

出國報告（出國類別：考察）

我國因應福島第一核電廠 ALPS 處理水 排放案之赴日專家觀察團報告(第三次)

服務機關：行政院原子能委員會

單位：核能研究所

姓名職稱：徐猷星副所長、張明發科長

陳韋新分組長、蘇德晏實驗室主管

服務機關：行政院原子能委員會

單位：輻射防護處

姓名職稱：林貞絢簡任技正

服務機關：行政院原子能委員會

單位：輻射偵測中心

姓名職稱：陶良榆技士

服務機關：行政院海洋委員會

單位：科技文教處、海洋保育署

姓名職稱：石梅君專員、蘇恆寬專員

派赴國家/地區：日本

出國期間：112 年 6 月 12 日至 6 月 17 日

報告日期：112 年 8 月 24 日

摘 要

針對日本福島第一核電廠內之多核種除去設備(ALPS)處理水，日方簡稱「ALPS 處理水」，日本政府於 2021 年 4 月公布擬於 2023 年進行海洋排放，我國政府即表達反對立場，行政院原子能委員會也提出包括海洋監測數據分享、排放符合安全標準、以及審查資訊公開等三項訴求。為密切掌握日方排放規劃及審查狀況，我國因此組成第一次及第二次專家觀察團，分別於 2022 年 3 月 23 日至 27 日及 2022 年 11 月 27 日至 12 月 1 日赴日本福島第一核電廠，實地瞭解 ALPS 處理水排放之最新狀況，並與日方專業檢測實驗室等單位交流。

迄今，日本福島第一核電廠已依其排放規劃，陸續完成取樣監測設施、海水泵與海水集水管稀釋設施、放水立坑與海底排放設施興建、及排放控制相關程序建立，並開始執行試運轉測試，日本原子力規制委員會(NRA)與國際原子能總署(IAEA)也分別完成多次管制檢查與審查。因此我國也在排放設施即將竣工的此階段，由行政院原子能委員會核能研究所、輻射防護處、輻射偵測中心、海委會科技文教處、及海洋保育署等單位共 8 員，以及我國駐日代表處成員，共同組成第三次專家觀察團，延續前兩次觀察團出國報告中所列之建議事項，包括：1)持續關注並確認福島第一核電廠 ALPS 處理水排放符合安全標準、2)持續與日方以公開及比對的方式進行海洋監測技術與結果分享、及 3)持續要求日本將資訊即時公開等重要項目，於 2023 年 6 月 12 日至 6 月 17 日第三次赴日，參訪大阪 KANSO TECHNOS 公司所屬的計測分析所、以及赴福島第一核電廠實地觀察，並與日本原子力研究開發機構(JAEA)大熊分析研究中心、以及日方相關單位代表進行交流討論，執行 ALPS 處理水排放前的觀察任務，切實掌握日方排放最新狀況。

本公差報告詳細記錄參訪及觀察過程，並與日方人員討論福島第一核電廠 ALPS 處理水排放相關的議題，如下所列：

- (一) ALPS 處理水排放設施竣工狀況
- (二) ALPS 處理水過濾處理效能
- (三) ALPS 處理水排放前監測
- (四) ALPS 處理水第三方檢測作業
- (五) 緊急或異常狀況時停止 ALPS 處理水排放之控制機制

- (六) 日本海域輻射監測狀況
- (七) ALPS 處理水排放相關資訊公開
- (八) 放射性物質海域擴散評估
- (九) 日本政府的安全管制
- (十) 國際原子能總署的安全監督
- (十一) 海生物飼育狀況
- (十二) 有機結合氚(OBT)分析檢測技術

觀察團於本次赴日本實地觀察與討論後，提出建議如下：

- (一) 持續掌握 IAEA 對日本 ALPS 處理水排放作業之後續監督
- (二) 持續掌握 NRA 對 ALPS 處理水的安全管制狀況
- (三) 持續掌握東電公司對 ALPS 設備運作與處理水排放管理狀況
- (四) 持續掌握日方源頭監測狀況並據以精進我國擴散評估技術
- (五) 持續滾動精進我國海域輻射監測作業
- (六) 持續與日方進行技術交流合作

觀察團以 IAEA 的國際安全標準為觀察基礎，針對迄今三次赴日觀察所掌握之資訊，以排放安全標準與 ALPS 效能、異常控制機制、海域監測狀況、輻射影響評估、及資訊公開機制等五大面向進行檢視。觀察團總結認為日方排放計畫，尚能符合安全標準。然考量排放作業將長達 30 年以上，我國仍需持續密切注意其排放作業，敦促日方落實執行排放計畫，並依日方與國際的最新進展，持續依據我國跨部會因應平台所提之三項原則及四項配套措施，為國人健康與海域輻射安全把關。

關鍵詞：福島第一核電廠、海域輻射監測、ALPS 處理水。

觀察團工作紀要

觀察團赴日期間，依預定行程及參訪重點，每日彙整「觀察團工作紀要」回報原能會，如下所列：

(一)第一天

(6月12日；啟程，桃園→大阪)

1. 觀察團一行8人搭機啟程飛往大阪，展開此次赴日行程，於下午平安抵達大阪關西機場後入境日本。
2. 觀察團入境日本後，在傍晚抵達下榻旅館，為後續之行程進行準備。

(二)第二天

(6月13日；拜訪 KANSO TECHNOS 公司計測分析所)

1. 觀察團拜訪「KANSO TECHNOS CO.」公司的計測分析所，瞭解該分析實驗室的業務範圍及相關技術能力。
2. 觀察團並針對魚體中有機結合氫(OBT)檢測技術及實驗室間分析比對等議題進行討論及技術交流。

(三)第三天

(6月14日；大阪→東京，拜會駐日本代表處)

1. 觀察團上午由大阪搭乘新幹線前往東京，並於下午拜會我國駐日本代表處。
2. 觀察團針對 ALPS 處理水排放議題，依據跨部會合作所提的「三原則、四配套」因應準備措施，向代表與副代表說明；代表及副代表對於 ALPS 處理水排放案相當關切，代表處也都密切追蹤日方後續排放作業動態，以掌握本案的源頭資訊。

(四)第四天

(6月15日；東京→福島，與日方相關單位代表交流)

1. 觀察團上午前往「日本臺灣交流協會東京本部」，與日方相關單位代表就未來 ALPS 處理水排放的作業規劃、資訊公開、及輻射監測與安全管制等議題交換意見。
2. 觀察團下午由東京搭乘巴士前往福島，為隔日實地觀察福島第一核電廠預作準備。

(五)第五天

(6月16日；福島→東京，實地觀察福島第一核電廠)

1. 觀察團前往東京電力公司福島第一核電廠，實地觀察 ALPS 處理水排放相關設施工程與排放前準備，以及海生物飼育設施試驗狀況，並瞭解 JAEA 大熊分析研究中心之第三方分析作業。
2. 觀察團晚間由福島搭乘巴士返回東京住宿，以利隔日搭機返國。

(六)第六天

(6 月 17 日；返程，東京→臺北)

1. 觀察團一行 8 人中午自東京搭機返臺，下午平安返抵國門。
2. 觀察團依行程安排順利完成任務，就日方相關檢測技術、環境監測與安全管制、及第三方分析等議題深入了解，並實地赴福島第一核電廠觀察 ALPS 處理水排放相關設施與準備作業，有助我國掌握日方排放前作業之動態資訊。

目 次

一、目的	1
二、過程	3
(一) 出國行程	3
(二) 團員名單	4
(三) 啟程(6月12日).....	4
(四) 參訪 KANSO TECHNOS 公司計測分析所(6月13日)	4
1. 拜訪過程概述	5
2. 雙邊交流與討論重點	10
(五) 拜會駐日本代表處(6月14日).....	12
(六) 與日方相關單位代表進行交流(6月15日)	13
(七) 拜訪福島第一核電廠(6月16日).....	20
1. 參訪過程概述	20
2. 廠內現勘紀要	22
3. 與東電公司與廠方交流與討論重點	30
4. 與 JAEA 大熊分析研究中心交流與討論重點	33
(八) 返程(6月17日).....	37
三、心得與討論	38
(一) ALPS 處理水排放設施竣工狀況	38
(二) ALPS 設備過濾處理效能	39
(三) ALPS 處理水排放前監測	40
(四) ALPS 處理水第三方檢測狀況	42
(五) 緊急或異常狀況時停止 ALPS 處理水排放之控制機制	43

(六) 日本海域輻射監測狀況	45
(七) ALPS 處理水排放相關資訊公開	47
(八) 放射性物質海域擴散評估	48
(九) 日本政府的安全管制	49
(十) 國際原子能總署的安全監督	51
(十一) 海生物飼育狀況	52
(十二) 有機結合氚(OBT)分析檢測技術交流	52
四、建議事項	54
(一) 持續掌握 IAEA 對日本 ALPS 處理水排放作業之後續監督	54
(二) 持續掌握 NRA 對 ALPS 處理水的安全管制狀況	54
(三) 持續掌握東電公司對 ALPS 設備運作與處理水排放管理狀況	55
(四) 持續掌握日方源頭監測狀況並據以精進我國擴散評估技術	55
(五) 持續滾動精進我國海域輻射監測作業	56
(六) 推動與日方專業實驗室之分析比對作業	56
五、結論	57
六、參考資料	59
補充資料一、福島第一核電廠現況簡介(Introduction to the current situation of Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant)	60
補充資料二、東電公司 ALPS 處理水排放設施使用前檢查情形報告(Status of inspections on ALPS treated water discharge at the TEPCO' S FDNPS)	71
補充資料三、東電公司分析 ALPS 入口與出口核種活度數據(Measurement results of 64 nuclides at ALPS inlets and outlets)	80

表目錄

表1、本次國外公差主要行程表	3
表2、觀察團成員名單	4

圖目錄

圖 1、觀察團與 KANSO 計測分析所交流討論與合影	5
圖 2、生物體內氚的分析流程	6
圖 3、KANSO 計測分析所介紹冷凍乾操作業	8
圖 4、KANSO 計測分析所燃燒儀(左圖)與燃燒後的冷凝作業(右圖).....	9
圖 5、KANSO 計測分析所介紹純化作業(左圖)與貝他(B)射線量測作業(右圖) 9	
圖 6、KANSO 計測分析所之銻等含量分析自動樣品傳送與純鍺分析設備	10
圖 7、觀察團拜會駐日代表處，與代表及副代表討論與合影	12
圖 8、觀察團抵達廢爐資料館(左圖)，與廠方進行交流討論(右圖).....	21
圖 9、觀察團於廠內現勘地點	21
圖 10、海生物飼育中心之比目魚養殖試驗之魚體內生物氚(TFWT)檢測結果	23
圖 11、海生物飼育中心參訪	24
圖 12、ALPS 處理設施與 K4 桶槽區參訪	25
圖 13、ALPS 處理水循環取樣設施中的循環泵(左圖)與取樣設備(右圖).....	26
圖 14、傳輸設施中的 ALPS 處理水傳輸泵(左圖)與加馬輻射偵檢器(右圖).....	27
圖 15、海拔 2.5 公尺處的緊急阻斷閥	28
圖 16、稀釋排放設施	30
圖 17、JAEA 大熊分析研究中心	34
圖 18、JAEA 大熊分析研究中心之放射性廢棄物與 ALPS 處理水樣品處理流程	35
圖 19、ALPS 處理水排放設施配置圖	39
圖 20、ALPS 處理水排放之源頭監測	41
圖 21、緊急或異常狀況時停止 ALPS 處理水排放之控制機制	44
圖 22、我國海域海水監測點位分佈與點位數增加情形	47

一、目的

針對日本東京電力公司(以下簡稱東電公司)福島第一核電廠廠區內儲存之放射性廢水，日本政府於 2021 年 4 月公布基本方針，規劃將經多核種除去設備(Advanced Liquid Processing System, ALPS)處理後的含氚廢水(日方稱為 ALPS 處理水)排放於海洋。我國行政院原子能委員會(以下簡稱原能會)即以書面表達反對立場，並向日方提出包括海洋監測數據分享、ALPS 處理水排放符合安全標準確認、及日本核能管制單位的審查資訊公開等三項訴求。

針對此 ALPS 處理水排放，日本政府先前已與國際原子能總署(International Atomic Energy Agency, IAEA)簽署審查授權，並接受 IAEA 專案任務小組之審查。我國非屬 IAEA 會員國，無法參與 IAEA 之活動，我國因此組成專家觀察團，已於 2022 年 3 月 23 日至 27 日及 11 月 21 日至 12 月 1 日二度赴日，至福島第一核電廠實地觀察日方執行 ALPS 處理水排放作業之相關準備與排放規劃，並與日方專業檢測實驗室等單位交流，掌握日本海域輻射監測狀況，相關內容於第一次及第二次專家觀察團出國報告中詳實記載。

另外，IAEA 於 2022 年 3 月及 10 月派專家赴日執行 ALPS 處理水源頭監測取樣，於 2022 年 11 月執行福島地區海域環境樣本及漁產的取樣，並送往 IAEA 所屬實驗室及其他國家的第三方檢測實驗室進行分析。IAEA 專案任務小組也於 2023 年 1 月赴日針對安全管制執行第二次審查任務，並於 2023 年 5 月 29 日至 6 月 2 日赴日執行總結審查任務。

而韓國也於 2023 年 5 月 21 至 26 日，派遣專家團赴日本福島第一核電廠，瞭解 ALPS 處理水排放相關作業進展。韓國專家團由其核能安全與保安委員會(Nuclear Safety and Security Commission, NSSC)主席擔任領隊，成員來自核能安全與保安委員會、核能安全研究所(Korea Institute of Nuclear Safety, KINS)、海洋科學技術院(Korea Institute of Ocean Science & Technology, KIOST)等專家代表，共 21 人。

我國考量福島第一核電廠已依其排放實施計畫，陸續完成取樣監測、海水稀釋設備、及排放設施之興建，與排放控制相關程序建立，開始執行試運轉測試，NRA 與 IAEA 也分別完成多次管制檢查與審查。因此我國在日本福島第一核電廠排放設施即將竣工的這階段，組成專家觀察團，延續前兩次觀察團出國報告中所列之建議事項，包括：(1)持續關注並確認福島第一核電廠 ALPS 處理水之排放符合安全標準、(2)持續與日方以公開及比對的方式進行海

洋監測技術與結果分享、及(3)持續要求日本將資訊即時公開等項目，於 2023 年 6 月 12 日至 6 月 17 日第三次赴日，實地掌握日方 ALPS 處理水排放之最新狀況。

第三次專家觀察團由核能研究所徐獻星副所長擔任領隊，由核能研究所、輻射防護處、輻射偵測中心、海委會科技文教處、及海洋保育署共 8 位成員，以及我國駐日代表處成員共同組成，於此行中先拜訪大阪 KANSO TECHNOS 公司所屬的計測分析所、以及赴福島第一核電廠實地觀察，並與日本原子力研究開發機構(JAEA)之大熊分析研究中心、以及日方相關單位代表進行交流討論，執行 ALPS 處理水排放前的觀察任務。

二、過程

(一) 出國行程

此次行程共計 6 天，於 6 月 12 日飛往日本大阪，並住宿於大阪當地旅館。6 月 13 日參訪位於大阪的 KANSO TECHNOS 公司的計測分析所，並進行生物氙檢測技術之討論與交流，當晚亦住宿於大阪當地旅館。6 月 14 日上午，由大阪搭乘新幹線前往東京，下午拜會駐日本代表處，向代表和副代表說明本次赴日觀察重點，當晚住宿於東京。6 月 15 日上午，與日方相關單位代表就 ALPS 處理水排放準備與日方相關管制作業進行溝通及交流，下午由東京搭乘巴士前往福島，當晚住宿於福島。6 月 16 日上午，前往日本福島第一核能電廠，實地觀察 ALPS 相關設施工程狀況與排放管制流程規劃等準備作業，以及海洋生物飼育設施相關狀況，並瞭解日本 JAEA 大熊分析研究中心所進行 ALPS 處理水之第三方檢測作業，傍晚由福島搭乘巴士回到東京，當晚住宿於東京。6 月 17 日中午，由日本出發返國，下午抵達我國臺北松山機場與高雄小港機場。出國行程如表 1 所示：

表 1、本次國外公差主要行程表

日期	行程內容	備註
6/12(一)	去程：桃園國際機場→大阪關西機場 高雄小港機場→大阪關西機場	住宿大阪
6/13(二)	● 參訪 KANSO TECHNOS 公司計測分析所	住宿大阪
6/14(三)	● 上午：大阪→東京(搭乘新幹線) ● 下午：拜會駐日本代表處	住宿東京
6/15(四)	● 上午：與日方相關單位代表進行意見交流 ● 下午：東京→福島(搭乘巴士)	住宿福島
6/16(五)	● 上午及下午：參訪福島第一核電廠 ● 傍晚：福島→東京(搭乘巴士)	住宿東京
6/17(六)	回程：東京羽田機場→臺北松山機場 東京成田機場→高雄小港機場	

本次觀察團行程的主要觀察重點為：(1)前往福島第一核電廠實地

確認 ALPS 處理水過濾狀況、排放設施竣工狀況，並瞭解其排放控制流程與緊急控制機制。(2)與日本相關單位代表針對排放作業規劃、安全監管機制、第三方檢測作業、資訊公開，以及海域環境監測分析現況進行交流討論。(3)與日本民間單位 KANSO TECHNO 公司所屬之分析實驗室交流生物氚的分析檢測技術。

(二) 團員名單

本次觀察團成員包含行政院原子能委員會 1 人、行政院原子能委員會核能研究所 4 人、行政院原子能委員會輻射偵測中心 1 人、行政院海洋委員會 2 人，共 8 人由臺灣前往日本，以及我國駐日本代表處 1 人，共 9 員，名單詳如表 2。

表 2、觀察團成員名單

姓名	單位	職稱
徐猷星 (領隊)	行政院原子能委員會核能研究所	副所長
張明發	行政院原子能委員會核能研究所	化工組副研員兼科長
陳韋新	行政院原子能委員會核能研究所	保物組副研員兼分組長
蘇德晏	行政院原子能委員會核能研究所	化學組分析實驗室主管
林貞絢	行政院原子能委員會輻射防護處	簡任技正
陶良榆	行政院原子能委員會輻射偵測中心	環境偵測組技士
石梅君	行政院海洋委員會科技文教處	專員
蘇恆寬	行政院海洋委員會海洋保育署	專員
周曉萍	臺北駐日經濟文化代表處	二等秘書

(三) 啟程(6月12日)

觀察團 6 月 12 日依既定行程規劃啟程赴日，下午抵達大阪關西機場後，全體團員皆順利入境日本，並由臺北駐日經濟文化代表處周曉萍秘書陪同後續整體行程，傍晚全體抵達住宿旅館，準備本次行程資料。

(四) 參訪 KANSO TECHNOS 公司計測分析所(6月13日)

觀察團於 6 月 13 日依既定行程，參訪 KANSO TECHNOS 公司計

測分析所，其過程與討論議題說明如下。

1. 拜訪過程概述

本次拜訪交流，由該所先介紹其主要業務範疇，隨後參訪其生物氚分析實驗室，該所具有約 5 年之生物氚檢測經驗，並針對有機結合氚(OBT)分析技術進行交流討論，相關照片如圖 1。



圖 1、觀察團與 KANSO 計測分析所交流討論與合影

KANSO TECHNOS 公司為日本關西電力集團之子公司，是一家整合環境、土木工程、及建築三個領域的綜合工程公司。本次拜訪的單位為該公司的計測分析所，該所業務包含環境調查、採樣、環境樣品分析、及環境組成標準物質之製造等，在海域樣品採集及環境放射性分析上均有豐富的經驗，且具有 ISO 17034、ISO/IEC 17025 及 ISO/IEC 17043 之認證。目前該所受東電公司、公益財團法人日本分析中心(JCAC)、及公益財團法人海洋生物環境研究所(MERI)委託，執行海水與海產中的放射性核種分析，也承接日本政府執行的海域監測作業。另外，該所精通海域樣本採樣作業，有關日本政府相關單位自 2014 年起與 IAEA 合作辦理的國際及日本實驗室間之比較實驗(Interlaboratory Comparisons, ILCs)，該所也執行日本環境監測樣品的採集、處理、分析作業。本次拜訪，主要針對生物氚檢測技術進行交流討論。

- (1) 冷凍乾操作業：將生物樣品進行冷凍後，在真空、低溫的狀態下抽出樣品中的氘水(HTO)，後續完成量測作業，即可獲得 TFWT 的含量。一般狀況下，該所需要 150 至 200 克樣品就可進行 TFWT 的量測，針對需再以電解濃縮技術降低最小可測活度(Minimum Detectable Activity, MDA)者，則需要 1500 克之樣品量，冷凍乾燥後約可得 1100 至 1200 毫升的氘水(HTO)，以為後續電解濃縮所需。該所因應是否需採電解濃縮作業所需樣品重量的不同，因此配置 2 種冷凍乾燥設備。
- (2) 可交換 OBT 去除作業：若需要分析不可交換型 OBT，則需透過以無氘水洗滌，後經過冷凍乾燥去除可交換型 OBT，最終剩餘乾燥生物試樣即供不可交換型 OBT 分析使用，並接續進行燃燒作業。若僅定量全 OBT，則無須本步驟，直接執行燃燒作業。
- (3) 燃燒作業：藉由燃燒反應將鍵結於有機物上的氘，即有機結合氘(OBT)，轉化為氘水(HTO)。該所使用的燃燒儀為雙層結構的石英管，分內管及外管，內管中填充氮氣及氧氣；外管中填充氧氣，以補充內管燃燒所需氧氣。燃燒時會將樣品及氧化銅助燃劑(CuO，可幫助樣品燃燒氧化完全)放於內管中進行燃燒，產生含氘的水蒸氣，再以冷凝方式冷凝成氘水(HTO)。為避免樣品在燃燒過程中起火，需緩慢加熱。
- (4) 純化作業：將燃燒作業所獲得的氘水(HTO)加入氧化劑(過錳酸鉀， KMnO_4)，進行加熱、迴流，分解樣品中的有機物後，進行蒸餾，並以 pH 值與紫外線吸收率檢查純化的結果。
- (5) 電解濃縮作業：利用氘原子與氫原子解離的電位不同，將水中的氘進行濃縮，將經冷凍乾燥後再純化的 TFWT 樣品放入電解濃縮設備的樣品槽，進行電解，最終將樣品中氘含量濃縮約 8 倍。

(6) 貝他(β)射線量測作業：量測時，將樣品以低背景液體閃爍計數器(Liquid Scintillation Counter, LSC)，進行貝他(β)射線的檢測，得到樣品中的氡活度。

該所執行生物氡分析(含數據整理確認及報告核發)所需時間約為1.5個月，年分析量能約100件，採用的MDA為TFWT 0.3貝克/公升、TFWT(電解濃縮) 0.05貝克/公升、OBT 0.3貝克/公升。另外，該所執行有關氡的分析，為避免交叉污染，皆採用該公司自製的無氡水，其水中氡含量小於0.02貝克/公升，進行實驗與分析之後的清潔工作。該所另並向觀察團介紹其銻等含量分析實驗室，為提高運作效率，該所建置一個可放20個樣品的自動化設備，可自動將樣品傳送至純銻偵檢器，進行加馬(γ)核種分析。相關參訪照片如圖3至圖6。

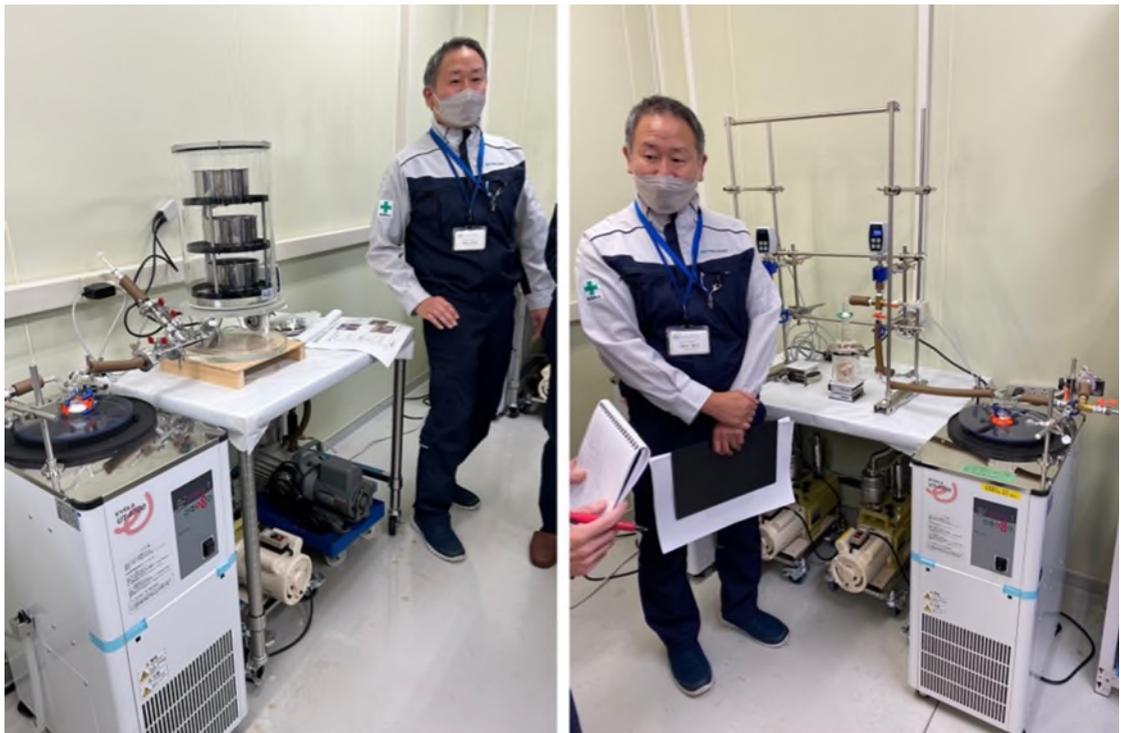


圖3、KANSO計測分析所介紹冷凍乾操作業



圖 4、KANSO 計測分析所燃燒儀(左圖)與燃燒後的冷凝作業(右圖)



圖 5、KANSO 計測分析所介紹純化作業(左圖)與貝他(β)射線量測作業(右圖)



圖 6、KANSO 計測分析所之銫等含量分析自動樣品
傳送與純鍺分析設備

2. 雙邊交流與討論重點

- (1) 我方提問：有關進行魚體中 OBT 的檢測，我方的生物氙檢測實驗室也是以高溫燃燒方式進行，但若遇到油脂含量高之樣品，如秋刀魚或沙丁魚，燃燒後會產生大量焦油狀液體，致無法計測，請問 KANSO 是否有類似處理經驗可供分享？或是有其他前處理程序可避免油狀液體產生？

KANSO 公司答覆：針對有機體燃燒作業，建議可利用緩慢提升溫度的方式，來避免產生過多焦油。

- (2) 我方提問：我方的生物氙檢測實驗室為避免樣品間的交叉污染，目前採不同試樣燃燒前，先燃燒空白水樣方式，請問 KANSO 是如何避免樣品間的交叉污染？

KANSO 公司答覆：KANSO 避免樣品間交叉污染的作法是於燃燒每批次 OBT 試樣後，都會用無氙水清洗及高溫處理。

- (3) 我方提問：KANSO 取得可製造及販售環境試樣標準參考物質相關認證，是否也能供應含放射性的液體或固體標準參考物質？

KANSO 公司答覆：KANSO 取得的是海水含氦、磷等標準參考物質的認證，KANSO 未有製作含放射性的標準參考物質相關認證，必須要看核種的種類及活度才能確認是否能製作出含放射性的標準參考物質。

- (4) 我方提問：目前瞭解，國際上並未販售 OBT 相關標準參考物質，請問 KANSO 是否有 OBT 之標準參考物質可供做系統驗證或測試？

KANSO 公司答覆：KANSO 目前無 OBT 的標準參考物質。

- (5) 我方提問：我國目前除核研所外，目前尚無其他生物氬檢測實驗室，然實驗室認證組織在對實驗室做 ISO/IEC 17025 符合性評鑑時，通常會要求實驗室提出參與實驗室間比對或能力試驗的結果與證明文件，請問 KANSO 在 OBT 檢測方面，是否可分享實驗室間比對試驗與 ISO/IEC 17025 認證方面的經驗？

KANSO 公司答覆：KANSO 目前通過 ISO/IEC 17025 認證的核種有銫-134、銫-137、碘-131、及氬，氬的部分只有 TFWT 有獲認證、OBT 則未獲認證。針對取得 OBT 認證部分，KANSO 目前也正透過參與 IAEA 實驗室間的 OBT 分析的比對試驗，獲得實驗室間的比對結果。

- (6) 我方提問：核研所生物氬檢測實驗室有沒有可能與 KANSO 進行 OBT 的雙邊的比對試驗？

KANSO 公司答覆：KANSO 提供一建議方案，可提供參與 IAEA 之 OBT 分析比對試驗之剩餘樣品，供核研所實驗室進行分析，透過此方式建立與 IAEA 實驗室間接比對的結果。但是否可行，仍須取得相關單位的同意。

- (7) 我方提問：KANSO 公司受 IAEA 委託協助採樣福島附近海水，有沒有可能協助我方在福島附近海域採取海水樣品？

KANSO 公司答覆：KANSO 公司具有海水採樣及前處理的專業及能力，但若要採集福島附近海域的海水仍需要日本相關單位同意。

(五) 拜會駐日本代表處(6月14日)

觀察團於6月14日依既定行程，拜會駐日本代表處，由代表及副代表接見，如圖7所示，拜會過程及討論內容綜整如下。



圖 7、觀察團拜會駐日代表處，與代表及副代表討論與合影

觀察團向代表及副代表說明國內已組成跨部會因應平台，以「依據科學專業監測評估、參照國際標準嚴格監測、為國人安全與健康把關」等三原則、四配套措施做好因應準備：

- 一、源頭掌握：密切關注福島排放作業，確認符合國際安全標準。
- 二、強化監測：強化海域環境與漁產輻射監測，確保民眾安全健康。
- 三、擴散預報：建立海洋污染擴散評估系統，達成預報效果。
- 四、資訊公開：建置公開透明資訊平台，讓民眾安心放心。

代表及副代表藉此機會瞭解觀察團赴日觀察之重點，肯定觀察團針對日方排放作業相關資訊掌握所做的努力，並提供以下建議：

1. 觀察團成員具備科學專業，可參考國際標準，並檢視 IAEA 相關報告，藉以確認日方排放作業的安全性。

2. 考量日方排放作業係持續進行，因此我國亦須持續的監測，掌握日方管制動態，並以國際最新標準嚴格檢視，確保我國海域輻射安全。
3. 我國已三次籌組專家觀察團赴日，為亞洲第一個赴日實地觀察的國家，也曾在福島地區取得海水樣本，該次取樣之檢測結果也涵蓋在日本當地的檢測數據範圍內。
4. 基於政府一體，對於日本政府排放 ALPS 處理水的立場，為外交部之權責，而我國跨部會赴日觀察團之目的為實地掌握日方排放最新狀況，以科學專業，提供國內相關決策單位做參考。
5. 針對我國政府已做的努力，包括至今已與東電公司進行 17 次的視訊交流會議，以及赴日觀察團於疫情嚴峻期間就開始赴日進行觀察，種種積極作為都可適時向國人說明；另外，相關資訊也已建置網路資訊平台，即時提供透明公開的資訊，這些都是很好與民眾進行溝通宣導的做法。

(六) 與日方相關單位代表進行交流(6月15日)

觀察團於 6 月 15 日依既定行程，與日本台灣交流協會及日方相關單位代表就 ALPS 處理水排放準備與相關管制作業的進展進行交流，觀察團並表達我國對日本排放作業的高度關心，討論內容綜整如下。

1. 我方提問：請問日本政府有關 ALPS 處理水排放之各單位的分工？
日方答覆：日本政府有關 ALPS 處理水排放之各單位的分工，是依照日本政府訂定的基本方針執行，由相關部會大臣出席部長級會議，具體內容請參考行動計畫。
2. 我方提問：請問日方執行 ALPS 處理水排放前的源頭監測，將監測哪些核種？

日方答覆：有關 ALPS 處理水批次排放前，東電公司將進行取樣確認，檢測處理水中的 69 個核種，包含實施計畫所規範的 30 個必要監測核種與東電公司自主監測的 39 個核種。

3. 我方提問：除了上述東電公司執行的 ALPS 處理水排放前源頭監測，據瞭解，東電公司與 JAEA 大熊分析研究中心也會進行第三方檢測，請問具體執行方式，是否為排放前的逐批檢測、以及檢測核種及資訊公布方式為何？

日方答覆：有關日方執行 ALPS 處理水排放前逐批的第三方檢測，共計以下 2 種，檢測核種與東電公司同為 69 個核種，檢測結果將於排放前公布：

- (1) 東電公司除了自己執行每批 ALPS 處理水排放前分析，也同時委託獨立的檢測單位「株式會社化研」進行第三方檢測，確認東電公司檢測結果的正確性。
- (2) 經產省為了盡可能減少風評負面影響，依照日本政府的基本方針，執行第三方檢測。具體做法是 JAEA 的大熊分析研究中心，針對每批 ALPS 處理水，在排放前執行取樣檢測。
4. 我方提問：據瞭解 JAEA 大熊分析研究中心，尚未拿到 ISO/IEC 17025 實驗室認證，這部分的進展如何，如何說服民眾該實驗室第三方檢測品質？另外，明天規劃要參訪福島第一核電廠，但觀察團的時間不夠去參觀 JAEA 大熊分析研究中心，希望明天觀察團可以分兩批行動，一批去該中心、一批去廠內的排放設施。

日方答覆：有關 JAEA 大熊分析研究中心因成立時間較短，目前尚未拿到 ISO/IEC 17025 認證，正在進行相關的申請工作中，但 ALPS 處理水排放前檢測，已獲 IAEA 第三方驗證分析確認。另外明日參訪時間不夠，所以沒能安排去 JAEA 大熊分析研究中心，但有安排意見交流時間，會請該中心人員來進行交流。

5. 我方提問：依據 IAEA 於 2023 年 5 月 31 日公布的針對第一次 ALPS 處理水取樣，所進行實驗室間比對的第三方驗證報告，相關樣本共由 IAEA 所屬的實驗室，及韓國、法國、瑞士、與美國共 4 間實驗室分別分析，並與東電公司的檢測結果進行比對。請問開始排放後，IAEA 是否會持續進行取樣與第三方驗證？

日方答覆：與 IAEA 的比對與驗證分析係由 IAEA 協調規劃，日方不知道後續是否會持續進行。

6. 我方提問：請問 NRA 對 ALPS 處理水排放的安全監管，如視察、測試、及審查等內容要項為何？

日方答覆：首先，NRA 在 2022 年核定東電公司的排放實施計畫，後續在 2023 年 5 月 10 日核准東電公司的修改申請。有關使用前檢查與安全檢查部分，NRA 是依照已經核准之實施計畫進行檢查，最新的檢查狀況在 5 月份召開的 NRA 委員會也有報告，相關資料請參考會場中提供的 NRA 的英文版報告。另外目前尚未完成的檢查 NRA 會持續完成，排放後也將持續做安全檢查。

7. 我方提問：承上，排放後 NRA 將如何進行安全檢查？

日方答覆：NRA 將依據排放實施計畫上記載的事項進行確認。目前 NRA 已派檢察員進駐福島第一核電廠，由駐廠檢察員負責實施日常安全檢查，持續對東電公司的作業進行確認。另外 NRA 也會召開特定核能設施安全評價檢討會，透過檢討會，從安全的角度監督東電公司的除役工作，包括 ALPS 處理水的排放。

另外，利用這個機會補充一下稍早提到的 ALPS 處理水源頭監測，NRA 為了確認東電公司執行源頭監測結果的妥適性，在安全檢查的過程中，也已針對 ALPS 處理水的分析品質，透過取樣分析進行確認，分析結果顯示與東電公司一致，透過檢查也確認東電公司已建立了相關的品質保證體系。有關 NRA 安全檢查與檢測品質保證等相關的說明，請參考會場中提供的英文版資料。

8. 我方提問：請問 IAEA 對日本政府的安全審查與管制有那些建議？
日方答覆：目前 IAEA 對 NRA 實施 2 次審查工作，最終的報告書尚未出來，過去 IAEA 的審查過程報告中提到「NRA 有依據 IAEA 的標準進行審查管制」，IAEA 對 NRA 的管制建議是「未來依排放設施運轉經驗，要求持續優化輻射防護作業」。

9. 我方提問：請問日本政府對海域輻射監測結果，除了與日本法規的排放標準及國際飲水與食品標準相比較，是否會與過去歷史監測結果相比對？是否訂定異常監測值？

日方答覆：除了環境省，其他政府單位如 NRA 等，都有在執行海域輻射監測。環境省針對距離電廠 50 公里以外的監測點位，都有實施監測。依據東電公司進行的擴散模擬，排放後 10 公里範圍以外海域，海水中的氚濃度與排放前是相同的，因此主要會重點監測距電廠 10 公里以內的範圍。而東電公司針對 10 公里內海域的監測結果，已設定「異常值」指標，規劃將透過快速分析，及早掌握海域輻射狀況。

10. 我方提問：目前知道東電公司設定的海域監測指標係採 10 貝克/公升的 MDA 標準進行檢測，範圍包括排水口附近、核電廠周圍 3 公里內海域共 10 處監測點，「異常值」指標設定為 700 貝克/公升；核電廠 10 公里範圍 4 處監測點，「異常值」指標設定為 30 貝克/公升。請問前述取樣量測頻次？量測核種？結果公布管道及時間？

日方答覆：異常指標的監測點位，頻次是每週一次。這些異常值指標 700 貝克/公升、30 貝克/公升是專門針對氚設定的。由於氚的分析需要比較長的時間，因此採用較高的 MDA 檢測，將在採樣後的第二天，於東電公司的網站公佈檢測結果。而排放後，若檢測出超過「異常值」指標一半左右的數值，東電公司將及時確認

設備、運作條件和操作程序有無問題，並重新採取海水樣品進行檢測，根據檢測結果增加海域監測的頻率。

另外補充說明 ALPS 處理水排放設施的試運轉現況，與東電公司訂定海域監測異常值指標之理由：

- (1) 媒體報導 ALPS 處理水排放設施由 6 月 12 日開始試運轉，但其實相關的試運轉依整個排放設施的工程進度，從今年 1 月份開始就陸續進行，也陸續接受 NRA 的安全審查。6 月 12 日開始的試運轉包括稀釋排放設備中抽取海水、海水管線、及放水立坑的試運轉，後續也會由 NRA 進行安全檢查。
 - (2) 排放前氬以外的核種，會透過源頭監測取樣確認，如果有氬以外的核種沒有滿足排放標準是不會排放的。排放時透過抽取海水稀釋，會使氬以外核種的濃度更低。
 - (3) 雖然透過 ALPS 處理水排放前的取樣檢測，以及 ALPS 處理水排放流量與稀釋海水量的控制，確保排放水中氬的濃度低於 1,500 貝克/公升，但考量監控系統、海域擴散因素、及人員作業因素等，恐無法經由作業員或監控設備查覺到異常情況及攪拌不充分等狀況，因此在海域監測上也規劃了異常指標。
 - (4) 排放口附近以 700 貝克/公升作為異常指標，可以確保排放水中的氬濃度一定不會到 1,500 貝克/公升。
11. 我方提問：我國輻射偵測中心與 JCAC 往常有進行比對試驗，之前因疫情暫停，後續是否可繼續進行？另外，前天訪問 KANSO 公司，獲知 KANSO 公司有與 IAEA 進行海域生物樣品的 OBT 比對試驗，我國核研所生物氬檢測實驗室也希望能取得 KANSO 公司與 IAEA 的生物氬比對試驗的剩餘樣品，透過這樣的比對，讓臺灣的實驗室也能參與這樣的科學證據比對。

日方答覆：有關日方實驗室與臺灣實驗室的比對試驗部分比較不了解，後續會再與相關單位進行討論。

12. 我方提問：IAEA 於 2023 年 5 月份公布的報告說明，其於 2022 年 11 月執行福島地區環境樣本採樣的分析結果，將作為未來福島海域環境監測的基線，而排放後的分析檢測數據也將會與此基線相比。請問 IAEA 後續的海域取樣監測規劃為何？

日方答覆：IAEA 的第二次福島海域樣本的取樣分析，預計將在排放後的 2023 年底實施，IAEA 會根據之前取樣建立的基線進行排放後海域監測的結果評估。

13. 我方提問：請問 IAEA 針對福島事故後推動的海域環境監測獨立專案「Marine Monitoring: Confidence Building and Data Quality Assurance」，目的要確保日本環境分析實驗室監測海水、沉積物和魚類中放射性核種的採樣和分析能力。目前這個專案將執行到 2023 年 6 月結束，請問後面還會有延續的計畫嗎？

日方答覆：有關 IAEA 推動的福島海域監測專案的實施方向，有助於確保日本海域輻射監測數據的可信度與透明度，未來的實施方向 IAEA 尚在協調討論中。IAEA 在發布的相關報告中，提出「日方的環境分析機構之分析結果可信度高」。

14. 我方提問：請問目前日本政府執行的海域輻射監測，海水監測部分有針對不同距離執行取樣檢測，漁產的部分是否也有依不同距離取樣，是否有公佈相關結果？

日方答覆：有關日本政府執行的漁產監測，環境省是針對距離福島較近的海域，進行漁產捕撈與採樣，檢測結果公布在環境省的網站上。而水產廳的漁產檢測，是自漁港卸貨的魚體中取樣，但均有紀錄捕撈的海域位置，捕撈的範圍有包括到北海道、北太平洋公海地區，分析核種是鈾與氬，相關的檢測報告都有用英文，公布在水產廳的網站，公布內容包括檢測值、捕撈的經緯度等。

15. 我方提問：IAEA 目前公佈的審查報告中，對於日本政府的溝通工作持正面肯定的態度，請問日本政府在未來排放後將如何進一步強化相關資訊的公開透明？

日方答覆：在 2023 年 4 月 IAEA 公布的第四份審查報告中提到，要盡可能減少風評受害，我們認為監測結果等資訊的公開說明是非常重要的，日本政府與東電公司將以高水準方式對外公開與說明。IAEA 第四份報告也提到，日本正在努力進行溝通說明工作。

16. 我方提問：有關 ALPS 處理水的排放，因為將持續 30 年或更久，而我們知道生物累積效應要考慮長期的影響，請問日本政府怎麼對民眾與鄰國說明？

日方答覆：對攝入的生物累積效應，東電公司有進行海生物的飼育試驗以為驗證，試驗的結果也會在學術會議上與專家、民眾溝通。日方也願意持續與臺灣的同仁與民眾保持溝通。

另外，由加拿大的實驗可知，氚對生物體內的影響是在氚含量達到 100 萬至 1000 萬貝克才會有影響，因此需考量的重點並不是氚的濃度，而是氚的總量。所以東電公司的氚排放上限是按照政府的基本政策方針，不超過一年 22 兆貝克。

17. 我方提問：我們瞭解氚的生物累積效應不大，但排放作業可能有一些其他核種，其他核種的長期累積效應、濃縮效應，會比氚大很多。針對上一題的長期影響，我們想請問的是氚以外的核種。

日方答覆：是的，有些核種進入生物體有濃縮效應，如銫-137 在魚肉中被濃縮 100 倍，碘-129 在海藻內被濃縮 10,000 倍。東電公司針對排放後，若魚體內、海藻內有氚以外的核種累積，而被人體攝入產生的影響，做了相關的輻射環境影響評估分析。分析結果顯示，萬一被攝入，造成的輻射劑量是很低的。

18. 我方提問：目前得知 IAEA 總署長預計 7 月上旬訪日，與日本首相會面，並公布 IAEA 對 ALPS 處理水排放的審查總結報告，後續

日本政府將可能會決定確切開始排放的時間。請問與日本首相會面，是否有預計對 ALPS 處理水排放相關的議題進行意見交換？

日方答覆：具體的內容目前還沒有確定。

(七) 拜訪福島第一核電廠(6月16日)

觀察團於6月16日依既定行程，拜訪福島第一核電廠，實地了解排放設施建置最新進展、排放監控流程與異常狀況時之緊急處理方式、以及海生物飼育現況，並與 JAEA 大熊分析研究中心針對第三方檢測作業進行交流討論。

1. 參訪過程概述

觀察團搭乘租用巴士，先抵達福島第一核電廠廢爐資料館，轉乘東電公司之巴士到福島第一核電廠，沿途東電公司說明該區域復興重建狀況，進入管制區域前之路口設置區域輻射偵檢器，其劑量監測數值為 1.15 微西弗/小時(μ Sv/h)。

觀察團抵達福島第一核電廠後，先於會議室聽取東電公司簡要說明 1 號機至 4 號機組除役作業最新狀況、電廠內減少放射性污水產生量的成效、以及 ALPS 處理水稀釋排放設施及作業流程，另並說明今日規劃的實地走訪地點，包括海生物飼育中心、ALPS 處理設施與 K4 桶槽區、循環取樣設施(循環泵、取樣設備)、傳輸設施(ALPS 處理水輸送泵、輻射偵檢器)、及稀釋排放設施(海水泵、海水管路、放水立坑)等。

針對觀察團事先有提出希望參觀緊急阻斷閥(緊急遮斷閥)部分，廠方考量緊急阻斷閥區域現場無法容納觀察團所有成員，建議於實地參訪後之交流討論時，以影片方式說明。惟觀察團表達我國對 ALPS 處理水排放的高度關切，仍希望可安排讓部分觀察團成員能實地觀察緊急阻斷閥，現場瞭解其建置與運作規劃。因此，廠方後續也依觀察

團提出的訴求，增加現場觀察緊急阻斷閥，但因空間狹窄，僅 3 位成員至現場觀察。觀察團於福島第一核電廠內交流討論相關照片如圖 8、現勘地點如圖 9。



圖 8、觀察團抵達廢爐資料館(左圖)，與廠方進行交流討論(右圖)



觀察團進行場內現勘前，依照東電公司規定完成入廠證申請確認與領取作業，完成入廠前全身計測後，穿著入廠背心、口罩、手套、及安全帽等防護裝備，配戴個人輻射劑量計，搭乘廠方巴士進入廠區，走訪現勘地點。現勘完成後，先脫除防護裝備，確認個人輻射劑量計偵測結果，並完成出廠前全身計測，再回到會議室進行雙方交流討論。

2. 廠內現勘紀要

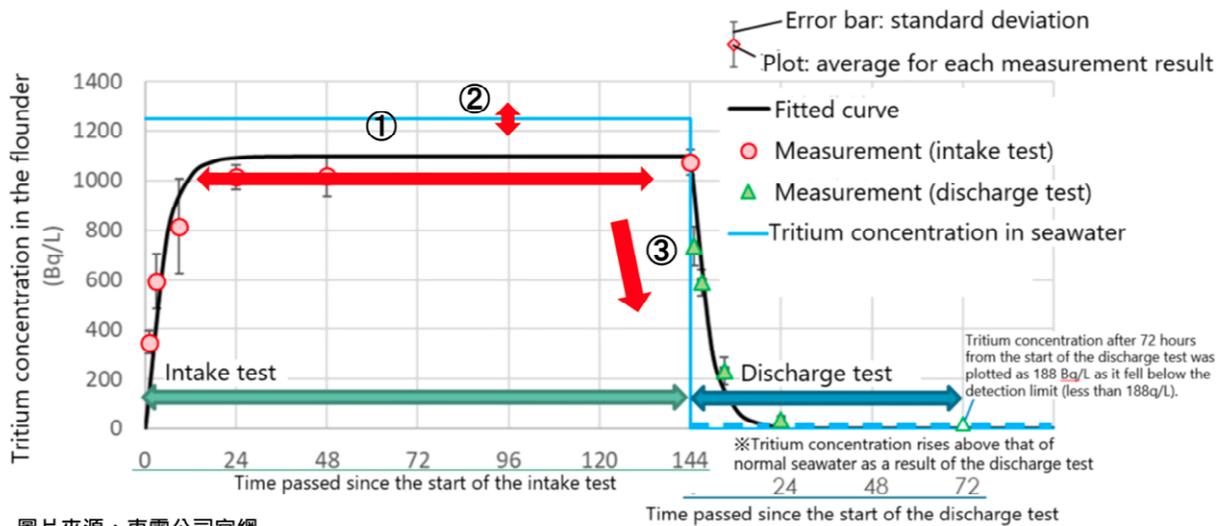
(1) 海生物飼育中心

東電公司於福島第一核電廠內建置海生物飼育中心之目的，主要是因應當地民眾擔心 ALPS 處理水排放會對漁業造成風評影響，為證明 ALPS 處理水海洋排放對海洋生物並無影響，因此藉由海生物飼育試驗，以對福島縣居民及漁民進行溝通以降低風評受害。

東電公司於 2022 年 10 月開始進行 ALPS 處理水飼育魚類試驗，係以一般海水稀釋廠內儲存的 ALPS 處理水(水中氚濃度為 1,300 貝克/公升)來進行比目魚、鮑魚的養殖，觀察其生長狀況，並分析生物體內氚的變化，另並準備開始養殖海藻類。而選擇養殖比目魚之原因包含(1)比目魚屬於活動量不大的魚，不需要有大範圍的養殖場，養殖難度不高，且屬於底棲類生物；(2)比目魚為福島地區的特產；(3)福島事故前，電廠所在區域大熊町有很多比目魚養殖場。選擇養殖鮑魚之原因亦是考量其容易養殖且為日本特產。

廠方人員表示 2022 年 10 月起至目前試驗結果顯示，比目魚於一般海水及稀釋 ALPS 處理水兩種環境下之存活率皆在 9 成以上，魚體重量及長度沒有太大差異且活力相似。鮑魚於前述兩種環境下存活率則皆約 7 成，鮑魚大小並無變化。另外，為證明稀釋 ALPS 處理水對海洋生物沒有不良影響，廠方於飼養槽中安置現場攝影設備，公開 24 小時直播飼育狀況，並公布於東電公司處理水入口網，供民眾隨時觀看。

另外由生物氚檢測結果得知，氚於生物體內應不會有累積狀況。養殖在氚濃度為 1,300 貝克/公升的稀釋後 ALPS 處理水中的比目魚，約 24 小時後體內氚含量與環境達到平衡，魚體內組織自由水氚 (TFWT) 檢測結果約 1,000~1,100 貝克/公升，沒有超出水樣中的氚含量；當轉移到一般海水環境飼養，24 小時內，比目魚體內的 TFWT 會迅速降低至接近一般海水的數值，如圖 10。而養殖在氚濃度為 1,300 貝克/公升的稀釋後 ALPS 處理水中的鮑魚，約 1 小時後體內氚含量與環境就可達到平衡，鮑魚體內 TFWT 檢測結果約 1,200 貝克/公升；當轉移到一般海水環境飼養，1 小時內，鮑魚體內的 TFWT 即可迅速降低至接近一般海水的數值。相關參訪照片如圖 11。



圖片來源：東電公司官網

圖 8、海生物飼育中心之比目魚養殖試驗之魚體內生物氚(TFWT)檢測結果



圖 9、海生物飼育中心參訪

(2) ALPS 處理設施與 K4 桶槽區

觀察團搭乘廠方巴士到達 K4 桶槽區時，巴士上顯示環境輻射劑量為 0.3 微西弗/小時。廠方人員說明有關廠內產生的放射性污水量，原先估算每天大約會產生 140 立方公尺，但因 2022 年降雨量較少，且廠內持續採取減少放射性污水產生量的措施，例如在地面鋪設瀝青防止雨水流入受損廠房，目前污水產生量減少至每天約 90 立方公尺左右。而廠內的三套 ALPS 系統，即既設 ALPS、增設 ALPS、及高性能 ALPS，其過濾除污性能相似，目前一次僅運轉 1 組 ALPS 系統來處理，既設與增設 ALPS 一天可處理 750 立方公尺廢水、高性能 ALPS 一天可處理 500 立方公尺廢水。

K4 桶槽區共計有 35 個桶槽，其中 30 個以 10 個一組，分成 A、B、C 三組，另有 5 個桶槽備用，桶槽為碳鋼材質、桶壁厚度 1.2 公分，每個桶槽內的貯水設計容量 1,000 立方公尺，因此每組桶槽的貯水容量共 10,000 立方公尺。A、B、C 三組桶槽輪流進行接收、分析測試、及排放作業，每個作業預計約 2 個月的時間完成，主要是因

為分析 69 個核種所需時間約 2 個月，因此未來每批次排放作業也預計花 1 至 2 個月時間來完成。

觀察團現場提出欲瞭解 ALPS 處理前後，廢水中各核種的檢測數據之訴求，廠方現場提供其化學分析棟完成之檢測數據。以其中 2022 年 11 月 30 日高性能 ALPS 設備的檢測結果為例，ALPS 處理前後氫的含量均約為 20 萬貝克/公升(日本法規限值 6 萬貝克/公升)；鈷-60 含量於處理前後分別為 19 及 0.17 貝克/公升(限值 200 貝克/公升)；銥-90 含量於處理前後分別為 1.4 萬及 0.04 貝克/公升(限值 30 貝克/公升)；銫-137 含量於處理前後分別為 2,300 及 0.3 貝克/公升(限值 90 貝克/公升)。相關參訪照片如圖 12。



圖 10、ALPS 處理設施與 K4 桶槽區參訪

(3) 循環取樣設施

K4 桶槽區每個桶槽中均設置一個攪拌葉片，每組 10 個桶槽之間則以管路相聯通，設置 2 組循環泵，1 組使用、1 組備用，取樣前透過循環泵讓桶槽中的水連續循環 6 天(144 小時)，以達均勻。經觀察團現場詢問，廠方人員並說明循環泵之循環能力，6 天可使 20,000 立方公尺的循環水量達到均勻，另並說明其每個桶槽內之攪拌葉片，經測試確認運轉 1 小時即可使單個桶槽內的水攪拌均勻。另觀察團現場詢問，考量批次排放需要花 1 至 2 個月時間，排放期間，是否會持續循環攪

拌？廠方人員回覆：排放期間，循環泵不會運作，但桶槽中的攪拌葉片會持續攪拌。

每批次排放前，會在取樣設備處進行取樣，檢測確認 69 個核種。未來規劃第一批排放的是 K4 區 B 組桶槽，即 IAEA 於 2023 年 5 月 31 日公布第一批取樣進行第三方驗證的桶槽。東電公司已於 3 月底執行 B 組桶槽取樣，進行 69 個核種分析，並同步委託株式會社化研分析 69 個核種。而 JAEA 大熊分析研究中心也見證東電公司的取樣作業，並同步進行第三方分析檢測。預計檢測結果後續會公布在東電公司官網，並以新聞稿發佈。除了進行放射性核種含量檢測，東電公司也進行水質(重金屬、微生物等)之檢測。相關參訪照片如圖 13。



圖 11、ALPS 處理水循環取樣設施中的循環泵(左圖)與取樣設備(右圖)

(4) 傳輸設施

傳輸設施中配置 ALPS 處理水輸送泵共有 2 台，一次使用 1 台，另 1 台為備用。ALPS 處理水輸送管路上配置有 2 台碘化鈉(NaI)輻射偵檢器，即一台 ALPS 處理水輸送泵搭配一台碘化鈉偵檢器，在 ALPS 處理水傳輸過程中進行加馬輻射偵檢，若偵檢結果出現異常，將自動停止排放作業。

觀察團現場詢問有關 ALPS 處理水排放量的規劃，廠方人員說明，ALPS 處理水輸送泵的最大流量為每天 500 立方公尺，將依據排放前 ALPS 處理水分析取樣結果，決定 ALPS 處理水傳輸的流量，以及海水抽取量，以符合排放水中氚含量小於 1,500 貝克/公升之要求。相關參訪照片如圖 14。



圖 12、傳輸設施中的 ALPS 處理水傳輸泵(左圖)與加馬輻射偵檢器(右圖)

(5) 緊急阻斷閥

ALPS 處理水排放的緊急阻斷閥設置在 2 個不同海拔高度的位置，位於海拔 11.5 公尺處的緊急阻斷閥共 2 台，為電動式；位於海拔 2.5 公尺處的緊急阻斷閥亦有 2 台，為氣動式，位在 ALPS 處理水進入與海水混合導管前的位置處。啟動後 2 秒內，就會阻斷 ALPS 處理水的排放。

本次現勘，廠方人員帶領觀察團前往海拔 2.5 公尺處的緊急阻斷閥，但考量緊急阻斷閥區域位置正在施工，場地較小，因此廠方人員僅帶 3 位觀察團成員前往現勘，並於現勘結束後，於會議室中透過影片展示緊急阻斷閥測試狀況。由影片中可看到，緊急阻斷閥在啟動後 2 秒，即可阻斷，使 ALPS 處理水停止排放。由影片內中控室的螢幕上亦可看到，緊急阻斷閥關上時，原本要進入與海水混合導管的 ALPS 處理水就會被阻斷。相關參訪照片如圖 15。

經觀察團詢問，廠方人員說明停止 ALPS 處理水排放的異常控制機制，主要分成以下情境①~⑧，其中會啟動緊急阻斷閥的情境為①~⑦，除情境⑦為手動啟動，其餘均為自動啟動，而情境⑧非屬排放流程監控異常或天災等緊急情況，並不會啟動緊急阻斷閥，但會停止排放設備運轉：

- ① ALPS 處理水輸送泵故障。
- ② 加馬(碘化鈉)偵檢器故障或偵測結果異常(偵測值超過 10 倍背景值)。
- ③ ALPS 處理水流量計故障或 ALPS 處理水流量過高。
- ④ 海水泵故障
- ⑤ 海水流量計故障或海水流量過低。
- ⑥ ALPS 處理水監控系統故障，包含緊急阻斷閥系統異常。
- ⑦ 接獲海嘯警報、龍捲風警報、風暴潮警報、地震達 5 弱級以上等天災情形。
- ⑧ 距離 3 公里與 10 公里內海域設置之異常排放監測點，海域監測結果達到異常值指標。



圖 13、海拔 2.5 公尺處的緊急阻斷閥

(6) 稀釋排放設施

廠方人員帶領觀察團到達稀釋排放設施處後，先向觀察團說明，廠方已在 1 至 4 號機組(有污染)與 5、6 號機組(無污染)之間海域，建置完成長 70 公尺，寬 10 公尺阻斷設施，避免兩側的海水互相流通。

廠方人員接續實地說明稀釋排放設施建置狀況，目前抽取海水的 3 台海水泵已設置完成，每台一天的抽取量為 17 萬立方公尺，東電公司將視取樣分析結果，決定需要開啟幾台海水泵，因此稀釋海水的量共計有一天 17 萬、34 萬、及 51 萬立方公尺等 3 個選項。抽取的海水以藍色管路傳送，ALPS 處理水則是以黑色及銀色管路傳送，海水與 ALPS 處理水會在混合導管中進行混合稀釋，再透過一個 S 型管路，進入放水立坑的上游水槽，再溢流到下游水槽，進入海底隧道，排放到 1 公里外海洋。相關的稀釋排放工程陸續竣工。

觀察團詢問 S 型管路做成 S 型之原因，廠方人員解釋，是因為管路上方的空間有利用規劃，因此製作成 S 型。觀察團注意到現場稀釋排放設備有在運轉，經詢問廠方，瞭解到目前海水抽取泵、海水管路、及放水立坑的上游水槽等稀釋排放設備於 6 月 12 日就已開始試運轉，以一般海水進行測試，部分海水將進入海底隧道排放，部分海水則由東電公司臨時設置的紅色管路排放，後續會將紅色管路拆除。試運轉完成後，將由 NRA 進行檢查。

另外，觀察團提出希望了解 ALPS 處理水與海水混合後之取樣分析作業之執行方式、取樣地點、取樣頻率、與資訊公佈方式等，廠方人員說明，目前規劃 ALPS 處理水排放期間，將每天於 S 型管處進行取樣(後續將完成取樣閥設置)，並檢測水中氚含量。檢測結果將於隔天公布於東電公司網站，在此檢測期間，排放流程仍持續進行。

廠方人員除於現場進行說明，現勘後返回會議室時，並播放影片說明有關 ALPS 處理水與海水流量計的工作狀況，主要是透過將壓力訊號轉變成電器訊號，再傳回中控室掌握。相關參訪照片如圖 16。



圖 14、稀釋排放設施

3. 與東電公司與廠方交流與討論重點

(1) 我方提問：為何採氚濃度 1,300 貝克/公升進行飼育試驗？

日方答覆：海生物養殖試驗主要為減少風評受害，並且實際排放於海洋之水中氚濃度不會超過 1,500 貝克/公升，因此採約 1,300 貝克/公升進行試驗。

(2) 我方提問：目前有進行比目魚、鮑魚體內 TFWT 的含量分析，是否有測有機結合氚(OBT)？

日方答覆：OBT 正在檢測中，現在已有飼養於氫濃度為 1,300 貝克 /公升之 ALPS 處理水中的 3 個月與 6 個月的量測數據，結果顯示魚體內 OBT 還未飽和，預計有機結合氫需要更多時間才會達到飽和。

- (3)我方提問：目前有 70%儲存的廢水尚未達到排放標準，即尚未達到氫以外核種檢測結果與法規限值得比值總和小於 1。其中，高濃度部分，例如超出比值和 10 至 100 倍為 14%、超出比值和 100-19900 倍為 5%，請問目前 ALPS 系統處理成效及分析結果為何？

日方答覆：目前經 ALPS 系統再次處理之結果均符合預期，可使除氫外核種符合管制標準及各核種比值總和小於 1，以 J1-C 桶槽的測試結果為例，原比值總和為 2406，經二次處理後為 0.35；而二次處理前的 J1-G 桶槽內，原比值為 387，經二次處理後為 0.22。若有不符合標準者將再次以 ALPS 過濾處理至符合標準。由於目前廠內有 70%儲存廢水中，氫以外的放射性核種尚未達到排放標準，需要以 ALPS 再次處理，相關作業可能須持續 20 至 30 年，但均會在批次排放前，檢測確認符合排放規定，並會公布相關數據。

- (4)我方提問：ALPS 處理水批次排放前，東電公司將進行分析取樣確認 69 個核種，原先是 64 個核種，請問為何 NRA 要求新增另外 5 種核種？

日方答覆：NRA 在審查東電排放計畫的過程中，經審查委員討論，認為處理水中此 5 核種的含量有機會超過日本法規限值的 1%，因此加強監測。

- (5)我方提問：有關 K4 區 B 組桶槽的 ALPS 處理水，據廠方說明，東電公司與東電公司委託的株式會社化研均分析水中 69 個核種，請問 JAEA 大熊分析研究中心也是分析 69 個核種嗎？

日方答覆：是的，JAEA 大熊分析研究中心是分析 69 個核種。另外，NRA 也有採集過 ALPS 處理水的樣品，與東電公司的檢測結果進行比對，相關的結果有公布在 NRA 的 4 月份報告中。

(6)我方提問：請問有關碘化鈉輻射偵檢結果異常，規劃將停止排放，請問相關的異常值為何？

日方答覆：目前尚未完成訂定，預計將採該儀器背景值的 10 倍作為異常值。

(7)我方提問：請問在排放期間，ALPS 處理水與海水於管路中混合後，有規劃在 S 型管路處進行取樣確認水中氚含量，但檢測結果是在隔天才會公布，請問這期間排放是否持續進行？

日方答覆：是的，S 型管路取樣檢測期間，排放作業是持續進行，該處的取樣目的，是要透過監測值與排放前評估結果相比較，以確認現場取樣分析結果，與排放前透過計算得出 ALPS 處理水流量及海水流量的混合狀況是否如預期，S 型管路取樣與氚檢測並不是決定排放與否的點。排放與否會在 ALPS 處理水批次排放前源頭監測處進行確認。

(8)我方提問：有關東電公司在 5 月份公佈的海域監測異常指標，即在距離電廠 3 公里與 10 公里內海域設置異常排放的監測點，若測到有異常值，是否會啟動緊急阻斷閥？

日方答覆：緊急阻斷閥是針對緊急狀況，海域監測出現異常，並不會啟動緊急阻斷閥，而是會將排放相關設備都停止，並進行相關設備、運作條件、及操作程序等之確認，瞭解改善異常之原因。

(9)我方提問：未來排放後，有關排放的體積、流速、流量、與異常狀況時之資訊，是否會即時公布嗎？

日方答覆：會的，排放的流量、流速、ALPS 處理水與海水的總量都會在網站上公開。若發生異常狀況時，相關資訊也會儘速公佈。但是一般發生異常狀況後，廠內需要做判斷的時間，會在初步判斷後，儘早公布。

(10)我方提問：請問因 ALPS 處理水排放前，相關設施運作需先通過 NRA 的使用前檢查、IAEA 的審查，請問目前進度為何？

日方答覆：有關稀釋排放設施已經進入最後的試運轉，NRA 規劃於 6 月 28 日開始執行相關的安全檢查的審查結果目前還未公布。

(11) 我方提問：有關 2022 年 3 月 28 日至 31 日，IAEA 進行 ALPS 處理水獨立取樣、數據查核以及分析作業等相關資訊，收集了具有代表性的分析樣本與分析數據等進行驗證，能否提供相關資訊內容？

日方答覆：IAEA 分析實驗室的專家於 2022 年 3 月至福島第一核電廠內進行現場訪查，主要是為了確認東電公司之分析設施對於放射性核種之分析能力、ALPS 處理水取樣過程、數據查核、以及分析作業等相關事項。另並討論在同一分析設施中，進行放射性核種分析方法的妥當性、確認東電公司從 ALPS 處理水桶槽取出的水樣的流程、攪拌均勻過程、取樣設備、確認分析樣本的代表性、與分析數據等。後續仍將持續透過 IAEA 審查確認符合國際安全標準，並進行相關防護措施，以確保 ALPS 處理水可被安全地排放到海洋中。

(12) 我方提問：請問日前媒體報導有捕獲輻射超標的魚(許氏平鮎)，其捕獲的地點為何？

日方答覆：捕獲地點是在 1 至 4 號機組鄰近的引水渠道，該處是禁止捕魚區域。

4. 與 JAEA 大熊分析研究中心交流與討論重點

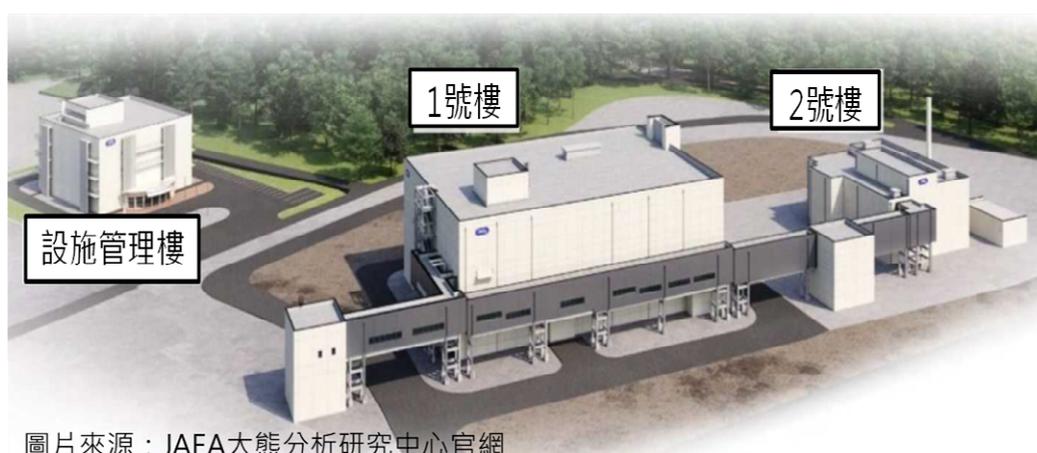
本次因時間關係，無法安排實地參訪 JAEA 大熊分析研究中心，而是由該中心人員前來說明，進行意見交流。

大熊分析研究中心是隸屬於日本原子力研究開發機構(Japan Atomic Energy Agency, JAEA)的福島研究開發部門，該研究中心位於福島第一核電廠內，主要進行福島第一核電廠事故產生的放射性廢棄物與燃料碎片之分析研究，並依經產省指示，作為 ALPS 處理水源頭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，如圖 17。其中設施管理樓為辦公大樓且設

有練習設備操作的空間，但不處理放射性物質。1 號樓是一個三層樓的建築物，該棟建築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)固體廢棄物分析(碎片、焚燒灰、和水處理產生的二次廢棄物)及 ALPS 處理水的分析。

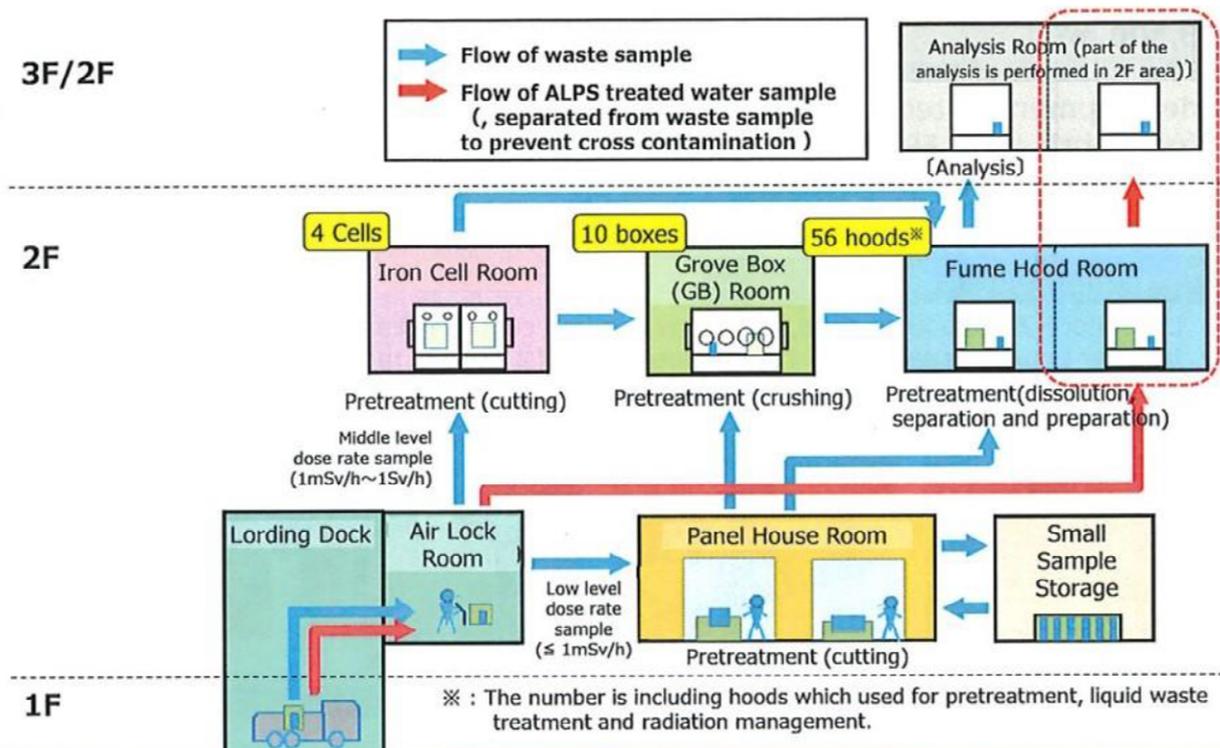
放射性樣品在 1 樓接收後依其劑量率區分出後續的處理路線，低劑量率(1 毫西弗/小時以下)樣品可直接在 2 樓進行樣品製作、前處理及純化分離作業，再送至 3 樓進行分析，而中劑量率(1 毫西弗/小時~ 1 西弗/小時)樣品需先在輻射防護能力較好的鐵室(iron cell)中先進行處理，後續則依照低劑量率樣品的路線進行分析。

ALPS 處理水由於劑量率多為接近背景值，為避免受中低劑量率樣品交叉污染，皆設有獨立空間與中低劑量率樣品區隔，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，傳送至 2、3 樓專門用來分析 ALPS 處理水的計測室，如圖 18。1 號樓在 2022 年 6 月建置完成，並於 2022 年 10 月開始使用放射性物質作為分析對象，而 2023 年 3 月 27 日接收到 ALPS 處理水的樣品，刻正進行第三方分析檢測。2 號樓主要進行燃料碎片等分析，該大樓正在建置中。



圖片來源：JAEA大熊分析研究中心官網

圖 15、JAEA 大熊分析研究中心



圖片來源：JAEA大熊分析研究中心官網

圖 16、JAEA 大熊分析研究中心之放射性廢棄物與 ALPS 處理水樣品處理流程

有關與 JAEA 大熊分析研究中心人員討論重點彙整如下：

- (1) 我方提問：請問 JAEA 大熊分析研究中心，針對 ALPS 處理水進行的第三方檢測核種，是否也是針對 NRA 於批次排放前的必要監測核種進行分析？若未將所有核種全部分析，未來會補齊相關分析項目嗎？

日方答覆：是的，對排放前必要監測的 30 個核種皆會分析，目的是為減少風評受害。

- (2) 我方提問：請問中心將執行 ALPS 處理水中 69 種核種之分析，除針對氬核種，是否會執行 OBT 之檢測？

日方答覆：目前僅針對 ALPS 處理水中 69 個核種進行分析，並沒有分析 OBT。

- (3) 我方提問：第三方驗證係為提升相關檢驗結果的透明與可信度，請問結果是否有公告，規劃公告之管道與頻次為何？

日方答覆：在每批 ALPS 處理水排放前，東電公司會自行檢測，同時 JAEA 大熊分析研究中心也會進行分析，分析結果報告會交給經產省，並公佈於中心網站上，將採高透明，公開及客觀的態度執行這項工作。

- (4) 我方提問：對於 ALPS 處理水的分析，JAEA 大熊分析研究中心的網頁上寫「正在努力取得 ISO/IEC 17025 的認證」，請問預計何時會取得認證？是否趕得上 ALPS 處理水排放時程？ISO 認證取得與否，是否影響排放的時程？是否影響第三方檢測結果的可信度？

日方答覆：JAEA 大熊分析研究中心的 1 號樓因為是新建置的，去年 12 月才開始準備認證，認證需要時間，目前正在努力進行中，目前看起來要趕上排放的時間是非常困難的。取得認證與否，並不會影響排放的時程。除了 JAEA 大熊分析研究中心之外，IAEA 也已有執行 ALPS 處理水的獨立取樣與第三方驗證，在 IAEA 高度專業性的把關下，雖然 JAEA 大熊分析研究中心在開始排放前尚未取得認證，也不影響 ALPS 處理水的排放期程。

- (5) 我方提問：除了 ISO/IEC 17025 以外，還有預計取得哪些認證？有哪些分析項目要取得 ISO/IEC 17025 的認證？

日方答覆：目前以 ISO/IEC 17025 認證為最優先的事情，暫時並沒有規劃取得其他認證，目前也僅在準備氬分析的認證項目。

- (6) 我方提問：請問貴單位是否有規劃要參加國際間或國內的能力試驗計畫或分析比對實驗？

日方答覆：有的，例如氬的分析，去年參與國內的實驗室間比對，今年也預計參與國內的實驗室間比對。

- (7) 我方提問：中心分析 ALPS 處理水，各分析項目的 MDA 是否有與告示濃度限度相互關聯？是否被要求個別核種的 MDA 一定要達到個別核種告示濃度限度的 1/10 或 1/100 以下。

日方答覆：分析的 MDA 跟告示濃度限度有一定的關聯性，但仍需要跟經產省討論，才能確定需要將 MDA 做到甚麼程度才合理。

(八) 返程(6 月 17 日)

觀察團 6 月 17 日按既定行程規劃，團員自東京搭機分別返回臺北及高雄，在下午平安返抵國門，完成本次觀察任務。觀察團此行順利赴福島第一核電廠實地觀察，掌握 ALPS 處理水排放相關設施狀況與排放控制等準備作業，並就日方有關源頭監測、環境監測與安全管制、及第三方分析等議題深入了解，有助我國掌握日方排放前作業之動態資訊。

三、心得與討論

此次觀察團在我國外交部及駐外單位之支援，以及日本對口單位之協助下，順利成行。觀察團除實地前往福島第一核電廠掌握 ALPS 處理水排放作業最新狀況，並與日本民間單位 KANSO 公司計測分析所交流生物氚的分析檢測技術，與日本相關單位代表、及 JAEA 大熊分析研究中心交流討論，針對各項議題，整理出以下心得與討論，分述如下：

（一）ALPS 處理水排放設施竣工狀況

觀察團於 2022 年 11 月底第二次拜訪福島第一核電廠時，ALPS 處理水排放設施正全面施工中，本次拜訪則觀察到排放設施已趨近完工，相關設施包含 ALPS 處理設施、K4 桶槽區及循環取樣設施、傳輸設施、緊急阻斷閥、及稀釋排放設施，配置如圖 19。各項設備，如 K4 桶槽區之循環泵、攪拌設備、取樣設備、ALPS 處理水輸送泵、及碘化鈉輻射偵檢器等均已配置完成。而臨海的稀釋排放設施，包括 ALPS 處理水與海水的混合導管、進入放水立坑前的 S 型管路、放水立坑的上下游水槽、海底隧道、及外海沉箱排放口都完成建置，正進行試運轉測試。海岸邊 1 至 4 號機組與 5、6 號機組海域間並已建置阻斷設施，避免兩側的海水互相流通，如東電公司現場提供的補充資料一。

觀察團現場勘查時，廠方正以一般海水進行稀釋排放設施的試運轉測試，後續並於 6 月 26 日宣布完成排放設施的所有工程，東電公司現場亦提供 ALPS 處理水排放設施使用前檢查報告給觀察團參閱，如補充資料二。NRA 也於 6 月 28 日開始進行排放設施使用前整體性能的最終檢查，7 月 7 日核發東電公司「使用前檢查完成證書」。



圖 17、ALPS 處理水排放設施配置圖

(二) ALPS 設備過濾處理效能

ALPS 設備為福島第一核電廠進行廢水淨化處理的重要設備，也為國際首例進行爐心熔損的多核種過濾吸附的大型設備，國內亦關注其處理效能，而依據東電公司的排放實施計畫，ALPS 處理水稀釋排放前，必須先於 K4 桶槽區完成取樣分析，確認廢水中除氚以外核種均符合排放管制限值。

本次觀察團現場提出欲瞭解 ALPS 處理前後，廢水中各核種檢測數據之訴求，廠方並依要求提供其化學分析棟完成之檢測數據。前述數據呈現廢水中氚以外核種經 ALPS 過濾處理後，其含量均有降低情形，各核種與其法規限值比值總和符合小於 1 之要求(如東電公司現場提供的補充資料三)，顯示目前 ALPS 設備處理之結果可符合預期。依照東電公司網站最新公布 2023 年 3 月 31 日的數據顯示，目前廠內儲存的 134 萬立方公尺的廢水中，尚有 70%廢水中核種含

量未達排放標準，需再過濾處理，後續仍須持續關注 ALPS 設備狀況，及其過濾處理結果。

（三）ALPS 處理水排放前監測

ALPS 處理水排放的取樣監測可分成排放前的源頭監測與排放後的海域監測 2 部分。基於源頭掌握的重要性，本次觀察團藉由現勘與交流討論，瞭解掌握 ALPS 處理水排放之源頭監測作業，共計分為 3 階段，彙整如圖 20，說明如下：

1. 批次排放前取樣確認 ALPS 處理水中核種：於 K4 桶槽區與循環取樣設施進行批次排放前取樣確認，東電公司共計分析 30 個必要監測核種與 39 個自主監測核種(共 69 個)，檢測時間需約 2 個月。經檢測確認氙以外核種與其法規限值比值總和符合小於 1 之要求，且氙濃度小於排放實施計畫所規範的 100 萬貝克/公升，始得進行後續排放作業。另並以氙的濃度計算所需海水量，決定後續排放時 ALPS 處理水與海水的流量。相關的監測結果均將公佈於東電公司之處理水入口網。此時的監測結果將決定本批次 ALPS 處理水是否可開始進行排放作業。
2. 稀釋的 ALPS 處理水排入海洋前取樣確認水中的氙濃度：批次排放一開始，東電公司將於進入放水立坑前的 S 型管路，進行取樣與氙分析，確認 ALPS 處理水與海水稀釋後，水中氙濃度小於 1,500 貝克/公升，始得進行後續海洋排放。在完成分析確認前，稀釋後的 ALPS 處理水會暫存於放水立坑之上游水槽(容量 2,000 立方公尺)，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，之後，將以連續排放方式進行。

3. 連續排放期間，每日取樣確認 ALPS 處理水與海水混合狀況是否如預期：排放期間，東電公司將每日取樣進行氚濃度分析，確認 ALPS 處理水與海水混合狀況是否如預期，此結果將於取樣隔日公布。若量測值與排放前計算結果差異超過允許偏差，則將進一步調查原因，必要時採取因應措施。連續排放開始，排放作業原則上是持續進行的。

ALPS處理水排放之源頭監測	
階段	說明
1 批次排放前取樣 確認ALPS處理水 中核種	1. 每組桶槽，批次排放前完成30個必要監測核種與39個自主監測核種分析確認(需2個月) 2. 符合以下2個條件，始得進行後續排放作業： a. 氚以外核種須小於排放法規限值，且各核種分析結果與其法規限值比值總和<1 b. 氚濃度須< 100 萬貝克/公升 3. 排放前以氚的濃度計算所需的海水量，決定後續排放時ALPS處理水與海水流量
2 稀釋的ALPS處理 水排入海洋前取 樣確認水中的氚 濃度	1. 批次排放一開始，取樣與海水混合稀釋後的ALPS處理水，進行氚濃度分析 2. 完成分析確認前，稀釋後的ALPS處理水暫存於放水立坑的上游水槽中 3. 氚濃度需< 1,500 貝克/公升，始得進行後續海洋排放作業(連續排放)
3 連續排放期間， 每日取樣確認 ALPS處理水與海 水混合狀況是否 如預期	1. 連續排放期間，每日進行稀釋後的ALPS 處理水取樣，進行水中氚濃度分析。 2. 確認稀釋後水中氚的濃度與排放前計算結果是否相符(不超過允許偏差)。

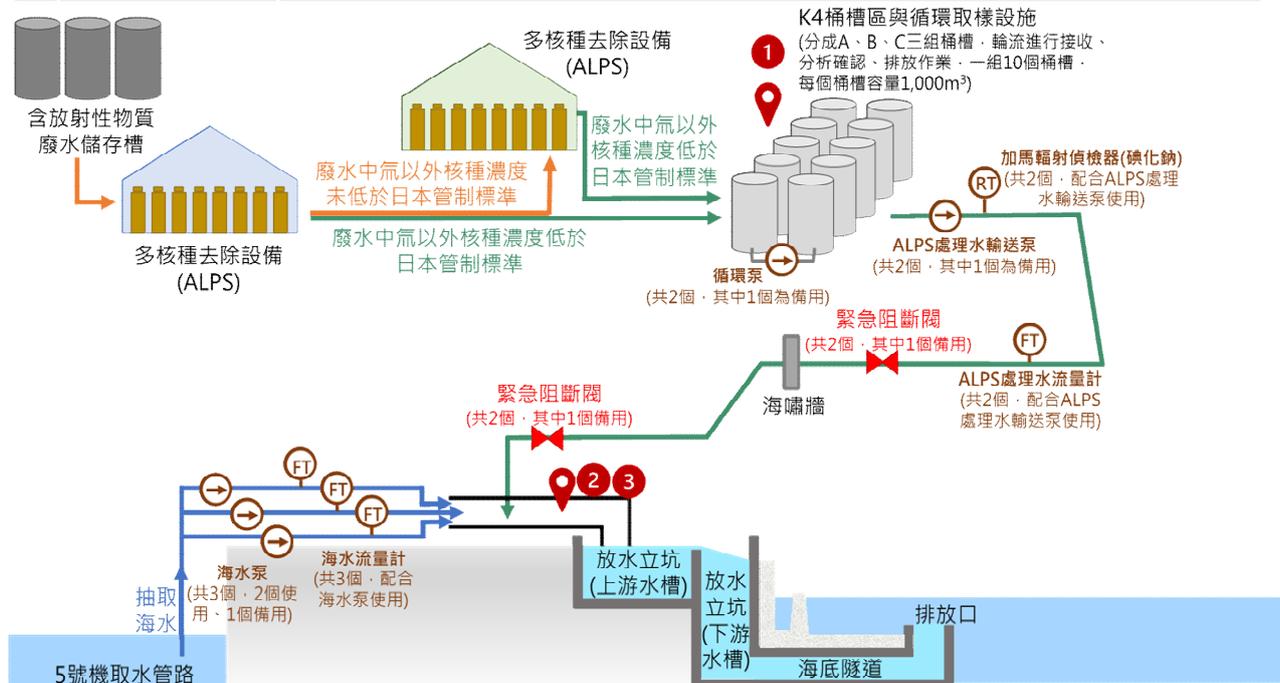


圖 18、ALPS 處理水排放之源頭監測

(四) ALPS 處理水第三方檢測狀況

在觀察團返國後的 6 月 22 日，東電公司公布其於 2023 年 3 月底取樣 K4 區 B 組桶槽儲存之 ALPS 處理水的分析結果，該組桶槽是 IAEA 於 2022 年 3 月第一次執行 ALPS 處理水第三方監測作業所取樣之桶槽，也是預計未來第一批排放的桶槽。

東電公司於其化學分析棟進行檢測的結果顯示，必要的 30 個監測核種中，氬濃度為 14 萬貝克/公升，其餘 29 個核種的濃度與其法規限值比值總和為 0.28，符合排放前監測要求。而自主分析的 39 個核種，檢測結果均確認為不顯著存在，即各核種的濃度均小於其法規限值之 1%。另外東電公司並委託第三方檢測實驗室株式會社化研，及經產省委託 JAEA 大熊分析研究中心，亦同步進行前述 K4-B 組桶槽 69 個核種之分析，三個單位對於 2023 年 3 月底取樣的 ALPS 處理水之分析結果相當一致。

IAEA 於前述樣本取樣的一年前(2022 年 3 月)亦執行 K4 區 B 組桶槽儲存之 ALPS 處理水取樣作業，該批樣本由東電公司、IAEA 所屬 3 間實驗室，及韓國、法國、美國、瑞士的實驗室共 4 間，進行實驗室間比對分析與驗證，結果報告於 2023 年 5 月 31 日公布。透過本次 IAEA 與各國實驗室以更廣泛的分析方式，可瞭解 ALPS 處理水中並沒有發現非預期的其他核種。此次結果亦確認，東電公司採用的取樣前循環與攪拌方法，足以確保 ALPS 處理水取樣前均勻化，以及東電公司針對不同核種已選擇妥適之分析方法、採用的檢測限值均小於各核種管制限值的 1%、並具有執行 ALPS 處理水排放監測，提供精確的測量結果之能力。

另有關經產省為減少風評負面影響，委託 JAEA 大熊分析研究中心執行 ALPS 處理水第三方檢測部分，本次觀察團因受限於時間，無法實際拜訪大熊分析研究中心，但經與該中心人員交流有關其執行 ALPS 處理水檢測之執行結果，可看到該中心對 ALPS 處理水分析

結果與 IAEA 之報告數據接近，亦在 2022 年參加國際間比對，2023 年也規劃參與日本國內實驗室比對，惟因取得 ISO/IEC 17025 認證需要時間，目前尚未取得。考量 ISO/IEC 17025 認證為國際認可的實驗室品質標準，是實驗室的技術能力與品質的重要指標，未來宜持續追蹤 JAEA 大熊分析研究中心認證狀況。

(五) 緊急或異常狀況時停止 ALPS 處理水排放之控制機制

東電公司於 2021 年 12 月向 NRA 提送 ALPS 處理水排放實施計畫時，即規劃於 ALPS 處理水輸送管路上，在不同海拔高度位置(海拔 2.5 及 11.5 公尺處)配置緊急阻斷閥，以供緊急狀況發生時可立即停止排放作業。考量急停控制機制是 ALPS 處理水排放時，確保排放作業安全，及排放作業依規劃執行的重要防線，而緊急阻斷閥則是落實此機制的重要設備。因此本次觀察團，積極向日方爭取實地查視，以瞭解緊急阻斷閥的運作機制，並確實完成本項實地觀察任務。

另外，東電公司於 2023 年 5 月提出海域監測異常指標，規劃排放期間定期取樣離岸 3 公里內 10 個監測點位、以及 3-10 公里內 4 個監測點位的海水，進行海水中氚濃度的快速分析，及早掌握海域輻射狀況。並規劃前述異常指標分別為 700 貝克/公升(約為排放設定值 1,500 貝克/公升的一半)以及 30 貝克/公升。當海水氚分析結果超過前述指標，東電公司將檢討並停止排放作業。

綜整本次觀察團掌握的 ALPS 處理水異常控制機制，共計可分為 8 種狀況，彙整如圖 21。其中狀況 1 至 6 均屬於排放流程控制，譬如 ALPS 處理水輸送泵故障、ALPS 處理水流量計故障或 ALPS 處理水流量過高、或 ALPS 處理水輸送管路上的加馬(碘化鈉)輻射偵測器故障或偵測結果異常等狀況，將自動啟動緊急阻斷閥，截斷 ALPS 處理水的傳送，並將已於 ALPS 處理水輸送管路中的 ALPS 處理水導引到暫存槽，停止 ALPS 處理水的排放作業。

狀況 7 屬於天災情境，將透過操作員手動啟動緊急阻斷閥，停止 ALPS 處理水排放作業。而狀況 8 則是海域監測異常狀況，採取固定點位(上述 14 個監測點)的海水樣本，以快速篩檢的方式，由實驗室進行分析，檢測結果將於取樣隔天完成檢測並公布，若發生海域監測結果超過異常指標狀況，將停止排放相關設備運轉，並進行設備、運作條件、及操作程序等之確認，此狀況將不會啟動緊急阻斷閥。

緊急或異常狀況時停止ALPS處理水排放之控制機制		
狀況	處理措施	
1 ALPS處理水輸送泵故障	自動啟動緊急阻斷閥	
2 加馬(碘化鈉)輻射偵檢器故障或偵測結果異常(偵測值超過10倍背景值)	自動啟動緊急阻斷閥	
3 ALPS處理水流量計故障或ALPS處理水流量過高	自動啟動緊急阻斷閥	
4 海水泵故障	自動啟動緊急阻斷閥	
5 海水流量計故障或海水流量過低	自動啟動緊急阻斷閥	
6 ALPS處理水監控系統故障，包含緊急阻斷閥系統異常	自動啟動緊急阻斷閥	
7 發生天災情形，如接獲海嘯警報、龍捲風警報、風暴潮預警、地震達5弱級以上	手動啟動緊急阻斷閥	
8 異常排放判定監測點之監測結果達到「異常指標」	不啟動緊急阻斷閥，但會停止排放相關設備運轉，並進行設備、運作條件、及操作程序等之確認	

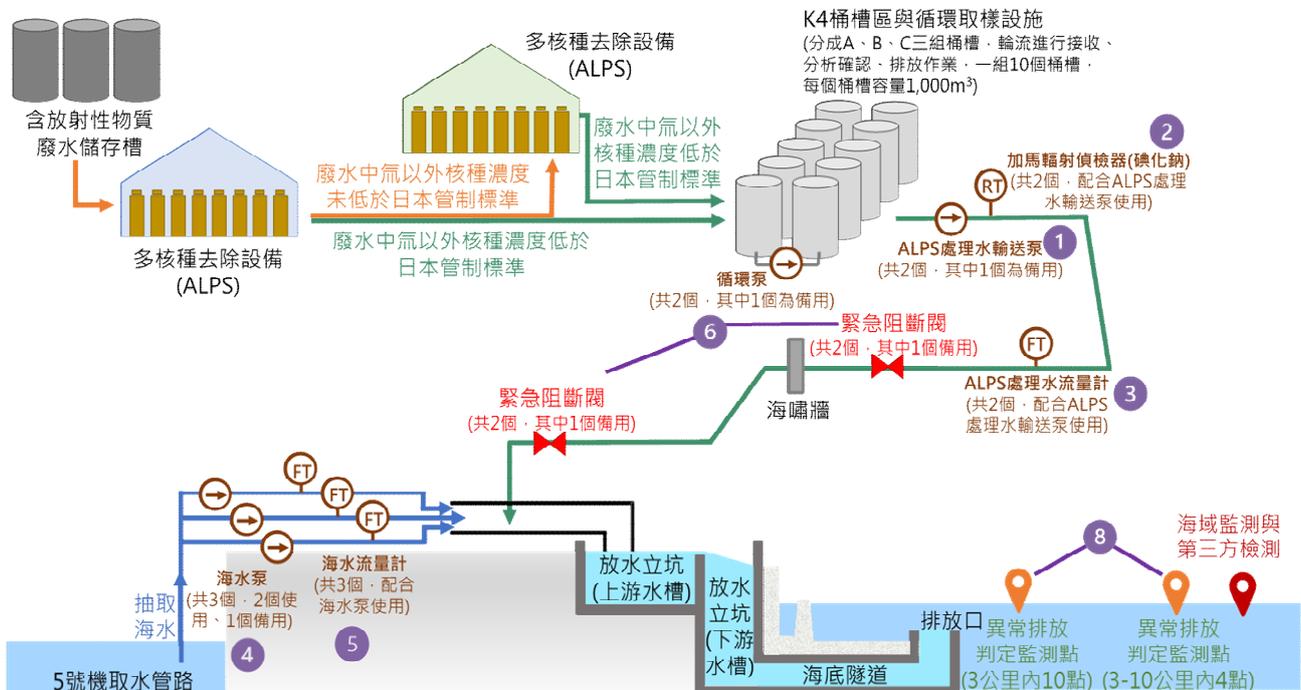


圖 19、緊急或異常狀況時停止 ALPS 處理水排放之控制機制

(六) 日本海域輻射監測狀況

ALPS 處理水排放的取樣監測，除前面討論的源頭監測，另一個重點為海域監測。本次觀察團藉由與日方交流的機會，掌握日本政府執行海域監測的最新狀況，並與我國海域監測作業相比較。

另外，IAEA 在日本福島事故後，藉由海域環境監測獨立專案「Marine Monitoring: Confidence Building and Data Quality Assurance」，持續協助日本政府確認其執行之海域監測計畫分析數據的完整性、可信度及透明度。在 2014 年至 2020 年間，共辦理 10 次國際及日本實驗室間之比較實驗(Interlaboratory Comparisons, ILCs)及 7 次能力試驗(Proficiency Test)，針對日本相關的環境檢測實驗室在海水、沉積物、及魚類樣品之取樣與放射性分析檢測能力進行比對測試，並作為確認日本執行海域監測能力的一環。2021 年 IAEA 再赴日本福島縣進行海域取樣，並邀集日本共 10 間放射性分析檢測實驗室，法國、韓國、德國、及 IAEA 的專業實驗室共 4 間，進行分析檢測與結果比對。本次觀察團拜訪的 KANSO 公司計測分析所與 IAEA 所屬分析實驗室，以及第二次赴日觀察團拜訪的公益財團法人日本分析中心(JCAC)、公益財團法人海洋環境生物研究所(MERI)，均有參與此 IAEA 專案計畫。

綜整有關日本海域輻射監測相關心得與討論如下：

1. 日本政府自福島事故後，對於福島及鄰近地區的環境輻射監測作業，訂有綜合監測計畫並據以施行，其中包含福島縣及其鄰近縣市海域環境之監測，並定期於每年 3 月修訂。
2. 日本政府宣布將採海洋排放方式處置福島 ALPS 處理水之前，海域監測主要由東電公司、NRA、及福島縣政府執行，監測核種以鈾為主，海水氚之監測範圍限於福島第一核電廠 20 公里內之海域。2021 年 4 月日本政府宣布將採海洋排放方式處置福島儲存的

ALPS 處理水後，日本修訂的綜合監測計畫中，就大幅增加海水氚監測點位，同時增加海生物氚之監測，以掌握排放前福島縣及其鄰近縣市海域氚含量狀況。

3. 依據日方於 2023 年 3 月 16 日最新修訂之綜合監測計畫，在 ALPS 處理水開始排放後，環境省及東電公司將於原規劃之取樣點，增加執行海水氚快速篩檢，縮短分析所需時間，於一日內快速掌握海水中的氚濃度，故其 MDA 也因此提高到約 10 貝克/公升。
4. 日本政府的海域輻射監測工作，主要委託日本相關的檢測實驗室，譬如 JAEA、KANSO、JCAC、及 MERI 等。由 2022 年 6 月 IAEA 公布的 Marine Monitoring 最新報告顯示，日本的環境檢測實驗室依其常規分析方法進行海水、沉積物、及魚類樣本之放射性分析結果具有可信度，且日本在其海域監測計畫中具有足夠的分析能力。
5. 對照我國海域輻射監測，海域樣本的分析檢測作業均由原能會輻射偵測中心與核能研究所執行。輻射偵測中心每年均會訂定台灣地區環境輻射監測計畫，執行台灣海陸域環境輻射監測，確保我國環境輻射安全。自 2020 年獲知日本政府可能以海洋排放的方式處置福島第一核電廠中儲存的 ALPS 處理水後，輻射偵測中心立即增訂台灣海域氚輻射監測計畫並據以施行，建立台灣海域環境海水氚輻射先期背景資料庫。2021 年 4 月日本政府宣布將採海洋排放方式處置福島 ALPS 處理水後，輻射偵測中心即協調相關部會，包括農委會水試所與漁業署、海委會海巡署與海保署，共同合作執行海域輻射監測，增加海水監測點位，迄今，我國海域的海水氚監測點位已由 2020 年的 33 點增加至 107 點，如圖 22。
6. 除增加我國海域的海水監測點位，考量距離日本福島約 720 公里海域即為我國北太平洋公海秋刀魚漁場，2021 年起並透過跨部會合作，執行北太平洋公海漁場海域的取樣與輻射監測，建立排放

前的背景資料庫。農委會與海委會亦已規劃將於日本開始排放後，合作加強北太平洋公海海域的採樣檢測。

7. 在海生物的監測部份，以往的檢測核種是以輻射監測的第一線核種銻為主，因應日本排放規劃，我國於 2022 年中於核能研究所建立生物銻檢測實驗室，迄今持續與各相關部會合作執行海產(漁業署)、日本進口水產食品(衛福部食藥署)、海域生態樣本(海委會國海院)等各類海生物的銻檢測，建立排放前海生物銻背景資料庫。
8. 因應日本將於今(2023)年開始進行排放作業，政府刻正強化執行海水、漁產、日本進口水產食品、及海域生態樣本等各類海域樣本的取樣檢測，確保我國海域環境與民眾食品安全。



圖 20、我國海域海水監測點位分佈與點位數增加情形

(七) ALPS 處理水排放相關資訊公開

日本福島 ALPS 處理水海洋排放涉及北太平洋海域，我國為海洋國家，政府及國人均關心本案狀況，又日方的相關資訊透明公開，有助我國掌握排放源頭資訊，因應日本排放案，核能研究所並已建

置相關資訊，彙整成公開的「放射性物質海域擴散海洋資訊平台」，因此觀察團也針對此議題與日方交流討論，相關心得與討論如下：

1. 開始排放前，東電公司會公布排放計畫，說明作業相關具體執行細節，包括預計排放的桶槽群。此排放計畫將按照 NRA 核准的排放實施計畫訂定。
2. ALPS 處理水排放開始，東電公司將於其處理水入口網開設專區，公布排放相關的即時資訊，包括抽取的海水流量、ALPS 處理水流量、ALPS 處理水流速、稀釋水中氚濃度、排放管路上輻射偵檢結果、及海域異常排放監測點之監測結果等，相關資訊並將同步提供予 IAEA 掌握與展示。
3. ALPS 處理水排放開始後，環境省建置的 ALPS 處理水海域監測專頁(ALPS Treated Water Marine Monitoring Information)，將調整監測結果之更新頻率，由目前二至三個月更新一次，改為約一週更新一次，該專頁彙整中央與地方政府執行的海域監測結果。
4. 前述日方與 IAEA 的資訊網站，核能研究所已設計連結於我國「放射性物質海域擴散海洋資訊平台」中的日本監測數據與相關網站，供民眾方便瀏覽，未來可視實務需求，強化調整相關資訊顯示。

(八) 放射性物質海域擴散評估

我國氣象局與核能研究所已合作開發放射性物質海洋擴散評估技術，並以 2011 年日本福島事故後至今的歷史洋流資料，依據日本福島 ALPS 處理水未來將執行的排放實施計畫進行模擬評估，預為掌握日本排放對我國海域的可能影響，目前結果顯示對我國海域氚濃度變化影響遠低於目前背景值。該評估技術並已進一步建置為例行化擴散預報系統，將於日本排放開始時，每日進行後續 7 天日本排放水之海洋擴散預報，預報結果並公開於「放射性物質海域擴散海洋資訊平台」，供民眾瞭解掌握。

（九）日本政府的安全管制

ALPS 處理水排放的安全管制為日本政府的責任，主要由 NRA 負責，因此本次觀察團藉由交流機會，瞭解 NRA 執行安全管制狀況。NRA 執行排放前的管制要項包括：

1. 依據 NRA 所核准東電公司的排放實施計畫，進行相關設施使用前的安全檢查。
2. 確認東電公司 ALPS 處理水取樣分析作業品質。
3. 確認東電公司 ALPS 處理水排放設施之運作管理能力與準備狀況。

針對相關設施使用前的安全檢查，NRA 是分區進行，2023 年 1 月中開始執行 K4 桶槽區與循環取樣設施的檢查，並於 3 月 15 日核發東電公司循環取樣設施的使用許可，後續東電公司即進行 K4 區 B 組桶槽的取樣檢測作業，並於 6 月 22 日公布檢測結果。

本次觀察團赴日期間，NRA 刻正執行傳輸設施與稀釋排放設施及相關設備的使用前檢查，檢查內容依序分成以下 3 類。

1. 結構與安全相關功能的檢查：確認設備或設施的結構與安全相關功能是否與排放實施計畫相符，包括材料、尺寸、外觀、安裝狀況、耐壓測試、及洩漏測試等。
2. 設備功能與性能的檢查：確認設備或設施所需的功能與性能是否與排放實施計畫符合。
3. 總體性能的檢查：依排放實施計畫確認整體設施的運作性能，及其他竣工檢查。

在觀察團返國後的 6 月 28 日，NRA 開始進行 ALPS 處理水排放設施整體性能最終階段的檢查，檢查內容並包含緊急阻斷閥的運作狀況，於 6 月 30 日完成檢查作業。

針對東電公司 ALPS 處理水取樣分析品質確認部分，NRA 除確認東電公司建立相關的品質保證體系，並於 2022 年 3 月，IAEA 執行 K4 區 B 組桶槽的 ALPS 處理水取樣時，一併進行取樣，再交由

NRA 技術支援機構 JAEA 核能安全研究中心(Nuclear Safety Research Center, NSRC)進行分析檢測。JAEA NRSC 檢測核種從前述 NRA 要求檢測的 30 個核種中，挑出 12 個，以及另外的 1 個核種，共 13 個，進行比對驗證，包含：

1. 針對常被檢測出的 10 個核種：氚、ALPS 處理水中主要的 7 個核種(銫-134、銫-137、銩-90、鈷-60、鈦-106、銻-125、碘-129)、與碳-14 及鎘-99，分析檢測結果與東電公司的結果無明顯差異。
2. 針對東電公司必要分析的 2 個核種：鐵-55 及硒-79，分析檢測結果皆為未檢出。
3. 針對東電公司分析 69 個核種以外的另 1 個核種：氯-36，分析檢測結果亦為未檢出。

NRA 透過前述的檢查，確認東電公司對 ALPS 處理水取樣分析品質可符合要求。未來並規劃以一年一次的頻率進行取樣確認。

針對東電公司 ALPS 處理水排放設施之運作管理能力與準備狀況部分，NRA 在其 2023 年 5 月 24 日向 NRA 委員會報告的檢查結果中提到，東電公司已訂定相關營運管理與教育訓練的手冊、排放作業程序、異常事件的應對程序、訂定海域監測異常值、長期維護管理計畫、及設施的巡檢手冊等。

NRA 在後續的檢查中，持續完成上述運作管理能力與準備的檢查確認，包括決策點負責人員、詳細的排放作業程序、維護管理程序、資訊發布程序、以及確認東電公司以其開發的操作模擬器培訓 ALPS 處理水稀釋排放設備操作人員之實施狀況。

NRA 綜整前述檢查結果，確認東京電力公司已依據核定之實施計畫，就排放設施的運轉管理機制完成適切之整備，並於 2023 年 7 月 5 日召開的 NRA 委員會議中報告，7 月 7 日核發東電公司稀釋排放設施之「使用前檢查完成證書」。

（十）國際原子能總署的安全監督

國際原子能總署(IAEA)於 2021 年下半年開始執行日本福島 ALPS 處理水排放的安全審查，以安全評估、安全管制、及分析驗證三面向進行檢視確認。本次觀察團赴日之前，2023 年 5 月 29 日至 6 月 2 日，IAEA 赴日執行總結審查任務，並於 7 月 4 日公布總結審查報告，提出日方排放計畫符合國際安全規範及標準、日方所採取的排放作業方式，對於民眾和環境造成的輻射影響可以忽略等結論，另並說明未來工作規劃。觀察團也藉赴日拜訪交流機會，更深入瞭解 IAEA 對於本案的審查重點與未來規劃，相關心得與討論如下：

1. IAEA 後續的審查重點將轉向須於排放階段評估之要求，例如：東電公司對於排放設備的維護、以及 NRA 依排放設施的運轉經驗，督促東電公司持續優化輻射防護作業的狀況、以及東電公司與日本政府對於異常狀況的應對流程。另外，針對許多在排放前先行評估的技術議題，也會追蹤瞭解，確保與相關國際標準一致，例如：隨著電廠除役作業的執行，廢水中的核種與含量可能會發生變化，射源項與環境影響評估需要定期審視等。
2. IAEA 在福島第一核電廠已建立了駐點辦公室，將視需求到現場進行監督確認。未來也會仿照之前組成專家工作小組的方式進行審查，考量安全評估與安全審查兩大面向之間的密切聯繫，未來的審查任務將合併執行。
3. IAEA 將於排放後，2023 年底再次進行海域樣本的分析驗證與環境檢測實驗室間比對作業，分析結果將與 2022 年 11 月海域取樣分析的結果進行比對。另亦將於 2024 年再度進行 ALPS 處理水源頭監測的分析驗證，並將邀集其他第三方檢測實驗共同參加。而有關 IAEA 對東電公司執行其工作人員職業曝露的監測與評估能力驗證作業，亦將依規劃持續執行。

4. IAEA 規劃以圖像化的方式，於其官網上即時或近乎即時的展示東電公司的即時監測數據。

(十一) 海生物飼育狀況

本次觀察團拜訪福島第一核電廠中的海生物飼育設施，瞭解東電公司之海生物飼育狀況，並針對生物氚檢測結果進行討論，由目前飼養比目魚和鮑魚之分析結果顯示，若養殖海水中氚濃度無異動，分別經過約 24 小時和 1 小時，在比目魚和鮑魚體內組織自由水氚 (TFWT) 會達到飽和，且 TFWT 的濃度會略低於飼養水中氚的濃度；若養殖海水中氚濃度下降，則比目魚和鮑魚體內 TFWT 也會快速下降。此結果顯示生物體內的氚沒有累積的狀況。

另有關另一種形式的生物氚-有機結合氚(OBT)，於比目魚和鮑魚體內的變化趨勢，東電公司仍持續檢測中，但由東電公司於 2023 年 5 月 25 日所公布的比目魚體內 OBT 檢測結果顯示，目前 OBT 的濃度與養殖水中氚的濃度比值小於 0.2，但尚未達到飽和，目前的檢測結果與國際趨勢相符，未來可持續蒐集掌握東電公司養殖試驗結果。

(十二) 有機結合氚(OBT)分析檢測技術交流

我國第一間生物氚檢測實驗室於 2022 年中於核能研究所建置啟用，目前正與各相關部會合作，執行生物氚檢測，建立排放前我國的生物氚背景資料庫。為利實驗室技術接軌國際，本次觀察團與日本民間單位 KANSO 公司計測分析所相互交流生物氚分析檢測技術，分享雙方實務經驗。該所具有 5 年生物氚的檢測經驗，透過實地討論，對於生物氚檢測技術收穫良多，有助於精進我國技術。

針對觀察團所提核能研究所與其進行 OBT 分析比對試驗之可行性，該所表示若獲得日方相關單位同意，可提供核能研究所其參與 IAEA 之 OBT 分析比對試驗之剩餘樣本，此方式若可順利推動，可透

過此方式建立與日本專業實驗室之比對合作，並與 IAEA 建立間接比對機制，為我國參與本案相關海生物監測比對之間接科學證據。另後續進一步瞭解，IAEA 之 OBT 分析比對試驗之樣本，是由日本的公益財團法人海洋生物研究所(MERI)所提供的，經過切碎冷凍處理的生物樣本。

四、建議事項

針對以上各項議題之心得與討論，觀察團提出以下建議：

（一） 持續掌握 IAEA 對日本 ALPS 處理水排放作業之後續監督

IAEA 於過去 2 年五度赴日本執行審查任務，並進行福島 ALPS 處理水與海域樣本的採樣及分析驗證，排放前的總結審查報告已於 2023 年 7 月 4 日公布，未來仍將持續以專家小組方式執行安全評估、安全審查的監督作業，並已於福島第一核電廠建立駐點辦公室。另有關分析驗證部分，IAEA 已規劃將於排放後，2023 年底再次進行海域樣本的分析驗證與實驗室間比對作業，亦將於 2024 年再度進行 ALPS 處理水源頭監測的分析驗證。

針對 IAEA 的監督動態，我國一直積極掌握，相關重要訊息均會儘速公佈與民眾，未來建議仍持續透過多元管道，關注掌握 IAEA 的相關最新資訊，以透明、公開態度，提供我國民眾瞭解。

（二） 持續掌握 NRA 對 ALPS 處理水的安全管制狀況

依據本次觀察團赴日實地觀察與交流，掌握 NRA 執行安全管制狀況，包括對排放設施使用前安全檢查的內容、取樣分析的執行方式與結果、及對東電公司相關運作管理的查核。考量 ALPS 處理水排放是長期作業，NRA 於排放設施運作期間仍將持續進行安全管制，亦初步規劃未來以每年一次的頻率進行 ALPS 處理水取樣分析，確認東電公司檢測結果的正確性與分析品質。

建議持續掌握相關安全管制狀況，加強雙方管制單位對本議題之交流，並可針對 IAEA 審查 NRA 管制作業之建議「依排放設施的運轉經驗，督促東電公司持續優化輻射防護作業」，持續瞭解掌握 NRA 執行狀況。

（三） 持續掌握東電公司對 ALPS 設備運作與處理水排放管理狀況

ALPS 設備是執行福島廢水中多核種過濾吸附的重要設備，目前廠內儲存的廢水仍有 70%需經 ALPS 過濾處理，以符合氬以外核種排放規範，且目前電廠每日仍會產生約 90 立方公尺的廢水，亦須經 ALPS 過濾處理。

針對 ALPS 處理水的排放作業管理，依據本次觀察團赴日實地掌握資訊顯示，東電公司已規劃 ALPS 處理水排放監控機制。IAEA 於其 2023 年 7 月 4 日公布的審查總結報告中亦指出，東電公司採用完善的工程設計和安全控制來掌控排放過程，預防意外排放，以及就 ALPS 處理水排放作業而言，其潛在事故之輻射風險遠低於國際安全標準建議之水準。

考量此排放作業長達 30 年，ALPS 設備將持續運轉，隨著相關經驗的累積，東電公司亦會滾動精進其排放管理程序，建議國內未來仍須持續關注 ALPS 處理效能及設備維護運轉狀況，加強相關技術交流，掌握日方對 ALPS 處理水排放作業的管理狀況，以落實源頭掌握。

（四） 持續掌握日方源頭監測狀況並據以精進我國擴散評估技術

ALPS 處理水排放的源頭監測係由東電公司負責，將於批次排放前完成 K4 桶槽區取樣分析，以及稀釋水中氬濃度確認。批次排放開始後，並將每日進行稀釋水中氬濃度檢測，確認稀釋狀況與規劃相符。依照日方規劃，K4 桶槽區的批次排放前監測，另有東電公司委託的株式會社化研、以及依經產省指示的 JAEA 大熊分析研究中心，同步進行第三方檢測，前述 3 個單位的檢測結果均在排放前公布。

目前日方針對未來第一批排放的 K4 區 B 組桶槽儲存之 ALPS 處理水已完成取樣檢測，三個單位的檢測結果相當一致，符合排放要求。另東電公司亦規劃排放開始，於其處理水入口網開設專區，公布

排放相關的即時資訊，包括稀釋水中氚濃度檢測結果，以及其他排放流程監控數據，如 ALPS 處理水與海水的流量等。考量排放作業為長期工作，日方源頭取樣分析檢測結果與排放流程監控數據是確保排放作業有確實按照排放計畫執行的重要科學數據，建議未來仍須持續掌握，並據以敦促日方確實按排放計畫施行。

另外，前述源頭監測數據，以及東電公司於排放口附近執行海域監測數據，亦可用於預報模式比對驗證，以持續精進預報準確性，因此建議掌握之日方源頭監測結果，亦可利用於強化精進我國海域擴散評估技術。

（五） 持續滾動精進我國海域輻射監測作業

為確保我國海域環境與民眾食品的輻射安全，政府已透過跨部會合作，持續進行海域輻射監測，建立日本排放前的海域輻射背景資料庫。因應日本將於今(2023)年夏季開始進行排放作業，刻正強化執行海水、漁產、日本進口水產食品、及海域生態樣本之取樣檢測，未來仍將持續進行，以科學數據為我國海域環境與民眾食品輻射安全把關。

我國海域輻射監測計畫，每年均滾動精進調整，而日本與 IAEA 亦有執行海域輻射監測作業。建議未來參考日本與國際執行海域輻射監測的狀況、我國的監測結果、以及相關的實務需求，持續滾動精進我國海域輻射監測作業，守護我國海域輻射安全。

（六） 持續與日方進行技術交流合作

在觀察團三次的赴日行程中，透過拜訪日方專業技術單位，與日方專家進行實地討論與經驗分享，有助強化精進臺日雙方的海域監測與擴散模擬分析技術，亦有助拓展雙方科技專業多面向合作契機。未來建議持續與日方進行技術交流合作，可透過相互拜訪、研討會辦理、及實驗室間比對活動等多元方式推動。

五、結論

本次為我國第三次組成專家觀察團赴日實地觀察，掌握日本 ALPS 處理水排放最新狀況。本次觀察團實地了解 ALPS 處理水排放相關設施竣工狀況、排放管制流程、異常控制機制、海生物飼育設施運作現況、安全管制、及第三方檢測狀況等，另並與 JAEA 大熊分析研究中心針對 ALPS 處理水檢測作業進行交流討論，與 KANSO 公司計測分析所，針對生物氚檢測技術進行交流討論，確實完成觀察任務。

綜整我國籌組專家觀察團於日方排放前的三次赴日觀察任務，2022 年 3 月底第一次赴日時，東電公司提送的排放實施計畫刻正由 NRA 審查中、2022 年 11 月底第二次赴日時，東電公司的排放實施計畫已獲 NRA 核准，福島第一核電廠內正在興建排放設施、本次 2023 年 6 月中第三次赴日時，廠內的排放設施已陸續興建完成，東電公司正進行排放前準備，NRA 陸續進行各項設施的使用前檢查。綜整我國專家觀察團迄今三次赴日，實地觀察日方對 ALPS 處理水排放作業，從規劃設計階段、設施建造階段、及設施竣工及排放準備階段，已完整掌握日方排放作業準備的過程，以及各階段 NRA 的安全管制狀況。

觀察團以 IAEA 的國際安全標準為觀察基礎，針對三次赴日觀察所掌握資訊，以排放安全標準與 ALPS 效能、異常控制機制、海域監測狀況、輻射影響評估、及資訊公開機制等五大面向進行日方源頭資訊綜整如下說明：

- (一) 排放安全標準與 ALPS 效能：透過現場數據檢視，瞭解 ALPS 處理前後，各核種之檢測結果及 ALPS 處理效能，並掌握東電公司執行 ALPS 處理水批次排放前取樣檢測等源頭監測機制，以及日方的第三方檢測能力。
- (二) 異常控制機制：瞭解緊急阻斷閥之配置與運作機制，以及排放流程異常、天災等緊急狀況、及海域監測異常之停止排放控制機制。
- (三) 海域監測狀況：透過與 3 家執行日本海域輻射的放射性分析檢測實驗室交流，瞭解日本海域輻射監測執行狀況、相關分析檢測品質，另並取樣福島當地海水回國分析檢測，結果為當地環境背景變動範圍內。

- (四) 輻射影響評估：透過實地交流，瞭解東電公司進行放射性物質海洋擴散模擬評估技術內容。另分析東電公司的排放環境劑量評估結果，主要影響為距電廠 3 公里範圍，造成的輻射劑量，低於國際標準建議。
- (五) 資訊公開機制：透過實地交流，掌握日方源頭監測資訊公開管道與時程，以及日本政府執行海域輻射監測結果之公開管道。

觀察團總結認為日本福島 ALPS 處理水排放計畫，尚能符合安全標準。然考量排放作業將長達 30 年以上，我國仍需持續密切注意其排放作業，敦促日方落實執行排放計畫，以確保安全。

我國政府為妥善因應日本福島 ALPS 處理水海洋排放作業，已超前部署成立跨部會因應平台，透過跨部會合作，秉持科學專業監測評估、參照國際標準嚴格監測、及為國人安全與健康把關等三項原則，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四項配套措施，維護國人健康與臺灣海域輻射安全。未來仍依日方與國際的最新進展，滾動檢討精進各項措施之內容，持續以三項原則、四項配套措施，為國人健康與海域輻射安全把關。

六、參考資料

1. 20230705 NRA 就東京電力公司 ALPS 處理水排放設施使用前檢查結果報告
<https://www.nra.go.jp/data/000439953.pdf>
2. 20230704 IAEA 針對日本 ALPS 處理水排放審查總結報告
https://www.iaea.org/sites/default/files/iaea_comprehensive_alps_report.pdf
3. 20230530 ALPS 處理水海洋排放的輻射影響評估結果(建設階段)
<https://www.tepco.co.jp/press/release/2022/pdf2/220428j0303.pdf>
4. 20230424 東電公司 ALPS 處理水排放計畫變更申請書
<https://www.tepco.co.jp/press/release/2023/pdf2/230424j0201.pdf>
5. 20230316 日本綜合監測計畫
https://radioactivity.nra.go.jp/en/contents/17000/16273/24/274_20230412.pdf
6. 東電公司處理水入口網
<https://www.tepco.co.jp/en/decommission/progress/watertreatment/index-e.html>
7. 日本環境省 ALPS Treated Water Marine Monitoring Information
<https://shorisui-monitoring.env.go.jp/>
8. JAEA 大熊分析研究中心
<https://fukushima.jaea.go.jp/okuma/>
9. IAEA 福島第一核電廠 ALPS 處理水專區
<https://www.iaea.org/topics/response/fukushima-daiichi-nuclear-accident/fukushima-daiichi-treated-water-discharge>
10. 放射性物質海域擴散海洋資訊平台
<https://tworis.aec.gov.tw/>

補充資料一、福島第一核電廠現況簡介(Introduction to the current situation of Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant)

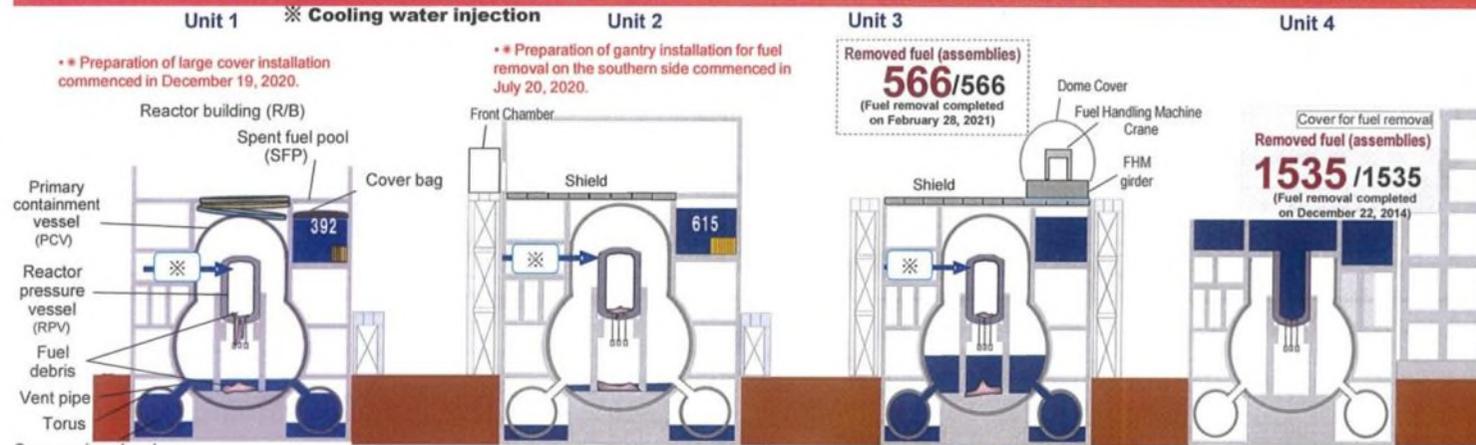
資料來源：

TEPCO, Press Release, June 2023



(1) State of Units 1-4

All reactors are in cold shutdown condition



Values as of 11:00 on May 9 2023

	RPV bottom temp.	PCV internal temp.	Fuel pool temp.	Water injection to the reactor
Unit 1	~22°C	~21°C	~29°C	3. 7m ³ / h
Unit 2	~30°C	~30°C	~28°C	1. 5m ³ / h
Unit 3	~26°C	~23°C	Not monitored as all fuel removal is complete.	3. 3m ³ / h

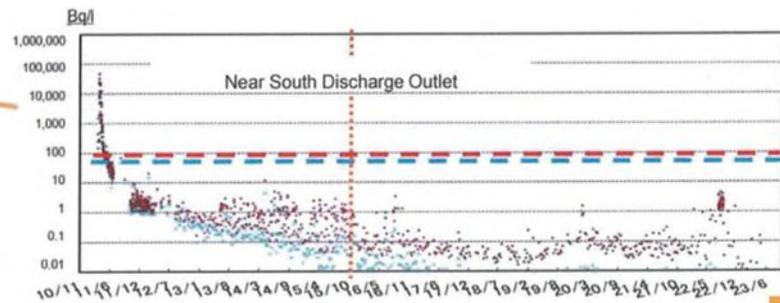
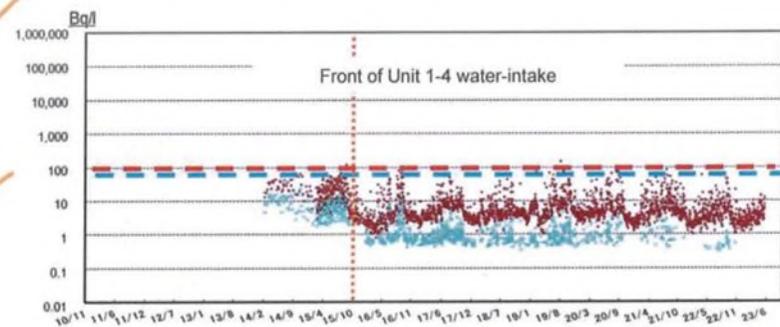
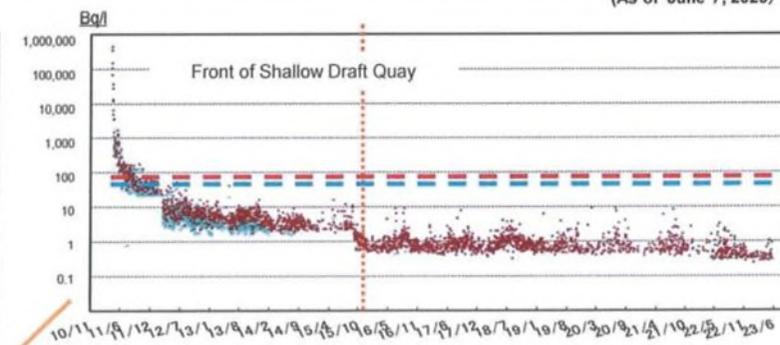
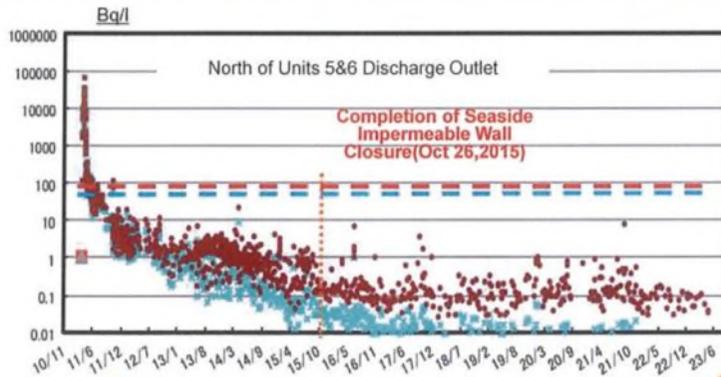


Plant parameters, including RPV and PCV temperatures, are monitored continuously 24 hours a day.

(2) Sea Area Monitoring Status

The radioactive material concentration in the port area has decreased to less than one- 1,000,000th since the accident

(As of June 7, 2023)

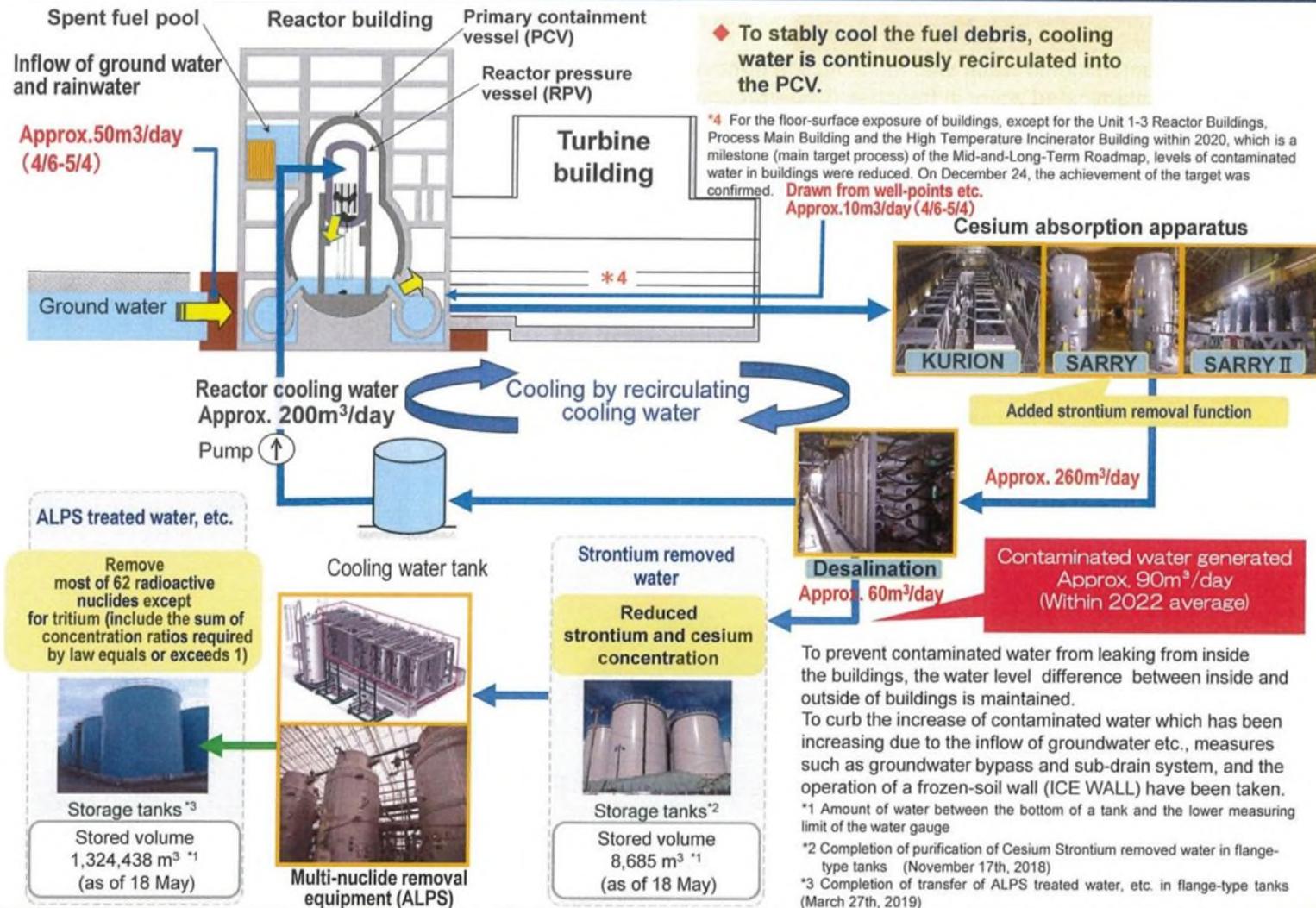


Concentration Limit Specified by the regulation

- Cesium 137: 90Bq/L
- Cesium 134: 60Bq/L



(3) Conceptual Diagram of Reactor Circulation Cooling



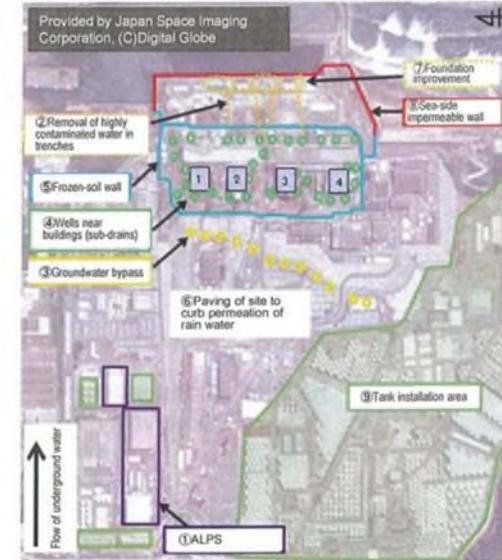
(4) Three Policies for Contaminated Water Management

Policy 1. Remove source of contamination

- ① Clean up contaminated water with Multi-nuclide removal equipment (ALPS)
- ② Remove contaminated water in trenches (Underground tunnel with piping)
- ⇒ ① Completion of filtering highly contaminated water stored in tanks in May 2015
- ② Removal was completed in December 2015

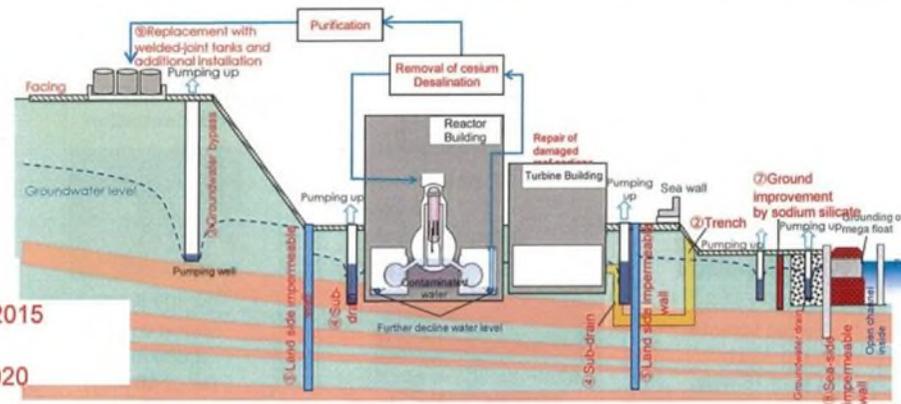
Policy 2. Isolate groundwater from contamination sources

- ③ Pumping up groundwater through groundwater bypasses
- ④ Pumping up groundwater through subdrains (wells near buildings)
- ⑤ Installation of frozen-soil impermeable wall (Ice Wall)
- ⑥ Paving of site to curb permeation of rainwater into soil
- ⇒ ③ Pumping up/Drainage* operation being implemented (accumulated volume is approximately 823 thousand tons [as of June 7, 2023])
- ④ Pumping up/Purification and Drainage* operation being implemented (1508 thousand tons [as of June 6, 2023])
- ⑤ Freeze work commenced in March 2016 and completed in September 2018
- ⑥ Paving was almost completed at the end of FY2015 (excluding Units 1-4 circumference and slope between Units 1-4 and the seaside area)
- * temporarily stored in tanks and released after TEPCO and a third-party organization has confirmed that the water quality has met operational targets.



Policy 3. Prevent leakage of contaminated water

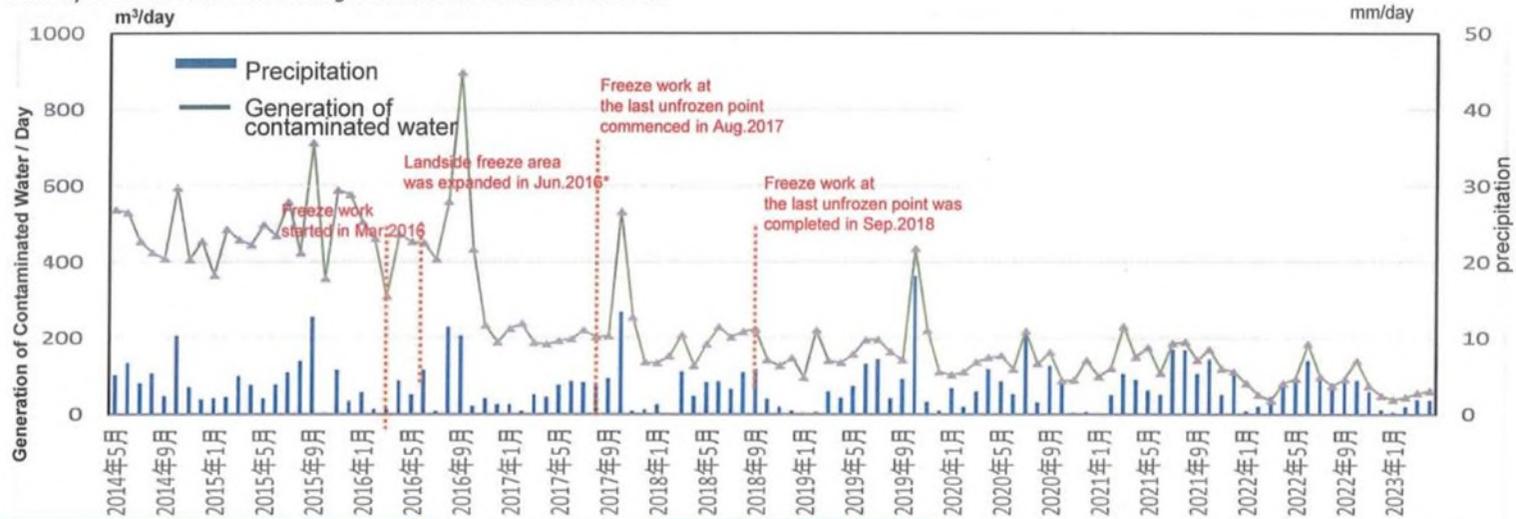
- ⑦ Ground improved with water glass
- ⑧ Installation of sea-side impermeable walls
- ⑨ Augmentation of tanks (replacement with welded tanks etc.)
- ⇒ ⑦ Ground improvement work was completed in March 2014
- ⑧ Closure of Seaside Impermeable Wall in October 2015
- ⑨ Welded tank construction
- Tank capacity targets achieved in December 11, 2020
- Total tank capacity : Approx. 1,368 thousand m³



(5) Multilayered countermeasures to reduce contaminated water generation

Multilayered countermeasures including frozen-soil Ice Wall and sub-drains etc. taken to control underground water level

The freeze work completed at the last unfrozen point of the ice wall in Sep. 2018. Underground temperatures have been kept below 0°C at almost all areas, while on the mountain side, the water level difference between the inside and outside of the wall is kept at approx. 4-5 meters. It was confirmed that Multi-layered measures including ice-wall, sub-drains and paving etc. are keeping the groundwater level stable and have contributed to the establishment of water-level management system to isolate the groundwater from the buildings. (The committee held by METI in Mar. 2018 recognized the effect of the ice wall)



Frozen-soil wall (Ice Wall)

- Freezing plant ; Refrigerator 261kW and cooling tower (30 units) to lower the temperature of antifreeze liquid (brine) to around - 30 °C
- Length ; approxi. 1,500m (whole circumference)



Frozen soil wall (Ice Wall)



Image showing how to block the inflow of underground water into Units 1-4

(6) Discharge method of ALPS treated water, etc. in to the sea

When discharging ALPS treated water into the sea, the water shall be subjected to repurification (secondary treatment) until the concentrations of radioactive materials, other than tritium, meet national standards, after which the treated water will be diluted with seawater to the point where it fully satisfies regulatory standards for tritium.

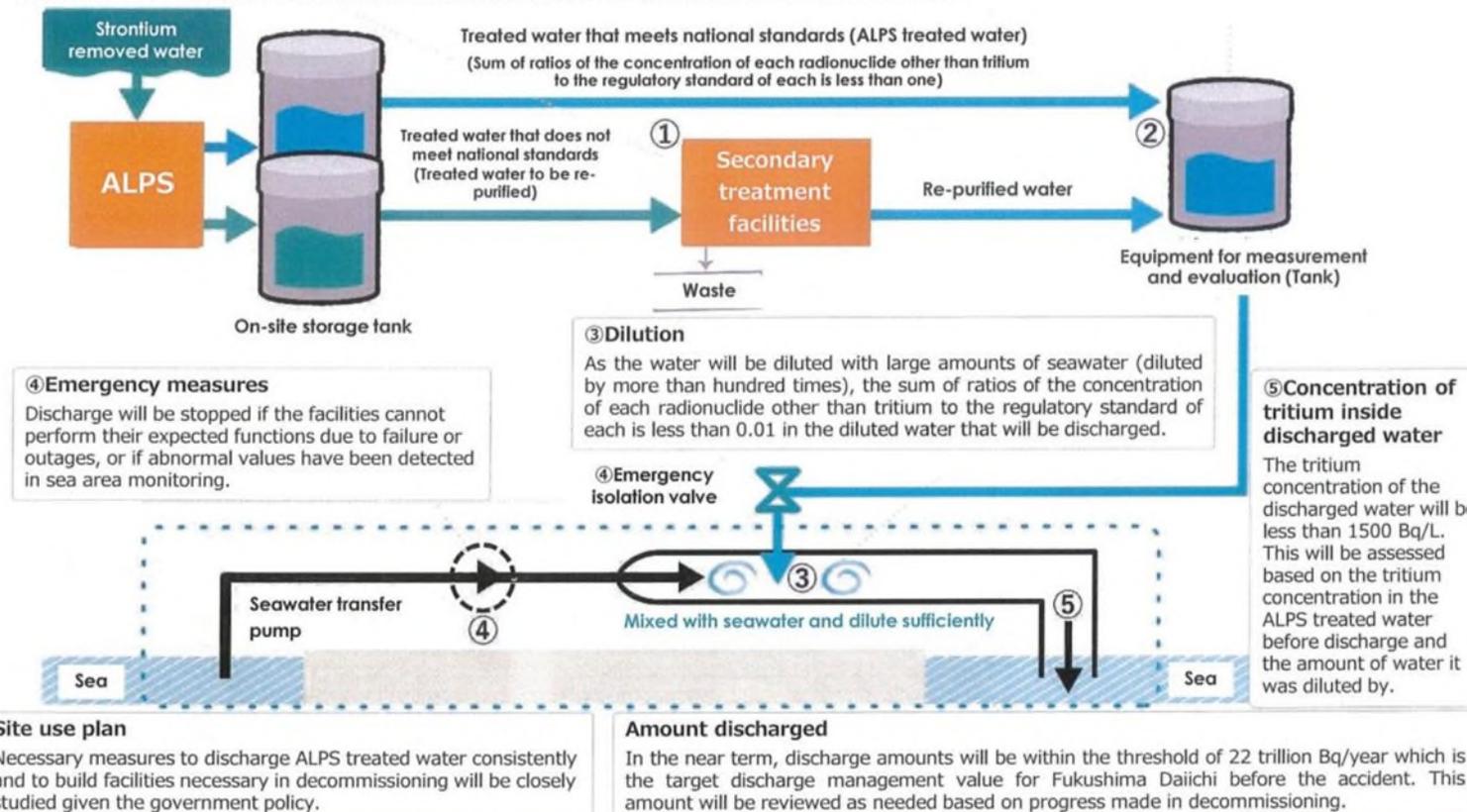
①Secondary treatment

Secondary treatment will be conducted as necessary to ensure that the level of radioactive materials excluding tritium is lower* than the regulatory standard value for safety

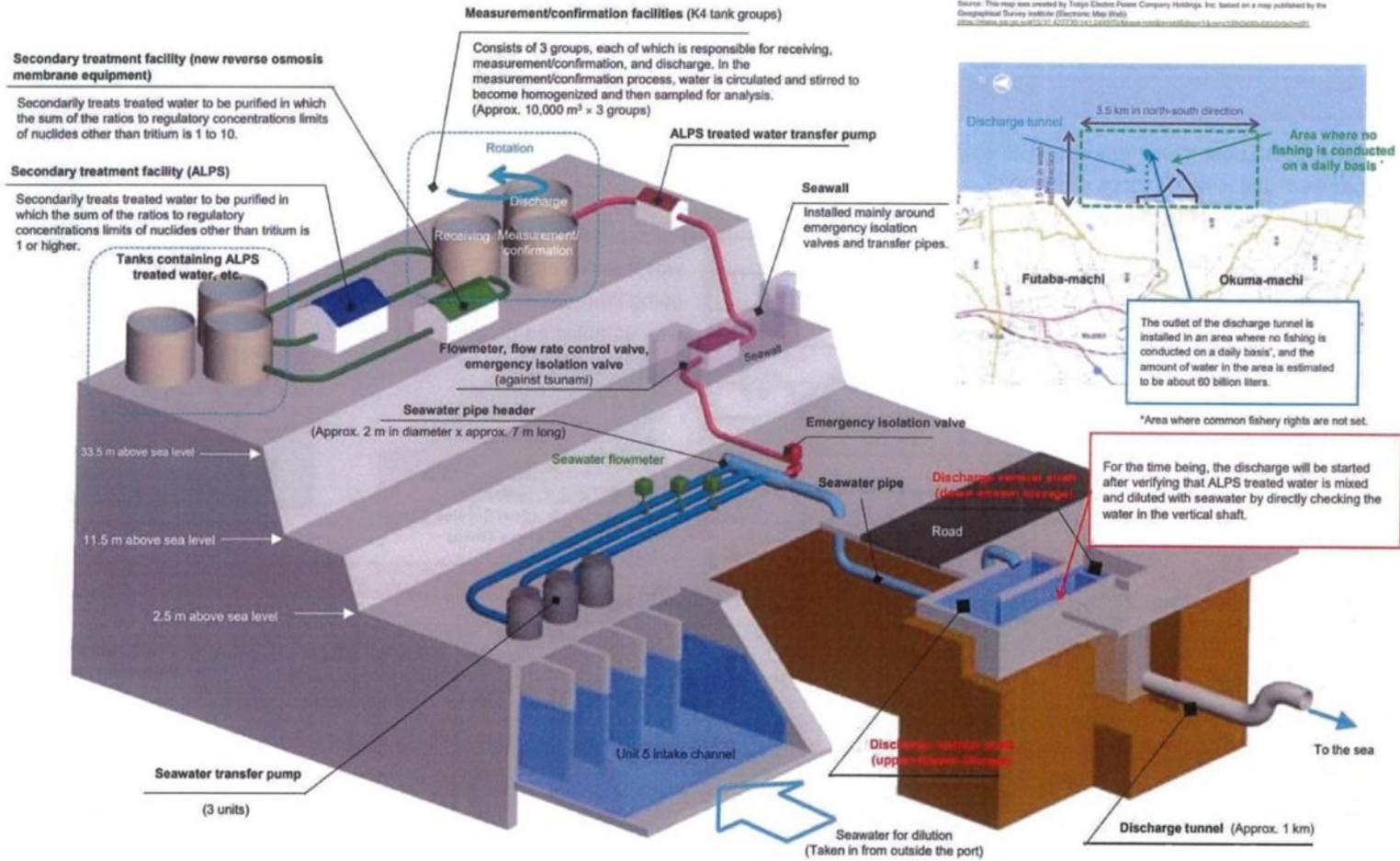
②Analysis of ALPS treated water

Third-party analysis will be used to confirm that the sum of the ratios to regulatory concentrations of radioactive substances, with the exception of tritium, is less than 1, and also to check tritium concentrations.

*Sum of ratios of the concentration of each radionuclide other than tritium to the regulatory standard of each is more than one



(7) Overview of facilities for securing safety (minimize adverse impacts on reputation)

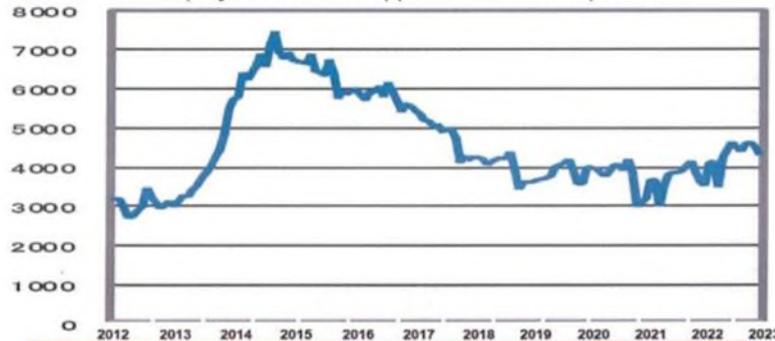


(8) Efforts to improve work environment

- Efforts are made to secure workers over the long term and to implement their exposure dose control. (Currently, approximately 90% of orders are fulfilled by negotiated contracts)
- TEPCO will continue to improve the work environment reflecting on the needs of workers.

Changes in the number of workers

- Average number of workers (TEPCO employees and contractors) per weekday is 4,360 as of April 2023.
- The local employment ratio is approx. 70% as of April 2023.



Improving the work environment

- Large rest house, which provide 1,200 workers with spacious place to relax, began to operate on May 31, 2015.
- Fukushima meal service center, which serve around 2,000 hot meals a day using ingredients from Fukushima prefecture, was established on March 31, 2015.



Large rest house (On-Site)



Fukushima Meal Service Center (Okuma Town)



Large rest house lunch room

Optimization of radioactive protective equipment

R zone (Anorak area)	Y zone (Coverall area)	G zone (General Wear)
Full-face mask	Full-face or half-face mask	Disposable mask
Anorak on coverall or double coveralls	Coverall	General or dedicated on-site wear

Included non-wearing area

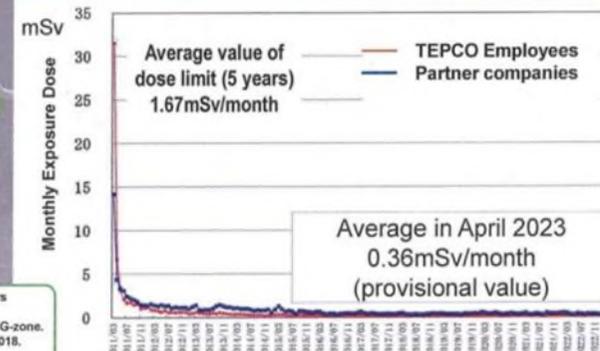
Non-wearing area of protective equipment has expanded since October 2018

Non-wearing area of protective equipment has expanded in 2018
 - Sidewalk around rest place, etc. and Main Anti-Earthquake Building (October 1st →)
 - Elevated ground of west side of Unit 1-4 (November 1st →)

Based on the progress of measures to reduce environmental dosage on site, the site was categorized into two zones: Highly contaminated area around Units 1-4 etc. and other areas to optimize protective equipment according to each category aiming at improving safety and productivity by reducing load during work.

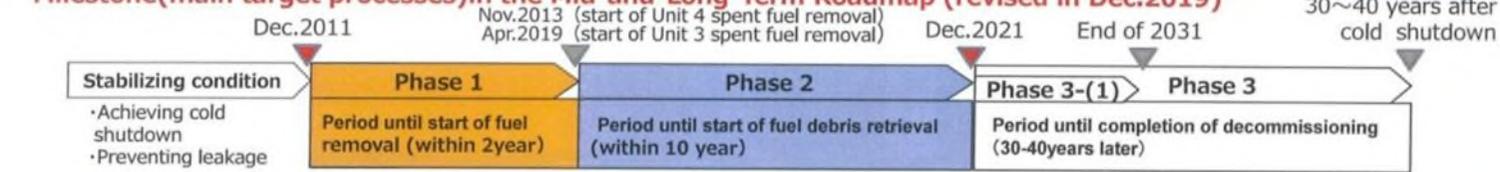
- G-zone has expanded based on the assessment of constant dust monitors measurements (shows constant dust monitor).
- Circumferential roads around Units 1-4 have been recently designated as G-zone. As a result, the ratio of G-zones to the whole premise rose to 96% in May 2018.

Monthly Transition of Exposure Dose of Workers



(9) Outline of Mid-and-Long-Term Decommissioning Roadmap and Action Plan

Milestone(main target processes)in the Mid-and-Long-Term Roadmap (revised in Dec.2019)



Contaminated water management

- Reduction to about 150m³/day
- Reduction to about 100m³/day or less

Stagnant water treatment

- Completion stagnant water treatment in buildings
- Reduce the amount of stagnant water in reactor buildings to about a half of that in the end of 2020

Contaminated water management

- Reduce contaminated water generation to about 100 m3/day or less (in 2025)
- The maintenance, management and operation of the groundwater bypass, sub-drain and land-side impermeable wall be continued and the level of the groundwater around the buildings be kept low in a stable manner.
- As measures to prevent rainwater seepage, site pavement on the inner side (mountain-side) of the land-side impermeable wall and repair of damaged roof be carried out.
- Reduce amount of contaminated water generated to about 50-70 m3/day (FY2028).
- Promote localized building water sealing as a measure to further reduce building inflow.

Fuel Removal

- Complete installation of the large cover at Unit 1 (around FY2023)
- A large cover will be installed to control scattering of dust while removing rubble.
- Start fuel removal from Unit 1 (FY2027 - FY2028)
- Fuel handling system required for fuel removal will be fabricated.
- The fuel handling system will be installed after removing rubble, collapsed overhead crane, etc., handling the well plug (shielding concrete installed on top of the reactor containment vessel) that has gotten out of alignment due to the accident, and reducing the dose by means of decontamination and shielding etc.
- Fuel removal will be started after conducting training on fuel handling.
- Start fuel removal from Unit 2 (FY2024 - FY2026)
- Fuel handling system required for fuel removal will be fabricated.
- A gantry will be installed on the southern side of the Reactor Building for removing fuel from openings of R/B walls.
- Fuel handling system will be installed after reducing the dose on the refueling floor by means of decontamination and shielding.
- Fuel removal will be started after conducting training on fuel handling.
- Complete fuel removal from Units 1 - 6 (in 2031)
- Fuel will be removed from Units 5 and 6 in a way that does not interfere with works at Units 1 and 2.
- Since the common pool receives spent fuels from each unit, the spent fuels in the common pool will be stowed in dry storage containers (casks) in advance and stored on high grounds.
- Additional temporary storage facilities will be installed after securing sites within the premises.



Completion Within 2020
 Completion Within 2025
 Completion Within 2020 *
 * Excluding the reactor buildings of Units 1-3, process main buildings, and High temperature incineration building.
 Completion FY2022-2024

Fuel removal from spent fuel pools

- Complete of installation of the large cover at Unit 1 Around FY2023
- Start of fuel removal from Unit1 FY2027-2028
- Start of fuel removal from Unit2 FY2024-2026
- Complete of fuel removal from Units 1-6 Within 2031

Fuel debris retrieval

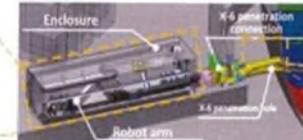
- Start fuel debris retrieval from the first Unit Within 2021
- (Start from Unit 2, expanding the scale gradually. Reviewing the plan to launch in the late FY2023 due to the impact of pandemic of COVID-19 and to secure safety and ensure reliability of operation)

Waste management

- Technical prospects concerning the processing/disposal policies and their safety Around FY2021
- Eliminating temporary storage areas outside for rubble and other waste Within FY2028

Fuel debris retrieval

- Start fuel debris retrieval from the first implementing unit
- Towards the trial retrieval in Unit 2, research and development will be undertaken, engineering work will be carried out to apply the results of R&D on site, and fuel debris retrieval equipment (access equipment, recovery equipment, etc.) will be manufactured and installed. Primary Containment Vessel (PCV) internal investigation will be implemented in accordance with retrieval. Since the development of equipment in the UK has been delayed due to the COVID-19 pandemic, performance confirmation tests, etc. will be conducted in Japan to minimize the delay to approximately one year. In addition to about one-year delay in the development of the equipment caused by the spread of COVID-19 in the U.K, the preparation period of about 1 to 1.5 years was added for the safety and reliability of the trial retrieval (internal investigation and debris collection), and the start of the trial retrieval was revised to the latter half of FY2023.
- The operation of the existing gas management system will be changed for enhancing the function of monitoring radioactive materials and for preventing dust from scattering to outside the PCV
- The deposits or obstacles in the existing opening (X-6 penetration) that leads to the inside of the PCV will be removed.



*This document utilizes the results of the International Research Institute for Nuclear Decommissioning (IRRI)

Waste management

- Eliminate outdoor temporary storage areas for rubble and other waste (in FY2028)
- Additional miscellaneous solid waste incineration facilities for reducing the volume of combustible materials or volume reduction facilities, etc., for reducing the volume of incombustible materials (metal, concrete) will be installed and their operation will be started.
- Waste stored outdoors temporarily will be incinerated or reduced to store in the solid waste storage facility.
- If the projection of solid waste generation that will be generated in the future fluctuates and the capacity of storage facilities are short, additional storage facilities will be built after securing space within the premises.

TEPCO Holdings Fukushima Daiichi Nuclear Power Station Site Layout

March 30, 2023

Fukushima Daiichi NPS Map



©Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc. All Rights Reserved. Unauthorized copying or reproduction forbidden

Provided by Japan Space Imaging Corporation, photo taken on April 8, 2021
Product © 2020 DigitalGlobe, Inc., a Maxar company

補充資料二、東電公司 ALPS 處理水排放
設施使用前檢查情形報告
(Status of inspections on ALPS
treated water discharge at the
TEPCO' S FDNPS)

資料來源：

NRA, Press Release, June 2023

Status of inspections on ALPS treated water discharge at the TEPCO'S FDNPS

24th May 2023
NRA

1. Objective of this document

This document is prepared to report to the NRA Commission about the status of pre-service inspection and operational safety inspection being conducted by the NRA Secretariat on the installation and operational measures of the ALPS treated water discharge facility that TEPCO has been working on.

2. Backgrounds

The NRA approved the Application for approval to amend the Implementation Plan (IP) pertaining to Specified Nuclear Facility "Installation of ALPS Treated Water Discharge Facility" of TEPCO FDNPS on 22nd July 2022, and the Application on "Operational Measures of ALPS Treated Water Discharge" on 10th May 2023.

Currently, the NRA is conducting pre-service inspection and operational safety inspection on the installation and operational measures of the ALPS treated water discharge facility that TEPCO has been working on to check whether those activities conform to the approved IP.

3. Status and future plans of inspections

Pre-service inspection of measurement/confirmation facility was completed on 15th March 2023. Pre-service inspections of transfer facility, dilution facility and discharge facility are now being conducted. (see attachment 1)

For operational safety inspection to confirm operational measures are properly set based on the approved IP before the start of discharge, the following subjects were identified; quality assurance of nuclide analysis, operational framework for ALPS treated water discharge facility, and operational management of ALPS treated water discharge facility. As a progress of inspection so far, the NRA confirmed that quality assurance of nuclide analysis is properly established at TEPCO. Also, the NRA confirmed that those manuals that TEPCO has already prepared are properly documented except one point. The rest of the manuals are to be prepared as the installation proceeds and the operational framework are to be established before the start of operation, therefore the NRA will inspect those items in due course. (see attachment 2)

The NRA will report the result of inspections to the NRA Commission, after those

remaining inspections are completed.

[Attachment 1] Status of Pre-service Inspections [Transfer, Dilution and Discharge Facility] (As of May 19, 2023)

[Attachment 2] Status of operational safety inspection on operational measures of ALPS treated water discharge facility

[Reference 1] Facility overview, excerpt from TEPCO's material as of November 14, 2022

[Reference 2] Regulatory Process for ALPS Treated Water Discharge

Status of Pre-service Inspections [Transfer, Dilution and Discharge Facility]

(As of 19th May 2023)

	Equipment	To confirm the structure of equipment ¹	To confirm the function of the individual equipment ²	To confirm total performance of equipment ³
Transfer Facility	ALPS treated water transfer pump (Factory-Made)	●	—	□
	ALPS treated water flow meter	●	□	—
	Radiation monitor	●	□	—
	Emergency isolation valve (Factory-Made)	—	○	—
	ALPS treated water flow rate control valve (Factory-Made)	—	—	□
	Main pipes	●	—	□
	Leakage detectors and alarms	○	□	—
Dilution Facility	Seawater transfer pump (Factory-Made)	□	—	□
	Seawater flow meter	□	□	—
	Discharge vertical shaft (Upper-stream storage)	●	—	□
	Main pipes	○	—	□
Discharge Facility	Discharge vertical shaft (Down-stream storage)	□	—	□
	Discharge tunnel	□	—	□
	Discharge outlet	□	—	□

[Legend] □ : Waiting, ○ : In progress, ● : Done

¹ Inspection to confirm the structure or performance of the reactor facility for nuclear power plants as specified in the implementation plan, including material inspection, dimensional inspection, visual inspection, inspection to confirm the state of assembly and installation, pressure resistance inspection, and leakage inspection.

² Inspection to confirm the functions or performance required for the operation of the reactor facility for nuclear power plants as specified in the implementation plan.

³ Inspection to confirm the total performance of the reactor facilities for nuclear power plants as specified in the implementation plan, and other inspections necessary to confirm completion of the construction.

Status of operational safety inspection on operational measures of ALPS treated water discharge facility

1. Quality assurance of nuclide analysis

Through operational safety inspection, the NRA confirmed that TEPCO's activities on quality assurance of nuclide analysis are conducted properly based on the Implementation Plan (IP), which was approved on 22nd July 2022 and 10th May 2023.

The details of the confirmation results are as follows:

- ✓ Radionuclides to be measured and evaluated are properly selected based on the selection scheme which has been stipulated in the IP.
- ✓ Procurement process for outsourcing as well as responsibility and authority for analytical activities are clearly defined in in-house manual. Also, requirements for procurement, validation of procured products, and corrective action are properly implemented based on the IP.
- ✓ TEPCO and its contractor implements activities to secure human resources and train workers.
- ✓ Traceability is ensured by the certification standards that the contractor has obtained, uncertainties are evaluated properly, and detection limit is below 1/100 of regulatory concentration limit. Additionally, traceability of those analytical methods which are not certificated, is also secured by inter-comparison analysis.

2. Operational framework for ALPS treated water discharge facility

Operational framework, which was approved on 10th May 2023, is to be applied from the day when the ALPS treated water discharge facility starts operation. Therefore, the NRA could not inspect it so far.

On the other hand, the NRA confirmed that manuals about capability management, education and training for operation of ALPS treated water discharge facility are properly established.

3. Operational management of ALPS treated water discharge facility

The NRA inspected the preparation status including manuals for operational management of ALPS treated water discharge facility (1. receiving, 2. measurement/confirmation, 3. discharge), based on the IP. The confirmed items includes:

- ✓ Operational procedure for the receiving process
 - Operational procedure of ALPS treated water transfer pump and receiving valve
 - Procedure to respond to unusual events
- ✓ Operational procedure for the measurement/confirmation process
 - Operational procedure for circulation and agitation

- Procedure for sampling
- Procedure to respond to unusual events
- ✓ Operational procedure for the discharging process
 - Operational procedure of seawater transfer pumps
 - Procedure to respond to unusual events (e.g., to suspend discharge immediately)
- ✓ Set unusual values in sea area monitoring
- ✓ Maintenance and management of the facility
 - Addition of items to the inspection plan and the long-term maintenance management plan
 - Manuals for patrol inspection (patrol route and its frequency)

As a result of operational safety inspection, the NRA confirmed that the contents of IP are properly reflected in the in-house manuals, except for the point that persons responsible for the judgement to proceed to the next step in the discharge process are not clearly defined.

4. Future plans

Main items for the coming operational safety inspection is as follows:

[2. Operational framework of ALPS treated water discharge facility]

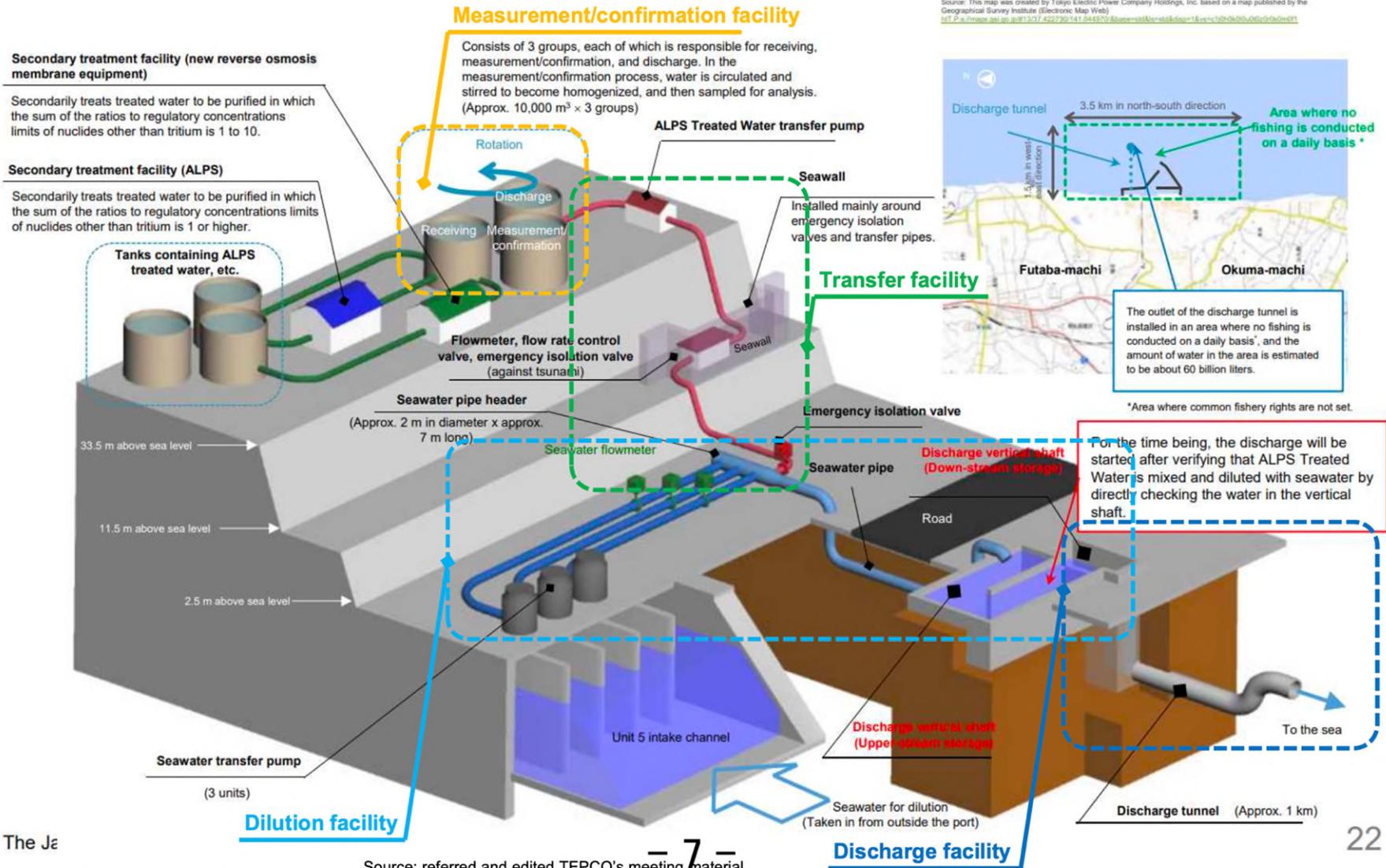
- Transfer of duties for the operation and maintenance of the ALPS treated water discharge facility before the start of operation.

[3. Operational management of ALPS treated water discharge facility]

- ✓ Judgement at the holding points of each process
 - Conditions to check the result of measurement and a person who makes judgement.
 - Procedure to proceed to the next process and a person who makes judgement.
 - A person who judge the suspension of discharge when unusual events occurs.
- ✓ Operational procedures for the discharging process which could not be inspected so far
 - Operation to input the concentration of tritium
 - Setting the flow rate based on the input tritium concentration
 - Planning of the annual discharge amount of tritium
 - Periodic confirmation process of radionuclides to be measured and evaluated

- ✓ Operational procedure for the maintenance and management
 - Management measures of discharge vertical shaft (Down-stream storage), which is the non-controlled area

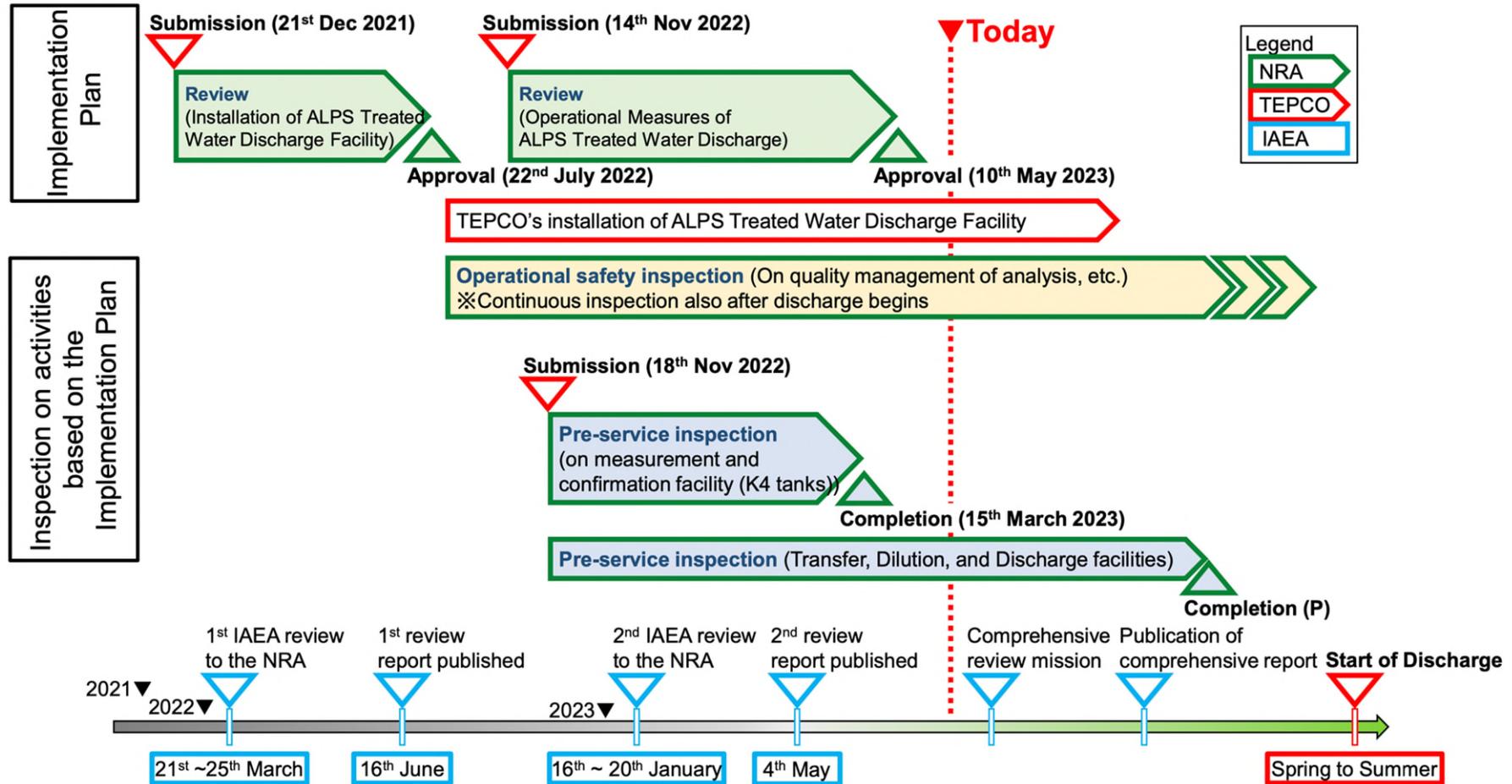
2-1(1) [3] Methods of seawater intake and discharging ALPS Treated Water after dilution
 2. Facility overview for ensuring safety



The Jc

Source: referred and edited TEPCO's meeting material
https://www.tepco.co.jp/en/hd/decommission/information/committee/pdf/2022/alps_22021501-e.pdf

Regulatory Process for ALPS Treated Water Discharge



補充資料三、東電公司分析 ALPS 入口與出口核種活度數據
(Measurement results of 64 nuclides at ALPS inlets and
outlets)

資料來源：

TEPCO, Press Release, June 2023

Measurement results of 64 nuclides at ALPS inlets and outlets

Inlet

The concentrations shown here includes ones calculated based on radiological equilibrium or inventory ratios, and for those nuclides explanation were added to the "Remarks" column. As the reference, sum of the ratios were added to column D. Concentration of tritium, which is not a nuclide subject to removal by ALPS, was also added since it was measured.

Facility name		Date	Sum of the ratios to the regulatory concentration limits other than tritium [-]	Nuclide	H-3	C-14	Mn-54	Fe-59	Co-58	Co-60
				Regulatory concentration limit [Bq/L]	6E+04	2E+03	1E+03	4E+02	1E+03	2E+02
				Remarks						
Additional ALPS	Inlet	2019/8/2	1153				1.641E+00	<3.220E+00	<1.303E+00	7.749E+02
Additional ALPS	Outlet of system A	2019/7/31	0.57				<7.234E-02	<1.406E-01	<6.714E-02	2.286E+00
Additional ALPS	Outlet of system B	2019/9/9	0.54				<5.497E-02	<1.176E-01	<5.032E-02	6.259E-01
Additional ALPS	Outlet of system C	2019/9/25	0.42				<5.026E-02	<1.251E-01	<5.029E-02	3.008E-01
Existing ALPS	Inlet	2020/6/11	2056				<3.788E+00	<1.974E+01	<6.726E+00	2.435E+01
Existing ALPS	Outlet of system A	2020/6/11	0.61				<1.185E-01	<2.669E-01	<1.218E-01	6.066E-01
Existing ALPS	Outlet of system B	2020/7/8	0.60				<1.129E-01	<2.568E-01	<1.313E-01	4.296E-01
Additional ALPS	Inlet	2020/7/15	5216				<5.422E+00	<1.489E+01	<7.899E+00	1.802E+01
Additional ALPS	Outlet of system A	2020/7/15	0.56				<1.305E-01	<3.195E-01	<1.390E-01	<1.439E-01
Additional ALPS	Outlet of system B	2020/8/3	0.57				<1.209E-01	<2.797E-01	<1.240E-01	<1.434E-01
Additional ALPS	Outlet of system C	2020/7/20	0.59				<1.302E-01	<2.418E-01	<1.410E-01	<1.384E-01
Existing ALPS	Inlet	2021/4/12	8445				<7.549E+00	<1.398E+01	<8.027E+00	2.010E+02
Existing ALPS	Outlet of system C	2021/4/12	0.59				<1.037E-01	<2.777E-01	<1.272E-01	6.768E-01
Additional ALPS	Inlet	2022/1/12	1434				<8.551E+00	<1.662E+01	<9.730E+00	1.424E+02
Additional ALPS	Outlet of system B	2022/1/12	0.70		1.99E+05	2.72E+02	<1.188E-01	<2.633E-01	<1.381E-01	7.791E-01
Additional ALPS	Outlet of system C	2022/1/19	0.78		2.00E+05	1.26E+02	<1.247E-01	<2.792E-01	<1.397E-01	6.228E-01
Additional ALPS	Inlet	2022/2/6	1726				<5.963E+00	<1.237E+01	<6.667E+00	1.931E+02
Additional ALPS	Outlet of system A	2022/2/6	0.53		1.29E+05	2.42E+01	<1.283E-01	<2.219E-01	<1.148E-01	<1.304E-01
High-Performance ALPS	Inlet	2022/5/18	752		2.01E+05	5.40E+01	<1.217E+00	<2.328E+00	<1.417E+00	6.368E+01
High-Performance ALPS	Outlet	2022/5/18	0.63		1.97E+05	1.28E+02	<1.302E-01	<2.674E-01	<1.213E-01	5.024E-01
High-Performance ALPS	Inlet	2022/11/30	592		2.01E+05	5.47E+01	<3.226E+00	<3.226E+00	<2.579E+00	1.885E+01
High-Performance ALPS	Outlet	2022/11/30	0.57		1.93E+05	1.19E+02	<1.298E-01	<1.298E-01	<1.220E-01	1.735E-01

Ni-63	Zn-65	Rb-86	Sr-89	Sr-90	Y-90	Y-91	Nb-95	Tc-99	Ru-103	Ru-106	Rh-103m
6E+03	2E+02	3E+02	3E+02	3E+01	3E+02	3E+02	1E+03	1E+03	1E+03	1E+02	2E+05
					Radioactive equilibrium with Sr-90						Radioactive equilibrium with Ru-103
5.289E+02	<3.145E+00	<1.921E+01	<3.745E+03	2.880E+04	2.880E+04	<3.345E+02	<1.237E+00	6.236E+01	<2.241E+00	5.389E+01	<2.241E+00
<8.473E+00	<1.377E-01	<8.537E-01	<5.258E-02	<3.392E-02	<3.392E-02	<2.187E+01	<8.259E-02	<1.216E+00	<9.281E-02	1.850E+00	<9.281E-02
<1.779E+01	<1.233E-01	<6.269E-01	<5.207E-02	<3.339E-02	<3.339E-02	<2.050E+01	<7.065E-02	<1.218E+00	<6.519E-02	<8.078E-01	<6.519E-02
<1.788E+01	<1.221E-01	<6.194E-01	<6.158E-02	<3.923E-02	<3.923E-02	<1.974E+01	<6.724E-02	<1.218E+00	<6.635E-02	<8.383E-01	<6.635E-02
2.069E+02	<7.345E+00	<6.954E+02	<4.959E+03	2.990E+04	2.990E+04	<1.948E+03	<1.345E+01	1.040E+02	<3.161E+01	<4.140E+01	<3.161E+01
<8.443E+00	<2.729E-01	<2.062E+00	<6.980E-02	<3.450E-02	<3.450E-02	<5.074E+01	<1.231E-01	<8.314E-01	<2.240E-01	<1.305E+00	<2.240E-01
<8.773E+00	<2.931E-01	<2.160E+00	<1.041E-01	2.306E-01	2.306E-01	<5.422E+01	<1.526E-01	<1.053E+00	<1.754E-01	<1.184E+00	<1.754E-01
7.331E+02	<1.081E+01	<2.605E+02	<9.725E+03	1.400E+05	1.400E+05	<2.035E+03	<1.314E+01	1.457E+01	<1.959E+01	<7.439E+01	<1.959E+01
<8.715E+00	<2.534E-01	<2.164E+00	<6.817E-02	<3.171E-02	<3.171E-02	<5.557E+01	<2.048E-01	<1.136E+00	<1.744E-01	<1.121E+00	<1.744E-01
<1.067E+01	<3.089E-01	<1.980E+00	<5.307E-02	<3.025E-02	<3.025E-02	<5.301E+01	<1.335E-01	<8.833E-01	<1.551E-01	<1.335E+00	<1.551E-01
<8.975E+00	<2.521E-01	<2.008E+00	<6.270E-02	<3.095E-02	<3.095E-02	<5.303E+01	<2.009E-01	<1.234E+00	<2.348E-01	<1.345E+00	<2.348E-01
5.125E+02	<1.362E+01	<9.978E+01	<1.391E+04	1.833E+05	1.833E+05	<2.110E+03	<7.234E+00	3.437E+01	<1.316E+01	<8.966E+01	<1.316E+01
<8.087E+00	<3.149E-01	<2.216E+00	<4.996E-02	<3.139E-02	<3.139E-02	<5.090E+01	<1.183E-01	<3.474E-01	<1.526E-01	<1.116E+00	<1.526E-01
1.437E+03	<1.595E+01	<1.024E+02	<6.286E+03	3.423E+04	3.423E+04	<2.440E+03	<8.043E+00	5.097E+01	<2.937E+01	<1.517E+02	<2.937E+01
<1.172E+01	<3.275E-01	<1.480E+00	<9.271E-02	4.631E-01	4.631E-01	<5.432E+01	<1.247E-01	<5.780E-01	<1.518E-01	<1.269E+00	<1.518E-01
<1.044E+01	<3.610E-01	<1.851E+00	<8.087E-02	6.532E-02	6.532E-02	<5.474E+01	<1.391E-01	<5.780E-01	<1.725E-01	<1.240E+00	<1.725E-01
1.807E+03	<1.487E+01	<9.716E+01	<4.251E+03	4.304E+04	4.304E+04	<1.791E+03	<5.718E+00	4.429E+01	<1.959E+01	<1.176E+02	<1.959E+01
<1.037E+01	<1.941E-01	<1.355E+00	<5.811E-02	3.235E-02	3.235E-02	<4.962E+01	<1.849E-01	<5.585E-01	<1.531E-01	<1.150E+00	<1.531E-01
6.989E+02	<2.634E+00	<1.629E+01	<3.718E+03	1.851E+04	1.851E+04	<3.278E+02	<1.169E+00	3.914E+01	<4.447E+00	<2.775E+01	<4.447E+00
<1.513E+01	<2.964E-01	<1.268E+00	<2.975E-01	<2.534E-01	<2.534E-01	<4.165E+01	<1.707E-01	<4.229E-01	<1.5E-01	<1.235E+00	<1.5E-01
4.352E+02	<8.367E+00	<4.428E+01	<1.676E+03	1.460E+04	1.460E+04	<1.154E+03	<3.981E+00	2.562E+01	<1.192E+01	<7.554E+01	<1.192E+01
<9.077E+00	<2.930E-01	<1.164E+00	<3.752E-02	4.319E-02	4.319E-02	<4.002E+01	<1.400E-01	<4.344E-01	<1.596E-01	<1.295E+00	<1.596E-01

Rh-106	Aa-110m	Cd-113m	Cd-115m	Sn-119m	Sn-123	Sn-126	Sb-124	Sb-125	Te-123m	Te-125m	Te-127
3E+05	3E+02	4E+01	3E+02	2E+03	4E+02	2E+02	3E+02	8E+02	6E+02	9E+02	5E+03
Radioactive equilibrium with Ru-106				Evaluated from the radioactivity concentration of Sn-123						Radioactive equilibrium with Sb-125	
5.389E+01	<1.764E+00	<1.748E+01	<1.089E+02	<1.904E+03	<2.962E+02	<4.431E+00	<7.076E-01	5.791E+02	<1.857E+00	5.791E+02	<2.236E+02
1.850E+00	<6.225E-02	<8.706E-02	<4.921E+00	<8.036E+01	<1.250E+01	<3.092E-01	<1.234E-01	3.210E-01	<9.401E-02	3.210E-01	<6.188E+00
<8.078E-01	<6.051E-02	<8.445E-02	<3.604E+00	<6.258E+01	<9.734E+00	<3.581E-01	<1.158E-01	3.266E-01	1.093E-01	3.266E-01	<6.114E+00
<8.383E-01	<5.305E-02	<8.401E-02	<3.510E+00	<5.823E+01	<9.058E+00	<2.853E-01	<1.378E-01	5.031E-01	<9.360E-02	5.031E-01	<6.211E+00
<4.140E+01	<6.168E+00	<1.703E+01	<6.951E+02	<5.327E+03	<8.286E+02	<1.360E+01	<1.057E+01	2.646E+02	<9.919E+00	2.646E+02	<8.144E+02
<1.305E+00	<1.384E-01	<8.597E-02	<8.391E+00	<1.319E+02	<2.052E+01	<7.039E-01	<3.707E-01	6.065E-01	<2.963E-01	6.065E-01	<1.750E+01
<1.184E+00	<1.038E-01	<8.622E-02	<7.939E+00	<1.565E+02	<2.434E+01	<5.895E-01	<3.490E-01	<3.953E-01	<2.025E-01	<3.953E-01	<1.313E+01
<7.439E+01	<6.787E+00	<4.327E+01	<5.503E+02	<5.214E+03	<8.110E+02	<2.932E+01	<7.146E+00	1.558E+03	<1.611E+01	1.558E+03	<1.255E+03
<1.121E+00	<1.221E-01	<8.471E-02	<8.435E+00	<1.430E+02	<2.224E+01	<5.821E-01	<3.887E-01	<4.052E-01	<2.083E-01	<4.052E-01	<1.255E+01
<1.335E+00	<1.267E-01	<8.440E-02	<8.159E+00	<1.350E+02	<2.100E+01	<5.824E-01	<4.279E-01	5.174E-01	<2.190E-01	5.174E-01	<1.417E+01
<1.345E+00	<1.340E-01	<8.448E-02	<8.182E+00	<1.204E+02	<1.873E+01	<5.842E-01	<2.827E-01	<6.215E-01	<3.427E-01	<6.215E-01	<2.034E+01
<8.966E+01	<8.767E+00	<2.095E+01	<4.130E+02	<8.061E+03	<1.254E+03	<3.404E+01	<5.788E+00	1.154E+03	<1.316E+01	1.154E+03	<1.264E+03
<1.116E+00	<1.050E-01	<8.744E-02	<6.971E+00	<1.559E+02	<2.425E+01	<5.839E-01	<3.774E-01	<3.968E-01	<1.813E-01	<3.968E-01	<1.260E+01
<1.517E+02	<1.737E+01	<1.818E+01	<4.832E+02	<9.193E+03	<1.430E+03	<4.215E+01	<8.065E+00	3.036E+03	<1.816E+01	3.036E+03	<2.609E+03
<1.269E+00	<1.353E-01	<8.388E-02	<8.014E+00	<1.356E+02	<2.110E+01	<6.899E-01	<3.217E-01	6.680E-01	<2.022E-01	6.680E-01	<1.314E+01
<1.240E+00	<1.273E-01	<8.244E-02	<7.741E+00	<1.515E+02	<2.356E+01	<6.821E-01	<3.311E-01	1.071E+00	<2.342E-01	1.071E+00	<1.404E+01
<1.176E+02	<1.218E+01	<1.917E+01	<3.719E+02	<8.171E+03	<1.271E+03	<4.772E+01	<8.534E+00	3.600E+03	<1.764E+01	3.600E+03	<2.207E+03
<1.150E+00	<1.059E-01	<8.388E-02	<6.817E+00	<1.435E+02	<2.232E+01	<4.418E-01	<3.233E-01	<4.272E-01	<1.787E-01	<4.272E-01	<1.283E+01
<2.775E+01	<2.68E+00	<1.546E+01	<7.1E+01	<1.429E+03	<2.223E+02	<1.233E+01	<1.51E+00	3.046E+03	<4.604E+00	3.046E+03	<4.943E+02
<1.235E+00	<1.129E-01	<7.961E-02	<6.739E+00	<1.589E+02	<2.471E+01	<3.88E-01	<3.06E-01	1.113E+00	<1.792E-01	1.113E+00	<1.252E+01
<7.554E+01	<7.477E+00	<1.584E+01	<1.841E+02	<4.459E+03	<6.936E+02	<2.467E+01	<8.063E+00	1.956E+03	<9.126E+00	1.956E+03	<1.308E+03
<1.295E+00	<1.088E-01	<7.766E-02	<5.530E+00	<1.292E+02	<2.010E+01	<5.743E-01	<3.960E-01	5.264E-01	<2.086E-01	5.264E-01	<1.133E+01

Te-127m	Te-129	Te-129m	I-129	Cs-134	Cs-135	Cs-136	Cs-137	Ba-137m	Ba-140	Ce-141	Ce-144
3E+02	1E+04	3E+02	9E+00	6E+01	6E+02	3E+02	9E+01	8E+05	3E+02	1E+03	2E+02
Evaluated from the radioactivity concentration of Te-127					Evaluated from the radioactivity concentration of Cs-137			Radioactive equilibrium with Cs-137			
<2.322E+02	<3.196E+01	<4.113E+01	5.471E+01	3.431E+02	3.095E-02	<2.348E+00	4.863E+03	4.863E+03	<7.998E+00	<4.252E+00	<1.330E+01
<6.426E+00	<9.263E-01	<2.102E+00	1.590E+00	<1.486E-01	8.355E-07	<6.382E-02	1.313E-01	1.313E-01	<2.468E-01	<2.210E-01	<6.693E-01
<6.349E+00	<7.626E-01	<1.999E+00	1.891E+00	<1.363E-01	<3.837E-07	<5.185E-02	<6.030E-02	<6.030E-02	<2.281E-01	<2.128E-01	<7.041E-01
<6.450E+00	<8.598E-01	<1.662E+00	2.414E-01	<9.842E-02	<3.671E-07	<5.620E-02	<5.768E-02	<5.768E-02	<2.281E-01	<2.803E-01	<6.263E-01
<8.457E+02	<1.240E+02	<5.477E+02	2.781E+01	7.952E+01	9.246E-03	<1.935E+02	1.453E+03	1.453E+03	<1.832E+03	<5.140E+01	<5.209E+01
<1.817E+01	<2.216E+00	<5.724E+00	<6.660E-02	<2.080E-01	<8.425E-07	<2.369E-01	<1.324E-01	<1.324E-01	<1.269E+00	<6.248E-01	<2.195E+00
<1.364E+01	<1.766E+00	<4.880E+00	<9.351E-02	<1.485E-01	2.008E-06	<2.054E-01	3.156E-01	3.156E-01	<8.112E-01	<4.150E-01	<1.295E+00
<1.303E+03	<1.274E+02	<4.877E+02	2.354E+01	3.322E+01	3.812E-03	<4.987E+01	5.991E+02	5.991E+02	<3.301E+02	<4.721E+01	<9.161E+01
<1.303E+01	<1.534E+00	<5.524E+00	8.489E-02	<1.176E-01	<7.649E-07	<2.158E-01	<1.202E-01	<1.202E-01	<8.999E-01	<4.524E-01	<1.366E+00
<1.472E+01	<1.886E+00	<4.819E+00	1.383E-01	<2.045E-01	<8.515E-07	<1.825E-01	<1.338E-01	<1.338E-01	<8.541E-01	<4.972E-01	<1.442E+00
<2.112E+01	<2.618E+00	<6.398E+00	1.488E-01	<1.540E-01	<9.577E-07	<2.677E-01	<1.505E-01	<1.505E-01	<1.328E+00	<8.404E-01	<2.262E+00
<1.313E+03	<1.630E+02	<2.462E+02	3.170E+01	9.229E+01	1.379E-02	<9.224E+00	2.167E+03	2.167E+03	<4.780E+01	<2.439E+01	<1.029E+02
<1.308E+01	<1.809E+00	<4.520E+00	2.259E-01	<1.984E-01	<7.891E-07	<1.564E-01	<1.240E-01	<1.240E-01	<6.296E-01	<4.659E-01	<1.276E+00
<2.709E+03	<3.561E+02	<3.033E+02	4.558E+01	3.243E+02	6.077E-02	<8.994E+00	9.550E+03	9.550E+03	<8.718E+01	<3.058E+01	<1.316E+02
<1.365E+01	<1.765E+00	<4.363E+00	<3.240E-02	<1.955E-01	<7.681E-07	<1.771E-01	<1.207E-01	<1.207E-01	<5.325E-01	<4.033E-01	<1.531E+00
<1.458E+01	<1.855E+00	<4.400E+00	1.228E+00	<2.271E-01	<9.106E-07	<1.324E-01	<1.431E-01	<1.431E-01	<5.576E-01	<4.429E-01	<1.582E+00
<2.292E+03	<2.900E+02	<2.072E+02	5.958E+01	2.308E+02	4.578E-02	<6.969E+00	7.194E+03	7.194E+03	<6.817E+01	<2.999E+01	<1.122E+02
<1.332E+01	<1.673E+00	<4.024E+00	<2.340E-02	<1.487E-01	<9.864E-07	<1.087E-01	<1.550E-01	<1.550E-01	<5.580E-01	<3.872E-01	<1.367E+00
<5.133E+02	<5.965E+01	<3.781E+01	3.303E+01	1.106E+02	2.370E-02	<1.194E+00	3.724E+03	3.724E+03	<1.397E+01	<9.592E+00	<3.152E+01
<1.300E+01	<1.527E+00	<3.92E+00	3.204E-01	<3.188E-01	2.825E-06	<1.439E-01	4.439E-01	4.439E-01	<5.177E-01	<3.315E-01	<1.465E+00
<1.358E+03	<1.778E+02	<1.095E+02	1.912E+01	7.442E+01	1.497E-02	<2.649E+00	2.353E+03	2.353E+03	<4.288E+01	<1.488E+01	<6.452E+01
<1.177E+01	<1.668E+00	<4.300E+00	1.658E-01	<1.769E-01	2.055E-06	<1.246E-01	3.229E-01	3.229E-01	<5.410E-01	<4.190E-01	<1.496E+00

Pr-144	Pr-144m	Pm-146	Pm-147	Pm-148	Pm-148m	Sm-151	Eu-152	Eu-154	Eu-155	Gd-153	Tb-160
2E+04	4E+04	9E+02	3E+03	3E+02	5E+02	8E+03	6E+02	4E+02	3E+03	3E+03	5E+02
Radioactive equilibrium with Ce-144	Radioactive equilibrium with Ce-144		Evaluated from the radioactivity concentration of Eu-154			Evaluated from the radioactivity concentration of Eu-154					
<1.330E+01	<1.330E+01	<3.884E+00	<1.350E+01	<1.839E+00	<1.905E+00	<1.908E-01	<6.985E+00	<1.908E+00	<5.313E+00	<5.417E+00	<5.334E+00
<6.693E-01	<6.693E-01	<9.989E-02	<1.108E+00	<2.421E-01	<6.317E-02	<1.565E-02	<3.002E-01	<1.565E-01	<3.761E-01	<2.960E-01	<2.428E-01
<7.041E-01	<7.041E-01	<8.472E-02	<1.305E+00	<2.428E-01	<5.969E-02	<1.844E-02	<2.517E-01	<1.844E-01	<4.712E-01	<3.061E-01	<1.957E-01
<6.263E-01	<6.263E-01	<8.693E-02	<1.120E+00	<2.568E-01	<5.719E-02	<1.583E-02	<2.635E-01	<1.583E-01	<3.561E-01	<3.002E-01	<1.724E-01
<5.209E+01	<5.209E+01	<1.347E+01	<5.310E+01	<2.680E+05	<2.139E+01	<7.503E-01	<2.809E+01	<7.503E+00	<1.581E+01	<2.183E+01	<2.052E+01
<2.195E+00	<2.195E+00	<2.326E-01	<2.363E+00	<3.388E+00	<1.930E-01	<3.339E-02	<6.994E-01	<3.339E-01	<8.405E-01	<8.876E-01	<5.031E-01
<1.295E+00	<1.295E+00	<1.880E-01	<2.789E+00	<2.506E+00	<1.555E-01	<3.941E-02	<5.276E-01	<3.941E-01	<7.391E-01	<6.410E-01	<3.978E-01
<9.161E+01	<9.161E+01	<1.730E+01	<8.945E+01	<3.715E+03	<1.577E+01	<1.264E+00	<3.621E+01	<1.264E+01	<3.572E+01	<4.406E+01	<2.682E+01
<1.366E+00	<1.366E+00	<1.854E-01	<2.703E+00	<3.346E+00	<1.393E-01	<3.820E-02	<5.139E-01	<3.820E-01	<6.994E-01	<6.976E-01	<4.334E-01
<1.442E+00	<1.442E+00	<1.959E-01	<2.704E+00	<2.238E+00	<1.357E-01	<3.821E-02	<4.890E-01	<3.821E-01	<7.226E-01	<7.375E-01	<4.287E-01
<2.262E+00	<2.262E+00	<2.553E-01	<2.543E+00	<2.621E+00	<2.108E-01	<3.593E-02	<8.583E-01	<3.593E-01	<7.126E-01	<8.455E-01	<4.712E-01
<1.029E+02	<1.029E+02	<2.955E+01	<9.342E+01	<2.873E+01	<9.448E+00	<1.320E+00	<4.435E+01	<1.320E+01	<4.155E+01	<4.613E+01	<2.627E+01
<1.276E+00	<1.276E+00	<2.131E-01	<2.985E+00	<1.202E+00	<1.329E-01	<4.218E-02	<4.970E-01	<4.218E-01	<7.380E-01	<5.940E-01	<3.975E-01
<1.316E+02	<1.316E+02	<4.755E+01	<1.255E+02	<2.949E+01	<1.967E+01	<1.773E+00	<7.598E+01	<1.773E+01	<5.104E+01	<5.093E+01	<2.506E+01
<1.531E+00	<1.531E+00	<2.096E-01	<2.984E+00	<1.057E+00	<1.336E-01	<4.217E-02	<6.461E-01	<4.217E-01	<8.892E-01	<7.573E-01	<4.908E-01
<1.582E+00	<1.582E+00	<2.210E-01	<2.984E+00	<1.202E+00	<1.307E-01	<4.217E-02	<6.303E-01	<4.217E-01	<8.831E-01	<6.891E-01	<5.084E-01
<1.122E+02	<1.122E+02	<3.633E+01	<9.469E+01	<2.584E+01	<1.511E+01	<1.338E+00	<7.071E+01	<1.338E+01	<5.935E+01	<5.256E+01	<2.401E+01
<1.367E+00	<1.367E+00	<2.160E-01	<2.846E+00	<7.775E-01	<1.260E-01	<4.021E-02	<6.313E-01	<4.021E-01	<5.049E-01	<5.043E-01	<4.119E-01
<3.152E+01	<3.152E+01	<8.107E+00	<1.875E+01	<2.991E+00	<3.225E+00	<2.649E-01	<1.824E+01	<2.649E+00	<1.512E+01	<1.379E+01	<4.089E+00
<1.465E+00	<1.465E+00	<1.845E-01	<2.655E+00	<7.146E-01	<1.524E-01	<3.751E-02	<5.586E-01	<3.751E-01	<4.738E-01	<5.152E-01	<4.121E-01
<6.452E+01	<6.452E+01	<2.131E+01	<7.707E+01	<1.696E+01	<9.122E+00	<1.089E+00	<4.061E+01	<1.089E+01	<3.431E+01	<2.313E+01	<1.285E+01
<1.496E+00	<1.496E+00	<1.937E-01	<2.934E+00	<6.949E-01	<1.290E-01	<4.146E-02	<5.562E-01	<4.146E-01	<7.232E-01	<7.185E-01	<4.131E-01

Pu-238	Pu-239	Pu-240	Pu-241	Am-241	Am-242m	Am-243	Cm-242	Cm-243	Cm-244
4E+00	4E+00	4E+00	2E+02	5E+00	5E+00	5E+00	6E+01	6E+00	7E+00
Evaluated based on measured value of gross α radioactivity	Evaluated based on measured value of gross α radioactivity	Evaluated based on measured value of gross α radioactivity	Evaluated from the radioactivity concentration of Pu-238	Evaluated based on measured value of gross α radioactivity	Evaluated from the radioactivity concentration of Am-241	Evaluated based on measured value of gross α radioactivity	Evaluated based on measured value of gross α radioactivity	Evaluated based on measured value of gross α radioactivity	Evaluated based on measured value of gross α radioactivity
4.888E+00	4.888E+00	4.888E+00	1.777E+02	4.888E+00	8.836E-02	4.888E+00	4.888E+00	4.888E+00	4.888E+00
<9.189E-02	<9.189E-02	<9.189E-02	<3.341E+00	<9.189E-02	<1.661E-03	<9.189E-02	<9.189E-02	<9.189E-02	<9.189E-02
<7.446E-02	<7.446E-02	<7.446E-02	<2.708E+00	<7.446E-02	<1.346E-03	<7.446E-02	<7.446E-02	<7.446E-02	<7.446E-02
<1.187E-01	<1.187E-01	<1.187E-01	<4.316E+00	<1.187E-01	<2.146E-03	<1.187E-01	<1.187E-01	<1.187E-01	<1.187E-01
<1.038E-01	<1.038E-01	<1.038E-01	<3.775E+00	<1.038E-01	<1.876E-03	<1.038E-01	<1.038E-01	<1.038E-01	<1.038E-01
<7.854E-02	<7.854E-02	<7.854E-02	<2.856E+00	<7.854E-02	<1.420E-03	<7.854E-02	<7.854E-02	<7.854E-02	<7.854E-02
<6.543E-02	<6.543E-02	<6.543E-02	<2.379E+00	<6.543E-02	<1.183E-03	<6.543E-02	<6.543E-02	<6.543E-02	<6.543E-02
3.321E-01	3.321E-01	3.321E-01	1.208E+01	3.321E-01	6.003E-03	3.321E-01	3.321E-01	3.321E-01	3.321E-01
<4.970E-02	<4.970E-02	<4.970E-02	<1.807E+00	<4.970E-02	<8.984E-04	<4.970E-02	<4.970E-02	<4.970E-02	<4.970E-02
<5.998E-02	<5.998E-02	<5.998E-02	<2.181E+00	<5.998E-02	<1.084E-03	<5.998E-02	<5.998E-02	<5.998E-02	<5.998E-02
<5.641E-02	<5.641E-02	<5.641E-02	<2.051E+00	<5.641E-02	<1.020E-03	<5.641E-02	<5.641E-02	<5.641E-02	<5.641E-02
9.756E+02	9.756E+02	9.756E+02	3.548E+04	9.756E+02	1.764E+01	9.756E+02	9.756E+02	9.756E+02	9.756E+02
<6.617E-02	<6.617E-02	<6.617E-02	<2.406E+00	<6.617E-02	<1.196E-03	<6.617E-02	<6.617E-02	<6.617E-02	<6.617E-02
7.279E-01	7.279E-01	7.279E-01	2.647E+01	7.279E-01	1.316E-02	7.279E-01	7.279E-01	7.279E-01	7.279E-01
<5.355E-02	<5.355E-02	<5.355E-02	<1.947E+00	<5.355E-02	<9.680E-04	<5.355E-02	<5.355E-02	<5.355E-02	<5.355E-02
<6.281E-02	<6.281E-02	<6.281E-02	<2.284E+00	<6.281E-02	<1.135E-03	<6.281E-02	<6.281E-02	<6.281E-02	<6.281E-02
4.131E+00	4.131E+00	4.131E+00	1.502E+02	4.131E+00	7.468E-02	4.131E+00	4.131E+00	4.131E+00	4.131E+00
<5.236E-02	<5.236E-02	<5.236E-02	<1.904E+00	<5.236E-02	<9.465E-04	<5.236E-02	<5.236E-02	<5.236E-02	<5.236E-02
4.678E-01	4.678E-01	4.678E-01	1.701E+01	4.678E-01	8.456E-03	4.678E-01	4.678E-01	4.678E-01	4.678E-01
<5.693E-02	<5.693E-02	<5.693E-02	<2.070E+00	<5.693E-02	<1.029E-03	<5.693E-02	<5.693E-02	<5.693E-02	<5.693E-02
4.792E-01	4.792E-01	4.792E-01	1.743E+01	4.792E-01	8.662E-03	4.792E-01	4.792E-01	4.792E-01	4.792E-01
<6.790E-02	<6.790E-02	<6.790E-02	<2.649E+00	<6.790E-02	<1.227E-03	<6.790E-02	<6.790E-02	<6.790E-02	<6.790E-02