

112 年度政府科技發展計畫 績效報告書 (D006)

計畫名稱：國家海域放射性物質擴散預警及安全評估
應對計畫(1/4)

執行期間：

全程：自 112 年 1 月 1 日 至 115 年 12 月 31 日止

本期：自 112 年 1 月 1 日 至 112 年 12 月 31 日止

主管機關：核能安全委員會

執行機關：核能安全委員會、輻射偵測中心；國家原子能科技研究院；農業部水產試驗所、漁業署；衛生福利部食品藥物管理署；交通部中央氣象署；海洋委員會國家海洋研究院

112 年度政府科技發展計畫審查意見辦理情形表(檔案上傳)

序號	審查意見	辦理情形
1	本計畫本年度執行成果大致如計畫書中項目進行，各子項計畫之所有目標皆有達成，惟其中目標 2 關鍵成果 2 所描述之建置室內養殖場，並完成代表性海水生物之種類評估項目，僅停留在一般水族養殖設施之建構，及一般養殖物種及其條件之初步測試，建議針對放射性核種氙或有機氙累積實驗之可能因子做更完善設計，另計畫目標 4 中僅完成採樣，各大類樣本並以重量計，採樣設計尚無針對生物特性及食性位階之規劃著墨，建議可進一步說明目前採樣方向。	感謝委員意見，目標 2 關鍵成果 2 項目中一般水族養殖設施之建構及物種養殖條件之初步測試，係為後續放射性試驗養殖進行飼養條件確認，避免試驗開始後，生物(脊椎動物)將依照實驗動物照護委員會(IACUC)的管理及執行，或無法室內人工養殖造成生命的浪費，有必要在進行放射性試驗前進行設備及物種的測試及確認。 謝謝委員的建議，本計畫子項 4 之計畫規劃時程，係在 112 年完成各採樣點生物樣本採樣，本(113)年度開始進行，查詢並彙整歷年漁港生態系食物鏈樣本之食性位階，作為後續漁港採樣之參考依據，並於 114 年依照生物樣本於食物鏈之食性位階，進行生物累積效應關聯性探討。
2	本計畫經費編列合理經費與工作進行相符，與原計畫中所規劃的一致，且各細部計畫年度執行率均達 98%以上。	謝謝委員。

3	本計畫之各項量化績效指標，均已達成原定目標。	謝謝委員。
4	本計畫發表 4 篇論文、11 本研究報告，並建置 2 個資料庫，均超越原列指標之目標值，惟績效報告未描述與學術單位合作的必要性，及推動學術研究和人才培育的具體計畫和目標。	本計畫為跨部會整合型計畫，整合各部會之專業執掌，重點為因應日本排放議題而加強監測等使安定民心，至於與學術單位合作、推動學術研究和人才培育也一併納入執行，例如農業部漁業署之採樣、衛福部之採樣及風險溝通等皆由該部會委由學術單位合作執行，相關資料補充於「成果之價值與貢獻度」當中。
5	本計畫研發之洋流模擬技術，及生物氚檢測技術為重要技術發展，具重要學術價值，另本計畫之海域生態系調查結果如能完整，可傳達完整氚廢水排放對鄰近海域生態衝擊程度。	謝謝委員的建議，本計畫子項 4 之計畫規劃時程，係規劃於本(113)年度完成查詢並彙整歷年漁港生態系食物鏈樣本之食性位階，並於 114 年以食物鏈之食性位階，進行生物累積效應關聯性探討，最後於 115 年綜整先前研究成果，進行生態系衝擊評估。
6	本計畫技術創新部分達成情形，與原列指標之預期成效無差異，計畫建置放射性物質海域擴散海洋資訊平台之網站，可提供大眾直接且即時的查閱平台，係資訊公開化的重要媒介，同時建立生物氚檢測技術，並在未來幾	謝謝委員肯定。

	年擴大檢驗量能，為一重要技術創新。	
7	透過 FLOW-3D 完成的日本沿岸小尺度放流計算流體模式，涵蓋 10x10km 範圍內的污染物年平均濃度計算（0.1369 Bq/L），與此相對應的日方 ROMS 計算結果為 0.056 Bq/L，兩者的相對誤差高達 83.87%。然績效報告對此計算結果說明，僅提及結果相近且趨勢一致，尚缺乏更詳細的佐證。	謝謝委員的建議，由於津旨博士使用之 ROMS 能夠在垂直方向劃分計算網格，藉此描述洋流在垂直方向之變化，故污染物可能隨著洋流經由三個不同的方向逸散，但是本計畫透過 FLOW-3D，以淺水波方程式對流場進行解算工作，不考慮海水在垂直方向的流動對污染物之影響，因此所得結果較為保守。請教津旨博士後，考量模式間數值模式之差異，認為本計畫之分析成果合理，具有相近之結果及趨勢。未來將持續於中小尺度執行相關沿岸放流分析工作，並新增透過日本實際監測數值進行驗證，排除可能因模式差異造成之比對結果落差。

8	一、 本計畫建立氚水排放對海洋漁業之風險評估，結果可降低大眾對食品安全疑慮，以維護漁業產值。 二、 如對海洋放射性物質對環境及生態有影像，後續的應變機制應加速完成，避免影響社會經濟，另應於績效報告補充說明對經濟效益的具體量化評估。	本計畫之經濟效益目前朝向有效監控以降低漁業的風評影響、建置應變能力以提升災害應對之量能。根據我國漁業署公開之漁業統計年報顯示，110年、111年之遠洋、近海與沿岸漁業漁產值總計分別為45,741,595千元與48,645,953千元，顯示自日本政府於110年宣布2年後將採海洋排放方式處置福島第一核電廠儲存之含氚廢水，對我國漁業經濟未造成影響。 另食安辦於去(112)年邀集核安會、國原院、食藥署、漁業署、海委會等部會就海水、漁獲物與水產類食品輻射監測應變處置措施進行討論，若臺灣周邊海域漁獲採樣監測異常，將由漁業署通報食安辦啟動跨部會緊急應變平台，執行各項因應措施。 本計畫將持續透過跨部會合作嚴密監控，持續執行海水與漁獲之取樣監測，以降低對我國漁業的風評影響。
---	---	---

9	本計畫之成果可更即時解廣泛的宣傳給社會大眾，並積極教育民眾對食品安全之基本概念，惟目前的推廣及網路點擊率，可再往上提升。	謝謝委員意見，本計畫之網路點擊率後續將透過科普展覽、文宣品製作、網站改版等規劃持續提升。
10	應於績效報告補充說明，本計畫如何在社會對核食的擔憂情況下，穩定人民的憂慮。	謝謝委員建議，已補充日本含氚廢水排放與政府應對相關之資訊公開方法於績效報告內文中，包括依部會職掌分工執行資訊公開、於資訊平台建置每週更新之「跨部會輻射監測整合儀表板」，方便民眾一次掌握海水、漁獲與日本進口食品之監測結果，以進一步降低民眾對於福島含氚廢水排放的恐慌及食用安全疑慮。
11	本計畫之研究成果多僅限於計畫報告，建議可加強學術文章以及研討會發表外，並多推廣於科普文章以及環境教育。 應於績效報告補充說明，本計畫關於人才培育，及與學術單位合作之具體計畫、目標。	謝謝委員意見，本計畫除計畫報告外，並舉辦成果發表會、科普展覽等，並於資訊公開平台中透過圖卡、影片、Q&A 推廣相關科普知識。 而本計畫為跨部會整合型計畫，整合各部會之專業執掌，重點為因應日本排放議題而加強監測等使安定民心，至於與學術單位合作、推動學術研究和人才培育也一併納入執行，例如農業部漁業署之採樣、衛

		福部之採樣及風險溝通等皆由該部會委由學術單位合作執行。相關資料補充於「成果之價值與貢獻度」當中。
12	本計畫為四年期程計畫，112 年已依原設定目標完成，惟缺少對後續計畫的推廣、擴展，以及對成果效益進行評估的措施說明，另計畫目標 4 僅完成採樣，尚無針對生物特性及食性位階之規劃著墨，建議可進一步說明未來採樣規劃方向。	謝謝委員的建議，計畫子項 4 已於計畫中規劃在 112 年完成各採樣點生物樣本採樣，本 (113)年度開始進行，查詢並彙整歷年漁港生態系食物鏈樣本之食性位階，作為後續漁港採樣之參考依據，並於 114 年依照生物樣本於食物鏈之食性位階，進行生物累積效應關聯性探討。
13	本計畫與政府施政方針和政策扣合，計畫目標明確，結合不同部會研究量能，針對日本福島含氚廢水排放議題，執行不同面向之監測及調查研究，未來完整之研究成果可供政府部會針對類似事件提供完整報告，並可作為其他國家作為參考。	謝謝委員肯定。

14	本計畫旨在解決民眾對於日本福島廢水排放的關注，並發展相應的應對技術，具體措施包括進行全方位的海洋輻射監測，開發海洋輻射外釋衝擊潛勢預報系統，進行海域生態影響評估，及建立跨部門的應對流程，同時，通過在海洋中設置監測點，將台灣周邊海域的海水監測數。	謝謝委員肯定。
15	本計畫成果達成情形和原設定符合，有些成果甚至超過原設定內容，以科學證據有助化解民眾對日本排放含氚處理水對海域水質、生態、漁獲物食品安全影響之疑慮，並建立前所未有的相關技術和實驗室，可提升我國海域放射性物質外釋重點技術之能量。	謝謝委員肯定。
16	各目標及關鍵成果均符合計畫書規劃，惟部分項目宜再增加研究專業度，非僅停留在概要性調查，計畫成果除解除大眾疑慮，及訂定後續相對措施之參考外，亦可提供他國學術研究之借鏡及參考。	謝謝委員意見，後續將於資訊平台之監測數據新增趨勢分析及檢測分析方法等專業論述，以及數據下載等功能，可提供他國學術研究參考。同時計畫仍持續朝向期刊論文發表努力，包含生物氚技術、擴散模擬研究，都在撰寫並匯集成果當中。

17	本計畫為四年期計畫之第一年，未來尚有後續計畫，科學數據資料的趨勢分析非常重要，尤其含氚處理水對我國海洋環境輻射值、海洋生態和漁獲物的可能影響，以及國人食用水產品放射性核種氚之健康風險評估，此等資訊的解讀於後續的計畫中建議多予論述，以使大眾瞭解科學數據代表的意涵。	謝謝委員意見，後續將於資訊平台新增影片、圖卡推廣氚水議題之科普知識；並於監測數據新增趨勢分析及檢測分析方法等專業論述，以使大眾瞭解科學數據代表的意涵。
18	本計畫已設置資訊平台，並參加科普展，建議未來宜以更主動方式，規劃在學校或其他社教場合，推廣氚水議題之科普知識。應於績效報告提供經濟效益的具體量化評估、本計畫如何在社會對核食的擔憂情況下，穩定民眾的憂慮等，並補充說明人才培育，及與學術單位合作的具體計畫、目標。	謝謝委員肯定及建議，後續將於資訊平台新增影片、圖卡推廣氚水議題之科普知識，並配合建議安排、參加教育宣導活動，增加網站於各年齡受眾之推廣。 本計畫為跨部會整合型計畫，整合各部會之專業執掌，重點為因應日本排放議題而加強監測等使安定民心，至於與學術單位合作、推動學術研究和人才培育也一併納入執行，例如農業部漁業署之採樣、衛福部之採樣及風險溝通等皆由該部會委由學術單位合作執行。相關資料補充於「成果之價值與貢獻度」當中。

目 錄

【112 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】	i
第一部分	1
壹、 目標與架構	2
一、 總目標及其達成情形.....	5
二、 架構	13
三、 細部計畫與執行摘要.....	18
貳、 經費執行情形	25
一、經資門經費表 (E005)	25
二、經費支用說明.....	26
三、經費實際支用與原規劃差異說明.....	26
第二部分	1
壹、 成果之價值與貢獻度.....	1
貳、 檢討與展望	5
參、 其他補充資料	5
一、 跨部會協調或與相關計畫之配合.....	5
二、 大型科學儀器使用效益說明.....	5
三、 其他補充說明(分段上傳)	6
一、 計畫目標及成果摘要.....	6
二、 執行方法與分工	9
三、 關鍵成果	13
四、 結果與討論	154
附表、佐證資料表.....	157

【112年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】

審議編號					
計畫名稱	國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫(1/4)				
主管機關	核能安全委員會				
執行機關	核能安全委員會、輻射偵測中心；國家原子能科技研究院；農業部水產試驗所、漁業署；衛生福利部食品藥物管理署；交通部中央氣象署；海洋委員會國家海洋研究院				
計畫主持人	姓名	張淑君	職稱	組長	
	服務機關	核能安全委員會			
	電話	02-8231-7919 轉 2171	電子郵件	shujchang@nusc.gov.tw	
計畫類別	☒ 政策計畫 ☐ 一般計畫 ☐ 基礎研究 ☐ 前瞻計畫				
重點政策項目	☐ 數位經濟與服務業科技創新 ☐ 亞洲·矽谷 ☐ 智慧機械 ☐ 綠能產業 ☐ 生醫產業 ☐ 國防產業 ☐ 新農業 ☐ 循環經濟圈 ☐ 晶片設計與半導體前瞻科技 ☐ 文化創意產業科技創新 ☒ 其他_____				
前瞻項目	☐ 綠能建設 ☐ 數位建設 ☐ 人才培育促進就業之建設				
計畫群組及比重	生命科技___% 環境科技 <u>50</u> % 數位科技___% 工程科技___% 人文社會___% 科技創新 <u>50</u> % 請依群組比重填寫，需有比重最高之群組，且加總須 100%。				
執行期間	112 年 1 月 1 日 至 112 年 12 月 31 日				
全程期間	112 年 1 月 1 日 至 115 年 12 月 31 日				
資源投入 (以前年度 請填決算 數)	年度	經費(千元)		人力(人/年)	
	112	<u>102,690</u>		63	
	113	92,320		63	
	114	124,938		62	
	115	127,378		60	
	合計	447,326		248	
	112 年度	經費項目	預算數(千元)	決算數(千元)	執行率(%)
	經常門	人事費	1,855	1,855	100.00%
		材料費	11,575	11,537	99.67%
		其他經常	43,370	43,236	99.69%

			支出			
			小計	56,800	56,628	99.70%
	資本門		土地建築	0	0	0.00%
			儀器設備	25,422	25,399	99.91%
			其他資本支出	20,468	20,438	99.85%
			小計	45,890	45,837	99.88%
			經費合計	102,690	102,465	99.78%
政策依據	【行政院112年度施政方針】					
	● 「伍、教育、文化及科技」之十五、確保核電廠除役及放射性廢棄物安全，落實全民參與及資訊透明；執行海域氡監測及預警，提升輻射安全及災害防救量能；推動核研核心基礎設施，拓展原子能科技跨域應用。 ● 「參、經濟及農業」之十一、強化漁業資源管理，落實責任漁業；提升外籍漁船員勞動權益與友善漁作環境，接軌國際規範；建構海水統籌供應系統及推動外海箱網養殖，促進養殖漁業升級；營造功能完善漁港與特色漁村，永續漁業發展。 ● 「捌、勞動、衛生福利及環境保護」之八、精進食安五環及生技醫藥法規政策，運用智慧科技強化產品審查監管、邊境管控與稽查輔導，提升醫療物資調度應變效能，完善食藥安全防護網；完善中醫社區醫療及長期照顧服務網絡，健全中藥品質管理制度。 ● 「壹、內政、族群及轉型正義」之十、擘劃海洋整體施政藍圖，推動向海致敬政策，打造生態永續、海域安全、產業繁榮的優質海洋國家；形塑海洋民族文化認同與傳承，充實海洋文化內涵；整合國內海洋科學研究，提升海洋科技與產業鏈結。					
	【行政院重大政策「災防科技，守護臺灣」】					
	● 科技部推動「全方位防救災情資蒐整與研判技術提升計畫」，期望在面臨災害衝擊前及災害當下能運用理性知識為基礎，透過災害情資快速串通且精準的綜整加值，以提早分析災害的各種情境變化及其背後所帶來的風險與衝擊，進而提升政府的防災效能，降低民眾生命財產的損失。					
	【行政院重大政策「落實食安五環，確保國人健康」】					
	● 為提升食品安全管理效能，建立消費信心，由行政院食品安全辦公室督導協調農業部、環境部、衛生福利部、經濟部及教育部等部會共同執行，就「源頭控管」、「重建生產管理」、「加強查驗」、「加重惡意黑心廠商責任」及「全民監督食安」等五大面向，作為我國食安升級之推動方針，確保從農場到餐桌之每一環節皆符合環保、安全標準。					
	【行政院支持前期計畫：「國家海域放射性物質環境輻射監測及安全評					

估整備計畫」】

- 日本政府110年4月13日拍板透過海洋排放的方式在兩年後處置福島含氚廢水，行政院長蘇貞昌於4月14日召集會議聽取核安會及海委會共同研提的「國家海域放射性物質環境輻射監測及安全評估整備計畫」，以建立海洋輻射預警系統，提前預警分析福島含氚廢水排放的影響趨勢，並進行海水、水產的取樣分析以確保海洋安全，蘇院長肯定相關部會超前部署、提早規劃各項因應作為，並表示支持這項整合性計畫，也要求相關部會共同合作，早日完成此一重要的因應計畫。

【立委關切福島含氚廢水排放議題】

- 眾多立法委員提案質詢核安會關於日本福島含氚廢水排放的因應方案，為此，核安會建置跨部會合作機制，確保國民健康。而因應日本政府公布日後將以海洋排放方式處置含氚廢水後，核安會、交通部、海委會三部會轄下研究單位，包括：國原院、輻偵中心、氣象署與國海院，共同執行「國家海域放射性物質環境輻射監測及安全評估整備計畫」。而核安會依據日方預計排放時間，擬定「整備期」、「應對期」及「長期監控」三階段計畫，超前規劃國家海域監測技術佈局。藉由該計畫建立公開透明的資訊整合平台，以供民眾即時查詢，並加強海水、水產的輻射安全監測與分析，以確保國人的健康與權益。

【行政院「日本食品輸臺說明-相關配套措施」】

- 105年12月2日行政院重要政策：政府將持續針對日本進口食品及我國漁獲進行輻射檢測，並上網公告檢測結果，供民眾查詢，展示檢測資訊公開的重要性。

【核能安全委員會112年度施政計畫】

- 年度施政目標及策略之一、強化原子能安全管制，確保公眾安全，之（四）執行全國環境輻射偵測與監測作業，強化海域輻射安全評估與風險研究，充實臺灣海域輻射預警系統資訊，釐清食安疑慮並維護漁民權益。（五）落實輻安及核安資訊透明，提升民眾信任，推廣政策公民參與及民眾溝通，建立社會共識。

年度施政目標及策略之二、推廣原子能科技創新，培育跨域人才，之（一）善盡國際核子保防義務，在平等互惠原則下，積極國際合作交流，以技術提升外交軟實力；妥善運用原子能技術，實踐聯合國永續發展目標（SDGs）。（四）推廣原子能科普教育，培養民眾媒體及網路資訊識讀能力，提升全民科學素養。

【農業部112年度施政計畫】

- 年度施政目標及策略之二、健全農業基礎環境，之(九) 友善漁業生產及勞動環境、營造漁港安全作業環境，整建養殖漁業生產區軟硬體，提升防災能力；建構冷鏈物流系統，提升漁產品安全及價值。

年度施政目標及策略之三、提升產業競爭力，之(五)推動責任漁業，深化國際漁業合作及參與國際組織運作，確保漁民作業權益並提升

	漁業勞動條件；推動養殖漁業振興，以強化基礎建設及落實產業輔導為主軸，調整產業結構；持續推動友善漁法，跨域合作培育本國船員及幹部船員，提升船員福利。 【衛生福利部112年度施政計畫】 ● 年度施政目標及策略之六、優化食安五環及生技醫藥政策環境，保障民眾健康，之(一) 把關食品產製銷網絡及藥品、醫療器材及化粧品全生命週期各環節之衛生、安全與品質；運用智慧科技精進產品邊境管控、流通監管與稽查輔導，創造安心消費環境。 【交通部112年度施政計畫】 ● 年度施政目標及策略之九、提升郵政氣象服務，之(三) 善用新興科技工具與管理技術，精進天氣、氣候、地震、海嘯等災害之預警及防救效能；拓展防救災客製化氣象監測預(警)報；推廣氣候資訊跨域應用服務；開創多元化生活氣象資訊之傳播服務；深化推廣科普教育；擴大氣象資訊面向及效益；促進氣象產業發展。(四) 廣續整建各項觀測及高速運算電腦等基礎設施，強化氣候變遷監測及短期氣候預測能力；提升氣象、海象、地震及海嘯監測預警、定量降雨與即時預報作業能力，建立本土化災害性天氣量化指標。 【海洋委員會112年度施政計畫】 ● 年度施政目標及策略之二、強化海污防治，維護海域環境，之(一) 依照臺灣海洋健康指數獨立評估指標，逐步檢視整體或區域的海洋健康程度，並研析改善策略，提升海洋環境品質。(二) 修正海洋污染防治法規，強化海洋環境管理效能，保護海洋環境，確保永續發展。(三) 定期監測海域環境水質，彙整統計評估指標；透過衛星等工具監控海洋污染，提供海洋污染應變決策使用。 ● 年度施政目標及策略之三、保育生物資源，守護海洋生態，之(一) 持續統合相關部會落實我國永續發展核心目標 14，推動保育及永續利用海洋生態系，以確保生物多樣性，並防止海洋環境的劣化。
本計畫在機關施政項目之定位及功能	【核能安全委員會】(後簡稱核安會) 核安會為我國原子能安全主管機關，嚴格執行核能、輻射安全管制及落實緊急應變機制與環境偵測；此外，也積極推動科技研究與創新，以增進民生福祉，站在社會大眾的角度思考及處理問題，使民眾可以安心放心，讓核安會成為屬於社會大眾的核安會。 面對氙水排放之議題，核安會自當站在最前線，在本計畫中深化既有之施政項目，包含：嚴密管制輻射防護安全、強化核子事故及輻災應變與整備能量、提升環境輻射監測機制、精進原子能科技研發、促進國際核能合作交流，率領所屬國家原子能科技研究院及輻射偵測中心，超前部署未來數十年之應對、監測等工作規劃，並成立「福島含氙廢水排放跨部會因應平台」，每季召開會議管理相關工作項目及計畫之執行進度，領導跨專業領域的團隊共同完成氙水排放應對之國家型任務。 同時，核安會亦透過外交管道尋求日本、德國、美國等重要政府單

位、學術研究團隊之交流，確保及時取得日方的所有重要資訊，並使國內的相關技術發展獲得國際之肯定，共同完成本計畫之最終目標，不負民眾對於政府之期待。

【國家原子能科技研究院】(後簡稱國原院)

國原院為政府原子能科技研發之專責機構，支援國家原子能、能源等相關政策之策略規劃。國原院深耕於放射性物質劑量評估、輻射災害應對及放射性物質檢測等技術研發，其多項技術皆有效應用於政府特定事件之處置，如：大氣擴散劑量評估系統可針對輻射事件之輻射塵飄散及劑量影響作出評估，成為核子事故應變之重點工具；食品輻射檢測認證實驗室亦配合食藥署進行日本進口食品之檢測工作，相關之檢測能力皆達到國際水準，配合政府政策執行之同時，也發展檢測技術及量能。

因此，在此計畫中，國原院主要負責子項計畫一，發展海域放射性物質外釋之重點技術，開發氚連續監測系統及輻射事件安全評估，確保往後海釋放射性物質事件之技術需求。同時，國原院主要負責子項計畫二，開發生物氚代謝研究，並配合食藥署生物氚輻射檢測及風險評估之需求，跨領域開發生物氚檢測技術及相關研究，確保國人食品安全。另外，國原院並參與子項計畫三，與氣象署合作，將單純的海象預報系統配合放射性物質參數，轉換為放射性物質專用的預報及示警系統，用以應對臺灣周遭海域(包含臺灣海峽)的全方位預報系統，同樣透過跨部會合作，為國內民眾建立往後重要之應對工具。

【核能安全委員會輻射偵測中心】(後簡稱偵測中心)

核安會偵測中心掌理全國環境輻射監測工作，包括環境中天然輻射偵測、放射性落塵偵測、食物及飲用水放射性含量偵測、核設施及放射性廢料貯存設施周圍環境監測、核意外事故之環境輻射偵測與放射性分析、國民輻射劑量評估及環境輻射偵測技術研究發展等事項。偵測中心為財團法人全國認證基金會（TAF）認證實驗室，通過食品及環境檢測項目認證，並定期參與國內外能力試驗（如國際原子能總署、TAF、日本分析中心等），藉由與國際接軌之檢驗機構認證制度及能力試驗，提升技術能力與品質，確保檢驗結果的正確性及公信力。偵測中心於子項計畫一「海域重要漁場水質與迴游魚種輻射安全評估研究」協助跨部會單位執行臺灣海域海水樣品氚含量分析，評估臺灣海域海水中放射性物質氚的含量是否受到日本福島第一核電廠含氚廢水排放海洋的影響，保障臺灣海域之輻射安全。

【農業部水產試驗所】(後簡稱水試所)

水試所主責海域水質調查及研究工作，且長期與偵測中心有取樣及輻射檢測之合作。在此計畫中，水試所參與子項計畫一，面對日本含氚廢水排放之議題，水試所透過定期(每季度)之海水取樣作業，將海水樣本定期提供給偵測中心進行海水輻射檢測，供水產漁業作業區域之水質核污染調查之用。

【農業部漁業署】(後簡稱漁業署)

	漁業署主責漁業之產銷、漁民安全等，營造漁港安全作業環境，並提升防災能力，確保漁產品安全及價值。因此，在此計畫中，漁業署參與子項計畫一，對氾水排放事件可能造成之「漁業風評傷害」影響，針對國人重點之經濟魚種及洄游魚種，協助進行氾之檢測工作，漁業署對上述重要魚類定期採樣，再交由國原院以「生物有機氾」檢測技術進行分析，並對照排放前之背景基線建立數據庫，以確認臺灣周遭漁場之魚類體內未受到放射性氾水之影響，保障漁民作業安全的同時，也守護國內漁業之風評及民眾之輻射安全。 【衛福部食品藥物管理署】(後簡稱食藥署) 食藥署主責國內之食品安全，以食在安心健康為使命，建構完善的食品安全管理體系。在此計畫中，食藥署參與子項計畫二，配合國原院蒐集各國氾核種之釋放對人類食物鏈(動植物)影響之研究資訊，並執行邊境輸入水產動物類及藻類氾含量監測調查，藉由研究調查數據，建立評估模式，續以評估對人體健康影響風險程度及對應管理措施，以保障國人食的安全。 【交通部中央氣象署】(後簡稱氣象署) 氣象署為國家氣象/災害預報之權責單位，並擁有多項重點氣象、海象觀測技術。在此計畫中，氣象署主要負責子項計畫三，透過氣象署既有之運算資源，發展海洋擴散預報及示警系統，並將該系統建置為每日自動化作業，以類似沙塵暴預警的概念，提供臺灣民眾關於日本含氾廢水排放可能對臺灣海域造成之影響，善用新興科技工具與管理技術，精進災害預警與防救，納入災害風險管理機制，幫助沿岸活動、居民、漁民等關鍵群體，並同時將其預報結果回饋於跨部會因應平台，確保各部會於任何放射性物質海洋事件皆可充分應對。 【海洋委員會國家海洋研究院】(後簡稱國海院) 國海院的主要任務為協助海洋委員會辦理海洋政策規劃、海洋資源調查、海洋科學研究、海洋產業及人力培育發展業務，定位為國家海洋智庫，職掌包含「海洋污染調查與防治技術之研究及推廣」及「海洋生物與生態系統調查與保育之研究及技術推廣」。在此計畫中，延續與國原院及氣象署，於 110-111 年合作之 1.5 年期科發基金計畫「國家海域放射性物質環境輻射監測及安全評估整備計畫」海域沿岸生態核污染採樣調查的部分，以持續完善臺灣海域核輻射調查。
計畫摘要	本計畫主要解決民眾關切之日本福島含氾廢水排放議題，以 112 至 115 年共 4 年期發展應對技術，執行全方位海域輻射監測、開發海洋輻射外釋衝擊潛勢預報系統、進行海域生態影響評估、建立跨部會應對流程，扣合守護漁業、確保食安、災防預警、海洋永續四大主軸，整合跨部會專業，以科學證據確保民眾輻射安全、解決民眾疑慮，落實資訊公開，目標如下： 一、透過臺灣周遭海域海水、洄游魚取樣分析之全方位監測，守護臺

	灣漁業風評，建立海水氚連續輻射監測技術及跨部會應對流程。 二、建立抽驗及氚核種檢測程序，了解國人食用進口水產動物及藻類中放射性核種氚之健康風險，確保食用安全。 三、開發放射性物質衝擊潛勢分析及每日預報示警系統，範圍擴大至臺灣海峽，超前部署，確保民眾輻射安全。 四、調查含氚廢水排放前後之沿岸生態系，評估其對臺灣周遭海域之生態影響，完備海洋生態資料庫，促進海洋永續發展。 本計畫由四個子項計畫「海域重要漁場水質與洄游魚種輻射安全評估研究」、「日本含氚廢水排放對水產動物類及藻類劑量安全與風險研究」、「海域放射性物質排放事件例行化預報及異常排放示警處理研究」、「海洋輻射沿岸生態系核污染採樣調查」分進合擊，跨部會合作辦理。			
計畫目標與 預期關鍵成 果之達成情 形			原設定	達成情形
	【目標 1】 完成年度之 海水、浮游 動物及漁獲 物取樣工 作，海水送 偵測中心檢 測氚，其他 樣本由國家 原子能科技 研究院或第 三方實驗室 進行放射性 核種濃度分 析，提供科 學監測數 據，以供相 關部會採行 因應作為之 依據；依照	預期關鍵成果 1	取得臺灣海域海 水樣品 320 件並完 成氚含量分析，產 出年度臺灣海域 海水氚輻射分析 與評估報告 1 份。	1. 已完成海水取樣 分析 442 件，包含水 試所 62 測站之海水 取樣 241 件，輻射偵 測中心台灣沿岸 之海水氚取樣 140 件以及北太平洋漁 場海域海水取樣 41 件。另依據檢測分析 結果完成 112 年度臺 灣海域海水氚輻射 分析與評估報告 1 份。
		預期關鍵成果 2	完成 240 件漁獲物 氚檢測。	已完成臺灣近海漁 場 248 件及北太平 洋秋刀魚漁場 33 件 之生物氚調查分析。

	日方公布數據，進行關鍵群體及關鍵曝露途徑之劑量分析工作，完建置氚活度濃度之偵測設備 1 套及驗證。	預期關鍵成果 3	依照 IAEA 相關核種傳輸分析建議報告，完成氚水排放之關鍵曝露途徑及關鍵群體研析報告 1 份。	參考 IAEA GSG-10 報告，完成 1 份核設施與活動對海洋環境影響評估研究報告。並根據日本 2022 年環境影響評估報告，進行境外海洋輻射事件劑量安全評估之代表人選訂原則。
		預期關鍵成果 4	完成模擬無機氚水之活度濃度偵測試驗，其最小可測值低於 1,000 Bq/L。	已經完成水體中氚活度濃度連續監測之自動化流程與偵測試驗，並進行海水樣品水質中雜質干擾之問題探討，主要陽離子：鈉、鎂、鉀、鈣，主要陰離子：氯離子、硫酸根離子。
	【目標 2】充分掌握各國對於氚在生物體內之毒性研究進度，並瞭解輸入水產動物類及藻類中放射性核種氚監測值，同時建置人工養殖場，篩選代表性海水生物養殖標的。	預期關鍵成果 1	完成至少 100 件邊境輸入水產動物類及藻類中放射性核種氚檢測。	依據邊境抽樣調查放射性核種氚背景值之規劃建議，完成執行對日本輸入水產品及藻類抽樣檢測 100 件。
		預期關鍵成果 2	完成人工養殖場建置及代表性海水生物評估。	完成建置室內養殖場及空調通風系統，投水試運轉。並完成代表性海水生物之種類評估中/小型魚(黃錫鯛)、甲殼類(白蝦)、貝類(九孔螺)、藻類(菊花心種龍鬚菜(紅藻))，並持續進行黃錫鯛生態缸之飼養條件及水質環境之數據紀

				錄，維持現有生存率。
	【目標 3】 確保福島核電廠含氚廢水海洋傳輸擴散預報作業化系統正常作業，同時發展日本沿岸 3D 地形之小尺度計算流體力學模擬研究。	預期關鍵成果 1	福島核電廠含氚廢水海洋傳輸擴散預報作業化系統正式上線作業。	放射性物質海洋擴散系統於 2022 年底開始正式上線，於排放前以年排放 22 兆貝克之限值作為模式初始排放設定，測試系統之穩定性與產品調整並於 2023 年 8 月 24 日日本正式開始排放時，亦同步進行預報模擬，透過源頭資料的掌握，每日自動化抓取日本東京電力公司所釋出之排放資訊，將含氚廢水排放之逐時資料引入系統中，進行擴散模擬，令擴散預報結果貼合實際排出狀況。每日順利提供各界未來 7 日之預報資訊。
		預期關鍵成果 2	完成海流模式與放射性物質海洋傳輸擴散模式校驗系統開發建置。	透過蒐集潮位資料、AVISO 衛星資料、GDP 浮標資料等資料進行海流模式校驗，抓取東京電力公司於排放口周圍之監測點資料，進行擴散模式之比對，藉以

				精進模式表現。 大尺度團隊以 IAEA MODARIA 國際程式比對計畫為例，以 SCHISM 模式進行福島事件後三年內放射性物質 Cs-137 隨海洋擴散之分析，透過後處理程式完成半衰期、分配係數等核種傳輸參數匯入及測試。
		預期關鍵成果 3	進行日本沿岸地形 3D 模式建立，並蒐集日本放流形式之 3D 化模組資料。	透過 FLOW-3D 已完成日本沿岸小尺度放流計算流體模式 10x10km 範圍內汙染物年平均濃度計算(0.1369 Bq/L)，與日方 ROMS 計算結果(0.056 Bq/L)相近且趨勢一致。
		預期關鍵成果 4	舉行資訊公開傳遞討論會議至少 3 場，提升資訊傳遞之觸及率並提前妥善規劃。透過科普展覽進行日本福島含氚廢水排放說明，並設計新媒體圖卡或文宣品 3 份、影片 1 支，實體及網路加總至少提升相關資訊之觸及率 20,000 人次。	舉行資訊公開傳遞討論會議 11 場，資訊平台現有 5 部科普影片、40 張科普圖卡做為網站資訊傳遞之用，並將擴散預報結果加值為親民易懂之預報圖文資訊，提供其他政府單位和民眾所關注之訊息，穩定社會及民情。資訊平台之觸及率 210,000 人次。 放射性物質海域擴散海洋資訊平台之網頁以民眾關切的議題及角度來建置並精進更新，而為因

				應日本排放含氚處理水，即時於資訊平台之網頁中納入跨部會輻射監測整合儀表板、一週擴散預報概述、日本東電排放即時資訊(連接至IAEA 網站)。 於 112 年 4 月 30 日至 5 月 1 日參與「原子 go 探險趣」+「行動科教館」科普展，透過互動體驗的方式輕鬆了解原子能科技的知識與應用，並藉此推廣氚水議題之科普知識。
	【目標 4】 持續進行臺灣東北部、東部、東南部以及西南部海域等 6 個生態系採樣點調查。	預期關鍵成果 1	建立臺灣海域沿岸生態核污染採樣調查方法，並完成沿岸生態系代表性生物物種採樣調查年度報告至少 1 份。	完成共計 4 季次生物樣本採集，共完成 3 處漁港及 3 處沿岸生物採集。並完成沿岸生態系代表性生物物種採樣調查年度報告 2 份。
計畫效益與重大突破	1. 建立生物氚之標準檢驗技術及流程，並成立我國首間生物氚檢測實驗室。利用冷凍乾燥、高溫燃燒爐等儀器進行海生物體內的氚活度檢測，並可於 112 年達到每年 500 件之檢測量能。 2. 研發氚水電解濃縮技術可將試樣中氚濃度濃縮 6 至 8 倍，進而降低氚檢測的最低可測值(約 0.13~0.17 Bq/L)，以供氚濃度背景基線數據蒐集之用。 3. 本項計畫之海域生態系放射性核種氚之調查結果，可向國際傳達福島含氚廢水排放對於我國鄰近海域的海水和生物核輻射背景值在氚水排放前後的變化。 4. 守護漁業、降低漁業的經濟傷害，本計畫進行臺灣海域水體輻射濃度安全監測、水產漁業及海域輻射安全、國際海洋污染緊急應變機制研究。於進行臺灣周邊海域測點海水取樣與放射性核種分析，可有效監控日方排放福島含氚廢水造成之漁場、漁產品影響，以科學數據降低對漁業之衝擊。			

	5. 為進行水產動物類及藻類氚輻射檢測及風險評估之需求，建置養殖含氚海水環境以進行水產品育種試驗，後續將分析水中無機氚量與水產品生物體內有機氚之關聯性，以科學數據進行分析海水中無機氚量與水產品生物體內有機氚之關聯性，藉以了解氚核種對人體影響之健康風險評估， 6. 確保食安、落實「食安五環」政策：行政院自 105 年起即陸續推動「食安五環」重大政策至今，確保國人健康。藉由子項一進行漁獲物氚檢測、子項二建立抽驗及氚核種檢測程序，進行水產動物類及藻類氚核種監測，以確保食品安全。 7. 建置公開透明資訊平台，讓民眾安心放心。放射性物質海域擴散海洋資訊平台 TW-ORIS (https://tworis.aec.gov.tw/)，已上線提供整合性資訊服務。為使民眾更易理解海域輻射監測現況，首頁透過紅綠燈方式進行顯示，可讓民眾快速查看監測結果是否異常。 8. 建立海洋擴散評估模式，達成預警效果。依據海域進行區域劃分，將擴散預報結果與燈號顯示結合，並每日提供測試數據結果，預計於日本開始排放後於網站公開擴散預報結果。而考量民眾、漁船作業所需，氣象署將預報時間增加為 7 天，強化預警之效益。			
遭遇困難與因應對策	無遭遇困難或落後。			
後續精進措施	1. 基於日本於 112 年開始排放含氚廢水，各部會加強海水、浮游生物、海產物及後市場抽驗等，而需要增加氚核種及銈核種之監測樣本數以及魚類有機氚/無機氚代謝研究之養殖等各研究所需，故需要持續精進氚分析技術，並提升生物氚及海水氚之檢測量能。 2. 針對日本排放含氚廢水後對我國可能產生之衝擊與影響，如漁民憂心漁業風評、生計受影響，而民眾擔心汙染水產食品進入市場而影響食品安全。故本計畫以科學證據解決民眾疑慮，並落實資訊公開，持續精進放射性物質海域擴散海洋資訊平台，以親民化的角度、預警燈號顯示等措施使民眾安心、放心。			
計畫連絡人	姓名	蔣宇	職稱	副研究員
	服務機關	國家原子能科技研究院		
	電話	(03)471-1400 轉 7766	電子郵件	ychiang@nari.org.tw

第一部分

註：第一部分及第二部分（不含佐證資料）合計頁數建議以不超過 200 頁為原則，相關有助審查之詳細資料宜以附件方式呈現。

壹、目標與架構

針對日本規劃排放含氚廢水，政府為保障國內漁業及人民健康的決心，核安會依據日方預期排放的時間，以目標導向擬定我國鄰近海洋輻射監測之「整備期」、「應對期」及後續「長期監控」三階段技術發展與事件應對佈局。

整備期由國原院、海委會國海院及交通部氣象署共同研提「國家海域放射性物質環境輻射監測及安全評估整備計畫」，該計畫執行期程自 110 年 7 月 1 日至 111 年 12 月 31 日，共計 1.5 年。整備計畫之主要目標為因應兩年後的排放事件，提前完成所有必要的整備工作，包括：(1)針對遠洋關注海域增補量測以建立「海水氚活度背景基線值」；完成開發生物體(洄游魚種)「組織內自由水氚(TFWT)」與「有機結合氚(OBT)」檢測技術。(2)進行區域性精準海洋擴散趨勢模擬分析，並透過海洋浮標進行氣象資訊蒐集與模式驗證。(3)開發動態圖形化海域影響與監測作為等資訊公開平台，整合跨部會之相關監測與預報資訊，提供民眾隨時查找正確資訊。

應對期則延續整備期，規劃於日本福島含氚廢水排放開始的 112 年度接續執行四年期「國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫」(本計畫)。應對計畫將依循整備計畫所預警的可能擴散趨勢範圍，規劃進行排放後的跨領域應對監測技術開發，其內容包含：(1)臺灣鄰近海域海水及重點洄游魚類放射性物質監測，針對排放後的海水及魚類進行全方位監測，將延伸背景基線值調查的概念，配合採樣、輻射檢測等量能盤點，逐步建立轉變為配合排放時程持續進行的例行性監測技術(每季度、每年)，以及建立變化異常指標與跨部會應對流程；(2)進行臺灣鄰近海洋食用進口水產動物類及藻類健康風險評估，

透過氙的代謝研究，可提供主管機關做為進口水產動物類及藻類中放射性氙影響及食安法規修訂之參考；(3)將海洋擴散預報及示警系統配合氣象署之氣象預報經驗，提升為例行作業化之預報系統，並可擴大模擬應用範圍至中國大陸沿岸核電廠異常排放，仿照沙塵暴預警的概念，隨時監控可能對臺灣海域所造成之影響；(4)臺灣沿岸海洋生態輻射背景和食物鏈累積評估，透過海域生態調查及評估報告，提出年度報告，確保我國沿岸海洋環境之生態永續發展。

在應對計畫執行完成後，所有的技術開發已經成熟並獲得驗證可行，可從應對技術之開發將轉為長期例行監控，透過維持一定的例行營運人力及設備，完善後續長達數十年的後續「長期監控」計畫。

本計畫訂立四大子項計畫，包含：子項一：海域重要漁場水質與洄游魚種輻射安全評估研究；子項二：日本含氙廢水排放對水產動物類及藻類劑量安全與風險研究；子項三：海域放射性物質排放事件例行化預報及異常排放示警處理研究；子項四：海洋輻射沿近岸生態系輻射影響採樣調查。

子項一：海域重要漁場水質與洄游魚種輻射安全評估研究

此子項計畫之主責單位為國原院，參與單位包括核安會偵測中心、農業部水試所以及漁業署，針對日本 ALPS(Advanced Liquid Processing System，先進處理水處理系統)含氙廢水排放作業，放射性物質可能隨著洋流擴散至我國周圍海域，使國內漁民捕獲之魚獲產品受到品質安全疑慮，藉由監控我國漁船作業近海與遠洋海域之水體氙輻射變化數據，與我國重要洄游魚之輻射檢測，透過強化長週期監測與連續數據紀錄，以科學數據，提供政府捍衛漁民捕獲水產品之品質，保障漁民權益，另並逐步建立監測異常之跨部會應對流程，以及建立水體中氙

活度濃度之連續監測技術，預備輻射意外事件應變之前瞻監測技術。

子項二：日本含氚廢水排放對水產動物類及藻類劑量安全與風險研究

此子項計畫之主責單位為國原院，參與單位為衛福部食藥署，因應福島含氚廢水排入海洋後，對於日本排放符合標準之含氚廢水若擴散至臺灣海域，國人食用之水產動物類及藻類仍有可能遭受含氚廢水污染，且其對人體健康風險危害程度尚不明確等議題，首先蒐集國際研究文獻、各國現行管理現況，並以精進具程序標準化的水產品放射性核種氚之檢測技術，來調查邊境輸入水產動物類及藻類中放射性核種氚輻射數值，並依據監測所得之監測值資料，適時滾動調整評估，另同步模擬含氚海水環境進行水產品育種試驗，分析水中無機氚量與水產品生物體內有機氚之關聯性，藉以建置核種遷移係數，以科學數據進行分析海水中無機氚量與水產品生物體內有機氚之關聯性，藉以建置量測快篩機制與氚核種對人體影響之健康風險評估，續以提供相關數據供政府部門採行相對應之管理措施。

子項三：海域放射性物質排放事件例行化預報及異常排放示警處理研究

此子項計畫之主責單位為交通部氣象署，參與單位為國原院，主要目標為透過氣象署長年海象觀測及預報之能量，結合國原院放射性物質專長及小尺度流體力學之技術，發展精準且例行化之放射性物質擴散預報系統，可有效透過風險警示之方式，確保排放事件發生時，可以快速提供時間及空間的模擬運算，同時透過國際團隊之合作，以科學證據強化運算模式之驗證，供相關部會提前因應，同時透過創新之資訊轉譯工作，以民眾需求為出發，確保生硬的科學數據可有效被民眾吸收，透過媒體影片、圖卡、科普展覽等進行資訊傳遞，保障國

人對於氙水排放事件之理解，達到安定民心的目標。

在該系統建置完成後，除應對日本含氙廢水排放事件外，亦可作為臺灣海域之全方位擴散預警系統，持續監控環太平洋核電廠的未知輻射外釋事件，達到長遠海洋安全之效益。

子項四：海洋輻射沿近岸生態系輻射影響採樣調查

此子項計畫之主責執行單位為海委會國海院，奠基於 110-111 年 1.5 年期整備計畫以及 112 年應對計畫，執行定期、定點監測，透過臺灣岸際與沿岸海域之生物樣本採集調查，建立臺灣周遭海域生態系輻射影響現況基線，觀察沿近岸生態系是否受到輻射影響及受污染後的生態影響程度。

本計畫整體目標為保障海洋環境及民生輻射安全，係由核安會主導整合相關部會之技術能量，以國家原子能科技研究院技術為核心，透過學術合作進行技術精進和技術擴散，使研究成果有助我國因應日本排放含氙廢水事件可能引發的後續輻射安全影響，並以此精進發展海洋擴散模式、量測技術以及建立海洋輻射意外事故之因應措施，對於未來類似之海洋輻射污染事件及早因應、超前佈署。

一、總目標及其達成情形

1. 全程總目標：本計畫的總目標為配合政府資訊公開策略，針對日本含氙廢水排放發展應對技術，執行全方位海域輻射監測、開發國際海洋輻射外釋應對及預報系統、並進行海域生態影響評估，確保國人食品安全及守護漁業風評。

2. 分年目標與達成情形：

年度	分年目標 [*]	達成情形 ^{&}
112	【目標 1】完成年度之海水、浮游動物及漁獲物取樣工作，海水送偵測中心檢測氚，其他樣本由國家原子能科技研究院或第三方實驗室進行放射性核種濃度分析，提供科學監測數據，以供相關部會採行因應作為之依據；依照日方公布數據，進行關鍵群體及關鍵曝露途徑之劑量分析工作，完建置氚活度濃度之偵測設備 1 套及驗證。	整體目標 1， 【目標 1 關鍵成果 1】本年度已完成海水取樣分析 442 件，包含水試所 62 測站之海水取樣 241 件，輻射偵測中心台灣沿岸之海水氚取樣 140 件以及北太平洋漁場海域海水取樣 41 件。另依據檢測分析結果完成 112 年度臺灣海域海水氚輻射分析與評估報告 1 份。 【目標 1 關鍵成果 2】已完成臺灣近海漁場 248 件及北太平洋秋刀魚漁場 33 件之生物氚調查分析。 【目標 1 關鍵成果 3】參考 IAEA GSG-10 報告，完成 1 份核設施與活動對海洋環境影響評估研究報告。並根據日本 2022 年環境影響評估報告，進行境外海洋輻射事件劑量安全評估之代表人選訂原則。 【目標 1 關鍵成果 4】已經完成水體中氚活度濃度連續監測之自動化流程與規劃，並進行海水樣品水質中雜質干擾之問題探討，主要陽離子：鈉、鎂、鉀、鈣，主要陰離子：氯離子、硫酸根離子。
	【目標 2】充分掌握各國對於氚在生物體內之毒性研究進度，並瞭解輸入水產動物類及藻類中放射性核種氚監測值，同時建置人工養殖場，篩選代表性海水生物養殖標的。	【目標 2 關鍵成果 1】依據邊境抽樣調查放射性核種氚背景值之規劃建議，完成執行對日本輸入水產品及藻類抽樣檢測 100 件。 【目標 2 關鍵成果 2】完成建置室內養殖場及空調通風系統，投水試運轉。並完成代表性海

		水生物之種類評估中/小型魚(黃錫鯛)、甲殼類(白蝦)、貝類(九孔螺)、藻類(菊花心種龍鬚菜(紅藻))，並持續進行黃錫鯛生態缸之飼養條件及水質環境之數據紀錄，維持現有生存率。
	【目標 3】確保福島核電廠含氚廢水海洋傳輸擴散預報作業化系統正常作業，同時發展日本沿岸 3D 地形之小尺度計算流體力學模擬研究。	【目標 3 關鍵成果 1】放射性物質海洋擴散系統於 2022 年底開始正式上線，於排放前以年排放 22 兆貝克之限值作為模式初始排放設定，測試系統之穩定性與產品調整並於 2023 年 8 月 24 日日本正式開始排放時，亦同步進行預報模擬，透過源頭資料的掌握，每日自動化抓取日本東京電力公司所釋出之排放資訊，將含氚廢水排放之逐時資料引入系統中，進行擴散模擬，令擴散預報結果貼合實際排出狀況。每日順利提供各界未來 7 日之預報資訊。 【目標 3 關鍵成果 2】透過蒐集潮位資料、AVISO 衛星資料、GDP 浮標資料等資料進行海流模式校驗，抓取東京電力公司於排放口周圍之監測點資料，進行擴散模式之比對，藉以精進模式表現。 大尺度團隊以 IAEA MODARIA 國際程式比對計畫為例，以 SCHISM 模式進行福島事件後三年內放射性物質 Cs-137 隨海洋擴散之分析，透過後處理程式完成半衰期、分配係數等核種傳輸參數匯入及測試。 【目標 3 關鍵成果 3】透過 FLOW-3D 已完成日本沿岸小尺度放流計算流體模式

		10x10km 範圍內污染物年平均濃度計算(0.1369 Bq/L)，與日方 ROMS 計算結果(0.056 Bq/L)相近且趨勢一致。 【目標 3 關鍵成果 4】舉行資訊公開傳遞討論會議 11 場，資訊平台現有 5 部科普影片、40 張科普圖卡做為網站資訊傳遞之用，並將擴散預報結果加值為親民易懂之預報圖文資訊，提供其他政府單位和民眾所關注之訊息，穩定社會及民情。資訊平台之觸及率 210,000 人次。放射性物質海域擴散海洋資訊平台之網頁以民眾關切的議題及角度來建置並精進更新，而為因應日本排放含氚處理水，即時於資訊平台之網頁中納入跨部會輻射監測整合儀表板、一週擴散預報概述、日本東電排放即時資訊(連接至 IAEA 網站)。 於 112 年 4 月 30 日至 5 月 1 日參與「原子 go 探險趣」+「行動科教館」科普展，透過互動體驗的方式輕鬆了解原子能科技的知識與應用，並藉此推廣氚水議題之科普知識。
112	【目標 4】本子項配合前子項(子項 3)擴散預報模式模擬結果，持續針對最早可能受影響的區域，進行臺灣東北部、東部、東南部以及西南部海域等 6 個生態系採樣點調查。	【目標 4 關鍵成果 1】完成共計 4 季次生物樣本採集，共完成 3 處漁港及 3 處沿近岸生物採集。並完成沿岸生態系代表性生物物種採樣調查年度報告 2 份。
113	【目標 1】完成年度之海水、浮游動物及漁獲物取樣工作，海水送偵測中心檢測氚，其他樣本由國家原子能科技研究院或第三方實驗室進行放射性核種	-

	濃度分析，提供科學監測數據，以供相關部會採行因應作為之依據；依照關鍵群體及關鍵曝露途徑之劑量分析結果定出對應活度濃度之關鍵海域安全限值，並完成建置水質處理設備 1 套及水樣處理試驗。 【目標 2】持續瞭解輸入水產動物類及藻類中放射性核種氚監測值，並以含氚核種海水養殖海水生物，評估有機氚累積活度及各種影響因子；建立海水生物取樣放射性活度分析技術。 【目標 3】透過國際合作驗證海流預報作業系統結果的可信度，提供每天的例行化預報結果，同時發展小尺度劑量流體擴散模式。 【目標 4】本子項配合前子項（子項 3）擴散預報模式模擬結果，持續針對最早可能受影響的區域，持續進行臺灣東北部、東部、東南部以及西南部海域等 6 個生態系採樣點調查，並進行生物樣本之食物鏈食性位階查詢探討。	
114	【目標 1】完成年度之海水、浮游動物及漁獲物取樣工作，海水送偵測中心檢測氚，其他樣本由國家原子能科技研究院或第三方實驗室進行放射性核種濃度分析，提供科學監測數據，以供相關部會採行因應作為之依據；依照計畫之資訊傳遞評估指標滾動修正，並依照劑量評估結果定出境外海洋輻射事件之跨部會對應標準流程，並完成建置氚活度濃度之	-

	連續監測系統 1 套及含氚淡水試樣活度濃度驗證。 【目標 2】持續瞭解輸入水產動物類及藻類中放射性核種氚監測值，並以不同無機氚活度海水評估海水生物體內之有機氚累積活度及其影響因子；建立現場與實驗室低微放射性量測技術。 【目標 3】強化放射性物質海洋傳輸擴散模式及精進海流作業模式，發展小尺度/大尺度介接系統。 【目標 4】本子項配合前子項（子項 3）擴散預報模式模擬結果，持續針對最早可能受影響的區域，持續進行臺灣東北部、東部、東南部以及西南部海域等 6 個生態系採樣點調查，並依照生物樣本於食物鏈之食性位階，進行生物累積效應關聯性探討。	
115	【目標 1】完成年度之海水、浮游動物及漁獲物取樣工作，海水送偵測中心檢測氚，其他樣本由國家原子能科技研究院或第三方實驗室進行放射性核種濃度分析，提供科學監測數據，以供相關部會採行因應作為之依據；依照計畫之資訊傳遞評估指標滾動修正。透過假想案例測試境外海洋輻射事件之跨部會對應標準流程，並依照各部會之反饋調整內容，並完成含氚海水試樣活度濃度驗證。 【目標 2】瞭解國人食用水產動物類及藻類放射性核種氚之健康風險危害情形，並建立海水	-

	水質對生物體劑量累積及有機氫濃度變化趨勢模型，推估海水生物受輻射之影響。 【目標 3】完善放射性物質衝擊潛勢分析及示警系統，建立擁有小尺度前端項的精準擴散預報及示警例行化系統。 【目標 4】本子項配合前子項（子項 3）擴散預報模式模擬結果，持續針對最早可能受影響的區域，持續進行臺灣東北部、東部、東南部以及西南部海域等 6 個生態系採樣點調查，並綜整先前研究成果，進行生態系衝擊評估。	
--	---	--

備註：

#年度：請依計畫書期程撰寫，須填寫全程，第一年度請置於最上。單年計畫僅填寫該年度即可。

*目標：請依計畫書規劃撰寫，質量化皆可。

△達成情形請依目標簡要說明進展或重要成果，未來年度可填「-」。若有未達成、未完全達成或其他需要說明或圖示之處，請於下方填寫。

說明：

【整體目標 1】

第一季進度達成率 100%、第二季進度達成率 100%、第三季進度達成率 100%、第四季進度達成率 100%，故該目標年度達成率為 100%。

【整體目標 2】

第一季進度達成率 100%、第二季進度達成率 100%、第三季進度達成率 100%、第四季進度達成率 100%，故該目標年度達成率為 100%。

【整體目標 3】

第一季進度達成率 100%、第二季進度達成率 100%、第三季進度達成率 100%、第四季進度達成率 100%，故該目標年度達成率為 100%。

【整體目標 4】

第一季進度達成率 100%、第二季進度達成率 100%、第三季進度達成率 100%、第四季進度達成率 100%，故該目標年度達成率為 100%。

二、架構

細部計畫		主持人	執行機關	細部計畫目標	本年度效益、影響、重大突破
名稱	預算數/ (決算數) (千元)				
國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫(1/4)	102,690	張淑君	核能安全委員會、國家原子能科技研究院、輻射偵測中心；農業部水產試驗所、漁業署；衛生福利部食品藥物管理署；交通部中央氣象署；國家海洋研究院	國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫(第一期)的 112 年度目標分別為： 1. 完成年度之海水、浮游動物及漁獲物取樣工作，海水送偵測中心檢測氚，其他樣本由國家原子能科技研究院或第三方實驗室進行放射性核種濃度分析，提供科學監測數據，以供相關部會採行因應作為之依據；依照日方公布數據，進行關鍵群體及關鍵曝露途徑之劑量分析工作，完建置氚活度濃度之偵測設備	1-1. 完成臺灣周邊海域 50 個測站共 332 件之海水放射性核種氚濃度調查分析，以及北太平洋公海海域取樣 12 件海水氚分析。 1-2. 完成臺灣周邊海域 4 大區域仔稚魚及浮游動物各 20 件之放射性核種氚濃度調查。 1-3. 完成農業部漁業署臺灣近海漁場 248 件及北太平洋秋刀魚漁場 33 件之生物氚調查分析。 1-4. 完成生物氚檢測量能擴充，由原本 200 件/年提升至 500 件/年。 1-5. 協助食藥署研擬兩階段食品中氚之檢驗方法，以提供全國一致檢驗方法，確保各實驗室檢驗水準。

				1 套及驗證。 2. 充分掌握各國對於氚在生物體內之毒性研究進度，並瞭解輸入水產動物類及藻類中放射性核種氚監測值，同時建置人工養殖場，篩選代表性海水生物養殖標的。	1-6. 完成自動化電解濃縮技術開發，提升氚水活度檢測之靈敏度。 1-7. 參考 IAEA GSG-10 報告，完成 1 份核設施與活動對海洋環境影響評估研究報告。並根據日本 2022 年環境影響評估報告，進行境外海洋輻射事件劑量安全評估之代表人選訂原則以及日本含氚處理水排放關鍵曝露途徑分析。 1-8. 完成氚活度濃度之偵測設備 1 套及模擬無機氚水之活度濃度驗證，並完成離子干擾分析以及樣品純化程序之探討。 2-1. 完成代表性海水生物之種類評估(中/小型魚(黃錫鯛)、甲殼類(白蝦)、貝類(九孔螺)、藻類(菊花心種龍鬚菜)。並持續進行黃錫鯛生態缸之飼養條件及水質環境之數據紀錄，維持現有生存率。 2-2. 完成建置室內養殖場及空調通風系統，投水試運轉。 2-3. 完成日本進口水產動物類及藻類 100 件之抽樣，並執行氚檢測分析。檢測結果亦公開於跨部會輻射監測
--	--	--	--	---	---

				3. 確保福島核電廠含氚廢水海洋傳輸擴散預報作業化系統正常作業，同時發展日本沿岸 3D 地形之小尺度計算流體力學模擬研究。	整合儀表板及相關連結。 3-1.透過蒐集潮位資料、AVISO 衛星資料、GDP 浮標資料等資料進行海流模式校驗，抓取東京電力公司於排放口周圍之監測點資料，進行擴散模式之比對，藉以精進模式表現。 3-2.於 112 年 4 月 30 日至 5 月 1 日參與「原子 go 探險趣」+「行動科教館」科普展，透過互動體驗的方式輕鬆了解原子能科技的知識與應用，並藉此推廣氚水議題之科普知識。 3-3.放射性物質海洋擴散系統於 2022 年底開始正式上線，於排放前以年排放 22 兆貝克之限值作為模式初始排放設定，測試系統之穩定性與產品調整並於 2023 年 8 月 24 日日本正式開始排放時，亦同步進行預報模擬，透過源頭資料的掌握，每日自動化抓取日本東京電力公司所釋出之排放資訊，將含氚廢水排放之逐時資料引入系統中，進行擴散模擬，令擴散預報結果貼合實際排出狀況。每日順利提供各界未來 7 日之預報資訊。
--	--	--	--	--	--

					3-4.資訊平台現有 5 部科普影片、40 張科普圖卡做為網站資訊傳遞之用，並將擴散預報結果加值為親民易懂之預報圖文資訊，提供其他政府單位和民眾所關注之訊息，穩定社會及民情。 3-5.放射性物質海域擴散海洋資訊平台之網頁以民眾關切的議題及角度來建置並精進更新，而為因應日本排放含氚處理水，即時於資訊平台之網頁中納入跨部會輻射監測整合儀表板、一週擴散預報概述、日本東電排放即時資訊(連接至 IAEA 網站)。 3-6.完成 CFD 大尺度/中小尺度模式運算，分別進行「模式驗證」、「沿岸放流」案例，做為未來模式持續發展之重要參考。 3-7.大尺度團隊以 IAEA MODARIA 國際程式比對計畫為例，以 SCHISM 模式進行福島事件後三年內放射性物質 Cs-137 隨海洋擴散之分析，透過後處理程式完成半衰期、分配係數等核種傳輸參數匯入及測試。 3-8.中小尺度團隊透過 FLOW-3D 已完
--	--	--	--	--	--

				4. 持續進行臺灣東北部、東部、東南部以及西南部海域等 6 個生態系採樣點調查。	成日本沿岸小尺度放流計算流體模式 10x10km 範圍內汙染物年平均濃度計算(0.1369 Bq/L)，與日方 ROMS 計算結果(0.056 Bq/L)相近且趨勢一致。 4-1.國海院於 3 月、5 月、8 月及 11 月份分別完成石門、龍洞與磯崎等 3 個生態系及宜蘭大溪、屏東東港與台東成功等 3 個漁港第一季、第二季、第三季及第四季生物樣本採樣及鑑種作業。
--	--	--	--	---	--

三、細部計畫與執行摘要

本段落請以摘要方式呈現，完整執行內容請以附件上傳方式提供

細部計畫 1	國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫(1/4)	計畫性質	一般科技施政計畫
主持人	張淑君	執行機關	核能安全委員會、輻射偵測中心；國家原子能科技研究院；農業部水產試驗所、漁業署；衛生福利部食品藥物管理署；交通部中央氣象署；國家海洋研究院
計畫規劃內容			
計畫目標	針對日本含氚廢水排放發展應對技術，執行全方位海域輻射監測、開發國際海洋輻射外釋應對及預報系統、並進行海域生態影響評估，確保國人食品安全及守護漁業風評。		
重點描述	1.完成年度之海水、浮游動物及漁獲物取樣工作，海水送偵測中心檢測氚，其他樣本由國家原子能科技研究院或第三方實驗室進行放射性核種濃度分析，提供科學監測數據，以供相關部會採行因應作為之依據；依照日方公布數據，進行關鍵群體及關鍵曝露途徑之劑量分析工作，完建置氚活度濃度之偵測設備 1 套及驗證。 2.充分掌握各國對於氚在生物體內之毒性研究進度，並瞭解輸入水產動物類及藻類中放射性核種氚監測值，同時建置人工養殖場，篩選代表性海水生物養殖標的。 3.確保福島核電廠含氚廢水海洋傳輸擴散預報作業化系統正常作業，同時發展日本沿岸 3D 地形之小尺度計算流體力學模擬研究。 4.持續進行臺灣東北部、東部、東南部以及西南部海域等 6 個生態系採樣點調查。		

預期成果	1. 完成年度之海水、浮游動物及漁獲物取樣工作，海水送偵測中心檢測氚，其他樣本由國家原子能科技研究院或第三方實驗室進行放射性核種濃度分析，提供科學監測數據，以供相關部會採行因應作為之依據；依照日方公布數據，進行關鍵群體及關鍵曝露途徑之劑量分析工作，完建置氚活度濃度之偵測設備 1 套及驗證。 2. 充分掌握各國對於氚在生物體內之毒性研究進度，並瞭解輸入水產動物類及藻類中放射性核種氚監測值，同時建置人工養殖場，篩選代表性海水生物養殖標的。 3. 確保福島核電廠含氚廢水海洋傳輸擴散預報作業化系統正常作業，同時發展日本沿岸 3D 地形之小尺度計算流體力學模擬研究。 4. 配合擴散預報模式模擬結果，持續針對最早可能受影響的區域，進行臺灣東北部、東部、東南部以及西南部海域等 6 個生態系採樣點調查。	
計畫投入		
預算數（千元）／決算數（千元）／執行率	102,690（千元）	
其他資源投入		
主要工作項目 (由管考系統帶入)	本年度重要成果	主要成果使用者/服務對象/合作對象
海域重要漁場水質與洄游魚種輻射安全評估研究	1. 完成臺灣周邊海域 50 個測站共 332 件之海水放射性核種氚濃度調查分析，以及北太平洋公海海域取樣 12 件海水氚分析。 2. 完成臺灣周邊海域 4 大區域仔稚魚及浮游動物各 20 件之放射性核種氚濃度調查。 3. 完成農業部漁業署臺灣近海漁場 248 件及北太平洋秋刀魚漁場	水試所、輻射偵測中心、漁業署、國原院

	33 件之生物氚調查分析。 4. 完成生物氚檢測量能擴充，由原本 200 件/年提升至 500 件/年。 5. 協助食藥署研擬兩階段食品中氚之檢驗方法，以提供全國一致檢驗方法，確保各實驗室檢驗水準。 6. 完成自動化電解濃縮技術開發，提升氚水活度檢測之靈敏度。 7. 參考 IAEA GSG-10 報告，完成 1 份核設施與活動對海洋環境影響評估研究報告。並根據日本 2022 年環境影響評估報告，進行境外海洋輻射事件劑量安全評估之代表人選訂原則以及日本含氚處理水排放關鍵曝露途徑分析。 8. 完成氚活度濃度之偵測設備 1 套及模擬無機氚水之活度濃度驗證，並完成離子干擾分析以及樣品純化程序之探討。	
日本含氚廢水排放對水產動物類及藻類劑量安全與風險研究	1. 完成代表性海水生物之種類評估(中/小型魚(黃錫鯛)、甲殼類(白蝦)、貝類(九孔螺)、藻類(菊花心種龍鬚菜)。並持續進行黃錫鯛生態缸之飼養條件及水質環境之數據紀錄，維持現有生存率。 2. 完成建置室內養殖場及空調通風系統，投水試運轉。 3. 完成日本進口水產動物類及藻類 100 件之抽樣，並執行氚檢測分析。檢測結果亦公開於跨部會輻射監測整合儀表板及相關連結。	食藥署、國原院
海域放射性物質排放事件例行化預報及異常排放示警處理研究	1. 透過蒐集潮位資料、AVISO 衛星資料、GDP 浮標資料等資料進行海流模式校驗，抓取東京電力公司於排放口周圍之監測點資料，進行擴散模式之比對，藉以精進模式表現。 2. 於 112 年 4 月 30 日至 5 月 1 日參與「原子 go 探險趣」+「行動	氣象署、國原院

	科教館」科普展，透過互動體驗的方式輕鬆了解原子能科技的知識與應用，並藉此推廣氫水議題之科普知識。 3. 放射性物質海洋擴散系統於 2022 年底開始正式上線，於排放前以年排放 22 兆貝克之限值作為模式初始排放設定，測試系統之穩定性與產品調整並於 2023 年 8 月 24 日日本正式開始排放時，亦同步進行預報模擬，透過源頭資料的掌握，每日自動化抓取日本東京電力公司所釋出之排放資訊，將含氫廢水排放之逐時資料引入系統中，進行擴散模擬，令擴散預報結果貼合實際排出狀況。每日順利提供各界未來 7 日之預報資訊。 4. 資訊平台現有 5 部科普影片、40 張科普圖卡做為網站資訊傳遞之用，並將擴散預報結果加值為親民易懂之預報圖文資訊，提供其他政府單位和民眾所關注之訊息，穩定社會及民情。 5. 放射性物質海域擴散海洋資訊平台之網頁以民眾關切的議題及角度來建置並精進更新，而為因應日本排放含氫處理水，即時於資訊平台之網頁中納入跨部會輻射監測整合儀表板、一週擴散預報概述、日本東電排放即時資訊(連接至 IAEA 網站)。 6. 完成 CFD 大尺度/中小尺度模式運算，分別進行「模式驗證」、「沿岸放流」案例，做為未來模式持續發展之重要參考。 7. 大尺度團隊以 IAEA MODARIA 國際程式比對計畫為例，以 SCHISM 模式進行福島事件後三年內放射性物質 Cs-137 隨海洋擴散之分析，透過後處理程式完成半衰期、分配係數等核種傳輸參數匯入及測試。	
--	--	--

	8. 中小尺度團隊透過 FLOW-3D 已完成日本沿岸小尺度放流計算流體模式 10x10km 範圍內汙染物年平均濃度計算(0.1369 Bq/L)，與日方 ROMS 計算結果(0.056 Bq/L)相近且趨勢一致。	
海洋輻射沿岸生態系採樣調查	於 3 月、5 月、8 月及 11 月份分別完成石門、龍洞與磯崎等 3 個生態系及宜蘭大溪、屏東東港與台東成功等 3 個漁港第一季、第二季、第三季及第四季生物樣本採樣及鑑種作業。	國海院、國原院
主要績效指標 KPI 達成情形		
原規劃		達成情形
補充說明	實際達成與原預期目標之差異說明	
本年度效益、影響、重大突破		
1-1. 完成臺灣周邊海域 50 個測站共 332 件之海水放射性核種氬濃度調查分析，以及北太平洋公海海域取樣 12 件海水氬分析。 1-2. 完成臺灣周邊海域 4 大區域仔稚魚及浮游動物各 20 件之放射性核種氬濃度調查。 1-3. 完成農業部漁業署臺灣近海漁場 248 件及北太平洋秋刀魚漁場 33 件之生物氬調查分析。 1-4. 完成生物氬檢測量能擴充，由原本 200 件/年提升至 500 件/年。 1-5. 協助食藥署研擬兩階段食品中氬之檢驗方法，以提供全國一致檢驗方法，確保各實驗室檢驗水準。 1-6. 完成自動化電解濃縮技術開發，提升氬水活度檢測之靈敏度。 1-7. 參考 IAEA GSG-10 報告，完成 1 份核設施與活動對海洋環境影響評估研究報告。並根據日本 2022 年環境影響評估報告，進行境外海洋輻射事件劑量安全評估之代表人選訂原則以及日本含氬處理水排放關鍵曝露途徑分析。 1-8. 完成氬活度濃度之偵測設備 1 套及模擬無機氬水之活度濃度驗證，並完成離子干擾分析以及樣品純化程序之探討。 2-1. 完成代表性海水生物之種類評估(中/小型魚(黃錫鯛)、甲殼類(白蝦)、貝類(九孔螺)、藻類(菊花心種龍鬚菜)。並持續進行黃錫鯛生態缸之飼養條件及水質環境之數據紀錄，維持現有生存率。		

- 2-2.完成建置室內養殖場及空調通風系統，投水試運轉。
- 2-3.完成日本進口水產動物類及藻類 100 件之抽樣，並執行氬檢測分析。檢測結果亦公開於跨部會輻射監測整合儀表板及相關連結。
- 3-1.透過蒐集潮位資料、AVISO 衛星資料、GDP 浮標資料等資料進行海流模式校驗，抓取東京電力公司於排放口周圍之監測點資料，進行擴散模式之比對，藉以精進模式表現。
- 3-2.於 112 年 4 月 30 日至 5 月 1 日參與「原子 go 探險趣」+「行動科教館」科普展，透過互動體驗的方式輕鬆了解原子能科技的知識與應用，並藉此推廣氬水議題之科普知識。
- 3-3.放射性物質海洋擴散系統於 2022 年底開始正式上線，於排放前以年排放 22 兆貝克之限值作為模式初始排放設定，測試系統之穩定性與產品調整並於 2023 年 8 月 24 日日本正式開始排放時，亦同步進行預報模擬，透過源頭資料的掌握，每日自動化抓取日本東京電力公司所釋出之排放資訊，將含氬廢水排放之逐時資料引入系統中，進行擴散模擬，令擴散預報結果貼合實際排出狀況。每日順利提供各界未來 7 日之預報資訊。
- 3-4.資訊平台現有 5 部科普影片、40 張科普圖卡做為網站資訊傳遞之用，並將擴散預報結果加值為親民易懂之預報圖文資訊，提供其他政府單位和民眾所關注之訊息，穩定社會及民情。
- 3-5.放射性物質海域擴散海洋資訊平台之網頁以民眾關切的議題及角度來建置並精進更新，而為因應日本排放含氬處理水，即時於資訊平台之網頁中納入跨部會輻射監測整合儀表板、一週擴散預報概述、日本東電排放即時資訊(連接至 IAEA 網站)。
- 3-6.完成 CFD 大尺度/中小尺度模式運算，分別進行「模式驗證」、「沿岸放流」案例，做為未來模式持續發展之重要參考。
- 3-7.大尺度團隊以 IAEA MODARIA 國際程式比對計畫為例，以 SCHISM 模式進行福島事件後三年內放射性物質 Cs-137 隨海洋擴散之分析，透過後處理程式完成半衰期、分配係數等核種傳輸參數匯入及測試。
- 3-8.中小尺度團隊透過 FLOW-3D 已完成日本沿岸小尺度放流計算流體模式 10x10km 範圍內污染物年平均濃度計算(0.1369 Bq/L)，與日方 ROMS 計算結果(0.056 Bq/L)相近且趨勢一致。
- 4-1.國海院於 3 月、5 月、8 月及 11 月份分別完成石門、龍洞與磯崎等 3 個生態系及宜蘭大溪、屏東東港與台東成功等 3 個漁港第一季、第二季、第三季及第四季生物樣本採樣及鑑種作業。

遭遇困難與因應對策

執行計畫過程中所遭遇困難、執行落後之因應措施及建議，如無遭遇困難或落後情形者，請填寫「無」即可。

無

貳、經費執行情形

一、經資門經費表 (E005)

1. 初編決算數：因績效報告書繳交時，審計機關尚未審定 112 年度決算，故請填列機關初編決算數。
2. 實支數：係指工作實際已執行且實際支付之款項，不包含暫付數。
3. 保留數：係指因發生權責關係經核准保留於以後年度繼續支付之經費。
4. 預算數：原則填寫法定預算數，如立法院尚未通過總預算，則填寫預算案數。
5. 執行率：係指決算數佔預算數之比例。

單位：千元；%

	112 年度					113 年度 預算數	114 年度 申請數	115 年度 申請數
	預算數 (a)	初編決算數			執行率 (d/a)			
		實支數 (b)	保留數 (c)	合計 (d=b+c)				
總計	102,690	102,465	0	102,465	99.78%	92,320	124,938	127,378
一、經常門小計	56,800	56,628	0	56,628	99.70%	56,923	86,855	94,087
(1)人事費	1,855	1,855	0	1,855	100.00%	3,058	3,900	3,200

(2)材料費	11,575	11,537	0	11,537	99.67%	13,503	20,130	20,480
(3)其他經常支出	43,370	43,236	0	43,236	99.69%	40,362	62,825	70,407
二、資本門小計	45,890	45,837	0	45,837	99.88%	35,397	38,083	33,291
(1)土地建築	0	0	0	0	0.00%	0	0	0
(2)儀器設備	25,422	25,399	0	25,399	99.91%	15,124	16,081	10,855
(3)其他資本支出	20,468	20,438	0	20,438	99.85%	20,273	22,002	22,436

二、經費支用說明

(請簡扼說明各項經費支用用途，例如有高額其他經費支出，宜說明其用途；或就資本門說明所採購項目及目的等。)

詳如 P. 28 的資本門主要採購之設備或儀具之使用情形表格內容所示。

三、經費實際支用與原規劃差異說明

(如有執行率偏低、保留數偏高、經資門流用比例偏高等情形，均請說明。)

無。

另外補充說明資本門主要採購之設備或儀具，及其使用情形，如下表：

設備或儀具名稱	採購金額(千元)	使用情形	機關名稱
室內海水養殖場建置	2,014	用於海水養殖，以完成氚在生物體內之代謝研究	國家原子能科技研究院
養殖場空調通風系統建置	3,103	用於海水養殖，以完成氚在生物體內之代謝研究	
海水純化前處理單元及控制系統	1,020	用於水體中氚活度濃度之批次連續監測	
自動液體閃爍計數器	1,894	用於水體中氚活度濃度之批次連續監測	
電解濃縮系統	237	用於海水氚分析之前處理	
微量分光光度計	324	用於氚核種檢測前處理	
超低背景液體閃爍計數器	7,050	用於氚核種檢測	
加馬核種分析偵測儀	1,103	用於加馬核種檢測	
輻射意外劑量評估分析系統	306	用於境外海洋輻射事件劑量安全評估	

		研究	
海洋擴散 SCHISM 模式計 算平台建置	1,219	用於大尺度放射性 物質排放之 CFD 沿 岸放流模式	
流體力學分析軟 體 FLOW-3D 升 級	1,650	用於中小尺度放射 性物質排放之 CFD 沿岸放流模式	
海域擴散海洋資 訊平台網頁建置	1,155	用於放射性物質海 洋擴散例行作業化 系統整合	
液體閃爍計數器 光電倍增管	900	用於氚核種檢測	輻射偵測中 心
減壓濃縮設備	218	用於樣本前處理設 備之一	
冷凍乾燥設備	254	用於樣本前處理設 備之一	
小型攜帶式溫深 鹽紀錄裝置	240	使用於計畫中生態 系調查採樣過程中 之環境因子偵測及 記錄用。	國家海洋研 究院
微波消化盤模組	141	使用於計畫中生態 系調查採樣之環境 因子分析用。	
桌上型高速冷凍 離心機	288	使用於計畫中生態 系調查採樣之環境 因子分析用。	

數位自動管線消毒超純水系統	238	使用於計畫中生態系調查採樣之環境因子分析用。	
製冰機	102	使用於計畫中生物樣本保存用。	
資訊硬體費用	1,470	預報作業相關資訊硬體	中央氣象署
海洋傳輸擴散自動化作業之程式系統開發	15,530	用於精進福島核電廠放射性廢水海洋傳輸擴散預報作業化系統、海流模式相關模組開發建置、放射性物質海洋傳輸擴散模式相關模組開發建置、放射性物質衝擊潛勢分析及示警系統相關模組開發建置	

第二部分

註：第一部分及第二部分（不含佐證資料）合計頁數建議以不超過 200 頁為原則，相關有助審查之詳細資料宜以附件方式呈現。

壹、成果之價值與貢獻度

一、學術成就(科技基礎研究)

1.本項計畫之海域生態系調查結果，極具研究發表之潛力，亦可向國際傳達福島含氚廢水排放對於我陸域國土鄰近海域的海水和生物核輻射背景值在氚水排放前後的變化。相關資料可除向國際展示，亦可進一步協助國際原子能總署（IAEA）在評估全球輻射影響的同時獲得更完整的資訊。

2.本項計畫之洋流模擬技術、生物氚檢測技術、氚連續監測、生態養殖等項目，國內皆為重要且新穎的技術發展，具有一定的學術價值，透過與學術單位的合作持續發展技術，為國內學術研究與人才培育持續注入量能。

3.本項計畫執行透過與學界單位之研究，強化各項工作之人才培育，如農業部漁業署之採樣、衛福部之採樣及風險溝通等皆由該部會委由學術單位合作執行，並以專業團隊之角度回饋至例行的工作項目當中。

二、技術創新(科技技術創新)

1.建立生物氚之標準檢驗技術及流程，並成立我國首間生物氚檢測實驗室。而國原院原海生物氚檢測量能約每年 200 件，112 年第二季因應各部會基於日本排放含氚處理水在即而加強排放前後之監測以為排放差異之比對，故監測及採樣樣本數皆大幅增加。已自 112 年下半年起可提升檢測量能至每年 500 件，以滿足各部會之檢測需求。且進行「生物氚檢測量能提升專案實施計畫」研擬兩階段分析之檢測技術，提送食品中氚之檢驗方法予食藥署進行食品檢驗方法之審查。經評估，此兩階段分析技術，將

可提升國原院現有檢驗量能由每年 500 件至每年 1000 件。

2.完成海流模式與放射性物質海洋傳輸擴散模式校驗系統，並開發每日例行作業化擴散預警系統，顯示關注區域的七天濃度預報結果，為環太平洋含氚廢水排放影響的國家中，首先提出相關模擬分析技術，並於日本 112 年 8 月 24 日正式排放後正式上線。

三、經濟效益(經濟產業促進)

1.守護漁業、降低漁業的風評影響：本計畫規劃於子項一海域重要漁場水質與洄游魚種輻射安全評估研究中，進行臺灣海域水體輻射濃度安全監測、水產漁業及海域輻射安全、國際海洋污染緊急應變機制研究。於進行臺灣周邊海域測點海水取樣與放射性核種分析，可有效監控日方排放福島含氚廢水造成之漁場、漁產品影響，以科學數據降低對漁業之衝擊。

2.海洋輻射意外事故應變技術發展，強化災防預警，降低海洋經濟損失：本計畫子項三建置之海洋放射性物質擴散預警系統不單只針對日本含氚廢水排放事件，未來對中國沿岸核電廠的可能放射性物質排放事件或國際間任何的海釋放射性物質污染擴散皆可延伸技術價值，建置應變能力，提升災害應對之量能，進一步降低海洋經濟損失。

3. 根據我國漁業署公開之漁業統計年報顯示，110 年、111 年之遠洋、近海與沿岸漁業漁產值總計分別為 45,741,595 千元與 48,645,953 千元，顯示自日本政府於 110 年宣布 2 年後將採海洋排放方式處置福島第一核電廠儲存之含氚廢水，對我國漁業經濟未造成影響。本計畫將持續透過跨部會合作嚴密監控，持續執行海水與漁獲之取樣監測，以降低對我國漁業的風評影響。

四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

1.確保食安、落實「食安五環」政策：行政院自 105 年起即陸續推動「食安五環」重大政策至今，確保國人健康。藉由本計畫子項一進行漁獲物氾檢測、子項二建立抽驗及氾核種檢測程序，進行水產動物類及藻類氾核種監測，以確保食品安全。

2.精進放射性物質海洋擴散衝擊潛勢每日預警，完善應對整備：本計畫承續前期計畫建置之大區域流場之衝擊潛勢分析技術，於本計畫子項三海域放射性物質排放事件例行化預報及異常排放示警處理研究中，建立預報作業化系統，於資訊公開平台之網頁中提供每日預警，以供國內包含核安會、農業部、經濟部等各相關部會可及早因應，同時針對災害應變之人員編制、資源盤點做出準備，提升應變人員之處置時間，強化應變人員之訓練。

3.逐步建立監測數據與衝擊潛勢分析異常之跨部會應對流程，確保各權責單位妥為因應，保護民眾輻射安全：本計畫子項一將完成完成境外海洋輻射事件跨部會應對標準流程，以為建立監測數據與衝擊潛勢分析變化異常指標與跨步因應流程之依據。

4.日本含氾廢水排放與政府應對相關之資訊公開，解決民眾疑慮：以民眾需求出發，透過科普展覽與社群媒體等多元管道公開日本含氾廢水排放與政府應對相關資訊。我國海域監測結果的資訊公開，係依部會職掌分工執行。海水監測結果，由核安會彙整並公開於「放射性物質海域擴散海洋資訊平台」，漁獲監測結果由漁業署公開於其官網之「水產檢驗」項下之「輻射專區」，日本進口水產食品監測結果由食藥署公開於其官網之「日

本食品管理工作專區」項下之「最新食品輻射監測專區」。經瞭解，漁業署及食藥署於其官網專頁公開之內容包含採樣日期、採樣漁港、樣品名稱(如鬼頭刀、鯖魚等)，檢測核種與含量等資訊。為利民眾可快速查詢前述食品與樣本之監測結果，並於「放射性物質海域擴散海洋資訊平台」建置「漁產監測」與「日本進口食品」之快捷專區，方便民眾連結瀏覽。並於資訊平台建置每週更新之「跨部會輻射監測整合儀表板」，方便民眾一次掌握海水、漁獲與日本進口食品之監測結果。以進一步降低民眾對於福島含氚廢水排放的恐慌及食用安全疑慮。

五、其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等)

本計畫持續透過國際資訊交流、參與國際研討會以及與日本政府、東京電力公司、大學學者互相交流等，提升臺灣相關技術、資訊與國際等同，亦同時提升臺灣於國際間的能見度。特別是本計畫之中小尺度擴散模型其依據東京電力公司之 ROMS 氚水排放模型，開發 FLOW 3D 程式進行排放口周緣地區之中小尺度擴散模型；該模型使用之邊界條件如地形網格等，皆透過與日本東電研之國際合作方式進行。

貳、檢討與展望

本計畫執行期間適逢日本正式開始排放，輿情及新聞效應會衍伸包含檢測量能調整、擴散預報驗證、資訊公開平台功能強化等民眾關注議題的滾動調整，本計畫亦配合進行量能盤點、新增跨部會輻射監測整合儀表板等工作，在符合計畫原規劃項目的前提下持續調整精進，以符合計畫成立之初，守護國人健康及海域安全之目標。

參、其他補充資料

一、 跨部會協調或與相關計畫之配合

本計畫為跨部會共同盤點需求後成立之整合型計畫，相關協調工作已於計畫執行中持續協調，並無跨計畫、跨部會配合之其他需求。

二、 大型科學儀器使用效益說明

無。

三、 其他補充說明(分段上傳)

如有其他利於審查之相關資料，如：計畫成果完整說明、績效自評意見暨回復說明...等。

本計畫 112 年度研究成果說明：

一、 計畫目標及成果摘要

本計畫主要解決民眾關切之日本福島含氚廢水排放議題，以 112 至 115 年共 4 年期發展應對技術，執行全方位海域輻射監測、開發海洋輻射外釋衝擊潛勢預報系統、進行海域生態影響評估、建立跨部會應對流程，扣合守護漁業、確保食安、災防預警、海洋永續四大主軸，整合跨部會專業，以科學證據確保民眾輻射安全、解決民眾疑慮，落實資訊公開，目標如下：

- 一、 透過臺灣周遭海域海水、洄游魚取樣分析之全方位監測，守護臺灣漁業風評，建立海水氚連續輻射監測技術及跨部會應對流程。
- 二、 建立抽驗及氚核種檢測程序，了解國人食用進口水產動物及藻類中放射性核種氚之健康風險，確保食用安全。
- 三、 開發擴大至臺灣海峽之放射性物質衝擊潛勢分析及預報示警系統，建立海洋放射性物質外釋應對機制，確保臺灣民眾之安全。
- 四、 調查含氚廢水排放前後之沿岸生態系，評估其對臺灣周遭海域之生態影響，完備海洋生態資料庫，促進海洋永續發展。

本計畫由四個子項計畫「海域重要漁場水質與洄游魚種輻射安全評估研究」、「日本含氚廢水排放對水產動物類及藻類劑量安全與風險研究」、「海域放射性物質排放事件例行化預報及異常排放示警處理研究」、「海洋輻射沿岸生態系輻射影響採樣調查」分進合擊，跨部會合作辦理。112 年工作項目聚焦於日方開始排放第一年之應對，包含海域監測、生物氚檢測、

漁產養殖、擴散模式發展、資訊平台建置等，其年度重點成果包含：

擴增海水監測點位：將台灣周遭海域之海水監測點位由 33 點提升為 107 點，並即時於資訊平台公開，透過縝密監測確保海域無異常。



圖 1、112 年海水取樣點(107 點)

進行歷史擴散案例分析：為預先掌握放射性物質於海洋中的擴散動態，以日本福島事故後十年(2011-2020)歷史洋流資料，進行日本福島含氚廢水擴散模擬評估，預先取得擴散可能之路徑，提前規劃關鍵海域予以應對。分析結果顯示，影響臺灣周圍海域最快時間為排放後 1 至 2 年，此時到達臺灣海域之氚濃度達 10^{-7} 貝克/公升，約為背景之千萬分之一。最大濃度為排放後 4 年，最大氚濃度約為背景的百萬分之一，遠低於海水氚背景範圍以及輻射儀器偵測極限。

含氚廢水排放歷史洋流模擬擴散時間動態分析圖

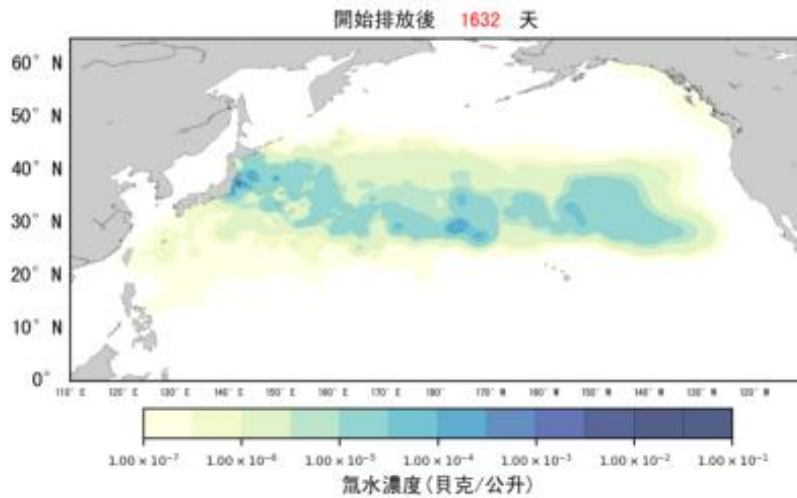


圖 2、10 年歷史擴散分析結果

上線例行化七天擴散預報系統：透過中央氣象署運算資源，結合放射性物質傳輸模擬，於每日中午 12 點發布未來七天的氚水濃度擴散預報，並結合紅綠燈燈號，守護台灣海域安全，提前應對。

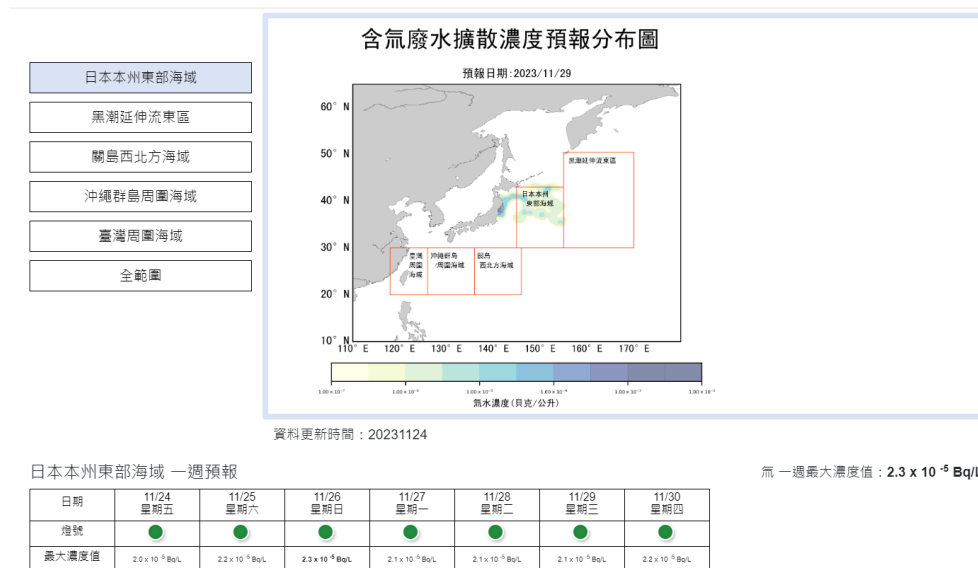


圖 3、未來七天擴散預報結果每日公布

海域資訊平台優化：台灣放射性物質海域擴散海洋資訊平台(TW-ORIS)於112年5月新增「主題式區塊」、「10年歷史擴散案例」、「圖卡專區」、「常見問題」等功能，完善網站各項資訊；112年8月配合日本開始排放，新增「七天例行擴散預報」、「跨部會監測儀表板」、「國際監測即時看」等功能，持續配合各界意見及時事演進來滾動精進，守護台灣海域安全及漁業風評。

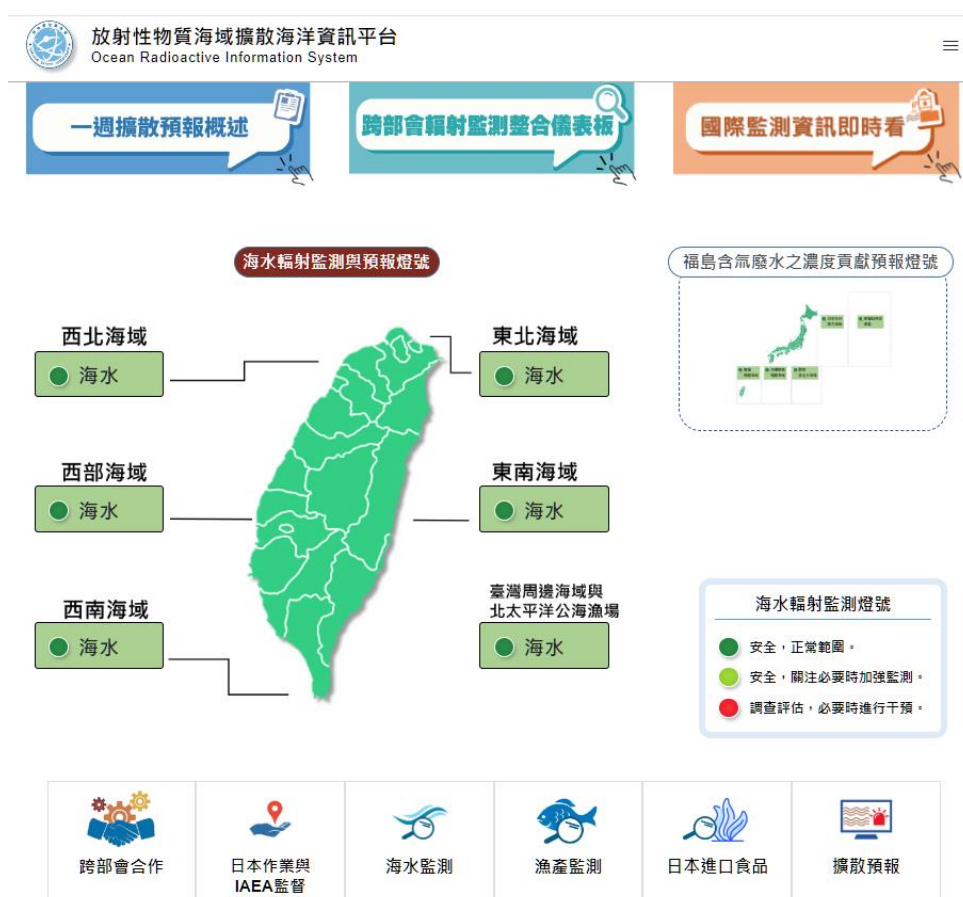


圖 4、放射性物質海域擴散海洋資訊平台之網站首頁(持續更新中)

二、 執行方法與分工

本計畫整體目標為保障海洋環境及民生輻射安全，係由核安會主導整合相關部會之技術能量，以國家原子能科技研究院技術為核心，透過學術

合作進行技術精進和技術擴散，使研究成果有助我國因應日本排放含氚廢水事件可能引發的後續輻射安全影響，並以此精進發展海洋擴散模式、量測技術以及建立海洋輻射意外事故之因應措施，對於未來類似之海洋輻射污染事件及早因應、超前佈署。

於 112 年起執行了包含生態、海水檢測、例行化預報等重要工作，本計畫秉持原先目標，統整相關子項計畫、執行方法與分工如下：

臺灣海域海水取樣及氚分析作業：由跨部會單位定期採集臺灣周邊海域樣本，海水送偵測中心檢測氚，其他樣本(包含：洄游魚類、藻類、甲殼類等)由國家原子能科技研究院或第三方實驗室進行放射性核種氚濃度調查。由核安會輻射偵測中心執行臺灣沿岸 9 個漁港海水取樣，並執行跨部會單位於臺灣鄰近海域取樣海水之氚輻射含量分析，提出評估報告。

重點洄游魚類取樣及氚分析作業：由農業部漁業署完成漁獲物取樣，由國家原子能科技研究院或第三方實驗室進行漁產放射性核種濃度調查，嚴密監控沿近海海域漁獲物輻射濃度。

境外海洋輻射事件劑量安全評估研究：由國家原子能科技研究院(1)配合 IAEA 針對海域輻射事件之相關導則，選定關鍵群體及曝露途徑。(2)針對相關關鍵群體及曝露途徑，反以核種傳輸參數計算 1 mSv 代表之氚水活度濃度，建立「異常指標」。(3)將前述氚水活度濃度指標設定為跨部會應對流程之參考數值，並以此設計相關標準流程。

水體中氚活度濃度之批次自動監測技術建立：由國家原子能科技研究院(1)進行水中氚核種活度濃度之連續監測技術資料收集，評選合適氚偵測器之規格，並建置水體中氚活度濃度之偵測設備 1 套及完成模擬無機氚水之偵測試驗。(2)進行水質純化、過濾、脫鹽之單元設計及處理設備。(3)整合氚活度濃度偵測設備及水質處理設備，並設計、建置氚活度濃度之連續監測

系統 1 套，完成含氚淡水試樣之活度濃度驗證。(4)完成含氚海水試樣之活度濃度驗證及連續數據記錄。

水產動物類及藻類邊境監測及氚健康風險評估：由衛福部食藥署(1)蒐集國際研究文獻及各國現行管理現況。(2)建立水產動物類及藻類中放射性核種氚之檢驗方法(國家原子能科技研究院協助)。(3)規劃、執行邊境輸入水產動物類及藻類之監測計畫，並建立資料庫，依據監測所得之監測值資料，適時滾動調整評估，必要時，提報至食品風險諮議會討論細部規劃。(4)提報至食品風險諮議會討論，建立可行之風險評估模式，併同考量國人水產品攝食量、終生癌症風險等相關數據，據以評估風險程度及後續採行之管理措施，包括是否需進一步訂定食品中之管制限值。

魚類有機氚/無機氚代謝研究：由國家原子能科技研究院(1)人工養殖場建置及代表性海水生物評估及選定。(2)完成養殖之海水生物評估、有機氚累積活度及各種影響因子，並進行海水生物取樣及其放射性活度分析。(3)測試不同放射性核種對海水生物體內有機氚之累積活度及其影響因子；建立現場與實驗室低微放射性核種氚量測技術。(4)完成海水水質及無機氚濃度對生物體劑量累積及其變化趨勢模型建立，獲得核種遷移係數並建立其快篩機制。

擴散模式精進及擴增臺灣海峽預報模組：由交通部中央氣象署(1)精進海流作業化模式。(2)強化放射性物質海洋傳輸擴散模式。(3)透過放射性物質海洋傳輸擴散模式與海洋生態模式耦合技術評估，進行文獻蒐集、模式參數解析及觀測資料相關性分析，完善放射性物質衝擊潛勢分析及示警系統計算範圍。

放射性物質海洋擴散例行作業化系統整合及營運：由交通部中央氣象署確保福島核電廠含氚廢水海洋傳輸擴散預報作業化系統正常作業。每年評估

校驗並精進海流預報作業化系統、強化放射性物質海洋傳輸擴散模式結果的可信度。整合海洋擴散、放射性物質、海洋生態等領域專業(國家原子能科技研究院協助)，完善放射性物質衝擊潛勢分析及示警系統。

放射性物質排放之 CFD 沿岸放流模式建立：因氣象預報等級之海流擴散模式多為大尺度海流模擬，但實際上日本的氙水排放會因為特殊放流管之設計而影響擴散之結果，如：排放深度、排放流量、排放管離岸距離，皆須透過小尺度沿岸計算流體力學做為大尺度模式之初始條件，因此為配合日本之放流設計及沿岸地形，交通部中央氣象署以放流模擬作為氣象模式之初始條件，提升模擬計算之精確度(國家原子能科技研究院協助)。

資訊公開及數據傳遞創新轉譯：核安會與其他部會共同合作，舉行資訊公開傳遞討論會議至少 3 場，提升資訊傳遞之觸及率並提前妥善規劃。舉辦或參與至少一場科普展覽，並以網路社群圖卡、影片進行社會溝通。

沿近岸生態系輻射影響採樣調查：由國海院海生中心執行沿近岸生態系調查，在沿岸生態輻射累積調查方面，持續進行臺灣東北部(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 個漁港採樣調查。強調生態系採樣的方式，並考量生物物種於食物鏈之位階，以瞭解不同區域、不同時節的各沿近岸生態系核輻射基線變化和可能的輻射影響食物鏈累積。

三、 關鍵成果

子項計畫一：海域重要漁場水質與洄游魚種輻射安全評估研究

【目標 1】

完成年度之海水、浮游動物及漁獲物取樣工作，海水送偵測中心檢測氚，其他樣本由國家原子能科技研究院或第三方實驗室進行放射性核種濃度分析，提供科學監測數據，以供相關部會採行因應作為之依據；依照日方公布數據，進行關鍵群體及關鍵曝露途徑之劑量分析工作，完建置氚活度濃度之偵測設備 1 套及驗證。

【目標 1 關鍵成果 1】

為執行本年度海水取樣及分析工作，針對台灣沿岸、離島、近海海域、周邊漁場等規劃 107 個取樣點(如圖 1-1)，並將北太平洋漁場納入監測範圍，完成 442 件海水取樣及氚分析作業。各區域監測頻率如下：

- (一) 每季監測：沿岸漁港 9 點、台灣南北端海域 11 點及周邊漁場 62 點，總計 82 點。
- (二) 每半年監測：近海海域 18 點、西側離島 6 點，計 24 點。
- (三) 每年監測：黑潮海域 1 點及北太平洋漁場 12 件(非固定取樣點)。

本計畫完成臺灣周邊海域 107 個測站共 401 件之海水放射性核種氚濃度調查分析，以及北太平洋公海海域取樣 41 件海水氚分析，符合計畫進度。海水樣品由輻射偵測中心進行氚含量分析，分析結果皆小於儀器

最低可測值 MDA(2 貝克/升)，顯示目前台灣周圍海域並無輻射異常之現象。

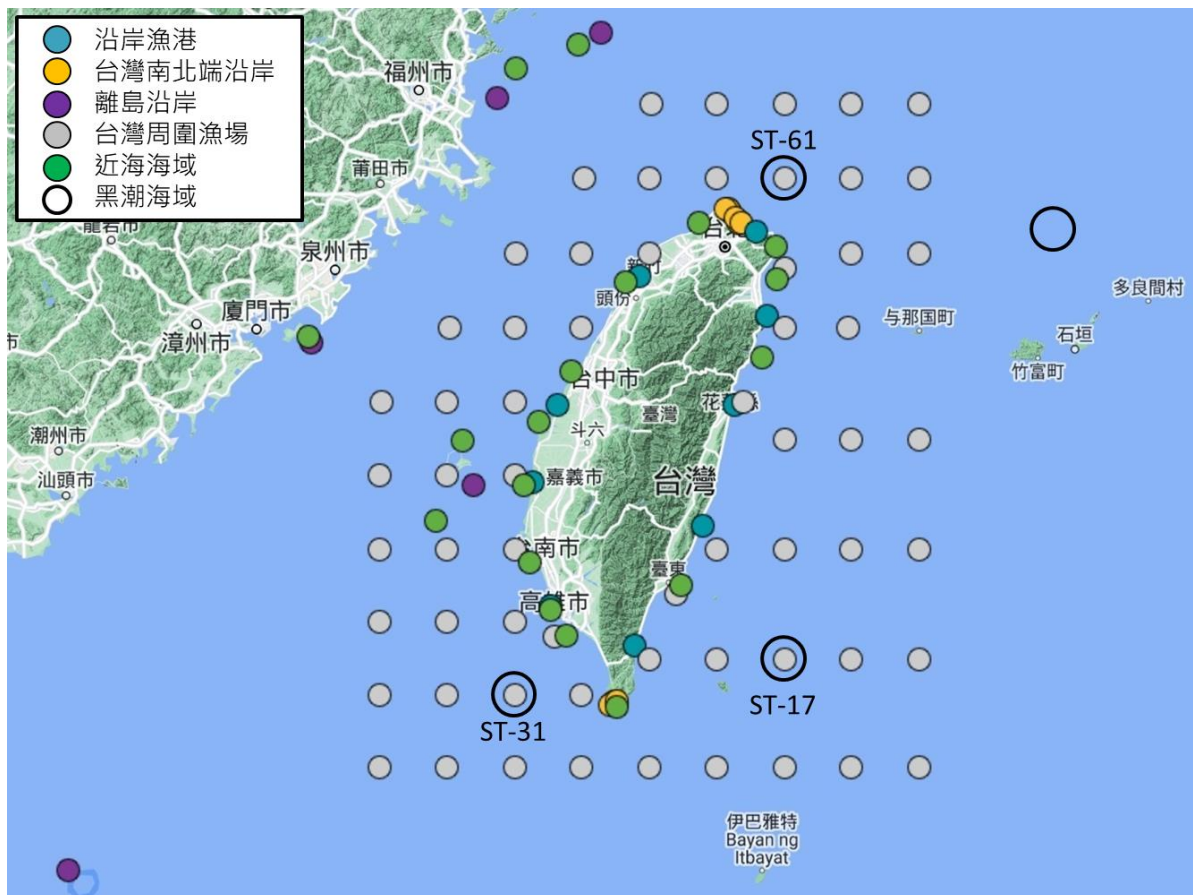


圖 1-1、112 年海水取樣點

表 1-1、水試所 62 測站之海水取樣

檢測核種	氡	
年度預計 檢測件數	50 件/季； 200 件/年	6 件/上半年； 6 件/下半年
備註	1-62 測站(2L/站)	*17,31,61 站(40L/站)
採樣深度	5m	100-200m; 200-400m
本年目標數	212	
完成數量	261	

*備註:黑潮主流及支流加強監測站點。

表 1-2、台灣沿近岸之海水氡取樣

地點	頻率	全年件數	完成件數		取樣單位
			取樣	分析	
南北端海域(11 點)	每季	44	44	44	輻射偵測中心
沿岸漁港(9 點)	每季(第 2 季開始)	27	29	29	輻射偵測中心
海水浴場	排放前、後	0	18	18	輻射偵測中心
西側離島海域(6 點)	每半年	12	12	12	海巡署
黑潮海域(1 點)	每年(下半年)	1	1	1	海巡署
黑潮海域	每半年(表層)	6	6	6	水產試驗所
	每半年(深層)	6	6	6	水產試驗所
台灣及離島近海海域(18 點)	每半年	36	36	36	海洋保育署
台灣外海海域(62 點)	每季(1 季至少 50 點)	200	249	249	水產試驗所
北太平洋秋刀魚漁場(12 點)	每年(8~12 月)	12	41	41	漁業署
總計		344	442	442	442

【目標 1 關鍵成果 2】

1、完成農業部漁業署臺灣近海漁場 2480 件及北太平洋秋刀魚漁場 3328 件之生物氫調查分析。

2、並完成生物氫檢測量能擴充，由原本 200 件/年提升至 500 件/年。

3、協助研擬食藥署研擬之兩階段食品中氫之檢驗方法，以提供全國一致檢驗方法，確保各實驗室檢驗水準。

4、完成自動化電解濃縮技術開發，提升氫水活度檢測之靈敏度。

112 年沿近海漁獲物輻射採樣規劃

採樣區域：

臺灣沿近海依漁獲量、漁業別漁獲量比例及魚種別漁獲量比例，可概分為北、中、南、東四大漁區。樣本採集以分區採樣方式進行，以使採樣不致偏頗且符合四大漁區之漁場特性而具代表性。因此，將臺灣周邊海域分為北(基隆市、新北市、桃園市、新竹市及新竹縣)、中(苗栗縣、臺中市、彰化縣、雲林縣、嘉義縣及澎湖縣)、南(臺南市、高雄市及屏東縣)及東(宜蘭縣、花蓮縣及臺東縣)四大區海域。

採樣物種：

有關物種的採樣，係根據多年來查報系統中各分區漁獲量較高的常態性物種，以及隨月別海洋環境變化之季節性物種進行採樣，以使採樣物種涵蓋各分區漁場中物種組成之特性而具代表性。根據 2021 年查報系統的

統計資料顯示，臺灣沿近海「常態性物種」及「季節性物種」的漁獲量約佔全台總漁獲量的 95%以上。採樣物種包括，魚、蝦、頭足類、螺貝類及蟹類等。因生物氫檢測量能有限，為求該採樣檢測涵蓋各分區漁場中多樣物種組成且具代表性，避免集中在少數「常態性物種」之採樣，同時以建立多樣物種之生物氫背景值為前提下，本年度在各分區採樣中以「季節性物種」中之中表層物種為主，再輔以「常態性物種」進行採樣，且在各分區同一季中儘量避免採集送檢同一物種，以期建立多樣化物種之生物氫監測背景值。

採樣方式：

漁獲樣本採集統一交由漁業署委託單位派駐各港口之現場人員採集漁獲物樣本，並依核安會規範所需之重量及保存方式，寄送核安會進行後續檢測分析，且定期追蹤樣本檢驗結果。檢測樣本重量與檢驗機種、速度及檢驗項目數有關，目前檢測樣本需求量中生物氫檢測為純肉 2 公斤，其他核種檢測為純肉 1 公斤。

已完成 240 件漁業署之漁獲物氫活度分析，分析結果為<MDA(0.50~0.78)貝克/公斤。為配合各部會生物氫檢測需求，進行生物氫檢測分析相關設備採購(液態閃爍計數器、管型高溫爐及冷凍真空乾燥機等)及實驗室擴建整理，使國原院生物氫檢測量能，自 112 年度 6 月起，由原先每年 200 件提升至 500 件(如圖 1-2)。並研提食品中氫檢驗方法(如圖 1-3)，食藥署亦已完成專家會議審議，並於 112 年 12 月 26 日公開提供全國一致的檢

驗方法，確保各實驗室檢驗水準，提升實驗室檢驗量能，達成行政院食安辦要求。

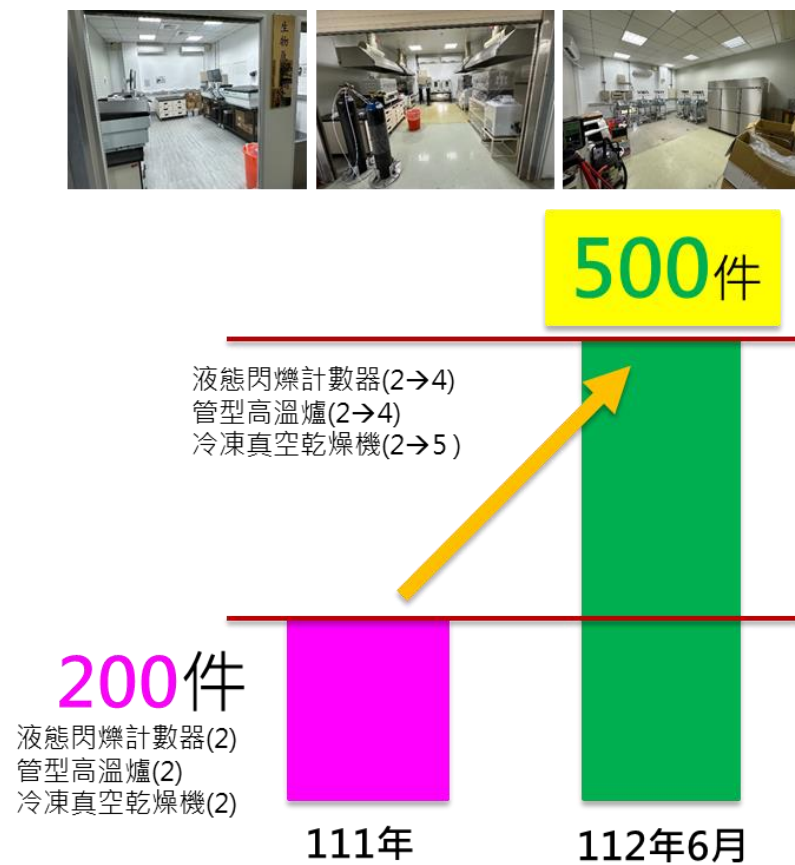


圖 1-2、生物氣檢測量能擴充

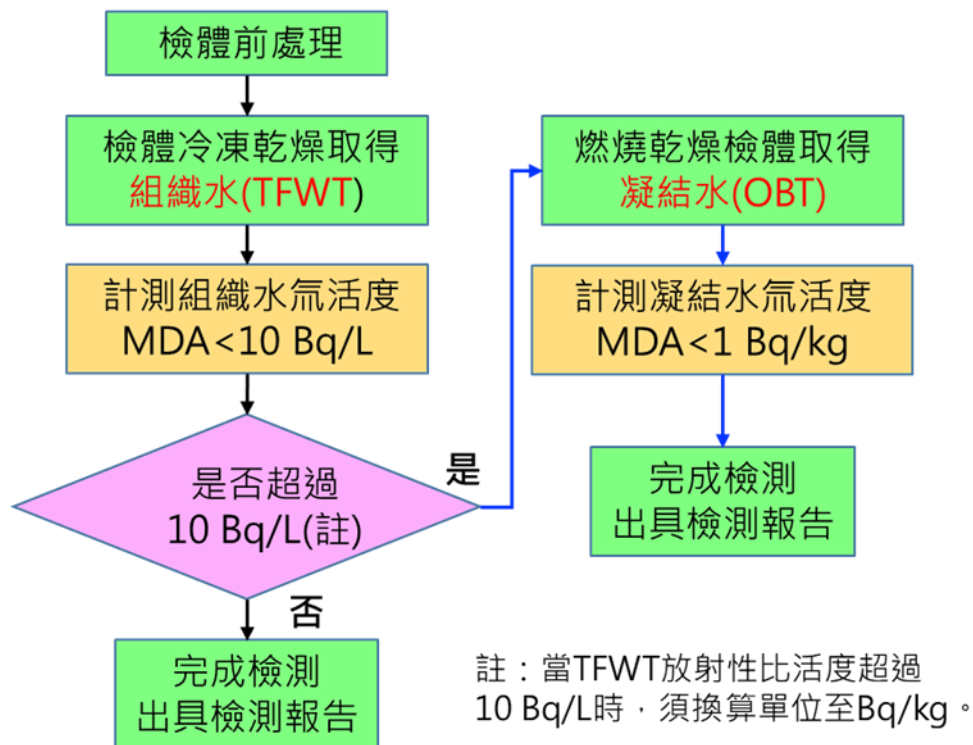


圖 1-3、食品中氡檢驗方法程序圖

【目標 1 關鍵成果 3】

參考 IAEA GSG-10 報告，完成 1 份核設施與活動對海洋環境影響評估研究報告。並根據日本 2022 年環境影響評估報告，進行境外海洋輻射事件劑量安全評估之代表人選訂原則。

IAEA GSG-10 報告重點摘要：

本報告重點為 IAEA 建議之正常運轉民眾防護評估流程，該流程可應用於日本氡水例行排放對台灣民眾之曝露劑量評估。流程說明如下。

1. 選定射源項：輻射環境影響評估所選擇的射源項應要代表所要評估核

設施活動的型態。應適當地分別考慮核種外釋到大氣與外釋到水體環境和直接曝露。

2. 模擬環境中直接曝露、擴散與遷移模式：來自假設輻射物質外釋之環境區域(例如空氣、沉積物、土壤、水、生物)活度濃度應該藉由數學模式來評估。
3. 確認曝露途徑：應考量正常運轉下(通常指核子核設施，例如核能電廠)放射性核種外釋到大氣與地表水可能的曝露途徑。
4. 確認正常運轉時代表人：應該使用在民眾中一群曝露程度較高的代表人的特性，來計算代表人的劑量。代表人的習性數據應該可以代表核設施所在位置或國家整個地區居住人民的一般習性。習性數據包括食物飲水量和呼吸率。評估代表人劑量重要的特性是假設代表人位置(也就是距離放射性核種釋出點的距離與方向)。同樣重要的有代表人攝取食物中，來自當地或地區食物的比例、不同位置佔用時間以及停留室內外時間比例。代表人居住地點可以選擇真實個人或一群人，或基於謹慎假設下所假設的人或一群人的居住地點(例如靠近圍籬或預期最高地表沉積核種的地區)。
5. 代表人的劑量評估：攝取放射性核種的約定有效劑量(呼吸或攝食體內

曝露)和體外曝露的有效劑量之總和。體內曝露的劑量因數則有不同年齡層之分。如果某一年齡層有比較高的曝露之情況時，則評估時應該考慮這個年齡層。

6. 評估劑量與劑量約束劑量限值比較：因為劑量約束是參考單一射源，管制單位在規定核設施活動特別劑量約束時要考慮代表人從其他位於鄰近或相同場址核設施或活動所貢獻的可能劑量。

東電 RIA 報告 2021/2022 版本重點摘要：

本項規劃目前已完成日本 ALPS 處理水風險評估報告(簡稱 RIA 報告)2021 年版與 2022 年版之研析。原規劃參考該報告，並評估報告中所列之曝露途徑於台灣本土情況的適用性。然而，在曝露途徑方面，考慮到曝露途徑的不確定性，新出版的 RIA 報告 2022 年版與 2021 年版略有不同，說明如下。

原本 RIA 報告 2021 年版曝露途徑如下：

- 體外曝露：

- (1) 在海上工作時從海面受到的體外曝露；
- (2) 海上工作期間附著在船體上的放射性物質造成的體外曝露；
- (3) 游泳和水下工作時受到的體外曝露；

(4) 在海灘逗留時，海灘沙子造成的體外曝露；

(5) 附著在漁網上的放射性物質造成的體外曝露；

- 體內曝露：因攝入被海水中的放射性物質污染的海產而引起的體內曝露。

在 RIA 報告 2022 年版中，TEPCO 說明因另一本類似情境的報告 TECDOC-1759 中，並沒有評估海面和船體的曝露等大部分體外曝露的途徑，但評估了本報告中未設置的途徑，例如攝入海灘沉積物、攝入海水和吸入海水噴霧。通過 TECDOC-1759 的方法對原本未選擇的途徑進行驗證計算，發現曝露評估結果高於本報告中選擇的途徑，例如吸入海水和吸入海水噴霧，因此將它們添加為本報告的曝露途徑之一。因此在 RIA 報告 2022 年版中，體內曝露途徑更新如下：

- 體內曝露：

(1) 游泳時喝到汙染海水造成的體內曝露劑量；

(2) 吸到海水浪花產生的噴霧所造成的體內曝露劑量；

(3) 攝入海產造成的體內曝露劑量。

未來確認上述曝露途徑於台灣本土的適用性後，可代入台灣民眾的習

慣與攝食參數，設定曝露評估之代表人，完成 1 份日本 ALPS 處理水排放
關鍵曝露途徑及代表人研析報告，以利後續進行日本氙水例行排放對台灣
民眾之曝露劑量評估。

【目標 1 關鍵成果 4】

已經完成水體中氡活度濃度連續監測之自動化流程設計(如圖 1-4)，透過海水純化如微過濾、膜過濾、RO 透析與電離離透析等，將海水中干擾氡分析的陰、陽離子移除，並配合線上混合器將純化的海水樣品與閃爍液混合後再控制進入氡水活度濃度分析儀，進行水體中氡活度濃度自動監測，並且計畫也執行海水樣品水質中雜質干擾之問題進行探討，根據主要陽離子：鈉、鎂、鉀、鈣與主要陰離子：氯離子、硫酸根離子等，對氡水活度濃度分析監測干擾，作為海水純化要求之所必需移除離子之條件(如圖 1-5~1-7 及表 1-3)。而該氡活度濃度連續監測之自動化流程完成如圖 1-8。

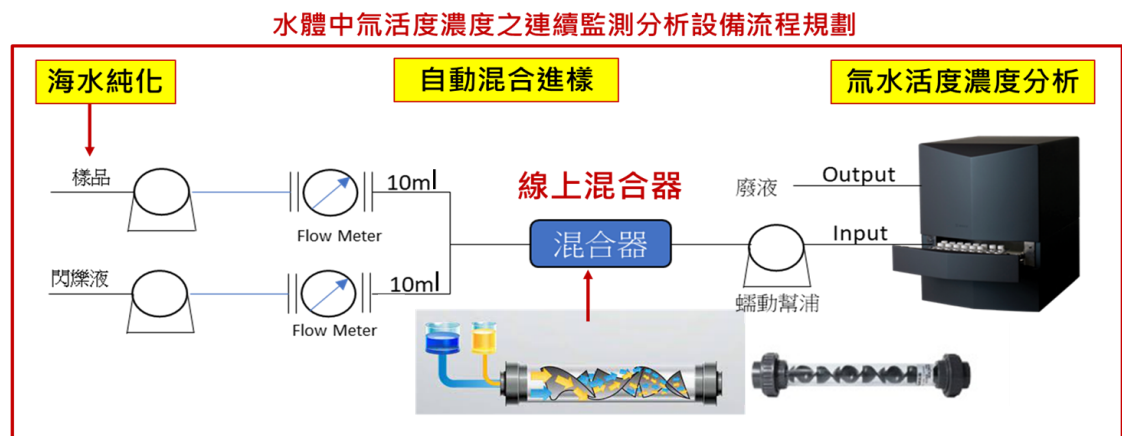


圖 1-4、水體中氡活度濃度連續監測之自動化流程

海水成分組成分析



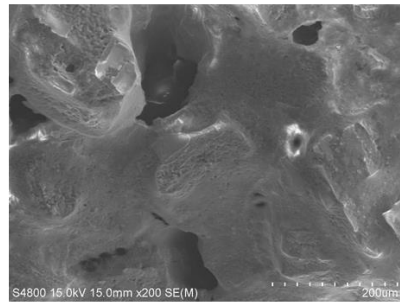
海水中固形物



海水中礦物



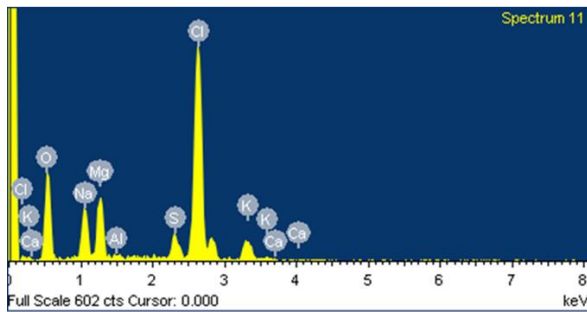
SEM
分析



海水乾燥固形物成分分析



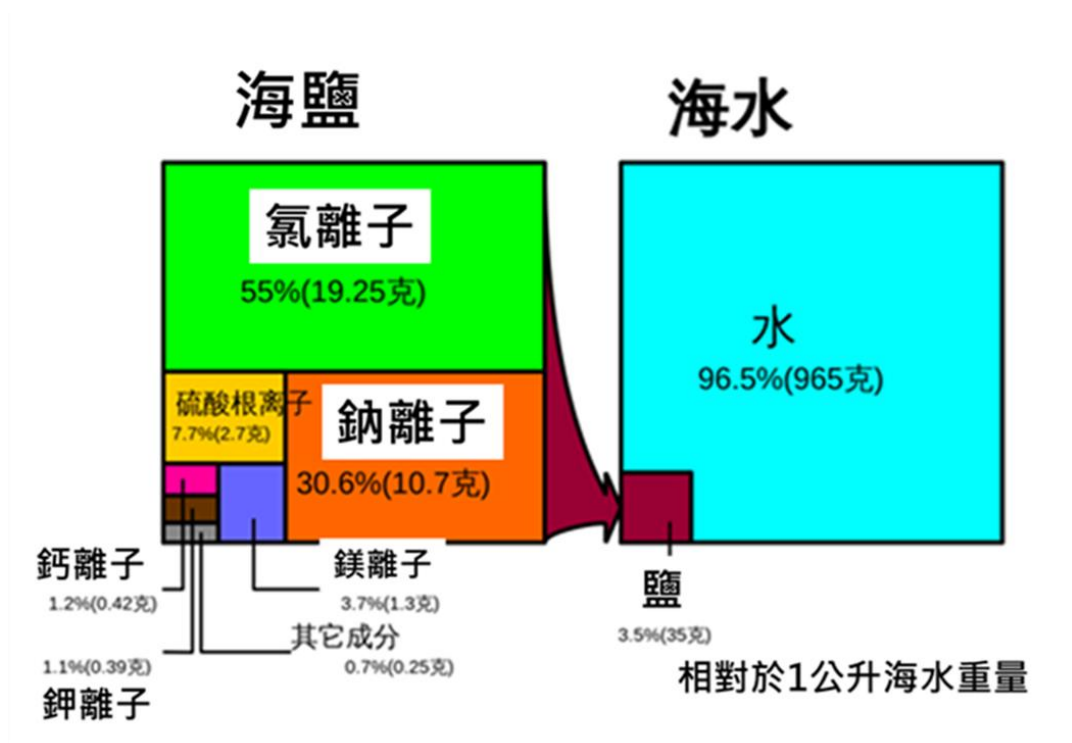
EDS分析



Element	Weight%	Atomic%
O K	41.73	58.18
Na K	8.09	7.85
Mg K	8.29	7.61
Al K	0.00	0.00
S K	3.60	2.51
Cl K	34.20	21.52
K K	4.08	2.33
Ca K	0.00	0.00
Totals	100.00	

主要陽離子:鈉、鎂、鉀、鈣等
主要陰離子:氯離子、硫酸根離子

圖 1-5、海水成分組成分析



海水樣品水質中雜質干擾問題

主要陽離子:鈉、鎂、鉀、鈣等

主要陰離子:氯離子、硫酸根離子

圖 1-6、海水組成鹽類含量與主要陰陽離子成分

水質電導度與氫LSC分析數值下降關係

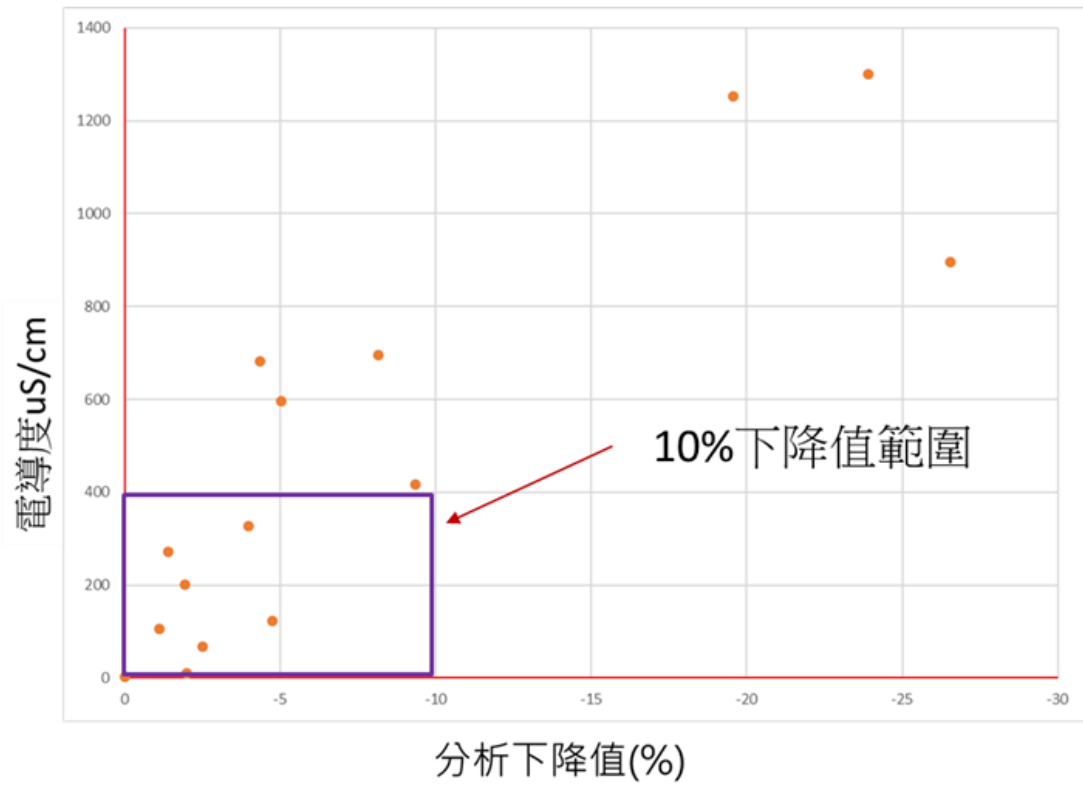


圖 1-7、水質電導度與氫 LSC 分析數值下降關係

表 1-3、水質中雜質離子干擾對氡 LSC 分析數值下降關係

	樣品	氡Bq/mL	分析降低	Na ppm	SO4 ppm	電導度uS/cm
1	超純水	184				2.8
2	海水1/160 Cl 120	181.4	-1.40%	67 ppm	17 ppm	272
3	海水1/80 Cl 240	169	-8.15%	134 ppm	34 ppm	695
4	海水1/40 Cl 481	140	-23.91%	268 ppm	68 ppm	1301
5	Cl 125ppm	176.7	-3.99%	125 ppm	125 ppm	328
6	Cl 250 ppm	176	-4.35%	250 ppm	250 ppm	683
7	Cl 500 ppm	148	-19.57%	500 ppm	500 ppm	1252
8	SO4 62.5 ppm	181.9	-1.12%	125 ppm	62.5 ppm	105
9	SO4 125 ppm	180.4	-1.94%	250 ppm	125 ppm	202
10	SO4 250 ppm	166.8	-9.34%	500 ppm	250 ppm	416
11	SO4 500 ppm	135	-26.54%	1000 ppm	500 ppm	895
12	KCl 10 ppm	180.5	-1.99%			9.9
13	KCl 25 ppm	179.4	-2.51%			66.7
14	KCl 50 ppm	175.3	-4.74%			122.5
15	KCl 200 ppm	174.7	-5.04%			597.0

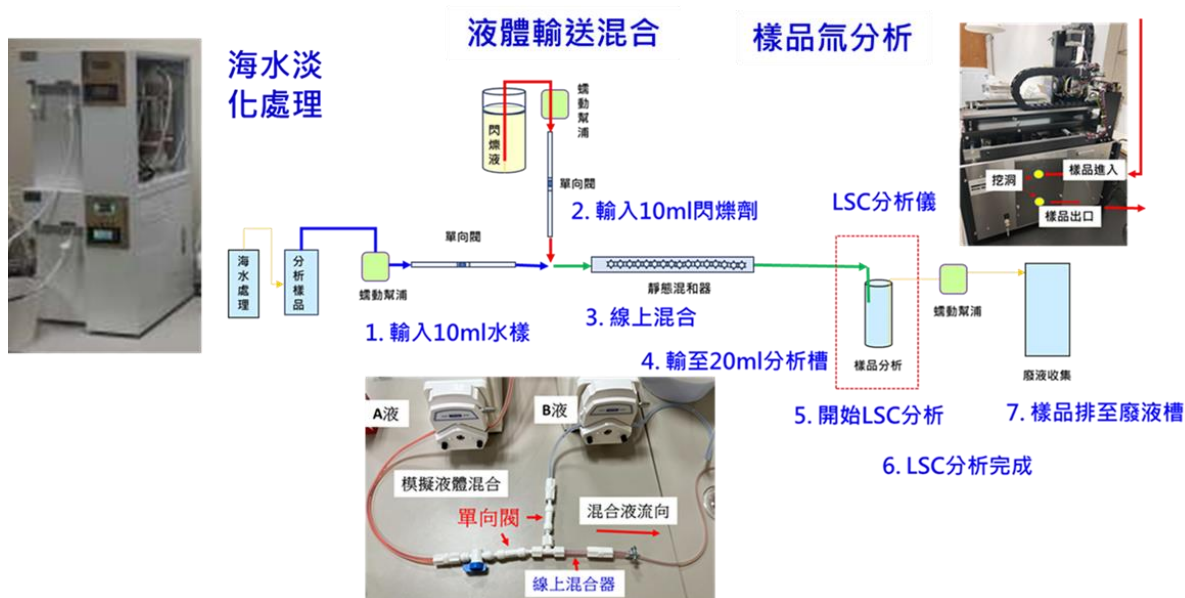


圖 1-8、完成氡活度濃度連續監測之自動化流程

子項計畫二：日本含氚廢水排放對水產動物類及藻類劑量安全與風險研究

【目標 2】

充分掌握各國對於氚在生物體內之毒性研究進度，並瞭解輸入水產動物類及藻類中放射性核種氚監測值，同時建置人工養殖場，篩選代表性海水生物養殖標的。

【目標 2 關鍵成果 1】

依據邊境抽樣調查放射性核種氚背景值之規劃建議執行對日本輸入水產品及藻類，完成抽樣 100 件檢驗放射性核種氚，類別 10 類包括：海帶、紫菜、牡蠣、海參、章魚、蟹類、沙丁魚、秋刀魚、鯖魚、鮭魚等，如表 2-1 所示。其中生物氚分析結果均低於最小可測活度 (Minimum Detectable Amount, MDA)，檢測結果並公開於跨部會輻射監測整合儀表板及相關連結。而針對檢測分析調查結果，將持續透過跨部會機制彙整、關注、公開資訊及預為因應，並作為管理及溝通之參考。

表 2-1、日本輸入水產品及藻類於我國抽樣檢測情形

檢驗核種	全年件數	完成件數		分析進度
		取樣	分析	
氚	100（食藥署取樣送國原院）	100	100	100%

【目標 2 關鍵成果 2】

執行本計畫子項二「魚類有機氙/無機氙代謝研究」計畫，為防制游離輻射之危害，維護人民健康及安全，確保臺灣漁民的權益與生計，並因應日本政府排放含氙廢水事件，執行境外海洋輻射事件劑量安全評估研究，希冀研究成果可消滅日本排放事件對臺灣民眾所造成的恐慌。透過各式不同環境之代表性海水生物(魚、蝦、貝、甲殼類等)進行人工養殖，測試放射性核種於生物體上之實際濃度累積情形，評估其生存模式變更、習性是否改變等，並獲取海水中放射濃度與生物體累積之關係，建置我國海水生物氙實驗平台；核種測試直接以實際放射性核種進行實驗及驗證，觀察氙核種於海水生物體之累積及代謝情形。

112 年度已完成(1) 完成代表性海水生物之種類評估(中/小型魚(黃錫鯛)、甲殼類(白蝦)、貝類(九孔螺)、藻類(菊花心種龍鬚菜(紅藻))，(2) 以 4 呎海水缸預飼養海水生物及藻類，獲取飼養時相關生存條件，利後續大量養殖最為基礎。(3)完成室內人工養殖場空調通風系統及室內人工海水養殖場建置及測試。海水生物(中/小型魚(黃錫鯛)飼養水質環境：溫度為 25°C、溶氧為 4 ppm 以上、鹽度為 30 ‰、pH 值為 7.5 以上、氨氮小於 0.1 ppm、亞硝酸氮小於 1 ppm；藻類(菊花心種龍鬚菜(紅藻)) 飼養水質環境除溫度為 23°C 外，其餘飼養條件與海水生物(中/小型魚(黃錫鯛)相同。詳如圖 2-1~2-6。

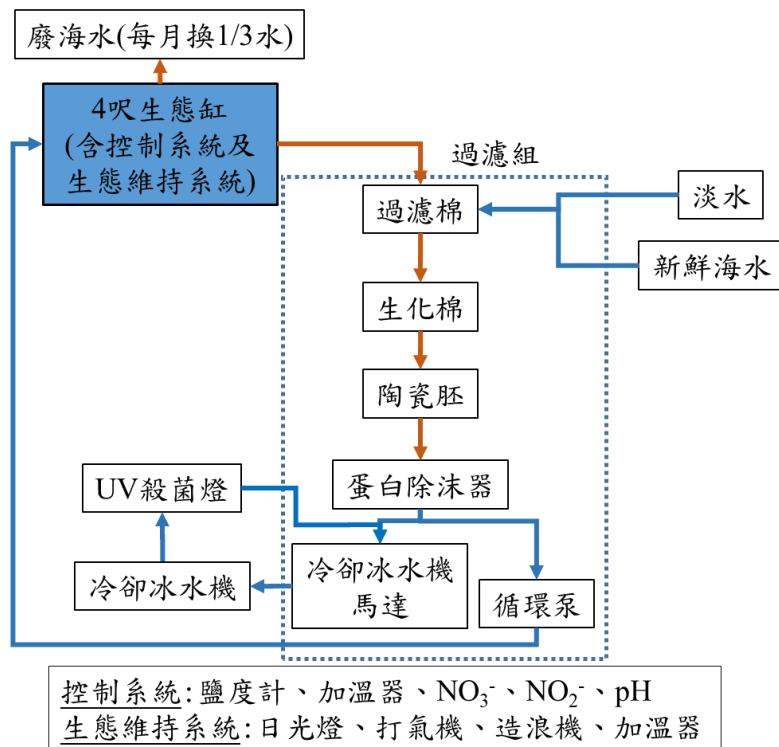


圖 2-1 、4 呎生態缸養殖黃錫鯛之海水處理流程及控制系統

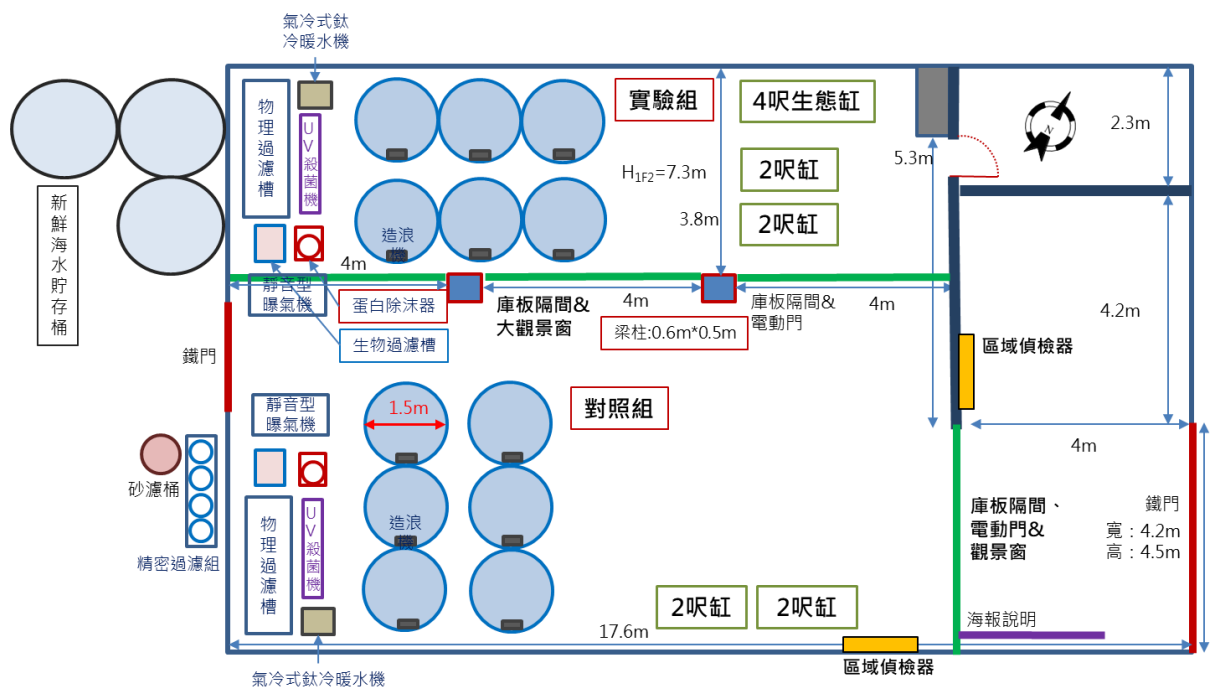


圖 2-2、室內養殖系統配置圖



圖 2-3、4 呎海水缸預飼養海水生物(黃錫鯛)



圖 2-4、養殖場水槽設備



圖 2-5、養殖場溫度監測設備



圖 2-6、養殖場維生設備

子項計畫三：海域放射性物質排放事件例行化預報及異常排放示警處理研究

【目標 3】

確保福島核電廠含氚廢水海洋傳輸擴散預報作業化系統正常作業，同時發展日本沿岸 3D 地形之小尺度計算流體力學模擬研究。

【目標 3 關鍵成果 1】

建置「放射性物質海洋擴散預報系統」，可提供(西)北太平洋放射性物質擴散之濃度分布趨勢在時間及空間預測結果，搭配國原院於放射核種之特性研究，以加值應用的方式整合成完整的模擬分析系統。本作業系統將結合氣象署既有之運算資源，每日作業化產出預報結果，以類似沙塵暴預警的概念，提供臺灣民眾關於日本含氚廢水排放可能對臺灣海域造成之衝擊潛勢預報，善用新興科技工具與管理技術，精進災害預警與防救，納入災害風險管理機制，幫助沿岸活動、居民、漁民等關鍵群體，並同時將其預報結果回饋於跨部會因應平台，確保各部會於任何放射性物質海洋事件皆可充分應對。

精進海流作業化模式 - 海流模式校驗系統開發建置

在粒子傳輸擴散模式中，粒子運動狀況主要受到海流影響，為了解福島核電廠含氚廢水海洋傳輸擴散預報作業化系統與海流模式的合理性及準確

性，本計畫將進行潮位、流場、海溫等資料校驗系統開發建置，預計以觀測資料與海流模式進行校驗，持續精進海流模式。

本計畫在校驗系統中的量化指標預計使用皮爾遜積差相關係數 (coefficient of correlation, R 值)、決定係數(coefficient of determination, R^2)以及均方根誤差(Root Mean Square Error, RMSE)。皮爾遜積差相關係數是由 Karl Pearson 於 1895 年提出，是量化統計中常用的一種統計公式，用來描述兩個變數之間的關係強度和方向。相關係數通常表示為一個數值，當相關係數為 1 時，表示兩個變數呈現正向完美線性關係；當相關係數為 0 時，表示兩個變數之間沒有線性關係，如表 3-1 所示。當模式資料與實際觀測資料相關係數越接近 1，即表示模式資料數據越符合真實情形數據(Pearson, 1895)，該公式為下：

$$R = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2} \sqrt{\sum(Y_i - \bar{Y})^2}} \quad \text{式 (3-1)}$$

其中 X_i 為實際值， $\bar{X}$ 為實際值平均， Y_i 為預測值， $\bar{Y}$ 為預測值平均。

表 3-1、相關係數大小與意義(來源：邱皓正，2010)

係數範圍(絕對值)	變相相關程度
1.00	完全相關
0.70 至 0.99	高度相關
0.40 至 0.69	中度相關
0.10 至 0.39	低度相關
0.10 以下	微弱或無相關

R^2 又稱決定係數是一個介於0和1之間的值，用於表示迴歸模型對於被解釋變數的變異性解釋程度。 R^2 用於衡量迴歸模型預測值與實際觀測值之間的差異，越接近1表示模型能夠很好地解釋被解釋變數的變異性，越接近0則表示模型的解釋能力較差，其公式如下：

$$R^2 = 1 - \frac{\sum(X_i - Y_i)^2}{\sum(X_i - \bar{X})^2} \quad \text{式 (3-2)}$$

其中 X_i 為實際值， $\bar{X}$ 為實際值平均， Y_i 為預測值。均方根誤差(RMSE)為評估預測值和實際值之間差異的統計指標，通常用於比較預測值的準確性。在海洋資料中，RMSE用於比較數值模式結果和實際觀測值之間的差異。當RMSE的值越小，表示數值模式的結果越接近真實數據，反之則表示數值模式結果與實際觀測結果不符合，計算公式如下：

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - X_i)^2}{N}} \quad \text{式 (3-3)}$$

其中 X_i 為實際值， Y_i 為預測值， N 為個數。

在海流模式校驗系統開發建置中的工作項目包含潮位校驗系統開發建置、AVISO地轉流校驗系統開發建置以及GHR SST海溫校驗系統開發建置。以下為工作項目說明：

本計畫透過與AVISO衛星觀測資料進行海流模式比對，其比對範圍分為兩區，分別為黑潮延伸流及中尺度渦流區域，此兩區特性不同且流速差異大，福島含氚廢水排放後，主要透過黑潮延伸流向東傳輸，而中尺度渦流區則是影響放射性粒子往南傳輸主要原因，兩區範圍分別位於北緯30至40度、東經140至160度及北緯20至30度、東經125至145度，如圖3-1所示。

以下分別就主要影響粒子擴散的黑潮延伸流區域(Kuroshio Extension)與中尺度渦流區域(Meso-Scale Eddy)之相關係數、決定係數及均方根誤差等量化指標進行分析，藉此評估海流作業化模式與觀測間的差異及確保模式之準確性與可靠性。根據4月至9月平均差異，黑潮延伸流區域海域及中尺度渦流區域海域均方根誤差平均分別介於每秒0.194至0.289公尺及0.140至0.199公尺。其中日本東部外海黑潮延伸流區域由於流速差異明顯，平均相關係數及決定係數大多低於中尺度渦流區域，兩者分別為0.447至0.742及0.197至0.586。臺灣東部外海中尺度渦流區域，其平均相關係數及決定係數分別為0.595至0.769及0.366至0.61。藉由4月至9月平均相關係數統計表(表3-2)顯示，中尺度渦流區域表現明顯差於黑潮延伸流區

域，推估可能為中尺度渦流區流速較小，流速特性不明顯，故相關係數及決定係數較黑潮延伸流區域低。

由於AVISO資料範圍涵蓋全球，其解析度較低，在與模式差異間的相關係數較低，除探討其與CWA-OCM-FH模式間差異外，參考同為模式資料的HYCOM模式與其進行比對校驗。根據比對結果，兩種模式於中尺度渦流區域差異不大，各月平均均方根誤差落在0.149至0.191間，惟CWA-OCM-FH模式在黑潮延伸流區域因黑潮延伸流蜿蜒現象有些差異導致相關係數或決定係數降低，但趨勢上兩者差異小。

主要的差異來源是由於CWA-OCM-FH具有潮汐運動，但是HYCOM模式或是AVISO資料均未有潮汐影響。由於本計畫的重點海域為日本福島海域，受潮汐動力影響明顯，故模式納入潮汐動力應屬合理。

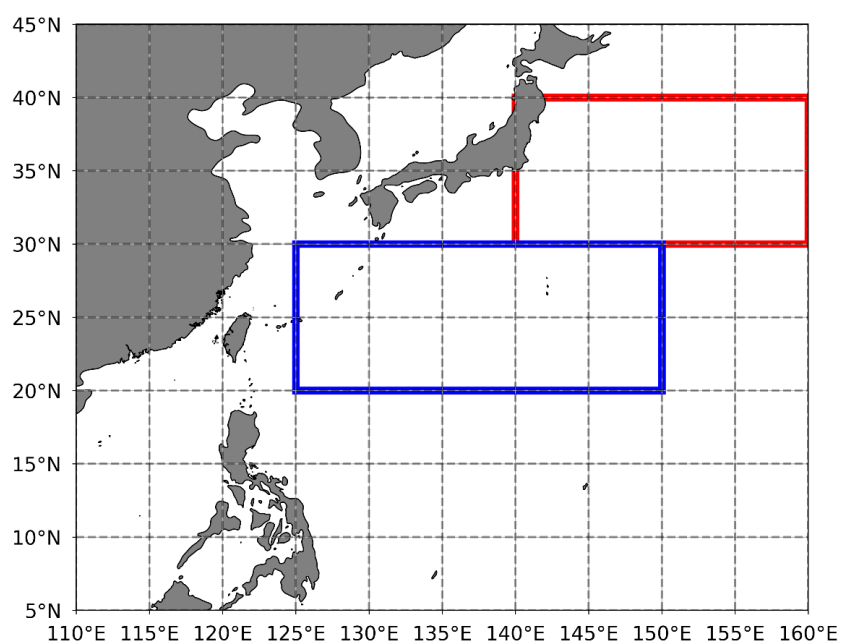


圖 3-1、海流校驗比對範圍(黑潮延伸流、中尺度渦流)

表 3-2、CWA-OCM-FH 與 AVISO 衛星資料 4-9 月相關係數統計表

月份	黑潮延伸流 RMSE	中尺度 渦流 RMSE	黑潮延伸流 R	中尺度 渦流 R	黑潮延伸流 R^2	中尺度 渦流 R^2
4 月	0.22	0.13	0.67	0.78	0.48	0.62
5 月	0.19	0.13	0.74	0.78	0.59	0.63
6 月	0.19	0.13	0.76	0.76	0.62	0.61
7 月	0.23	0.13	0.68	0.78	0.49	0.64
8 月	0.25	0.15	0.59	0.70	0.38	0.53
9 月	0.23	0.12	0.60	0.80	0.39	0.65

表 3-3、CWA-OCM-FH 與 AVISO 衛星資料 4-9 月差異統計表

月 份	黑潮延 伸流最 大差異	中尺度 渦流最 大差異	黑潮延 伸流最 小差異	中尺度 渦流最 小差異	黑潮延 伸流平 均差異	中尺度 渦流平 均差異
4 月	1.06	0.48	-0.88	-0.57	-0.01	-0.04
5 月	0.53	0.60	-0.97	-0.98	-0.03	-0.03
6 月	0.59	0.54	-0.76	-0.76	-0.02	-0.03
7 月	0.92	0.50	-1.05	-0.93	-0.03	-0.03
8 月	0.65	0.66	-1.16	-1.23	-0.04	-0.03
9 月	0.66	0.55	-1.11	-0.62	-0.05	-0.04

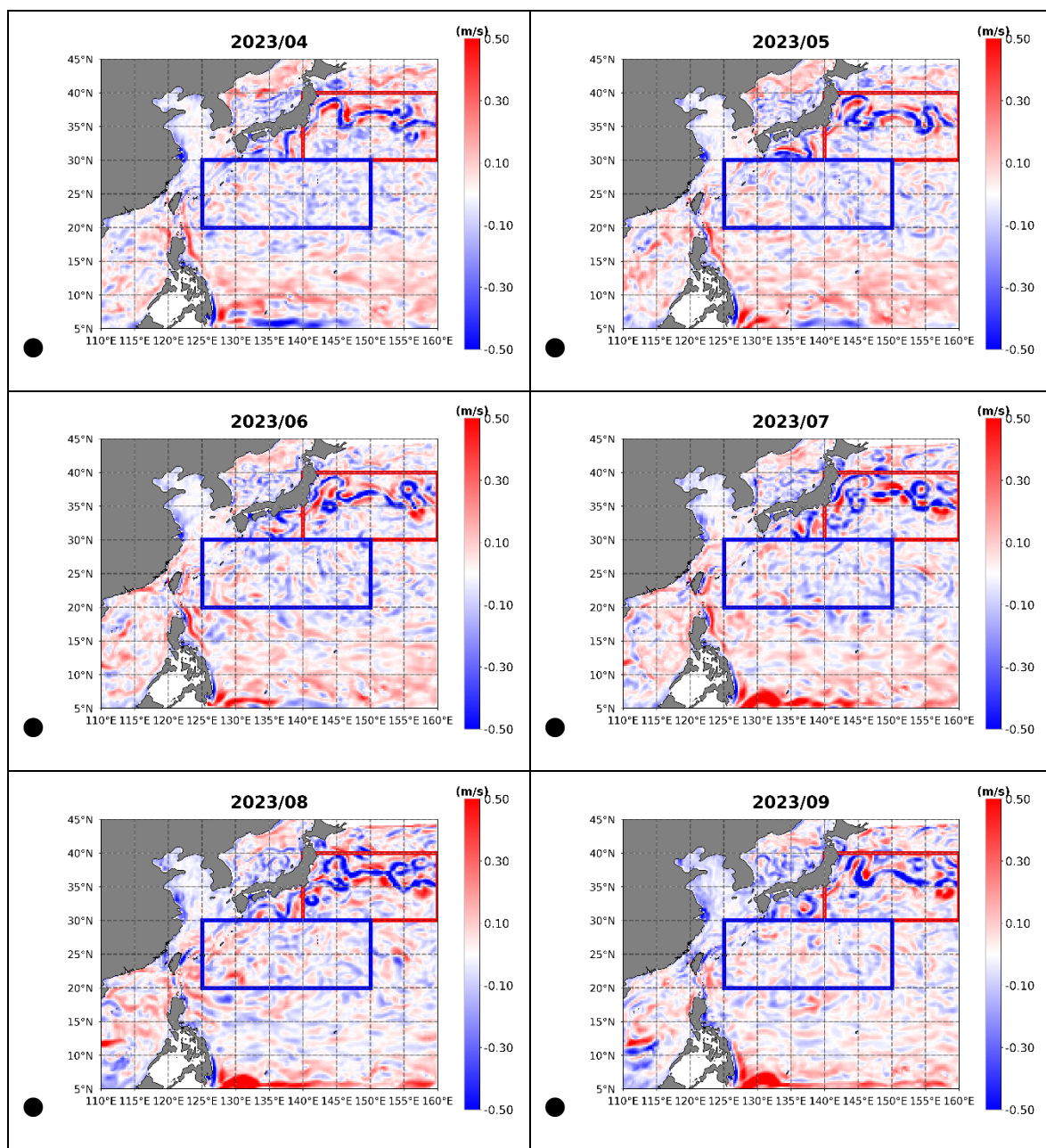


圖 3-2、CWA-OCM-FH 與 AVISO 衛星資料 4-9 月平均差異圖

表 3-4、HYCOM 與 AVISO 衛星資料 4-9 月平均相關係數統計表

月 份	黑潮延 伸流 RMSE	中尺度渦 流 RMSE	黑潮延 伸流 R	中尺度 渦流 R	黑潮延 伸流 R^2	中尺度 渦流 R^2
4 月	0.21	0.12	0.84	0.86	0.59	0.69
5 月	0.16	0.11	0.87	0.89	0.71	0.76
6 月	0.18	0.12	0.83	0.85	0.64	0.69
7 月	0.19	0.12	0.82	0.86	0.63	0.67
8 月	0.20	0.13	0.78	0.85	0.58	0.65
9 月	0.19	0.11	0.83	0.90	0.66	0.75

表 3-5、HYCOM 與 AVISO 衛星資料 4-9 月平均差異統計表

月 份	黑潮延 伸流最 大差異	中尺度 渦流最 大差異	黑潮延 伸流最 小差異	中尺度渦 流最小差 異	黑潮延 伸流平 均差異	中尺度渦 流平均差 異
4 月	1.10	0.79	-0.86	-0.52	0.10	0.05
5 月	0.71	0.70	-0.62	-0.48	0.07	0.04
6 月	0.92	0.64	-0.77	-0.74	0.06	0.04
7 月	0.98	0.61	-0.87	-0.74	0.05	0.05
8 月	1.03	0.54	-0.92	-0.73	0.05	0.05
9 月	1.10	0.58	-0.94	-0.43	0.04	0.04

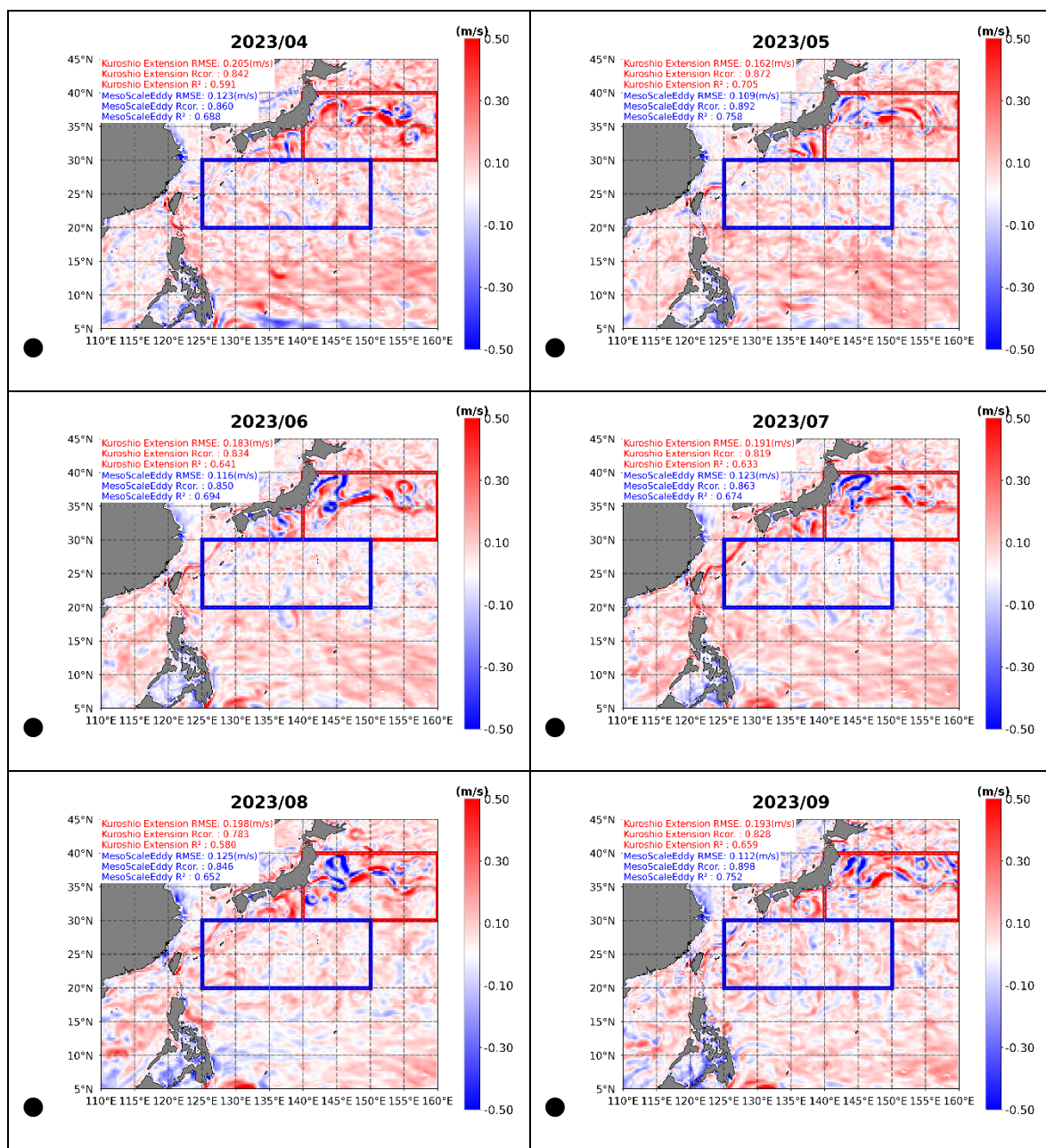


圖 3-3、HYCOM 與 AVISO 衛星資料 4-9 月平均差異圖

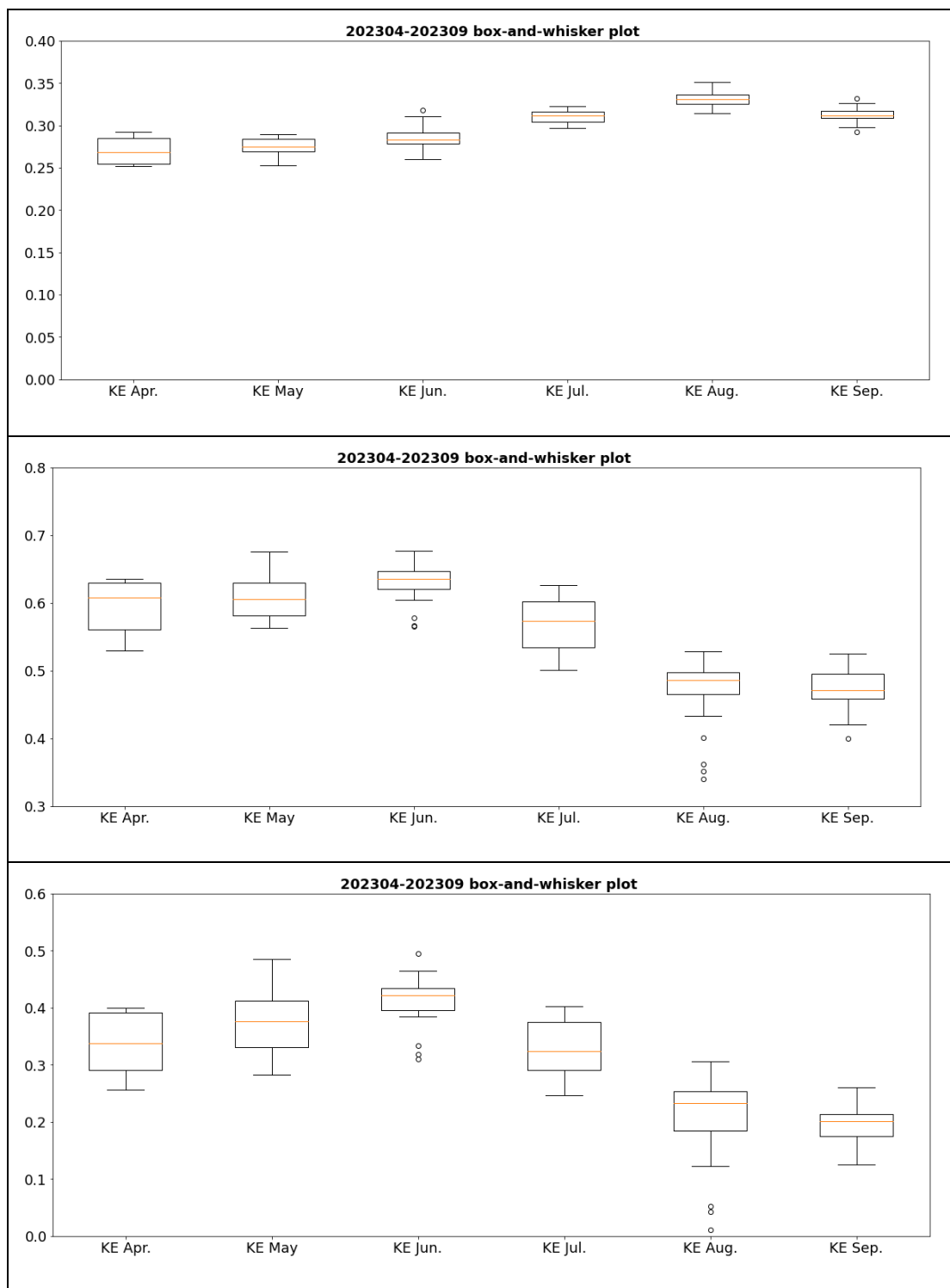


圖 3-4、黑潮延伸流區域盒鬚圖(上為 RMSE，中為 R，下為 R^2)

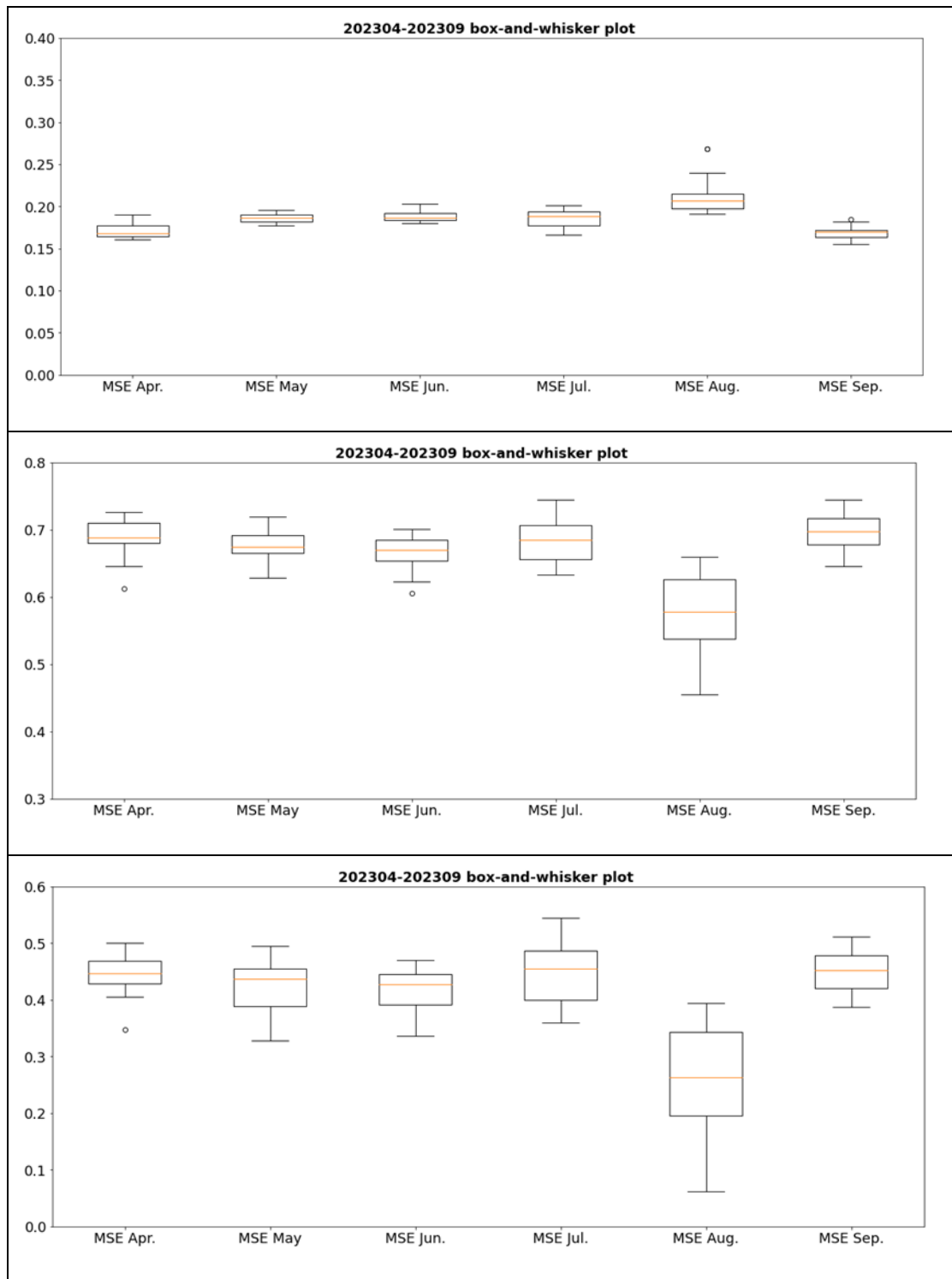


圖 3-5、中尺度渦流區域盒鬚圖(上為 RMSE，中為 R，下為 R^2)

GHR SST 海溫校驗系統結果分析

由於在流體方程式中溫度所產生的密度差異也會影響海流的變化，因此採用GHR SST作為觀測值對模式做校驗。透過GHR SST衛星觀測資料，進行海溫觀測與模式進行校驗分析，根據結果顯示(圖3-6)，4至7月CWA-OCM-FH與GHR SST相比，北端鄰近日本海域CWA-OCM-FH海溫較GHR SST高，南端菲律賓海周邊海域呈現溫度較低情況。7月開始CWA-OCM-FH模式海溫從臺灣海峽及中國沿岸向北延伸海溫逐漸降低，西太平洋及菲律賓海區域則反之上升。另於日本北部北海道東部海域，CWA-OCM-FH模式於半年間海溫與GHR SST相比大多高於後者。根據相關係數統計表分析(表3-6)，4月決定係數表現最好，9月表現最差，雖然5、6月CWA-OCM-FH與GHR SST均方根誤差較大，但南北差異範圍相當，且整體平均差異僅0.66度，使相關係數及決定係數未大幅下降。8、9月雖整體均方根誤差較小，惟各區域間受颱風影響差異落差過大，反而使相關係數及決定係數偏低。

透過各月份的每日誤差及係數繪製盒鬚圖(圖3-7)，其結果顯示8、9月雖相關係數及決定係數較前幾月份都有下降趨勢，但是均方根誤差反而表現較佳，並且其分布範圍高度集中，表示8、9月CWA-OCM-FH與GHR SST之間差異大多來自於局部溫差，主要差異集中於日本海區域及日本東北區域，菲律賓海至西太平洋區域溫度差異反而較前幾個月降低，推估為沿岸地區三維海流模式受天氣影響垂直循環，以致短期現象產生的差異累積所造成。

雖HYCOM模式使用氣象場與CWA-OCM-FH模式不同，考慮其海溫資料較為完整，故仍採用其做為不同模式的對照。以HYCOM模式與GHR SST相比(圖3-8)，各月份差異與CWA-OCM-FH差異趨勢相似，惟HYCOM模式與GHR SST間差

異值較小，並且極端值多集中於沿岸區域，以致均方根誤差、相關係數及決定係數表現較好(

表3-7)，此結果是由於HYCOM模式經過資料同化DA(Data assimilation)處理，DA能夠透過衛星、船測、儀器監測等多種實際觀測值來修正模式誤差值與偏差，故在與觀測值差異比較時，往往能得到比未經過DA處理模式更加良好的數據。

整體而言，雖CWA-COM-FH與GHRST的差異較大，其誤差呈現輻射振幅不足現象，但就平均差異而言，CWA-OCM-FH平均差異皆小於1度，並且整體趨勢與HYCOM相比接近，顯示CWA-OCM-FH雖未經DA處理，即可得到與經過DA處理模式相似趨勢。未來將針對模式所使用的氣象場與模式內部使用公式進行分析，另外也會透過資料同化技術精進CWA-OCM-FH模式預報能力。

表 3-6、CWA-OCM-FH 與 GHRST 資料 4-9 月相關係數統計表

月份	RMSE	R	R ²	最大差異 (°C)	最小差異 (°C)	平均差異 (°C)
4 月	0.73	0.93	0.99	7.72	0.00	0.50
5 月	0.96	0.93	0.98	8.19	0.00	0.66
6 月	1.09	0.92	0.97	7.38	0.00	0.83
7 月	0.86	0.89	0.96	5.14	0.00	0.62
8 月	0.82	0.82	0.90	5.84	0.00	0.57
9 月	0.77	0.81	0.87	6.34	0.00	0.52

表 3-7、HYCOM 與 GHR SST 衛星資料 4-9 月相關係數統計表

月份	RMSE	R	R ²	最大差異 (°C)	最小差異 (°C)	平均差異 (°C)
4 月	0.28	0.99	1.00	6.38	0.00	0.20
5 月	0.34	0.99	1.00	4.63	0.00	0.26
6 月	0.40	0.99	0.99	4.05	0.00	0.31
7 月	0.45	0.99	0.99	4.12	0.00	0.36
8 月	0.42	0.99	0.97	4.74	0.00	0.36
9 月	0.33	0.99	0.98	5.59	0.00	0.29

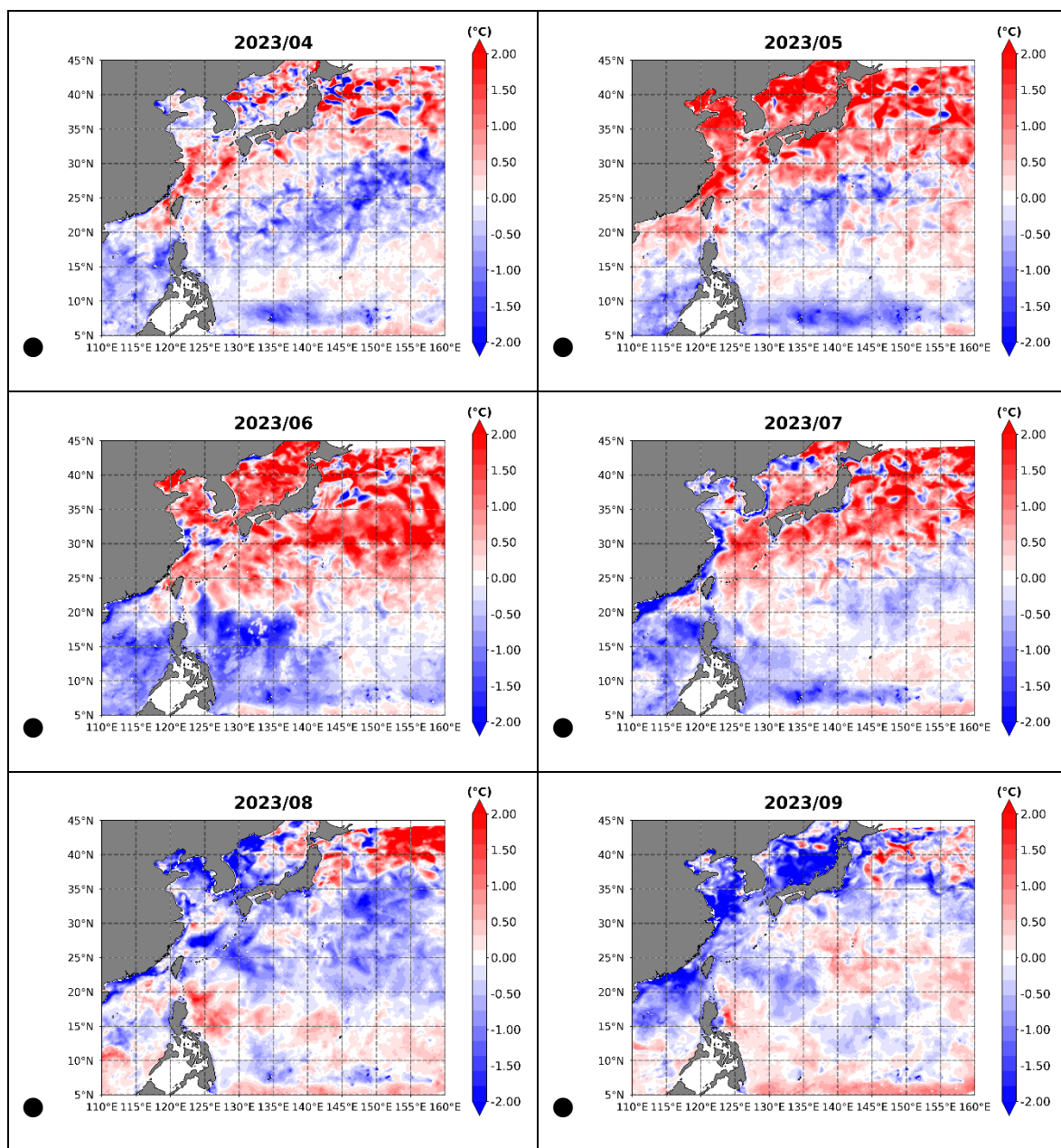


圖 3-6、CWA-OCM-FH 與 GHRSSST 衛星資料 4-9 月平均差異圖

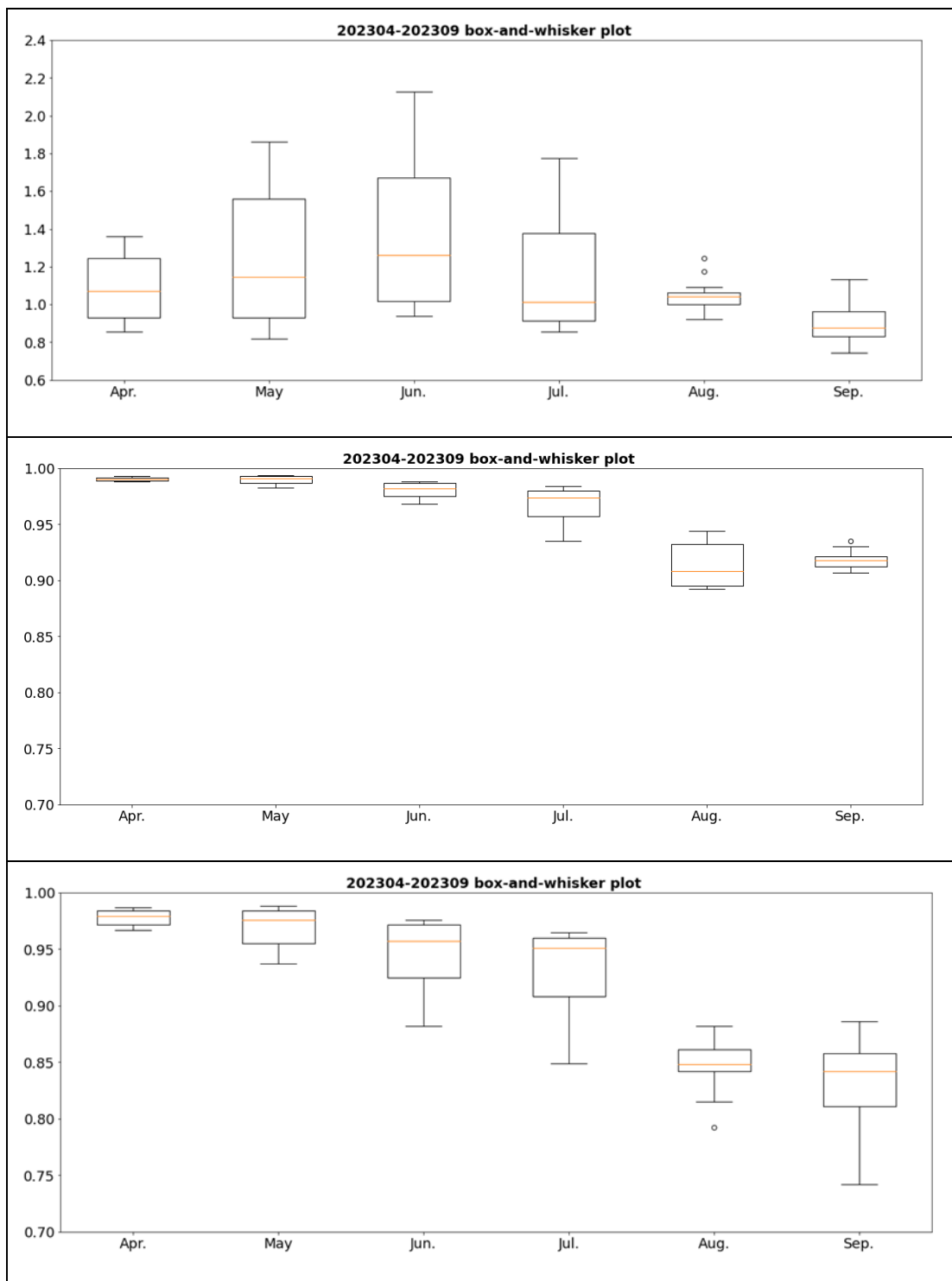


圖 3-7、海溫校驗盒鬚圖(上為 RMSE，中為 R，下為 R^2)

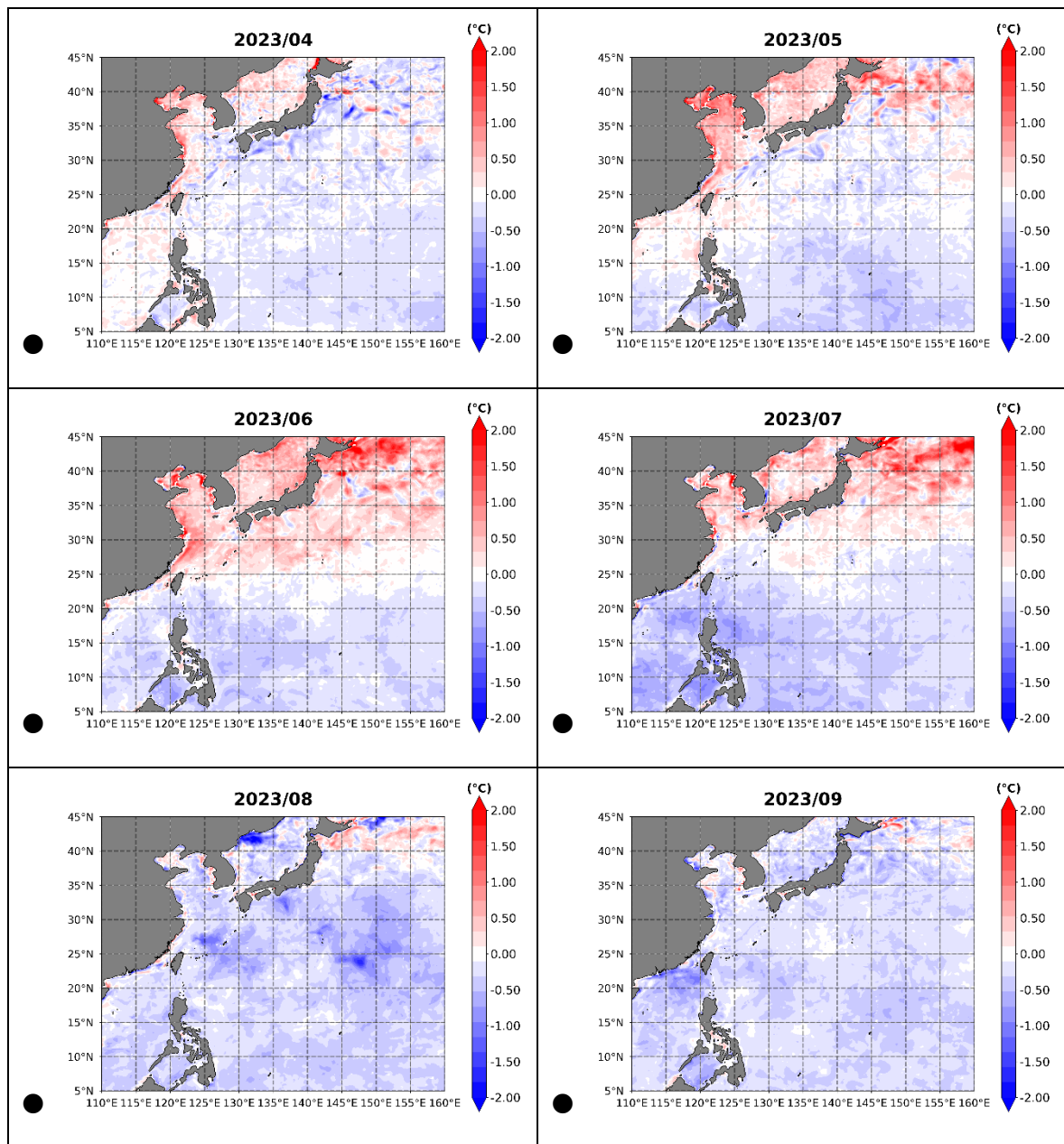


圖 3-8、HYCOM 與 GHRSSST 衛星資料 4-9 月平均差異圖

ARGO 海溫校驗系統結果分析

ARGO 浮標由於其運作原理，可透過下沉及上浮的過程來收集海溫剖面變化，本計畫收集各國研究單位布放後流經在東經 100 至 150 度以及的北緯 0 至 50 度範圍內的 AGRO，依據其點位座標與 CWA-OCM-FH 及 HYCOM 兩種模式比較，繪製出三者在同一地理位置下剖面溫度變化，本計畫校驗主要採用日本東南部至西太平洋來做驗證。

根據比對結果(圖 3-9 至圖 3-11)顯示，4、5 月兩種模式與 ARGO 海溫剖面變化趨勢相近，僅於日本東部近海模式與觀測值有較明顯差異，另於西太平洋海域，ARGO 於 300 至 600 公尺深水域有較大變化，與模式值產生些微落差。6、7 月結果同樣產生相似趨勢，於日本東部沿海會產生不同海溫變化趨勢，並且隨著水深增加，兩種模式會逐漸接近觀測值。8、9 月此現象進一步加深，除一點位於西太平洋區外，其餘皆呈現模式與觀測差於中段水深差異增加。如以混合層深度來看，CWAOCM-FH 大多有略為低估情形，但考量到 HYCOM 海溫經過 DA 處理，CWA-OCM-FH 僅藉由垂直網格計算溫鹽，此結果顯示模式結果具有良好表現。

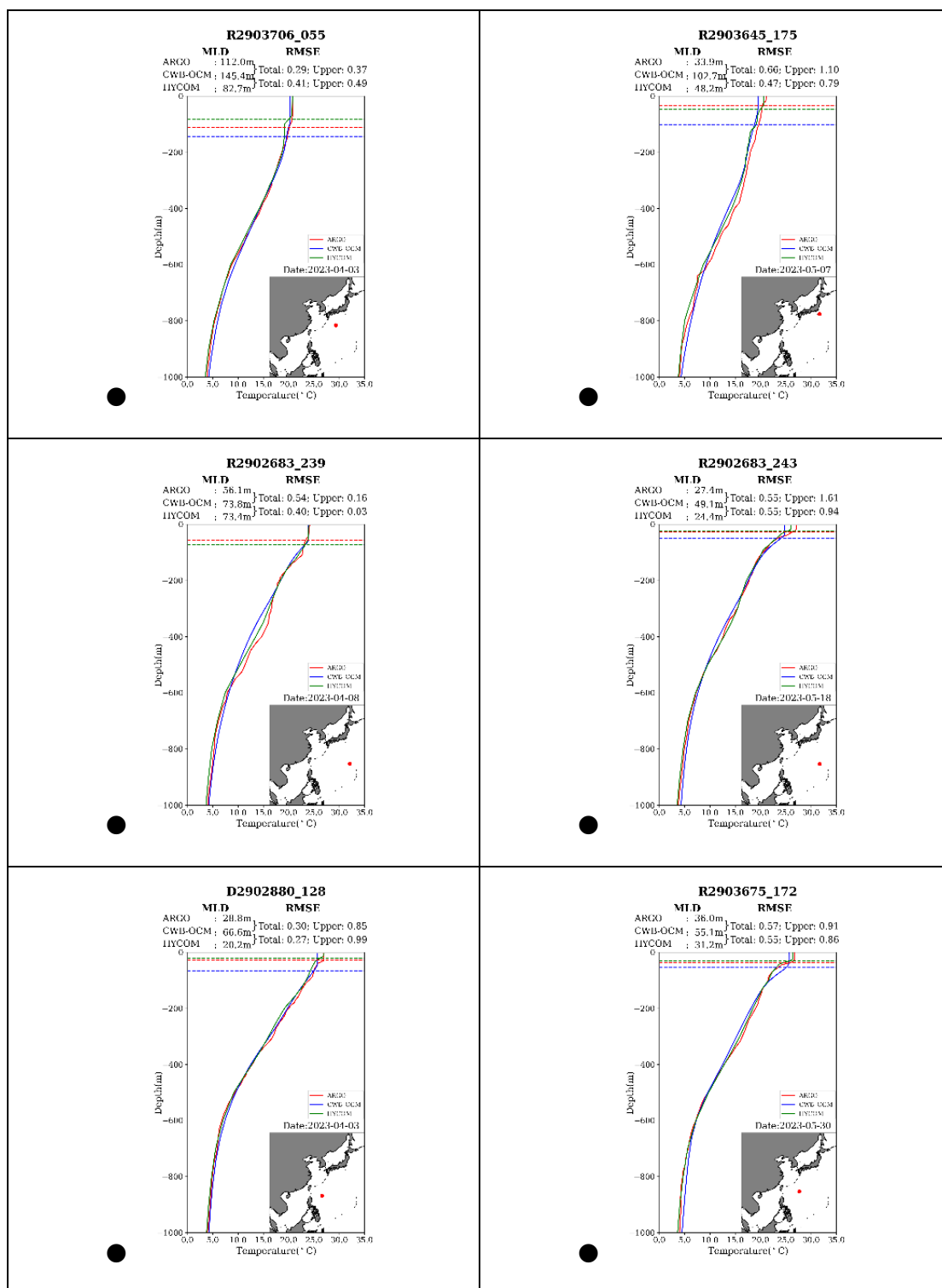


圖 3-9、CWA-OCM-FH、HYCOM 模式與 ARGO 浮標海溫剖面圖 4、5 月

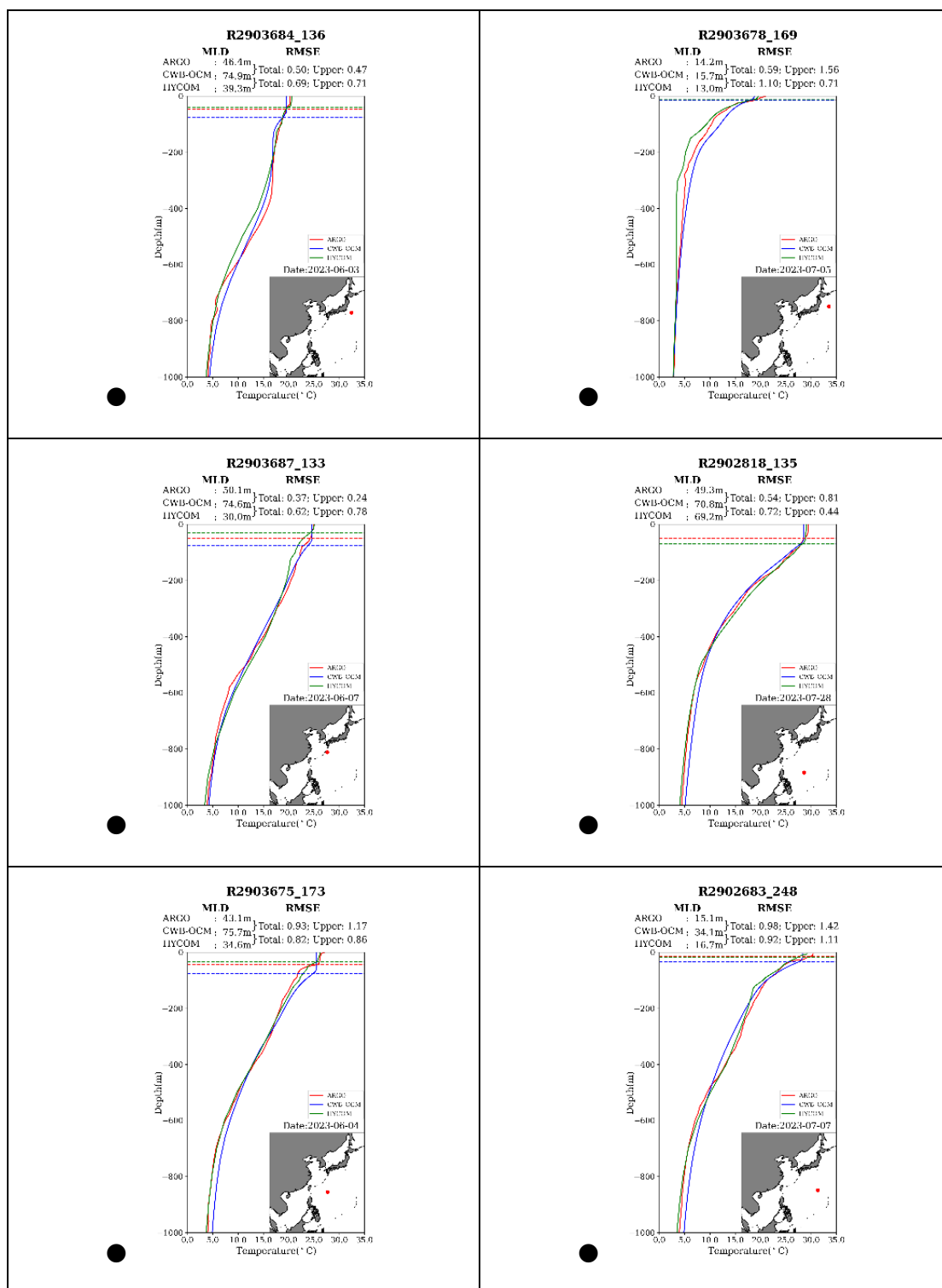


圖 3-10、CWA-OCM-FH、HYCOM 模式與 ARGO 浮標海溫剖面圖 6、7 月

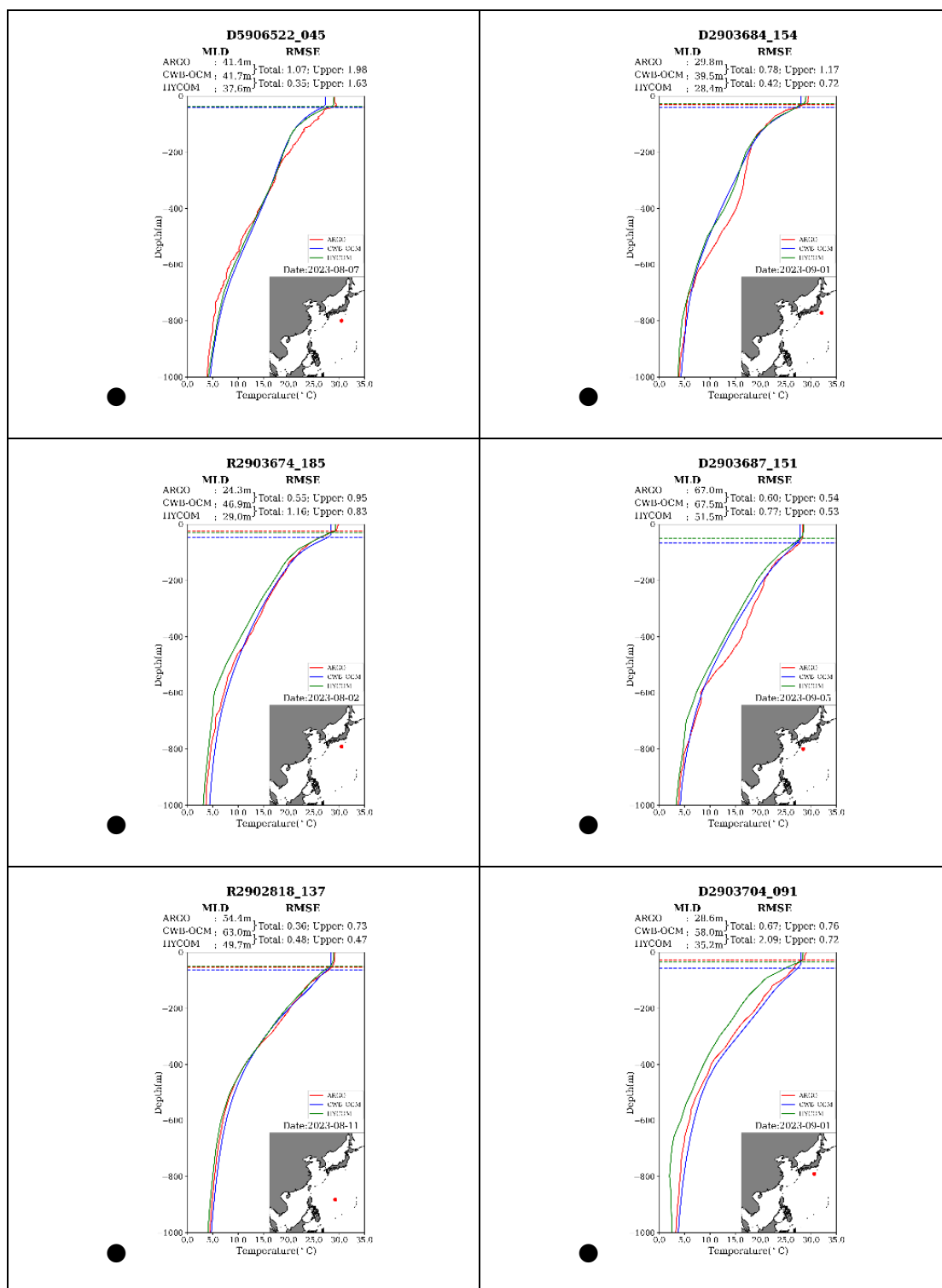


圖 3-11、CWA-OCM-FH、HYCOM 模式與 ARGO 浮標海溫剖面圖 8、9 月

【目標 3 關鍵成果 2】

精進日本福島核電廠鄰近海域三維海流模式網格系統

根據 2021 年東京電力公司公布核污染廢水的排放設計及詳細過程 (TEPCO, 2021)，排放設施有檢測槽、抽水泵浦、排水泵浦及地底排放管等 (如圖 3-12 所示)，經由 ALPS 處理後的處理水中氚水以外的放射性物質濃度小於國際排放標準，才能進入檢測槽，水體會在被測量及評估所有核種是否有符合各項的排放標準，當有符合排放標準的處理水會透過泵浦打出，並抽取的海水進行混合，排放管線會透過泵浦加壓以海底隧道方式，延伸至外海 1 公里處進行排放(圖 3-13 所示)。

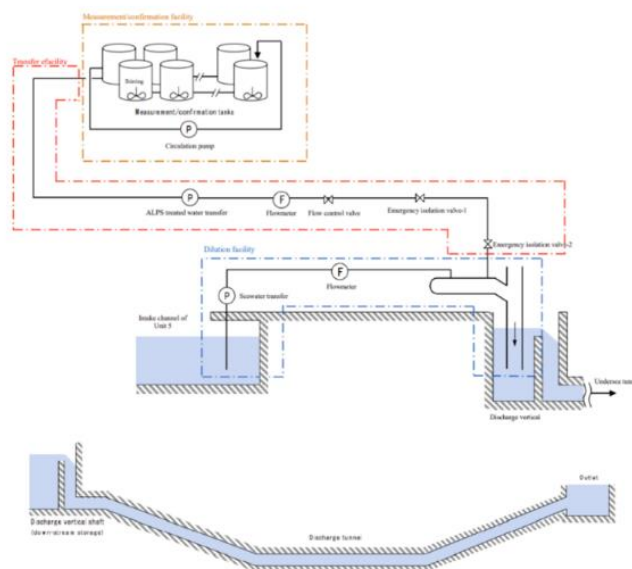


圖 3-12、核污染廢水排放處理線路示意圖(TEPCO, 2021)

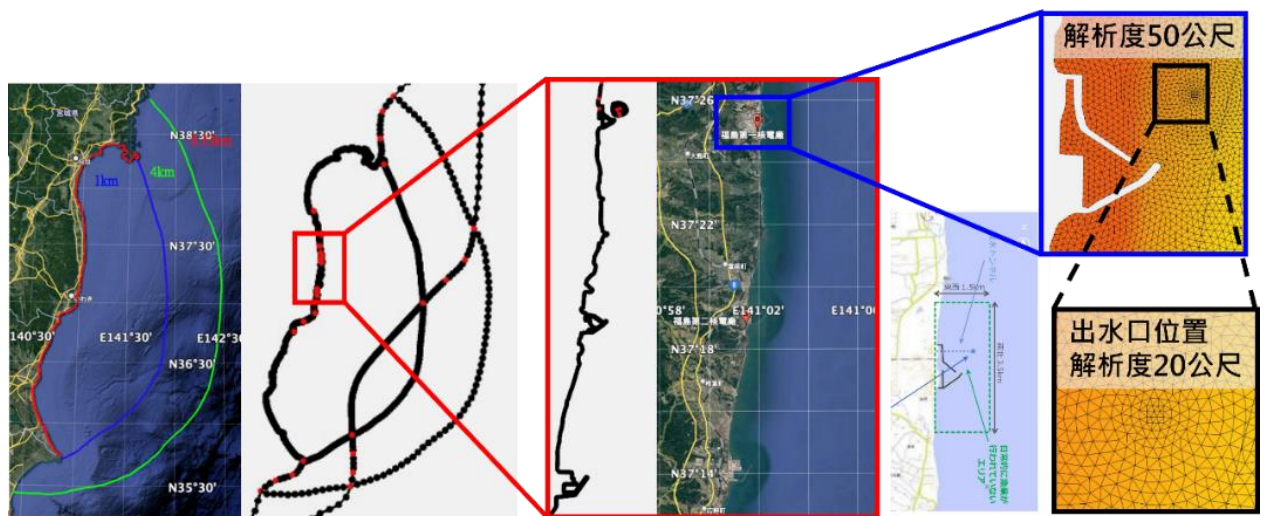


圖 3-15、福島近岸岸線與網格分布

將福島核電廠未來輻射水排放口繪製約五公里的東西向剖面線如圖 3-16 所示，進行此線的海溫及鹽度剖面繪製如圖 3-17 所示，此區域海溫模擬最後在攝氏 19 度左右，而鹽度則約為 33.5 PSU 分布，洋流與潮流在此區域影響不大，區域平面流速小，導致海溫及鹽度分布均勻，模式測試模擬後結果呈現合理，未有異常的水平流場或湧升流結果，目前已初步完成福島鄰近海域三維海流模式網格系統。

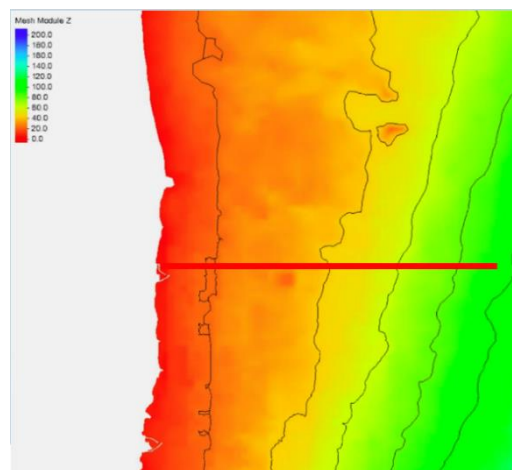


圖 3-16、擴展網格福島剖面線位置圖

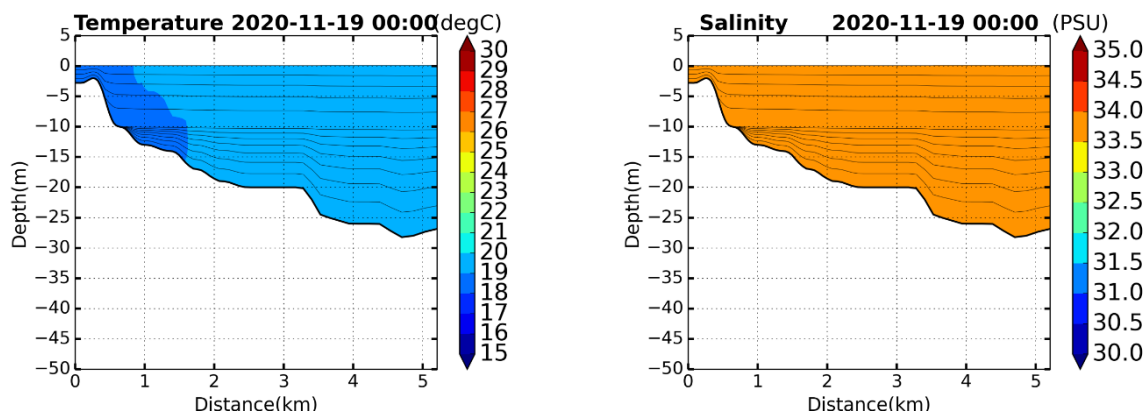


圖 3-17、擴展網格第 9 日福島海溫及鹽度剖面圖

CWA-OCM-FH 海流模式系統每日作業化維運

因應日本核廢水排放問題，建置「福島含氚廢水海洋傳輸擴散分析及預報作業系統」，預期達成(西)北太平洋放射性物質擴散濃度趨勢分布及時間/空間預測結果，因此配合氣象署資源，於日本福島含氚廢水正式排放後，由氣象署海象氣候組進行每日作業化系統產出海流預報，提供預報結果給予相關單位進行後續放射性物質擴散濃度分布預測。

由於目前中央氣象署三維作業化海流模式(CWA-OCM)之東部邊界位於約東經148度處，但考量在含氚廢水排放後，日本沿岸黑潮及黑潮延伸流對於含氚廢水傳輸影響較大，模式邊界過於接近福島海域，因此，本計畫研議配合福島含氚廢水傳輸擴散模式需求，由氣象署另案建立適合福島含氚廢水排放之海流作業化模式(CWA-OCM-FH)，將模式範圍之東部邊界擴展至東經180度，將黑潮延伸流納入模式計算。

CWA-OCM-FH作業化海流模式範圍擴大除延續中央氣象署作業化海流模式發展，以現行作業化臺灣海域海流模式，網格水平網格計算範圍北至北緯46度，南至北緯4度，西至東經105度，東至東經148度（參見圖3-18、綠

線範圍)，包含南海、日本海與西北太平洋，其包含臺灣本島、金門、馬祖、澎湖、小琉球、龜山島、綠島、蘭嶼、東沙群島與南沙群島，所有網格皆小於5分，臺灣海域網格則小於1分，計畫區域網格則為500公尺，為因應福島海域含氚廢水排放影響將範圍擴大至東經180度及北緯46度，涵蓋整個黑潮主要範圍外，且包含西太平洋環流區域，簡稱(CWA-OCM-FH)，其實際範圍參見圖橘線範圍，其也符合CWA-WRF最大範圍。

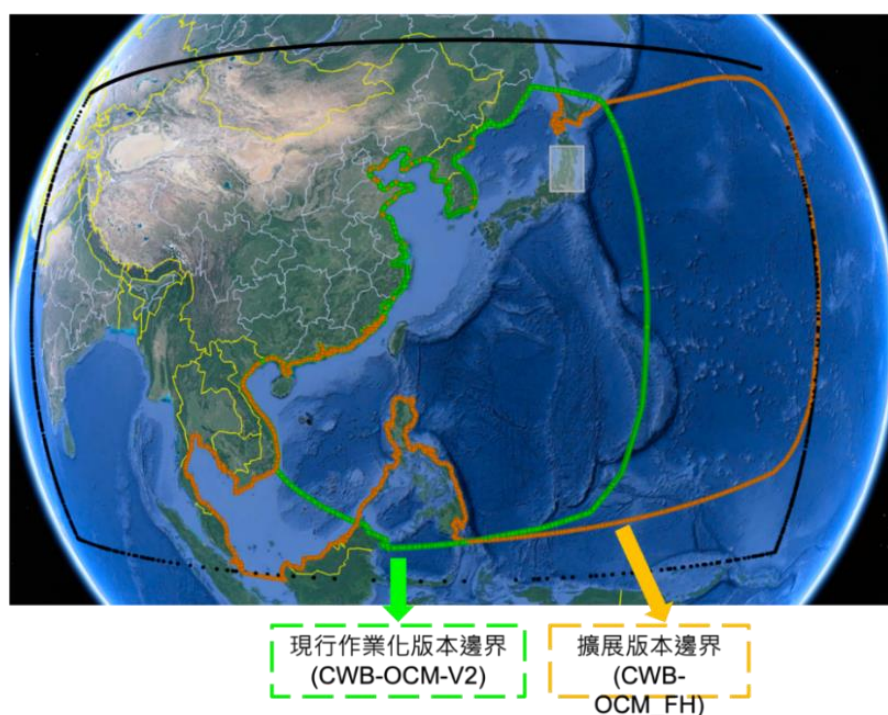


圖 3-18、CWA-OCM-FH 模式網格擴展後之範圍

模式所需的基本網格，依據現有岸線及地形資料變化分配網格疏密。岸線部分是使用高解析NOAA coastline，並配合利用Google Earth進行描繪修正，由西部至東部岸線逐一記錄點位之經度及緯度資料。水深地形資料使用美國國家物理資料中心(National Geophysical Data Center, NGDC)資料庫解析度一分的水深地形資料(ETOP01)及臺灣周圍海域之水深地形(科技部海洋資料庫，包含1000公尺、500公尺及200公尺解析度地形資料)，

擷取計畫所需範圍後，再依據這些水深資料與岸線地形進行差分作為模式所需資料。

為能夠繪製更符合福島核電廠周邊海域岸線，本計畫利用Google Earth進行細部岸線描繪(參見圖3-19、19所示)，因此在水深較深的區域，網格設計較疏，在近岸或水深變化複雜的區域，網格面積則設計較密，由於模式大部分海域地形水深資料使用ETOP01一分資料，其解析度約為2公里，故將近岸地形解析度設為約1公里，離岸越遠將逐漸放疏網格。因背景場採用HYCOM全球海洋模式資料，故外海解析度將放疏至與HYCOM模式相近之解析度約為1/12度，根據此原則所設計水平網格除增加計算速率，同時也能清楚解析近岸區流場。

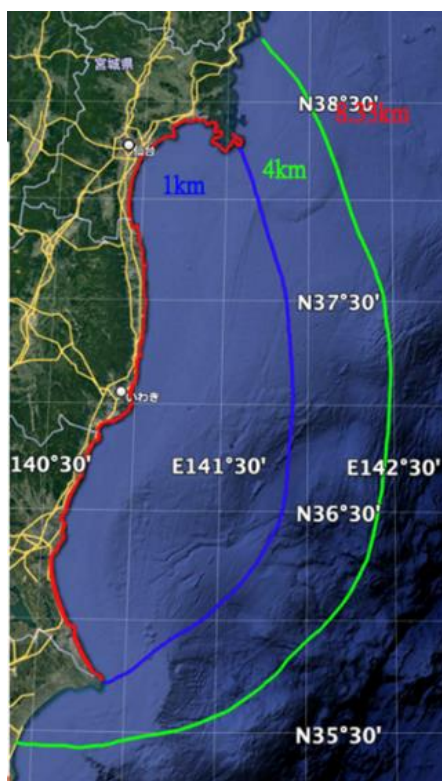


圖 3-19、福島範圍網格解析度分布圖

本計畫針對氣象署海象中心所提供擴大網格進行初步海流模擬，進行2023年6月2日模擬結果分析，其6日分析場為5月28日至6月2日和4日預報場為6月3日至6月6日的海流模式初步模擬測試，控制方程式使用溫鹽斜壓項設定，邊界採用8個主要分潮及RTOFS模式海溫、鹽度及流速與水位作為邊界驅動，初始場採用RTOFS模式進行內插，而氣象場使用局內WRF氣象場，進行9日模擬測試，確認模式預報結果。圖3-20為作業化9日模擬最後的海流強度，可觀察到黑潮在臺灣東岸及日本東岸流速較強區域，可明顯觀察到黑潮與黑潮延伸流變化。

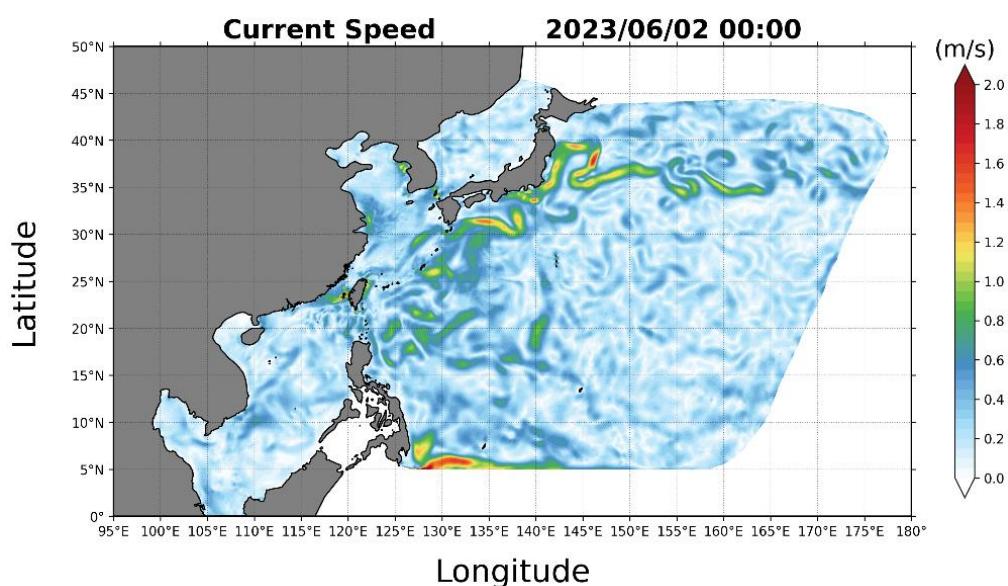


圖 3-20、CWA-OCM-FH 擴展網格測試第 9 日海流強度圖

為了使用氣象署最新氣象場進行海流模式作業化計算，每日00Run的氣象1日分析場及4日預報場於下午1700前完成計算，海流模式接續於1730開始進行6日分析場與4日預報場計算，10日的海流模式計算約耗時3至3.5小時，預計於2030前完成所有的模式計算；而為了提供更長的預報資料予以相關單位進行規劃及使用，同時考慮到現有計算資源與氣象場邊界驅動力資料，CWA-OCM-FH計算只包含4日預報場的計算，而粒子擴散模式所需的海

流預報5至7日海流資料將使用CWA-OCM-FH潮汐模式及HYCOM海流模式的流場進行結合提供流場進行計算。HYCOM海流模式預報資料將於每日下午1600開始提供7日的每三小時預報資料，預計HYCOM下載排程將於晚上2300前完成所有資料下載，下載同時開始會同步進行CWA-OCM-FH及HYCOM海流模式結果檔的後處理，並於整體資料完成後同時啟模擬作業，預計於2400前完成後處理產品，將模擬結果提供使用者進行應用，完整的流程圖如圖3-21所示，目前CWA0-COM-FH海流模式已於今年4月正式作業化，本團隊持續將各項服務進行自動作業化，且持續進行系統的運作維護且持續進行模式的各項校驗工作。

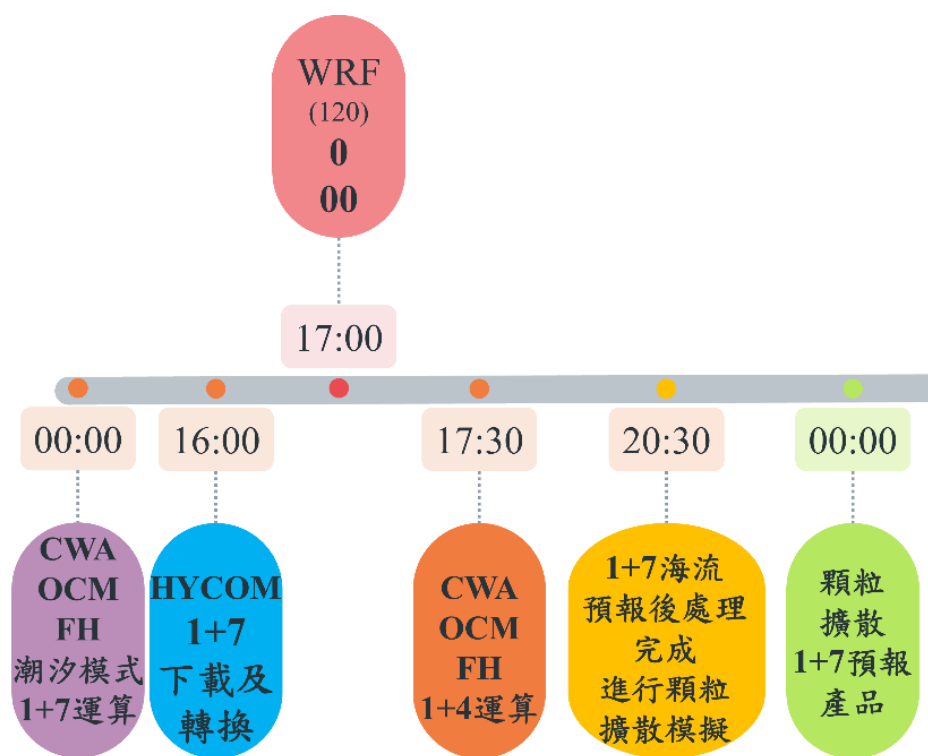


圖 3-21、CWA-OCM-FH 預報作業系統時程圖

海洋傳輸擴散預報作業化系統建置及維運

軌跡模式

福島氙廢水海洋傳輸擴散分析及預報作業系統所需的海流資料來自福島擴展網格海流預報作業系統(CWA OCM-FH)，故當後者預報計算完成後，前者才會開始執行排程，而福島擴展網格預報系統預計每日提供未來三日預報資料，其相關排程時間序圖參見圖3-21，等待當天00 Run的WRF預報資料於下午17時提供後，進行1+3預報場計算，其計算時間約為3個小時完成模擬，接續執行福島氙廢水海洋傳輸擴散分析及預報作業，預計在隔天00時前提供未來7日粒子傳輸擴散預報資料，以下將描述其預報系統詳細執行架構及檔案。

福島氙廢水海洋傳輸擴散分析資料夾內包含ptrack4.f90之主執行程式、makeParticleInitialFile.py及makeParticleSequentialFile.py之particle.bp前處理程式、particle.bp之參數設定檔案(如表3-8)，程式皆以Fortran進行編碼。

(1) Ptrack4.f90計算主程式：

原始檔案為SCHISM中ptrack3.f90，為符合福島氙廢水海洋傳輸擴散分析及預報作業系統之要求，本計畫進程式開發。在程式中納入濃度的傳輸，並融入半化期的影響至系統中，使在計算的中放射性物質會逐漸衰變。此外，亦修改原始程式之輸出方式，將輸出方式改為每日輸出，並新增計時的概念，使輸出之檔案能以日期之方式呈現。

(2) 前處理程式makeParticleInitialFile.py：

主要作為回收上一日之結果以及新增投放顆粒之使用；會經由outputs資料夾中提取前一日之結果，並根據設定之執行核心數量，均勻分配至每一個Task資料夾中。

(3) 前處理程式makeParticleSequentialFile.py：

主要作為起始投放顆粒使用，將第一日投放之顆粒均勻分配至每一個Task資料夾中。

(4) 後處理程式combine_pth.f90：

主要為回收每一個Task資料夾中之結果檔(YYYYMMDD.pth)。

(5) 參數設定檔案particle.bp：

主要為ptrack4.f90之執行參數設定檔案。

SCHISM之Particle Tracking模組內有特定之檔案需求，檔案需求為執行檔(ptrack4.exe)、水平網格資料(hgrid.ll)、垂直網格資料(vgrid.in)、流速資料(YYYYMMDD_schout.nc)、參數設定檔(particle.bp)。在ptrack4.exe執行結束後，會產出.pth結果為ASCII檔案格式，內部包含經度、緯度、深度、放射性物質活度(concentration in Bq)、存在時間(exist_time in hour unit)、半化期(half-life in hour unit)，並放置在子資料夾outputs/中，檔案名稱為YYYYMMDD.pth之最終結果。

本計畫使用run.sh之shell script方式，執行每日作業化任務，執行邏輯架構如圖3-22。於第一日起始執行的狀況下，因outputs資料夾中無前一日之結果檔案(YYYYMMDD.pth)，故會採用mk_bp2.f90產出最初投放之particle.bp，並將顆粒依據設定之核心數量均勻分佈於Task資料夾中。結

束所有核心執行後，會使用combine_pth.f90進行資料回收，將散佈於所有Task資料夾中之結果，收回outputs資料夾中，並結束當日執行。

第二日以後之執行方式皆為一致，因前一日之結果需持續計算，故使用mk_bp.f90取回前一日之結果點位資訊，並加入新投放之顆粒(240顆)，並將顆粒依據設定之核心數量均勻分佈於Task資料夾中。結束所有核心執行後，會使用combine_pth.f90進行資料回收，將散佈於所有Task資料夾中之結果，收回outputs資料夾中，並結束當日執行的計算，並開始進行下一日的計算。

本計畫擴散傳輸模擬已由2022年12月28日開始執行每日放射性粒子傳輸擴散預報作業化系統執行測試，至2023年6月20日止總共模擬175日，排放42000顆粒子進行擴散模擬，其結果如圖3-23所示。

CWA-OCM-FH海流模式於2022年12月28日開始每日作業化後，海洋傳輸擴散模式也同步作業化執行，兩者已執行半年以上的類作業化執行測試，同時也進行系統的維護運行及優化修正，海洋傳輸擴散預報所需的海流驅動力則由CWA-OCM-FH提供1-4日預報，5-7日預報則由HYCOM海流模式提供，傳輸擴散模式則透過兩個模式的海流資料進行7日預報的計算，除每日進行7日預報並將資料上傳予以氣象署團隊進行擴散濃度計算，而8月24日開始福島核電廠正式依先前公告規劃進行稀釋氙水的排放，上述兩個系統也同時正式上線。

表 3-8、產出 particle.bp 之係數設定說明

● 模式執行參數		
● rnday	● INTEGER	● 執行天數
● dtm	● INTEGER	● 流速資料之時間步長
● nspool	● INTEGER	● 流速資料之輸出時間間隔
● ihfskip	● INTEGER	● 流速資料之輸出檔案間隔
● ndeltp	● INTEGER	● 單一時間間隔再切分之數量
● 擴散係數設定		
● ihdf	● INTEGER	● 水平係數選項
● hdc	● REAL	● 水平擴散係數
● horcon	● REAL	● Smagorinsky 之水平係數
● 其他參數設定		
● ibuoy	● INTEGER	● 浮力選項
● iwind	● INTEGER	● 風拖曳選項
● pbeach	● REAL	● 著陸設定
● initial_cncen	● REAL	● 初始活度
● hlf	● REAL	● 半化期

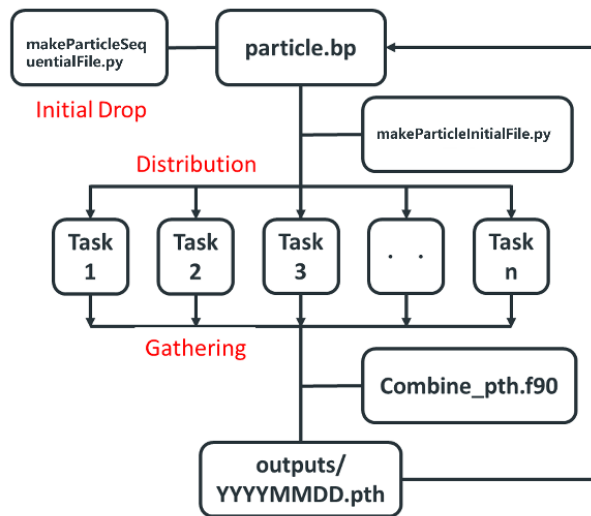


圖 3-22、福島氙廢水海洋傳輸擴散分析及預報作業系統執行架構

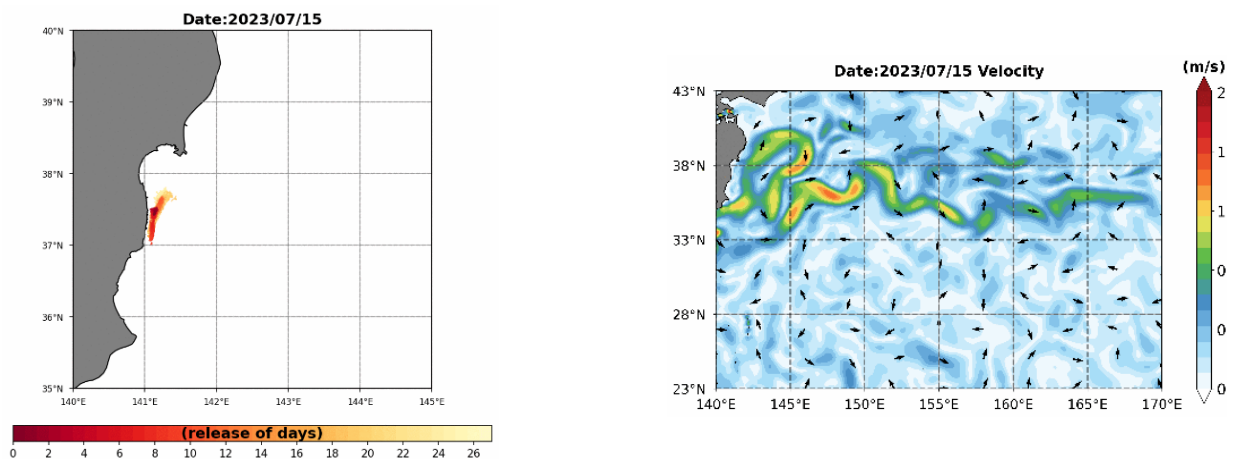


圖 3-23、海洋傳輸擴散粒子 7 月傳輸軌跡(左圖)及當地海流圖(右圖)

網格化活度濃度作業化

網格化濃度計算作業化主要接續粒子軌跡模式，由各個顆粒逐時的位置變化配合上每個時間含氙廢水的濃度進行網格化計算，亦即每個顆粒所代表的氙之活度皆不同，而模式計算所需之含氙廢水的排出總量與活度總量資料來自於東京電力公司「處理水入口網站」之稀釋、排水設備的情況(圖 3-24)，分別取得網站之處理水排放量、稀釋海水泵抽取量及實際排出濃

度，如圖3-25所示，共有3種資料格式為CSV之檔案，系統每日自動化取得逐時資訊導入模式之中，令擴散預報結果更具實際活度濃度變化之影響。

配合計畫中之「放射性物質海域擴散海洋資訊平台」之分層需求，每日擴散預報作業產出之產品包含了首頁及第二層所需各分區之未來一週每日極大值、每日濃度分布，與互動地圖中之未來一週逐時濃度分布等產品(圖3-26 至 3-28)。

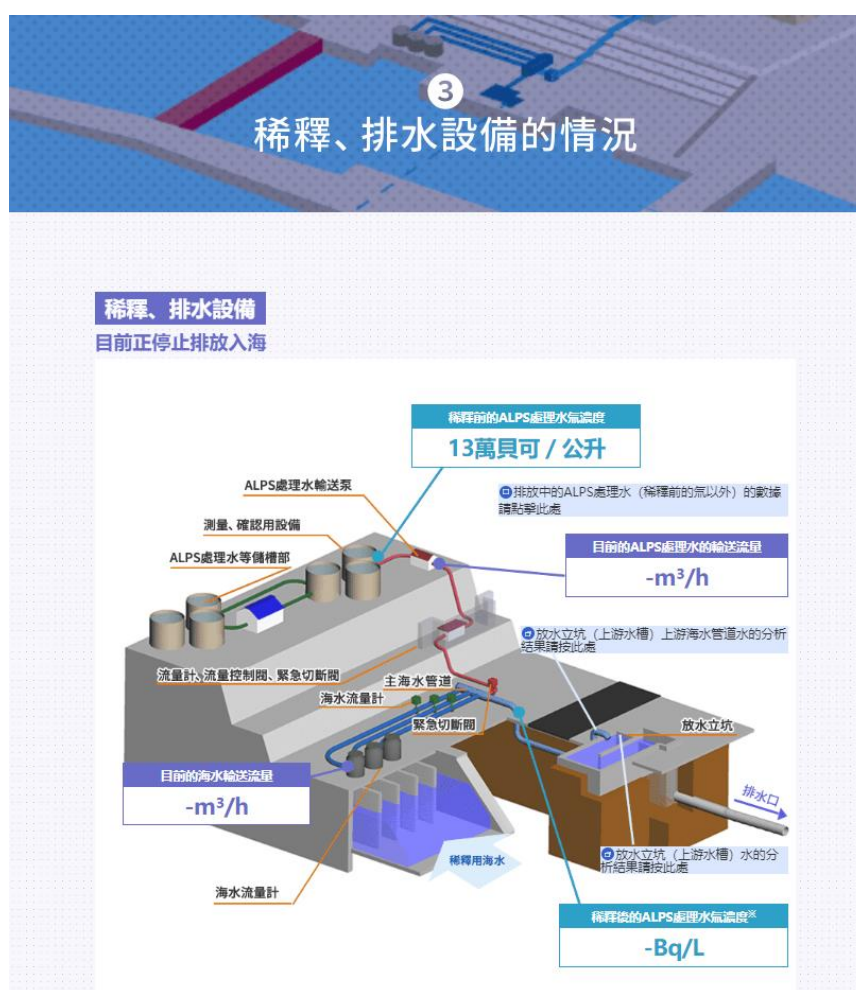


圖3-24、東京電力公司「處理水入口網站」之稀釋、排水設備的情況(資料來源：

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

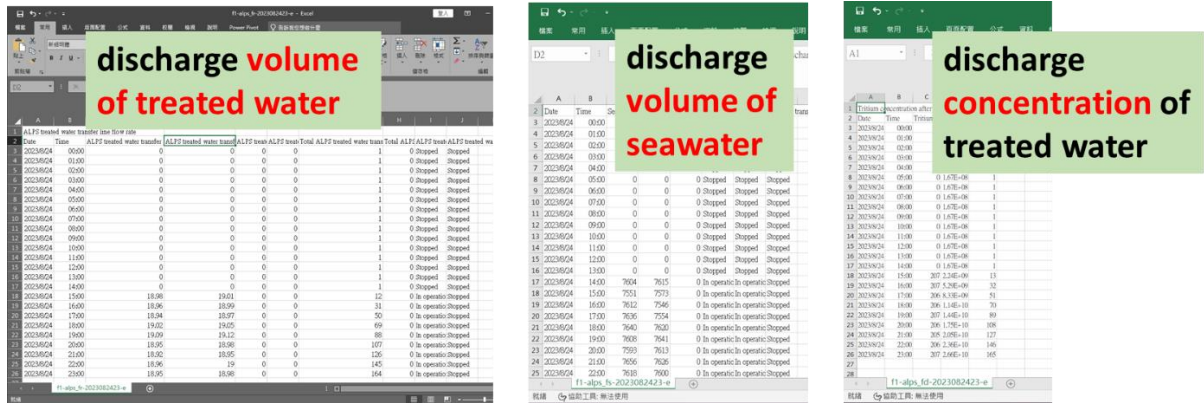


圖3-25、由處理水入口網站取得之每日逐時排出氚廢水之濃度相關資訊檔案示意圖

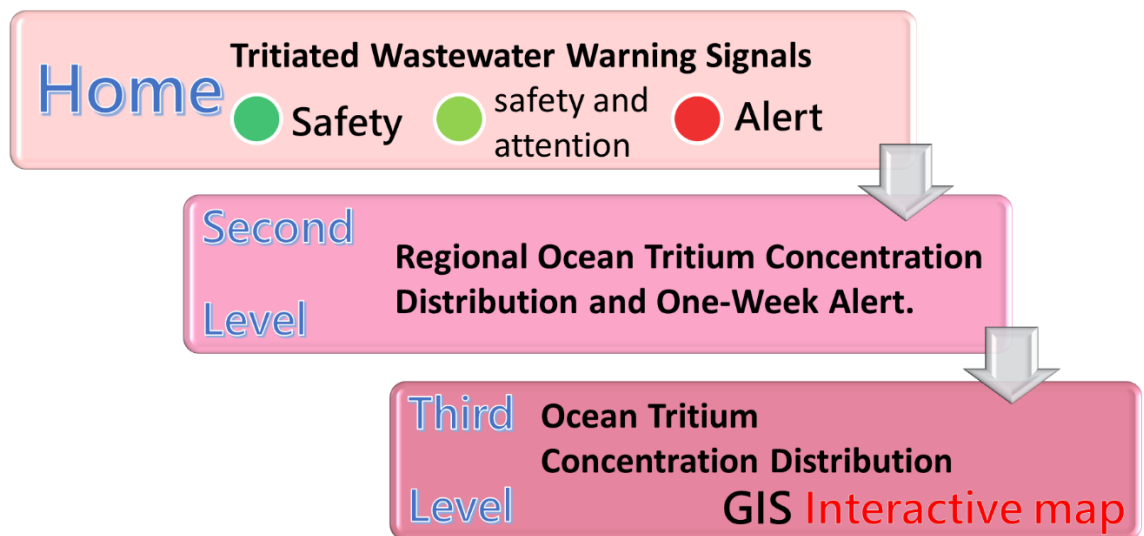
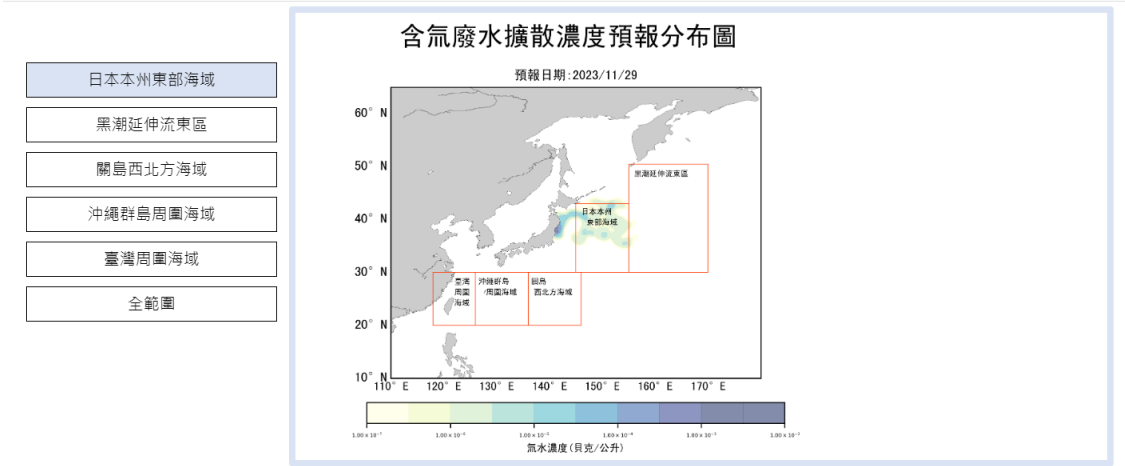


圖3-26、放射項物質海洋擴散預報結果於資訊平台上之分層設計概念



資料更新時間：20231124

日本本州東部海域 一週預報

氚一週最大濃度值： 2.3×10^{-5} Bq/L

日期	11/24 星期五	11/25 星期六	11/26 星期日	11/27 星期一	11/28 星期二	11/29 星期三	11/30 星期四
燈號	●	●	●	●	●	●	●
最大濃度值	2.0×10^{-5} Bq/L	2.2×10^{-5} Bq/L	2.3×10^{-5} Bq/L	2.1×10^{-5} Bq/L	2.1×10^{-5} Bq/L	2.1×10^{-5} Bq/L	2.2×10^{-5} Bq/L

圖3-27、每日擴散預報結果於資訊平台第二層呈現之示意圖

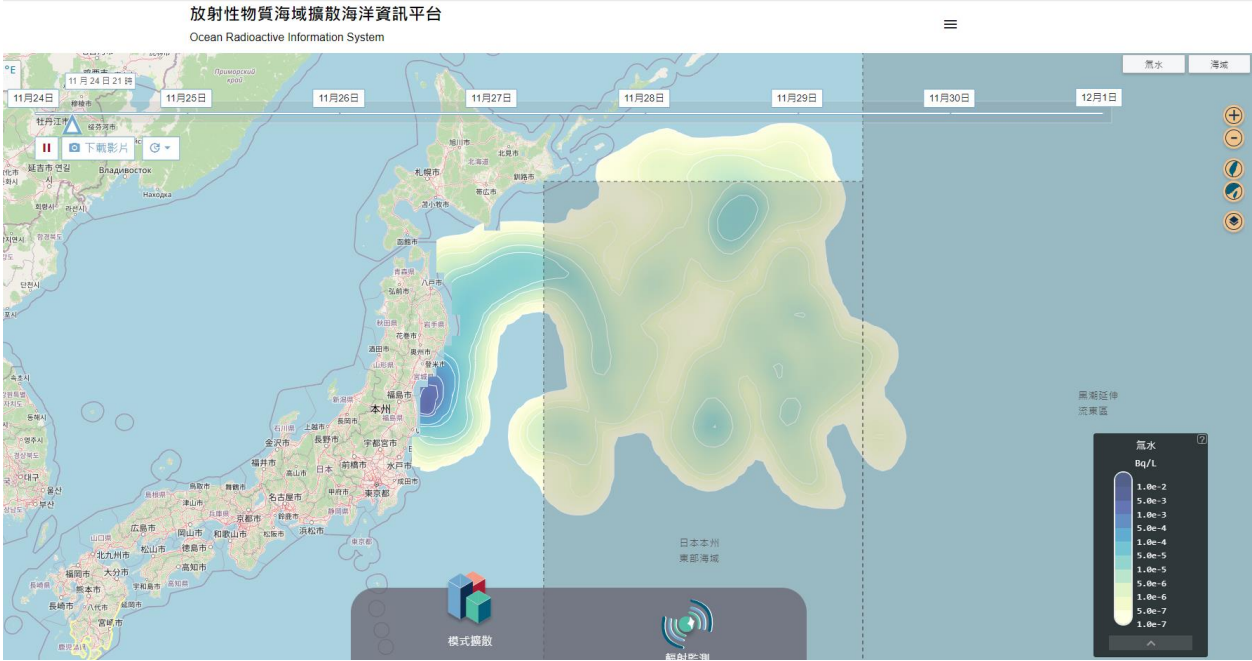


圖3-28、每日擴散預報結果於資訊平台互動地圖呈現之示意圖

資訊公開及數據轉譯

因應福島氙水排放事件衍伸之風評受害議題，將政府作為進行整合資訊轉譯為本計畫最重要的目標之一，為此，本計畫建置 TW-ORIS 台灣放射性物質海域擴散海洋資訊平台，並於 6 月 19 日上線精進版，提供民眾更清楚之資訊，如首頁燈號顯示及各圖示、海水檢測第二層增加至 107 點等內容，並持續滾動修正，更友善、更親民之操作介面，望透過各式主被動資訊傳遞、科普圖卡、Q&A 等內容，方便民眾取得資訊。另於 112 年 4 月 30 日至 5 月 1 日於花蓮縣立花崗國中舉辦「原子 go 探險趣」+「行動科教館」科普展，透過互動體驗的方式輕鬆了解原子能科技的知識與應用。

本平台於 111 年度由整備計畫建立，元內容為偏向專業科學數據的電子地圖互動網站，為提供民眾更好的服務，於 112 年度 3 月 14 日新增「燈號」功能，並逐步改版至目前線上版本，現已可提供包含懶人包圖卡、常見問題等功能，且平台每次改版都新增強化民眾、社會功能之相關功能，並有效提升瀏覽人次之成長速率(如圖 3-29)。

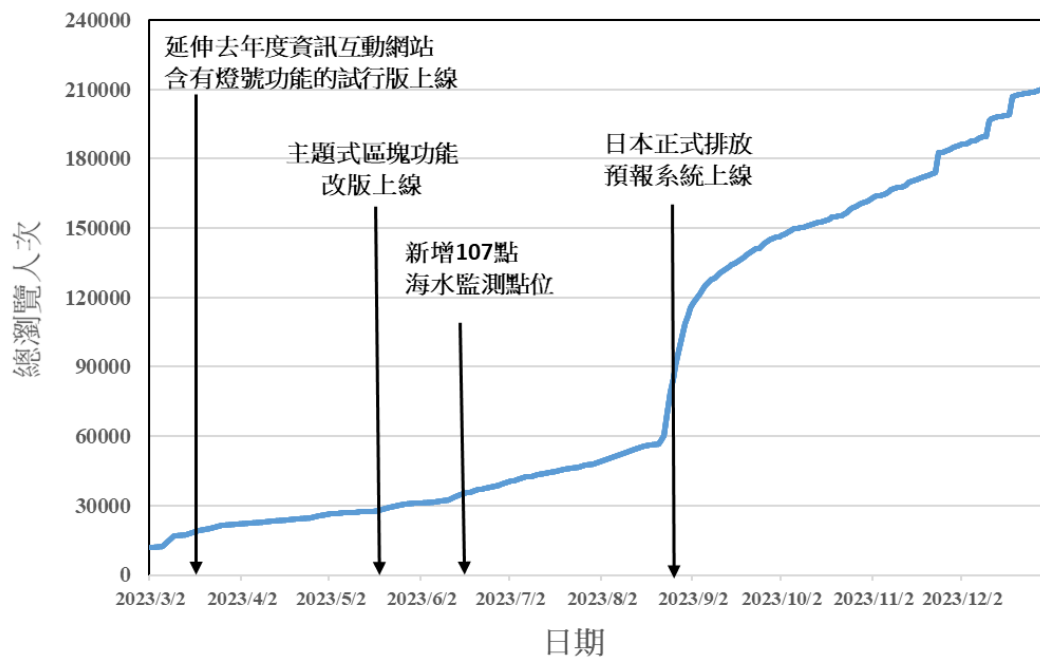


圖 3-29 放射性物質海域擴散海洋資訊平台瀏覽人次成長對照表

為整合國原院與中央氣象署建置之放射性物質衝擊潛勢區域以及示警系統，並搭配放射核種之特性研究，以加值應用的方式整合成完整的模擬分析系統，於福島含氚廢水排放前，以歷史案例模擬各種排放情境預測海洋污染傳輸擴散，將預報結果定期提供給跨部會平台。本網站隨日本開始排放，將排放源頭資料納入模擬預報中，並配合日本排放當日將試行版平台改為正式版平台，顯示未來 7 天之預報示警結果。而透過協調各部會針對該潛勢預警之需求，提出其資訊呈現之調整，進而公開給社會大眾，以達到資訊公開透明化之目的。日本排放前及排放後的資訊平台首頁分別如圖 3-30、圖 3-31 所示。

目前已建立之放射性物質海域擴散海洋資訊平台 TW-ORIS (<https://tworis.aec.gov.tw/RDOOP/>)，係於 2022 年 6 月 30 日正式上線，

8 月 24 日配合排放開始新增相關功能，同時也整併舊有核安會官網氙水專區之相關資料。本網站以圖像化方式呈現臺灣海域之輻射監測及擴散預報示警等結果，這些公開資訊作為計畫成果彙整與展示工具，將複雜的技術細節以精簡的圖像化成果顯示，連結洋流預報、海流擴散模擬與監測分析資料的關聯性。



圖 3-30、放射性物質海域擴散海洋資訊平台之網站首頁(日本排放前)

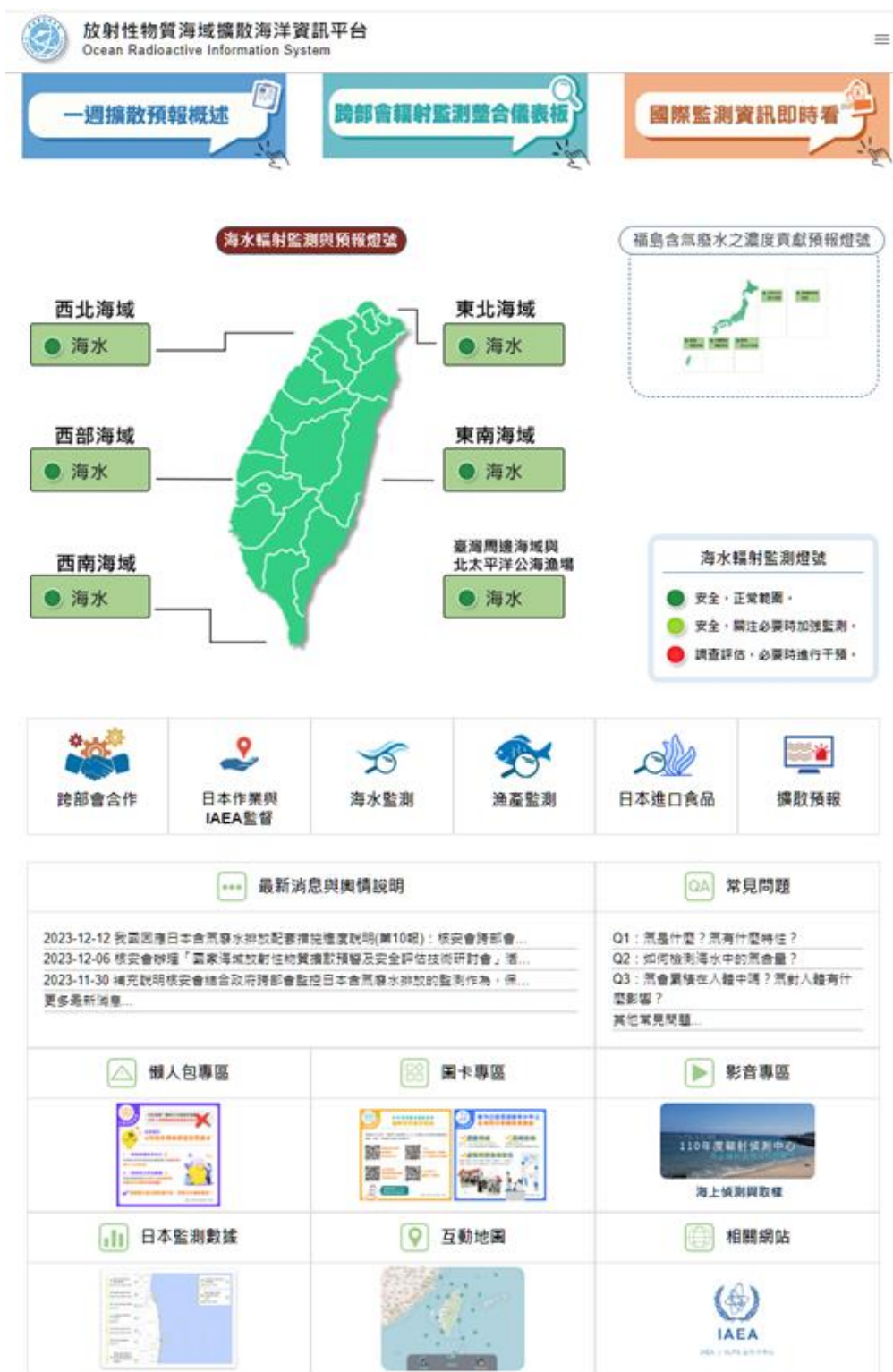


圖 3-31、放射性物質海域擴散海洋資訊平台之網站首頁(日本排放後)

海水輻射監測與預報燈號

本計畫結合國原院與中央氣象署之專業，發展放射性物質衝擊潛勢區域以及海水、海生物輻射採樣監測顯示功能，完成科學數據處理與資料視覺化與地圖化之技術開發，為強化與民眾溝通及資訊公開透明，故建置網頁式平台，提升科學數據圖像化功能，建立後台維護人員管理功能，也增加最新資訊發布的豐富度，以使平台於日本含氚廢水排放事件中，發揮資訊傳達即時化與正確性之功能，並協助政府相關機關因應措施之決策擬定。

本網站展示平台各項警示燈號說明，包含海水輻射監測與預報燈號第1-2層說明頁、歷史擴散分析第1-2層及福島含氚廢水之濃度貢獻預報燈號1-2層。日本福島核電廠含氚廢水排放前首頁顯示海水輻射監測與預報燈號及歷史擴散分析，排放後顯示海水輻射監測與預報燈號及福島含氚廢水之濃度貢獻預報燈號。另外因應作為專區包含跨部會合作、日本作業與國際監督、海水監測、漁產監測、擴散預報、其他計畫等，針對各項內容進行因應措施說明。資訊專區為主要公告專區，其內容包含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、相關網站等。

資訊平台首頁包括海水輻射監測與預報燈號、歷史擴散分析(針對日本排放前之分析)及福島含氚廢水之濃度貢獻預報燈號(針對日本排放後之分析)三部分，而每一部分包括有第一層、第二層的圖像顯示。海水輻射監測與預報燈號第一層如圖3-32(日本排放前)至圖3-33(日本排放後)，並將臺灣周圍區分為西北海域、西部海域、西南海域、東北海域、東南海域五大區域，以及北太平洋公海漁場計六大區域之海水監測結果。而

海水輻射監測與預報燈號第二層如圖 3-33，包括有區域內各採樣點之採樣執行單位、氡及銫核種之最新檢測結果與監測燈號。以西北海域之海水監測為例(圖 3-34)，

海水輻射監測說明方面：

- 海水輻射監測由核安會偵測中心(R01-R20)與農委會水試所(ST01-ST62)、海委會海巡署(C01-C07)、海保署(001-008)等跨部會合作進行海水取樣與檢測。
- 本頁面呈現臺灣周邊海域、沿岸漁港，北太平洋公海漁場各取樣點的最新檢測結果與監測燈號。若需查看更多監測結果等，可查看臺灣周邊海域海水最新檢測結果及北太平洋公海漁場檢測結果或進入互動地圖。
- 檢測結果以監測燈號顯示，檢測結果更新時間為 2023 年 6 月 12 日。

海水輻射監測燈號說明：

- 監測燈號標準：單位：貝克/公升 (Bq/L)

海水(氡)	 ≤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。

● 參考基準：

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；深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/公升即為淺綠燈。

(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；深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/公升即為淺綠燈。

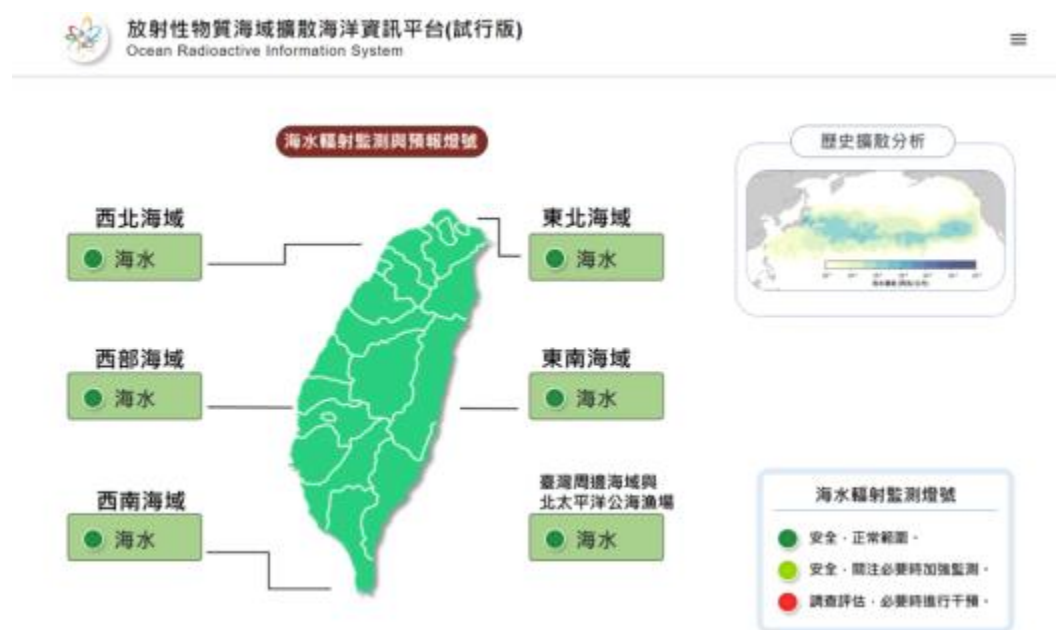


圖 3-32、資訊平台首頁(海水輻射監測與預報燈號，第一層，日本排放前)

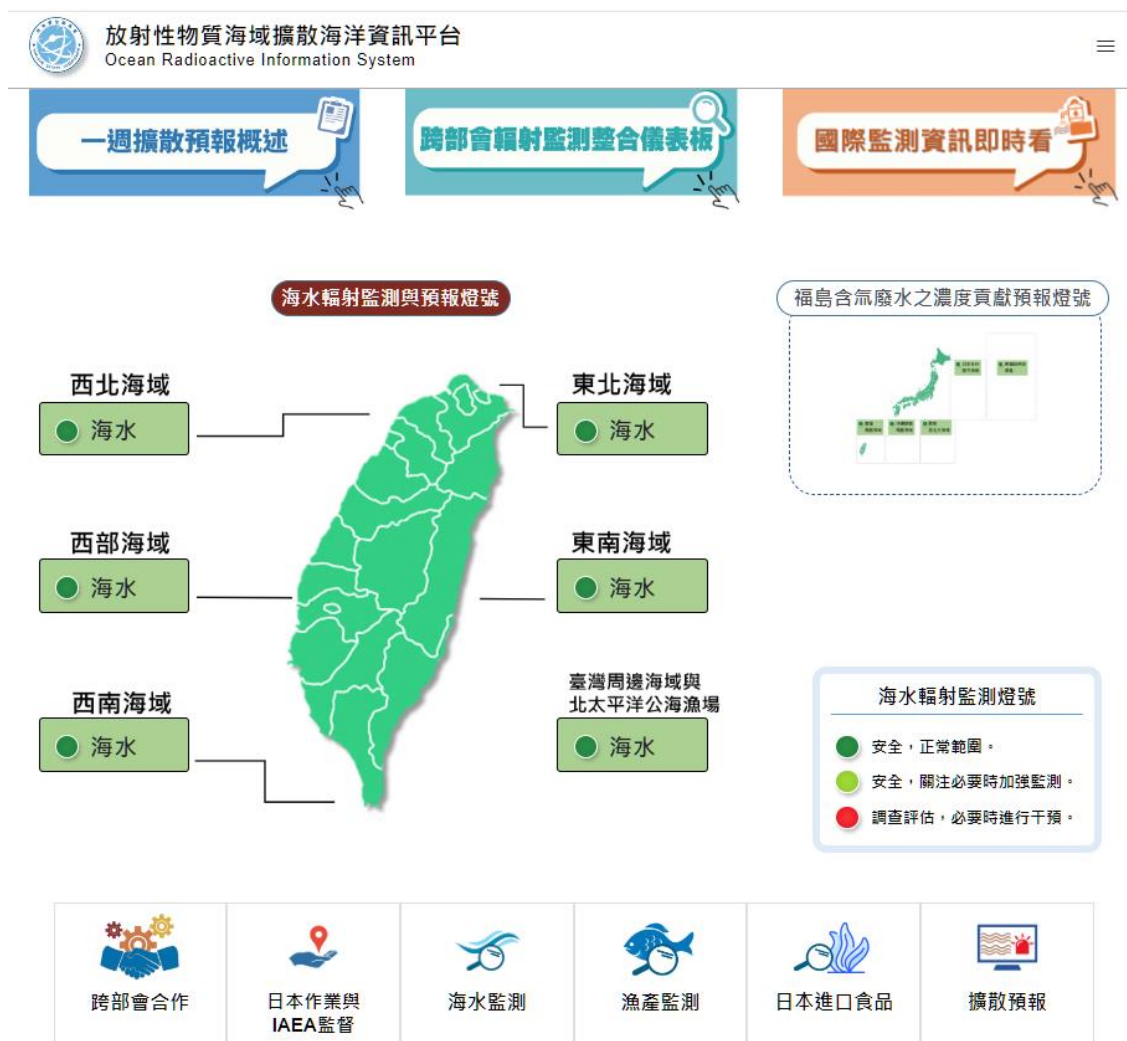


圖 3-33、資訊平台首頁(海水輻射監測與預報燈號，第一層，日本排放後)



西北海域海水檢測結果								
編號	核種	結果	編號	核種	結果	編號	核種	結果
C-05	氫	●	R-12	氫	●	ST-51	氫	●
	銻	●		銻	●		銻	●
C-06	氫	●	R-13	氫	●	ST-52	氫	●
	銻	●		銻	●		銻	●
O-03	氫	●	R-14	氫	●	ST-53	氫	●
	銻	●		銻	●		銻	●
O-06	氫	●	R-15	氫	●	ST-54	氫	●
	銻	●		銻	●		銻	●
O-07	氫	●	R-16	氫	●	ST-55	氫	●
	銻	●		銻	●		銻	●
O-08	氫	●	R-17	氫	●	ST-56	氫	●
	銻	●		銻	●		銻	●
R-04	氫	●	ST-49	氫	●			
	銻	●		銻	●			
R-11	氫	●	ST-50	氫	●			
	銻	●		銻	●			

海水輻射監測說明：

- 最新海水監測結果
- 進一步看其他海水監測結果
- 海水輻射監測由核安會偵測中心(R01-R20)與農業部水試所(ST01-ST62)、海委會海巡署(C01-C07)、海保署(O01-O18)等跨部會合作進行海水取樣與檢測。
- 本頁面呈現臺灣周邊海域、沿岸漁港、北太平洋公海各取樣點的最新檢測結果與監測燈號。
- 檢測結果以監測燈號顯示，檢測結果更新時間為2024年1月22日。

圖 3-34、資訊平台首頁(海水輻射監測與預報燈號，第二層)

歷史擴散分析部分如圖 3-35，為含氚廢水排放歷史洋流模擬擴散時間動態分析圖，最終呈現距開始排放後約 3600 天止。動態分析顯示洋流會先由西往東流，再從東邊往南轉向西部流回。在此網頁並可點擊查看更多歷史擴散分析結果（如圖 3-36）。

歷史擴散分析是利用 2011 年日本福島事故後 2011 年至 2020 年的歷史海流資料，以此次日本福島含氚廢水海洋排放的規劃，進行含氚廢水海域擴散的模擬分析，初步評估含氚廢水傳輸路徑及對臺灣的影響程度。

本分析依日本政府訂定之基本政策方針，以氚排放量每年 22 兆貝克進行評估設定，模擬含氚廢水以約 118 貝克/公升的濃度排放後隨時間的

分布與氡濃度的變化。其中若排放濃度以日本國家標準 1500 貝克/公升而言，模擬之濃度分布將約增加為 15 倍。

分析結果顯示，在 2011 年日本福島開始排出含氡廢水的假設下，含氡廢水主要會隨黑潮延伸流與北太平洋洋流往東太平洋及美國西岸傳輸，在濃度的分布上，除了日本本州近海海域一直有最大的濃度數值外，在 2017 年後於美西外海(西經 130~150 度，北緯 20~40 度之間)亦有區域的高值發生，其濃度達 10^{-4} 貝克/公升以上。

而福島排出的含氡廢水在隨著黑潮延伸流與北太平洋洋流向東的傳輸過程中，有一部分會進入中尺度渦流區而向南傳輸，再隨著北赤道洋流及黑潮而影響臺灣周遭海域，第一波較大濃度值(濃度大於 10^{-7} 貝克/公升)於 2012 年~2013 年(排放後 1~2 年)到達臺灣周遭海域，而影響臺灣周遭海域的最大值(濃度大於 10^{-6} 貝克/公升)則是出現在 2015 年春季(排放後 4 年)之後。

- 以排放時氡濃度為 118 貝克/公升之設定，和臺灣週遭海域第一波濃度達 10^{-7} 貝克/公升(註 1.5×10^{-6} 貝克/公升)的時間點來看，約落在排放後 1~2 年(400 至 700 天)之間，此時含氡廢水濃度與日本外海排放時相較，稀釋達 10^{-9} 倍。
- 以排放時氡濃度為 118 貝克/公升之設定，和臺灣週遭海域濃度達最大濃度 10^{-6} 貝克/公升(註 1.5×10^{-5} 貝克/公升)以上的時間點來看，約落在 2015 年春季(排放後約 1300 至 1500 天)，此時含氡廢水濃度與日本外海排放時相較，稀釋達 10^{-8} 倍。

上述兩者均遠低於目前我國氡海水監測的最小可測值，而臺灣海域氡的背景濃度約為 0.5 貝克/公升，相較之下，日本含氡廢水排放對臺灣

周遭海域造成之影響微乎其微。若需查看更多資訊，可進入互動地圖。(註：當排放濃度為 1500 貝克/公升之濃度模擬結果)



圖 3-35 資訊平台首頁(歷史擴散分析，第一層)

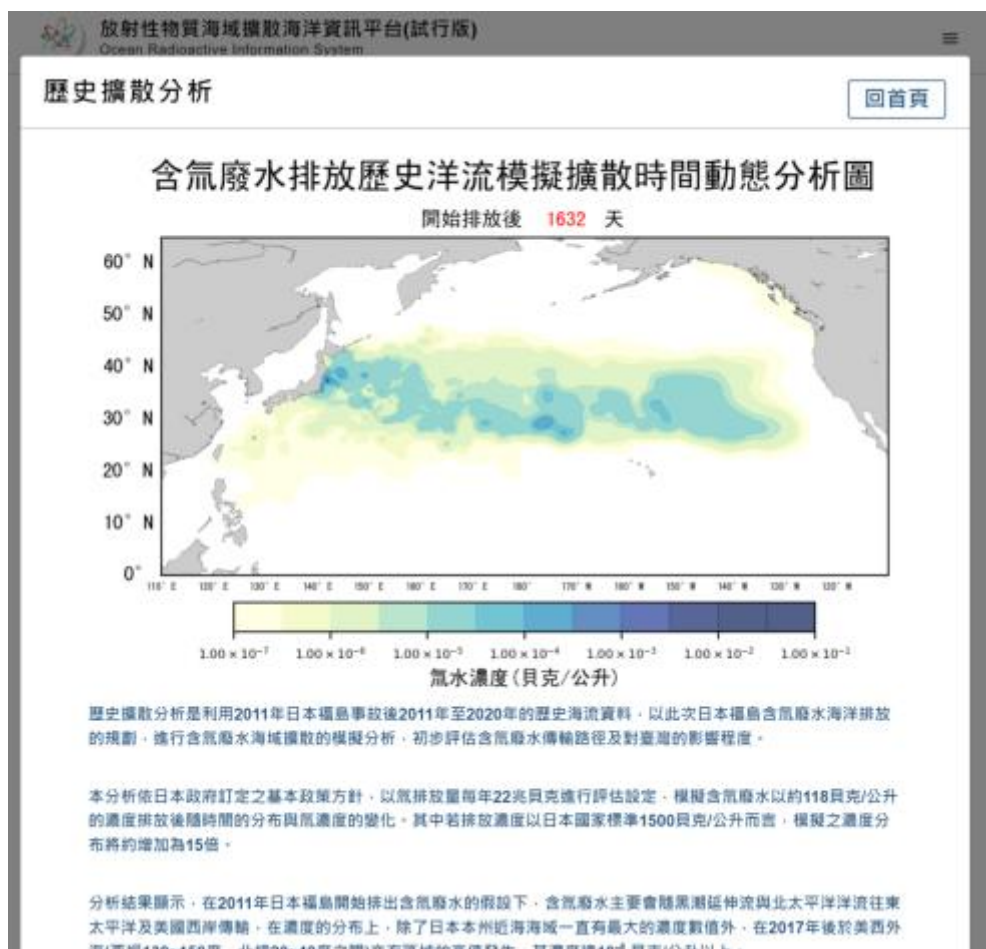


圖 3-36 資訊平台首頁(歷史擴散分析，第二層)

而針對日本排放含氚廢水之後，本資訊平台將進行福島含氚廢水之濃度貢獻預報燈號顯示，該部分之第一層如圖 3-37，第二層如圖 3-38，劃分整個模擬預報示警之區域，包括有日本本州東方海域、黑潮延伸流東區、關島西北方海域、沖繩群島周圍海域、臺灣周圍海域等。而該預報將顯示日本排放後每海域當日之 7 天預報中的最大濃度值，而預報燈號之顯示與前面之海水輻射監測燈號說明相同。

- 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。



圖 3-37、資訊平台首頁(福島含氚廢水之濃度貢獻預報燈號，第一層)

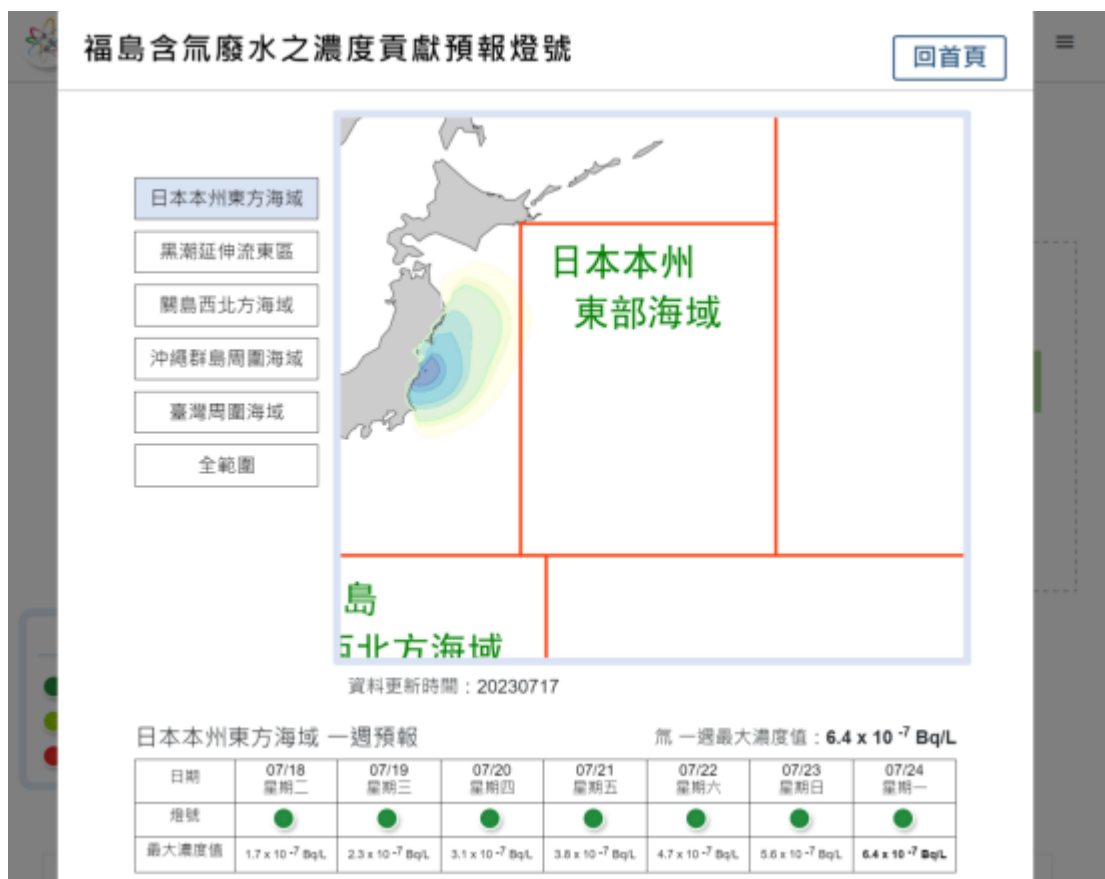


圖 3-38、資訊平台首頁(福島含氚廢水之濃度貢獻預報燈號，第二層)

舉辦「原子 go 探險趣」+「行動科教館」科普展

另配合核安會舉辦之科普展覽，於 112 年 4 月 30 日至 5 月 1 日於花蓮縣立花崗國中舉辦「原子 go 探險趣」+「行動科教館」科普展，透過互動體驗的方式輕鬆了解原子能科技的知識與應用，以氚偵螢現、氚流不息—資訊不漏接為主題，宣傳生物氚檢測技術及資訊平台，讓民眾有一個大眾化的管道接觸專業知識，並推廣資訊公開平台，圖 3-39 及圖 3-40 為科普展照片及宣傳海報。



圖 3-39、原子能科普展



圖 3-40、花蓮原子能科普展宣傳海報

【目標 3 關鍵成果 3】

本研究主要目的在於建立海洋污染物擴散評估數值模型，並以福島第一核電廠之 ALPS 處理水的排放問題做為分析對象，透過淺水波方程式解算沿岸區域的洋流變化，而污染物之擴散行為則是透過對流—擴散方程式描述，此外津旨大輔博士提供了本研究所需的數值地形、洋流以及海平面高度變化等資料。本文以氚水為例，執行了兩個相同排放條件但不同分析範圍的分析案例，研究結果顯示，在沿岸區域案例中，氚水的擴張範圍主要集中在沿岸區域附近，且分布範圍在南-北向之變化較東-西向來得劇烈，另外在監測區域內並未發現濃度累積的現象，其中濃度的三個高峰分別出現在第 65.51 天、第 244.2 天以及第 356.5 天，其值分別為 0.3363 Bq/L、0.3384 Bq/L 以及 0.3159 Bq/L，監測範圍內之年平均濃度計算結果為 0.1369 Bq/L，而津旨博士之分析結果則為 0.056 Bq/L，考量數值模式的差異，本研究與津旨博士皆認為此分析結果合理。另外在海港區域案例中，觀察海港內部氚水濃度變化發現海港具有在短時間內延緩氚水擴散的特性，由於海水皆經由外廓堤開口處進出，加上幾何效應以及海港內部海水對流效果不佳的影響，使得海水交換率受到影響，因此氚水在短時間內會在海港區域內累積，但隨時間的推移，污染物最終將在洋流的影響下被帶離海港；此案例在海港監測區域內計算所得之最大濃度出現在第 43.06 天，其值為 4.042 Bq/L，而年平均濃度計算結果則為 0.4450 Bq/L。

本研究執行了兩個案例分析工作，主要目的在於建立海洋污染物擴散評估數值模型，並驗證其合理性，其中沿岸區域案例之分析範圍介於 37.344°N 至 37.498°N 以及 141.023°E 至 141.177°E，網格尺寸為 55 m，此案例設置了一個 10 km × 10 km 的污染物濃度監測區域，並藉此與津旨博士之計算結果進行驗證；另外海港區域案例之分析範圍則介於 37.381°N 至 37.479°N 以及 141.023°E 至 141.129°E，為探討海港外廓堤幾何對氚水擴

散的影響，此案例重建了海港幾何數值檔案，與地形檔案一併進行分析，除此之外，為進一步了解氾水在分析範圍內各區域的濃度分布訊息，本案例包含海港區域，總共劃分了 26 個汙染物濃度監測區域，並對汙染物排放後濃度分布範圍、特定區域汙染物之平均濃度以及特定位置之汙染物濃度等計算結果進行了探討。

淺水波方程式

有別於經常應用於三維流場求解的納維爾-史托克方程式 (Navier-Stokes equation)，淺水波方程式 (shallow water equation) 忽略了垂直方向的加速度，並透過靜水壓的假設將三維控制方程式降階成二維控制方程式求解，藉此近似三維流場並達到節省計算機資源之目的，因此，垂直方向之動量方程式可以假設其壓力為靜水壓力分佈來簡化，故包含自由液面之壓力表達式為

$$p = p_0 + \rho g H \quad \text{式(3-4)}$$

其中 p_0 為自由表面的外部壓力， ρ 為流體密度， g 代表重力加速度，而 H 則是網格底部到自由液面之間的高度。最後，淺水波模式之動量方程式寫為[3]

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{1}{V_F} \left\{ u A_x \frac{\partial u}{\partial x} + v A_y \frac{\partial u}{\partial y} \right\} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + G_x + \frac{\tau_{s,x} + \tau_{b,x}}{\rho d} + 2\Omega v \quad \text{式(3-5)}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{1}{V_F} \left\{ u A_x \frac{\partial v}{\partial x} + v A_y \frac{\partial v}{\partial y} \right\} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + G_y + \frac{\tau_{s,y} + \tau_{b,y}}{\rho d} - 2\Omega u \quad \text{式(3-6)}$$

上式中， t 為時間， ρ 為流體密度， x 、 y 代表空間座標，而 V_F 、 A_x 和 A_y 分別為可以流動之流體的體積分比以及其在 x 、 y 方向之面積比， u 、 v 代表流體在 x 、 y 方向的深度平均速度， p 為壓力場，而 G_x 以及 G_y 則為 x 向以及 y 向的體積分力 (body force)，另外式(3-5)以及式(3-6)忽略了水平面上的黏滯剪應力 (viscous shear stress)，僅考慮垂直方向黏滯剪應力的深度平均 (depth-averaged) 效應， $\tau_{b,x}$ 以及 $\tau_{b,y}$ 為作用在流體底部之剪應力，而 $\tau_{s,x}$ 、

$\tau_{s,y}$ 則分別是在 x 以及 y 方向由風所引致的自由液面剪應力，最後 d 則為水深，另外 Ω 則代表科氏力(coriolis force)。其中 $\tau_{s,x}$ 、 $\tau_{s,y}$ 分別透過下式計算

$$\tau_{s,x} = \rho_a C'_D W_{10,x} \sqrt{W_{10,x}^2 + W_{10,y}^2} \quad \text{式(3-7)}$$

$$\tau_{s,y} = \rho_a C'_D W_{10,y} \sqrt{W_{10,x}^2 + W_{10,y}^2} \quad \text{式(3-8)}$$

式(3-7)以及式(3-8)假設風速的大小顯著地大於水流流動之速度，其中 ρ_a 為空氣密度， C'_D 代表風的阻力係數(drag coefficient)，一般而言為 0.003，另外 $W_{10,x}$ 和 $W_{10,y}$ 則分別為自由液面上方 10 公尺處在 x 方向和 y 方向之風速。另外考慮紊流(turbulent flow)問題，由於解算淺水波方程式時並不會使用到紊流模型，因此作用在流體底部的剪應力透過下式表達

$$\tau_{b,x} = -\rho C_D u \sqrt{u^2 + v^2} \quad \text{式(3-9)}$$

$$\tau_{b,y} = -\rho C_D v \sqrt{u^2 + v^2} \quad \text{式(3-10)}$$

其中 C_D 為阻力係數，在 FLOW-3D 中，阻力係數可以使用預設值 0.0026 或透過下式定義

$$C_D = \left[\frac{\kappa}{B + \ln(z_0/d)} \right]^2 \quad \text{式(3-11)}$$

上式中 κ 為馮卡門(Von Karman)常數，其值為 0.4，B 為常數 0.71，而 z_0 則定義為 $\kappa_s/30$ ，其中 κ_s 為表面粗糙度(surface roughness)。除了紊流問題之外，對於層流(laminar flow)問題，底部剪應力改以下式計算

$$\tau_{b,x} = -k_\mu \mu \frac{u}{d/2} \quad \text{式(3-12)}$$

$$\tau_{b,y} = -k_\mu \mu \frac{v}{d/2} \quad \text{式(3-13)}$$

其中 μ 為動力黏滯係數(dynamic viscosity)，此外為了填補淺水波方程式之解算結果在垂直方向速度資料的不足，FLOW-3D 使用垂直黏度乘子 k_μ 描

述垂直方向之速度剖面，對於穩態的剪力流，可以使用二次速度剖面描述，此時 k_μ 的理論值為 1.5。最後在式(3-5)以及式(3-6)中考慮到地球自轉的科氏力可以下式計算

$$\Omega = \Omega_e \sin\varphi \quad \text{式(3-14)}$$

其中 Ω_e 為地球角速度其值為 7.29×10^{-5} (rad/s)，而 φ 則為計算域之平均緯度，當計算域位於北半球時其值為正，反之為負值。

擴散-對流方程式

對流-擴散方程式(advection-diffusion equation)根據流場的計算結果解算溶質在不同的時間及位置下之濃度變化，其中分別包含對流項以及擴散項，對流項描述溶劑分子的運動對溶質的影響，而擴散項用於描述溶質濃度梯度所引起的擴散現象。其控制方程式描述了上述現象的綜合效應，寫為[3]

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \frac{1}{V_F} \left(u A_x \frac{\partial C}{\partial x} + v A_y \frac{\partial C}{\partial y} + w A_z \frac{\partial C}{\partial z} \right) = \frac{1}{V_F} \left[\frac{\partial}{\partial x} \left(A_x D \frac{\partial C}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(A_y D \frac{\partial C}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left(A_z D \frac{\partial C}{\partial z} \right) \right] + C_{SOR} \quad \text{式(3-15)}$$

上式等號左邊第二項稱為對流項，等號右邊則稱為擴散項，而式中 C 則代表濃度，其定義為每單位流體體積的質量，另外 D 以及 C_{SOR} 分別為擴散係數(diffusion coefficient)和源項(source term)，在一般的案例中，溶質隨著溶劑流動的方向移動，並且根據擴散係數的大小來決定擴散程度，溶質本身並不會影響溶劑的流動，因此不需考慮混和後溶液的黏滯係數變化，在 FLOW-3D 中，擴散係數寫為

$$\rho D = \text{RMSC} \cdot \mu + \text{CMSC} \quad \text{式(3-16)}$$

其中 RMSC 為紊流擴散乘子，用於描述紊流引致的擴散，其值介於 0 到 1 之間，大於 1 則無物理意義，而 CMSC 則為分子擴散係數。但是有時溶質可能具有影響溶劑流動的特性，例如密度、黏度、彈性模數或降伏

應力等，因此當溶質的加入可能影響原本流體的流動特性時，混合後的溶液其黏滯係數需透過質量平均來計算，其計算方式如下

$$\mu_{mix} = \frac{\rho\mu + \sum_i (C_i\mu_{c_i})}{\rho + \sum_i C_i} \quad \text{式(3-17)}$$

上式中 ρ 和 μ 分別為溶劑的密度以及黏滯係數， C_i 和 μ_{c_i} 則分別為第 i 個溶質的密度以及黏滯係數。

案例分析

邊界條件及參數

本研究使用淺水波方程式計算流場在不同位置與時間中的變化，而污染物的擴散及對流行為則透過擴散-對流方程式解算，另外邊界條件及相關參數將於本節說明，包括數值分析中使用之計算參數、數值地形資料、洋流以及海平面高度變化資料。其中計算參數說明了在東京電力公司使用的污染物排放限值條件下，污染物體積流率及其排放濃度的計算方式，並且列出了在案例分析中所使用的計算參數；而地形、洋流以及海平面高度資料則是由津旨大輔(Daisuke Tsumune)博士提供，其中洋流和海平面高度資料來自津旨博士透過 Regional Ocean Model System(ROMS)評估 ALPS 處理水排放後對環境之放射性影響研究成果，上述資料之時間區間從 2019 年 1 月到 12 月。

計算參數

根據東京電力公司響應日本政府政策所訂定的具體實施項目，氚水每年排放上限為 22 兆貝克，即 2.2×10^{13} Bq/yr，而排放活度上限則為 1500 Bq/L，此外，本研究透過氚的比活度(specific activity)對污染物活度進行換算，進而得到適用於 FLOW-3D 的污染物排放濃度設定，其中，氚的比活度為 3.56×10^{14} Bq/g，因此根據污染物活度以及排放率可以計算出對應的污染物體積流率

$$volume\ flow\ rate\left[\frac{m^3}{s}\right] = \frac{697152\left[\frac{Bq}{s}\right]}{1500000\left[\frac{Bq}{m^3}\right]} = 0.465 \quad \text{式(20)}$$

另外排放濃度可依下式計算

$$concentration \left[\frac{kg}{m^3} \right] = \frac{1500000 \left[\frac{Bq}{m^3} \right]}{3.56 \times 10^{17} \left[\frac{Bq}{kg} \right]} = 4.2 \times 10^{-12} \quad \text{式(21)}$$

故本研究使用排放口污染物之濃度以及體積流率(volume flow rate)分別為 $4.2 \times 10^{-12} \text{ kg/m}^3$ 以及 $0.465 \text{ m}^3/\text{s}$ 。除此之外，本研究所使用之其他計算參數則列於表 3-9 之中。

表 3-9、分析案例計算參數表

參數	說明	值	單位
V_f	污染物體積流率	4.2×10^{-12}	kg/m^3
C	排放濃度	0.465	m^3/s
ρ_w	海水密度	1030	kg/m^3
μ_w	海水黏滯係數	1.002×10^{-3}	kg/m-s
CMSC	污染物之分子擴散係數 (molecular diffusion coefficient)	100	kg/m-s
ϕ	分析區域緯度	37.5	$^\circ$
Ω_e	地球角速度	7.29×10^{-5}	rad/s

地形資料

本研究執行了兩種不同分析範圍的案例，分別為沿岸區域案例以及海港區域案例，其中沿岸區域案例之地形資料在歐洲石油調查小組(European Petroleum Survey Group, EPSG)座標系統編號4326(EPSSG 4326)的描述下，分析範圍介於 37.344°N 至 37.498°N 以及 141.023°E 至 141.177°E 之間，但是為滿足分析軟體之卡式座標系統，本研究將原本藉由橢球坐標系統描述之地形資料轉換為平面座標系統 EPSG 3857，經過轉換，分析範圍 X 座標介於 15698596.181 m 至 15715767.203 m 之間，Y 座標則介於 4487135.811 m 至 4508750.767 m 之間；另外，在沿岸區域案例中的排放口以及污染物濃度監測範圍之角隅位置標記於圖 3-41 之中，其中排放口位置的 X、Y 座標分別為 15701204 m 以及 4499208 m，而 P1 和 P3 座標則分別為(15699820 m, 4492327 m)以及(15710423 m, 4502336 m)，因此在沿岸區域案例中的污染物濃度監測範圍尺度為 $10.6\text{ km} \times 10.0\text{ km}$ ；圖 3-42 則繪製了分析範圍內之海底地形等高線圖，其中 0 m 等高線代表陸地與海洋之邊界，整體而言海底地形之深度隨著離岸距離的增加而增加，但最大值出現在右下角附近，其值為 -65 m。

海港區域案例之地形資料在 EPSG 4326 座標系統下的範圍介於 37.381°N 至 37.479°N 以及 141.023°E 至 141.129°E 之間，如圖 3-43 所示，同樣經轉換後在 EPSG 3857 座標系統下之 X 座標介於 15698596.181 m 至 15710408.416 m 之間，Y 座標則介於 4492347.170 m 至 4506085.189 m 之間，同樣地，與之對應的海底地形等高線圖會於圖 3-44，分析範圍內的海底最大深度約為 35 m。

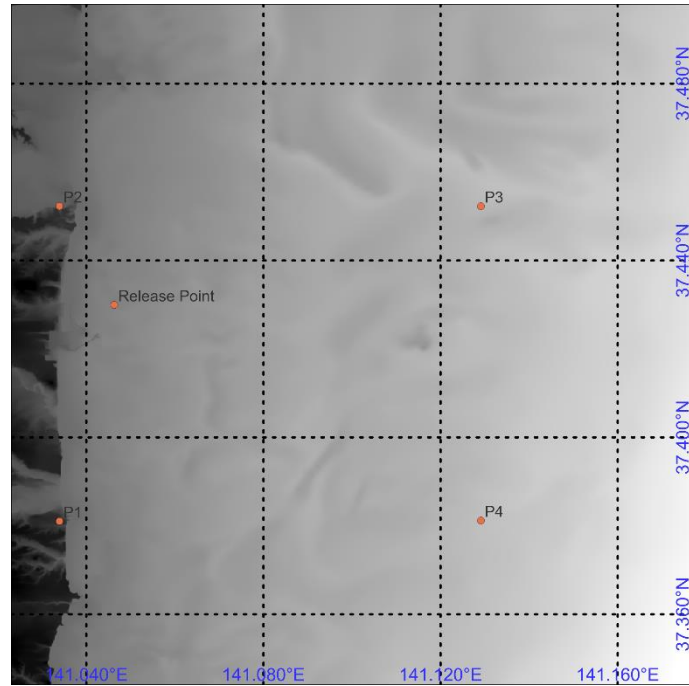


圖 3-41、沿岸區域案例之地形數值檔範圍及排放口位置

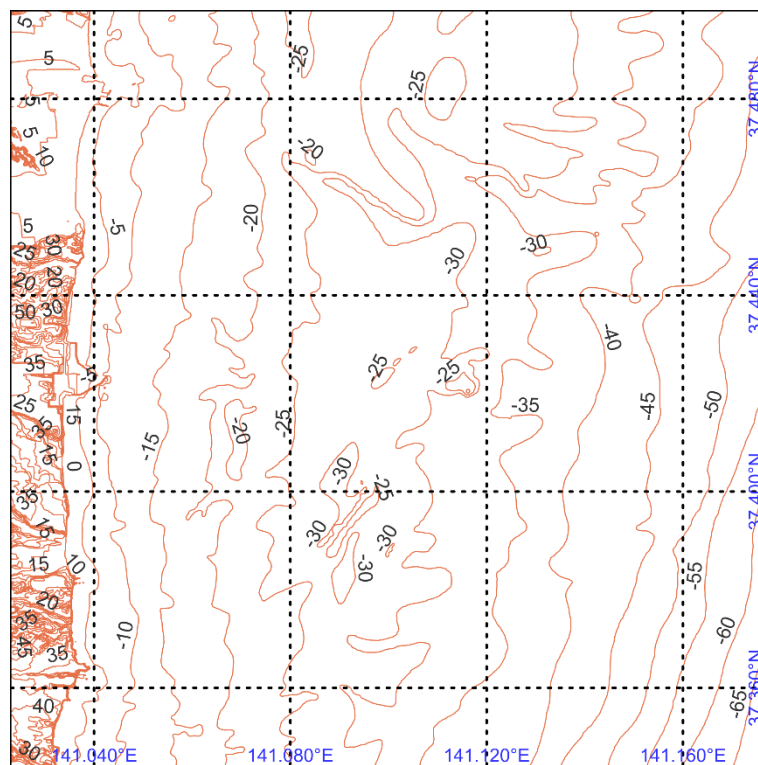


圖 3-42、沿岸區域案例地形等高線

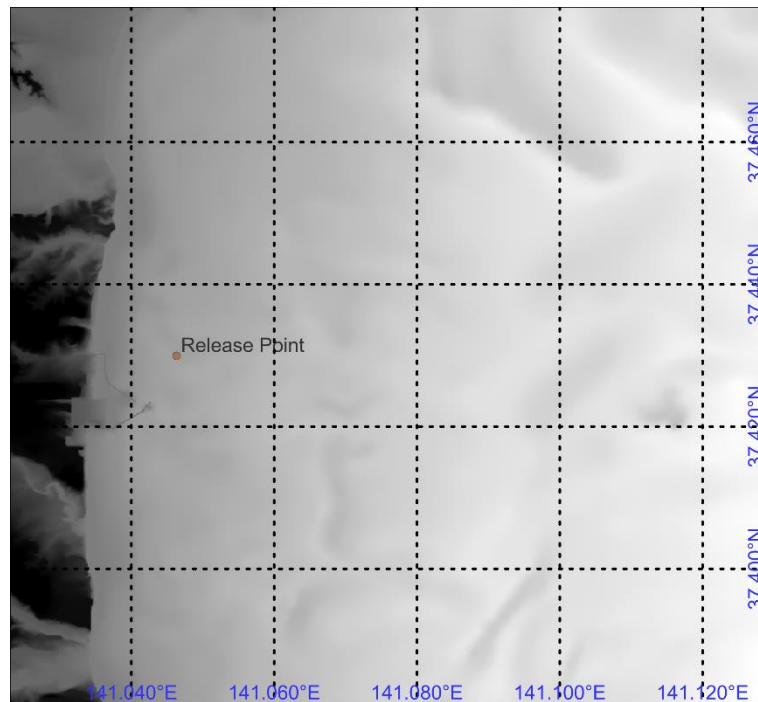


圖 3-43、海港區域案例之地形數值檔範圍及排放口位置

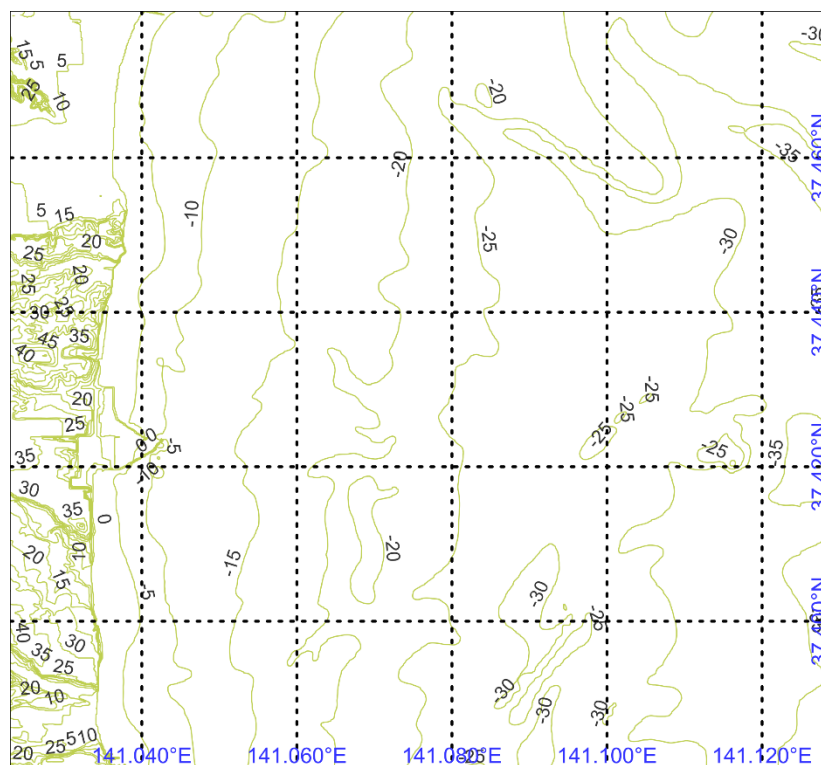


圖 3-44、海港區域案例地形等高線

4.2.1.3 洋流及海高

本研究東-西向洋流資料之範圍介於 37.342°N 至 37.508°N 以及 141.013°E 至 141.196°E 之間，而南-北向洋流資料則介於 37.338°N 至 37.513°N 以及 141.017°E 至 141.192°E 之間，洋流與地形資料疊合之結果分別如圖 3-45 以及圖 3-46 所示，其空間解析度皆為 1 km，從圖中可以發現計算域邊界並未與洋流資料點重合，因此本研究使用計算域邊界附近之洋流資料作為指定速度邊界條件之輸入。以圖 3-145 之北面洋流資料為例，在沿岸區域案例中使用格點編號 86、107、128、...、359、380 以及 401 之資料作為洋流邊界條件輸入，而海港區域案例則使用 47、68、89、...、257、278 以及 299 之資料作為輸入，其中各格點編號與經緯度關係詳列於表 3-10 之中；另外沿岸區域案例與海港區域案例在東面和南面所使用的東-西向洋流參數之格點編號以及經緯度關係則分別列於表 3-11 以及表 3-12 中。同樣地，南-北向洋流與地形資料疊合結果如圖 3-46 所示，而不同分析案例在北、東以及南面輸入之洋流資料格點編號及經緯度關係則列於表 3-13、表 3-14 以及表 3-15 之中。

圖 3-47 以及圖 3-48 分別為沿岸區域案例在北面的東-西向以及南-北向洋流歷時變化，從圖中可以發現南-北向洋流之流速大於東-西向洋流的 2 到 3 倍之間，比較其他位置的洋流歷時變化如圖 3-49 至圖 3-52 仍然可以發現相同現象，這表示整體而言洋流在南-北向的動量大於東-西向，因此可以預期污染物在南-北方向的變化將較東-西向來的劇烈。除了沿岸區域案例之外，在圖 3-53 到圖 3-58 的海港區域案例之洋流歷時變化同樣可以發現相同現象。

表 3-10、東-西向洋流資料於北面之格點編號與經緯度關係

東-西向洋流(北面)					
沿岸區域案例			海港區域案例		
格點編號	經度 lon	緯度 lat	格點編號	經度 lon	緯度 lat
86	141.0459	37.50007	47	141.0293	37.47508
107	141.0543	37.50007	68	141.0376	37.47508
128	141.0626	37.50007	89	141.0459	37.47508
149	141.0709	37.50007	110	141.0543	37.47508
170	141.0792	37.50007	131	141.0626	37.47508
191	141.0876	37.50007	152	141.0709	37.47508
212	141.0959	37.50007	173	141.0792	37.47508
233	141.1042	37.50007	194	141.0876	37.47508
254	141.1126	37.50007	215	141.0959	37.47508
275	141.1209	37.50007	236	141.1042	37.47508
296	141.1292	37.50007	257	141.1126	37.47508
317	141.1376	37.50007	278	141.1209	37.47508
338	141.1459	37.50007	299	141.1292	37.47508
359	141.1542	37.50007			
380	141.1625	37.50007			
401	141.1709	37.50007			

表 3-11、東-西向洋流資料於東面之格點編號與經緯度關係

東-西向洋流(東面)					
沿岸區域案例			海港區域案例		
格點編號	經度 lon	緯度 lat	格點編號	經度 lon	緯度 lat
423	141.1792	37.49174	310	141.1292	37.38345
424	141.1792	37.48341	309	141.1292	37.39178
425	141.1792	37.47508	308	141.1292	37.40011
426	141.1792	37.46675	307	141.1292	37.40844

427	141.1792	37.45842	306	141.1292	37.41677
428	141.1792	37.45009	305	141.1292	37.4251
429	141.1792	37.44176	304	141.1292	37.43343
430	141.1792	37.43343	303	141.1292	37.44176
431	141.1792	37.4251	302	141.1292	37.45009
432	141.1792	37.41677	301	141.1292	37.45842
433	141.1792	37.40844	300	141.1292	37.46675
434	141.1792	37.40011	299	141.1292	37.47508
435	141.1792	37.39178			
436	141.1792	37.38345			
437	141.1792	37.37512			
438	141.1792	37.36679			
439	141.1792	37.35846			
440	141.1792	37.35013			

表 3-12、東-西向洋流資料於南面之格點編號與經緯度關係

東-西向洋流(南面)					
沿岸區域案例			海港區域案例		
格點編號	經度 lon	緯度 lat	格點編號	經度 lon	緯度 lat
84	141.0376	37.3418	58	141.0293	37.38345
105	141.0459	37.3418	79	141.0376	37.38345
126	141.0543	37.3418	100	141.0459	37.38345
147	141.0626	37.3418	121	141.0543	37.38345
168	141.0709	37.3418	142	141.0626	37.38345
189	141.0792	37.3418	163	141.0709	37.38345
210	141.0876	37.3418	184	141.0792	37.38345
231	141.0959	37.3418	205	141.0876	37.38345
252	141.1042	37.3418	226	141.0959	37.38345
273	141.1126	37.3418	247	141.1042	37.38345

294	141.1209	37.3418	268	141.1126	37.38345
315	141.1292	37.3418	289	141.1209	37.38345
336	141.1376	37.3418	310	141.1292	37.38345
357	141.1459	37.3418			
378	141.1542	37.3418			
399	141.1625	37.3418			
420	141.1709	37.3418			

表 3-13、南-北向洋流資料於北面之格點編號與經緯度關係

南-北向洋流(北面)					
沿岸區域案例			海港區域案例		
格點編號	經度 lon	緯度 lat	格點編號	經度 lon	緯度 lat
69	141.0417	37.49584	27	141.025	37.47918
91	141.05	37.49584	49	141.0334	37.47918
113	141.0584	37.49584	71	141.0417	37.47918
135	141.0667	37.49584	93	141.05	37.47918
157	141.075	37.49584	115	141.0584	37.47918
179	141.0833	37.49584	137	141.0667	37.47918
201	141.0917	37.49584	159	141.075	37.47918
223	141.1	37.49584	181	141.0833	37.47918
245	141.1083	37.49584	203	141.0917	37.47918
267	141.1167	37.49584	225	141.1	37.47918
289	141.125	37.49584	247	141.1083	37.47918
311	141.1333	37.49584	269	141.1167	37.47918
333	141.1417	37.49584	291	141.125	37.47918
355	141.15	37.49584			
377	141.1583	37.49584			
399	141.1666	37.49584			

表 3-14、南-北向洋流資料於東面之格點編號與經緯度關係

南-北向洋流(東面)					
沿岸區域案例			海港區域案例		
格點編號	經度 lon	緯度 lat	格點編號	經度 lon	緯度 lat
422	141.175	37.48751	302	141.125	37.38755
423	141.175	37.47918	301	141.125	37.39588
424	141.175	37.47085	300	141.125	37.40421
425	141.175	37.46252	299	141.125	37.41254
426	141.175	37.45419	298	141.125	37.42087
427	141.175	37.44586	297	141.125	37.4292
428	141.175	37.43753	296	141.125	37.43753
429	141.175	37.4292	295	141.125	37.44586
430	141.175	37.42087	294	141.125	37.45419
431	141.175	37.41254	293	141.125	37.46252
432	141.175	37.40421	292	141.125	37.47085
433	141.175	37.39588	291	141.125	37.47918
434	141.175	37.38755			
435	141.175	37.37922			
436	141.175	37.37089			
437	141.175	37.36256			
438	141.175	37.35423			
439	141.175	37.3459			

表 3-15、南-北向洋流資料於南面之格點編號與經緯度關係

南-北向洋流(南面)					
沿岸區域案例			海港區域案例		
格點編號	經度 lon	緯度 lat	格點編號	經度 lon	緯度 lat
65	141.0334	37.3459	39	141.025	37.37922
87	141.0417	37.3459	61	141.0334	37.37922
109	141.05	37.3459	83	141.0417	37.37922
131	141.0584	37.3459	105	141.05	37.37922
153	141.0667	37.3459	127	141.0584	37.37922
175	141.075	37.3459	149	141.0667	37.37922
197	141.0833	37.3459	171	141.075	37.37922
219	141.0917	37.3459	193	141.0833	37.37922
241	141.1	37.3459	215	141.0917	37.37922
263	141.1083	37.3459	237	141.1	37.37922
285	141.1167	37.3459	259	141.1083	37.37922
307	141.125	37.3459	281	141.1167	37.37922
329	141.1333	37.3459	303	141.125	37.37922
351	141.1417	37.3459			
373	141.15	37.3459			
395	141.1583	37.3459			
417	141.1666	37.3459			

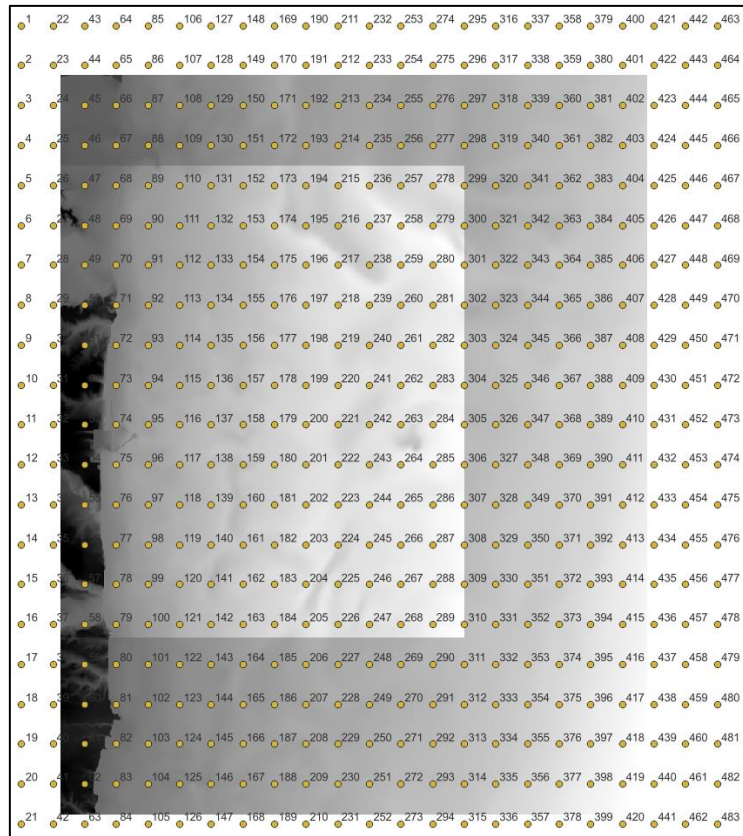


圖 3-45、地形資料與東-西向洋流資料疊合結果

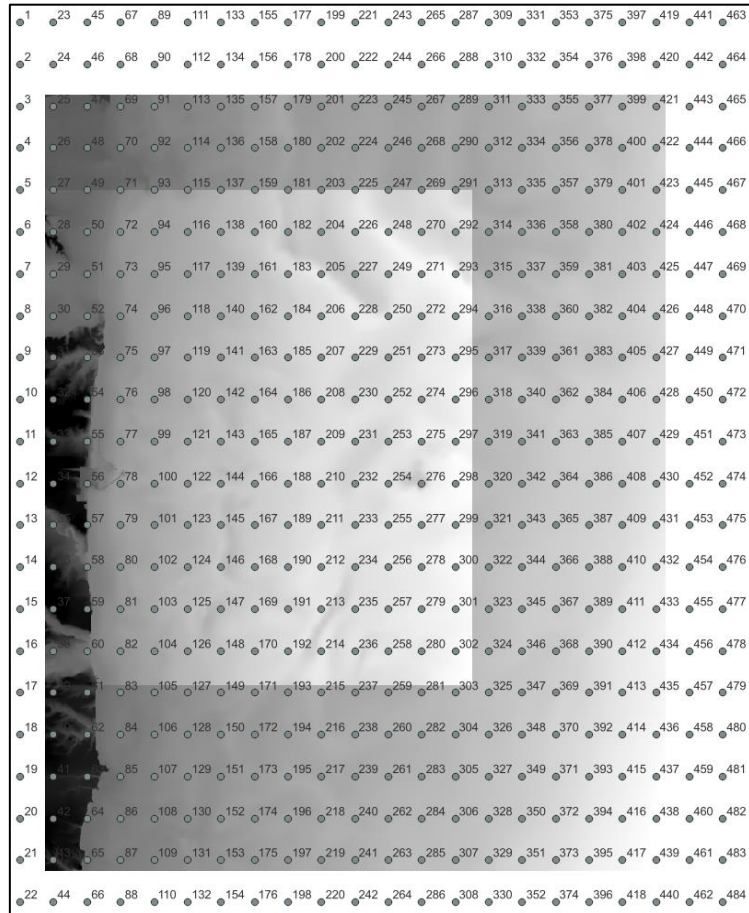


圖 3-46、地形資料與南-北向洋流資料疊合結果

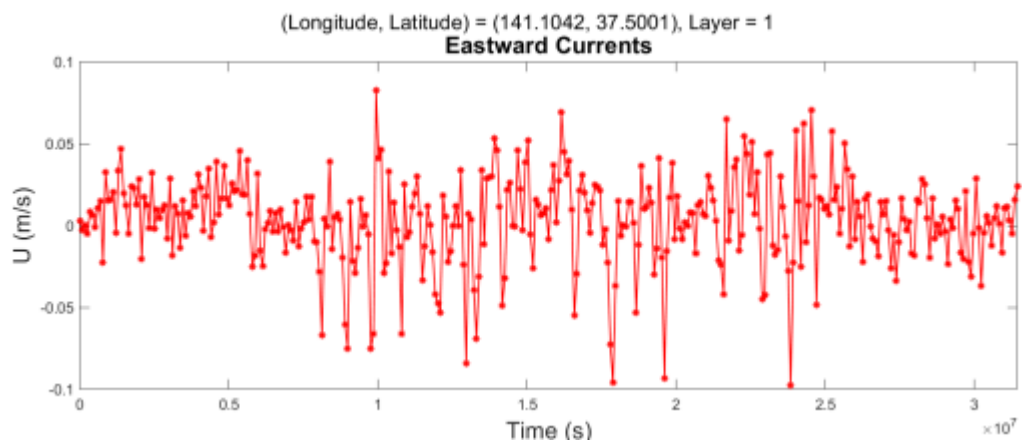


圖 3-47、沿岸區域案例北面東-西向洋流歷時變化(格點編號 233)

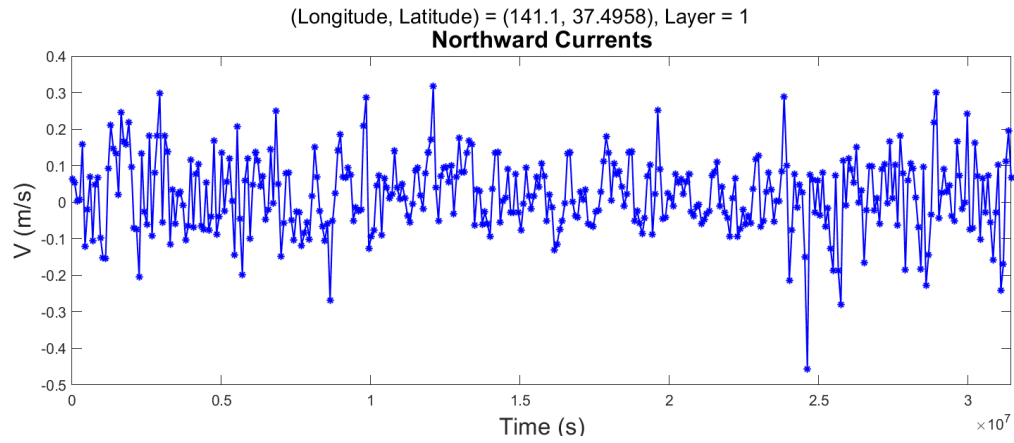


圖 3-48、沿岸區域案例北面南-北向洋流歷時變化(格點編號 223)

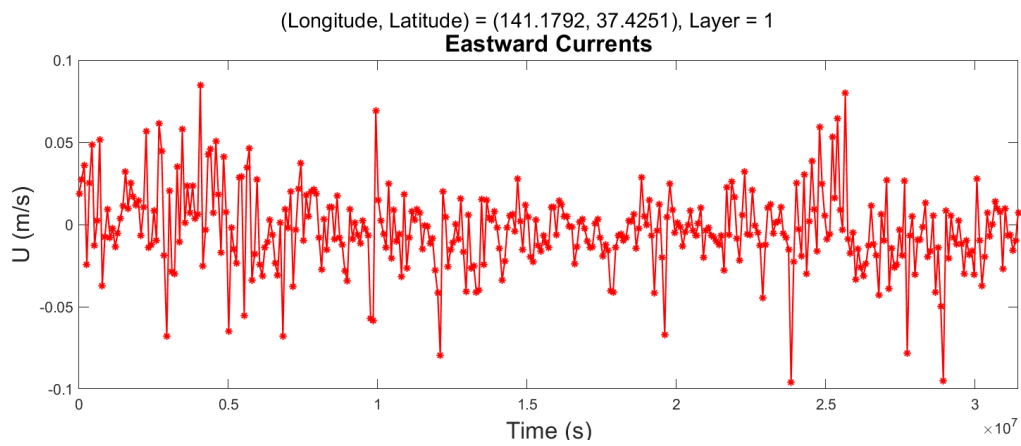


圖 3-49、沿岸區域案例東面東-西向洋流歷時變化(格點編號 431)

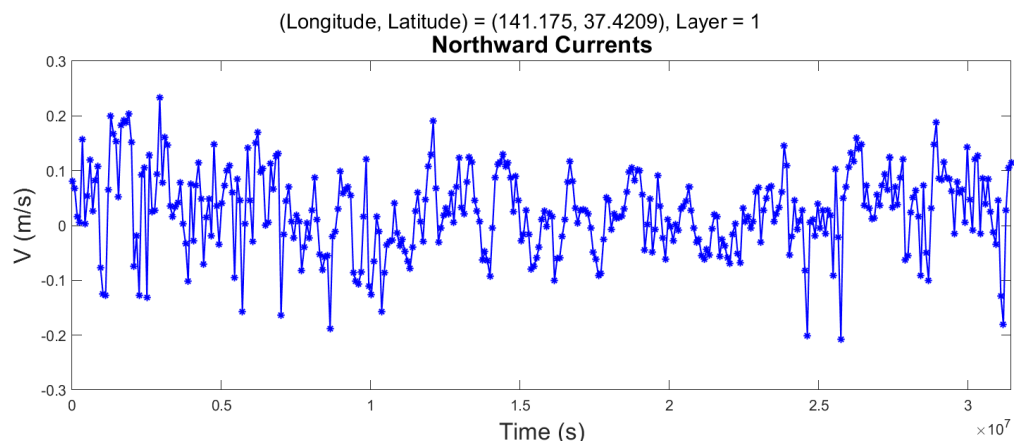


圖 3-50、沿岸區域案例東面東-西向洋流歷時變化(格點編號 430)

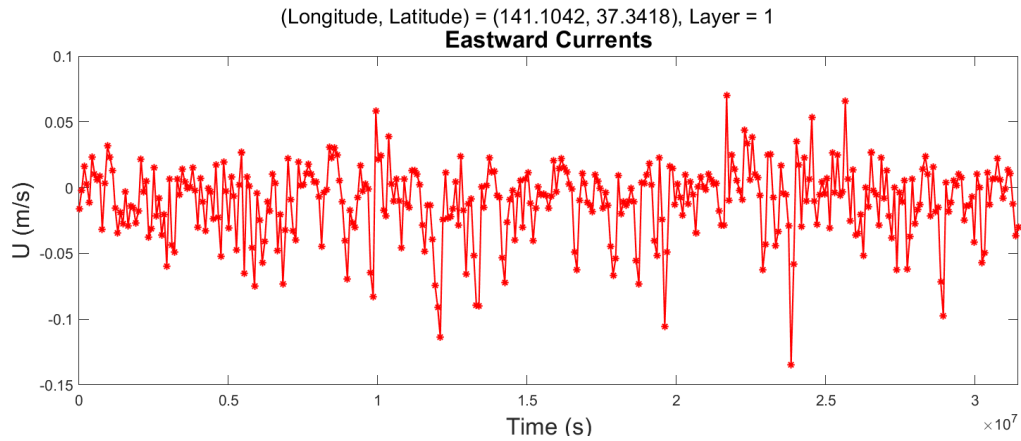


圖 3-51、沿岸區域案例南面東-西向洋流歷時變化(格點編號 252)

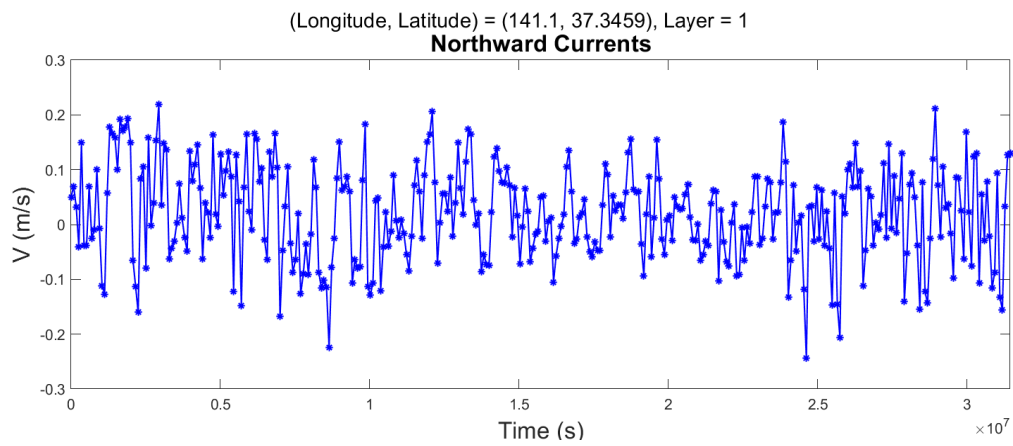


圖 3-52、沿岸區域案例南面南-北向洋流歷時變化(格點編號 241)

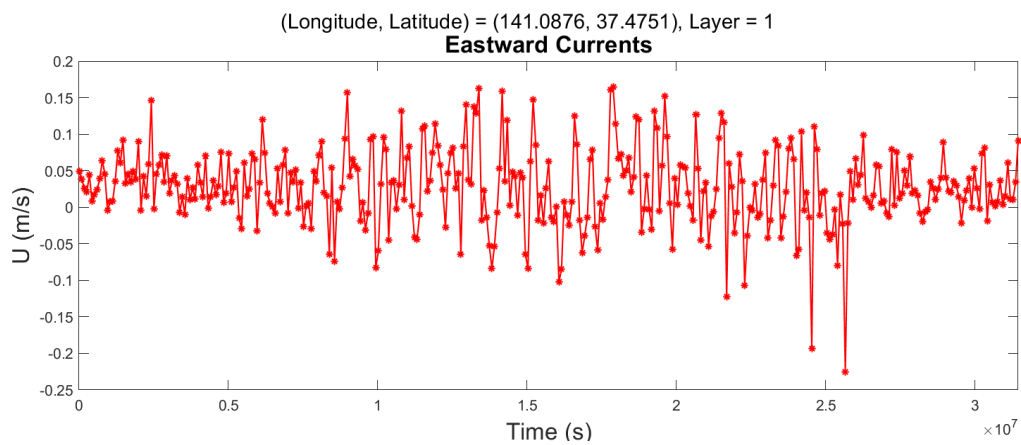


圖 3-53、海港區域案例北面東-西向洋流歷時變化(格點編號 194)

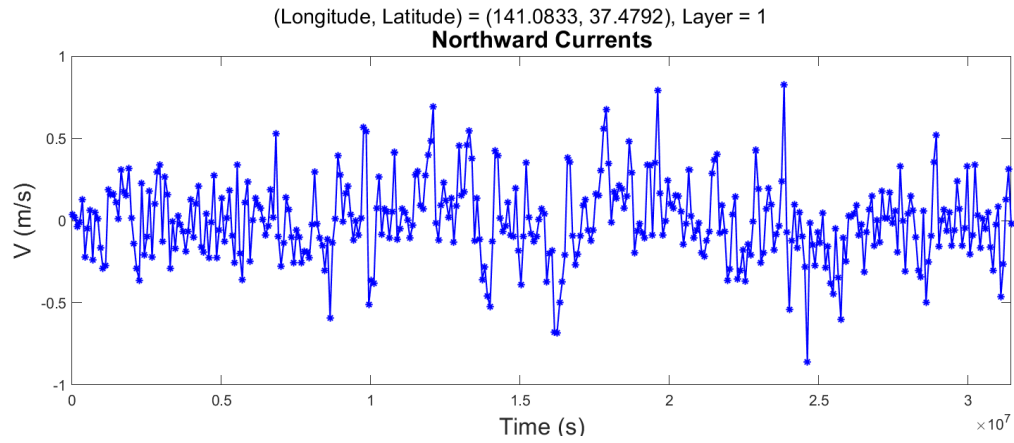


圖 3-54、海港區域案例北面南-北向洋流歷時變化(格點編號 181)

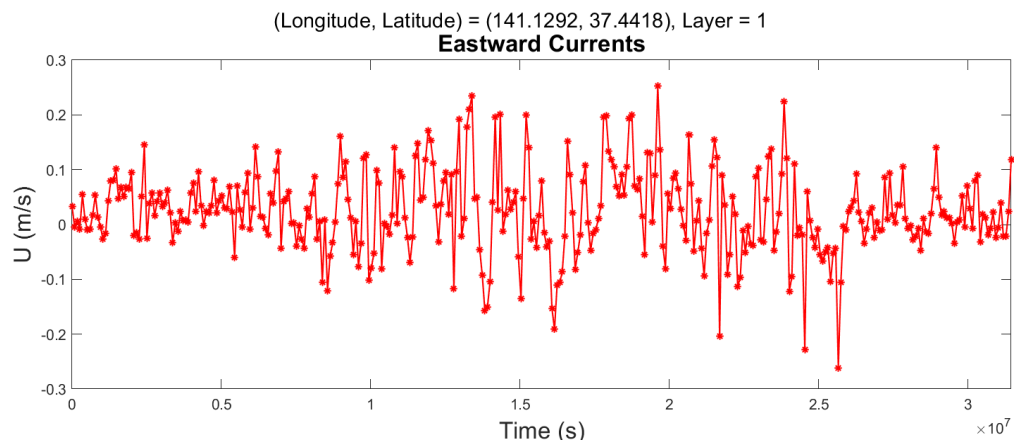


圖 3-55、海港區域案例東面東-西向洋流歷時變化(格點編號 303)

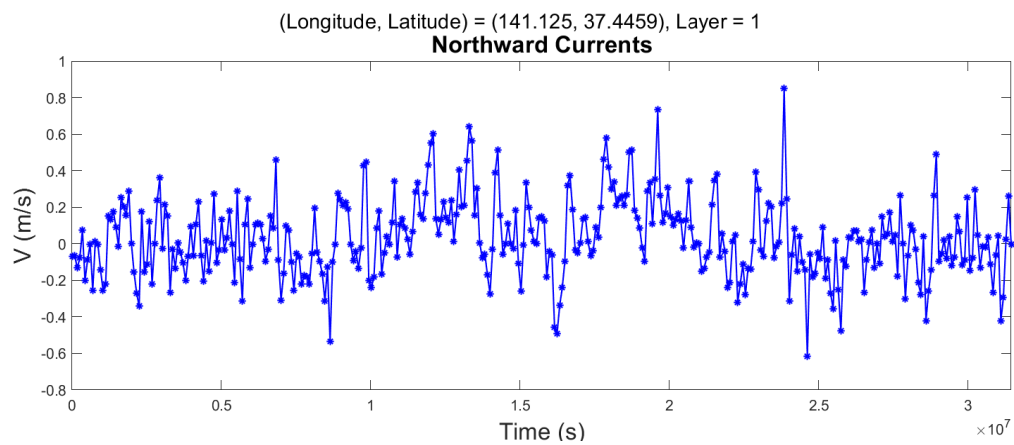


圖 3-56、海港區域案例東面東-西向洋流歷時變化(格點編號 295)

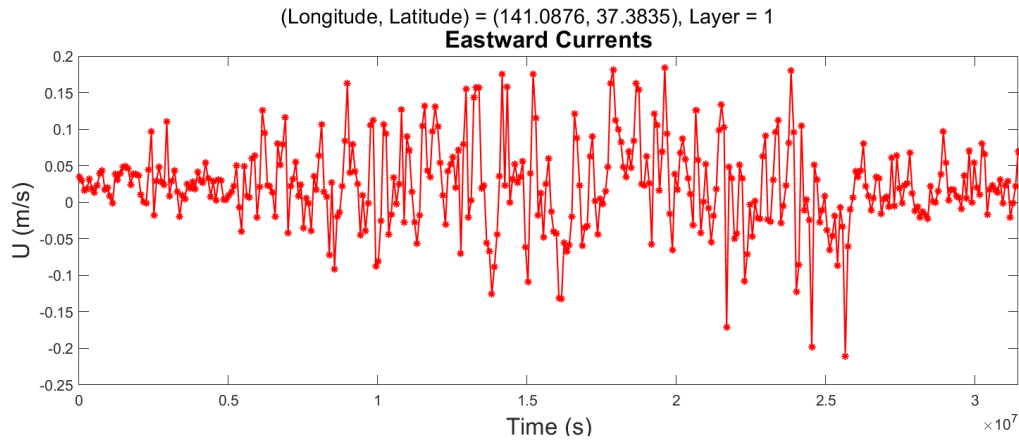


圖 3-57、海港區域案例南面東-西向洋流歷時變化(格點編號 205)

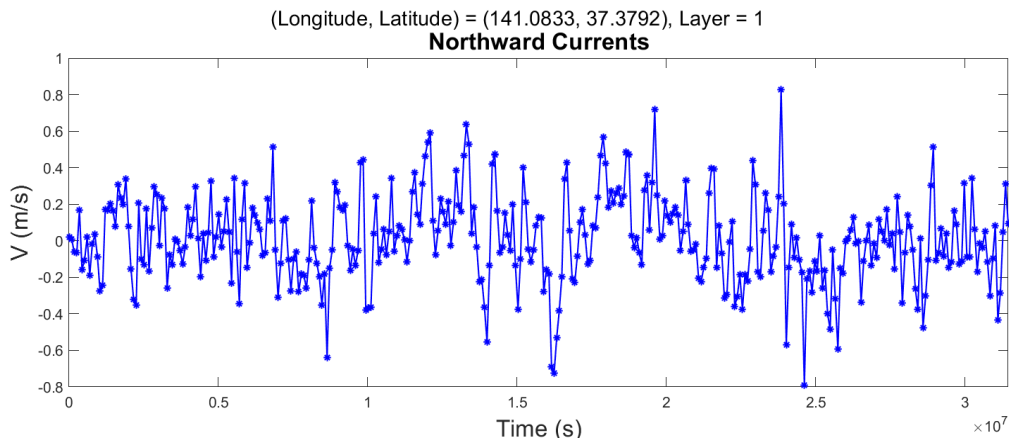


圖 3-58、海港區域案例南面南-北向洋流歷時變化(格點編號 193)

對於計算域邊界的海平面高度設定方式與洋流資料相同，其中海平面高度資料範圍介於 37.342°N 至 37.508°N 以及 141.017°E 至 141.192°E 之間，而海平面高度與地形資料之疊合結果如圖 3-59 所示，在沿岸區域案例中，北面使用格點編號 65、86、107、...、338、359 以及 380 之海平面高度資料作為洋流邊界條件之輸入，而海港區域案例則使用 26、47、68、...、236、257 以及 278，其中各格點編號與經緯度關係詳列於表 3-16 之中；另外表 3-17 以及表 3-18 則列出了沿岸區域案例以及海港區域案例在東面以及南面的海平面高度資料之格點編號與經緯度關係。

最後圖 3-60 至圖 3-61 分別繪製了沿岸區域案例在北面(格點編

號 212)、東面(格點編號 410)以及南面(格點編號 231)的海平面高度歷時變化，從圖中可以發現在計算域中不同位置的海高差異並不顯著，整體趨勢一致，但在相同的時間下，不同位置的海高僅有些微差異。這些特性同樣可以在海港區域案例中所使用的海高資料中發現，見圖 3-62 至圖 3-64。

表 3-16、海平面高度資料於北面之格點編號與經緯度關係

海平高度(北面)					
沿岸區域案例			海港區域案例		
格點編號	經度 lon	緯度 lat	格點編號	經度 lon	緯度 lat
65	141.0417	37.50007	26	141.025	37.47508
86	141.05	37.50007	47	141.0334	37.47508
107	141.0584	37.50007	68	141.0417	37.47508
128	141.0667	37.50007	89	141.05	37.47508
149	141.075	37.50007	110	141.0584	37.47508
170	141.0833	37.50007	131	141.0667	37.47508
191	141.0917	37.50007	152	141.075	37.47508
212	141.1	37.50007	173	141.0833	37.47508
233	141.1083	37.50007	194	141.0917	37.47508
254	141.1167	37.50007	215	141.1	37.47508
275	141.125	37.50007	236	141.1083	37.47508
296	141.1333	37.50007	257	141.1167	37.47508
317	141.1417	37.50007	278	141.125	37.47508
338	141.15	37.50007			
359	141.1583	37.50007			
380	141.1666	37.50007			

表 3-17、海平面高度資料於東面之格點編號與經緯度關係

海平高度(東面)					
沿岸區域案例			海港區域案例		
格點編號	經度 lon	緯度 lat	格點編號	經度 lon	緯度 lat
402	141.175	37.49174	289	141.125	37.38345
403	141.175	37.48341	288	141.125	37.39178
404	141.175	37.47508	287	141.125	37.40011
405	141.175	37.46675	286	141.125	37.40844
406	141.175	37.45842	285	141.125	37.41677
407	141.175	37.45009	284	141.125	37.4251
408	141.175	37.44176	283	141.125	37.43343
409	141.175	37.43343	282	141.125	37.44176
410	141.175	37.4251	281	141.125	37.45009
411	141.175	37.41677	280	141.125	37.45842
412	141.175	37.40844	279	141.125	37.46675
413	141.175	37.40011	278	141.125	37.47508
414	141.175	37.39178			
415	141.175	37.38345			
416	141.175	37.37512			
417	141.175	37.36679			
418	141.175	37.35846			
419	141.175	37.35013			

表 3-18、海平面高度資料於南面之格點編號與經緯度關係

海平高度(南面)					
沿岸區域案例			海港區域案例		
格點編號	經度 lon	緯度 lat	格點編號	經度 lon	緯度 lat
63	141.0334	37.3418	37	141.025	37.38345

84	141.0417	37.3418	58	141.0334	37.38345
105	141.05	37.3418	79	141.0417	37.38345
126	141.0584	37.3418	100	141.05	37.38345
147	141.0667	37.3418	121	141.0584	37.38345
168	141.075	37.3418	142	141.0667	37.38345
189	141.0833	37.3418	163	141.075	37.38345
210	141.0917	37.3418	184	141.0833	37.38345
231	141.1	37.3418	205	141.0917	37.38345
252	141.1083	37.3418	226	141.1	37.38345
273	141.1167	37.3418	247	141.1083	37.38345
294	141.125	37.3418	268	141.1167	37.38345
315	141.1333	37.3418	289	141.125	37.38345
336	141.1417	37.3418			
357	141.15	37.3418			
378	141.1583	37.3418			
399	141.1666	37.3418			

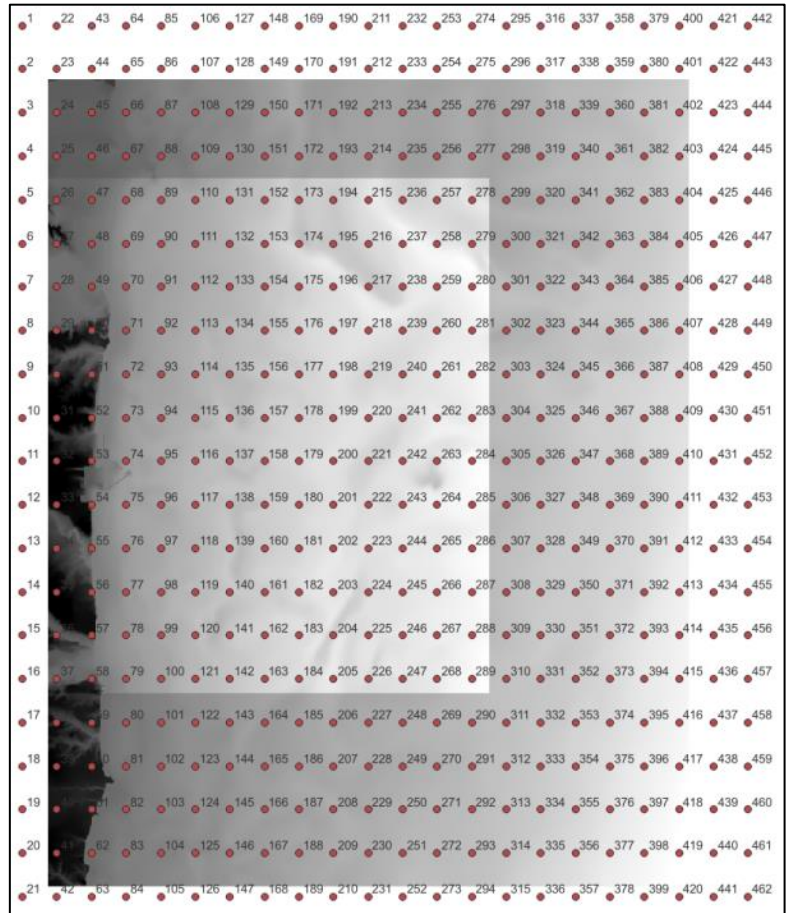


圖 3-59、地形資料與海高資料疊合結果

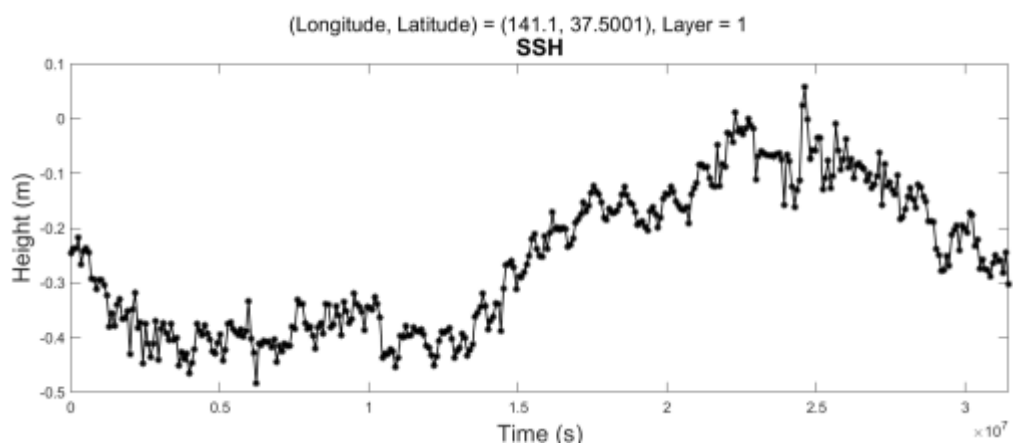


圖 3-60、沿岸區域案例北面海平面高度歷時變化(格點編號 212)

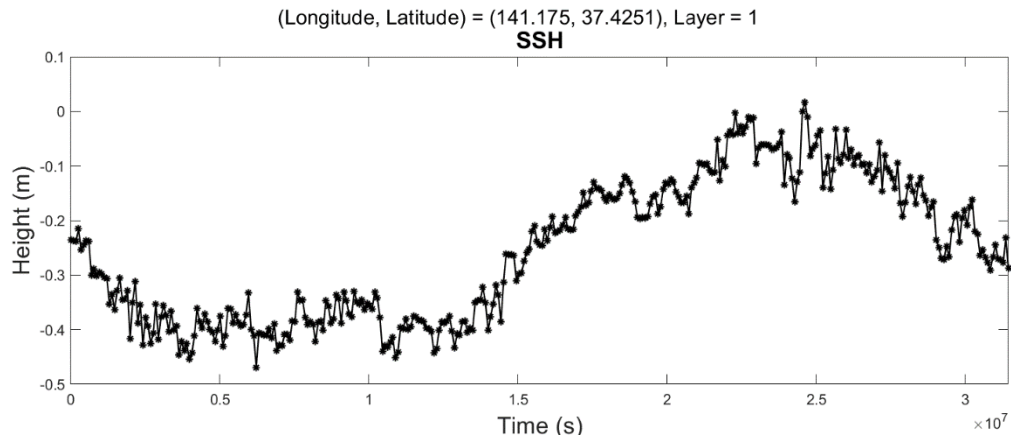


圖 3-61、沿岸區域案例東面海平面高度歷時變化(格點編號 410)

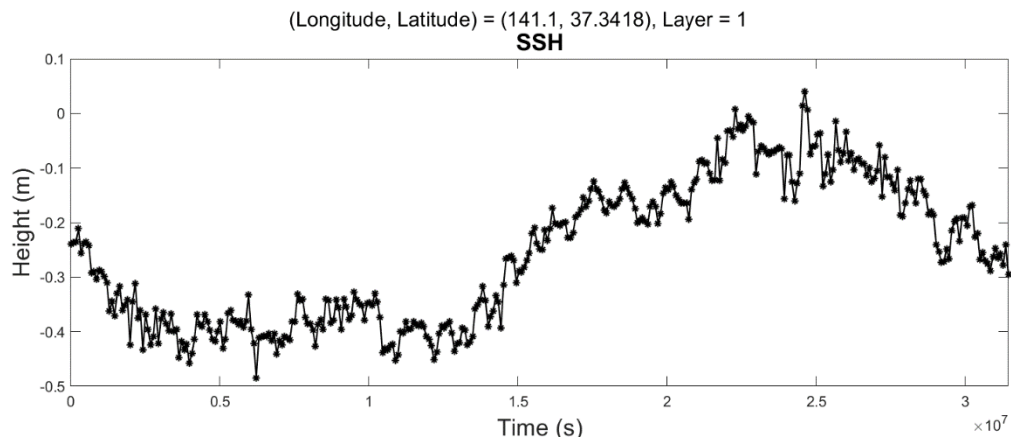


圖 3-62、沿岸區域案例南面海平面高度歷時變化(格點編號 231)

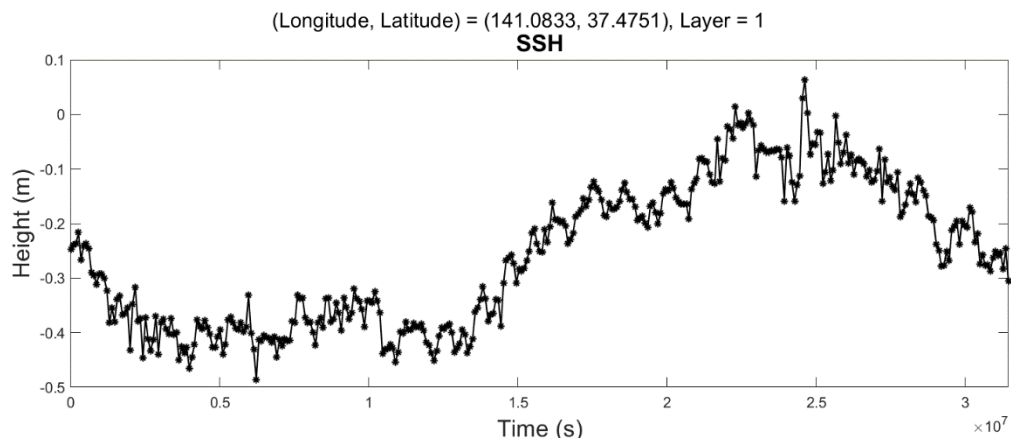


圖 3-63、海港區域案例北面海平面高度歷時變化(格點編號 173)

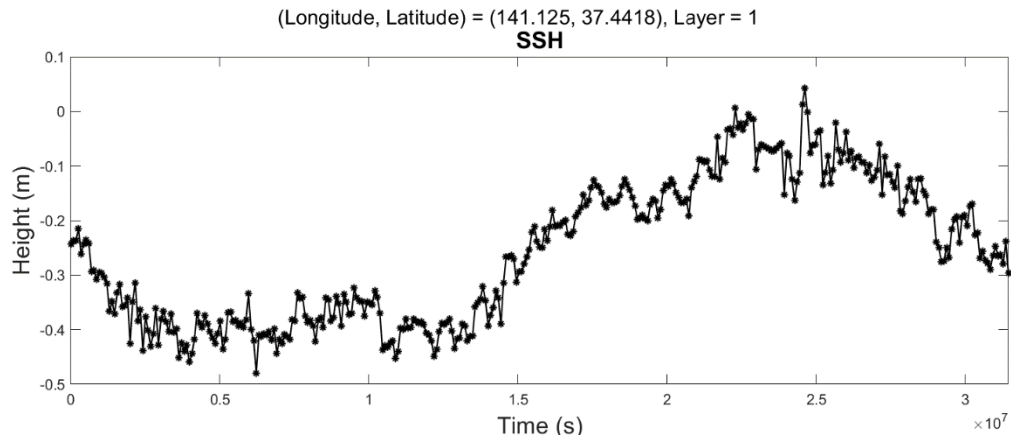


圖 3-64、海港區域案例東面海平面高度歷時變化(格點編號 282)

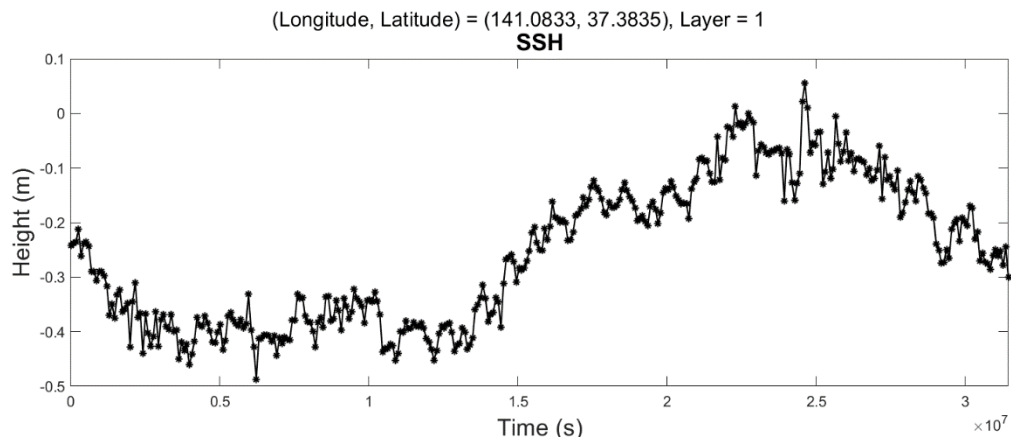


圖 3-65、海港區域案例南面海平面高度歷時變化(格點編號 184)

網格解析度

為描述海港幾何形狀，因此在海港區域案例中須在其周圍使用較小的網格尺寸以增加空間解析度，本研究分別在 Grid #1、Grid#2 以及 Grid #3 範圍內之使用了 5 公尺、10 公尺以及 30 公尺的網格，另外在計算域內的其它範圍則使用了 55 公尺的網格尺寸，不同範圍的區域劃分請見圖 3-66。

另外由於沿岸區域案例之計算範圍較大且並未考慮海港幾何對污染物擴散行為的影響，因此為了節省計算機資源，本研究在此案例中僅使用 55 公尺的網格進行案例分析。



圖 3-66、海港區域案例網格區域劃分

海港幾何

由於本研究使用的地形資料解析度不足以重現福島第一核電廠之海港幾何形狀，因此本研究針對海港的幾何進行了重建工作，此項工作的目的是建構與海港相關設施的 STL 檔案，供 FLOW-3D 匯入並整合原有的地形資料使用。

首先本研究從日本國土地理院網站，如圖 3-67 所示，匯出在 EPSG 4326 座標系統下，海港幾何特徵之鎖孔標記語言(Keyhole Markup Language, KML)檔案，接著再轉換為 EPSG 3857 平面座標系統，以達與地形資料匹配之目的，最後根據此座標系統建構對應的三角網格以及 STL 檔案，其中三角網格和 STL 檔案之產製結果分別如圖 3-68 和圖 3-69 所示。



圖 3-67、福島第一核電廠海港幾何(資料來源：日本國土地理院[2])

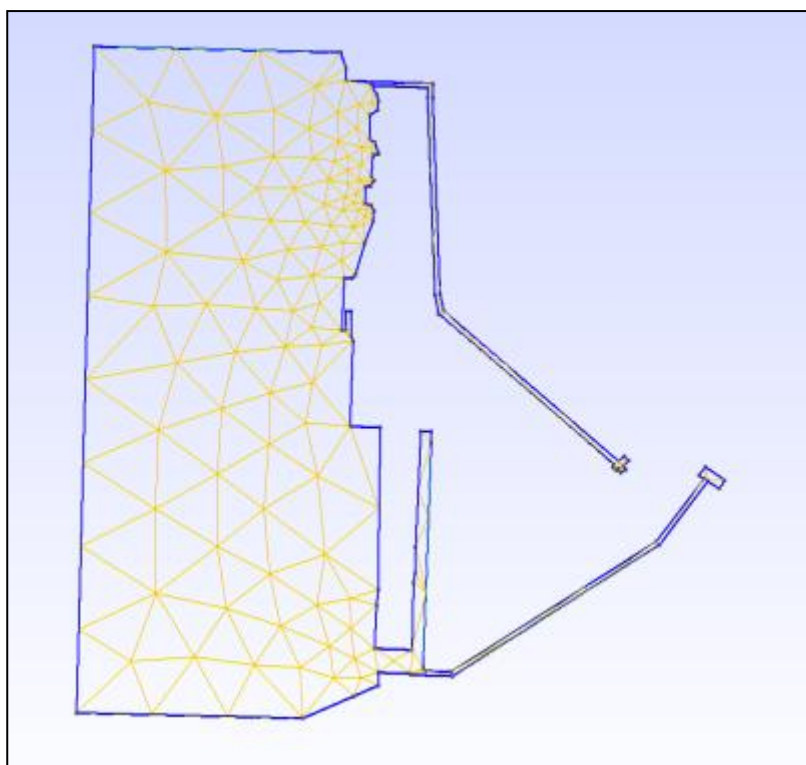


圖 3-68、三角網格建構之海港幾何



圖 3-69、海港幾何之 STL 檔案產製結果

沿岸區域案例

在沿岸區域案例中使用較大的計算範圍對污染物排放後的擴散行為進行研究，目的在探討特定區域以及洋流條件作用下對海洋污染物分布的影響，另外本案例為量化海洋污染物在特定區域內的濃度變化計算結果，設置了約 $10\text{km} \times 10\text{km}$ 的區域作為污染物濃度之監測範圍，其角隅位置標記於圖 3-141 之中，從圖 3-70 可以看到污染物在 2019 年期間於此範圍內之濃度變化過程，其濃度大小隨著洋流的作用而上下振盪，並未發現濃度隨時間而累積的現象，透過排放口排入海中的污染物隨即在洋流的對流作用下被帶往它處，而分析期間出現濃度的三個峰值分別為第 65.51 天的 0.3363 Bq/L 、第 244.2 天的 0.3384 Bq/L 以及第 356.5 天的 0.3159 Bq/L ，反之最低濃度分別出現在第 21.88 天的 0.0109 Bq/L 以及第 36.46 天和 152.8 天的 0.0174 Bq/L 與 0.0201 Bq/L ，此外監測範圍內之污染物年平均濃度計算結果為 0.1369 Bq/L 。

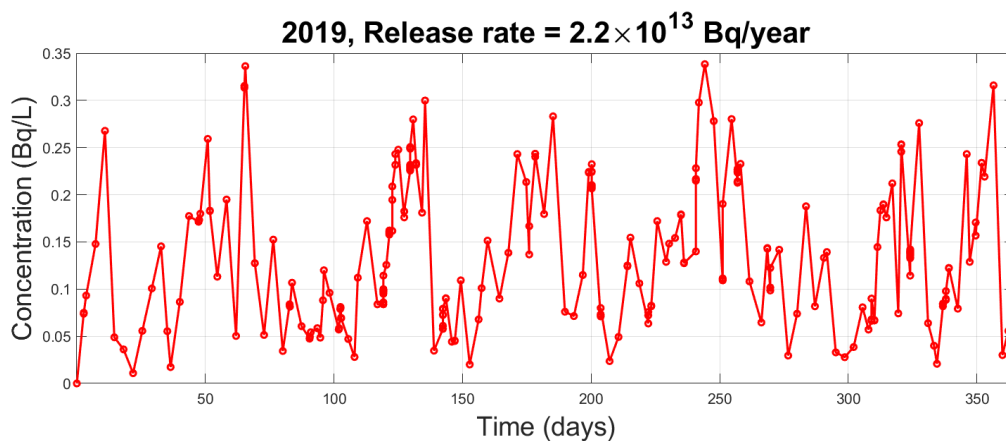


圖 3-70、 $10\text{km} \times 10\text{km}$ 監測區域範圍內之污染物濃度變化

不同時期污染物在沿岸區域的濃度分布範圍計算結果分別如圖 3-71 至圖 3-81 所示，從圖中可以發現，隨著時間的推移，污染物的擴張範圍主要集中在沿岸區域附近，儘管出現往離岸方向擴張的現象，但隨即在洋流對流作用下又漸漸往近岸區域集中，整體而言，其分布範圍在

南-北向之變化較東-西向來得劇烈，本研究認為這是洋流的動量在南-北向大於東-西向所導致。

Time = 0.0000e+000

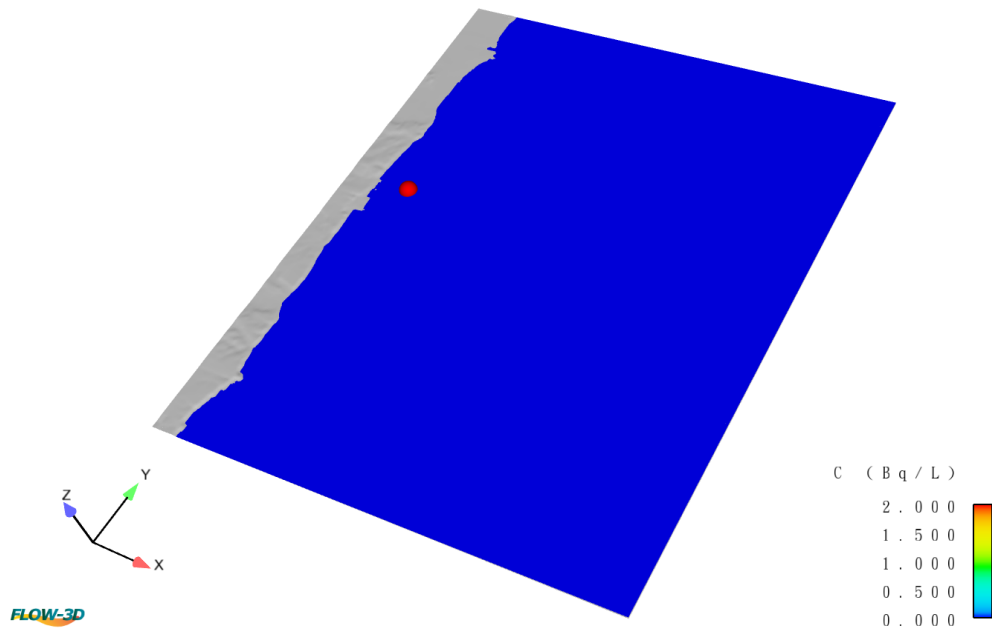


圖 3-71、第 0 天之污染物分布計算結果

Time = 3.1450e+006

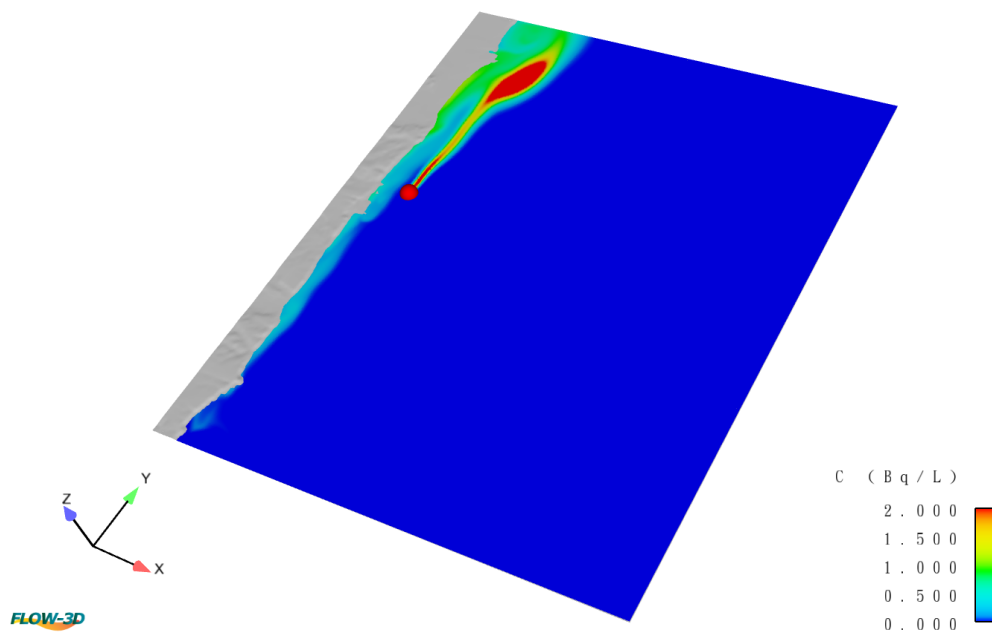


圖 3-72、第 36.4 天之污染物分布計算結果

Time = 6.2900e+006

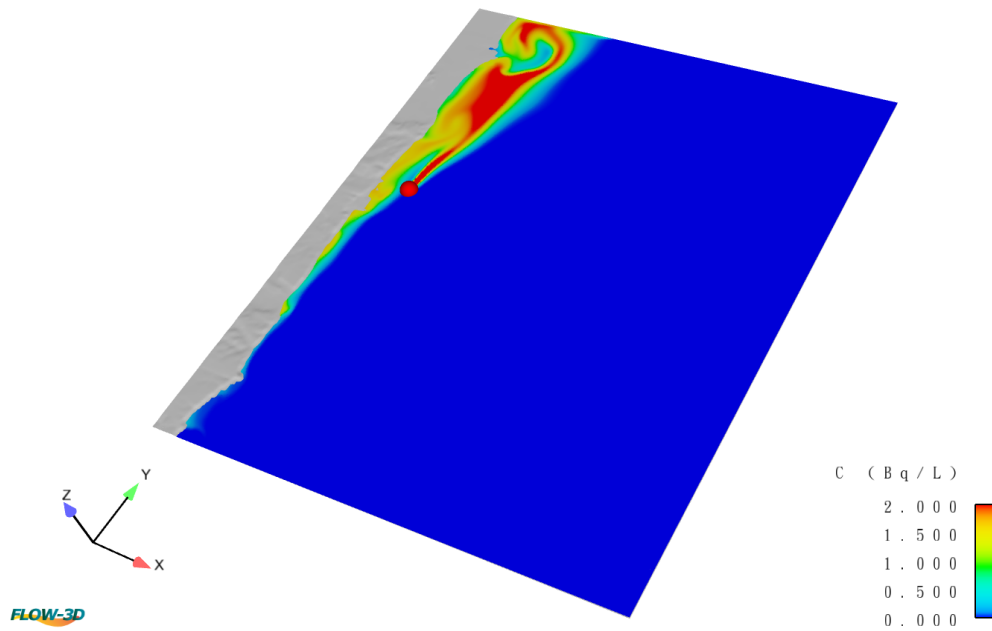


圖 3-73、第 72.8 天之污染物分布計算結果

Time = 9.4350e+006

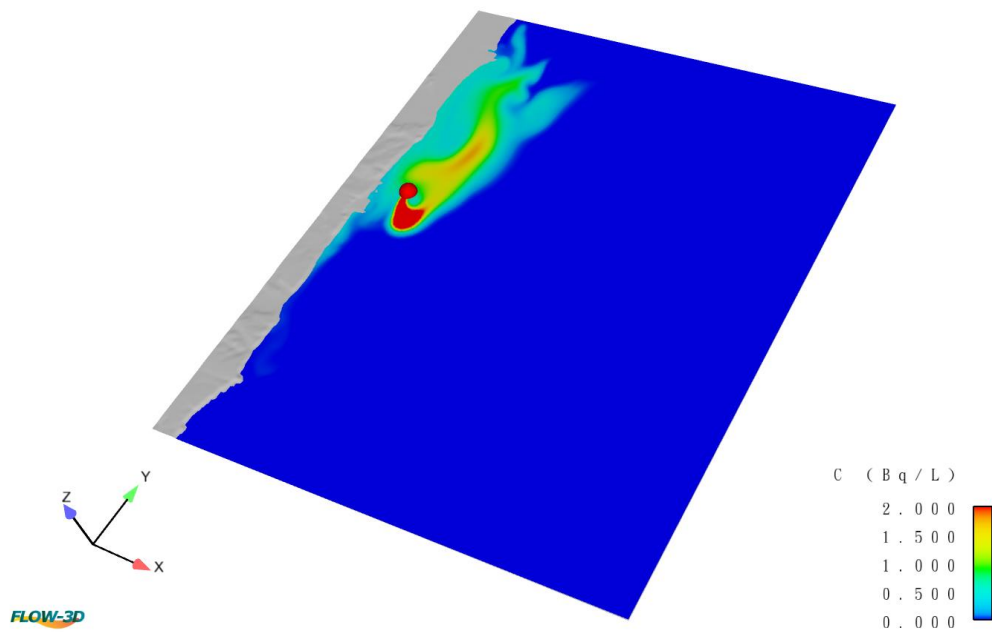


圖 3-74、第 109.2 天之污染物分布計算結果

Time = 1.2580e+007

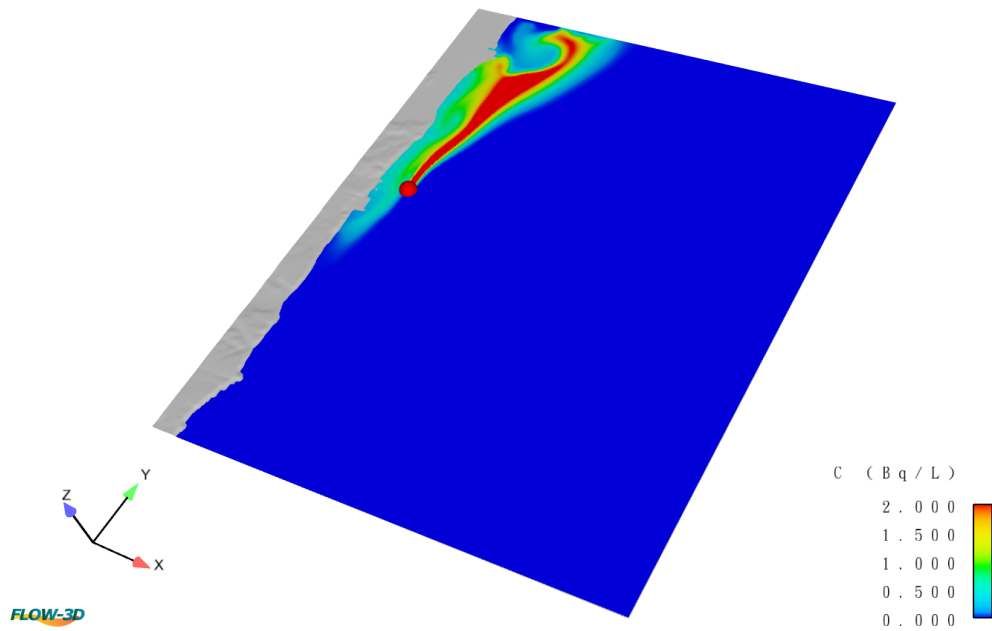


圖 3-75、第 145.6 天之污染物分布計算結果

Time = 1.5725e+007

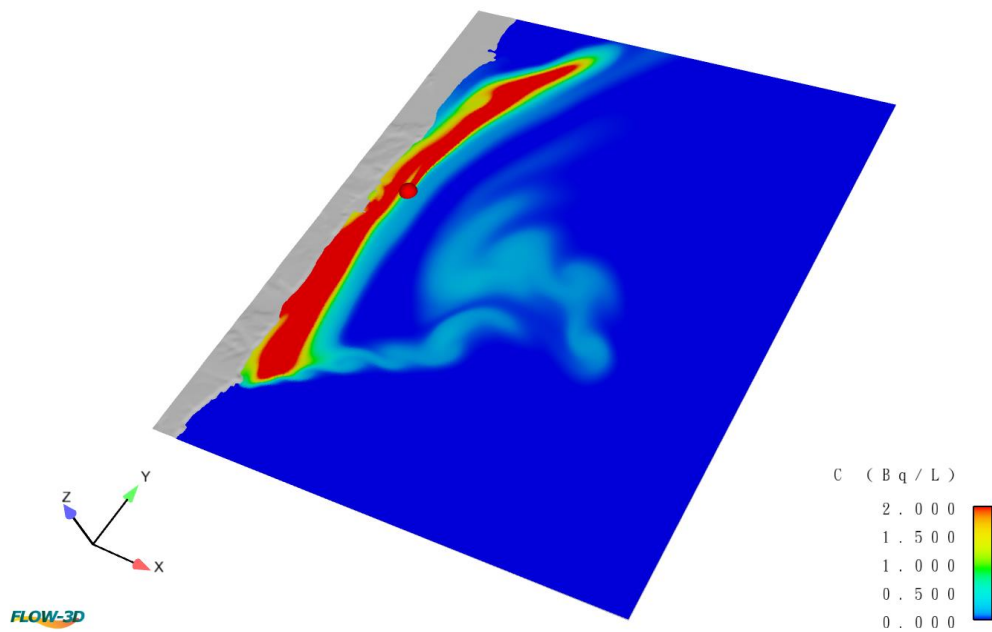


圖 3-76、第 182 天之污染物分布計算結果

Time = 1.8870e+007

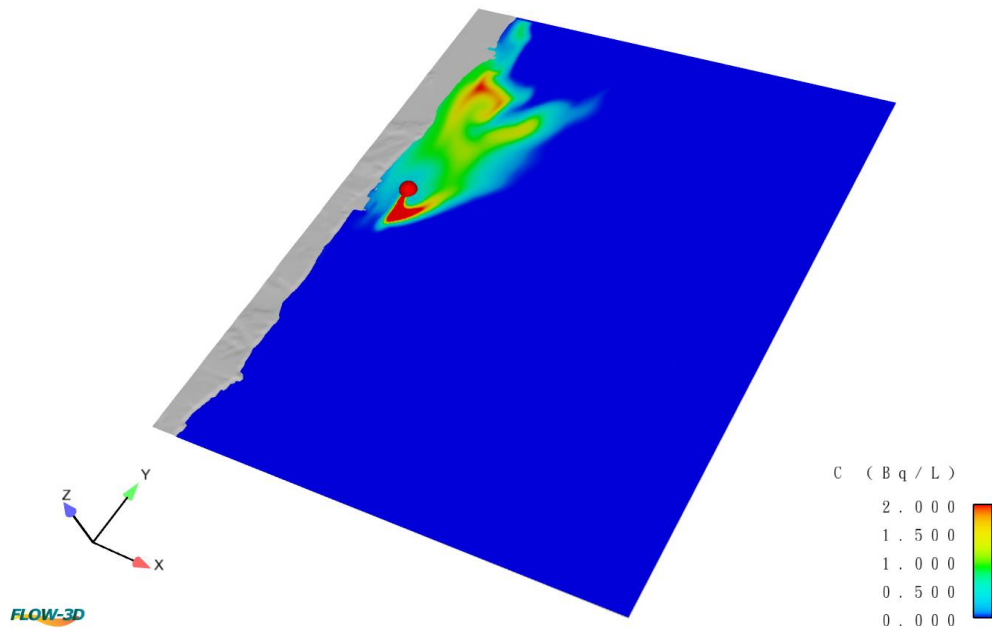


圖 3-77、第 218.4 天之污染物分布計算結果

Time = 2.2015e+007

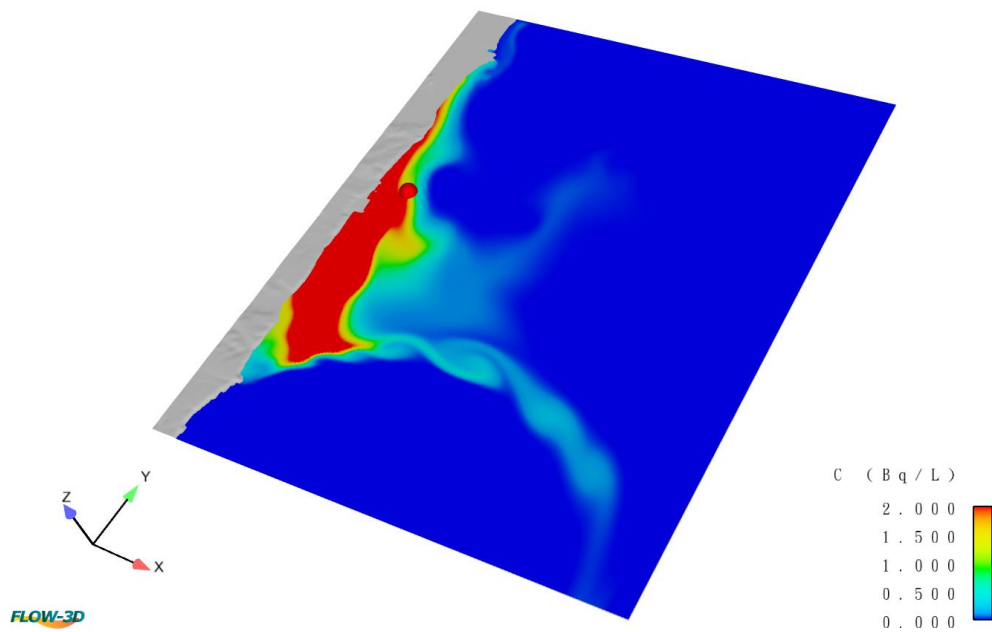


圖 3-78、第 254.8 天之污染物分布計算結果

Time = 2.5160e+007

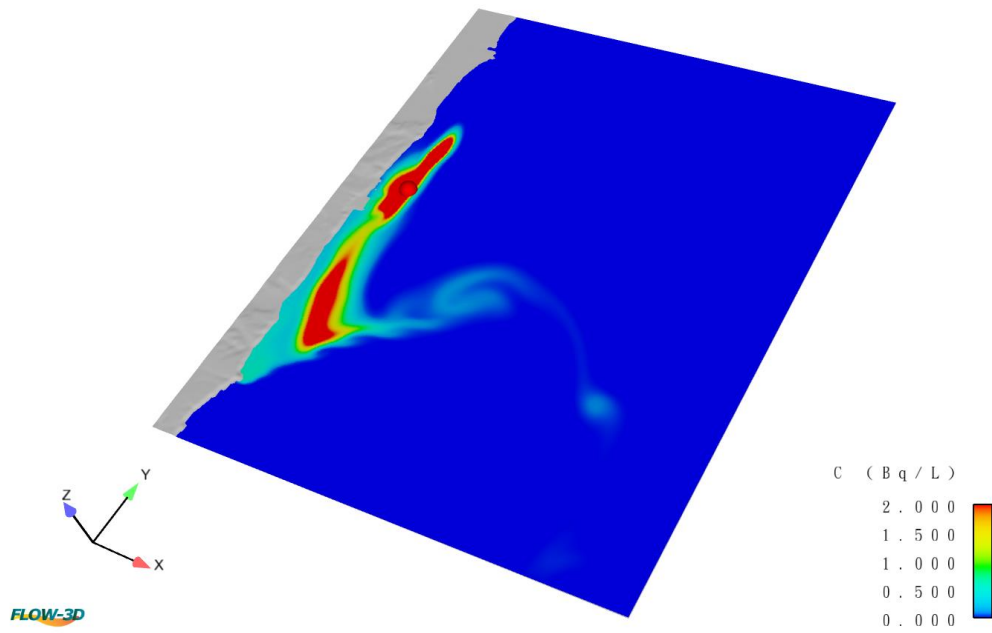


圖 3-79、第 291.2 天之污染物分布計算結果

Time = 2.8305e+007

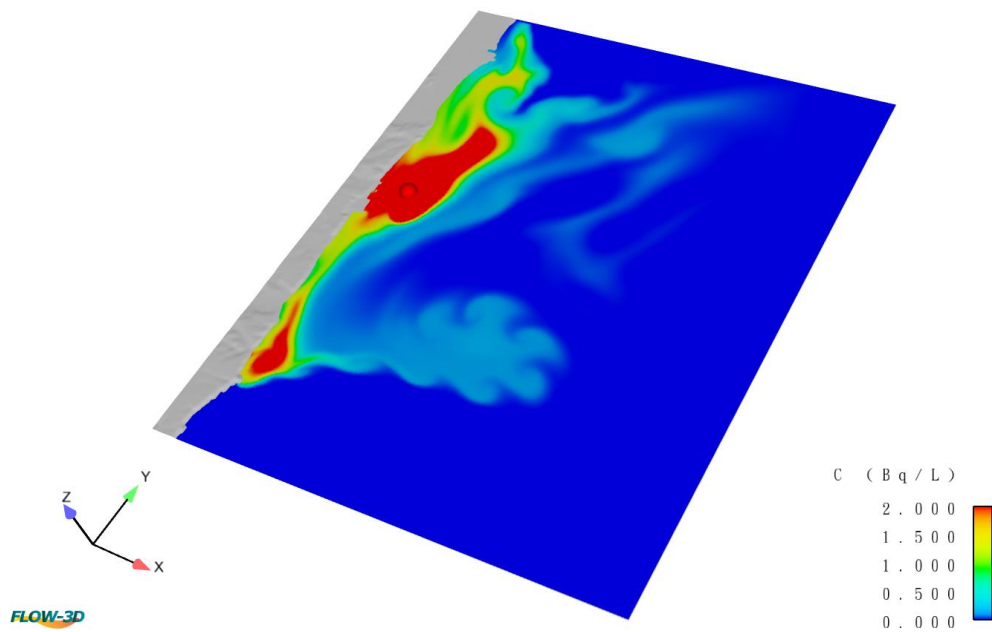


圖 3-80、第 327.6 天之污染物分布計算結果

Time = 3.1450e+007

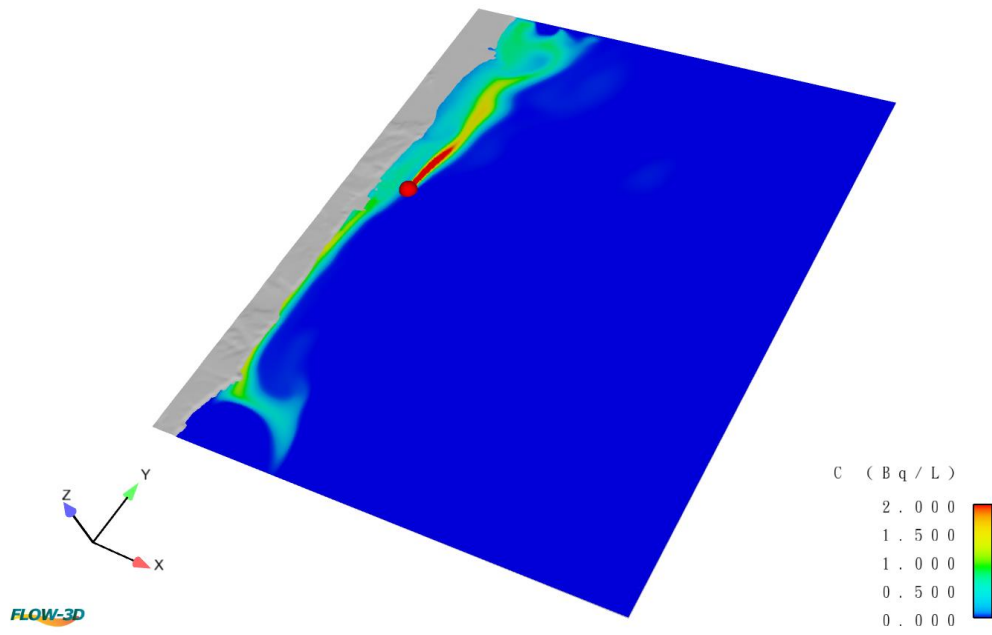


圖 3-81、第 364 天之污染物分布計算結果

海港區域案例

在海港區域案例中，為探討不同區域內污染物濃度之變化，本研究將海港區域案例之計算域劃分為 26 個不同的空間，其中亦包含針對海港幾何所建立的監測區域計算 45 天模擬污染物濃度擴散情況，各監測區域劃分結果如圖 3-82 所示。圖 3-83 繪製了此案例在分析初期，監測區域 1、6、11、16 以及 21 的污染物平均濃度變化過程，根據計算結果可以發現當污染物經排放口進入海洋後，首先進入涵蓋排放口之監測區域 11，隨即在洋流的作用下被帶往南方的監測區域 6，但此時抵達該區域之污染物並不多，在第 2 天時其平均濃度為 0.5 Bq/L，同時大部分之污染物仍然停留在監測區域 11 內，緊接著在洋流的作用下，第 2.5 天至第 4 天期間，監測區域 11 以及 6 的濃度同時下降，反之監測區域 16 的濃度則呈現上升的現象，期間平均濃度峰值約為 1.6 Bq/L 左右，由此可知此時大部分的污染物在洋流的作用下被帶往北方，其中一部分亦抵達監測區域 21，平均濃度峰值約 0.8 Bq/L；接著觀察第 4 至 6 天的平均濃度變化可以發現洋流將污染物帶往南方，此時監測區域 21 內之平均濃度驟降，同時在監測區域 16、11 以及 6 中的濃度皆出現回升，最後在第 6 天時，監測區域 1 內的平均濃度則來到 0.5 Bq/L。

另外圖 3-84 則繪製了監測區域 1、6、11、16 以及 21 在整個分析其間的污染物平均濃度變化過程，在此期間出現的平均濃度峰值大小依序為監測區域 11 的 1.9940 Bq/L (第 42.72 天)、監測區域 6 的 1.6650 Bq/L (第 43.63 天)、監測區域 16 的 1.664 Bq/L (第 31.94 天)、監測區域 21 的 1.347 Bq/L (第 32.29 天)以及監測區域 1 的 0.7606 Bq/L (第 11.33 天)；而年平均濃度之大小依序為監測區域 11 的 0.5761 Bq/L、監測區域 16 的 0.3214 Bq/L、監測區域 6 的 0.3094 Bq/L、監測區域 21 之 0.1592

Bq/L 以及監測區域 1 之 0.1087 Bq/L，相關數據皆整理於表 3-19 中。除此之外，監測區域 2、7、12、17 以及 22 之污染物平均濃度變化則繪於圖 3-85 之中，比較圖 3-84 可以發現污染物之濃度隨著離岸距離的增加而減少，且在分析期間計算所得最大污染物平均濃度峰值出現在監測區域 22，其值為 0.9392 Bq/L (第 29.98 天)，而年平均濃度大小則分別為監測區域 22、17、12、7 以及 2 的 0.0947 Bq/L、0.0807 Bq/L、0.0581 Bq/L、0.0566 Bq/L 以及 0.0355 Bq/L。除了上述區域外，圖 3-86 至圖 3-88 分別繪製了監測區域 3、8、13、18、23 以及 4、9、14、19、24 和 5、10、15、20、25 之污染物平均濃度變化，期間出現之濃度最大峰值分別為監測區域 8 的 0.1638 Bq/L (第 8.67 天)、監測區域 4 的 0.0942 Bq/L (第 8.67 天)和監測區域 5 的 0.0772 Bq/L (第 9 天)，其他區域之計算結果請參考表 3-19。

針對海港區域內(監測區域 26)之污染物平均濃度變化計算結果繪製於圖 3-89 之中，分析結果顯示港內污染物濃度隨時間的推移而呈現上下起伏之現象，隨著洋流進入同時亦伴隨著海水的流動而離開，在第 15 天至第 23 期間的污染物濃度幾乎為零，接著濃度又開始發生改變，在分析過程中並沒有觀察到污染物濃度隨時間累積的現象，這表示外廓堤的開口大小足以使海港區域內部海水與外部海水進行完整的對流作用，進而使污染物隨著海水的流動而進出海港區域，但本研究認為此現象仍須透過更長的分析時間以及更高解析度的網格來確認，另外在本研究分析期間計算所得之濃度最大峰值為 4.042 Bq/L，而年平均濃度則為 0.4450 Bq/L。

此外圖 3-90 繪製了 26 個監測區域與其污染物年平均濃度之關係，觀察監測區域 1 至 5、6 至 10、11 至 15、16 至 20 以及 21 至 25 可以發現污染物年平均濃度隨著離岸距離的增加而減少，這是由於污染物

在洋流的作用下主要集中在沿岸區域所致；另外根據監測區域 1、6、11 以及 11、16、21 的年平均濃度計算結果顯示，當監測區域的位置越靠近排放口位置時，該區域內之污染物濃度較大，因此監測區域 26 之年平均濃度計算結果高於其它區域。

最後圖 3-91 至圖 3-101 分別為計算所得之第 0 天至第 42 天污染物分布情形，從分析結果可以發現海港區域案例之污染物分布情形與沿岸區域案例類似，在洋流的影響下，污染物主要集中在沿岸區域，且南-北向的濃度變化較東-西向更加劇烈。

表 3-19、各監測區域內之污染物 45 天平均濃度及峰值

監控區域	年平均濃度(Bq/L)	峰值(Bq/L)	峰值出現時間(天)
Zone #1	0.1087	0.7606	11.33
Zone #2	0.0355	0.5387	11.00
Zone #3	0.0071	0.1489	43.63
Zone #4	0.0014	0.0942	8.67
Zone #5	0.0011	0.0772	9.00
Zone #6	0.3094	1.6650	43.63
Zone #7	0.0566	0.6910	10.67
Zone #8	0.0044	0.1638	8.67
Zone #9	0.0012	0.0627	8.67
Zone #10	0.0008	0.0578	9.00
Zone #11	0.5761	1.9940	42.72
Zone #12	0.0581	0.6724	10.34
Zone #13	0.0029	0.1334	9.00
Zone #14	0.0013	0.0788	9.00
Zone #15	0.0005	0.0299	9.33
Zone #16	0.3214	1.6640	31.94
Zone #17	0.0807	0.6223	10.00

Zone #18	0.0046	0.1581	9.33
Zone #19	0.0015	0.0725	9.33
Zone #20	0.0009	0.0478	32.64
Zone #21	0.1592	1.3470	32.29
Zone #22	0.0947	0.9392	29.98
Zone #23	0.0053	0.1201	10.00
Zone #24	0.0017	0.0604	9.664
Zone #25	0.0012	0.0435	9.66
Zone #26	0.4450	4.042	43.06



圖 3-82、海港區域案例之監測區域劃分

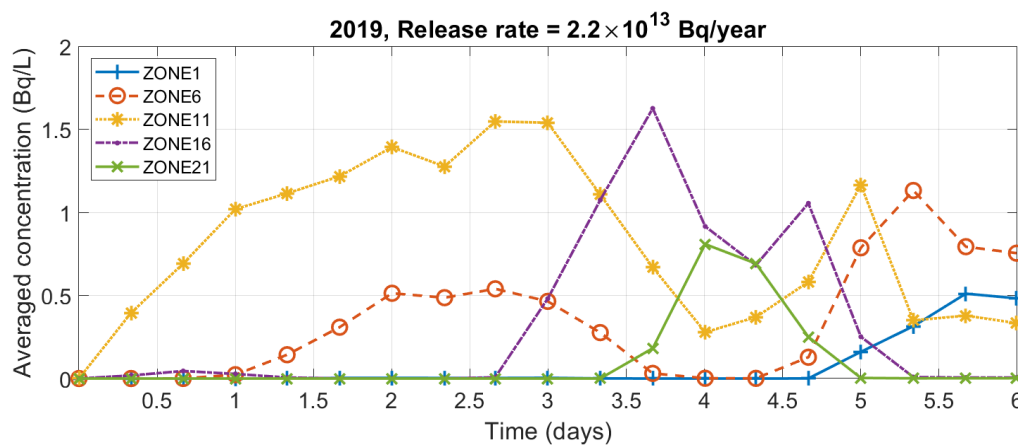


圖 3-83、0 至 6 天監測區域 1、6、11、16 以及 21 污染物平均濃度變化

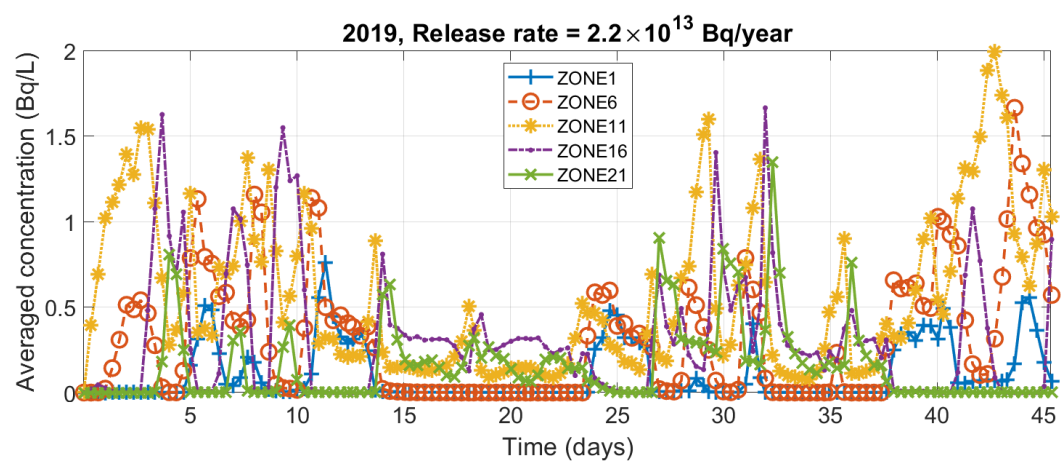


圖 3-184、監測區域 1、6、11、16 以及 21 污染物平均濃度變化

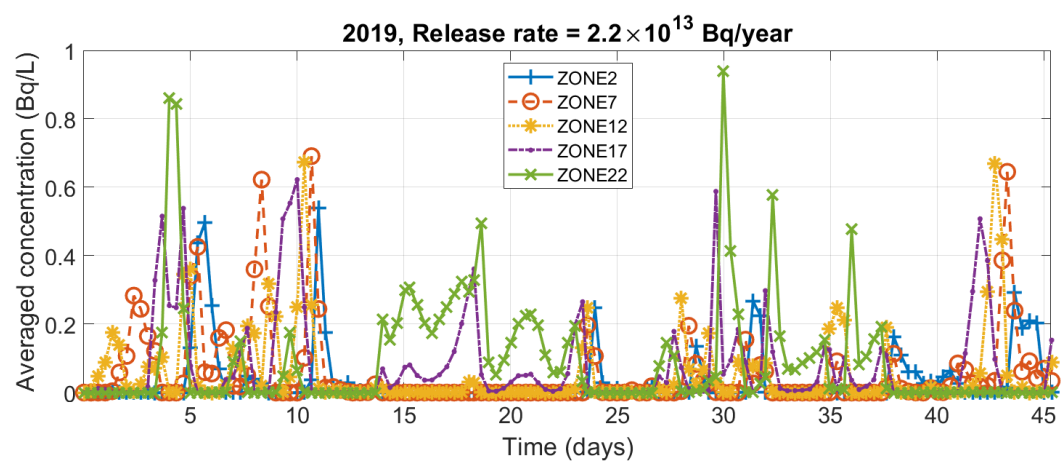


圖 3-85、監測區域 2、7、12、17 以及 22 污染物平均濃度變化

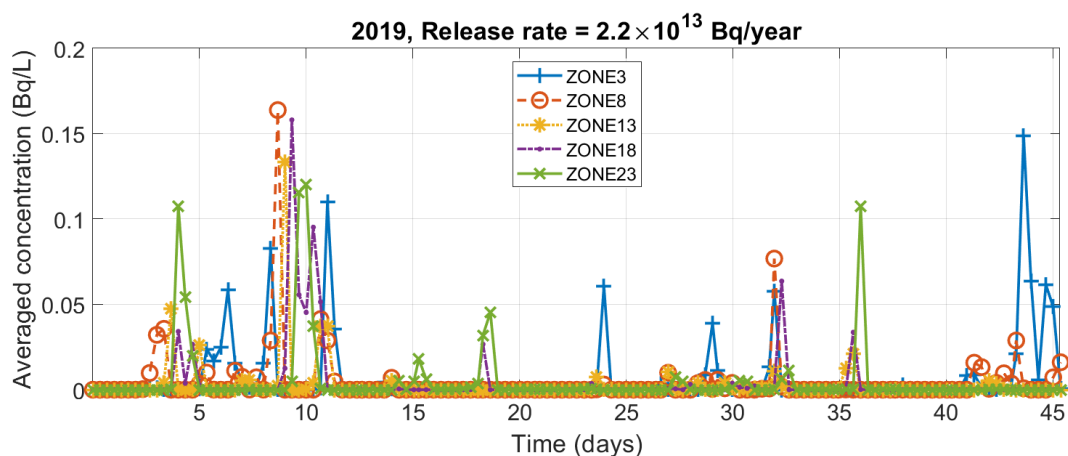


圖 3-86、監測區域 3、8、13、18 以及 23 污染物平均濃度變化

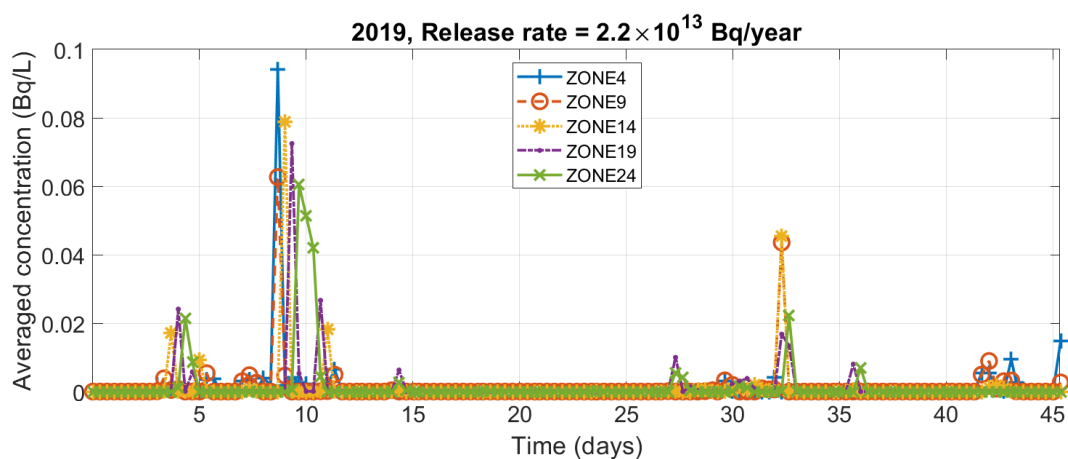


圖 3-87、監測區域 4、9、14、19 以及 24 污染物平均濃度變化

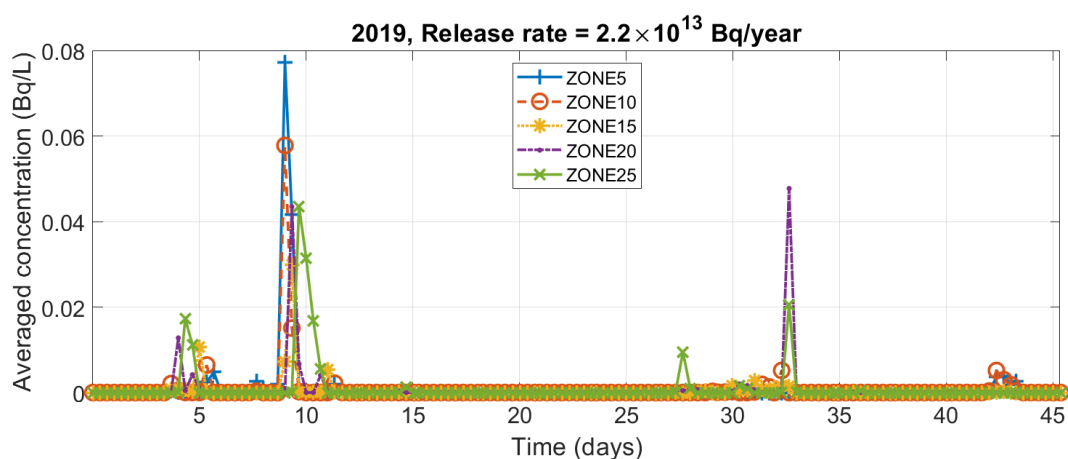


圖 3-88、監測區域 5、10、15、18 以及 23 污染物平均濃度變化

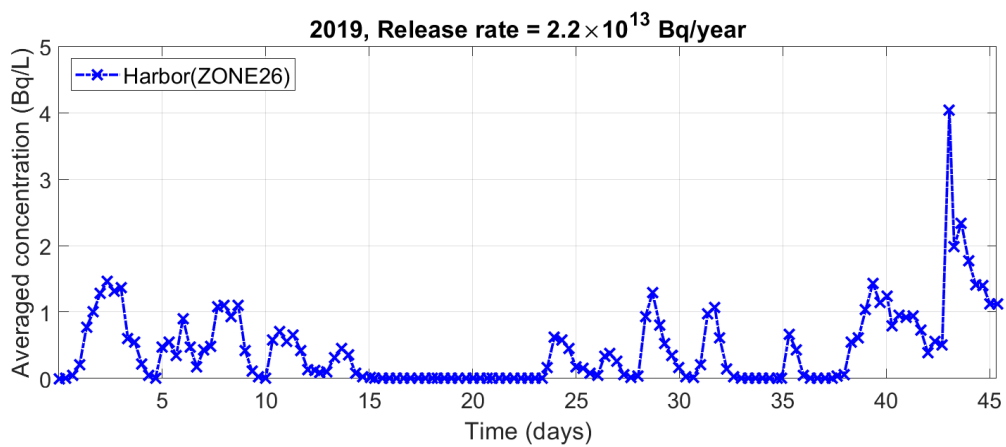


圖 3-89、海港(監測區域 26)區域內污染物平均濃度變化

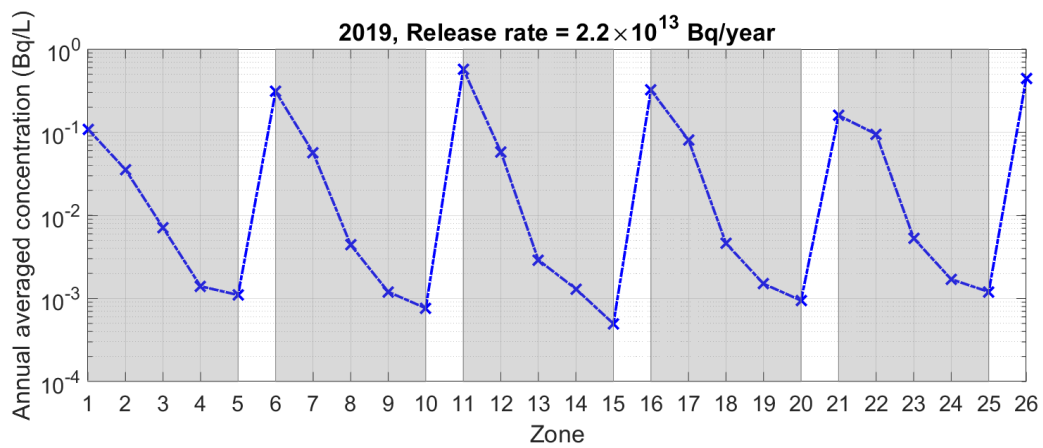


圖 3-90、各監測區域污染物年平均濃度

Time = 0.0000e+000

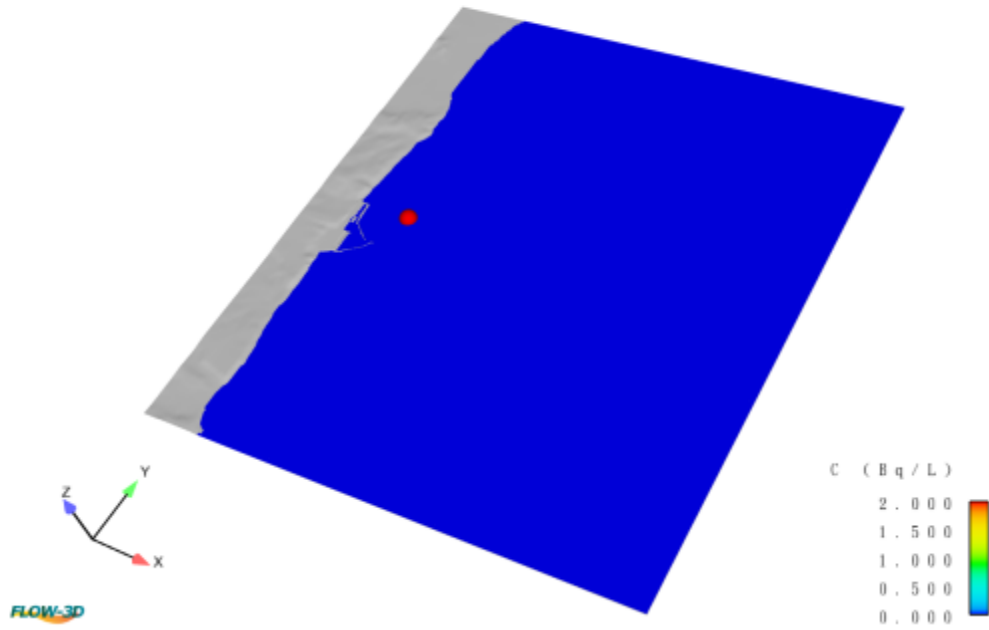


圖 3-91、第 0 天之污染物分布計算結果

Time = 3.6288e+005

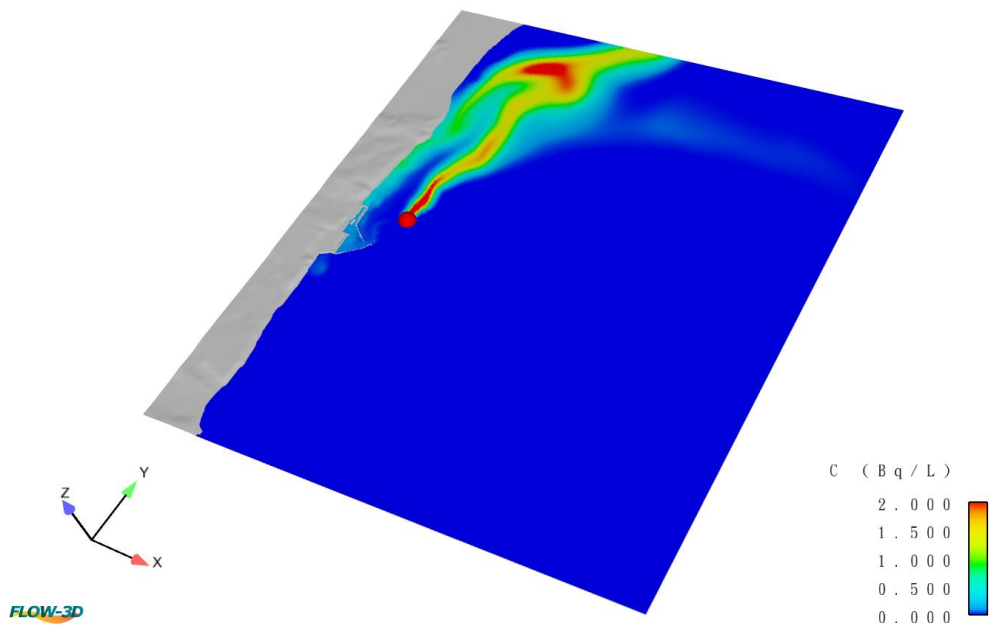


圖 3-92、第 4.2 天之污染物分布計算結果

Time = 7.2576e+005

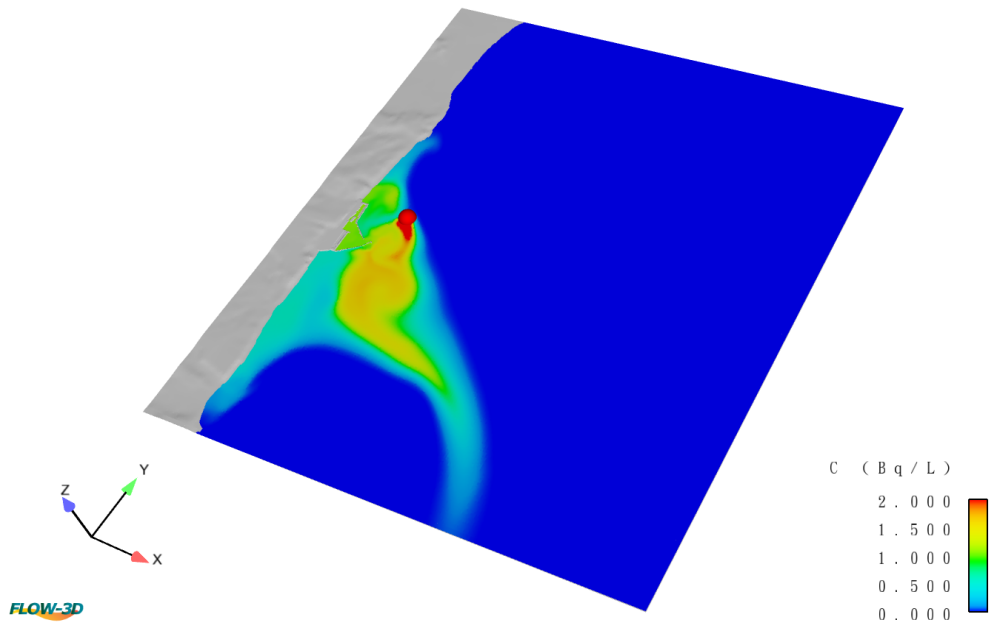


圖 3-93、第 8.4 天之污染物分布計算結果

Time = 1.0886e+006

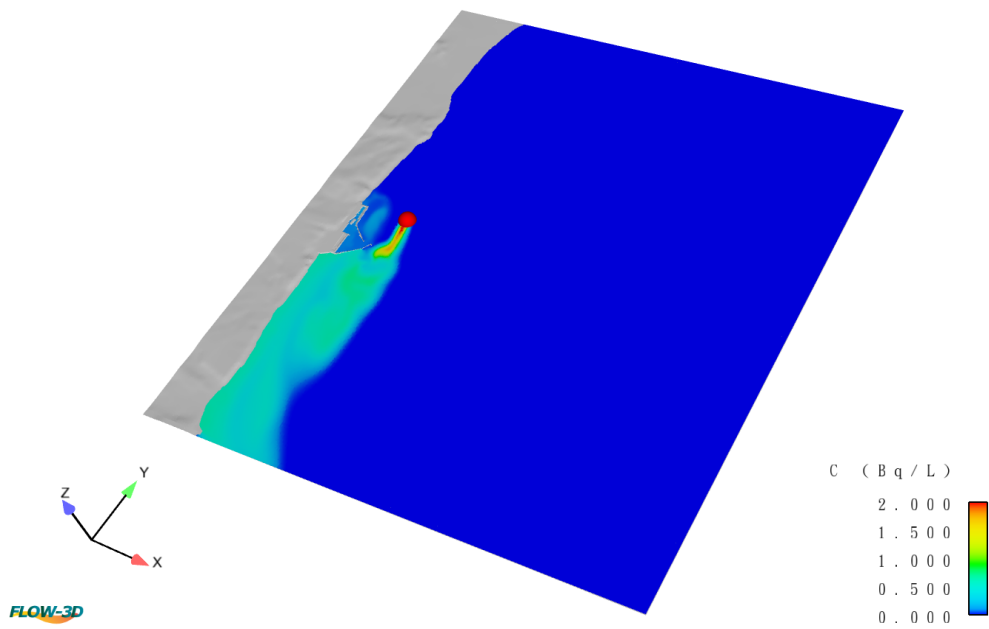


圖 3-94、第 12.6 天之污染物分布計算結果

Time = 1.4515e+006

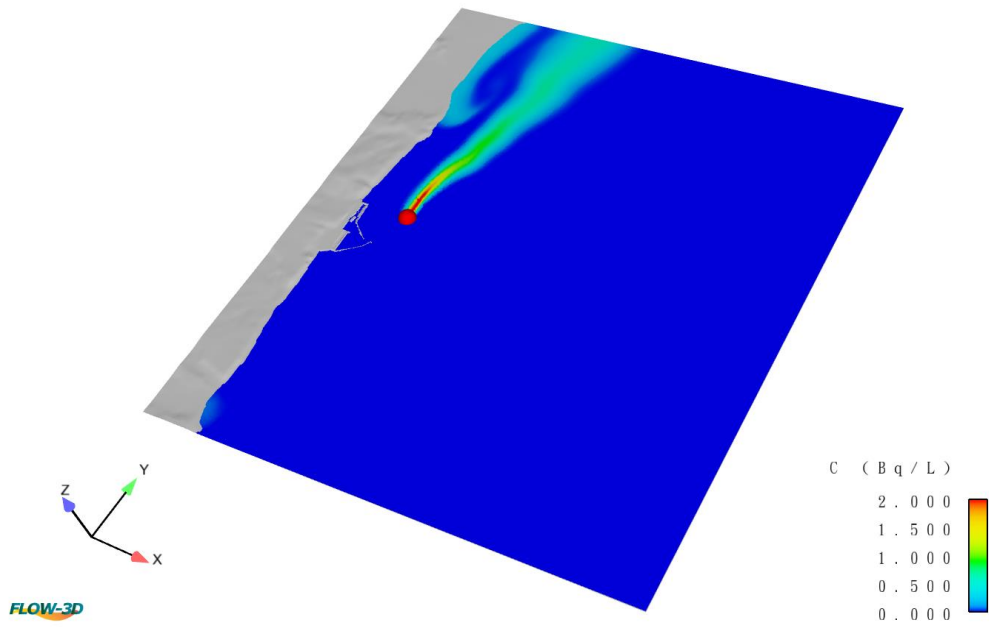


圖 3-95、第 16.8 天之污染物分布計算結果

Time = 1.8144e+006

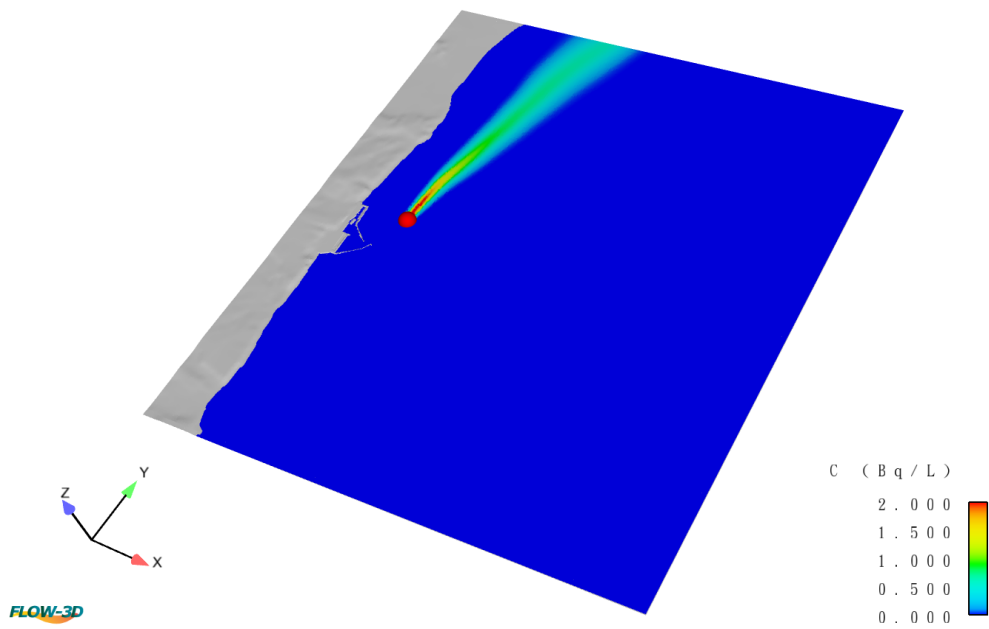


圖 3-96、第 21 天之污染物分布計算結果

Time = 2.1773e+006

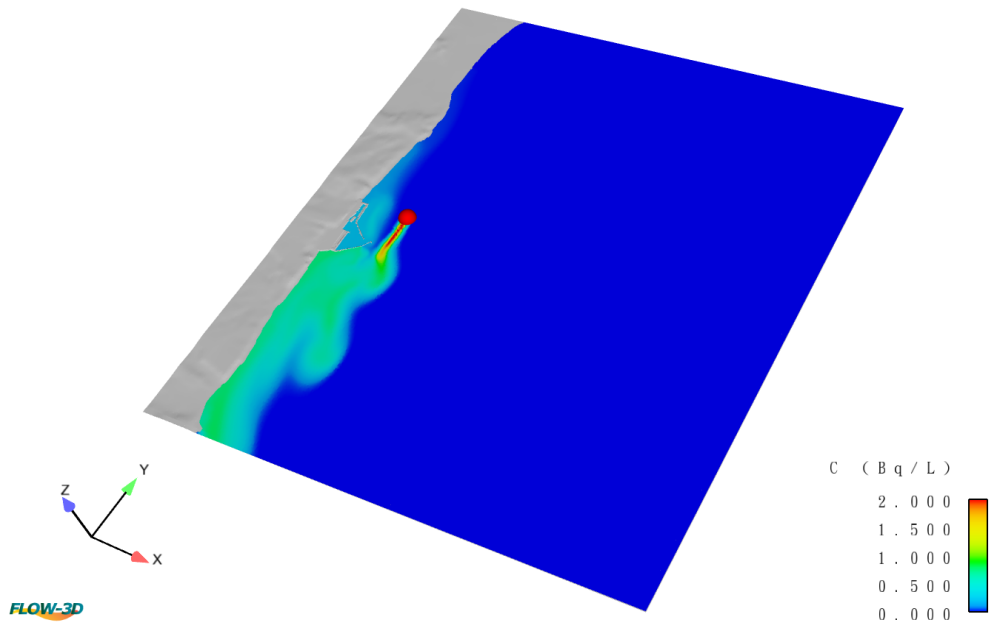


圖 3-97、第 25.2 天之污染物分布計算結果

Time = 2.5402e+006

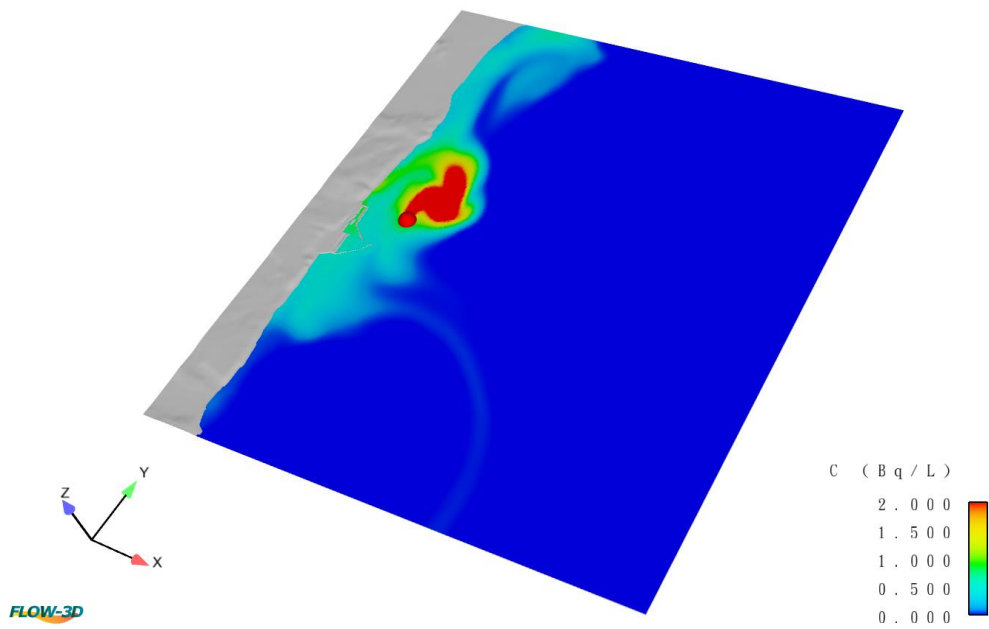


圖 3-98、第 29.4 天之污染物分布計算結果

Time = 2.9030e+006

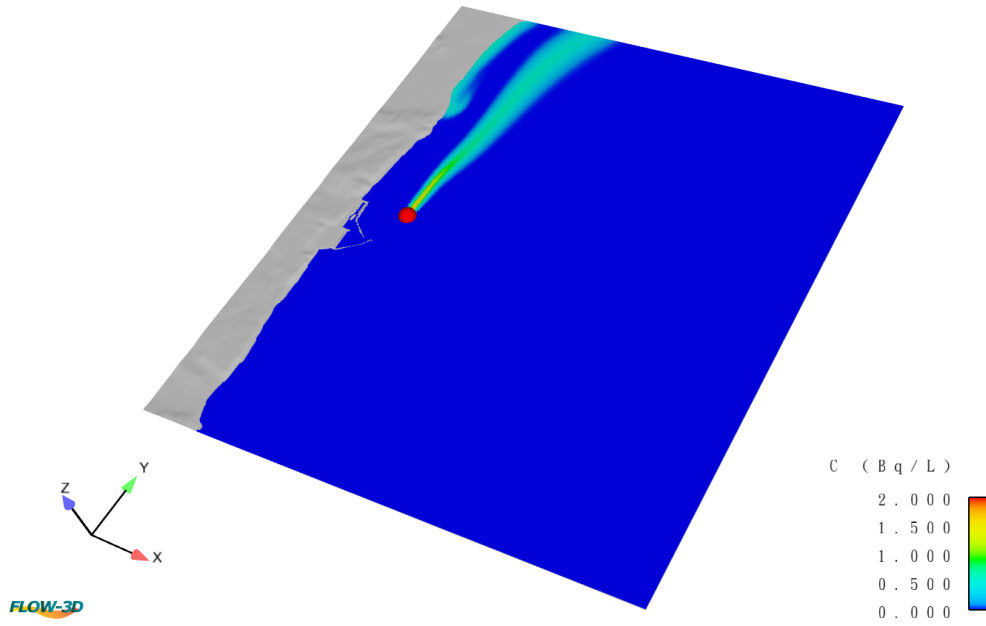


圖 3-99、第 33.6 天之污染物分布計算結果

Time = 3.2659e+006

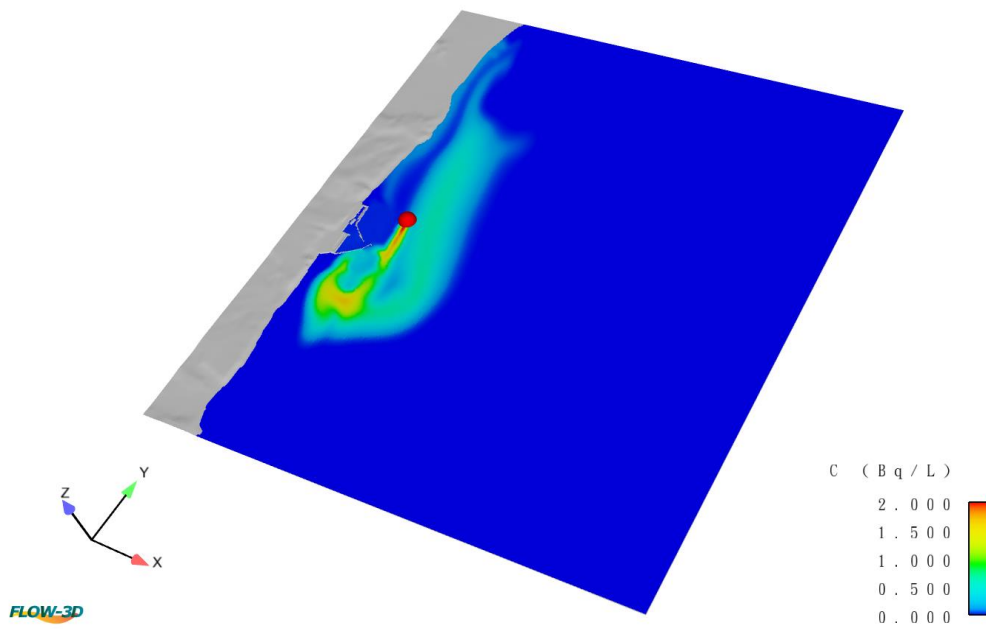


圖 3-100、第 37.8 天之污染物分布計算結果

Time = 3.6288e+006

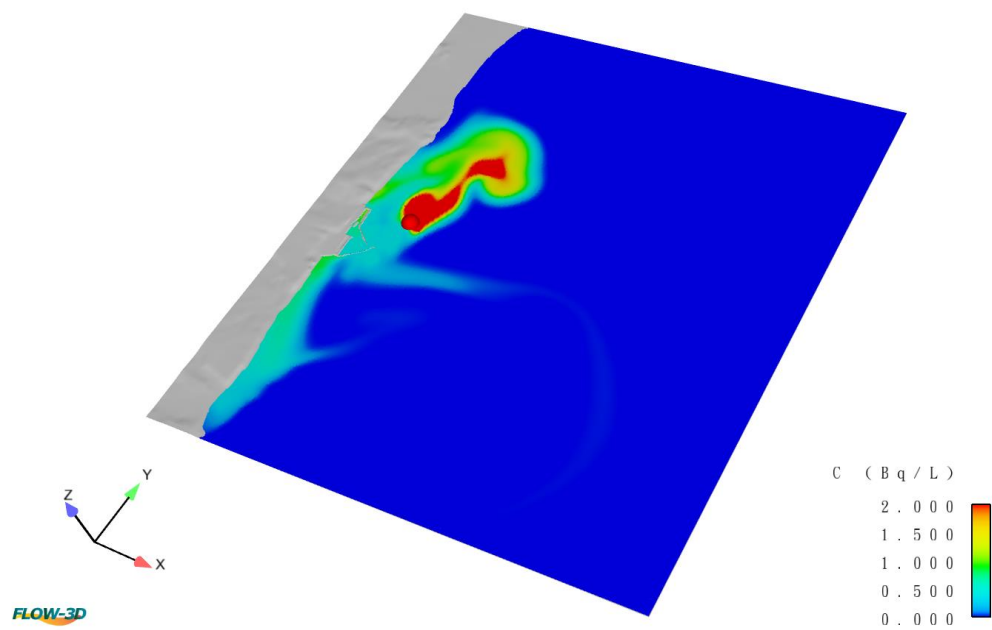


圖 3-101、第 42 天之污染物分布計算結果

本研究使用淺水波方程式以及擴散-對流方程式分別解算沿岸區域的流場變化以及污染物排放後在洋流作用下的擴張情形，並各自針對沿岸區域案例和海港區域案例，在監測區域範圍內之污染物平均濃度變化進行討論，其中地形與洋流資料皆由津旨大輔(Daisuke Tsumune)博士提供，洋流和海平面高度資料來自津旨博士透過 ROMS 針對 ALPS 處理水排放後對環境之放射性影響的研究成果，上述資料之時間區間從 2019 年 1 月到 12 月；此外在分析案例中設定之污染物年排放率以及活度分別為 2.2×10^{13} Bq/year 與 1500 Bq/L，換算為排放濃度和體積流率則分別為 4.2×10^{-12} kg/m³ 以及 0.465 m³/s。

從沿岸區域案例之分析結果可以發現，監測區域內之污染物濃度大小隨著分析時間的推移而上下振盪，透過排放口排入海中的污染物隨即在洋流的對流作用下被帶往它處，因此並未發現監測範圍內污染物濃度累積之現象，其中濃度的三個高峰分別出現在第 65.51 天、第 244.2 天以及第 356.5 天，其值分別為 0.3363 Bq/L、0.3384 Bq/L 以及 0.3159 Bq/L，而濃度的最低值則分別為第 21.88 天的 0.0109 Bq/L、第 36.4 天的 0.0174 Bq/L 以及第 152.8 天的 0.0201 Bq/L，監測範圍內之污染物年平均濃度計算結果為 0.1369 Bq/L，而津旨博士透過 ROMS 分析之結果[1]顯示，監測範圍內整體海水之污染物年平均濃度為 0.056 Bq/L，由於津旨博士使用之 ROMS 能夠在垂直方向劃分計算網格，藉此描述洋流在垂直方向之變化，故污染物可能隨著洋流經由三個不同的方向逸散，但是本研究透過 FLOW-3D，以淺水波方程式對流場進行解算工作，不考慮海水在垂直方向的流動對污染物之影響，因此本研究分析所得結果較為保守，津旨博士亦認為本研究之分析成果合理。另外從污染物分布計算結果可以發現，污染物的擴張範圍主要集中在沿岸區域附近，儘管出現往離岸方向擴張的現象，但隨即在洋流對流作用下又漸漸地往近岸區域集中，整體而言，其分布範圍在南-北向

之變化較東-西向來得劇烈，本研究認為這是洋流的動量在南-北向大於東-西向所導致。

另外在海港區域案例為探討不同區域內污染物濃度之變化，本研究將此案例劃分為 26 個監測區域，其中監測區域 1、6、11、16 以及 21 在分析期間出現的平均濃度峰值大小依序為監測區域 11 的 1.9940 Bq/L (第 42.72 天)、監測區域 6 的 1.6650 Bq/L (第 43.63 天)、監測區域 16 的 1.664 Bq/L (第 31.94 天)、監測區域 21 的 1.347 Bq/L (第 32.29 天)以及監測區域 1 的 0.7606 Bq/L (第 11.33 天)；而年平均濃度之大小依序為監測區域 11 的 0.5761 Bq/L、監測區域 16 的 0.3214 Bq/L、監測區域 6 的 0.3094 Bq/L、監測區域 21 之 0.1592 Bq/L 以及監測區域 1 之 0.1087 Bq/L。除此之外，從監測區域 2、7、12、17 以及 22 之污染物平均濃度變化計算結果可以發現，污染物之濃度隨著離岸距離的增加而減少，其中污染物平均濃度峰值出現在監測區域 22，其值為 0.9392 Bq/L (第 29.98 天)，而年平均濃度大小則分別為監測區域 22、17、12、7 以及 2 的 0.0947 Bq/L、0.0807 Bq/L、0.0581 Bq/L、0.0566 Bq/L 以及 0.0355 Bq/L。除了上述區域外，監測區域 3、8、13、18、23 以及 4、9、14、19、24 和 5、10、15、20、25，在分析期間出現之最大濃度分別為監測區域 8 的 0.1638 Bq/L (第 8.67 天)、監測區域 4 的 0.0942 Bq/L (第 8.67 天)以及監測區域 5 的 0.0772 Bq/L (第 9 天)，其他區域之計算結果請參考表 3-19。

此外從海港區域案例之污染物濃度分布計算結果中發現，與沿岸區域案例類似，在洋流的影響下，污染物主要集中在沿岸區域，且南-北向的濃度變化較東-西向更加劇烈，這是因為兩個案例所使用的洋流條件相同所致。除此之外亦可觀察到在第 4.2 天、第 8.4 天以及第 12.6 天的分析結果可以看到在海港區域內部以及外部污染物濃度的梯度變化相當顯著，這表示海港具有延緩污染物擴散的特性，由於海水皆經由外廓堤開口處進出，加上

幾何效應的影響，造成出口處附近產生渦流，以及海港內部海水對流效果不佳等現象，使得海水交換率受到影響，因此當污染物進入海港區域後並不會立刻在洋流的對流作用下而離開，而是在其內部停留一小段時間後，再經由外廓堤開口處流出海港區域，因此在較短的時間區間內，海港具有困住污染物的特性，換句話說污染物在短時間內會在海港區域內累積，但隨時間的推移，污染物最終將在洋流的影響下被帶離海港，此時其內部污染物之濃度將隨之下降，因此在較長的時間尺度下無法觀察到污染物隨時間累積的現象發生，但本研究認為此現象仍須透過更長的分析時間以及更高解析度的網格來確認。

子項計畫四：海洋輻射沿岸生態系核污染採樣調查

【目標 4】

本子項配合前子項（子項 3）擴散預報模式模擬結果，針對最早可能受影響的區域，進行臺灣東北部、東部、東南部以及西南部海域等 6 個生態系採樣點調查。

【目標 4 關鍵成果 1】

國海院於 112 年第 1 季日本尚未進行含氚廢水排放前，透過臺灣沿近岸生態系放射性調查，以掌握近岸具代表性海洋生物物種放射性物質背景值及其分布與棲息環境等資訊，並於 112 年 8 月 24 日中午，日本福島放射性處理水排放後，持續進行調查監控各代表性物種。針對首當其衝的東北部、東部、東南部以及西南部海域進行採樣調查，範圍包含石門、龍洞、花蓮、宜蘭大溪、臺東成功及屏東東港等海域生物體內放射性基線調查；日本排放含氚廢水前以建立代表性生物體內之基本背景值資料為主，並於 8 月 24 日日本開始排放後，持續進行前述六個海域生物放射性監測比對，確認我國沿近岸生態是否受日本福島含氚廢水的入侵影響及其對海域生態系的衝擊。

本計畫持續進行臺灣海域（東北部、東部、東南部以及西南部海域）潮間帶及亞潮帶魚類、無脊椎動物等生物採樣分析。其生態系分類包含東北部岸際：石門（藻礁）、龍洞（岩礁）及花蓮（礫石、沙灘）；東部沿近岸：宜蘭大溪、臺東成功及西南部沿近岸：屏東東港（食物鏈傳遞），於完成採樣後將物種樣品交由國原院進行分析及檢驗。針對未來可能遭受影響的區域，設計一系列的採樣與研究方法，故調查方式將依各區域生態系及環境的不同而有些許差異，並於每季採取部分相對應具代表性的物種，樣品採集後立即送至國原院進行分析。藉由計畫執行，逐步建立沿近岸海域生態系核輻射檢測的採樣方法、代表性物種，以及各採檢物種體內之核輻射背

景值等。規劃如下：

1. 潮間帶調查：

在樣區範圍內以非固定採樣的方式進行物種採樣，各物種之調查方式如下：

- (1) 魚類：以浮潛或潛水之方式，於潮池內或利用漲潮時觀察水體內之定居性魚類或隨潮水游進之魚類，直接計數種類或拍照錄影供後續之種類鑑定；設置流刺網進行採集，並放置一個潮水後再進行採收，較深之潮池可利用一支釣之方式進行採集，並記錄釣獲之魚種與位置，部分中小潮池，亦可輔以麻醉劑採樣，以提升採捕效率。
- (2) 無脊椎動物：選擇大潮退潮時前往樣區，在樣區範圍內以非固定採樣的方式進行物種採樣，並記錄物種出現的潮位。
- (3) 甲殼類及軟體與棘皮動物：於潮間帶樣區選擇生物多樣性高的採樣地點，以 GPS 進行實地定位並拍照記錄現場環境。在大潮退至最低潮之前後 20 分鐘進行採樣。

2. 亞潮帶調查：

利用水肺潛水及非固定採樣方式進行物種採樣，並記錄物種出現之深度及位置。

- (1) 魚類：盡量觀察及採集各式各樣之水下微棲息地，以採獲更全面的魚類物種標本。
- (2) 無脊椎動物：甲殼類及軟體與棘皮動物：亞潮帶調查則無考慮樣區高低潮時間。由 3 名潛水員進行船潛採集，在樣區內選擇生物多樣性較高的採集點後，以 GPS 實地定位，採集範圍水深 5 至 20 公尺，採樣時間 40 分鐘，亦盡量紀錄所有發現的大型甲殼類和軟體及棘皮動物等，進行物種的採集。

3. 本計畫之採樣規劃，將臺灣東北部海域（石門、龍洞及宜蘭大溪）、東部海域（花蓮）、東南部海域（臺東成功）及西南部海域（屏東東港）分為潮間帶、亞潮帶及漁港採集，並於完成採樣後將物種樣品交由國原院進行分析及檢驗。採樣方式將依各區生態系及季節採取相對應具代表性的物種，並將樣品以冷凍保存，送至國原院進行分析。本計畫採樣初步規劃於 2021 年第 4 季（10~12 月）開始，至 2022 年第 4 季（10~12 月）為止，每季完成 1 次採樣作業，共計 5 次，目前已完成第 1~3 次生物樣本採集（圖 4-1），並由國原院進行分析中，第 4 次採樣作業亦已同步進行中。本計畫採樣作業規劃如下：
- (1) 採樣時間：於 2021 年第 4 季（10~12 月）開始，至 2022 年第 4 季（10~12 月）為止，每季完成 1 次採樣作業，共計 5 次。
- (2) 採樣類別：本計畫於各規劃之採樣點，進行生態系物種採集：
- A. 潮間帶：藻類、甲殼類、軟體動物及魚類。
 - B. 亞潮帶：藻類、甲殼類、軟體動物及魚類。
 - C. 漁港：小型魚類及中型魚類。
- (3) 採樣數量：
- A. 潮間帶及亞潮帶採集：
 - a. 藻類：每季採 2 種，重量各為 1 公斤（以大型藻類為主）。
 - b. 甲殼類：每季採 2 種，重量各為 300 公克。
 - c. 軟體動物：每季採 2 種，重量各為 300 公克。
 - d. 魚類：每季採 2 種，重量各為 300 公克。
 - B. 漁港採集：
 - a. 小型魚類：每季採 2 種，重量各為 1 公斤。

b. 中型魚類：每季採 2 種，重量各為 1 公斤。



圖 4-1. 臺灣沿近岸生態系生物樣本採集站點

於本年度應對計畫中，國海院已完成 4 季次臺灣沿近岸生態系生物樣本採樣工作，完成 3 處漁港及 3 處沿近岸生物採集。本次採集漁港魚類（以非經濟性為主）小型計 24 公斤、中型計 24 公斤及生態系生物，藻類計 24 公斤、甲殼類計 7.2 公斤、軟體動物計 7.2 公斤、魚類 7.2 公斤，後續由國原院進行分析，以持續收集氙水排放前生物體輻射背景基線資料，並與日本 8 月 24 日開始含氙廢水排放後之生物樣本進行比對，確認其對臺灣沿近岸生態系生物之影響。本年度生態系樣本採樣共計 96 組樣本（3 個樣點*4 類*2 種 *4 季）；漁港樣本共計 48 組樣本（3 個樣點*2 類*2 種 *4 季），詳如表 4-1 及附件三之樣本

採樣紀錄。

表 4-1. 臺灣沿近岸生態系生物採樣及分析結果

		石門	龍洞	磯崎	大溪	成功	東港
112 年 第 1 季	採樣日期	112.02.24	112.03.24	112.02.09-10	112.02.10	112.02.15	112.02.14
	採樣數量	8	8	8	4	4	4
	送樣日期	112.03.14					
	銫-137	<MDA(0.34)~0.71 Bq/kg (均未超標)					
	自由水氚	<MDA(0.3)~0.61 Bq/kg (無異常)					
	有機鍵結氚	<MDA(0.03)~0.67 Bq/kg (無異常)					
112 年 第 2 季	採樣日期	112.05.02	112.05.08	112.04.19-20	112.05.05	112.05.10	112.05.09
	採樣數量	8	8	8	4	4	4
	送樣日期	112.06.15					
	銫-137	<MDA(0.34)~0.71 Bq/kg (均未超標)					
	自由水氚	<MDA(0.3)~0.61 Bq/kg (無異常)					
	有機鍵結氚	<MDA(0.03)~0.67 Bq/kg (無異常)					
112 年 第 3 季	採樣日期	112.07.19- 112.08.21	112.07.19- 112.08.21	112.07.17-21	112.07.21	112.08.09-10	112.08.08
	採樣數量	8	8	8	4	4	4
	送樣日期	112.09.12					
	銫-137	<MDA(0.34)~0.71 Bq/kg (均未超標)					
	自由水氚	<MDA(0.3)~0.61 Bq/kg (無異常)					
	有機鍵結氚	<MDA(0.03)~0.67 Bq/kg (無異常)					
112 年 第 4 季	採樣日期	112.10.3	112.10.3	112.10.11-14	112.10.13	112.10.17-18	112.10.16
	採樣數量	8	8	8	4	4	4

	送樣日期	112.11.07
	銫-137	<MDA(0.34)~0.71 Bq/kg (均未超標)
	自由水氚	<MDA(0.3)~0.61 Bq/kg (無異常)
	有機鍵結氚	<MDA(0.03)~0.67 Bq/kg (無異常)

*MDA 為試樣之放射性分析及能譜分析，最小可測量值 (Minimum Detectable Amount, MDA)

*生物氚包含組織自由水氚和有機鍵結氚。

*目前我國尚無生物氚容許量標準，本計畫為進行生物氚含量背景基線調查研究，檢測結果係與先前蒐集背景基線數據進行比較，以判斷是否有無異常。

四、 結果與討論

本計畫重點為因應日本氬水排放的第一年度，基於三原則四配套，從源頭管制、強化監測、擴散預報、資訊公開等面向進行技術開發，其相關成果及應用討論之細節皆於前述章節提及，而其整體之成果如下：

源頭管制：國際原子能總署(IAEA)已針對日本福島第一核電廠含氬廢水排放案，邀集包含中國、韓國、俄國、美國及加拿大等 11 個會員國專家籌組調查團，針對本案安全評估、安全管制以及取樣分析驗證等面向，依據國際安全標準進行審查，並經 5 次赴日現場視察後，IAEA 認為日方的排放計畫符合國際安全標準，且排放作業對民眾和環境造成的輻射影響可以忽略。為此，本計畫持續蒐集日本資訊，籌組觀察團赴日、進行台日技術交流會議，確保持續取得最新資訊，並公布給民眾。

強化監測：本計畫由核安會與衛福部、農業部、海委會的跨部會合作強化輻射監測作為，執行海水、漁產、環境生態樣品及日本進口食品之取樣檢測，迄今檢測結果均無輻射異常，未來亦將持續進行漁產及海水監測，並將監測結果與日本排放前建立的背景資料庫進行比對分析，據以滾動調整監測計畫。

擴散預報：為預先掌握日本福島含氬廢水排放對臺灣海域的影響，由核安會與氣象署合作開發 100 年日本福島事故後的十年歷史洋流資料，進行氬廢水擴散濃度動態模擬分析，結果顯示主要的含氬廢水，沿北太平洋洋流向東流向美國西岸，而部份則受北太平洋中尺度渦流影響，約在排放 1 至 2 年後到達臺灣附近海域，氬濃度約在排放 4 年後達到最大值，約在 100 萬分之 1 Bq/L 的範圍，遠低於臺灣海域的氬環境背景平均值 0.5Bq/L，以及氬的輻射儀器偵測極限 0.1 Bq/L，對臺灣附近海域輻射安全影響，已至可忽略的程度。2023 年 8 月 24 日日方正式排放後，系統依據實際排放情形進行擴散動態模擬評估，提供海洋氬濃度擴散預報，並於資訊平台首頁

之一週擴散預報概述提供排放源濃度資訊、未來一週海流變化趨勢與含氚廢水擴散預報影響範圍，將系統產出之科學數據轉換成親民易懂之文字敘述，並重點點出外界最為關注之訊息，即目前含氚廢水的排放對臺灣海域地區的影響。另外，資訊平台在擴散預報結果的呈現，以 10 年歷史擴散模擬的結果進行每日擴散預報之燈號顯示，在含氚廢水主要傳輸方向分為兩區，「日本本州東部海域」與「黑潮延伸流東區」，其中黑潮延伸流東區涵蓋了我國遠洋漁場，因此「日本本州東部海域」的擴散預報濃度變化可預知將在多久之後影響到「黑潮延伸流東區」，以目前之預報結果來看，含氚廢水 10^{-7} Bq/L 濃度線於 9 月下旬進入到「日本本州東部海域」，約一個半月後，也就是 11 月中左右開始影響到「黑潮延伸流東區」，且由於擴散作用的影響，「日本本州東部海域」之最大值為「黑潮延伸流東區」的 10 倍，因此，依據上述兩區之濃度變化時程與濃度大小差異，可提供異常濃度發生時，提供相關單位預先增加採樣頻率的參考依據。除上述兩區外，另外三區為依照氚廢水可能影響臺灣周圍海域的途徑所劃分，因此「關島西北方海域」與「沖繩群島周圍海域」皆可做為「臺灣周圍海域」之”前哨觀察區”，但至 2023 年年底為止，尚未影響到這三區，故其之間的影響變化尚且未知，可做為後續擴散預報觀察之重點。

資訊公開：為強化民眾溝通及資訊公開，本計畫建置放射性物質海域擴散海洋資訊平台(網址：<https://tworis.nusc.gov.tw/RD00P//>)，參照國際安全標準嚴格監測，將海水監測與擴散預報等科學專業數據，轉譯為淺顯易懂的燈號，以公開、透明、專業的立場，超前部署政府因應作為，確保我國海域與民眾輻射安全，讓民眾能安心放心。

此外，為使計畫執行單位與相關專家學者能有更多跨域合作，經驗交流分享的機會，本計畫於 112 年 12 月 6 日於集思台大會議中心辦理「國家海域放射性物質擴散預警及安全評估技術研討會」，研討議題涵蓋：放射性

物質海域擴散分析、食品評估與風險溝通、漁獲物取樣規劃、臺灣沿近岸生態系輻射監測、生物氙檢測技術、輻射劑量評估各不同面向。總計約 78 位與會者，共 16 個單位參與研討會，會議過程中，透過專家講座深入淺出的說明，與會者與專家學者進行熱烈討論。藉由舉辦本次研討會，不僅使參與者能對各項專業議題有更深入的認識，也達到學術交流與研究經驗分享之目的。

附表、佐證資料表

【A 論文】

題名	作者	發表處及日期	文獻類別	被引用次數	成果歸屬
日本福島核電廠放射性物質進入太平洋十年流布狀況模擬	王啓竑、王建堯、東佳穎、于嘉順、曾慧婷、鄧仁星	2023 年天氣分析與預報研討會(2023 年 9 月 5-7 日)	A-2-1		國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫
日本福島核電廠放射性物質作業化擴散模式開發與建置	王啓竑、顏辰宇、東佳穎、于嘉順、曾慧婷、鄧仁星	2023 年海洋工程研討會(2023 年 10 月 5-6 日)	A-2-1		國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫
日本福島排放含氚核廢水對太平洋地區的影響	鄧仁星、曾慧婷	2023 年深層海水國際研討會(2023 年 11 月 13 日)	A-2-1		國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫
海水中氚活度濃度分析與鹽類干擾研究	李思偉、黃坪吉、沈錦昌	環境分析化學研討會(2023 年 5 月 17-18 日)	A-2-1		國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫

文獻類別：A-1 期刊論文 A-1-1 國內(篇) A-1-2 國外(篇)、A-2 研討會論文 A-2-1 國內(篇) A-2-2 國外(篇) A-3 專書論文 A-3-1 國內(篇) A-3-2 國外(篇)

【B 合作團隊(計畫)養成表】

團隊(計畫)名稱	合作對象	合作模式	團隊(計畫)性質	成立時間(西元年)	成果歸屬
福島氚廢水海洋傳輸擴散系統優化建置	西灣海環科技股份有限公司	B	A	2023	國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫
海水取樣及氚	水試所、海巡署、海保	B	A		國家海域放射

分析團隊	署、漁業署				性物質擴散預警及安全評估 應對計畫

註：合作模式分成 A 機構內跨領域合作、B 跨機構合作、C 跨國合作；團隊(計畫)性質分成 A 形成合作團隊或合作計畫、B 形成研究中心、C 形成實驗室、D 簽訂協議；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【C 博碩士人才培育表】

姓名	學歷	機構名稱	聯絡方式(地址/電話/MAIL)
王啓竑	中山大學海洋 環境及工程學 系博士候選人	西灣海環科技 股份有限公司	高雄市前金區七賢二路 322 號 4 樓之 3 07-2910566 wchihome@wbaytech.com.tw

學歷：博士碩士學士

【D1 研究報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年(西元年)	是否被採納	成果歸屬
氙水電解濃縮技術開發及性能測試	林士軒	2023	C	國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫
核設施與活動對海洋環境影響評估研究報告	楊雍穆	2023	C	國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫
國際間飲用水中氙核種參考標準研究報告	陳韋新、賴怡汝	2023	C	國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫

日本 ALPS 處理水海洋排放民眾劑量評估方法研究報告	陳懿璿、陳韋新	2023	C	國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫
日本 ALPS 處理水海洋環境保護劑量評估方法研究報告	陳懿璿	2023	C	國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫
日本 ALPS 處理水海洋排放對臺灣之關鍵曝露途徑及代表人研析報告	陳懿璿、陳韋新	2023	C	國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫
海水生物之氚代謝模式、代表性物種評估及日本東京電力公司之養殖研究	廖子權、蕭憲明、楊智翔	2023	C	國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫
015F 館除役完成後利用於含氚海水養殖實驗之輻射影響評估	廖子權、蕭憲明	2023	C	國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫
海洋放射性物質傳輸原理	黃珏吉	2023	C	國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫
東部沿近岸生態調查及採集專業服務案成果報告	廖德裕、劉莉蓮、黃蔚人、劉商隱、洪臧燮	2023	C	國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫
臺灣北部及東北	孟培傑、張睿	2023	C	國家海域放射性

部岸際生態資源 調查成果報告	昇、陳義雄、陳 天任、洪臧燮			物質擴散預警及 安全評估應對計 畫
-------------------	-------------------	--	--	-------------------------

註：是否被採納分成 A 院級採納、B 部會署級採納、C 單位內採納、D 存參；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【E 辦理學術活動表】

學術活動名稱	性質	論文數	參與人數	活動時間	辦理單位	成果歸屬
國家海域放射性物 質擴散預警及安全 評估技術研討會」	國內	8	78	20231206	核安會	國家海域放射 性物質擴散預 警及安全評估 應對計畫

【I1 辦理技術活動表】

技術活動名稱	活動性質	活動屬性	舉辦日期	人數	成果歸屬
福島氚廢水海 洋傳輸擴散分 析及預報系統 教育訓練(一)	A	A	20231004	4	國家海域放射性物質 擴散預警及安全評估 應對計畫
福島氚廢水海 洋傳輸擴散分 析及預報系統 教育訓練(二)	A	A	20231030	6	國家海域放射性物質 擴散預警及安全評估 應對計畫

註：性質分成 A 技術研討會、B 競賽活動、C 技術說明會或推廣活動、D 其他；屬性分成 A 國內技術活動、
B 國際技術活動；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【R 增加就業表】

廠商名稱	廠商統一編號	增加員工人數	增加之年度	成果歸屬
西灣海環科技股份有限公司	90687115	3	2023	國家海域放射 性物質擴散預 警及安全評估

				應對計畫
輻射偵測中心	85875165	2	2023	國家海域放射性物質擴散預警及安全評估 應對計畫

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【Y 資訊平台資料庫表】

資訊平台/資料庫名稱	內容描述	類別	資料筆數	成果歸屬
政府資料開放平台/臺灣海域輻射調查資料	臺灣海域輻射調查資料	Numerical	2371	國家海域放射性物質擴散預警及安全評估 應對計畫
政府資料開放平台/台灣海域放射性調查數據庫	台灣海域放射性調查數據庫	Numerical	180	國家海域放射性物質擴散預警及安全評估 應對計畫

註：類別分成 Bibliography、Numerical、Factual、Multimedia、Text；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【Z 調查成果】

調查成果名稱	內容描述	調查面積/筆數/物種數等	達成率	成果歸屬
臺灣北部及東北部岸際生態資源調查	沿近岸生態系 4 季的季節性生物調查採樣，並將樣本送國原院進行銨-137 和生物氚檢測分析	完成臺灣沿近岸 6 個點，4 季次共計 144 個生物樣本採集送驗。	100%	國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫
國際關注食品安全議題之研析	蒐集國際間針對近期核污染食品議題之最新評估研	2 篇	100%	國家海域放射性物質擴散預警及安

	究文獻			全評估應對 計畫
輸入水產動物類及藻類中放射性核種氬檢測分析調查	針對輸入水產動物類及藻類中放射性核種氬抽樣送檢測分析	100 件	100%	國家海域放射性物質擴散預警及安全評估應對計畫