisfaction review
17:30		Meeting ends
Second Day: Tuesday, 23 September 2025		2nd INROW Planning
09:30 - 18:00	8	2nd INROW: held in UAE
09:30	8.1	Arrangement (Schedule: Benchmark inspection, Session 1&2, etc)
	8.2	Proposed topics
	8.3	Selection of lead and co-lead for the topics
	9	Developing questionnaires for the 3 topics of Session 1 [divided in 3 groups]
18:00		Meeting ends
19:00		Diner – La Rotonde de la Murette (each participant must confirm it with the registration form)
Third Day: Wednesday, 24 September 2025		Observed Inspections & Interactions
09:30 - 18:00	09:30	6
(TBD Time)	10	Observed inspections

	10.1	Review of reports and commendable practices identified
		- Slovak Republic in Spring 2024
		- Finland in Fall 2024
		- Spain in June 2025
		- Sweden in August 2025
	10.2	Future Confirmation of the periods, participants and scope of the mission (a connection with future workshop topics should be considered)
		<ul style="list-style-type: none"> • 2025: UK Sep-Dec 2025 – Hinkley Point C construction site • 2026: Turkey TBD, France TBD • 2027: Candidates: SMR developing country, any other volunteers?
	11	Interaction with other WGs and EGs
	11.1	EGOE recent update - OTO etc
	11.2	Others
	12	Country specific presentation on inspection practices
	12.1	IAEA update
	12.2	Spain
	12.3	Canada: Worker Injuries at the Darlington New Nuclear Project Site
	12.4	Finland
18:00		Meeting ends
Fourth Day: Thursday, 25 September 2025		OTHER BUSINESS & CLOSURE
09:30 - 12:00	13	Any other business
09:30	13.1	Succession planning
	14	Meeting summary
	14.1	Review of all WGRO action items
	14.2	Action items and results to be presented to the CNRA meeting
	15	Next meetings
		<ul style="list-style-type: none"> • 7th meeting: 16-20 March 2026 at BB3 of OECD/NEA headquarter • 8th meeting: 21-25 September 2026 at BB12 of OECD/NEA headquarter (might be changed due to 2nd INROW)
	16	Closure of 6th WGRO meeting
12:00		Meeting ends

附件二 OECD/NEA 第六次 WGRO 會議照片



2025 年 OECD/NEA 第六次 WGRO 會議各國與會代表合影