

出國報告(出國類別：開會)

## 參加第 9 屆台日核能管制資訊交流會議及 參訪核能設施

服務機關：核能安全委員會

姓名職稱：劉文忠研究員、張淑君組長、賴弘智  
簡任技正、鄭再富科長、朱亦丹科長、  
黃朝群科長、蘇凡皓技正、何璠技正、  
陳婉玲組長、林宣甫副研究員

服務機關：國家原子能科技研究院

姓名職稱：王正忠所長

派赴國家：日本

出國期間：112 年 10 月 29 日至 112 年 11 月 3 日

報告日期：112 年 12 月 25 日

## 摘要

我國於 103 年 11 月 20 日與日本簽署「核能管制資訊交流備忘錄」，建立台日核能安全管理單位交流管道，台日雙方每年遂依備忘錄輪流舉辦「台日核能管制資訊交流會議」。今年「第 9 屆台日核能管制資訊交流會議」我方由核能安全委員會(下稱「核安會」)劉文忠研究員，代表核安會主任委員率團前往東京，與日方原子力規制委員會(下稱「NRA」)進行管制資訊交流，除強化本會與日方就核能與輻射安全管理相關議題之合作交流外，為因應日本福島多核種除去設備(ALPS)處理水於今(112)年8月開始的排放作業，亦於本屆會議中將福島ALPS處理水排放管制作業納為討論重點，透過進一步面對面的技術交流確認排放作業的安全性；考量排放作業將長達30年以上，對於排放的異常和意外狀況，台方亦於會中請日方妥善做好應變作業，以確保排放安全及民眾的信賴感。

訪問團一行在交流會議結束後，於11月1日參訪福島第一核電廠ALPS處理水排放設施，實地掌握排放作業相關近況，並了解國際原子能總署(IAEA)駐廠專家的監督作業，亦參訪海洋生物飼育設施與化學分析試驗場所；以及拜會日本原子能研究開發機構(JAEA)的大熊分析中心，了解該中心受日本政府委託執行ALPS處理水第三方分析的作業情形。

結束福島第一核電廠參訪行程後，訪問團續於11月2日拜會我國駐日本代表處，感謝代表處就處理水排放案協助本會與日方聯絡協調，得以順利在第一時間掌握相關資訊，並及早妥善因應準備作業，讓民眾安心放心；考量排放作業將長達30年以上，代表處亦將持續協助密切掌握源頭資訊，以利我國各有關部會做好因應作為。

台日雙方於本屆會議就核電廠安全管理現況、ALPS處理水排放管制與因應措施、核子保安制度與實體防護，以及除役廢棄物安全管理等議題，進行經驗分享和意見交流，以強化雙方核安、輻安管制作為；福島第一核電廠ALPS處理水排放設施與設備之參訪，亦有助於我國掌握排放現地作業之源頭資訊，以妥善我國相關因應措施，以確保民眾健康及海域環境安全。

# 目錄

壹、前言.....	1
貳、行程.....	2
參、工作紀要.....	3
肆、心得與建議.....	40

## 表目錄

表 1 赴日本參加第9屆台日核能管制資訊交流會議行程簡表.....	2
表 2 第 9屆台日核能管制資訊交流會議議程表.....	3

## 圖目錄

圖 1 台日雙方與會代表會前合照.....	4
圖 2 海水樣品及實驗室內過濾處理.....	25
圖 3 海洋生物飼育實驗施設.....	27
圖 4 養殖試驗示意圖.....	27
圖 5 TFWT於比目魚(a)鮑魚(b)和馬尾藻(c)體內的攝入試驗與代謝試驗結果.....	29
圖 6 OBT於比目魚體內的攝入試驗結果.....	29
圖 7 化學分析棟實驗室.....	31
圖 8 化學分析棟ISO/IEC 17025實驗室認證證書.....	32
圖 9 智慧眼鏡結合LIMS系統自動化分析程序示意圖.....	32
圖 10 K4桶槽區及ALPS處理水輸送管.....	35
圖 11 ALPS處理水的稀釋/排放設備示意圖.....	37
圖 12 IAEA駐廠專家今年度第2批次排放前進行取樣作業.....	37
圖 13 訪問團於駐日代表處與謝大使合影.....	39

⋮

## 壹、前言

台灣與日本自 103 年 11 月簽署「核能管制資訊交流備忘錄」，建立雙方核能安全管制單位的交流管道後，自104年起由日本原子力規制委員會(NRA)辦理首屆「台日核能管制資訊交流會議」，今年「第 9 屆台日核能管制資訊交流會議」輪由日方舉辦，我方由核安會劉文忠研究員代表陳東陽主任委員率團前往東京參加。雙方於本屆會議就核電廠安全管制現況、多核種除去設備(ALPS)處理水排放管制與因應、核子保安制度與實體防護，以及除役廢棄物安全管制等議題；考量日本福島ALPS處理水排放作業將長達30年以上，對於排放的異常和意外狀況，台方亦於會中請日方妥善做好應變措施，以確保排放安全並提升民眾的信賴感。

訪問團於交流會議結束後，於11月1日參訪福島第一核電廠ALPS處理水排放設施，實地掌握目前排放作業相關近況、並了解國際原子能總署(IAEA)駐廠專家的監督作業，亦參訪相關分析試驗場所；以及拜會日本原子能研究開發機構(JAEA)的大熊分析中心，了解該中心受日本政府委託執行ALPS處理水第三方分析的作業情形。

參訪福島第一核電廠結束後，訪問團於11月2日拜會我國駐日本代表處，感謝代表處就處理水排放案大力協助與日方聯絡協調，面對未來將長達30年以上的排放作業，代表處亦將持續協助密切掌握源頭資訊，以利我國有關部會妥善各項因應措施。

## 貳、行程

訪問團一行於10月29日抵達日本，於10月30~31日出席「第9屆台日核能管制資訊交流會議」，會議議程10月31日中午結束後，訪問團一行隨即前往福島，於11月1日參訪福島第一核電廠ALPS處理水排放作業相關設施，並拜會JAEA大熊分析中心；結束設施參訪行程返回東京後，訪問團一行續於11月2日拜會駐日本代表處，並於11月3日結束訪日行程，行程詳如表1。

表1 赴日本參加第9屆台日核能管制資訊交流會議行程簡表

日期	行程內容	地點
<b>10/29</b> (日)	路程：台北→東京	東京
<b>10/30</b> (一)	第9屆台日核能管制資訊交流會議	東京
<b>10/31</b> (二)	第9屆台日核能管制資訊交流會議	東京
<b>11/01</b> (三)	福島第一核電廠ALPS處理水排放設施參訪	福島
<b>11/02</b> (四)	拜會駐日本代表處	東京
<b>11/03</b> (五)	路程：東京→台北	-

## 參、工作紀要

### 一、第 9 屆台日核能管制資訊交流會議 (10月 30~31 日)

本屆會議就核電廠安全管制現況、ALPS處理水排放管制與因應、核子保安制度與實體防護，以及除役廢棄物安全管制等議題進行交流，討論議程安排如下表2。

表 2 第 9 屆台日核能管制資訊交流會議議程表

Time	Event	Note
<b>October 30, 2023 (Mon.)</b>		
Opening Session 10:00 ~ 10:20	(日) 安田正一 貿易經濟部長	日本台灣交流協會
	(台) 蔡明耀 副代表	台北駐日經濟文化代表處
	(日) 櫻田道夫 國際交涉官	NRA
	(台) 劉文忠 主任委員代表	NSC
10:20 ~ 10:30	Photo	
Topic 1 10:30 ~ 11:50	日本核電安全管制現況	NRA
	台灣核電安全管制現況	NSC
11:50 ~ 13:30	Lunch	
Topic 2 13:30 ~ 15:20	日本對於ALPS處理水之排放現況及管制	NRA
	台灣對於ALPS處理水排放之因應作為	NSC
15:20 ~ 15:30	Break	
Topic 3 15:30 ~ 17:00	因應ALPS處理水排放之海域環境監測及IAEA輻射安全評估	NRA
	台灣因應日本處理水排放之輻射監測措施	NSC
<b>October 31, 2023 (Tue.)</b>		
Topic 4 9:30 ~ 10:50	日本核能電廠實體防護管制和近期相關議題	NRA
	台灣核子保安制度與管制架構介紹	NSC
10:50 ~ 11:00	Break	
Topic 5 11:00 ~ 12:20	日本核能電廠除役廢棄物離廠偵測之安全管制	NRA
	核一廠除役廢棄物安全管制	NSC
Closing Session 12:20 ~ 12:30	(台) 劉文忠 主任委員代表	NSC & NRA
	(日) 櫻田道夫 國際交涉官	

會議開始之前，雙方代表簡短交換名片、禮物及寒暄後，一起合照留念。



圖 1 台日雙方與會代表會前合照

本次會議日本原子力規制委員會的櫻田道夫國際交涉官擔任主席，在櫻田國際交涉官簡短致意後，首先由日本台灣交流協會東京本部的安田正一部長致詞，安田部長表示，今年的會議是新冠疫情後首次的實體會議，非常高興並歡迎台灣核安會專家一行的來訪；也感謝NRA和駐日代表處承辦人員，對於會議各項聯繫安排所付出的辛勞。對於台方關注的ALPS處理水議題，安田部長表示，先前日本政府委請IAEA協助，以大約2年的時間執行ALPS處理水排放相關的安全審查作業，審查結果報告在今年7月公布，並由IAEA總署長遞交予日本岸田首相，隨後在今年8月開始排放作業；非常感謝台灣方面迄今對於本案的理解，我們相信這是因為台日之間核安管制單位之間的緊密聯繫。在本屆會議中，除了ALPS處理水議題外，也就台日雙方核電廠管制現況進行專業、深入的經驗分享。在會議之後，台灣核安會一行也將赴福島第一核電廠及大熊分析中心進行參訪，期待台方一行在這次排放後的首次現地參訪，能更理解相關作業現況；也盼望透過會議和參訪，台日的核安管制單位能加深對彼此的認識，進而強化未來更進一步的交流合作。

安田部長致詞後，由駐日本代表處蔡明耀副代表致詞，蔡副代表表示，自從2014年台日雙方的核安管制單位簽署備忘錄以來，每年都舉辦交流會議；台日雙方雖然沒有正式外

交關係，但在各領域均有實質的交流。2011年3月發生東日本大地震福島第一核電廠事故後，世界各國對核能發電都有嚴重的不安全感，但近年為了確保能源穩定供應，日本在去年制定「GX(綠色轉型)實行基本方針」，將能源政策朝最大限度活用核能等方向進行轉變，但是使用核能也有相當程度的風險，希望台日間能藉由核能管制資訊交流會議分享核能電廠安全管理、緊急應變、輻射防護、放射性廢棄物管理及電廠除役等各方面的經驗，以促進核能電廠安全，並盼望未來台日雙方持續合作，讓雙方的夥伴關係更加深化。

接續由日本原子力規制委員會的櫻田道夫國際交涉官致詞，櫻田國際交涉官表示，他在2017年也曾在台日核能管制資訊交流會，與台灣原子能委員會(核安會前身)專家進行交流，本日能再次和台灣核安會專家在疫情之後進行面對面交流，感到相當高興；另一方面，也感謝各位出席會議的專家在核能管制相關領域的持續交流合作，讓雙方核能管制的交流能在台日友好關係的基礎上更加強化。櫻田國際交涉官表示，本屆的會議除就核電廠安全管理現況、核子保安制度與實體防護，以及除役廢棄物安全管理等議題進行研討外，也會討論台灣方面高度關注的ALPS處理水議題，盼望與會各位專家不吝惜分享各位的寶貴經驗。

最後由核安會的劉文忠主任委員代表致詞，劉主任委員代表致詞時表示，近年來台日核安管制最關注的議題，莫過於福島第一核電廠的ALPS處理水排放，依據IAEA和日方NRA的安全審查結果，排放作業符合國際安全規範及標準，對於民眾和環境造成的輻射影響可以忽略，但無論在日本或台灣持續受到風評被害的影響，今後台日雙方仍須審慎應對。而台灣政府為妥善因應日本福島ALPS處理水的排放作業，在2020年由原能會採超前部署方式，成立跨部會合作平台，秉持科學專業監測評估、參照國際標準嚴格監測、為國人安全與健康把關等3項原則，執行掌握排放源頭資訊、強化海域與海產輻射監測、建立海洋擴散評估模式與建置資訊公開平台等4項配套措施，以維護民眾健康與海域輻射安全。

鑒於排放作業相關動態資訊的掌握對台方相當重要，劉主任委員代表亦非常感謝日方過往以書面、視訊及協助實地參訪等方式，將本案的最新動態進展及資訊與台方分享，並將福島ALPS處理水排放作業，納為本屆會議的討論議題，相信透過進一步面對面的技術交流，將有助於雙方確認福島ALPS處理水排放的安全性；另考量ALPS處理水排放作業將長達30年以上，對於排放的異常和意外狀況，仍請日方應妥善做好應變作業，以確保排放安全及民眾的信賴感。

在雙方代表致詞結束、與會人員一起合照留念並簡短自我介紹後，開始各分項議題的簡報與討論，各項議題之交流重點摘要如後。

## (一) 議題 1

### 1. 日本核電廠安全管制現況 (簡報單位：原子力規制委員會)

- (1) 日方簡報區分五個部分，第一部分介紹日本原子力規制委員會組織，第二個部分係日本核電廠現況、第三部分簡介福島電廠排放ALPS處理水、第四部分介紹長期運轉法規修訂情形、第五部分係柏崎刈羽電廠的違規事件審查情形。有關組織部分，日本原子力規制委員會採委員制，由5個委員組成，委員會項下有事務局及5個部門，共約1000人。去(2022)年10月由5位委員共同討論未來的管制方針，最後得出三個結論，首先是恪守原子力規制委員會的核心價值，包含獨立的決策過程、公開透明等。第二項係持續進行溝通與交流，並培養專業的人才。最後一項是5年內接受IAEA的審查，包含保安與安全檢查。
- (2) 有關第二部分係日本核電廠的現況，日本有15座核電廠，共有60部機組。福島第一核電廠事故後，原子力規制委員會即修改管制規定，在新的管制要求下，目前有12部PWR機組已通過審查並重啟運轉；5部BWR機組也通過審查，目前正進行重啟運轉的準備作業中；另有10部機組，目前由原子力規制委員會辦理重啟運轉審查作業中；另有24部機組進入除役階段，其中文殊核電廠於2018年決定除役，爐心內用過核燃料已經移至燃料池內貯存。
- (3) 第三部分為日本福島電廠排放ALPS處理水部分，東京電力公司於今(2023)年8月開始排放ALPS處理水。在此之前，IAEA亦對東京電力公司的排放作業進行審查與檢查，並於今(2023)年7月公布報告書，確認ALPS處理水對人體及環境的影響係可忽略的，另NRA也對排放作業進行審查，確認符合要求後，同意排放作業。
- (4) 第四部分係核電廠長期運轉管制法規部分，日本於今(2023)年5月通過新的法律，刪除60年運轉年限的規定，另規定核電廠運轉超過30年時，每十年需進行老化管理評估，該項法律將於2025年6月生效。目前原子力規制委員會正就新制度進行準備工作，另也督促設施經營者準備長期運轉計畫。
- (5) 第五部分係柏崎刈羽電廠的兩件違規事件，首先是2020年9月東京電力公司發生員工使用他人證件進入主控制室，本次事件經調查是保安人員未依規定進行檢查。第二起事件是電廠疏忽實體防護(Physical Protection)措施，保安監控系統或防止外力入侵的設備故障且未即時更換。針對這兩起事件，原子力規制委員會於2021年4月進行加強視察，並要求東京電力公司提出改善方案。2021年9月東京電

力公司提出改善方案後，目前由原子力規制委員會辦理審查作業中。

- (6)原子力規制委員會對柏崎刈羽電廠的違規事件，規劃三階段審查作業。第一個階段的審查重點，核對東京電力公司的報告內容與原子力規制委員會的調查結果是否一致。第二個階段的重點，審查東京電力公司提出的改善措施是否符合要求。原子力規制委員會擬定27個管制項目進行審查，例如設備達到更換年限，東京電力公司是否依規定進行更換；核物料的防護設施是否有合理的維護計畫；經營者是否建立合理的組織，並就電廠的保安措施進行審核與監督。原子力規制委員會也在今(2023)年5月公布第二階段的審查結果，針對27個管制項目中，東京電力公司已完成23個項目，但有4個項目仍待改進。第三個階段作業於2023年5月開始進行，主要就東京電力公司尚未完成的4個項目進行檢查。

## 2. 台灣核電安全管制現況(簡報單位：核能安全委員會)

- (1)我方簡報區分三部分，第一部分介紹台灣3座核能電廠目前狀態、第二部分為核安會在核能電廠的安全管制作業，最後為核安會近期辦理公眾參與情形。有關台灣3座核能電廠目前狀態部分，目前核一廠及核二廠的運轉執照均已屆期，進入除役期間。核三廠兩部機運轉執照也將在2024年及2025年屆期，進入除役期間。
- (2)第二部分為核安會在核能電廠的安全管制作業，在核一廠現場拆除作業計畫審查部分，因除役計畫是在機組永久停止運轉前3年提送核安會審查，其內容為規制作業。因此核安會要求台電公司執行除役拆除作業前，須提出詳細拆除作業計畫送核安會審查，審查重點涵蓋工程管理、技術方法、輻射防護、放射性廢棄物管理，以及工業安全等，審查通過後方可進行相關拆除作業。目前計有4件拆除作業計畫經核安會審查通過，包含主發電機的拆除作業計畫，另有4件正在審查中。核安會在台電公司進行拆除作業期間，也會派員執行現場作業視察。
- (3)核二廠2號機運轉執照於今(2023)年3月14日屆期。為確保機組能順利從運轉階段過渡到除役階段，核安會在機組進入除役前，即派員查證除役作業準備情形。重點包含停機計畫、除役之安全分析報告與技術規範(PDSAR/PDTS)、維護管理方案、系統評估再分類與過渡(SERT)管制作業、程序書轉換及人員訓練等。
- (4)核三廠除役計畫審查作業部分，台電公司於2021年7月將馬鞍山電廠除役計畫提送核安會審查。核安會參考核一及核二廠除役計畫審查經驗，邀請專家學者與會內同仁組成「核三廠除役計畫審查專案小組」，依除役計畫審查導則進行嚴格審查。審查期間除召開三回合審查會議外，審查團隊也至核三廠進行現場巡查，以

實地了解現場佈置及除役規劃作業。整個除役計畫審查作業在2023年4月完成。有關馬鞍山核電廠除役計畫、核安會安全審查報告、審查意見也公布在核安會網站，供大眾參閱。

(5)第三部分為核安會近期辦理公眾參與情形，核安會於核電廠除役計畫審查初期，以及完成審查作業前，都會在核電廠所在地，舉辦地方說明會與查訪活動，邀請地方代表、公民團體，以及地方鄉親參加，也聽取地方民眾對除役作業的意見，納入管制作業之參考。彙整最近四年辦理結果，核三廠及核二廠鄰近區域的民眾，都很關切放射性廢棄物最終處置、用過核子燃料乾式貯存設施的安全，以及地方回饋等議題。核安會對民眾關心的議題亦請相關單位提出回應說明，並公布於對外網頁，供民眾參閱。

### 3. 問題與討論：

#### (1)台方提問：

問1：台灣法規規定25年內完成除役作業，日本法規是否規定除役年限？

答1：日本管制法規未規定除役年限，例如東海核電廠已除役多年，但尚未完成除役作業。

問2：日本法規規定電廠可運轉超過60年，但運轉超過30年後，每10年需要進行老化評估，對於早期電廠已經接近運轉執照屆期時間，是否仍能依此規定延長運轉。

答2：現行法規要求超過40年需要NRA核准，可延長20年時間，若機組已運轉40年且NRA同意延長20年時間，則無需再依新法規提出申請。若新法施行後，NRA尚未核定，則須重新申請許可。但經營者提出延長20年運轉時，已提交許多報告，如老化管理方案等，可以原申請資料提出申請。

#### (2)日方提問：

問1：台灣核電廠是否有能力在25年內完成除役工作？若無法於25年內完成除役工作，法規是否有相對應的處分？

答1：國際上完成除役的核電廠，其除役作業時間約為10~20年時間，因此台灣管制規定25年完成除役作業是合理的，關鍵在核廢料以及用過核燃料是否能移出廠區，另台灣管制法規對經營者未能於25年內完成除役作業，有其處分的規定，但須視

情況是否歸責於台電公司，若不可歸責於台電公司，業者可提出展期申請。

問2：台灣現在有三座核電廠，是否有新的核電廠的規劃？

答2：非核家園是台灣能源政策，台灣對此立場並未改變，因此沒有新核電廠的規劃。

目前金山電廠與國聖電廠已進入除役階段，馬鞍山電廠兩部機亦將於2024年及2025年運轉執照屆期，進入除役期間。核安會將本於權責，做好安全管制的工作。

## (二) 議題 2

### 1. 日本對於ALPS處理水之排放現況及管制 (簡報單位：原子力規制委員會)

- (1) 原子力規制委員會透過簡報說明自2021年起於東京電力公司ALPS處理水排放之相關審查工作及流程，重點針對2022年11月東京電力公司第二次提出處理方法之審查內容。前述審查工作重要內容：(a)ALPS處理水排放所需的組織架構、經營管理、設施維護等；(b)排放前進行選定的核種分析工作；(c)因應射源項調整而修訂的放射性物質環境影響評估結果。
- (2) 在排放前檢查的部分，NRA在2023年3月確認檢測作業及設施；2023年7月7日確認傳輸設備、稀釋設備及排放設備，符合東京電力公司提送之申請書內容，並為了確保排放後的正常運作，針對核種分析的品質保證、排放設施的運作、排放設施的管理進行了安全性檢查，於2023年7月4日的NRA會議中確認。
- (3) 在排放後的安全檢查部分，NRA設置了駐點於福島電廠的檢察官，專門負責查核排放期間各階段的排放工作是否依照原先申請的規劃執行。
- (4) 排放源項的分析工作雖然已經通過排放前安全檢查，但NRA仍進行了「獨立監測」的工作。在排放前，NRA委託JAEA針對第一批次的處理水進行分析，對象核種包含最主要的鈷-60、銻-90、鈦-106、銻-125、碘-129、銫-134、銫-137等7個核種，以及氬、碳-14、鎘-99、氯-36、鐵-55、硒-79等六個核種。在排放後同樣委託JAEA，以一年一次的頻率進行檢測，對象核種包含對環境影響評估主要的貢獻核種碳-14、碘-129，以及主要的加馬核種鈷-60、鈦-106、銻-125、銫-134、銫-137。

### 2. 台灣對於ALPS處理水排放之因應作為(簡報單位：國家原子能科技研究院)

- (1) 國家原子能科技研究院透過簡報說明台灣針對含氬處理水排放之因應工作，秉持科學專業監測評估、參照國際標準嚴格監測、為國人安全與健康把關等3項原則，執行掌握排放源頭資訊、強化海域與海產輻射監測、建立海洋擴散評估模

式與建置資訊公開平台等4項配套措施，以維護民眾健康與海域輻射安全。

- (2)在源頭資訊掌握方面，台灣持續關注國際之相關資訊，包含IAEA專家團對於ALPS處理水的技術審查及檢查、持續進行台日雙方的視訊技術交流。在強化監測方面，台灣透過跨部會合作，持續進行台灣沿岸、遠洋的漁獲物、水產食品、生態樣本之採樣，並由台灣輻射偵測中心、國家原子能科技研究院負責進行放射性分析，建立台灣海域的氬活度背景基線數據庫，以確保海域安全。
- (3)在擴散預報方面，國家原子能科技研究院與中央氣象署合作，首先進行10年歷史案流之擴散分析案例，模擬結果顯示排放後放射性物質主要向美國西岸擴散，對台灣的影響可以忽略。並於排放後上線「每日例行化預報系統」，提供未來七天的擴散濃度預報，讓民眾了解可能造成之影響可以忽略。
- (4)在資訊公開方面，為了讓台灣民眾了解政府於ALPS處理水排放進行的因應及努力，建立了放射性物質海域擴散海洋資訊平台(TW-ORIS)，其內容整合簡明的資訊向民眾展示最新情況，包含海域監測燈號、輻射監測儀表板、一週擴散預報、科普資訊圖卡等，向台灣民眾及持傳遞正確資訊，以降低可能造成之風評影響。

### 3. 問題與討論

#### (1)台方提問：

問1：有關東電提出第二次審查中環境影響評估結果，是否與排放前評估結果一致？

答1：比較結果沒有太大變動，待取得較多監測數據後將進行細部比對，目前僅發現排放口有一取樣點的氬活度22貝克/公升，較先前評估結果稍高。

問2：日本於排放福島核電廠ALPS處理水前，設定氬活度需小於1,500 貝克/公升，其他核種與其排放標準比値之和須小於1。現階段日方相關量測結果均遠低於預定標準？

答2：監測結果均遠低於預定標準，僅氬活度於排放口附近略高。

問3：東電委託第三方分析，NRA如何審查其核種分析技術水平？另日方是否有辦理實驗室間能力比對？

答3：第三方單位核種分析技術水平之審查，已包含在品質保證章節內容當中；另日

前係由NRA派駐福島核電廠之檢察官，每月進行1次相關檢查，確保東電執行相關工作可符合預定目標及規定。

問4：IAEA及NRA如何驗證東電核種分析能力，是否要求建立程序書或參與國際實驗室間比對？

答4：IAEA於今年5月所發表東電分析技術能力評估報告，即參照ISO相關規範進行審查，NRA亦參照相同方式進行確認。

問5：日本福島漁民反對排放APLS處理水，請問日方是否有主動協助檢測，以減少風評被害？

答5：這項工作係由日本經產省負責，就NRA所知，已於當地設置檢測設備協助檢測輻射，39個核種分析結果均遠低於標準。

問6：近期發生清洗廢水傳送管路工人受到噴濺污染，請問污染來源及後續管理改善措施？

答6：主要是工人於清洗設備時，因水管脫落導致污水噴濺至工人身上，由於受輻射污染水污染，人員接收劑量在調查評估中，已要求東電公司加強改善。

問7：請問日方針對東電近期發生異常事件通報程序為何？日後相關訊息是否也可以提供給台方？

答7：NRA在現場都有派駐視察員，若排放時若意外和異常出現時，駐廠視察員會通報依內部作業流程回報NRA總部；對於東電公司而言，若依據法規達到須要通報NRA的狀況，東電公司就會進行通報。而未來若東電公司有未依計畫的排放，或是排放出現異常或意外狀況，日方將會透過相關管道知會台方。

(2)日方提問：

問1：請台方分享如何進行7天海洋擴散預報。

答1：利用東電公司公布排放即時資訊，搭配氣象署所建置海洋擴散模擬系統與未來7天氣象資訊進行評估。

問2：台方如何向民眾傳達日本排放APLS處理正確信息給民眾，以防範假訊息，其中包含未能上網民眾。

答2：透過我方自行建立海洋擴散模擬系統及評估結果，向民眾傳遞日本排放APLS處理水對環境影響遠低於相關標準；另開放媒體採訪檢測實驗室，向民眾公開漁產氚檢測流程，以增進對檢測結果信心。另針對未能上網民眾，則透過辦理科普展，以多元管道傳遞相關訊息。

### (三)議題 3

#### 1. 因應ALPS處理水排放之海域環境監測及IAEA輻射安全評估 (簡報單位：原子力規制委員會)

- (1)為進行東電福島第一核電廠事故後的廠外環境放射性監測，日本政府在原子力災害對策本部的主持下成立了日本監測協調會議，並制定了《輻射綜合監測計畫》。由相關政府部會、地方政府、核設施經營者和其他獨立政治實體合作，以實施並報告了各自的輻射監測活動。同時，因應排氚計畫，於2023年3月16日修訂了《綜合輻射監測計畫》，加強海域監測，以減少因ALPS處理水排放的負面風評，造成的不利影響。根據《輻射綜合監測計畫》，ALPS處理水開始排放後，著重在快速分析氚的初步報告及提高精確分析氚的頻率。
- (2)海域監測由NRA、環境省(MOE)、水產廳(FAJ)、福島縣政府和東京電力公司進行，分別獨立採集海水/海洋生物群樣本並對其樣本進行分析。截至10月23日最新分析結果為：在距離排放口約200公尺最近的東京電力取樣點(T-0-1A)處，於排放後10月21日取樣的最高濃度值為22貝克/公升。雖較第一次排放略微高些，仍證實海域監測中的氚濃度遠低於標準1500貝克/公升，對人類和環境沒有影響。NRA已於9月1日和10月6日在沿海海域的4個地點取樣並進行了精確分析，檢測低限：0.1 貝克/公升，10月6日的取樣正在分析中，另也規劃於今年11月在近海16個地點進行取樣。
- (3)海域監測的氚監測，NRA負責30公里外的海水監測點精密分析。而ALPS處理水海水氚監測分析可分為快速分析與精密分析，偵測低限分別為10 貝克/公升及0.1 貝克/公升，快速分析為海水取樣後經過蒸餾純化、去除水中雜質，再經液態閃爍計數器量測，而精密分析處理過程差別在於海水樣品中的氚經蒸餾法預先處理後，再電解濃縮後，進行測定。
- (4)IAEA確認日本海洋樣本取樣情況方面，IAEA進行實驗室間比對(ILC)，以提高海域監測資料的國際可信度和透明度。國際原子能總署和日本每年聯合採樣，各分析實驗室分別進行分析，對結果進行比較和評估。IAEA和日本政府的合作重點包括四

個階段的ILC，第一階段：2014年-2016年，第二階段：2017年 - 2021年6月，第三階段：2021年7月 - 2023年6月，第四階段：2023年7月 - 2024年6月。在IAEA2022年6月發布的報告中，IAEA認為參與綜合輻射監測計畫的日本分析實驗室具有高精度和能力。

- (5)自2022年起，IAEA 也進行了一次單獨的ILC，以證實日本海域監測的結果，作為IAEA 對東京電力福島第一核電廠處理ALPS處理水的安全相關問題進行審查的一部分。2022年11月7日至14日，除IAEA專家外，芬蘭和韓國分析實驗室的專家也到日本訪查以確認樣品收集和前處理程序，從而提高本項目透明度。今年10月16日至23日，IAEA的專家以及加拿大、中國、韓國分析實驗室的專家也都至日本訪查，進行海洋樣本採集和前處理確認工作。

## 2. 台灣因應日本處理水排放之輻射監測措施 (簡報單位：核能安全委員會)

- (1)為妥善因應日本福島含氫處理水排放，我國已成立跨部會平台，以三原則與四項配套措施，維護國人健康與我國海域環境輻射安全。簡報著重在強化海域監測，說明我國在強化海域的環境以及漁產的輻射監測的措施。
- (2)台灣政府因應作為上，透過跨部會的合作來落實執行，以科學數據確保海域安全，來達成我們守護漁業、確保食的安全、海洋永續的三大目標。在海域的監測方面，包含了沿岸的漁港、台灣跟離島的周邊海域，以及在北太平洋的公海漁場，由8個涉及輻射、食品、漁產、海洋安全等單位共同合作執行。台灣漁船捕撈的漁產的部分是由農業部漁業署負責，進口水產食品是由衛生福利部食品藥物管理署來處理。海域生態樣品的部分，則是由海洋委員會國家海洋研究院負責。檢測技術及作業是由核能安全委員會的輻射偵測中心以及國家原子能科技研究院來負責。
- (3)為建立我國海域的輻射背景資料庫跟氫的背景基線，核安會輻射偵測中心從2017年至今，持續進行海域的輻射監測。輻射偵測中心也建立排放前的海域輻射背景資料庫，核種是以日本排放的關注核種-氫，以及輻射監測的第一線核種-放射性銻為主。檢測的樣品就包含了海水、海生物跟沈積物等，另外透過電解濃縮技術的開發，以建立了我國海域氫的背景基線。
- (4)針對日本進口水產食品的部分，由食品藥物管理署負責邊境抽樣，而國內也成立了食品輻射檢測的國家隊，目前整合國內7家食品檢測實驗室，每年可提供的檢測

量能達到7萬件，且這7家都具有台灣財團法人全國認證基金會(TAF)跟台灣食品藥物管理署(TFDA)的實驗室品質雙認證。在邊境檢測的部分，目前所檢測放射性碘銫/碘每年大約是1萬7000件，截至今年9月底止，日本進口食品總計檢測21萬餘件；皆未測得有超過標準者，而有250件測得微量放射性銫。

- (5)我國於去年年中在國家原子能科技研究院，成立的國內第一間的生物氚檢測實驗室。氚的檢測低限達到約每公斤1貝克左右，可以支持建立海域生物氚背景基線的需求。目前生物氚的檢測量能，一年可以提供500件的量能。因今年下半年，日本排放處理水後，國內輿論對水產品的氚檢測需求日益升高，核安會提出生物氚測量能再提升的計畫，以持續對生物氚的量能擴充。生物體中的氚分為組織內自由水氚(TFWT)與有機結合氚(OBT)，這兩種氚的檢測分析所需時間甚長，前者約需要2天，後者約需要30天，為了讓國人儘早得知檢測結果，目前實驗室刻正規劃採用兩階段檢驗方法，以兼顧正確性與時效性。第一階段為快速篩檢，將水產品經冷凍乾燥收集水分，經蒸餾純化、計測分析取得自由水氚含量。若第一階段自由水氚超過10貝克/公斤，則進行第二階段有機結合氚檢測，將先前經冷凍乾燥的水產品以高溫燃燒收集剩餘水分，經蒸餾純化、計測分析取得有機結合氚含量。在檢測數量上，將由國家原子能科技研究院輔導輻射偵測中心以及高雄市政府衛生局兩單位，建立生物氚檢測實驗室，期望2024年時能將檢測量能提升至每年2,000件。
- (6)我國的跨部會因應平台在強化監測的部分，就擬定了一些強化監測作為，並且開始執行。首先是擴大我國海域的海水監測點位，海水監測點位已經從2020年的33點，增加到現今的107點，增加了3倍。對漁產的部分，我們強化了沿近海漁產的採樣規劃跟檢測量。由於我國的沿近海的漁產的種類是非常的多樣的，因此漁業署在採樣的部分，兼顧了產業的代表性，以及整個漁種的多樣性，去規劃了按月的常態性跟季節性的漁種採樣。另外在檢測數量的部分，檢測的件數也從2020年的200件，增加到今年3000餘件。
- (7)針對近海的漁場，考量排放後擴散路徑，2023年針對北太平洋的公海漁場也進行加強採樣。捕撈秋刀魚作業的北太平洋公海漁場距離福島約720公里，台灣漁業署已經跟水產試驗所合作，請水產試驗所的船在此漁場增加海水的採樣，來確認漁場的環境安全。另跟海岸巡防署合作，在公海巡護任務的時候，進行海水的採樣，來確認此北太平洋海域的海洋環境安全，今年大概採樣200件次。

- (8)除了先前說明現今日本食品的輸入就已經有的邊境檢測放射性銫/碘檢測之外，自去年下半年，增加了日本進口水產食品跟藻類的氚檢測。台灣食品藥物管理署依專家與跨部會意見以及實際輸入情形，對13種水產品抽樣檢測氚含量，包括日本海藻、牡蠣、章魚、蟹類、沙丁魚、秋刀魚、鯖魚、鮭魚等，自2022年第4季起至2023年上半年，累計抽樣共52件，均低於最小可測活度，沒有驗出氚的殘留。今年8月日本福島開始將含氚處理水排放後，會再抽檢73件與先前比對，確認有無異常。
- (9)國家海洋研究院執行沿岸生態的輻射監測，以作為長期的一個影響評估的依據。針對台灣的數個沿岸生態系，透過生物的樣本採集調查，建立臺灣東部海域生態系放射性污染現況背景資料，包括潮間帶、亞潮間帶、漁港等的生態調查。日本福島開始將含氚處理水排放後，亦持續進行，以作為排放前後的比對分析。每年預計的檢測數量是144件。
- (10)台灣政府目前已經透過跨部會的合作機制，以科學的數據來確保整個海域的輻射安全，對於日本含氚廢水的排放作業，已經建置了必要的量測技術，也完成了海域監測的整備作業。因應日本的排放作業，將持續落實執行海水、漁產、日本進口食品、環境生態樣品等各類樣品的採樣檢測，確保台灣海域環境跟民眾食品的輻射安全。截至目前，檢測的海域樣品尚未有檢測到輻射異常的情形。

### 3. 問題與討論

#### (1)台方提問：

問1：日方也曾邀請IAEA的環境放射性測量分析實驗室(ALMERA)成員參與檢視海水分析的作業，不知我國的實驗室是否也能有機會參與類似活動或實驗室間分析比對？

答1：日方表示ALMERA是IAEA所轄實驗室，仍屬與IAEA協助審查的一部分，另就瞭解台方的輻射偵測中心與日本的JCAC實驗室之間有實驗室比對的協議，NRA雖對JCAC並無管制權限，但會將台方建議轉達給JCAC。

#### (2)日方提問：

問1：日方詢問我方簡報中提到的海水中氚分析檢測低限為多少？若要量測到背景基線水平似乎不足，若再加上電解濃縮法應可進一步降低檢測低限。

答1：我方表示海水中氚分析檢測低限為2貝克/公升。我方在海域環境背景基線水平的量測，會再經電解濃縮法以使檢測低限達0.1貝克/公升。

#### (四)議題 4

##### 1. 日本核能電廠實體防護管制和近期相關議題 (簡報單位：原子力規制委員會)

- (1)日方簡報區分三部分，第一部分介紹日本核子保安相關法規、第二部分為實體防護相關作法，最後為核設施資通安全防護現況。在核子保安相關法規方面，日本為聯合國成員之一，有關核設施核子保安方面已簽訂核物料實體防護協定，包含 Convention on Physical Protection of Nuclear Material (1988年)與 Amendment to Convention on the Physical Protection of Nuclear Material (2014年)、防止恐怖主義爆炸公約 International Convention for the Suppression of Terrorist Bombings (2001年)、及防止核恐怖行動公約 International Convention for the Suppression of Acts of Nuclear Terrorism (2007年)。日本有關核物料及核設施之實體防護規定，已納入核子反應器設施管制法規範中；有關核子保安管制架構，NRA主要負責核物料及核設施、放射性同位素及核物料運送等安全管制，至於核子事故緊急應變與核子保安事件應變等，則另由其他政府單位主責，但NRA仍扮演核心的協調角色。
- (2)第二部分有關日本核設施實體防護方面，日本的核設施係由民間電力公司營運並聘請保全人員擔任巡邏及監控工作，依照日本現行法令，保全人員不得配戴槍械；萬一發生保安事件，會由日本中央政府的警察廳與地方政府的警察本部、海上保安廳，分別負責陸上及海上之保安事件的應變武力；日本核設施會依照可能面臨的威脅設計建置實體防護系統，並研擬保安計畫送NRA審查。保安計畫經NRA審查核定後實施，NRA會派員前往核設施進行視察，依據視察結果要求電廠改善缺失，若發生重大事件將會要求核設施停止運轉，並要求核設施撤換核子保安業務經理。NRA派員前往核設施進行核子保安視察，視察的結果會知會其他保安業務主管機關，必要時，其他保安業務主管機會也會協同NRA前往核設施進行視察。日本為防範內部威脅份子從核設施內部進行破壞，已訂有防範內部威脅之適職方案，對於會定期進入保護區、保安監控中心及靠近緊要區周圍保安相關設備的人員，要求該員先提出自我評估報告。核設施針對該員自我評估報告安排面談及辦理能力傾向測驗(Aptitude Test)，藉以檢視或觀察該員人格特質及行為特徵，並進行毒品及酒測，確保該員不會是內部威脅份子。

- (3)第三部分有關核設施資通安全方面，NRA自2011年到2022年之間已陸續修訂相關核設施資通安全規定及提出新的管制要求，核設施經營者必須依照NRA發布文件滾動檢討修訂資通安全計畫及資通安全防護措施，以有效防止資通安全威脅發生。
- (4)最後，有關日本核設施發生核保安事件之通報，主要係由核設施向NRA的緊急應變中心(ERC)進行通報，ERC會將訊息彙整後向NRA主席及委員報告，NRA主席再向首相官邸危機管理中心進行彙報，奉官邸指導後進行後續保安事件管制措施，負責核設施應變武力的主管機關，也會依照首相官邸危機管理中心的指導，執行後續保安事件弭平作業，確保核設施安全。

## 2. 台灣核子保安制度與管制架構介紹 (簡報單位：核能安全委員會)

- (1)本次與日方交流簡報共分三部分說明，第一部分簡介台灣核能電廠現況及核子保安相關法規；台灣商用核能電廠有三座，位於新北市的核一廠及核二廠已進入除役階段，地處屏東縣的核三廠目前正常運轉。在法規方面，核子保安相關法規有原子能法、原子能法施行細則、核子事故分類通報及應變辦法、核子反應器設施運轉執照申請審核辦法及核能電廠關鍵數位資產資通安全計畫審查導則等。另外，資通安全管理法於2018年實施，台電公司相關資通安全亦須符合該法規定。
- (2)第二部分說明台灣核能電廠實施核子保安措施及核安會管制現況。核能電廠必須依照其可能面臨的威脅發展及訂定保安計畫，經核安會審查同意後據以實施，核安會定期前往各核能電廠進行保安視察，查證核能電廠確實依照保安計畫實施各項工作。保安計畫的修正必須陳報核安會審查同意後據以實施。另核安會為提升我國核子保安技術及量能，透過台美民用核能合作協議，邀請美國能源部國家核子保安局(DOE/NNSA)專家來台辦理核子保安效能測試、桌上兵棋推演、警衛效能評估及核子保安文化等訓練。為防範內部威脅，台電公司已針對核能電廠廠內相關工作人員實施尿檢、酒測及包商背景調查等，核安會亦督促台電公司建立核子保安文化，以有效降低內部威脅的風險。鑒於俄烏戰爭波及核能電廠安全，核安會已要求台電公司依照國際原子能總署提出包含確保外電、通訊及外部支援等暢通之核安七支柱，進行核能安全與核子保安的整備、應變、防護與復原措施之盤點與強化，俾提升應處能力。總結台灣在核子保安方面措施，均遵守國際原子能總署核設施及核物料實體防護建議 (INFCIRC/225/Revision 5)相關要求，並會持續要求台電公司依照國際原子能總署提出的核安七支柱，強化核能安全及核子保

安。

(3)第三部分報告台灣在核能電廠資通安全實施現況。核能電廠的資通安全系統可以區分為一般資訊科技(IT)、工業控制系統(ICS)及關鍵數位資產(CDA)等三部分；在IT方面會遵守資通安全管理法及資訊安全管理系統有關ISO 27001的規範；在ICS方面核安會要求台電公司也要參酌美國國家標準暨技術研究院相關技術報告強化資安措施，包含NIST SP 800-82及NIST SP 800-53等二份技術報告；有關CDA方面，核安會要求台電公司依照美國核能管制委員會發布之核設施資通安全管理計畫管制導則R.G 5.71的規定，對核能電廠的CDA進行辨識及檢討，並將CDA置於資訊流只出不進的安全網路層級中，確保資通安全。另台電公司也要管制核能電廠內有關光碟、隨身碟等可攜式媒體裝置，禁止使用中國大陸製的資通訊產品，並強化資安文化以降低資安風險。核安會也會透過定期視察確認核能電廠均依照資通安全相關規範實施資通安全管控措施。總結核能電廠資通安全方面，台電公司必須嚴格管控核能電廠對於可攜式媒體裝置的使用，並持續提倡資安文化，確保核能電廠資通安全。

### 3. 問題與討論：

(1)台方提問：

問1：NRA對於核能電廠保安應變武力攔截歹徒的時效評估作法為何？

答1：依照日本政府分工，有關應變武力係由警察廳/警察本部或海上保安廳主責，NRA在核設施進行演練或演習視察的時候，主要係了解核設施是否能在合理的時間內，通報適當的內容給NRA。

問2：NRA在核子保安方面的管制，日本原子力研究開發機構(JAEA)下的核不擴散暨核子保安綜合支援中心 (ISCN)目前能提供支援的項目為何？

答2：核不擴散暨核子保安綜合支援中心主要係支援NRA就核設施實體防護設備有效性進行評估，並將結果提供給NRA參考。

問3：NRA提升核設施核子保安文化作法？

答3：自柏崎刈羽核能電廠發生工作人員冒用其他同仁身分進入控制室事件後，NRA要求自身及東京電力公司應切實檢討目前工作方式，過去僅在工作上有接觸核

子保安相關業務的人員才有核子保安意識，現在應落實到組織的每位成員，尤其是高層主管。

(2)日方提問：

問1：台灣派駐核能電廠的警察，與外面一般警察有何不同？

答1：台灣派駐核能電廠的警察是保安警察，負責特定專案安全任務，一般外面治安警察負責公共秩序及民眾安全，兩者身分沒有不同，只在工作任務上有所不同。

問2：台灣派駐核能電廠的警察是否具公務員身分？

答2：無論是駐守核能電廠的保安警察及外面一般的治安警察，均具有公務人員身分，若核能電廠保安事件需要額外的支援，也會請求核能電廠外的一般治安警察支援。

問3：台灣方面要如何落實核能電廠資通設施禁止使用大陸廠牌？

答3：台灣透過明確的規範，要求政府各相關單位及設施包含核能電廠，禁止使用大陸廠牌，政府會公布相關廠牌名單，以利各單位及設施查察。

## (五)議題 5

### 1. 日本核能電廠除役廢棄物離廠偵測之安全管制 (簡報單位：原子力規制委員會)

(1)日方簡報內容共三項主題，分別為(a)日本原子力規制委員會(NRA)秘書處之組織架構；(b)日本核電廠放射性廢棄物之現況；(c)離廠偵測系統及廢料再利用。

(2)日本NRA秘書處由秘書長領導，其下設有2位副秘書長，其中一位副秘書長負責管理技術事務部門。秘書處下設有6個部門，分別為處本部、管制標準與研究部門、輻射防護部門、核能管制部門、證照審核部門及監督管理部門。分別就核能電廠、研究用反應爐、核物料設施、地震及海嘯評估進行安全管制。

(3)日本低放射性廢棄物的處理流程大致與我國相同，依據廢棄物的型態，即固體、液體、氣體，進行相對應的處理程序；與我國不同的是，日本已建有低放射性廢棄物處置場，故經過處理的低放射性廢棄物，將依據其活度濃度及型態送往不同型式的處置場，而我國則是暫存於各核電廠的低放射性廢棄物貯存庫中。日本核電廠產生的極低微活度濃度廢棄物如混凝土、廢金屬等，會進行壕溝處置；較低活度濃度廢棄物如固化廢棄物、廢濾材、廢棄工具等，會進行坑道處置；較高活

度濃度廢棄物如控制棒、反應爐組件等，會進行中等深度之地層處置；符合離廠偵測標準(clearance level)之廢棄物，將會再利用或視為事業廢棄物進行處置。

- (4)除役廢棄物以日本濱岡核電廠1、2號機為例，預估除役過程會產生45萬噸的廢棄物，其中屬於非放射性廢棄物者約為35萬噸，佔比約為78%；屬於離廠偵測廢棄物(clearance waste)者約為8萬噸，佔比約為17%；屬於低放射性廢棄物，須納入管制範疇者約為2萬噸，佔比約為4%。「離廠偵測系統」係指：(a)「離廠偵測標準」是指將廢棄物排除在核反應器管制法之外的放射性活度濃度標準；(b)該對象經NRA查驗確認後，可排除於核反應器管制法之管制範圍外；(c)排除於管制法規外的廢棄物將作為資源再利用，或視為事業廢棄物進行處理。
- (5)日本NRA參與離廠偵測之驗證分為二階段執行，第一階段，查核目的為確認細節，如離廠偵測廢棄物之型態、活度濃度量測方法、輻射偵檢儀器、量測條件、管理與品質保證等相關事項是否合適；第二階段，對所有離廠偵測廢棄物之紀錄進行查核，並與廢棄物進行核對，同時進行抽樣檢查，以查核設施經營者之離廠偵測與評估是否依據核定方案進行。如經NRA確認離廠偵測廢棄物之活度濃度符合標準，並且依據核定之量測與評估方法確實執行，則針對該批廢棄物發給查證合格證書，可進行資源再利用或視為事業廢棄物處理及處置。
- (6)日本NRA已訂定適用於反應器設施與核燃料設施，共58個核種的離廠偵測標準，另IAEA RS-G-1.7訂定共277個放射性核種之豁免管制標準，並指出該標準可作為申請大量廢棄物解除管制之依據。日本考量不同類型核設施除役將產生不同污染特性之廢棄物，故參考NRA對於離廠偵測標準之審議結果，以及IAEA RS-G-1.7報告，經濟產業省(METI)發布規定適用於商用反應器之33個核種的離廠偵測標準，並發布規定適用於研究用反應器如輕水式反應器、重水式反應器與快中子式反應器之33個核種的離廠偵測標準，以及適用於核燃料設施、處理用過燃料與材料設施之49個核種的離廠偵測標準。其中常見核種鈷-60與銫-137的離廠偵測標準與我國相同，均為100貝克/公斤，並在廢棄物含有多個核種的狀態下，採用「值一法則」即各核種活度濃度與離廠標準的比值和應小於1進行計算及評估。

## 2. 核一廠除役廢棄物安全管制 (簡報單位：核能安全委員會)

- (1)台方簡報內容共三項主題，分別為(a)核一廠用過核子燃料的乾式貯存計畫；(b)核一廠3號低放射性廢棄物貯存庫計畫；(c)核一廠除役廢棄物之離廠偵檢方案。

- (2)我國針對放射性廢棄物設施的管制框架，以乾式貯存設施為例，主要的管制流程可分為六個階段，分別為：(a)設施建造執照申請案的審查；(b)設施建造期間的檢查；(c)設施試運轉申請的審查；(d)設施試運轉作業的檢查；(e)設施運轉執照申請案的審查；(f)設施運轉期間的檢查。其中與日本不同之處，我國在審查設施建造執照申請案時，會同步辦理聽證作業，以落實公眾參與機制。
- (3)因應核一廠用過燃料池貯存空間不足問題，台電公司於2005年即啟動乾式貯存計畫，當時構想的乾式貯存設施是室外型式，對應於後期發想的第二期室內型式的乾式貯存設施，原先的室外乾式貯存設施即被稱為第一期。2005年7月，台電公司委託核能研究所執行乾式貯存設施規劃案，經評估後，核能研究所決定採用混凝土護箱系統INER-HPS。此護箱系統係技術轉移自美國NAC公司的UMS護箱系統，由核能研究所設計改良，並在台灣生產製造。此系統的每一組護箱可貯存56束用過核子燃料，又預計使用30組護箱，故總計可貯存1,680束用過核子燃料。INER-HPS護箱系統的組件，分別為密封鋼筒、傳送護箱、混凝土護箱及外加屏蔽，其中，外加屏蔽可將設施的廠界劑量由每年0.25毫西弗的法規限值再降低至每年0.05毫西弗，目的為提升周圍居民對乾式貯存設施的接受度。
- (4)台電公司於2007年3月提出核一廠乾式貯存設施建造執照申請案。核安會於2007年7月底在設施當地鄉鎮舉辦預備聽證會議，確認議題討論範圍，並於2007年8月辦理正式聽證會議，讓所有與會者充分表達意見。經過核安會嚴格審查及驗證相關安全議題後，於2008年12月核發建造執照。然而，新北市政府尚未核發乾貯設施之水土保持完工證明，故台電公司無法進行該設施之熱測試作業。對此，核安會已要求台電公司積極與地方政府溝通，以順利推展熱測試作業。考量核一廠室外乾貯計畫受到地方政府的阻擋，為使用過核子燃料順利移出用過燃料池，並接續展開核一廠的除役作業，我國行政院已於2019年核定第二期的室內乾式貯存計畫，該室內乾貯設施預計於2028年完工啟用，屆時將可貯存7,400束用過核子燃料。
- (5)依據核一廠除役計畫，估算除役產生廢棄物總量約為412,000噸，其中屬於非放射性廢棄物者約380,000噸，佔比約為92.2%；屬於離廠偵測廢棄物者約18,435噸，佔比約為4.5%；屬於低放射性廢棄物者約3,565噸，佔比約為3.3%。因應核一廠除役產生之低放射性廢棄物及離廠偵測廢棄物，核安會分別要求台電公司提出「除役新建低放射性廢棄物貯存庫計畫」及「核一廠汽機廠房除役產生離廠偵測廢棄物之偵檢方案」。

- (6)核一廠除役新建低放射性廢棄物貯存庫，是台電公司建造用來專門存放核一廠除役產生低放射性廢棄物的貯存設施，貯存容量為1,830只T容器，總貯存活度為2萬6千兆貝克。T容器係台電公司因應核一廠除役特製之低放射性廢棄物盛裝容器，一只T容器的容量約略等於30個55加侖桶。台電公司於2023年1月提出本案建造執照申請，經程序審查後，核安會於同年3月展開實質審查，共提出299項審查意見，並於5月召開審查會議及現勘；6月召開正式聽證會議，總計有108人參加。後續核安會將嚴格審查「核一廠除役新建低放射性廢棄物貯存庫」建造執照申請案，以確保當地居民之輻射安全，本案預計於2024年3月完成審查。
- (7)台電公司因應核一廠汽機廠房拆除產生之離廠偵測廢棄物，建立特定偵檢方案，並於2021年5月提送審查，經核安會嚴密審查後，於2022年8月核定該偵檢方案。此方案係依據IAEA GSR Part 3之要求，對於一般大眾的輻射劑量影響，應低於每年10微西弗，換算成放射性核種之活度濃度值，應符合GSR Table I.2之規範。偵檢流程說明如下：(a) 設備組件會先經過第一階段偵檢，即初始輻射特性調查結果進行分類，判斷屬於清潔者，直接進入第二階段偵檢；屬於可除污者，經過表面除污後進入第二階段偵檢；屬於難除污的放射性廢棄物，則送入貯存庫存放；(b) 輻防管制站進行第二階段偵檢，合格者進入第三階段偵檢；不合格者進行再除污或是送入貯存庫存放；(c) 離廠確認中心進行第三階段偵檢，合格者離開核電廠；不合格者進行再除污或是送入貯存庫存放。綜上，核一廠除役產生的離廠偵測廢棄物，只有經過三階段偵檢均合格者才能離開核電廠，除此之外的放射性廢棄物則送入貯存庫存放。
- (8)為提升「核一廠汽機廠房除役產生離廠偵測廢棄物之偵檢方案」管制品質，核安會委託國家原子能研究院作為第3方公正機構，協助本會管制核一廠除役廢棄物之偵檢作業，包括建立管制稽查程序、儀器量測能力的比對驗證、舉辦稽查人員訓練等。核安會亦要求台電公司落實本案之經驗回饋，另案提送通用的離廠偵檢方案，以適用未來所有除役拆除產生之廢棄物。核安會將持續嚴格管制台電公司落實離廠偵測廢棄物偵檢相關之三級品保作業，以保障民眾之輻射安全。

### 3. 問題與討論：

依據行程規劃，在交流會議結束後，我國團隊會即刻移動至福島縣，以便進行海水採樣及準備隔日的福島第一核電廠訪查行程，考量團隊移動時程緊迫，未進行本主

題之口頭問答環節；若有相關交流意見，會後將另以書面方式提出。

台日雙方在10月31日上午結束本屆會議對相關議題的簡報與討論，在閉幕致詞時，劉主任委員代表感謝日本原子力規制委員會費心籌辦本屆會議及親切的接待，也謝謝雙方簡報人員的精彩報告以及口譯人員的精準翻譯，讓今年度會議順利分享雙方的實務經驗並有豐碩的成果，相信有助於今後雙方在核能與輻射安全管制；亦特別感謝原子力規制委員會就福島第一核電廠處理水的排放計畫審查與管制議題的專題分享，希望未來雙方能夠針對此議題持續交流合作。

訪問團一行在中午會後，在規制委員會的協調和安排下，搭乘租用巴士前往福島，準備明日(11月1日)參訪福島第一核電廠，以實地了解規制委員會針對處理水排放相關的管制作業，並就近了解公正第三方IAEA的駐廠監測作業。

訪問團於當日傍晚抵達福島後，亦於福島地區採集岸邊表層海水樣品，並寄回台灣進行海水氚及放射性銫的濃度分析，分析結果顯示銫-137活度為0.014貝克/公升、氚活度小於儀器最小可測量值0.060貝克/公升。

經查東京電力公司建置之「綜合海域監測瀏覽系統」[1]，顯示福島縣沿岸海域近年(2022年至2023年10月24日)的海水銫-137活度，ALPS處理水排放前後活度變動範圍分別是0.0057~0.043貝克/公升及0.0088~0.023貝克/公升；另查日本環境省建置之「ALPS處理水海域監測訊息」網站最新資訊[2]，顯示福島縣沿岸海域近年(2022年至2023年8月22日)的海水氚活度變動範圍是0.061~0.110貝克/公升。

本次海水取樣分析結果，銫-137在福島縣沿岸海域目前銫-137及氚活度的變動範圍內，氚活度則略小於福島縣沿岸海域目前氚活度的變動範圍。海水樣品照片如圖2。



圖 2 海水樣品及實驗室內過濾處理

## 二、福島第一核電廠參訪(11月1日)

訪團於11月1日在原子力規制委員會官員陪同下，依既定行程參訪福島第一核電廠，團員乘坐租用巴士，抵達福島第一核電廠廢爐資料館後，先聽取東京電力公司就福島事故發生經過、事故後處理對策、反思和經驗教訓的說明，另參訪展示處理事故的工作人員的裝備以及偵察反應爐內部狀況的機器人。聽取簡報說明後，團員轉乘東電公司的巴士進入廠區。

訪問團先於會議室聽取東電公司說明行程概要；團長劉主任委員代表也在聽取東電說明行程概要後，再次表達對處理水排放的關切，以及資訊公開透明的重要性，並請日方持續協助提供相關動態資訊予我方，以利對民眾說明。後續依福島第一核電廠的管理程序，領取臨時入廠證，搭乘廠方準備的巴士進入電廠，並完成入廠前的全身計測(Whole Body Counting)，穿著安全帽等防護器具、配戴個人輻射劑量計，在廠方人員的帶領下，進行實地參訪；NRA駐廠視察員也全程陪同本訪問團進行參訪。

參訪方式以乘車及步行方式走訪海洋生物飼育實驗施設、JAEA大熊分析研究中心、化學分析棟、1號機至4號機組外圍區域、ALPS處理水分析確認桶槽區(K4桶槽區)，以及ALPS處理水稀釋排放設備等，參訪過程中相關議題交流討論內容，重點說明如後。

### (一)海洋生物飼育實驗施設

#### 1. 目的：

為降低風評受害的影響，東電公司於福島核電廠內建置海洋生物飼育實驗施設，希望透過海洋生物的養殖實驗，以「視覺化形式」呈現ALPS處理水排放的安全性[3]。

#### 2. 公開養殖情況

為實際以「視覺化形式」呈現排放水對海洋生物的影響，東電公司提供以下的資訊：24小時網路直播觀看、養殖日誌及養殖實驗月報。

#### 3. 養殖實驗簡介

養殖實驗是在「一般海水」及「使用海水稀釋後的ALPS處理水」的二種環境實驗條件下進行養殖，並比較其生長發育情況及氚在海洋生物體內的累積與代謝。主要的實驗目的是要確認(i)海洋生物體內的氚活度濃度會在一定時間內達到平衡狀態，以及(ii)海洋生物體內的氚活度濃度不會超過生長發育的環境(海水)[4]。

目前選定棲息在福島縣近海的比目魚、鮑魚和海藻(馬尾藻)等三種生物進行養殖。養殖數量比目魚(幼魚)約800尾，鮑魚(幼貝)約800個，馬尾藻約數公斤。



圖 3 海洋生物飼育實驗施設(取自東電公司處理水入口網站資料)

養殖實驗區分為攝入試驗(Intake Test)及代謝試驗(Discharge Test)二種：

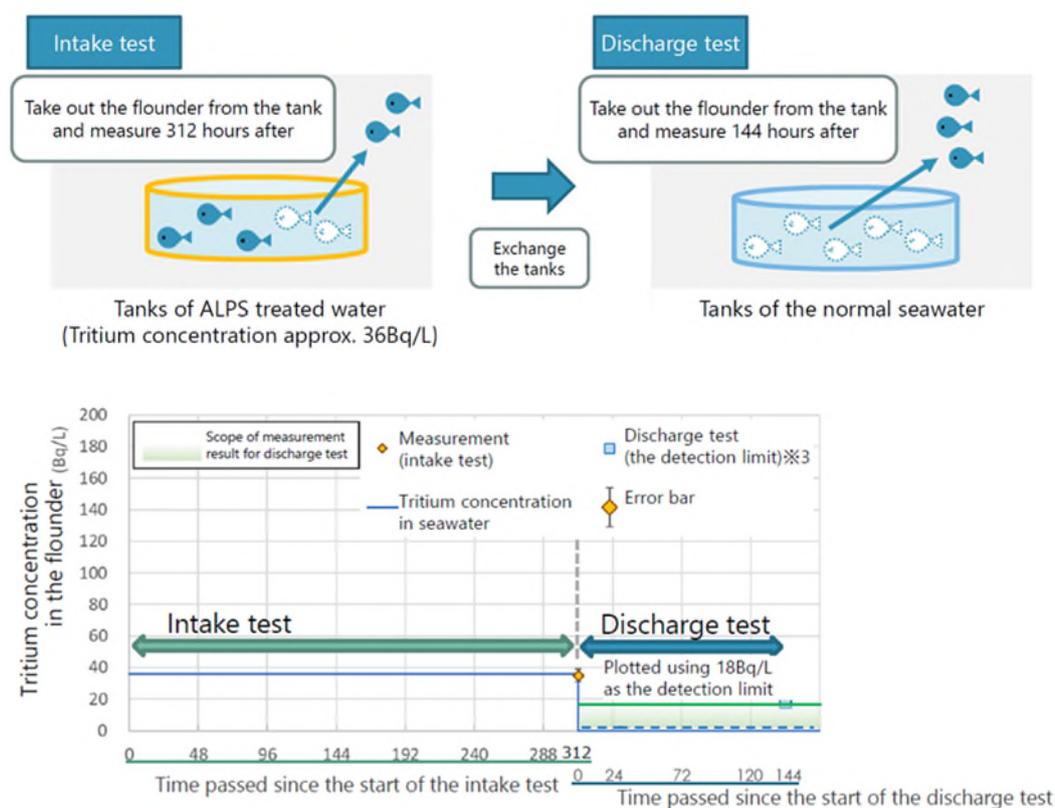


圖 4 養殖試驗示意圖(取自東電公司處理水入口網站資料)

其實驗環境除了採集自福島核電廠周邊的一般海水A槽和B槽之外，另外又設定分為ALPS處理水排放前和ALPS處理水排放後二個階段：

(1)ALPS處理水排放前：

條件1(C槽和D槽)：使用海水稀釋後的ALPS處理水，氚活度濃度約為1,500貝克/公升，實際為約1,300貝克/公升。(備註：氚排放限值設定為小於1,500貝克/公升)

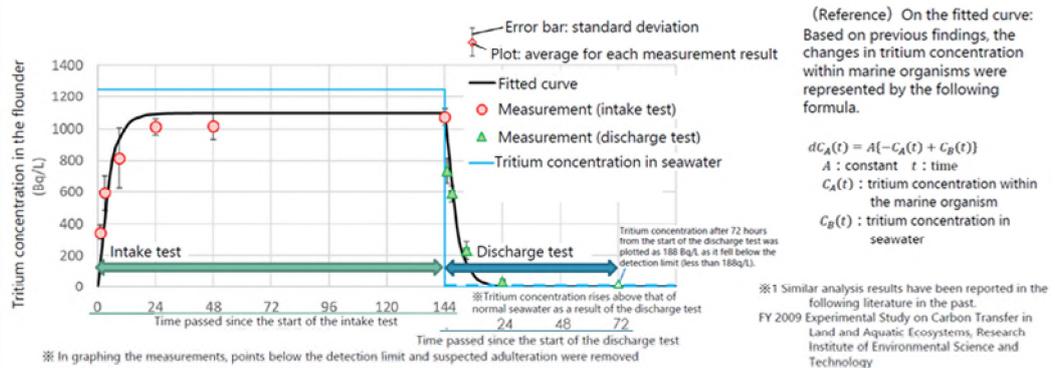
條件2(E槽)：使用海水稀釋後的ALPS處理水，氚活度濃度約30貝克/公升。(備註：擴散模擬排放口周邊氚活度濃度約為30貝克/公升)

(2)ALPS處理水排放後：

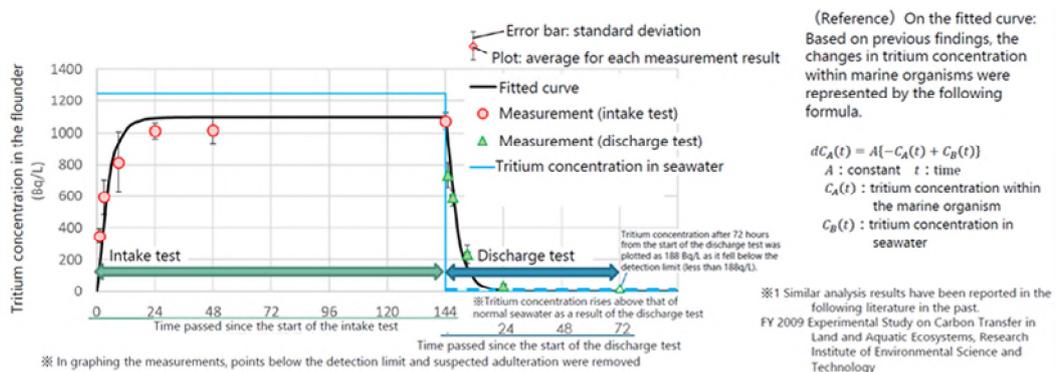
條件3：ALPS處理水排放後預定也將使用排放至海洋的水，氚活度濃度約為1,500貝克/公升。(備註：目前尚未開始執行)

(3)實驗結果：組織自由水氚(TFWT)會快速與生長環境達到平衡，且不會超過生長環境的氚活度濃度，當移回一般海水水槽中，會立即下降至生長環境氚活度濃度。

(a)比目魚



(b)鮑魚



(c)馬尾藻

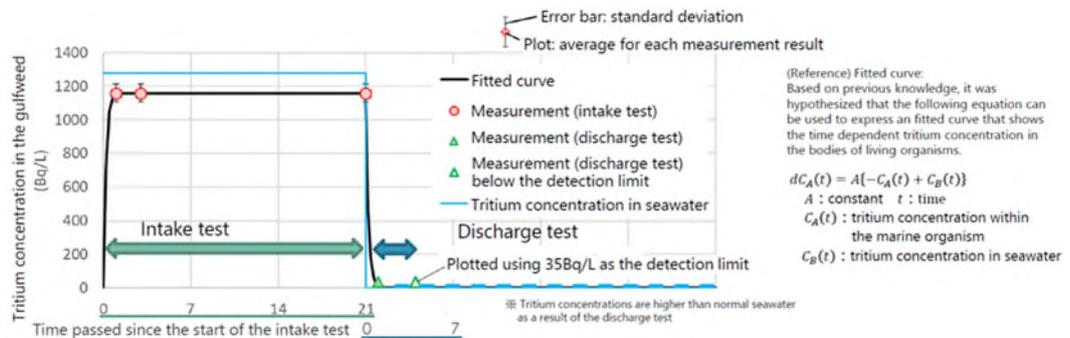


圖 5 TFWT於比目魚(a)鮑魚(b)和馬尾藻(c)體內的攝入試驗與代謝試驗結果(取自東電公司處理水入口網站資料)

在最新的實驗結果(2023年8月月報) [5]，比目魚OBT的實驗結果和TFWT類似，會在一定時間內達到平衡，且OBT活度濃度約為生長海水氚活度濃度的20%以下。

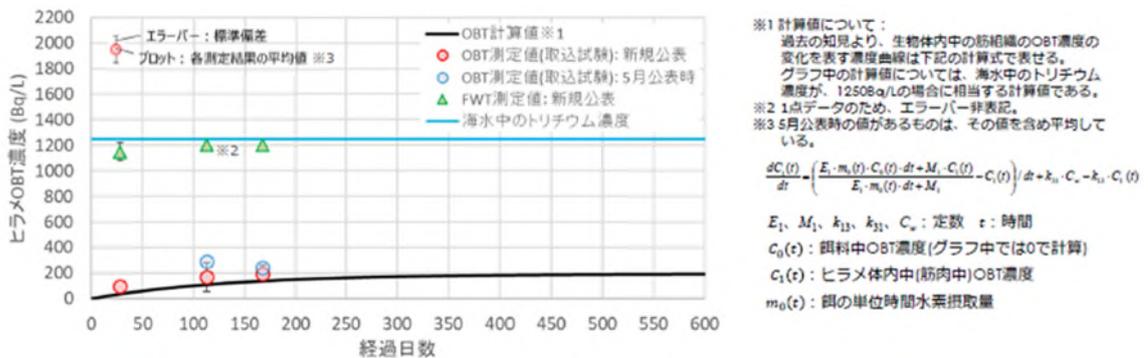


圖 6 OBT於比目魚體內的攝入試驗結果(取自東電公司處理水入口網站養殖月報資料)

(4)現場台方提問如下：

問 1：實驗室內工作人員是否需要特別針對氚核種進行防護？

答 1：工作人員有可能經由呼吸和皮膚，以及被比目魚咬等途徑攝入氚核種，但實際針對工作人員進行輻射監測，並未在體內發現氚核種。因此，工作人員僅需穿著實驗衣及佩戴口罩即可。

問 2：實驗結果是否顯示氚會在生物體內累積？

答 2：截至目前的實驗結果顯示，組織自由水氚(TFWT)於一定時間內會快速與生長環境的氚活度濃度達到平衡，且不會超過生長環境的氚活度濃度，當達到平衡的生物體移回一般海水水槽中，TFWT會立即下降至生長環境氚活度濃度，不會在生物體內累積。另外，最新的比目魚有機結合氚(OBT)分析結果顯示，達到平衡後的比目魚OBT活度濃度約為海水氚活度濃度的20%以下。

問 3：海藻養殖實驗是否已經開始？結果如何？

答 3：海藻(馬尾藻)不容易養殖，只在2023年5月進行過一次養殖，其實驗結果與鮑魚近似。

## (二)JAEA大熊分析研究中心

1. 大熊分析研究中心是JAEA設置於福島的部門，位於福島第一核電廠內，主要進行福島第一核電廠的放射性廢棄物與燃料碎片之分析研究，並為經產省指定之ALPS處理水監測的第三方驗證單位。大熊分析研究中心由設施管理樓、1號樓及2號樓等三棟建築物所組成，2號樓正在建設中。1號樓是一棟三層建物，主要進行福島第一核電廠低劑量率1毫西弗/小時、中劑量率1毫西弗/小時~1西弗/小時的固體廢棄物(燃料碎片)分析及ALPS處理水的分析。
2. 分析研究中心一樓為樣品接收區，依其劑量率區分出後續的處理路線，2樓為前處理區及部份量測室，3樓有分析室。中劑量率樣品需經熱室(hot cell)、手套箱及煙櫃進行樣品製作、前處理及純化分離作業，再送至3樓進行分析；低劑量率樣品只須經手套箱及煙櫃，或僅在煙櫃進行樣品前處理等程序，再送至3樓進行分析。
3. ALPS處理水的劑量率大多為接近背景值，為免受其他較高劑量率的樣品交叉污染，另設有獨立作業區域與其他樣品區隔。ALPS處理水在1樓接收後，直接送到2樓的煙櫃進行化學分離、純化、及濃縮等過程後，再傳送至2、3樓專門用來分析ALPS處理水的計測室。分析核種與儀器有：(1)氚、碳-14、鎘-113m、鎳-63以液態閃爍計數器分析；(2)銻-89/90以貝他計測儀分析；(3)碘-129、鎘-99以感應耦合電漿質譜儀(ICP-MS)分析。
4. 台方對JAEA大熊分析研究中提問討論重點：

問1：關於第三方是否獨立取樣及取樣代表性？

答1：依規定僅能由設施經營者取樣，JAEA不能取樣，只是受政府委託分析，但可共同見證取樣，而取樣的代表性由東電公司負責。

問2：東電公司與JAEA分析結果是否有出現不一致？

答2：目前分析到的核種都在東電公司已公布的69種核種範圍內，有關數據第三方只求準確性，是否不一致並非第三方要在意的，目前與東電公司的數據差異不大。

問3：JAEA大熊分析研究中心的實驗室認證辦理進度？

答3：目前實驗室認證係由公益財團法人日本分析中心(JCAC)辦理，申請ISO/IEC 17025正在進行中，去年已參與JCAC辦理的實驗室間比對活動，未來也考慮參與IAEA辦理的實驗室間比對(ILC)。

### (三)東電公司的化學分析棟

1. 化學分析棟位於福島核電廠內，主要分析東電公司福島核電廠低活度濃度海水、環境樣品和排放到海洋的ALPS處理水等試樣，每年約90,000件樣品，為了降低福島核電廠的環境輻射干擾，實驗室設置於地下樓層[6]。



圖 7 化學分析棟實驗室(取自東電公司網站資料)

2. 化學分析棟主要分析放射性活度濃度比較低的樣品，為防止外部放射性物質帶入實驗室而污染分析結果，除了進入核電廠先著一雙東電提供的襪子，戴上布質帽並配戴劑量徽章之外，在進入化學分析棟之前，必須再套上一雙襪子，以防止第一層襪子表面沾附的放射性污染物被帶入實驗室。
3. 實驗室的分析結果品質保證措施主要包含(1)ISO/IEC 17025:2017對銻134、銻137及氬分析認證，銻90認證規劃中、(2)參與IAEA舉辦的分析能力比對計畫、以及

(3) 建置智慧型眼鏡與實驗室資訊管理系統(LIMS, Laboratory Information Management System)，透過視訊眼鏡可以即時顯示分析步驟(SOP)，以及將實驗數據自動鍵入電子表格計算出檢測結果，另外若有實驗上的疑問，也可以將視訊回傳給實驗室資深同仁尋求協助，讓分析流程更為自動化以減少分析時的人為失誤。



圖 8 化學分析棟ISO/IEC 17025實驗室認證證書(取自東電公司網站資料)

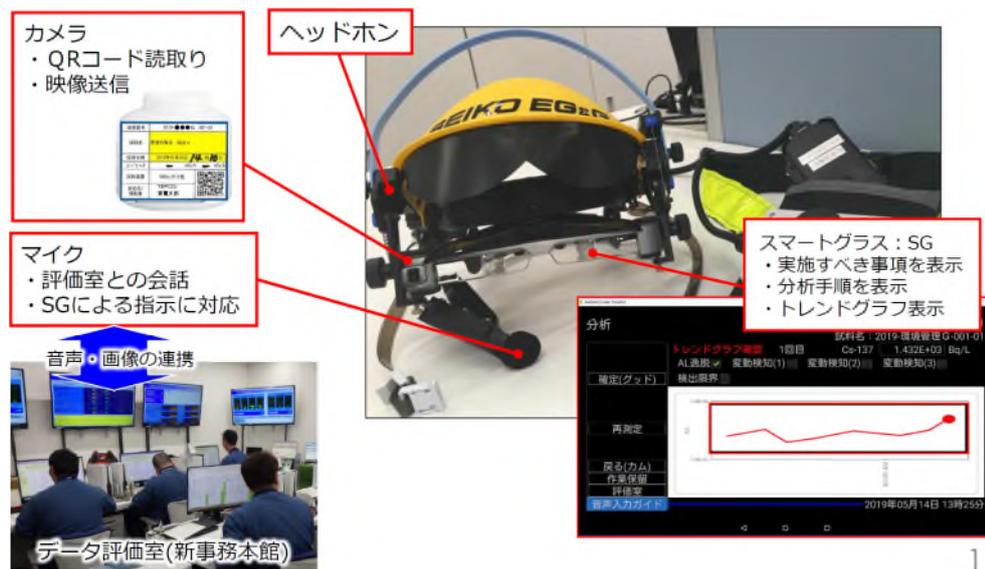


圖 9 智慧眼鏡結合LIMS系統自動化分析程序示意圖(取自東電公司網站資料)

#### 4. 參觀的實驗室主要檢測設備：

- (1) 低背景液體閃爍計數儀(13部)：分析氬和碳-14核種
- (2) 純鍺偵檢器(12部)：主要分析鈷-60和銫-137等核種

(3)低能量純鍺偵檢器(2部)：主要分析鐵-55核種

5. 海水銫-137和氚的計測：

(1)將5公升海水置於馬林氏計測容器內，純鍺偵檢器計測10,000秒，計測最小可測值(MDA)可達15貝克/公升以下。

(2)將50毫升經過蒸餾純化及電解濃縮後的海水樣置入100毫升的計測瓶中，再加入50毫升的液體閃爍液，於暗室中靜置隔夜，以低背景液體閃爍計數儀計測500分鐘，計測最小可測值(MDA)可達0.1貝克/公升以下。

(3)將50毫升經過蒸餾純化後的海水樣置入100毫升的計測瓶中，再加入50毫升的液體閃爍液，於暗室中靜置隔夜，以低背景液體閃爍計數儀計測1,000分鐘，計測MDA可達0.4貝克/公升以下。

6. 實驗室參訪後化學分析棟安排實驗室同仁進行氚分析配合智慧型眼鏡流程的演練。

7. 台方現場提問：

問 1：海水氚分析步驟中要加入高錳酸鉀和過氧化鈉，其作用為何？是否分開添加？

答 1：依據日本科學文部省的氚分析方法，海水氚分析步驟中加入高錳酸鉀和過氧化鈉的作用在於分解水中的有機物，先加入高錳酸鉀再加入過氧化鈉。

問 2：智慧型眼鏡的效益為何？

答 2：在未使用智慧型眼鏡前，使用紙本檢查單和Excel電子表格人工輸入計算等方式，每年要處理約150萬筆數據，以及使用180萬張的紙本單據，因此無法避免有人為的錯誤發生。實驗室導入智慧型眼鏡之後，實驗數據可即時導入資料庫系統，自動計算出結果，以及產出電子報告。另外因為不需要動手填寫資料，雙手可同時進行實驗作業。因此，使用智慧型眼鏡的效益，可以達到無紙化，以及減少人為因素干擾，增加實驗結果的準確性與正確性。

#### (四)1號機至4號機組外圍區域

1. 結束化學分析中心參訪，東京電力公司人員陪同本會人員乘車前往了解一號機至四號機除役工作現況。沿途兩側存放已經ALPS處理過的處理水存放桶槽(K4桶槽)及尚未處理過的廢水儲存槽。所有堆放除儲存槽的區域外圍均建置混凝土牆，避免萬一有洩漏時可將廢水或處理水侷限於有限範圍內。

2. 考量除役中的1號機至4號機輻射劑量非常高，東京電力公司在相對外圍區域建置參訪平台，本會人員抵達時之空間劑量率仍高達62.2微西弗/小時。目前1號機的狀況，在機組頂樓的用過核燃料正式取出前，會先完成大型掩蓋護套，以確保後續取出燃料過程中，產生具有放射性物質的灰塵散出；2號機因反應器廠房外圍完整，目前刻正執行外牆穿孔工程，未來將透過機械手臂方式自孔側將燃料逐步移出。3號機及4號機則均已完成燃料取出作業。
3. 目前福島第一核電廠的除役作業，仍著重於取出1、2號機的用過核燃料，以及降低環境輻射劑量等工作，有關1號機除役作業部分，目前東京電力公司已清除北側與中心區域的瓦礫等廢棄物，僅剩機組南側仍有瓦礫。東京電力公司已規劃設置大型屏蔽體(cover)，完整包覆反應器廠房，避免瓦礫清除時，造成灰塵飛散，目前正在施工中。另外因為用過核燃料在瓦礫下方，因此必須先將瓦礫清除完成後，才會取出燃料。有關2號機部分，東京電力公司正研究不拆除反應器廠房的狀況下，取出用過核燃料，目前規劃於機組南側設置鋼製的作業台，並裝設取出燃料的機械設備，將廠房屋頂打孔方式取出用過核燃料。
4. 東京電力公司已於2014年12月，將4號機1535束用過核燃料移出反應器廠房，另於2021年2月將3號機用過核燃料移出，這些取出作業係利用起重機以遠距遙控方式操作，現場無工作人員的情況下進行。
5. 針對福島第一核電廠除役作業較長，東京電力公司十分重視員工心裡狀態，因此在事故發生後也採取各種措施，例如針對員工心理健康提供門診等。
6. 日本東京電力公司為處理福島第一核電廠除役過程產生之大量核廢水，於2013年設置名為ALPS的先進廢水處理系統。該處理系統主要藉由3種機構去除核廢水中的放射性核種，分別為沸石吸附法、共沉澱法及逆滲透過濾法。這3種過濾方式的優點為，單位時間的處理量能較大，藉由並聯多個過濾裝置，可於短時間及高效率處理大量的核廢水。但也有著二次廢棄物較多、濾材成本較高的缺點。

#### **(五)ALPS處理水分析確認桶槽區(K4桶槽區)**

1. 搭乘廠方巴士到達K4桶槽區，巴士上環境輻射劑量計顯示該區劑量率為每小時0.3微西弗。廠方人員說明K4桶槽區，係用以重複進行ALPS處理水接收、測量與確認、排放之作業區域，總計有35個桶槽，每一桶槽容量為1000立方公尺，每10個桶槽為一組，分為A、B、C三組，另有5個桶槽備用。

2. 今年9月11日及10月23日已分別完成B組及C組桶槽排放，目前正進行A組桶槽排放前置作業，10月31日已取樣經海水稀釋後儲存在放水立坑之A組桶槽處理水，由東電公司及JAEA大熊分析中心各別檢測確認氚活度。氚活度檢測結果，東電公司於參訪當日傍晚發布新聞，東電公司及JAEA大熊分析中心檢測結果分別為66貝克/公升及65貝克/公升，低於排放標準1500貝克/公升，將視11月2日之氣象及海象狀況，進行第3批次排放。廠方人員另說明，已將K4區備用5個桶槽及K3區A組桶槽之處理水移入K4區B組桶槽，正進行第4批次排放前測量與確認作業。
3. 廠方人員接續引導參觀ALPS處理水傳輸設施，ALPS處理水輸送泵設置於單一廠房內，共有2台，每次啟用1台，另1台備用，每台輸送泵配置1台碘化鈉加馬輻射偵檢器，以確認K4槽區處理水傳輸過程之輻射安全，若偵測數值超過背景值之10倍時將啟動緊急阻斷閥，可立即停止處理水之輸送。
4. 廠方人員接著介紹室外的ALPS處理水輸送管，其管徑為9公分，用以將處理水輸送到稀釋排放設備，管線上設置有液體洩漏偵測器，今年9月6日第一批處理水排放期間，偵測器曾出現異常訊號，廠方值班人員依照作業程序前往現場進行安全檢查並確認無外漏情形，後續調查結果顯示係外部雨水滲入啟動偵測器，廠方人員說明已將輸送管及偵測器進行外部密封處理，避免類似情形再次發生。相關參訪照片如圖10。



圖 10 K4桶槽區及ALPS處理水輸送管

## (六)ALPS處理水稀釋排放設備

1. ALPS處理水在檢測確認槽經分析與評估確認可符合排放標準後，透過直徑 9 公分之ALPS處理水移送管路，將處理水傳送至福島第一核電廠的5號機後方的集管 (Header pipe)，其直徑約2公尺、長約7公尺。ALPS處理水移送管路有設置流量計、緊急阻斷閥，機械閥2組，動作時間10秒，以及緊急阻斷閥氣動閥2組，動作時間2秒。若發生地震引發海嘯、管路有偵測到異常、海域排放有檢測到異常數值等情況發生，控制室人員可啟動緊急阻斷閥停止排放並進行檢查。
2. 利用5號機後方原有海水取水口，由3組取水過濾設備及3台海水傳送泵抽取海水，海水經由傳送管路至集管，以稀釋ALPS處理水，傳送管路上有流量計，以精確控制稀釋水量，每台海水傳送泵每日可抽取170,000 立方公尺海水，一般同時運作2台。稀釋後的ALPS處理水，經由直徑 90公分的海水配管，再流入放水立坑上游水槽，隨後採自然溢流至下游水槽，利用 下游水槽的水面與海面的高度差的水頭差，經由內徑 2.6 公尺的排放隧道自然排水，於距岸邊約1公里、水面下12公尺的放水口排入海中。
3. 海水配管另有取樣管線引出混合稀釋的ALPS處理水，以供量測分析。排放期間，東電公司每日抽取500毫升進行分析，以確認ALPS處理水與海水稀釋後，水中氚濃度小於可符合承諾的1500貝克/公升以下。稀釋後的ALPS處理水會暫存於放水立坑之上游容量2,000立方公尺水槽，確認後，才會將暫存的水排入下游水槽，容量800立方公尺，透過海底隧道排放。此時的監測結果將決定是否可排入海洋。
4. 訪查當日(11月1日)福島第一核電廠預定進行第3批次的含氚廢水排放作業的前一日，日本東電公司執行稀釋後處理水的取樣分析，確認氚濃度低於每公升1,500貝克。另於10月中下旬，IAEA亦派員於第2批次的含氚廢水排放作業期間進行取樣，廠方人員表示IAEA人員於放水立坑水槽取樣。

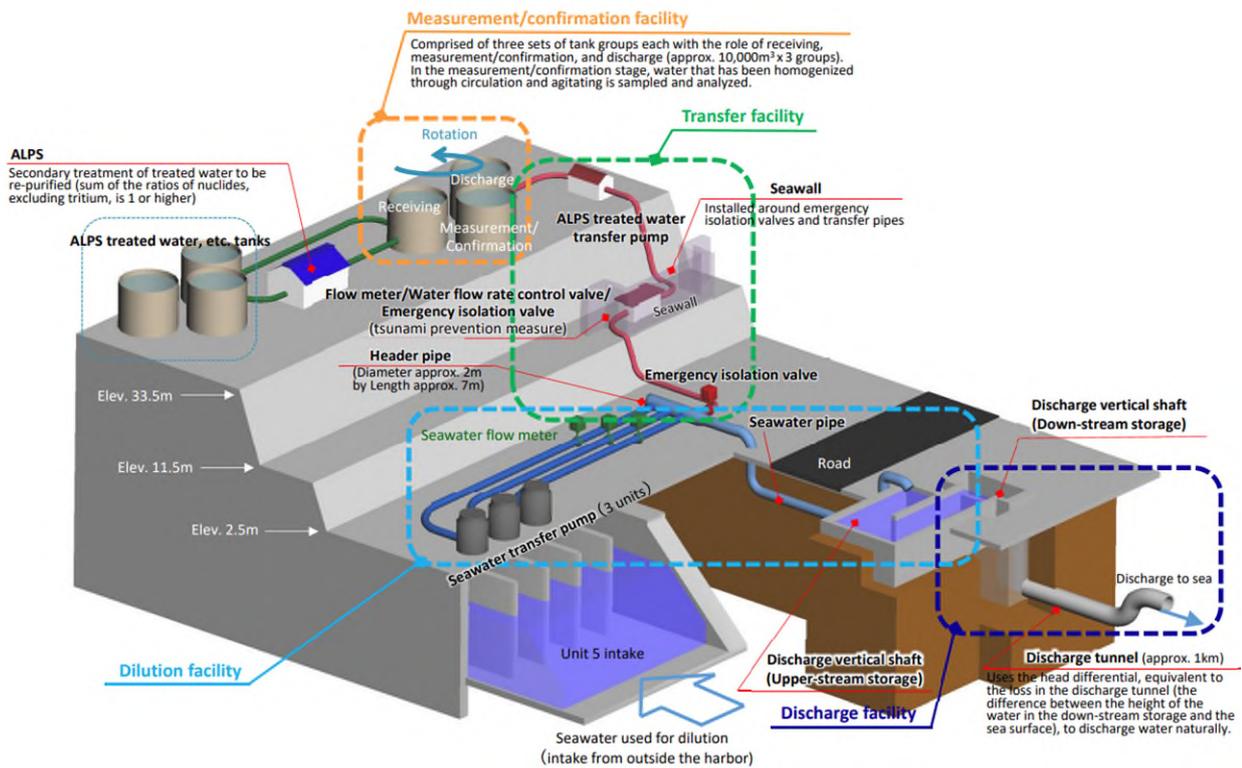


圖 11 ALPS處理水的稀釋/排放設備示意圖(取自東電公司網站資料)

另一方面，IAEA總署長今(2023)年7月4~7日訪日期間，亦於7月6日前往福島第一核電廠，正式啟用IAEA設置於核電廠內的駐廠辦公室。IAEA在日本今年8月開始排放作業前，已派遣專家進駐現場，並持續相關監測與取樣作業，以確保日方排放作業過程之輻射安全與資訊透明。

根據東電公司所公布的資料顯示，IAEA駐場專家在日方今(2023)年10月上旬執行第2批次排放作業時，曾在「放水立坑」、「海水配管」等排放設備管路進行相關取樣作業：



圖 12 IAEA駐廠專家今年度第2批次排放前進行取樣作業(取自東電公司網站截圖)

而訪問團在參訪福島第一核電廠之際，也實地確認IAEA在現場的相關作業內容，包含預定於參訪後隔日(11月2日)執行的第3批次排放，IAEA駐廠專家已於10月31日就該批次排放的第一階段稀釋後處理水執行取樣，並送JAEA大熊分析中心檢驗；而根據IAEA於11月2日的新聞稿[7]指出，經過IAEA的分析後證實，第3批次排放的稀釋處理水中，氚濃度遠低於每公升 1,500貝克的運轉限值。另IAEA也在同日發布第3批排放的K4-A桶槽區處理水獨立取樣分析報告[8]，此批次的處理水取樣作業是在今年7月進行，經分析確認第3批次排放處理水之氚濃度與東電公司分析結果相當吻合，有相當高的信心度，且IAEA沒有檢測到其他放射性核種活度高於日本管制限制。

訪問團在當日結束參訪行程後，搭乘規制委員會安排的巴士於當日晚間返回東京。

### (七)拜會駐日本代表處(11月2日)

訪問團一行在11月2日上午拜會駐日本代表處，由代表處謝長廷大使接見，團長劉主任委員代表在致詞時，特別感謝駐日代表處針對日本福島第一核電廠處理水排放案的大力賜助居中協調，讓我方能在第一時間掌握相關資訊，以及早妥善因應準備，並讓台灣民眾安心放心。

劉主任委員代表表示，我國政府對於日本福島處理水排放案，採跨部會超前部署方式，由核安會在2020年成立部會合作平台，秉持科學專業監測評估、參照國際標準嚴格監測、為國人安全與健康把關等3項原則，執行掌握排放源頭資訊、強化海域與海產輻射監測、建立海洋擴散評估模式與建置資訊公開平台等4項配套措施，以維護民眾健康與海域輻射安全。對於本案源頭資訊的掌握部分，劉主任委員代表非常感謝代表處的大力協助，除讓我國可掌握即時動態資訊外，也讓我國可以順利3度籌組觀察團實地考察，以確認其排放的安全性；目前日本已執行兩批次排放作業，考量ALPS處理水排放作業將長達30年以上，未來仍至盼代表處持續協助，密切掌握源頭資訊，以利核安會及有關部會妥善各項因應措施，也讓國人能安心放心。

謝大使回應表示，對於福島第一核電廠ALPS處理水的態度，國內在野黨主要領袖都曾公開表示應基於科學事實、以理性的態度對待本案，謝大使認為這樣不以反政治化的方式看待科學議題是非常正確的態度。而對於近期國內對於核能使用的討論，或是更久之前對於核廢料的貯存和處置等議題，也應該回歸科學理性的討論，才能找到適合的方

案。對於台日雙方都相當關切的福島第一核電廠ALPS處理水的排放，謝大使表示，排放作業長達30年，相關的動態資訊和驗證結果都要持續地掌握，代表處也會持續提供資訊蒐集、考察交流等方面的必要協助，也盼核安會在台日互助的友好基礎上持續相關資訊交流。



圖 13 訪問團於駐日代表處與謝大使合影

## 肆、心得與建議

- 一、我國政府為妥善因應日本福島ALPS處理水的排放作業，採超前部署方式在2020年成立跨部會合作平台，秉持科學專業監測評估、參照國際標準嚴格監測、為國人安全與健康相關等3項原則，執行掌握排放源頭資訊、強化海域與海產輻射監測、建立海洋擴散評估模式與建置資訊公開平台等4項配套措施，以維護民眾健康與海域輻射安全。鑒於排放作業相關動態資訊的掌握對台方相當重要，建議未來仍持續將福島ALPS處理水排放作業，納入台日核能安全管制資訊交流會議的討論議題，透過雙方面對面的技術交流，持續確認福島ALPS處理水排放的安全性。另考量ALPS處理水排放作業將長達30年以上，對於排放的異常和意外狀況，仍建議持續敦促日方妥善做好應變作業，以確保排放安全，讓民眾安心放心。
- 二、IAEA在日本福島第一核電廠已設置駐廠辦公室並派遣專家進駐現場，以就處理水排放作業進行長期的監測與取樣作業，確保日方作業過程之輻射安全與資訊透明。我國因應日本處理水排放，亦已透過跨部會合作持續強化輻射監測作為，執行海水、漁產、環境生態樣品及日本進口食品之取樣檢測，以確保我國海域環境與民眾食品輻射安全。迄今檢測結果均無輻射異常，未來亦將持續進行漁產及海水監測，並滾動調整監測計畫，並持續與駐日本代表處密切合作，切實掌握日方排放作業的源頭資訊，以利核安會及有關部會妥善各項因應措施，確保我國民眾健康及周圍海域的輻射安全。
- 三、針對日本福島ALPS處理水排放事件，政府整合跨部會的專業與資源，建立必要的技術並執行海洋輻射監測相關應對措施，依據各部會的職掌與專業，針對海水、水產品、日本進口食品、環境生態樣品等進行取樣與分析，以確保放射性含量低於安全限值，並透過資訊公開平台向民眾提供正確且即時的科學訊息，有助於消除民眾對輻射的疑慮，讓民眾安心。
- 四、透過日本東電公司實際的海生物養殖試驗結果，證實組織自由水氚(TFWT)快速與生長環境(海水)的氚活度濃度達到平衡，且不會超過生長環境(海水)的氚活度濃度，並於生物體移回一般海水水槽中，會立即下降至生長環境氚活度濃度，不會在生物體內累積，此結果與以往的文獻一致。另外，魚體內有機結合氚(OBT)於達到平衡後的活度濃度僅約為海水氚活度濃度的20%以下。由實驗結果顯示，位於海域輻射監測網第一線的海水取樣監測尤為重要，只要確認海水氚活度濃度遠低於安全限值，則海生物應該不會有食安的

疑慮。

- 五、本次係於日本福島排放含氚處理水後，首次赴日實地觀察日方對ALPS處理水排放作業，透過交流，由日方簡報可進一步獲得日方負責海域監測相關政府單位的取樣類型、頻率、檢測下限、結果公布網站等彙整資訊；另在福島電廠參訪過程，順訪ALPS處理水取樣分析的第三方驗證者JAEA大熊分析中心的分析做法，日方說明重視第三方驗證，為對外向民眾展示數據準確性的重要作為；在瞭解排放稀釋作業過程中，東電公司與IAEA兩者取樣點視各自需求選定。我方藉此次交流與參訪，已達到源頭掌握更細節資訊之目的。
- 六、我國因應日本福島排放含氚處理水，為使民眾對含氚處理水排放與輻射影響方面有正確的認識，積極主動透過網站、科普展活動等方式提供相關的科學知識，網站平台自今年3月改版至同年11月初已逾17萬人次，確實達到資訊公開之目的。與日方交流過程中，日方對我國的擴散模擬分析與預報資訊之動態圖像化呈現的親民設計作法，具體淺顯說明日本福島及台灣鄰近海域受排放的擴散影響等，感謝我方在有關含氚處理水排放相關之科學教育的推展上所作的努力，也認同對民眾的科學教育宣導有相當的重要性。
- 七、本次於福島地區採集岸邊表層海水，分析結果顯示銻-137及氚活度，與日本環境省及東京電力公司近期公布之檢測結果相近，另與ALPS處理水排放前該區域之海水活度比較，並無顯著差異，惟考量ALPS處理水排放時間長達30年以上，後續仍應持續關注日本政府所執行之海域監測結果，並與日方海域樣品檢測實驗室建立技術交流管道，以掌握日方執行海域監測作業之確實與品質。
- 八、福島第一核電廠內ALPS處理水活度分析確認、液體輸送、稀釋排放及相關安全偵檢與緊急應變設施之建置，係經過NRA針對結構材料、施工品質、壓力洩漏測試、設備性能、人員管理等多項安全檢查，並於確認整體運作性能後核准處理水稀釋排放設施之使用，IAEA工作小組於今年10月24日至27日赴日進行福島第一核電廠ALPS處理水開始排放海洋後之首次審查，亦確認排放相關設施設備於訪查期間沒有發現任何問題，然而排放設備雖經多項審查通過，仍有持續優化改善空間，例如今年9月6日所發生液體洩漏偵測器異常訊號情形，未來建議持續與NRA加強安全管制資訊交流，以掌握處理水排放設施運轉狀況及日方對排放作業之管理狀況。

- 九、本次原子力規制委員會說明除役管制現況、近期法規修訂、以及柏崎刈羽電廠的違規事件後續處理情形，建議可就除役相關議題持續瞭解與交流，並收集適合我國核能電廠現場作業之最佳作法，以作為本會安全管制作業之參考。
- 十、福島第一核電廠因發生核子事故，使除役作業時程較一般除役電廠長，期間將歷經人員變動，且各階段除役知識與背景不同，因此更需要做好知識管理與經驗傳承，建議後續可就人力資源規劃之整體評估機制、知識管理與經驗傳承作法進行意見交流與分享。
- 十一、日本已建立核不擴散暨核子保安綜合支援中心(ISCN)，可支援NRA就核設施之實體防護設備妥適性提出專業技術建議，核安會目前也參酌ISCN模式，委託國家原子能科技研究院規劃核子保安卓越中心，期未來台日雙方持續交流，強化我國核子保安能力。
- 十二、具備核子保安文化意識，是維持與落實核設施核子保安最根本的觀念，即便日本在各種行業的匠人精神令人欽佩，在落實核子保安文化方面仍有精進之處。本次透過台日雙方交流，瞭解日本對於核設施發生保安事件之過程及檢討，除可藉此檢視台電公司現行做法，建議台日雙方核能管制機關未來仍持續交流核子保安管制資訊，厚植雙方核子保安量能。
- 十三、日本在管制核電廠除役廢棄物離廠偵測的做法，係由核能安全主管機關NRA做最後的安全把關，在經過NRA抽樣確認各批次離廠偵測廢棄物的核種活度濃度分析結果符合離廠標準後，核電廠才會將該批廢棄物外釋，並視為一般事業廢棄物進行處理及處置。日本的管制方式，核能主管機關成為業者品質保證角色，或較易產生權責難分疑慮。
- 十四、依據我國的三級品保管制程序，業者應建立內部三級品保機制，除業者本身的執行部門外，應建立第二級品保的品質查證部門，即核電廠的品質組，以及第三級品保的核安稽查部門，即台電公司的核能安全處，並落實內部的品質查驗作業。我國核能安全主管機關作為外部的查核機關，僅就業者三級品保作業的落實情形進行查核，不會成為業者三級品保的一環，成為業者的品質保證部門。故針對我國核電廠除役廢棄物的離廠偵測作業，在安全把關的層面，應要求台電公司加強自主品保查核，核安會將適時進行現場抽查，如發現未符合規範之情事，將依法開罰台電公司，並要求台電公司妥善後續處理作業及重新檢討內部品保管理機制，以保障民眾之輻射防護安全。

## 參考文獻

- [1]ALPS處理水海域監測訊息(<https://shorisui-monitoring.env.go.jp/>)
- [2]綜合海域監測瀏覽系統(<https://www.monitororbs.jp/index.html>)
- [3]Installation of ALPS treated water dilution/discharge facility and related facilities，東電公司，2022年8月3日。
- [4]東電公司處理水入口網站-海洋生物養殖試驗(<https://www.tepco.co.jp/zh-tw/decommission/progress/watertreatment/breedingtest/index-cn.html>)
- [5]東電公司，福島第一原子力發電所海洋生物の飼育試験に関する進捗状況，2023年10月。
- [6]東電公司，ALPS処理水希釈放出設備及び関連施設の新設について，2022年2月7日。
- [7]IAEA新聞稿(<https://www.iaea.org/newscenter/pressreleases/iaea-confirms-third-batch-of-alps-treated-water-released-today-has-tritium-level-far-below-japans-operational-limit>)
- [8]IAEA獨立取樣分析報告([https://www.iaea.org/sites/default/files/2023-11-01\\_iaea\\_analysis\\_-\\_k4-a\\_report.pdf](https://www.iaea.org/sites/default/files/2023-11-01_iaea_analysis_-_k4-a_report.pdf))