



日本含氚處理水排放之監測

報告人：核能研究所

王正忠 組長

全民參與委員會112年第1次委員會議

112年06月13日



簡
報
大
綱

01

氙的主要來源及健康風險

02

日本福島含氙廢水排放規劃

03

海域與漁產監測

04

海洋擴散預警

05

資訊公開平台

06

民眾關心議題彙整與回覆

07

結語



1. 氙的主要來源及健康風險

1.1 主要來源

□ 天然生成

- ✓ 宇宙射線與大氣作用，每年約產生約 7.2×10^{16} Bq，達平衡後的天然存在氙約 1.28×10^{18} Bq(相當約3.5 kg)

□ 人為產生

- ✓ 在1945年至1963年之間的核武試驗約釋放650 kg的氙。推算至2023年尚有約16.3 kg的氙，約是天然永久存在的4.6倍(UNSCEAR, 2000; Guétat等, 2008)。
- ✓ 核反應器：一900 Mwe壓水式反應器每年約產生0.03 g (1.1×10^{13} Bq) 的氙。

1.2 健康風險

□ 體外輻射

- ✓ 氙射出的 β 粒子無法穿透人體皮膚最外面的角質層，無體外輻射風險。

□ 體內輻射

- ✓ 根據加拿大核安全委員會的研究報告，氙對生物體的健康風險可摘要如下：
 - 動物實驗：在500 mSv以上劑量，才可觀察到影響胚胎成長及遺傳效應。
 - 流行病學調查：在自然環境或職業暴露中，沒有發現氙引發的遺傳效應或增加癌症發生率



1. 氚的主要來源及健康風險(續)

1.3 氚的化學型態與國際標準

氚攝入人體的兩種化學型態

化學型態	生物半衰期	劑量轉換係數
氚水(HTO)	10天	1.8×10^{-8} mSv/Bq
有機結合氚 (Organically Bound Tritium, OBT)	40天	4.2×10^{-8} mSv/Bq

2.3倍

500 mSv約需攝入 1.2×10^{10} Bq的OBT

- 攝入體內的氚，會透過代謝排出體外。
- 氚(HTO)的生物半化期約為10天，即進入體內氚的濃度，經過約10天，就會剩下原先的一半。
- OBT的生物半化期約為40天~1年

氚的攝入標準

國際標準	品項	氚活度濃度限值
WHO	飲用水	10,000 Bq/L
CODEX	嬰兒食品	1,000 Bq/kg
CODEX	一般食品	10,000 Bq/kg
商品輻射限量標準	飲用水	740 Bq/L

衛福部尚未訂定氚的食品標準

氚的排放標準

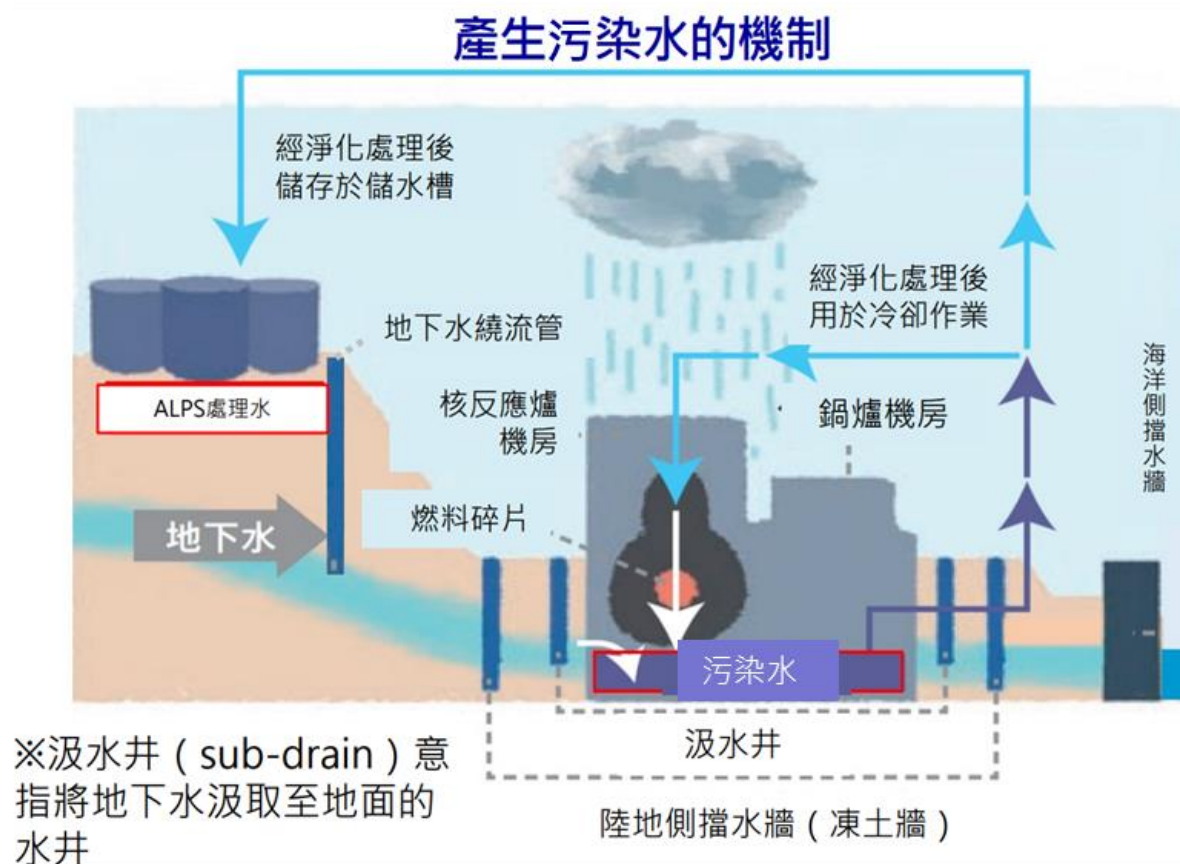
	台灣	日本	美國
氚活度濃度 限值(Bq/L)	50,700	60,000	37,000

2. 日本福島含氚廢水排放規劃

2.1 含氚廢水來源

- 福島第一核電廠為了要維持受損反應爐的安全，一直持續注入冷卻水到爐心。正常情況下，這些冷卻水經過爐心，冷卻爐心後會再過濾而循環再利用，並不會產生大量放射性廢水。
- 由於反應爐破損，使雨水與地下水持續滲入受損的反應爐，產生大量的放射性廢水。

目前每天產生 130m^3 (噸)的污染水
事故初期每天產生 500m^3 的污染水



圖片來源：關於處置東京電力公司福島第一核電廠 ALPS 處理水的基本政策方針, 20210413

2.日本福島含氚廢水排放規劃(續)

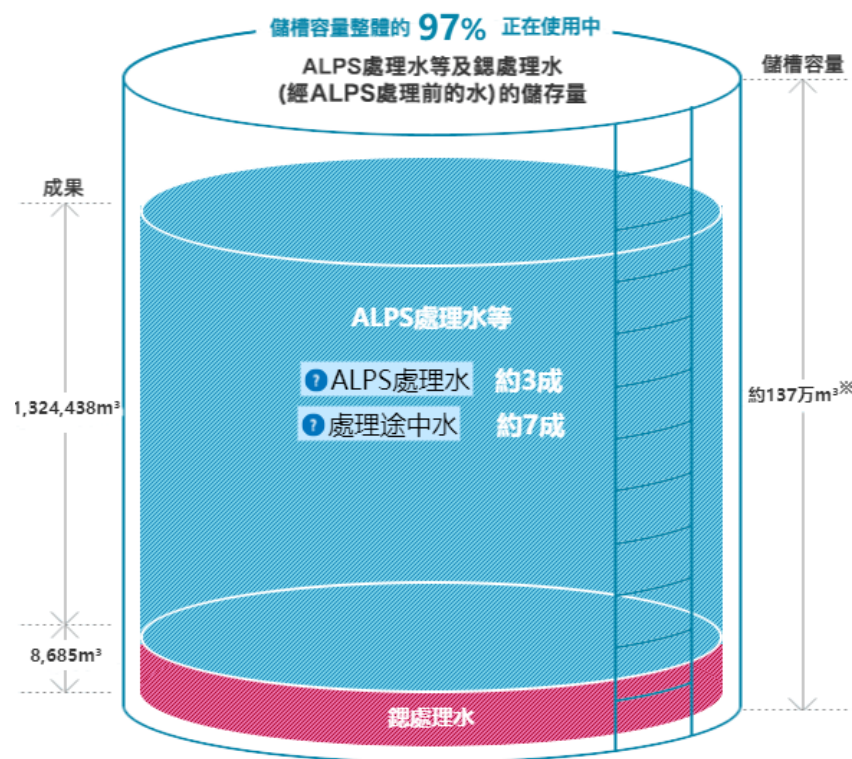
2.2 含氚廢水現況

- ❑ 廠區內有1073座儲槽，總儲存容量約137萬噸，至2023年5月18日已儲存133萬噸，只**剩餘約3%的容量**。
- ❑ 每日約會產生130 噸污染水。
 - ✓ **推估儲槽空間僅剩約300天的儲量**。
- ❑ 儲存的廢水中，**約有30%的水**，除氚以外的核種濃度，**已達排放標準**。
 - ✓ **各核種濃度與法規限值得比值總合**

$$\sum \frac{N_i}{R_i} < 1$$
 - ✓ 未達排放標準的廢水，需再經ALPS系統處理，直到達標為止。
 - ✓ ALPS可過濾淨化62種放射性核種，
 - 無法處理氚與碳-14(C-14)
 - 廢水中的碳-14含量已低於法規限值
- ❑ 廠區空間有限，再增加水槽，會嚴重影響電廠除役的進行。

(截至2023年5月18日為止)

1,333,123 m³



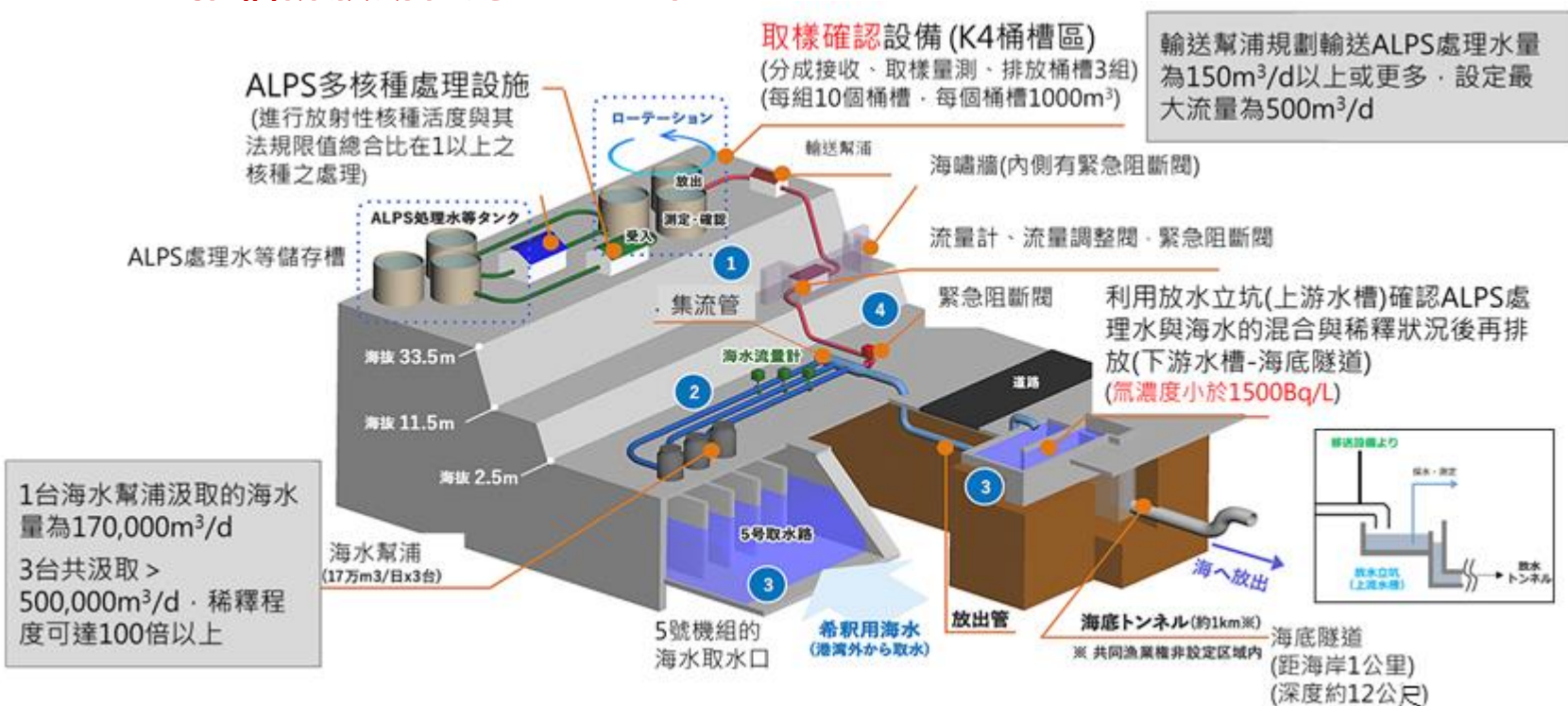
***A**dvanced **L**iquid **P**rocessing **S**ystem(先進液體處理系統，簡稱：ALPS)

<https://www.tepco.co.jp/zh-tw/decommission/progress/watertreatment/index-cn.html>

2. 日本福島含氚廢水排放規劃(續)

2.3 排放規劃

- ❑ 排放前取樣量測，確認除氚以外，含氚廢水各核種濃度與法規限值得比值總合 $\sum N_i/R_i < 1$
- ❑ 將含氚廢水稀釋至氚濃度小於1500 Bq/L，每年總排放量小於 2.2×10^{13} Bq
- ❑ 以海底隧道，將稀釋後含氚廢水，於離岸1公里，水深12公尺處排放
- ❑ 排放前須經NRA的使用前檢查、IAEA的安全審查與驗證，才能開始排放。預定2023年夏季排放。
- ❑ 推估排放期程約30~40年



- 日本排放限值：
氚60,000Bq/L
- WHO的飲用水標準：
氚10,000Bq/L



海底隧道

<https://www3.nhk.or.jp/news/html/20230606/k10014090671000.html>

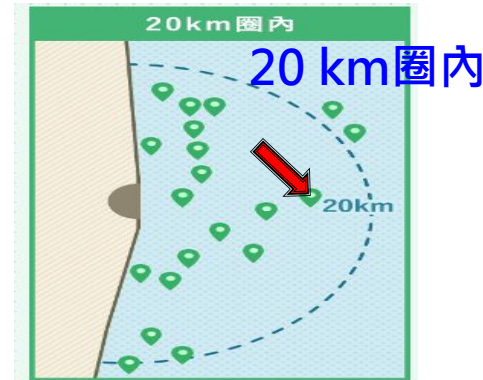
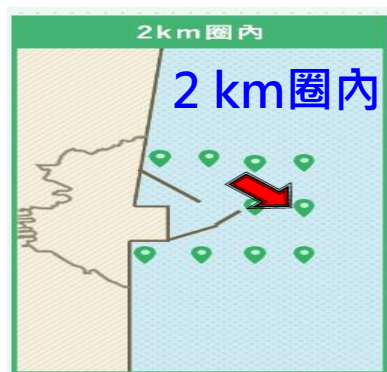


2.日本福島含氚廢水排放規劃(續)

2.4 福島事故電廠周邊海域2023年5-6月輻射狀況

東電公司處理水入口網站：<https://www.tepco.co.jp/zh-tw/decommission/progress/watertreatment/index-cn.html>

氚



銻137





3. 海域與漁產監測

3.1 因應策略

三原則

1. 依據科學專業監測評估
2. 參照國際標準嚴格監測
3. 為國人安全與健康把關



四配套

1. 源頭掌握：掌握日本排放的最新狀況，確認符合國際安全標準。
2. 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。
3. 擴散預報：建立海洋擴散預報系統，分析影響程度，提早預警。
4. 資訊公開：建置公開透明資訊平台，整合科學數據與相關資訊。



跨部會因應平台

成員：原能會、外交部、交通部、衛福部、農委會、海委會、國科會等相關部會。

運作方式：透過4個工作小組，分別對所負責議題進研析討論，跨部會因應平台並每季定期召開跨部會會議共同討論。

1. 涉外事務小組：負責涉外事務協調聯繫，掌握日方排放狀況、協調台日雙方資訊流事宜。
2. 海域監測小組：負責海域樣品，如海水、漁產等的取樣及分析。
3. 海域計畫小組：負責國家海域計畫推動執行，精進海域監測技術、建立擴散預報機制、強化資訊公開。
4. 漁民權益小組：負責研析我國漁業經濟影響與確保漁民權益。



3. 海域與漁產監測(續)

3.2 源頭掌握-眼見為憑

我國赴日觀察團考察目的

	第一次赴日團	第二次赴日團	第三次赴日團
時間	111年3月23~27日	111年11月27日~12月1日	112年6月12~17日
考察目的	向日方提出三項訴求： 1. 海洋監測數據分享 2. ALPS處理水排放符合安全標準之確認 3. 日本核能管制單位的審查資訊公開	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 3. 持續要求日本將資訊即時公開	1. ALPS處理水淨化處理等作業管理以及排放設施竣工之實效性確認 2. 掌握KANSO TECHNO及大熊分析研究中心等第三方驗證實驗室之執行效能 3. 與日方相關廳省官員交流討論ALPS處理水排放事件臺灣各部會之關切議題



3. 海域與漁產監測(續)

3.2 源頭掌握-臺灣與韓國赴日觀察團考察重點比較

	臺灣觀察團	韓國觀察團
福島第一核電廠	ALPS處理水淨化、分析確認K4桶槽區、貯存設施、海邊稀釋排放區、海生物飼育中心、分析化學實驗棟	ALPS處理水淨化、分析確認K4桶槽區、貯存設施、海邊稀釋排放區
海洋擴散模擬實驗室	電力中央研究所	無
民間分析單位	日本分析中心(JCAC)、海洋生物研究所(MERI)、 <u>KANSO TECHNO</u>	無
第三方實驗室	JAEA大熊分析研究中心	無
地方利害團體	福島漁會	無

註：標示底線者為臺灣第三次赴日觀察團擬參訪/拜會的地點

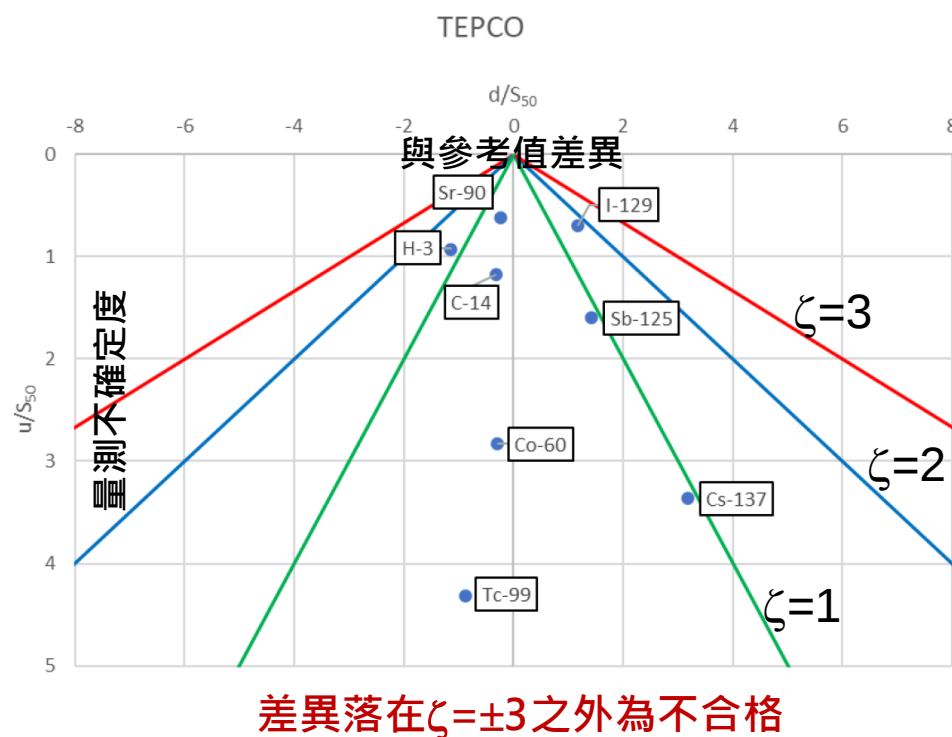
3. 海域與漁產監測(續)

3.2 源頭掌握-IAEA對ALPS處理水檢測比對試驗結果

IAEA於5月31日發布ALPS處理水檢測比對試驗結果

- ✓ IAEA專家，在2022年3月24日於貯放ALPS處理水的K4-B桶槽區所取的處理水。並於2022年8月至10月間分送至各相關參與實驗室：

- ① 東京電力公司(TEPCO)
- ② IAEA的海洋環境實驗室(Marine Environment Laboratories,)
- ③ 奧地利的地球環境放射化學實驗室(Terrestrial Environmental Radiochemistry Laboratory,)
- ④ 奧地利的同位素水文實驗室(Isotope Hydrology Laboratory,)
- ⑤ 韓國的Korea Institute of Nuclear Safety (KINS,)
- ⑥ 法國的Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire (IRSN)
- ⑦ 美國的Los Alamos National Laboratory (LANL)
- ⑧ 瑞士的Labor Spiez (LS)



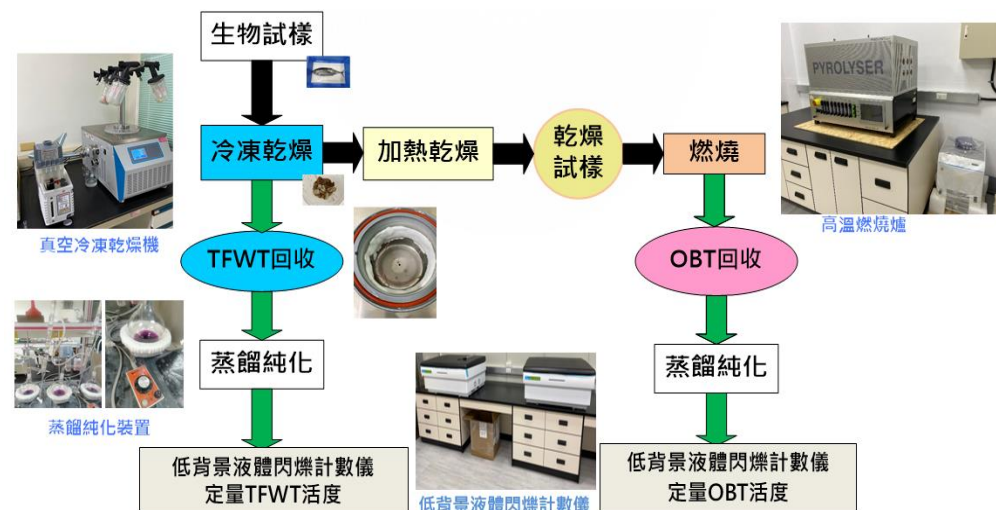
IAEA分析結果與發現：

- 本次分析比對結果證實東電公司具高水準的量測準確度及技術能力。
- 參與實驗室分析結果之間具有高度的可比較性(comparability)。
- 從東電公司所回報的檢測限值，可得知東電公司針對不同核種已選擇妥適之分析方法以符合其目的。東電公司所回報的檢測限值，均小於射源項(處理水)所有核種各別管制限值的1%。

3. 海域與漁產監測(續)

3.3 精進監測技術

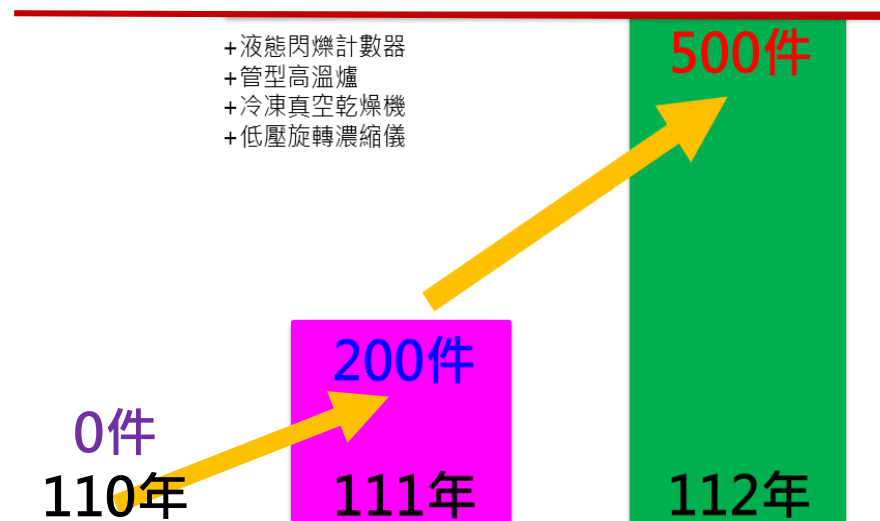
- 建立生物組織自由水氚 (Tissue Free Water Tritium, **TFWT**) 及有機結合氚 (Organic Bound Tritium, **OBT**) 檢測技術。



- 成立國內唯一「生物氚檢測實驗室」提供檢測服務。



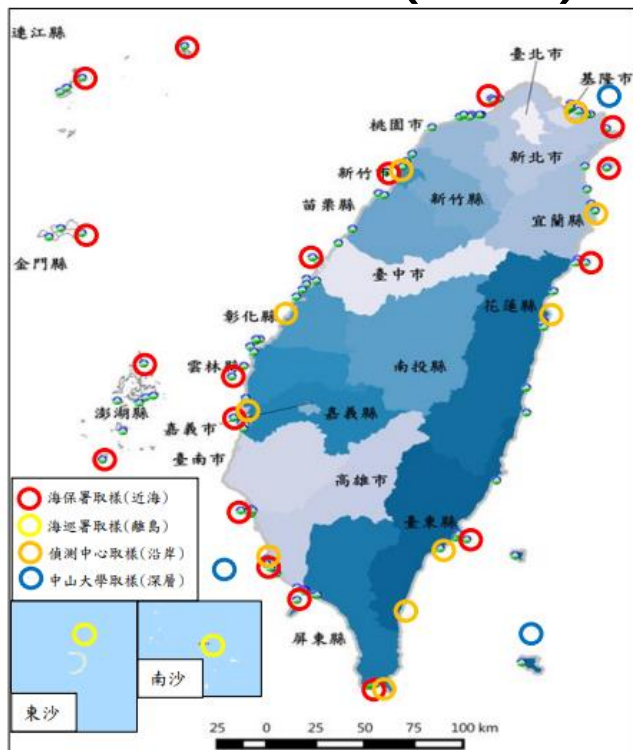
提升生物氚
→
檢測量能



3. 海域與漁產監測(續)

3.4 強化監測作為-增加海水監測點位

109年取樣點(33點)



□ 強化海域環境輻射與海產監測，確保民眾安全健康

112年取樣點(107點)



海水(銫) < MDA(0.0005)~0.0024 Bq/L
海水(氚) < MDA (0.13 Bq/L)~9.3Bq/L，
無輻射異常現象

評估日本含氚廢水排放前、後，是否對我國海域造成的影響

3. 海域與漁產監測(續)

3.4 強化監測作為-提升海生物檢測數量

海產

重要洄游魚樣本



□ 重點洄游魚取樣

- ✓ 111年350件 (銻檢測)
- ✓ 112年3,000件 (生物氚及銻檢測)。

洄游魚(氚) < MDA (0.3Bq/kg) ~ 0.83Bq/kg

洄游魚(銻) < MDA (0.04Bq/kg) ~ 0.87Bq/kg)。

無輻射異常現象。

沿岸生態系採樣



□ 沿岸生態系採樣

- ✓ 110年36件 (生物氚檢測)
- ✓ 111及112年各144件 (生物氚檢測)

生物(氚) < MDA (0.39Bq/kg) ~ 0.7Bq/kg

生物(銻) < MDA (0.34) ~ 0.71Bq/kg

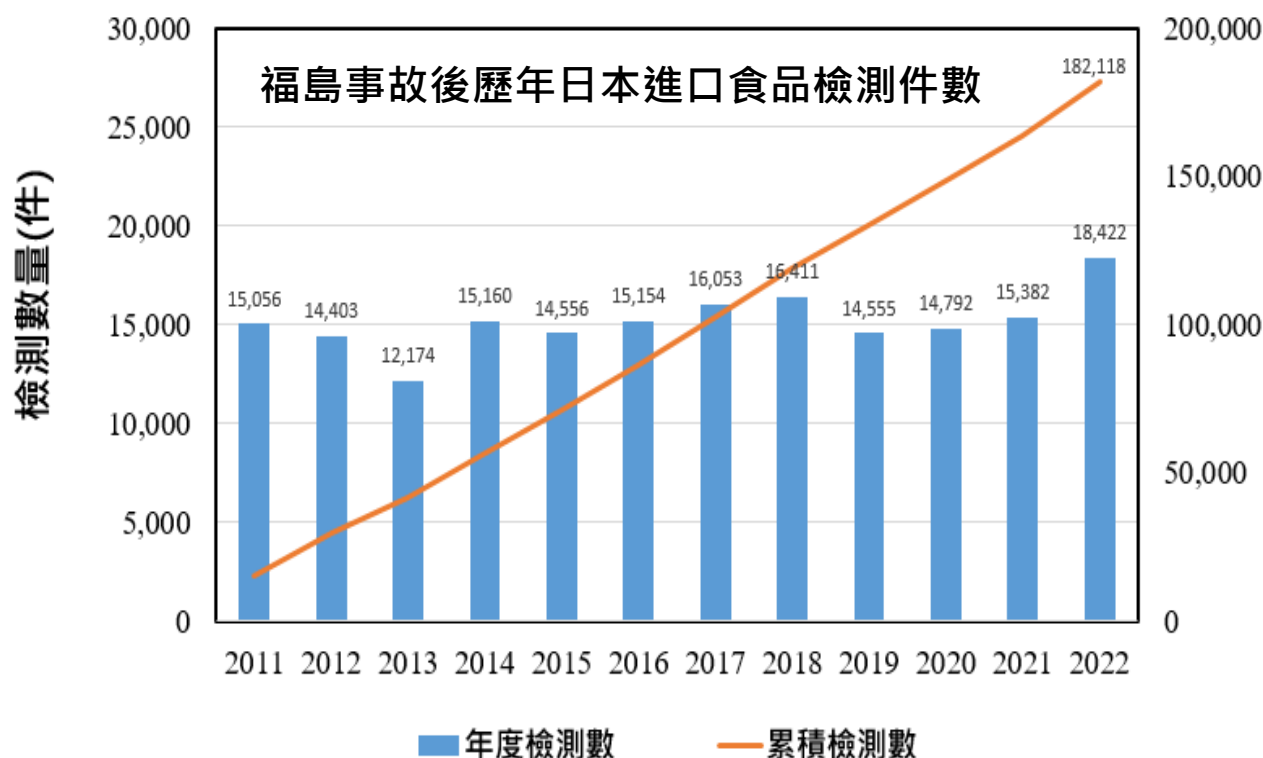
無輻射異常現象。



3. 海域與漁產監測(續)

3.4 強化監測作為-持續水產食品監測及健康風險研究

- 自2010年至2021年日本進口之水產品中可食用部分，共有約1萬1千公噸，平均每年約1千公噸進入國內市場。
- 自2011年3月開始進行日本進口食品檢測，12年來累積已達近20萬件，檢測結果均未超標，沒有食安的問題。



- ◆ 運用開發之生物氚檢測技術，進行邊境及後市場*食品檢測，為食安把關
- ◆ 進行海生物(魚、蝦、貝、甲殼類等)人工養殖實驗，確認氚核種之代謝參數，進行健康風險研究

*後市場：指水產食品於台灣銷售流通之所有市場



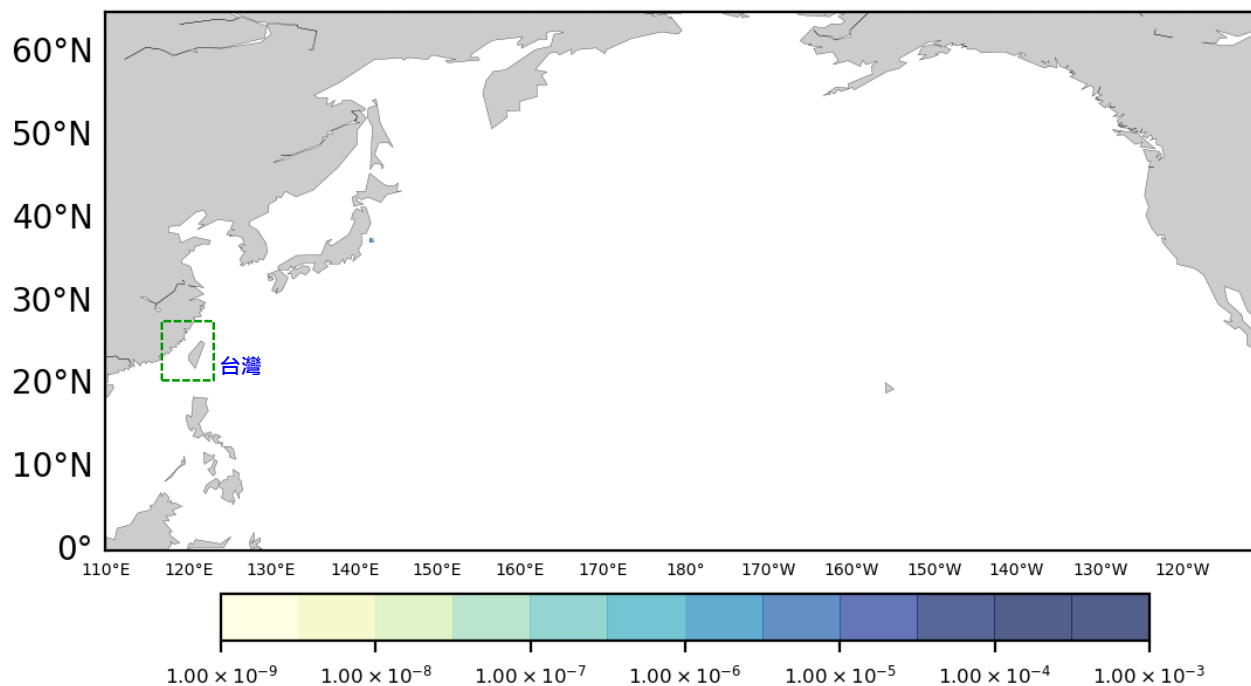
4. 海洋擴散預警

4.1 建立海洋擴散評估模式-福島十年歷史案例分析

- 利用福島事件後十年的歷史洋流數據，推演放射性物質海洋擴散趨勢，**預估台灣海域可能的擴散稀釋狀況**，並作為後續例行化運作之模式雛形。

Dilution Ratio

Release 3 days (date:20110314)



✓ 根據分析結果顯示

- 大部分的污染物會**隨黑潮洋流向東前往美國**，
- 若依據日方的年度排放濃度進行換算，氚的活度濃度約為 $10^{-6} \sim 10^{-7}$ **Bq/L**，遠低於海水氚的背景活度濃度值(約0.1 Bq/L)



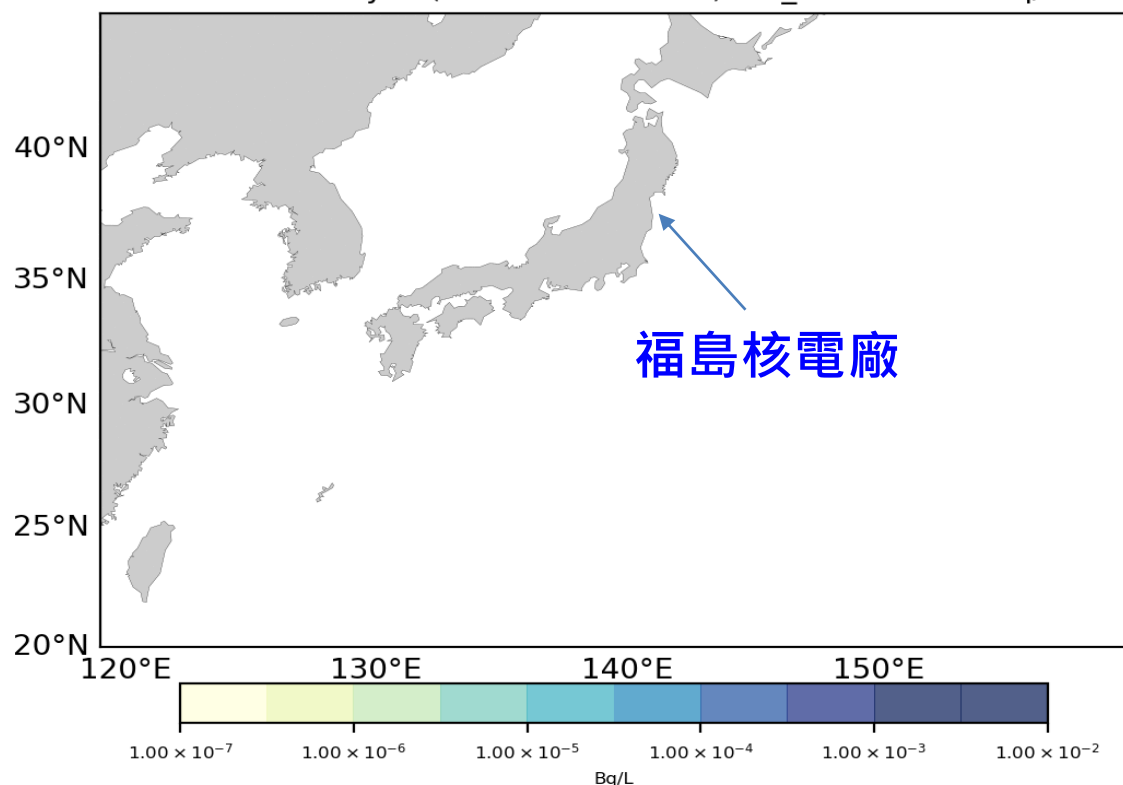
4. 海洋擴散預警(續)

4.2 建立海洋擴散評估模式-預報作業模式

- 建立海洋擴散評估模式，彌補海域監測取樣點位有限的限制。
- 完成未來三天擴散模擬預報功能，達成預警效果

Concentration

Release 1 days (date:2022122901) init_con=118.17 Bq/L



- 後續比照一週天氣預報方式，朝未來七天模擬預報精進
- 如颱風預報，即時掌握擴散動向



5. 資訊公開平台

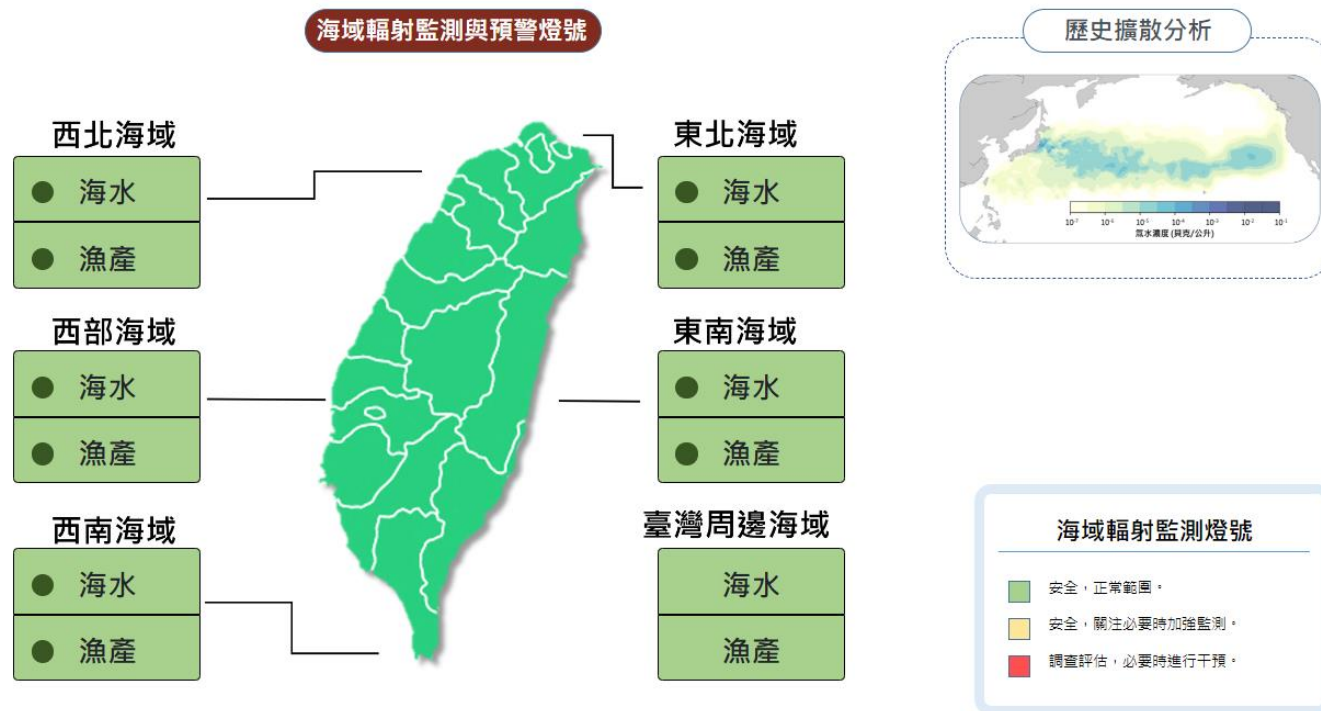
5.1 放射性物質海域擴散海洋資訊平台

- ❑ 首版平台於111年6月30日上線
- ❑ 試行版於112年5月19日上線，預計6月底正式版上限。
- ❑ 網址：<https://tworis.aec.gov.tw/>



放射性物質海域擴散海洋資訊平台(試行版)

Ocean Radioactive Information System



- ❑ 以公開透明、簡單易懂、科普親民等方式，傳遞正確資訊予民眾。
- ❑ 持續更新我國海域監測、擴散模擬等之科學資訊。
- ❑ 了解日本含氚廢水排放的國際動態訊息。
- ❑ 了解跨部會平台的因應作為。



跨部會合作



日本作業與國際監督



海水監測



漁產監測



擴散預報



其他計畫



5. 資訊公開平台(續)

5.2 監測燈號 - 秒懂海水監測結果

海水監測燈號標準

單位：貝克/公升 (Bq/L)

海水(氚)	≤100	100 - 1000	≥1000
海水(銫)	≤0.1	0.1 - 1	≥1

監測燈號說明：

-  安全，正常範圍。
-  安全，關注必要時加強監測。
-  調查評估，必要時進行干預。

↑
國際標準的百分之一

↑
國際標準的十分之一

參考世界衛生組織(WHO)的國際飲用水安全標準：

- 氚核種標準為 10,000 貝克/公升
- 銫-137 核種標準為 10 貝克/公升

註：燈號標準已較國際安全標準嚴格，民眾無須恐慌；燈號的設定可作為各監管機關採取預警及超前應對的依據



5. 資訊公開平台(續)

5.2 監測燈號 - 秒懂海產監測結果

漁產監測燈號標準：

單位：貝克/公斤 (Bq/kg)

漁產(氚)	≤100	100 - 1000	≥1000
漁產(銫)	≤10	10 - 100	≥100

監測燈號說明：

-  安全，正常範圍。
-  安全，關注必要時加強監測。
-  調查評估，必要時進行干預。

↑
國際標準的百分之一

↑
國際標準的十分之一
(我國食品放射性銫的限值)

聯合國糧農組織(FAO)和世界衛生組織(WHO)的國際食品法典(Codex)，

- 食品的氚核種標準為10,000貝克/公斤、
- 食品的銫-137核種標準為1,000貝克/公斤。

註：燈號標準已較國際安全標準嚴格，民眾無須恐慌；燈號的設定可作為各監管機關採取預警及超前應對的依據



6. 民眾關心議題彙整與回覆

6.1 韓國赴福島電廠考察

2023年5月23-24日韓國考察團赴日重點

1. 確認日方ALPS處理水排放主要設備均有按照設計規劃設置在現場，並確認於異常情況時停止排放(啟動緊急隔離閥)之手段
2. 實地考察ALPS處理水系統、貯存處理後放射性水的K4桶槽等廠區處理設施，以及規劃用於海洋排放ALPS處理水的海底隧道
3. 韓國視察團表示：透過赴日現場確認及取得更具體之資料，在科學評估過程中已取得有意義之進展，惟為評估主要設備性能及長期運作效能等，需再進一步進行分析確認



緊急隔離閥：
<https://photo.tepco.co.jp/en/date/2023-e/202305-e/230526-01e.html>

韓國專家考察團於5月23日、24日到福島第一核電站等進行了考察，從技術角度確認了核處理水的安全性。擔任團長的韓國原子能安全委員長劉國熙在考察後對媒體表示：「希望儘快匯總並向公眾表明此次的考察結果」。

日經中文網：
<https://zh.cn.nikkei.com/politicsaeconomy/politicsasociety/52511-2023-05-26-10-30-46.html>



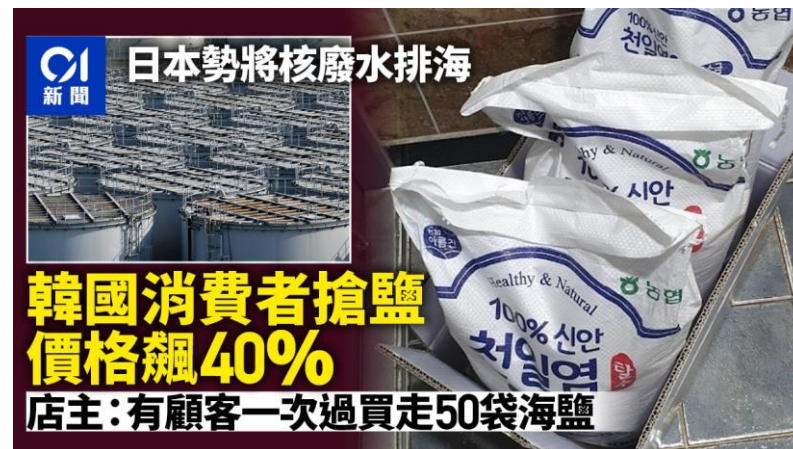
6. 民眾關心議題彙整與回覆(續)

6.2 預期日本排放核廢水，韓國食鹽大漲

據韓媒2023年6月8日報道，在消費者不安心理下，部份市民搶購鹽，韓國海鹽價格飆升40%。

原文網址: 日本勢將福島核廢水排海 韓國消費者提前搶鹽 價格飆40% | 香港01

https://www.hk01.com/article/907398?utm_source=01articlecopy&utm_medium=referral



日本進口食鹽近期檢測結果

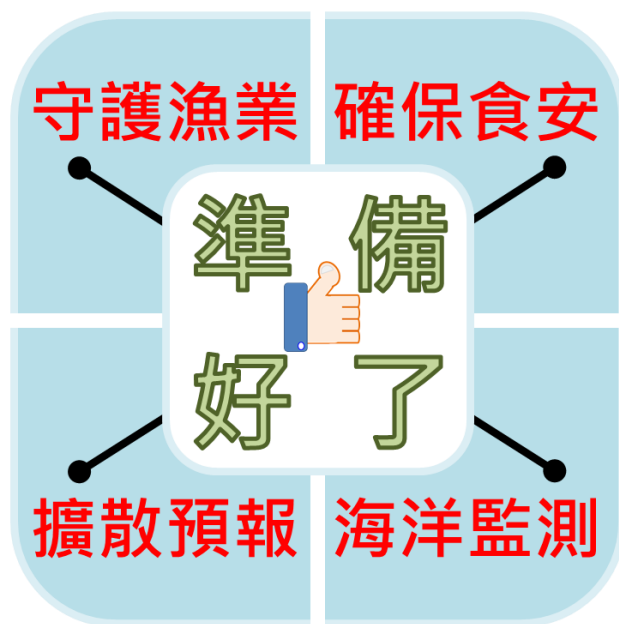
日期	送驗單位	樣品名	I-131	Cs-134	Cs-137
112.03.15	基隆港	鹽	未檢出	未檢出	未檢出
112.04.11	基隆港	鹽	未檢出	未檢出	未檢出
112.05.04	桃園機場	石垣島鹽	未檢出	未檢出	未檢出
112.05.17	基隆港	淡鹽	未檢出	未檢出	未檢出
112.05.18	基隆港	食鹽	未檢出	未檢出	未檢出

- 自112年1月1日至今，共檢驗食鹽、淡鹽等商品共計5件，無發現異常情形
- 原能會已成立跨部會平台，將持續透過跨部會合作，依據三原則及四配套措施，確保我國海域與民眾輻射安全及健康，使民眾安心放心。。



7. 結語

- ❑ 日本福島含氚廢水預計於今(112)年夏季進行海洋排放，
- ❑ 我國因應作為
 - ✓ 成立**跨部會平台**，整合跨部會專業，
 - ✓ 依據**三原則與四配套**的指導方針，完成相關的因應作為，
 - ✓ 以**科學的證據及公開透明的資訊**，讓民眾安心放心。





謝謝聆聽
敬請指導

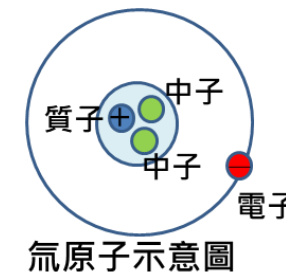


附件一

(氙的來源與風險)



何謂氚



- 氚 (Tritium) 是氫的同位素之一，元素符號為 **T** 或 **^3H** 。
- 氫在自然界中，有三種同位素，分別稱為氫(元素符號為 ^1H)、氘(元素符號為D或 ^2H)及氚，其中只有氚具有放射性。
- 原子核由**1顆質子**和**2顆中子**所組成，具有放射性，會發生 **β 衰變**，放出電子變成氦-3 (^3He)，其**半衰期為12.43年**。



氙的主要來源

□ 天然生成

- ✓ 宇宙射線與大氣中的氮(N) 作用
 - 每年約產生0.2 kg 相當約 7.2×10^{16} Bq ,
 - 達平衡後的天然存在氙約3.5 kg相當約 1.28×10^{18} Bq
- ✓ 地殼中的鋰(Li-6)原子與鈾(U-238)自然衰變所釋出的中子產生核反應

□ 人為產生

- ✓ 核武器試驗
 - 在1945年至1963年之間的核武試驗約釋放650 kg的氙。推算至2023年尚有約16.3 kg的氙，約是天然永久存在的4.6倍 (UNSCEAR · 2000;Guétat等 · 2008) 。
- ✓ 核反應器：
 - 一900 Mwe壓水式反應器每年約產生0.03 g (1.1×10^{13} Bq) 的氙，1300MWe反應器每年約產生0.09 g (3.2×10^{13} Bq) 的氙。



氚的健康風險

□ 體外輻射

- ✓ 氚射出的 β 粒子最高能量18.6 keV，平均能量為5.7 keV，
 - 在空氣中的最大射程約6毫米，在生物組織中的最大射程約6微米
 - 無法穿透人體皮膚最外面的角質層(厚度約20微米)，無體外輻射風險。

□ 體內輻射

- ✓ 游離輻射可能會導致各種DNA損傷，這些損傷會以生理效應（行為，繁殖，遺傳損害等）出現在受暴露的生物體中。
- ✓ 對氚而言，主要是造成DNA的雙股斷裂，增加遺傳效應的風險
- ✓ 根據加拿大核安全委員會的研究報告，氚對生物體的健康風險可摘要如下：
 - 動物實驗
 - 在500 mSv以上劑量，可觀察到影響胚胎成長及遺傳效應。
 - 流行病學調查
 - 在自然環境或職業暴露中，沒有發現氚引發的遺傳效應或增加癌症發生率
- ✓ 攝入體內的氚，會透過代謝排出體外。
 - 氚(HTO)的生物半化期約為10天，即進入體內氚的濃度，經過約10天，就會剩下原先的一半。
 - OBT的生物半化期約為40天~1年



生物氚約定有效劑量

- 組織自由水氚(TFWT) 約定有效劑量：攝入 1 Bq後造成的劑量約 1.8×10^{-8} mSv，約為 1 Bq人體天然存在鉀-40核種的1/300。
- 有機結合氚(OBT)約定有效劑量：攝入 1 Bq後造成的劑量約 4.2×10^{-8} mSv，約為TFWT的2倍多。
- 海水：依據目前的評估，日本福島含氚廢水排放後，台灣附近海域的氚活度濃度增加約為 1×10^{-6} Bq/L，而海水中天然鉀-40的活度濃度約為 1.2×10^1 Bq/L(約千萬倍)，若在海中不慎喝到一口海水，來自福島含氚廢水的輻射劑量貢獻僅為鉀-40的30億分之一。
- 漁產：以攝入漁產綠燈上限 10 Bq/kg的銫-137而言，平均導致 0.01 mSv，僅為台北往美西單趟飛行輻射劑量(0.09 mSv)的1/9，約為一張胸部X光的輻射劑量(0.05 mSv)的1/5。



附件二

(ALPS系統之處理效能)



什麼是ALPS處理水？

- 含有福島第一核電廠事故所產生之放射性物質的廢水，經過淨化處理，把除了氚以外的放射性物質淨化至低於日本排放標準的水，稱為「ALPS處理水」。
- 福島第一核電廠內的儲存槽數量超過1,000個，對電廠造成壓力。為了有計劃地進行除役作業，需要確保有足夠的空間，而現時的情況可能會成為妨礙。

雨水 / 地下水、融化核燃料冷卻水

多核種除去設備
(ALPS)

儲存槽

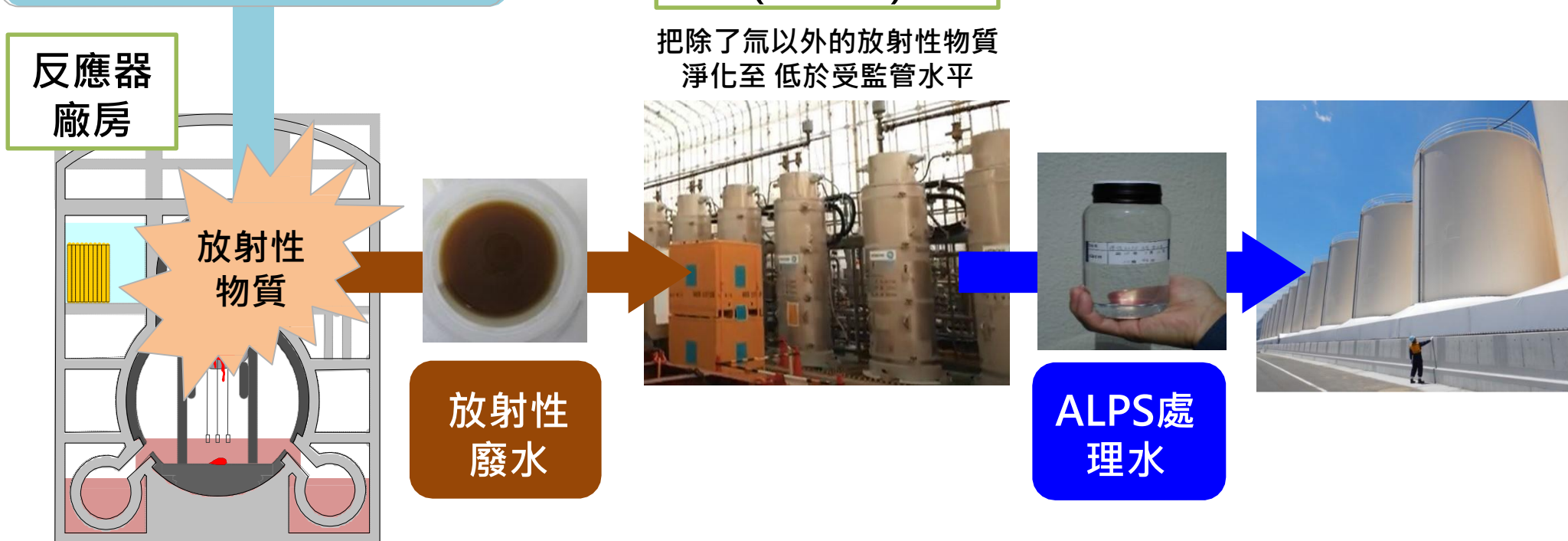
把除了氚以外的放射性物質
淨化至 低於受監管水平

反應器
廠房

放射性
物質

放射性
廢水

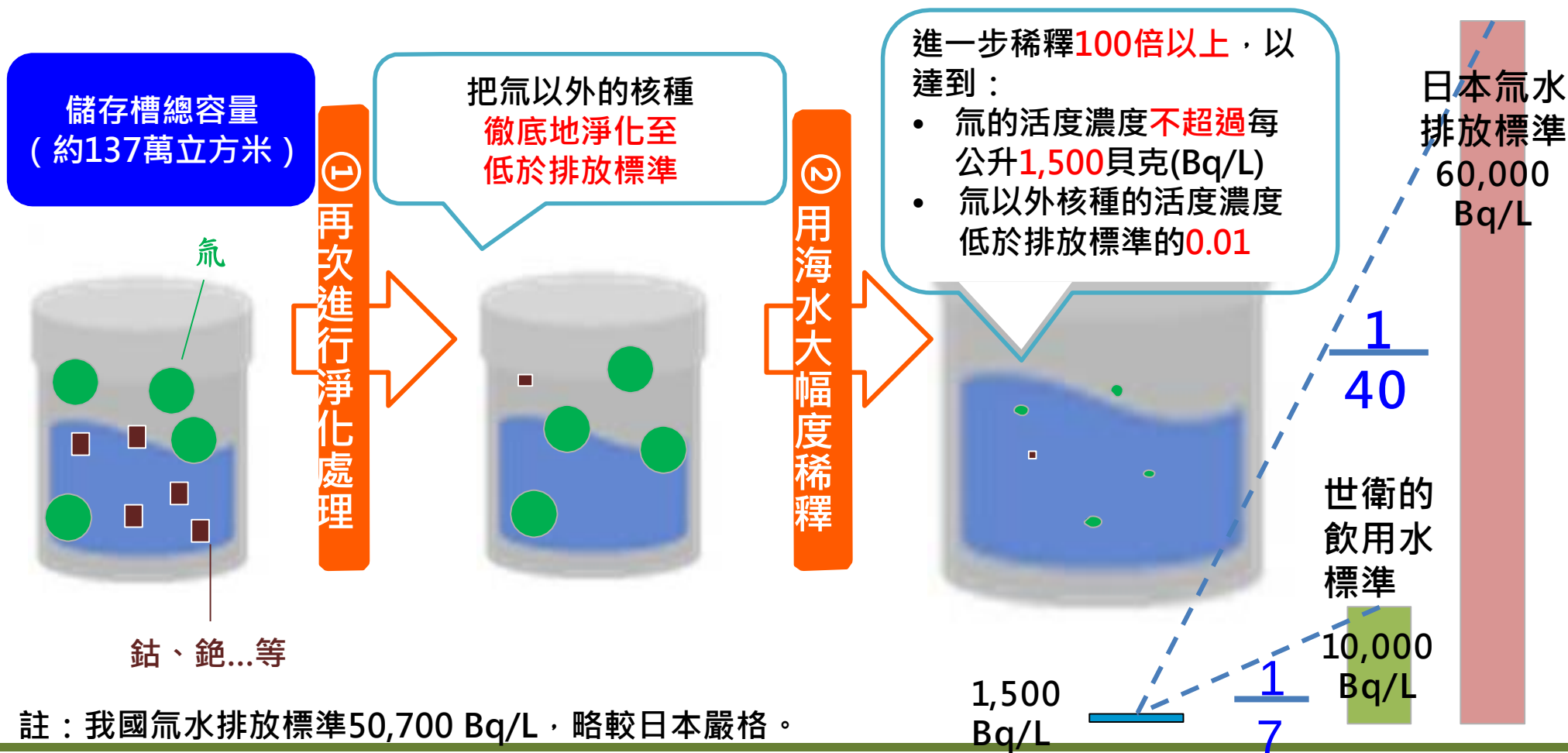
ALPS處
理水





ALPS處理水的處理方法：海洋排放？

- 透過①對除了氚以外的核種進行再淨化、②用海水稀釋氚的活度濃度，將處理水中的放射性物質濃度降至遠低於排放標準的程度。
- 在此前提下，處理水會從福島第一核電廠內被排放到海洋。排放前後的情況將受到監督審查（由第三方如國際組織等進行評估和驗證）。

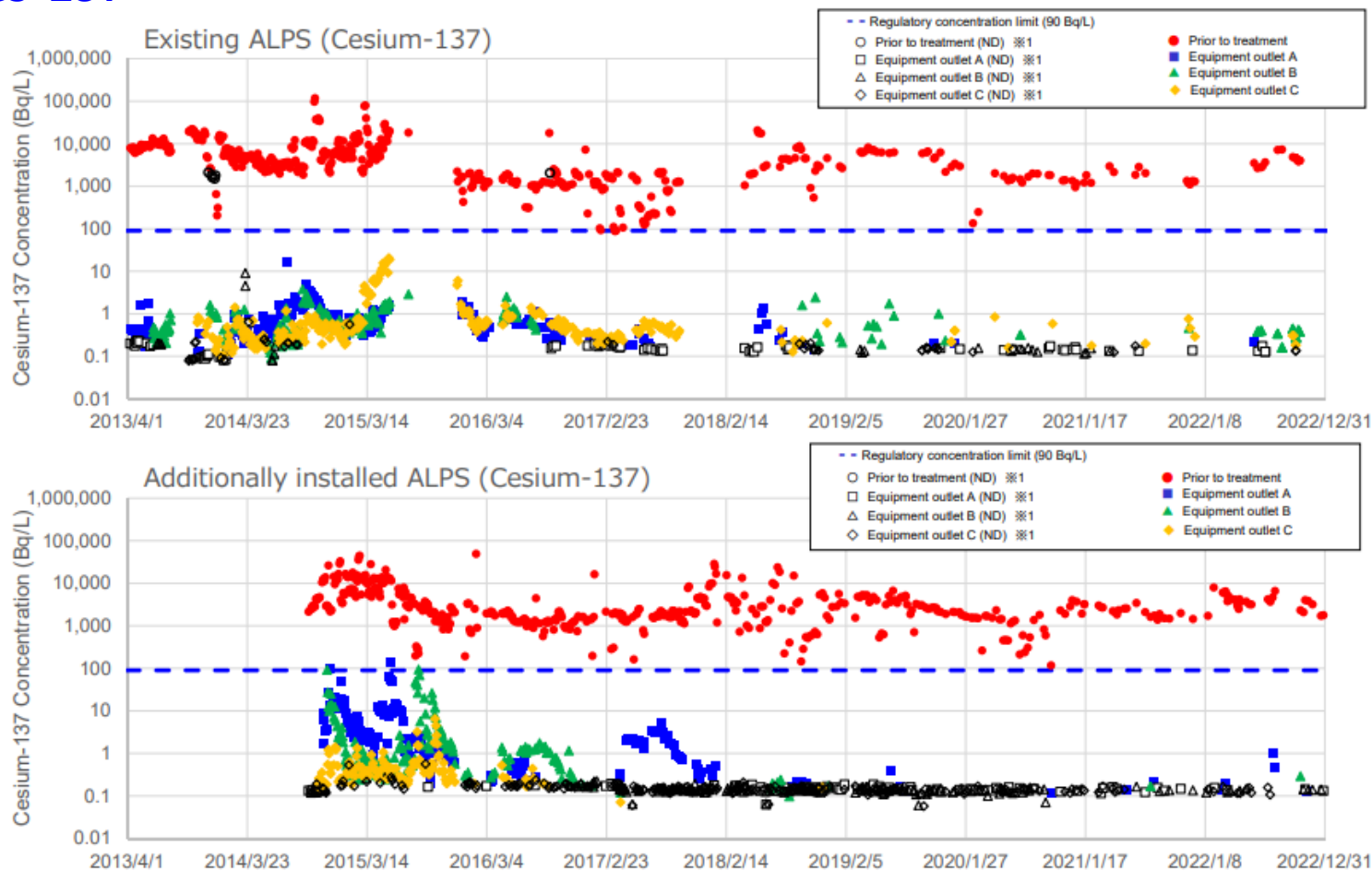




ALPS系統之處理效能？(Cs-137)

- ALPS系統可將過濾的主要核種活度下降數百至數萬倍

Cs-137



➤ 兩套ALPS系統對於Cs-137進口及出口濃度對比圖顯示，可將過濾的活度下降數千至數萬倍。

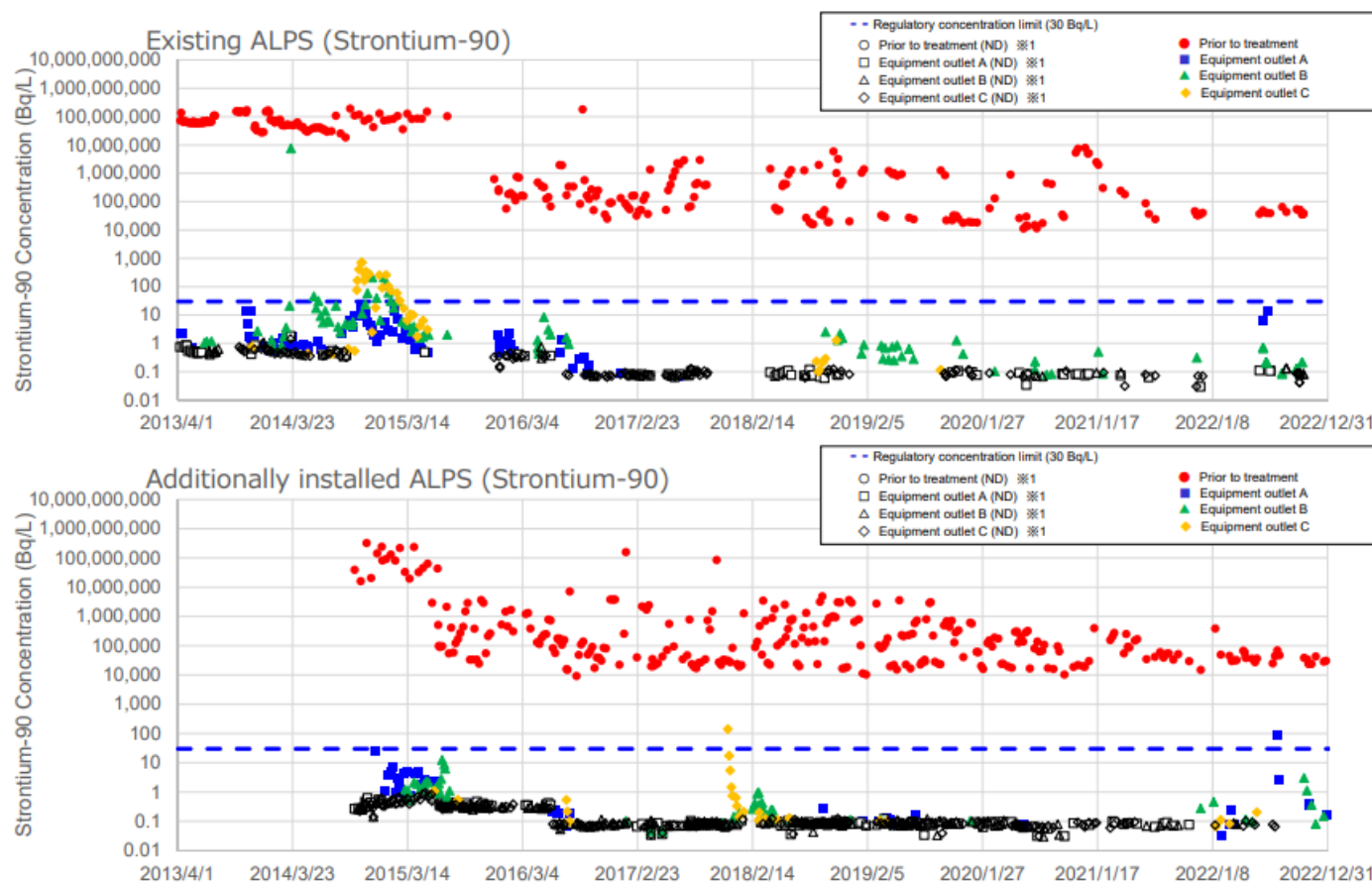
※ 1 "ND" means that concentrations were below detectable limits.



ALPS系統之處理效能？(Sr-90)

- ALPS系統可將過濾的主要核種活度下降數百至數萬倍

Sr-90



※ 1 "ND" means that concentrations were below detectable limits.

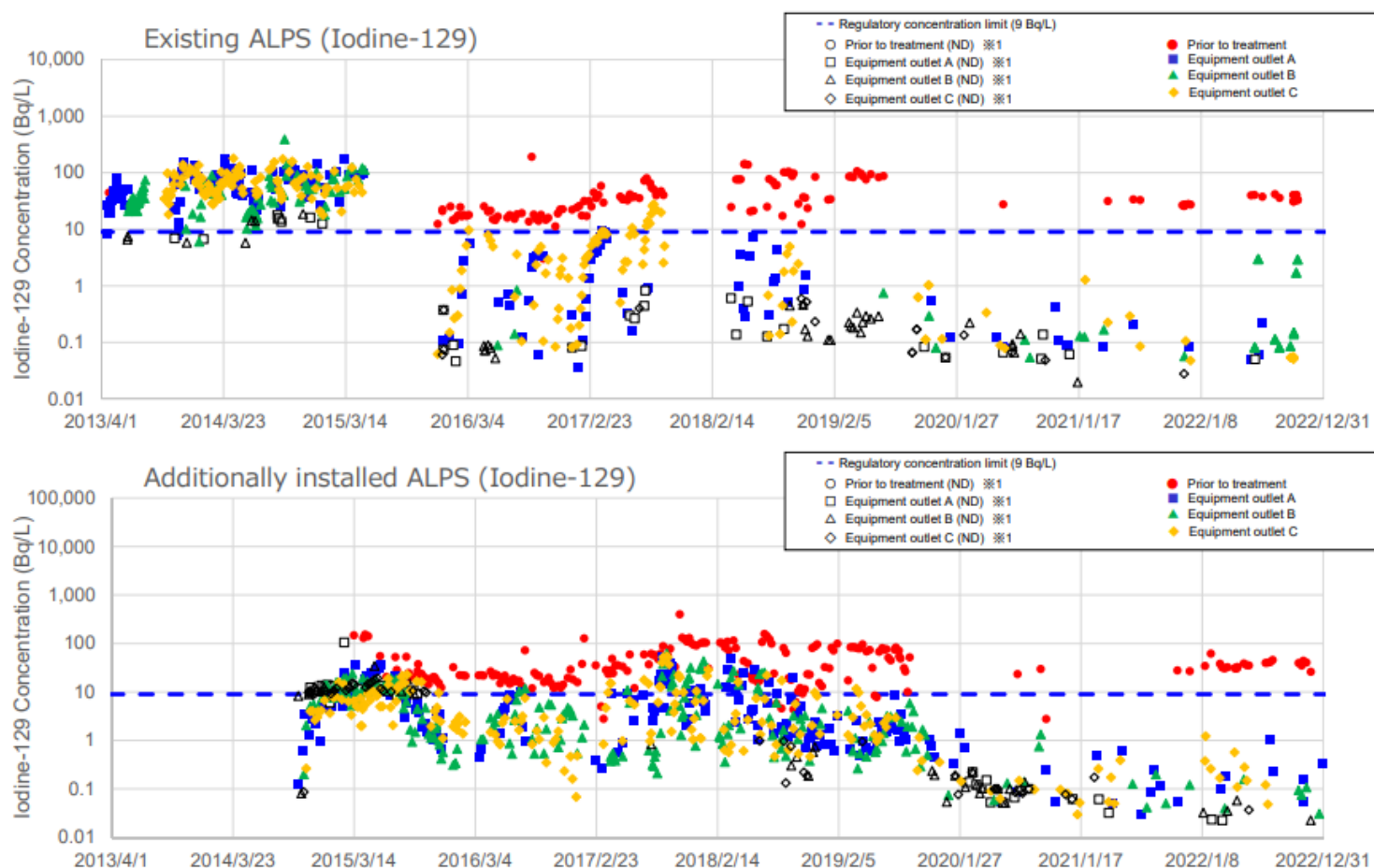
- 兩套ALPS系統對於Sr-90進口及出口濃度對比圖顯示，可將過濾的活度下降甚至有十萬倍。



ALPS系統之處理效能？(I-129)

■ ALPS系統可將過濾的主要核種活度下降數百至數萬倍

I-129



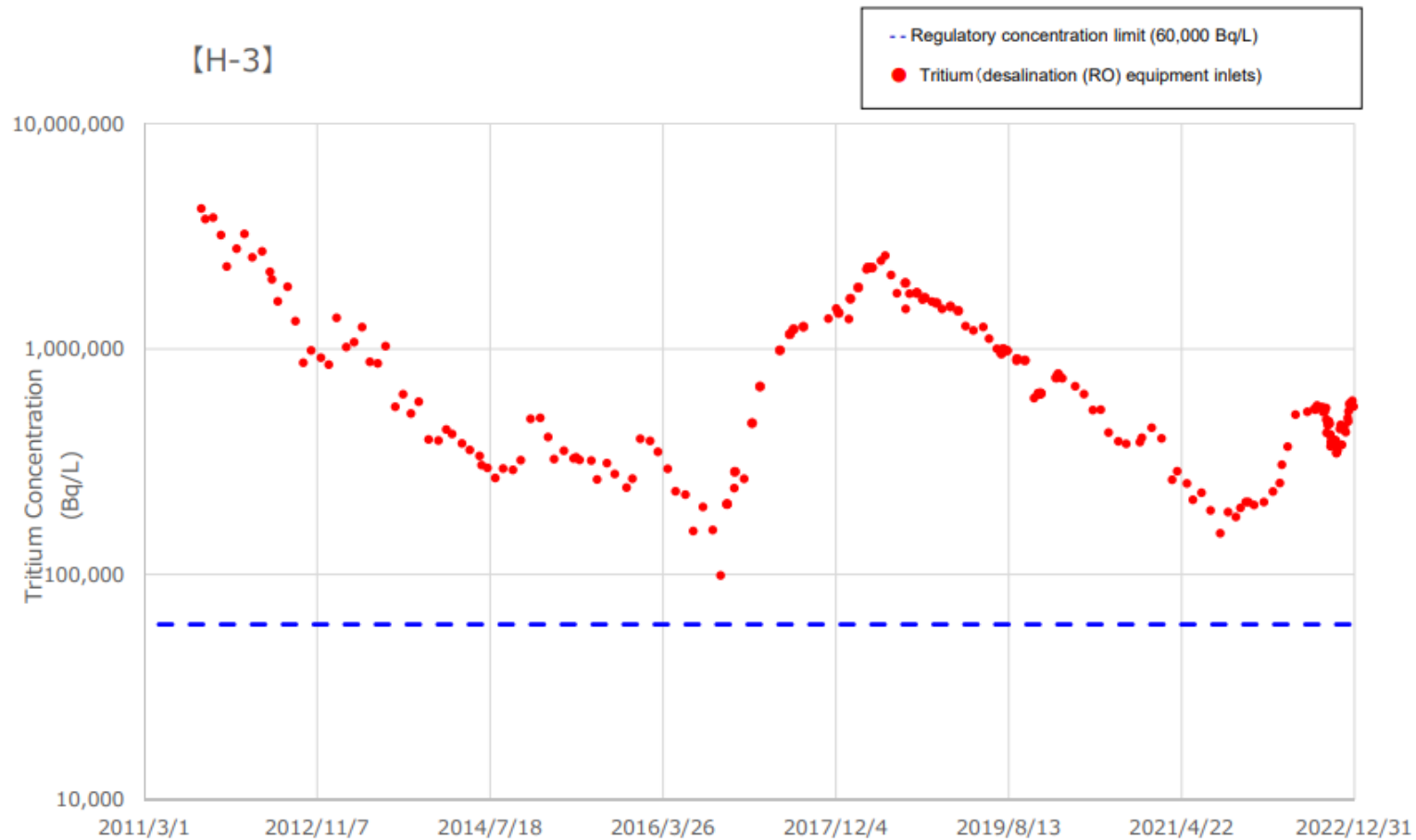
➤ 兩套ALPS系統對於I-129進口及出口濃度對比圖顯示，相較於Cs-137、Sr-90，I-129的過濾效能較差。

※ 1 "ND" means that concentrations were below detectable limits.



ALPS系統之處理效能？(H-3)

- 氚無法有效透過ALPS系統進行處理，若參考RO處理後的氚濃度，約為數十萬貝克每公升(日本排放法規為60,000 Bq/L)

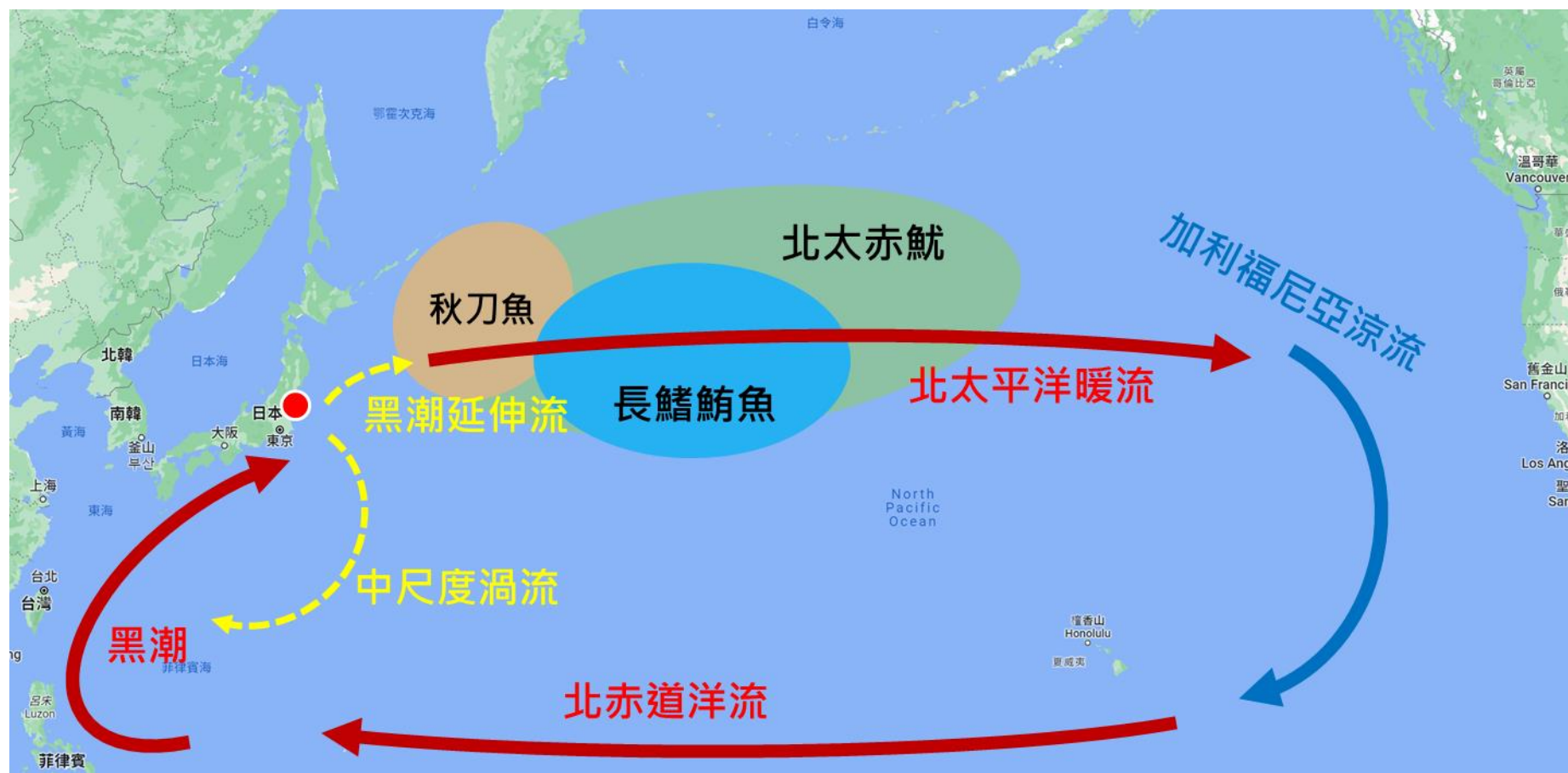




附件三 (洋流與漁場)

台灣北太平洋重要之遠洋漁場位於何處？

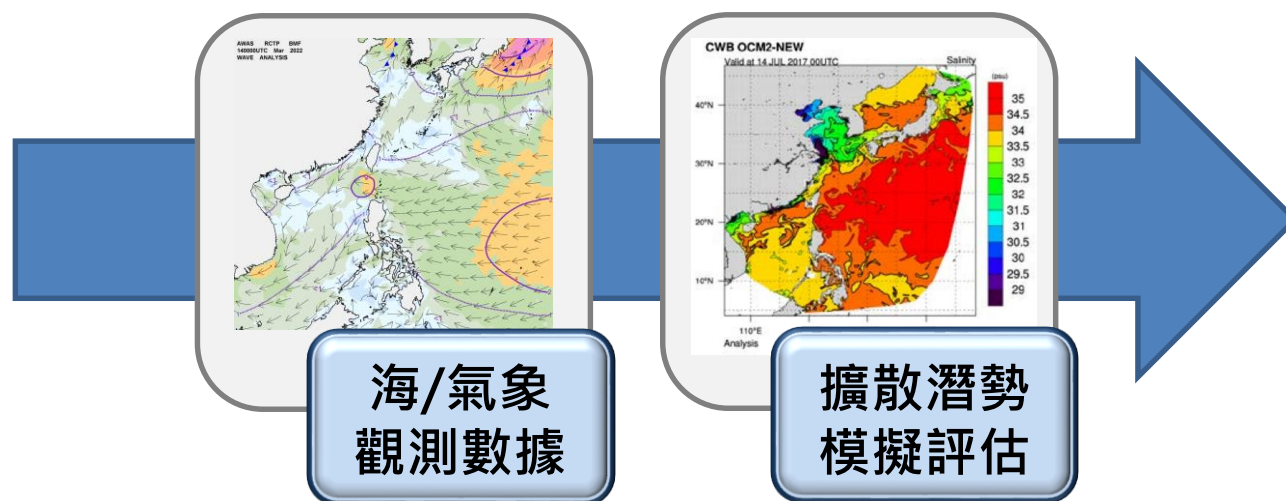
台灣在北太平洋最重要的遠洋漁場包含鮪魚、秋刀魚及魷魚，三者皆在日本含氚廢水排放後沿黑潮延伸流、北太平洋暖流流動的主要路徑上。





何謂擴散潛勢分析?如何確保計算之精準?

- 氣象局透過海象觀測的數據，運算並預報海流分布，再進行放射性物質的濃度擴散模擬，得到台日海域之間可能的「污染物活度濃度分布」，以活度濃度顏色分布之快速、直觀的圖形化，瞭解特定批次氙水排放造成的可能影響潛勢。

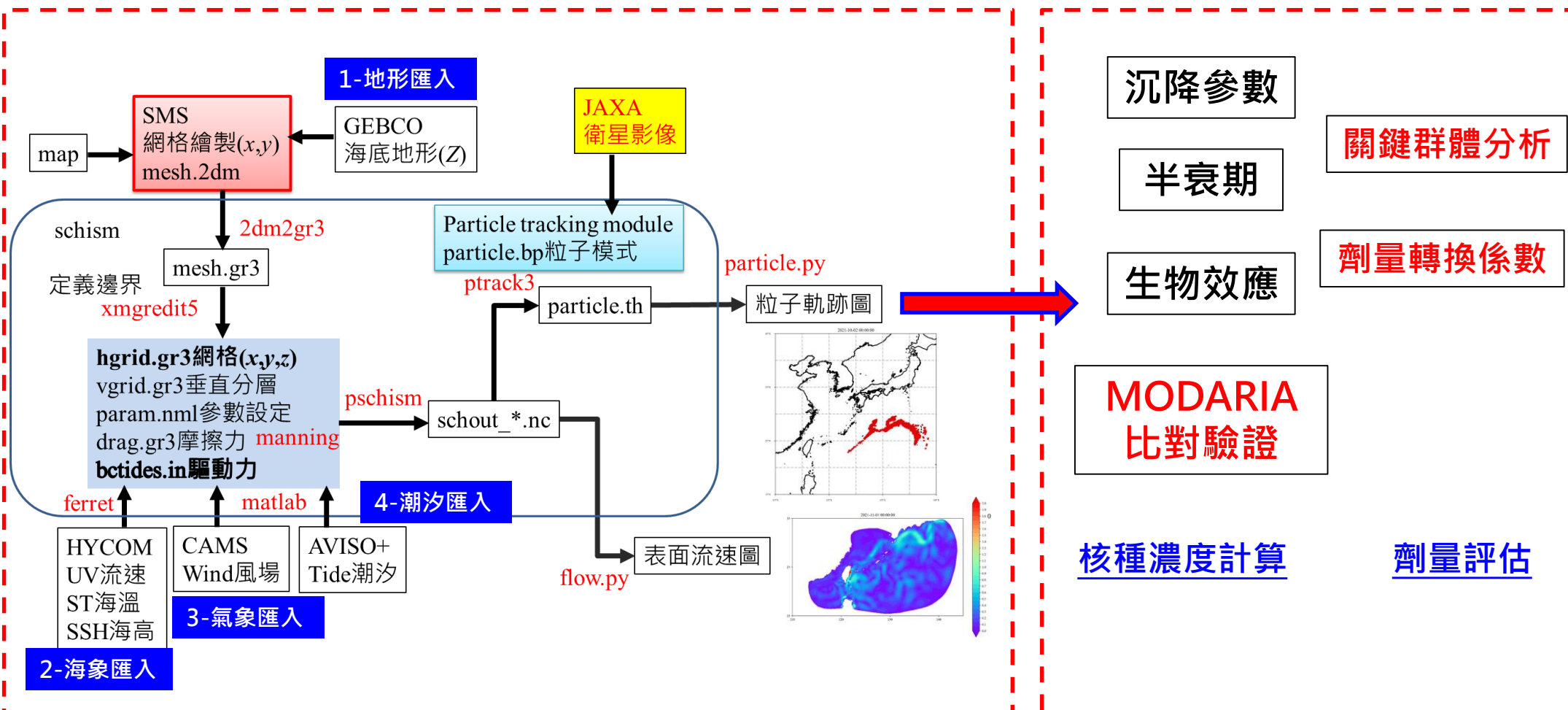


- 而預報的精準程度則主要取決於海象觀測數據之即時更新，故在112年日本開始排放後，氣象局即會開始每日執行「例行化運算」未來7天預報工作，確保每日都可取得最新的海流觀測資訊，並即時更新相關的預報及擴散分析結果。



如何分工進行海域擴散評估？

- 氣象局透過SCHISM程式進行海流運算，並配合超級電腦每日執行，核研所進行放射性核種傳輸及模式驗證等相關工作。



SCHISM海流運算工作
(氣象局/核研所)

放射性物質分析相關工作
(核研所)



附 件 四

(取樣與分析技術)



沿岸生態取樣地點差異性？

- 依照區域選定臺灣東北部(石門、龍洞、大溪)、東部(花蓮)、東南部(成功)以及西南部(東港)海域等3個生態系及3個漁港進行採樣調查，並依照生態系屬性進行不同種類之採樣工作，以判定當區域之食物鏈階層及生態衝擊等關聯性。
- 潮間帶調查：
 1. 魚類：浮潛或潛水之方式。
 2. 無脊椎動物：大潮退潮時前往樣區採取。
- 亞潮帶調查(無須退潮前往)：
 1. 魚類：水下微棲息地採獲更全面的魚類物種標本。
 2. 無脊椎動物：甲殼及軟體與棘皮動物-由3名潛水員進行船潛採集。
- 漁港調查：利用生物食物鏈特性，進行各食性位階生物樣本採集，並於採集後記錄物種之體長、重量及食性位階。



電解濃縮技術

- 開發電解濃縮技術，將氚活度濃度濃縮6至8倍，可將氚檢測的最低可測活度(MDA)由 1 Bq/L降低至 0.1 Bq/L。
- 執行9點遠洋海水取樣，完成電解濃縮及氚含量分析，背景氚活度濃度範圍為 <MDA(0.13 Bq/L) ~ 0.374 Bq/L。

電解濃縮裝置

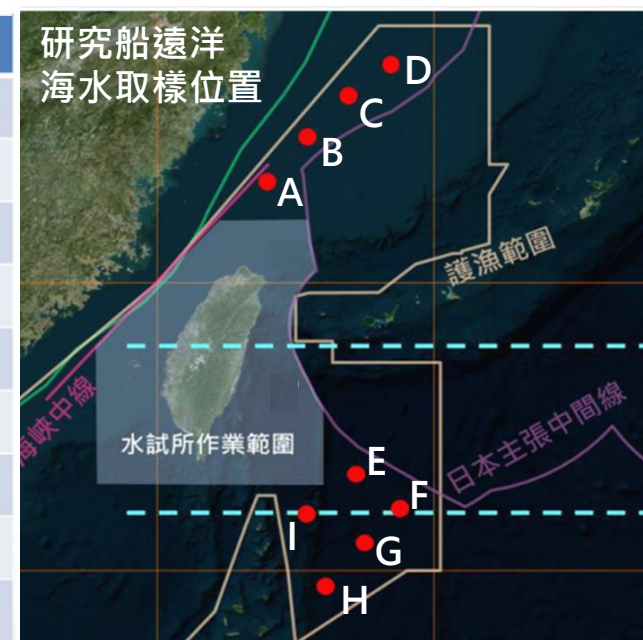


遠洋海水氚活度濃度分析

單位：Bq/L



海水編號	氚活度濃度	MDA
A	0.335	0.15
B	<MDA	0.13
C	<MDA	0.16
D	<MDA	0.17
E	<MDA	0.16
F	0.374	0.16
G	0.150	0.13
H	<MDA	0.15
I	0.141	0.14





附件五

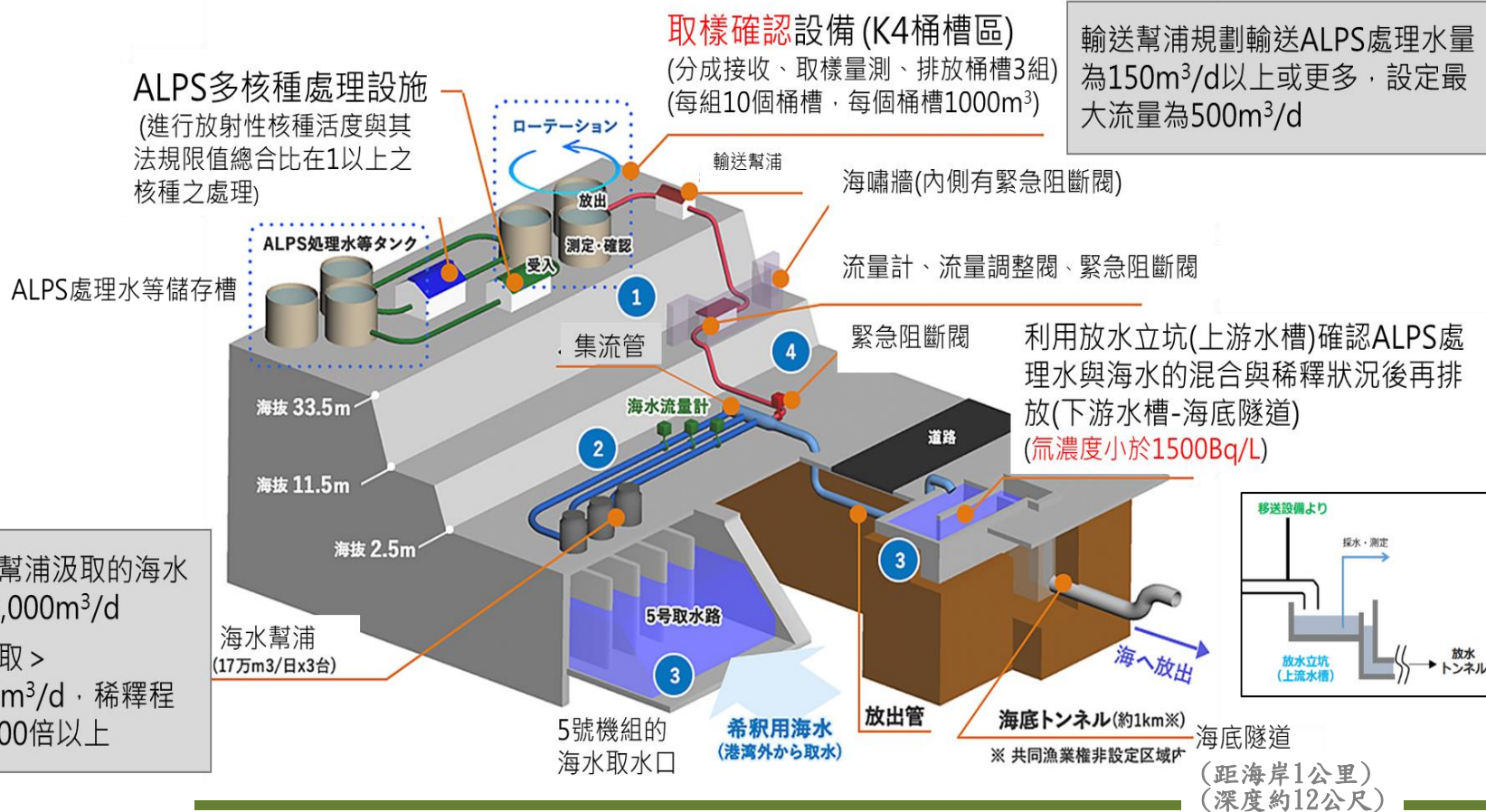
(日本排放限值與IAEA調查團)

日本法規排放限值

- 透過ALPS將氚以外的放射性物質過濾淨化至符合管制標準(尚未符合管制標準的稱之為處理途中水)。
- ALPS處理水中氚以外的核種須符合日本法規限值。

- 放射性核種除氚已外皆過濾處理至低於日本法規排放限值，且日本排放相關法規與國際基本上一致。
- 日本氚排放限值为60,000 Bq/L，規劃將氚稀釋至1500 Bq/L進行排放，為世界衛生組織WHO飲用水的氚含量限值10,000 Bq/L的1/7。

$$\frac{\text{量測值}_{\text{核種1}}}{\text{限值}_{\text{核種1}}} + \dots + \frac{\text{量測值}_{\text{核種N}}}{\text{限值}_{\text{核種N}}} < 1$$





IAEA調查團針對氙水排放之調查作為？

IAEA專家調查團於今(2023)年1月16～20日赴日執行含氙廢水排放計畫之**安全管制追蹤審查任務**

- 特別針對日本原子力規制委員會(Nuclear Regulation Authority，簡稱NRA)如何針對東京電力公司於去(2022)年11月中旬依據先前審查意見，提出的**排放實施計畫部分內容變更執行審查**，並就未來若東京電力公司**調整環境輻射影響評估或監測計畫內容時**，**NRA的相關審核程序交換意見**。
- 赴福島第一核電廠了解日本NRA如何執行**排放設施的使用前檢查作業**。該使用前檢查作業係NRA於設施開始運轉前的檢查規劃，**以確認東京電力公司切實依據所核准的實施計畫準備相關排放前作業**。



附件六

(放射性物質海域擴散海洋資訊平台)



放射性物質海域擴散海洋資訊平台

<https://tworis.aec.gov.tw/Portal>

因應作為

跨部會合作
日本作業與國際監督
海水監測
漁產監測
擴散預報

其他計畫

資訊專區

最新消息與輿情說明
常見問題
澄清專區
懶人包圖卡專區
影音專區

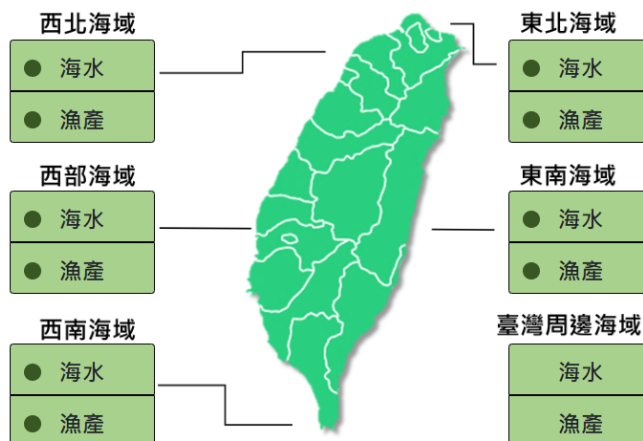
日本監測數據
互動地圖
相關網站



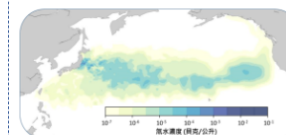
放射性物質海域擴散海洋資訊平台(試行版)
Ocean Radioactive Information System



海域輻射監測與預警燈號



歷史擴散分析



海域輻射監測燈號

- 安全，正常範圍。
- 安全，關注必要時加強監測。
- 調查評估，必要時進行干預。



跨部會合作



日本作業與國際監督



海水監測



漁產監測



擴散預報



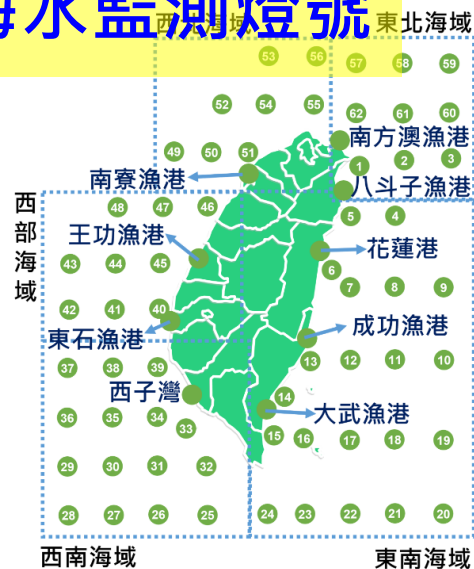
其他計畫



網站顯示各區域與警燈號監測結果以及歷史擴散案例、科普化圖卡

臺灣周邊海域(海水)

海水監測燈號



[回首頁](#)

東北海域							
編號	核種	結果	編號	核種	結果	編號	核種
57	氫	未檢出	58	氫	未檢出	59	氫
62	氫	未檢出	61	氫	未檢出	60	氫
	總	0.00125		總	0.00097		總
1	氫	未檢出	2	氫	未檢出	3	氫
	總	0.001		總	0.00079		總
南方澳漁港	氫	未檢出	八斗子漁港	氫	未檢出		
	總	未檢出		總	0.00999		

東南海域							
編號	核種	結果	編號	核種	結果	編號	核種
5	氫	未檢出	4	氫	未檢出	14	氫
	總	0.00126		總	0.00123	15	氫
6	氫	未檢出	7	氫	未檢出	9	氫
	總	0.00063		總	0.00063		總
13	氫	未檢出	12	氫	未檢出	11	氫
	總	0.00099		總	0.00088	10	氫
16	氫	未檢出	17	氫	未檢出	18	氫
	總	0.00088		總	0.00088	19	氫
23	氫	未檢出	22	氫	未檢出	21	氫
	總	0.00132		總	0.00173	20	氫
24	氫	未檢出	花蓮港	氫	未檢出	成功漁港	氫
	總	0.00132		總	0.00173		總

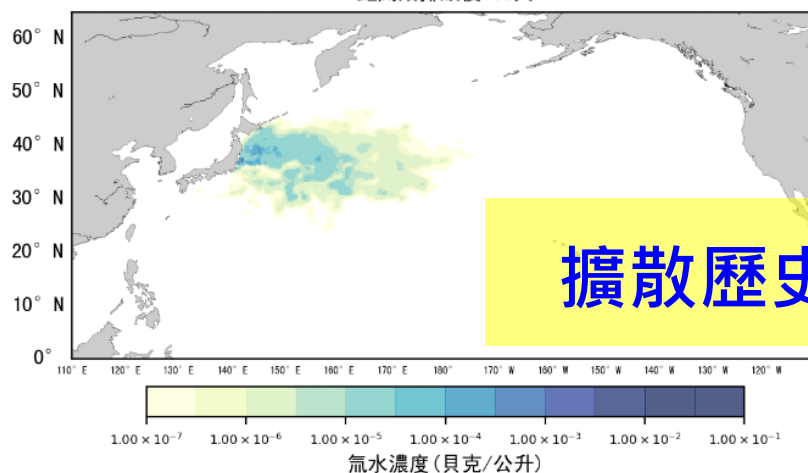
西南海域							
編號	核種	結果	編號	核種	結果	編號	核種
37	氫	未檢出	38	氫	未檢出	39	氫
	總	0.00085		總	0.00085		總
36	氫	未檢出	35	氫	未檢出	34	氫
	總	0.00113		總	0.00113	33	氫
29	氫	未檢出	30	氫	未檢出	31	氫
	總	0.00113		總	0.00113	32	氫
28	氫	未檢出	27	氫	未檢出	26	氫
	總	0.00113		總	0.00113	25	氫

科普化圖卡



含氫廢水排放後擴散濃度隨時間之動態分布圖

距開始排放後159天



擴散歷史案例



燈號參考基準

參考基準(海水)

世界衛生組織(WHO)的國際飲用水安全標準，氚核種標準為10,000 貝克/公升、銫-137 核種標準為10 貝克/公升。

1. 海水(氚)紅燈設為該標準的十分之一以上，即為1,000貝克/公升；綠燈設為該標準的百分之一以下，即為100貝克/公升；超過100、未達1,000貝克/公升即為黃燈。
2. 海水(銫)紅燈設為該標準的十分之一以上，即為1貝克/公升；綠燈設為該標準的百分之一以下，即為0.1貝克/公升；超過0.1、未達1貝克/公升即為黃燈。

參考基準(漁產)

聯合國糧農組織(FAO)和世界衛生組織(WHO)的國際食品法典(Codex)，食品的氚核種標準為10,000 貝克/公斤、銫-137 核種標準為1,000 貝克/公斤。

1. 漁產(氚)紅燈設為該標準的十分之一以上，即為1,000貝克/公斤；綠燈設為該標準的百分之一以下，即為100貝克/公斤；超過100、未達1,000貝克/公斤即為黃燈。
2. 漁產(銫)紅燈設為該標準的十分之一以上，即為100貝克/公斤；綠燈設為該標準的百分之一以下，即為10貝克/公斤；超過10、未達100貝克/公斤即為黃燈。

註：燈號標準已較國際安全標準嚴格，民眾無須恐慌；
燈號的設定可作為各監管機關採取預警及超前應對的依據