

出國報告（出國類別：其他）

參加 2021 年第 7 屆台日核安管制 資訊交流視訊會議

服務機關：行政院原子能委員會

姓名職稱：王重德處長等 23 人

派赴國家/地區：中華民國(台灣)

出國期間：110 年 7 月 20 日

報告日期：110 年 8 月 17 日

摘要

我國於 103 年 11 月由當時亞東關係協會(現臺灣日本關係協會)與日本交流協會(現日本台灣交流協會)簽署核能和平利用之核能與輻射安全管制合作備忘錄。依據該備忘錄內容，定期與日方輪流(每年)召開核安管制資訊交流視訊會議，今年(2021)輪由日方對口單位原子力規制委員會(NRA)主辦。受國際 COVID-19 疫情影響，今年交流會議於 110 年 7 月 20 日採線上視訊會議形式辦理。

原子能委員會(以下稱原能會)由綜合計畫處王重德處長主持，其他參加成員尚包含核能管制處、輻射防護處、核能技術處、放射性物料管理局等單位代表，日方出席成員則來自原子力規制廳、原子力規制部、核子燃料廢棄物部門等單位成員。此次視訊會議共計 2 小時，雙方交流議題包括：東京電力福島第一核電廠事故調查・分析結果(含 ALPS 處理水系統簡介)、台灣及日本導入美國 ROP 經驗分享、日本乾式貯存經驗與管制、台灣用過核子燃料乾式貯存安全管制技術研究開發。

目 錄

摘要.....	i
目錄.....	ii
壹、前言.....	1
貳、行程(會議議程).....	2
參、交流紀要.....	4
肆、心得與建議.....	17
伍、附錄.....	18

壹、前言

100年(2011年)3月11日日本發生福島第一核電廠事故後，世界各國除了採取核安強化措施外，也強調國際合作與資訊分享的必要性。我國過去與日本在核能安全管制的交流，係透過國內財團法人「核能科技協進會(NuSTA)」與其「原子力安全基盤機構(JNES)」民間機構來進行；福島事故後，JNES於103年初併入原日本原子力保安院所，改制設立之獨立機關「原子力規制委員會(NRA)」，原能會在與日本核能交流部分已深化至官方交流。

鑑於台日社會大眾對於核能安全的關注日益殷切，雙方核安管制機關在核能安全強化之作法亦互相影響，台日雙方於103年11月簽署「核能管制資訊交流備忘錄」，搭建起雙方核能管制技術資訊交流的橋樑，使雙方可持續就電廠安全、緊急應變、輻射防護、放射性廢棄物管理與電廠除役等方面進行經驗分享。今年討論的議題包括福島第一核電廠事故調查・分析；台日雙方導入美國 Reactor Oversight Process(ROP)的經驗分享；台日雙方針對乾式貯存經驗與管制技術研究進行意見交流。尤其是今年4月份宣布日方將要在兩年後，預計將福島核災後所產生的含氫廢水稀釋後排放，本次亦針對ALPS系統((Advanced Liquid Processing System)進行討論。

今年度台日核能管制資訊交流會議雖受疫情影響以視訊方式辦理，但成果仍然豐碩，雙方皆以專業與使命感，基於科學以及經驗法則進行討論，對深化台日雙方在原子能領域的交流與合作，有實質的助益。

貳、行程(會議議程)

Date	Time	Agenda
	9:30-10:00 (8:30-9:00)	視訊會議連線測試
	10:00-10:20 (9:00-9:20)	Opening Address / 開幕致詞 (日) 日本台灣交流協會 貿易經濟部長 小林 健一 (台) 台灣日本關係協會 副秘書長 林慶鴻 (日) 原子力規制廳 (NRA) 長官官房審議官 森下 泰 (台) 行政院原子能委員會 (AEC) 綜合計畫處處長 王重德
7/20 (二)	10:20-11:10 (9:20-10:10)	東京電力福島第一核電廠事故調查・分析結果 (15 mins.) Topic: Investigation and analysis of the TEPCO's Fukushima 1. Daiichi NPS Accidents (日) 報告者：NRA 原子力規制部、東京電力福島第一 原子力発電所事故対策室、企画調査官 岩永 宏平
		台灣導入美國 ROP 經驗分享 (15 mins.) Experience of Reactor Oversight Process (ROP) Implementation in Taiwan Topic: 報告者：AEC 核能管制處 助理研究員 鄭仲庭 2. 日本導入美國 ROP 經驗分享 (15 mins.) (台) Experience of Reactor Oversight Process (ROP) 日) Implementation in Japan 報告者：NRA 原子力規制部、検査小组、検査監督総括課、課長 古金谷 敏之
		Q & A (5 mins.)
	11:10-11:15 (10:10-10:15)	Break
	11:15-11:50 (10:15-10:50)	Topic: 日本乾式貯藏經驗與管制 (15 mins.) 3. Experiences and Regulations of Dry Storage in Japan (日) 報告者：NRA 長官官房、技術基盤組、核燃料廃 棄物部門、技術研究調査官 福田 拓司 台) 台灣用過核子燃料乾式貯存安全管理技術與研究

		<p>開發 (15 mins.) R&D for Safety Regulatory Technology on Dry Storage of Spent Fuel in Taiwan 報告者：AEC 放射性廢棄物管理局 技正 嚴國城</p>
		<p>Q & A (5 mins.)</p>
<p>11:50-12:00 (10:50-11:00)</p>		<p>Closing Address / 閉幕致詞 (台) 行政院原子能委員會 (AEC) 綜合計畫處處長 王重德 (日) 原子力規制廳 (NRA) 長官官房審議官 森下 泰</p>

參、交流紀要

【會議致詞】

會議首先由日本台灣交流協會貿易經濟部小林健一部長致詞，小林部長表示，去年 12 月的前次會議後，才相距約莫半年就再次舉辦，見證到日台原子力管制當局之間所建立緊密的信賴關係。東日本大地震在今年屆滿 10 年了，台日雙方所處的狀況也正迎接重要的里程碑。2021 年 4 月日本政府宣布將進行 ALPS 處理水的海洋排放相關準備，台灣位在日本附近，對於今後相關管制也予以高度關注。此外，台灣運轉 40 年的核二廠 1 號機已於本月停機，與核一廠同樣進入除役作業程序，在此背景下，進行除役管制的資訊交換與政策交流相當符合時宜並且深具意義。

小林健一部長致詞後，由台灣日本關係協會林慶鴻副秘書長致詞，林副秘書長表示 2014 年 11 月臺日簽署核能管制資訊交流備忘錄以來，很高興看到即使在疫情當下也能順利召開「第 7 屆臺日核能管制資訊交流會議」。自從日本 2011 年 3 月 11 日東日本大地震福島第一核電廠事故後，世界各國人民包括臺灣及日本對核能發電都有嚴重的不安全感，希望臺日間能藉由核能管制資訊交流會議分享核能安全管制各項方面議題經驗。林副秘書長亦特別感謝日本在 6 月及 7 月間共贈與台灣 3 次總計 334 劑 AZ 疫苗，並期待疫情可以早日結束。

原子力規制廳長官官房的森下泰審議官在致詞時表示，很高興在疫情當下仍能夠透過視訊舉行「第 7 屆臺日核能管制資訊交流會議」，並表示東日本大地震距今已經 10 年，事故後相關檢討的結果也將在今天的會議中說明。除此之外，今日會議也會就雙方在導入美國 ROP 制度以及用過核子燃料安全管制的經驗進行分享，盼望今日的會議圓滿順利完成。

最後由原能會綜合計畫處王重德處長致詞，王處長表示在疫情擴散的時刻，感謝日本政府日前提供 334 萬劑的疫苗，雙方彼此互相扶持共度難關，更顯得情誼深厚。並感謝日方特別安排「東京電力福島第一核電廠事故調查・分析結果」以及「日本導入美國 ROP 經驗」議題；在用過核子燃料安全管制方面，更不吝分享日本乾式貯存管制的實務經驗供我們參考，相信對於後續台灣即將進入核電廠的除役作業階段，將會是非常重要的且具有意義的經驗分享。而針對日本政府在 4 月決定福島第一核電廠含氫廢水的處理方案後，原能會在第一時間向日本表達立場並提出三項要求，要特別感謝日台交流協會熱心的協助，得以透過 ALPS 視訊會談，建立了良好意見交流與互動，在此正式感謝日本政府的回應與說明。

【會議內容】

- 一、 Topic1：「Investigation and analysis of the TEPCO's Fukushima Daiichi NPS Accidents」(報告者：原子力規制委員會 東京電力福島第一原子力発電所事故対策室 企画調査官 岩永 宏平)

(一) 報告重點：

說明 NRA 自 2019 年 9 月，啟動福島第一核事故第二階段調查與分析計畫，調查與分析計畫的結果或成果規劃每年發布一次。調查分析結果分為 4 個主題，包括 1、2 號機 SGTS (Standby Gas Treatment System) 管線污染特徵、2 號機及 3 號機反應爐廠房 5 樓乾井蓋上方水泥屏蔽塊 (Shield Plugs) 之高污染、3 號機氫爆及一次圍阻體容器內部其他易燃氣體、4 號機氫爆。

針對事故當時 2 號機透過 SGTS 系統進行圍阻體排氣之操作並未成功，但該機組通風管線中測量的污染卻明顯高於曾執行圍阻體排氣之 1

號機的現象，JAEA (Japan Atomic Energy Agency)嘗試透過電腦模擬來解釋測量到的污染差異之原因，但未能成功。JAEA 認為排出的氣體應足夠乾燥，但由 SGTS 過濾串箱體下方發現有水漬，顯示 2 號機 SGTS 過濾串內部可能有冷凝水存在。NRA 計劃在 2021 年對 2 號機 SGTS 過濾串重新嘗試進行模擬和驗證調查。此外，NRA 認為 1、2 號機位於共用排氣管之底部污染高於上部位置，係歸因於管道配置，即 1、2 號機 SGTS 排氣管線開口係位於共用排氣管之底部(3、4 號機之排氣開口則係位於共用排氣管之頂部)。JAEA 的電腦模擬雖無法重現污染模式，但 NRA 認為仍有必要瞭解類似排氣管的設計存在高污染的可能性，並透過對於相關機制之瞭解，得以對事故後產生污染的可能性進行更好的預測。

針對 2 號機及 3 號機反應爐廠房 5 樓水泥屏蔽塊之高污染部分，NRA 也進行相關調查工作，儘管原先推估屏蔽塊表面會出現較高的 Cs-137 污染，但 NRA 和東京電力公司分別調查 2 號機反應爐穴區域的輻射強度分布，結果顯示量測的污染程度與預期不同。另外，其估算 1 號機之 Cs-137 放射性活度為 0.1~0.2PBq，遠低於 2、3 號機之 20~40PBq。為了得到明確的結論，NRA 和東京電力公司計劃在水泥屏蔽塊上使用混凝土鑽心取樣方式來進行輻射測量，或可解釋為何外釋至環境之 Cs-137 的比例相對較低。至於 1 號機與 2、3 號機屏蔽塊區域放射性活度之差異仍在探討中，東京電力公司認為可能是因 1 號機之水泥屏蔽塊有移位情形所致。

針對 3 號機氫爆部分，NRA 與電視公司合作，仔細檢查 1、3 號機，爆炸的高解析度影像，影像顯示 3 號機先是建築變形（第 1 階段），接著是有橙色火焰產生（第 2 階段），然後有大量煙霧上升（第 3 階段）。NRA 認為此事件並非單純的爆炸，而是「多階段 (multi-stage)」現象，第 1 階段是於西北側邊牆發生氫爆，然後在樓頂東南側有橙色火焰氣體，最後大量煙霧於樓頂板中間向上爆噴。由 3、4 樓內部損壞情形，顯示在該區域曾發生爆燃現象。另藉由 3 號機發生爆炸時之高解析度影

像，顯示一次圍阻體容器內部似乎存在除氫氣以外的一些可燃氣體。而某些電纜若在空氣中接觸到高溫物質，會產生一些可燃氣體。NRA 和 JAEA 正計劃在充氮(N₂-inert)條件下進行一些實驗，預計今年年底會有結果。

針對 4 號機氫爆部分，依據推斷 4 號機氫爆是發生在 3 號機氫氣經排氣管流入後約 40 小時發生，3 號機也是在 3 樓發生氫爆，NRA 認為此資訊可能會影響到嚴重事故處理策略。

日方除就日本福島電廠的事故調查、除污工作及事故當時之氫氣燃燒研究做出說明外，亦補充東京電力公司正在研擬的 ALPS 處理水排放程序，規劃將超過法規限值的處理水經過二次處理後進入監測池，並稀釋至 1500 Bq 以下進行排放；但 NRA 強調一切細部之排放規劃、設備安排等，皆需要等東京電力公司提出完整的排放規劃送審後，才有定案。

(二) 提問與回答：

問 1：東電針對 ALPS 排放事件將建立完整的海域監測，目前針對可能有多少偵測點位是否有定論？另針對氬或其他核種的檢測頻率為何？

答 1：東京電力公司尚未提出相關的監測計畫。

問 2：是否能針對魚類及海草體內的有機鍵結氬檢測方式做出說明，包含樣品前處理及輻射偵檢作業？

答 2：此問題超過 NRA 的權責範圍，且不確定哪個單位可以回覆此問題。

問 3：有關 ALPS 處理流程之簡報提到超過限值的處理水會經過 ALPS 系統之二次處理，請問此二次處理是使用既有的 ALPS 設備亦或是後續增設之處理設備？

答 3：因東京電力公司尚未提出明確的處理規劃，NRA 無法有確定的回覆，但據 NRA 的理解，應該使用現有之 ALPS 系統。

問 4：福島三號機一樓的照片顯示此為爆燃(Deflagration)之情況造成的建築物損傷，請問在相關的殘骸調查中，鑑別爆炸(Detonation)與爆燃之最主要差異為何？

答 4：因調查發現該房間相對脆弱的管路及設備皆很完好，但牆壁等大型組件卻受到相當的衝擊，便可依此假設此房間是受到相對均勻分布的壓力衝擊波造成之傷害，不像爆炸會是具有特定方向之衝擊波。同時，上述的情況亦與簡易的結構分析相符。

問 5：在福島電廠事故調查報告中，針對氫氣爆炸有一些研究之結果，針對上述發現之結果，是否有針對電廠碰上類似事件的應對策略？

答 5：在簡報第 37 頁可看出，氫氣是相對「輕」的元素且擴散的速率非常快，且氫氣之影響會持續留在反應器廠房內與事故的其他事件/處置交互影響，雖目前氫氣爆炸仍然非管制之要求，但根據福島之經驗，氫氣爆炸之應對絕對是重要的議題，我們也因此正在加緊進行相關的討論。

二、Topic2(台灣)：「Experience of Reactor Oversight Process (ROP) Implementation in Taiwan」(報告者：核能管制處 助理研究員 鄭仲庭)

(一) 報告重點：

報告內容分為 4 部分，包括台灣核電廠背景資料、ROP 的介紹和實施、ROP 視察實務以及結論。

原能會參考美國 NRC (Nuclear Regulatory Commission)之 ROP 制度，制定台灣的 ROP，ROP 的目的為視察與評估核電廠的安全和保安績效，對於績效下降採取相對應措施；此外，ROP 制度可以鼓勵執照持有者加強自我管理，並將資源集中於安全顯著之議題上。

我國 ROP 包括績效指標與視察計畫，績效指標是採用執照持有者所提交之客觀數據；而視察計畫能夠評估非績效指標所估算之電廠績

效，包括檢驗執照持有者提交績效指標資訊之正確性，此外，亦建立相關的視察程序。而各項指標評估之結果將依其安全顯著性，以燈號顏色的方式表示，原能會亦將將依據燈號顏色採取相對應之監管措施。在原能會的績效指標中，多數為參考 NRC 之 ROP 內容訂定，除了液體放射性廢棄物之管理，此項指標主要係原能會考量有效控制並減少放射性廢棄物之排放將具有相當助益。在視察指標部分，包括核能安全、緊急應變以及核子保安項目，而視察計畫主要分為基線視察、補充視察以及加強視察。另駐廠視察與團隊視察項目，原能會分別訂有不同視察頻率及執行時機；而原能會每季會於網站公布核電廠之績效指標與視察指標，以符合核能安全訊息之透明公開。

在視察實務部分，首先說明視察主要有每日駐廠視察、團隊視察以及專案視察。而原能會要求同仁在正式成為視察員前，必須接受一系列之訓練課程，並且須由資深視察員帶領執行視察活動，以熟悉視察員的角色以及所需的知能與能力，而所有具有資格之視察員亦必須接受再訓練課程，以維持專業知能。團隊視察在執行前，原能會會先提供視察計畫送執照持有者，並要求執照持有者準備必要之文件，團隊的成員也必須於視察前閱讀相關文件；視察後除了會召開視察後會議與電廠管理階層之人員討論視察發現外，原能會也會發布視察報告，而視察結果將通過 SDP (Significance Determination Process) 來確定安全顯著性，並考慮是否有必要進行補充視察或執法行動。而駐廠視察部分，駐廠視察員必須每日於線上回報系統填寫當日所執行之視察作業內容，相關內容也會由核管處之科長及處長進行審閱。

在介紹完視察作業後，接著介紹風險顯著性判定程序(Significance Determination Process，簡稱 SDP)，首先說明 SDP 整體流程，原能會委請核研所開發之 PRiSE 則作為 SDP 之風險評估工具，能夠協助原能會視察員確認視察結果之的安全顯著；假使有發現任何嚴重問題，原能會將考慮是否需要採取相關，並要求執照持有者採行適當的改善措施以防止

再次發生類似問題。而 PRiSE 工具主要係利用篩選表單逐步決定是否為綠燈發現或是需要進一步的分析，假設需要進入進一步分析，將進入第二階段；假如有 PRiSE 範疇以外的議題，例如火災、水災，相關資料將送專家進行進一步分析。PRiSE 適用於運轉及停機階段之廠內、外事件之分析，主要是參考 NRC 之 IMC 0609。

簡報中亦分享國內對核電廠除役期間之 ROP 作法，說明目前核一廠處於除役狀態，但由於乾式貯存設施尚無法啟用，故用過燃料仍存放於反應爐中，為確保用過燃料安全，原能會要求台電公司在用過燃料移出爐心前，應針對與用過燃料儲存安全相關之結構、系統及組件執行必要的維護和測試。因用過燃料仍位於反應爐中，原能會除持續對核一廠執行 ROP，亦針對相關績效指標和視察項目進行修改，以符合電廠實際情況，同時參考 NRC 之 IMC 2561 訂定除役電廠相關視察程序書。

在台灣核電廠在近三年的整體安全績效部分，說明績效指標及視察指標均為綠色燈號，代表安全績效良好，但在視察過程中，仍然有一些 more than minor 之發現，主要涉及人因績效與安全意識、相關程序的充足性、標準作業流程之強化、文件管理以廠務管理等議題。

在經驗分享部分，共分享 3 項實際案例以及針對 ROP 制度施行提出綜合的看法與建議。3 項案例為：

1. 2013 年 6 月於核三廠 2 號機進行視察時，發現 161 kV 外電不可用，使用 PRiSE 系統進行評估分析後，此一發現評定為白色燈號。原能會對此展開更加頻繁的視察作業，直到問題解決。此為於 SDP 中使用 PRA 工具之案例。
2. 核三廠 2 號機於 2018 年 4 月發生緊要匯流排喪失電壓事件而導致緊急柴油發電機自動啟動，經評估此事件是由於相關人員於執行掛卡跨接作業時未落實程序書要求，原能會針對此項缺失開立 5 級違規，此次事件是屬於人因績效之議題。

3. 核二廠 2 號機於 2020 年 12 月執行大修作業期間，RHR (Residual Heat Removal)停機冷卻迴路停止運轉時間超過技術規範允許之時間限制，此次事件是由於不良之偵測計畫與控制所造成，原能會開立 5 級違規，而此次事件是屬於安全意識議題。

針對 ROP 制度施行部分，我們認為美國核管會已有提供制定和實施 ROP 時很好的參考資訊，但各國仍應考慮本身的運轉經驗及個別情況，例如自然災害、文化和工作環境等，來建立適用之 ROP；而一個對於使用者友善之 PRA 工具，例如 PRiSE，將有助於視察員進行 SDP；另外，一個良好的問題辨別和解決管理系統與安全意識之結合，也是相當重要的。

在結論部分，首先再強調原能會已建立並實施本身的 ROP，以視察和評估核電廠的安全和保安績效，而台灣核電廠近三年的安全表現都是綠色燈號，但仍有一些 more than minor 之視察發現，執照持有者應採取必要的改正措施。

ROP 制度不僅可以向大眾提供更容易理解的核電廠安全指標，也能夠提升監管透明度，並鼓勵執照持有者加強自我評估和自我改進；而執照持有者對於確保核電廠安全運轉負有主要責任，監管單位與執照持有者應將資源集中於安全最顯著之議題。再者，適當的視察員訓練、視察計畫以及視察前的良好的準備工作是 ROP 視察的三個關鍵要素。最後，再次說明對使用者友善之 PRA 工具對於視察員具有一定的幫助，在制定和實施 ROP 時，仍應考慮國家本身的運轉經驗和具體的情況。

(二) 提問與回答：

問：日本在實施 ROP 制度中持續與執照持有者進行溝通與討論，但執照持有者會提出與 NRA 管制立場不同之意見，例如對於視察發現的討論(執照持有者認為 NRA 的發現可能只是屬於 minor 的發現)，因此想瞭解相關議題在台灣的情況。

答：

1. 在台灣導入 ROP 初期有與日本類似的經驗，原能會與台電公司在實施前及實施初期也有許多的討論。這個過程是必須的，在溝通後，雙邊會更容易達到共識。
2. 然而，監管單位與執照持有者立場原本就不相同，執照持有者會想要減少一些管制措施，但監管單位的目標是要維持安全，監管單位還是需要堅持守護安全的立場。

三、 Topic2(日本)：「Experience of Reactor Oversight Process (ROP) Implementation in Japan」(報告者：原子力規制委員會 原子力規制部、検査グループ、検査監督総括課 課長 古金谷 敏之)

(一) 報告重點：

首先介紹 ROP 視察計畫的時程表，日本於 2016 年 IAEA 小組執行 IRRS (Integrated Regulatory Review Service) 建議後，開始與執照持有者進行溝通，並於 2017 年 4 月時修法，將多項視察合併為一項「核能管制視察 (Nuclear Regulation Inspection)」，使視察員能夠針對所有執照持有者的活動進行視察；2018 年 10 月開始試行新的視察計畫，共分為 3 階段進行，統計至 2020 年 3 月底時，約有 200 位合格之視察員，2020 年 4 月起開始正式實施此視察計畫。

NRA 說明新的視察制度將能夠改進舊視察制度的一些不足之處，例如舊有制度有不同類型的視察重疊情形、法律所規定視察頻率缺乏靈活性以及視察結果僅與執法相關因此所產生之回饋有限等。新的制度施行後，相關視察整併為單次整合型視察，且視察有更多彈性，能夠依據風險來執行必要之視察，而所獲得之回饋涉及執法和補充視察；新的視察計畫涵括自設計到除役的所有安全相關活動，包括興建、運轉、維護、維修、採購、品質管理等。

日方針對新視察方案之執行實務，介紹其駐廠視察員於不同核電廠所進行之視察次數約為 49-231 次(另亦有針對核燃料循環設施執行視察)，其次數差異主要為依據機組狀態(運轉或停機)不同而有不同的視察頻率。而 2020 年 4 月開始執行新視察方案之範疇包括核能安全(核能設施安全、輻射安全)及實體防護(保安)，各廠自 2020 年 4 月到 2021 年 5 月各季視察發現約 2~7 項。其中除柏崎刈羽核電廠在保安議題有兩項發現屬於白色燈號及紅色燈號外，其他均為綠色燈號。柏崎刈羽核電廠兩項發現分別為非授權進入控制區域，以及實體防護設備喪失功能之缺失。

針對柏崎刈羽核電廠保安議題之發現，NRA 所採取之管制措施有三項：

1. 對安全績效進行評定等級，考量 2 個案例的顯著性，NRA 將核電廠視察的級距調整至 column 4 (column 1 為符合各項條件，column 5 為惡化條件，若核電廠分類為 column 5，將不允許運轉)。
2. NRA 於 2021 年 4 月 14 日發布命令，禁止在柏崎刈羽核電廠內移動核子物料。
3. 進行補充視察。

後續有關經驗學習部分，NRA 將由駐廠視察員執行實體防護視察，建立視察員之能力，並針對燃料循環設施採行 SDP，此外，未來將會導入切割為細部(cross cutting)之視察方案，NRA 後續亦將與執照持有者進行相關討論，而日本也會持續學習 ROP 相關之經驗。

(二) 提問與回答：

問：日本是否有針對運轉中、除役或停機的核電廠訂有不同的視察頻率？

答：有的，在簡報第 4 頁有提到，核電廠的視察次數為 49-231 次，這主要是依據機組的不同狀態(運轉、福島事故後停機準備申請再起動、除役)以及核電廠內機組數量不同，而訂定不同視察頻率。

四、 Topic3(日本)：「Experiences and Regulations of Dry Storage in Japan」(報告者：NRA 長官官房、技術基盤グループ、核燃料廃棄物部門、技術研究調査官 福田 拓司)

(一) 報告重點：

簡報前半段主要說明日本福島第一核電廠經歷 2011 年 311 東北大地震及海嘯襲擊，電廠受海水淹沒之受損情況。其中，用於貯放用過核子燃料之乾式貯存設施建物，位於 1-4 號機與 5/6 號機之間，鄰近海側面。遭受地震引起的海嘯影響，乾式貯存護箱及設施建物遭受海水淹沒，並夾帶大量泥砂、瓦礫等異物流入乾式貯存設施內。

震後檢查結果發現，乾式貯存護箱表面雖附著異物，因有螺栓固定，未發生滑動。經一次蓋與二次蓋間之洩漏密封測試及壓力測試，均符合限值，因護箱具有一次蓋、二次蓋的雙重結構，其密封性能仍維持正常；藉由二次蓋金屬墊片之外觀檢視，有發現腐蝕現象，但海水並未滲入護箱內部；另經由監測氪(Kr)，確認護箱維持次臨界，燃料及燃料護套也未受損；乾貯護箱的熱移除及輻射屏蔽功能均無異常。

由於乾式貯存設施採被動自然對流移熱特性，無須採燃料水池主動式循環水移熱設備，相對安全；另經由震後福島第一核能電廠用過核子燃料乾式貯存廠設施之檢查結果顯示，乾式貯存設施建物雖遭受嚴重損壞，但護箱結構健全性未遭受影響。由於，乾式貯存相對於燃料水池的濕式貯存較為安全，日本也加速推動將用過核子燃料由燃料池移置乾式貯存設施。

簡報後半段主要說明日本針對乾式貯存設施新的法規要求，日本原子力規制委員會(NRA)於 1992 年公告並於 2006 年修訂「核電廠內用過核子燃料乾式貯存設施」安全設計基準；並於 2013 年 12 月公布「用過核子燃料中期貯存設施新法規要求 (New Regulatory Requirements for

Spent Fuel Interim Storage Facilities)」。該法規主要著重於審查新的乾貯設施於計劃階段之基本設計及相關設計要求，以取代過去安全規範中的「核照 (licensing) 」要件。

此外，福島事件後，法規也針對設計基準地震決定有大幅度的修正，且新增要求考慮無法確定之內陸板塊間地震，另也要求對海嘯、火山等自然災害加強防護；若於電廠外獨立場址設置集中式貯存設施，應充分考量運輸安全與相關應變措施。其中，法規針對地震、海嘯及龍捲風等天然災害，規定新的設計基準。如無法充分獲得場址所在地之特定調查資訊下，則需保守採用法規規範值進行安全分析，要求如下：

- (1)地震：水平加速度 2,300gal，垂直加速度 1,600gal；水平速度 200cm/s，垂直速度 140 cm/s；
- (2)海嘯：淹沒高度 10 公尺；流速 20 m/s；漂流物質量為 100 噸重；
- (3)龍捲風：風速 100 m/s。

此次簡報，主要介紹用過核子燃料貯存設施所涉及的特定雙用途金屬貯存容器之「形式證明」及「形式指定」法規概念。所謂「形式證明」係指特定容器等設計要求(如護箱種類、貯存燃料種類，以及最大貯存能力等)，可視為同一種形式的特定容器；而「形式指定」係指特定容器等製作具均一性，故申請時，著重於製造方法之品質保證的證明。

簡報最後說明，日本目前共有 2 處用過核子燃料貯存設施運轉中，共計貯存 74 個護箱，其中包含 30 個雙用途貯存護箱；共有 4 處貯存設施申照中，共計可貯存 405 個護箱，均為雙用途貯存護箱。

五、 Topic3(台灣)：「R&D for Safety Regulatory Technology on Dry Storage of Spent Fuel in Taiwan」(報告者：放射性物料管理局(FCMA)第三組嚴國城技正)

(一) 報告重點：

簡報前半段主要介紹台灣核電廠用過核子燃料乾式貯存設施發展現況，說明台電公司核一、二廠第一期乾式貯存設施辦理進度及進度延宕原因，以及因應社會共識，未來核一、二廠除役作業興建之第二期乾式貯存設施將採用室內貯存形式，以符合地方政府及民眾期待。

針對用過核子燃料乾式貯存射安全管制技術研究發展辦理成果部分，說明原能會為先期準備室內乾式貯存設施建造執照審查，以及強化乾式貯存設施營運安全管制技術，過去 5 年與國內產官學院生合作，針對國際間核能先進國家之安全管制法規、乾式貯存設施申照審查案例、設施營運監測與維護保養經驗進行資訊研析，並完成訂定乾式貯存設施安全分析報告審查導則，作為未來建造執照安全審查之參考依據。同時為提昇安全審查品質，原能會透過技術合作，進行室內乾式貯存設施安全關鍵要項模擬分析，並建立平行驗證技術。

簡報最後說明，乾式貯存設施為核電廠除役之必要設施，台電公司預計於 112 年底及 113 年底分別提出及核一、二廠室內乾式貯存設施建造執照申請，原能會將持續做好安全審查前置準備，以確保審查品質及設施營運安全。

(二) 提問與回答：

問 1：對地震力、海嘯、龍捲風之相關數值要求，是否明訂於日本法規。

另有關 DPC 設計地震力高達水平方向 2300gal/垂直方向 1600gal，如自由站立的護箱是無法達到的，是否要求護箱必須固定或錨錠在樓地板上？

答 1：相關要求並無明訂於法規中，但規制委員會為了對設施許可做出合理的判斷，有針對地震力、海嘯及龍捲風等另訂相關規範，且不因所存放的地理位置條件不同，皆必須符合法規的要求事項。

問 2：有關 2019 年 4 月 NRA 引進貯存運送兩用護箱型式認證/指定系統，與美國對乾貯護箱之安全認證作法(如 NRC 核發護箱 Certificate of

Compliance,CoC)有何不同？型式認證及指定系統審查需時多久。

答 2：貯存容器的認證機制，規制委員會是參考美國 10 CFR 72 而引進日本的法規當中。貯存運送兩用護箱型式認證/指定系統，係針對貯存容器的材料與結構，進行型式認證的一種機制。需視申請的內容，若設施採用新的貯存容器時，預估審查時間也會拉長。

問 3：未來 NRA 是否考慮單獨核發護箱執照或使用許可證？如同美國 NRC 核發貯存護箱 CoC，還是必須涵蓋在特定乾貯設施申請案？

答 3：若是申請護箱型式認證的話，將不限定不同的貯存設施，皆可使用該型貯存護箱進行貯存。若乾貯設施申請非使用該核發的護箱型式，則必須另符合該貯存設施特有的地理條件。

問 4：第 17 頁，有關電廠內乾貯設施 Guides (developed in 1992)和 Guides (developed in 2019)修法最大不同處為何？另 on-site storage guides(developed in 2019)與 off-site storage guides(developed in 2002)最大不同處為何？

答 4：1992 年及 2002 年導則係針對運送及貯存兼用以外的容器，2019 年導則則是針對運送及貯存兼用容器所做的導引。

問 5：日本法規有規定業者針對乾式貯存設施，需提出維護及監測計畫或老化管理計畫嗎？如有，可否提供相關導則供參考？

答 5：業者需制定並切實辦理乾式貯存設施的管理實施計畫。此外，法規規定定期營運檢查作業結束時，應彙整該計畫的執行內容(如維修、檢查等方法、實施檢查的頻率、實施作業時期等)，向規制委員會提交報告書。

另會議中日方也針對台方簡報提問乙題，會中簡要說明另於會後提供詳細答復說明。NRA 提問說到，簡報提到「Retrieval Unit (pool) will be equipped in the facility」，這是否指乾式貯存設施專用填裝水池(pool)裝備

設施；物管局回復表示乾式貯存設施可利用反應爐廠房內之燃料水池進行用過核子燃料填裝作業，以及貯存期間若發生意外事故時，進行密封鋼筒更換作業。惟核一廠已於進入除役階段，燃料水池將進行拆除。所以台電公司規劃於室內乾式貯存設施設置燃料再取出水池，以因應未來貯存發生意外事故，燃料由護箱內再取出之需求，以更換密封鋼筒；或未來最終處置前，將貯存容器更換為最終處置容器。

肆、心得與建議

- 一、為使人員實體互動不致受 COVID-19 疫情影響而干擾安全技術的資訊交換，原能會配合中央疫情指揮中心防疫策略，仍積極地與他國核安管制機關尋求其他可行的交流方式。今年度以視訊方式與日本原子力規制委員會(NRA)辦理交流會議，有效就雙方引入美國 ROP (Reactor Oversight Process)制度經驗、放射性廢棄物管制技術研發等資訊交流，此一模式可以作為後續辦理方式之參考，確保我國在國際疫情仍嚴峻的情況下，仍維持國內的管制作為與國際接軌。
- 二、非核家園已是我國既定政策，未來應持續與日方就放射性廢棄物管理以及核設施除役等方面，維持實質、穩定、互惠的交流合作；另鑑於日本政府於今年 4 月 13 日宣布將以海洋排放方式處置福島第一核電廠的核災含氫廢水，未來交流會議亦應強化就此方面相關議題的交流。
- 三、日本的法規要求業者需制定並切實辦理乾式貯存設施的管理實施計畫，而在法定之定期營運檢查作業結束時，應彙整該計畫的執行內容(如維修、檢查等方法、實施檢查的頻率、實施作業時期等)，向規制委員會提交報告書。此作法可提供我國管制單位參考。

伍、附錄

附錄一、2021 年台日核能管制交流會議與會人員名單(台方)

	Name	Affiliation	Job title
1	林慶鴻	台灣日本關係協會	副秘書長
2	王重德	綜合計畫處	處長
3	鄭仲庭	核能管制處	助理研究員
4	嚴國城	放射性物料管理局	技正
5	賴弘智	綜合計畫處國際科	科長
6	吳明哲	綜合計畫處國際科	副研究員
7	周曉萍	綜合計畫處國際科	助理研究員
8	何恭旻	核能管制處	科長
9	楊杰翰	核能管制處	技士
10	鄭永富	輻射防護處	科長
11	林琦峰	輻射防護處	技正
12	吳思穎	輻射防護處	技正
13	洪子傑	核能技術處	科長
14	周宗源	核能技術處	技正
15	吳昌蔚	核能技術處	技士
16	郭明傳	放射性物料管理局	組長
17	劉志添	放射性物料管理局	技正
18	黃揮文	核能研究所安全管制技術中心	副主任
19	吳晃昭	核能研究所工程組	副研究員
20	蔣宇	核能研究所保健物理組	副研究員
21	方鈞屹	輻射監測中心	技正
22	林明仁	輻射監測中心	技士
23	尤建偉	輻射監測中心	技士

附錄二、2021 年台日核能管制交流會議與會人員名單(日方)

	Name	Affiliation	Job title
1	星野光明	日本台湾交流協会台北事務所	首席副代表
2	小林健一	日本台湾交流協会貿易經濟部	部長
3	樋口徳子	日本台湾交流協会台北事務所 經濟部	主任
4	森下泰	原子力規制庁	長官官房、審議官
5	岩永宏平	原子力規制部、東京電力福島 第一原子力発電所事故対策室	企画調査官
6	古金谷敏之	原子力規制部、検査グループ、 検査監督総括課	課長
7	福田拓司	長官官房、技術基盤グループ、 核燃料廃棄物部門	技術研究調査官
8	一井直人	長官官房総務課国際室	室長
9	大辻絢子	原子力規制部、東京電力福島 第一原子力発電所事故対策室	室長補佐
10	森憲治	長官官房、技術基盤グループ、 核燃料廃棄物部門	主任技術研究調 査官
11	後神進史	長官官房、技術基盤グループ、 核燃料廃棄物部門	技術研究調査官
12	鈴木恭子	長官官房総務課国際室	係長
13	小野山香衣	長官官房総務課国際室	専門職