

交通部中央氣象署
委託研究計畫期末報告

海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)

Researches on Monitoring and Operational Forecasting
of Rip Current at the Coastal Area (1/3)

計畫類別：氣象 海象 地震

計畫編號：MOTC-CWA-113-O-02

執行期間：113 年 03 月 08 日至 113 年 12 月 31 日

計畫主持人：蔡政翰教授

共同主持人：董東璟教授

執行機構：財團法人成大研究發展基金會

本成果報告包括以下應繳交之附件(或附錄)：

赴國外出差或研習心得報告 0 份

赴大陸地區出差或研習心得報告 0 份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各 0 份

中華民國 113 年 12 月修正

政府研究計畫(期末)報告摘要資料表

計畫中文名稱	海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)		
計畫編號	MOTC-CWA-113-O-02		
主管機關	交通部中央氣象署		
執行機構	財團法人成大研究發展基金會		
年度	113	本期期間	11303-11312
本期經費 (單位：千元)	1155		
執行進度	預定進度%	實際進度%	超前/落後%
	100	100	0
經費支用	預定支用經費 (單位：千元)	實際支用經費 (單位：千元)	支用比率%
	1155	1155	100
研究人員	職級	中文姓名	英文姓名
	兼任研究員	王敘民	Shu-Min Wang
		李鑑洲	Jian-Jhou Lee
		簡子傑	Zi-Jie Jian
報告頁數	159	使用語言	中文
中英文關鍵詞	裂流/rip current、數值模擬/numerical simulation、海象監測/monitoring、海象預警/forecasting		
研究目的	本計畫目的為強化中央氣象署對危險海象監測和預報的能力，具體研究目標在於將裂流預測模式和監測技術於實務作業化之應用，提供臺灣海岸地區潛在裂流發生區域之預警訊息。		
研究成果	<ol style="list-style-type: none"> 1. 持續分析裂流監測站影片，分析至少 2 年以上的影片，蒐集 830 筆裂流案例，並統計裂流發生時周遭海氣象環境，建立資料庫。 2. 以 YOLO 深度學習演算法建立乙套“裂流創新 AI 影像辨識模型”，提升影像辨識效率的同時，準確率亦提升至 9 成。 3. 協助中央氣象署進行裂流監測站建置規劃，選址屏東縣“大灣(墾丁)海域”和“南灣海域”兩處。 4. 完成 SCHISM-WWM 裂流數值預測模式的優化，模擬範圍擴大至全臺周遭海域，模式運算效率提升兩倍，裂流預測準確 		

	<p>率可達 7 成。</p> <p>5. 精進裂流經驗統計模型，加入外海海流因素以及裂流發生位置的參數，使模型各項指標提升 5 至 7%。</p> <p>6. 規劃作業化裂流預測模式架構，提出“數值預測模式”和“經驗統計模型”的運作流程、作業化架構、資料來源以及輸出結果展示範例。</p>
具體落實應用情形	<p>1. 本計畫所建置之裂流數值模擬模式和裂流經驗模式，已協助本案探討裂流特性和裂流發生成因，且規劃之作業化預測模式架構可於後續進行測試。</p> <p>2. 今(113)年度所完成之裂流創新 AI 影像判釋模式，可作為後續即時裂流監測系統之主要核心技術，並協助本案透過光學監測站影片蒐集案例，建立裂流案例與海氣象資料庫。</p>

(以下接全文報告)

摘要

裂流(Rip current)不易察覺，常出現在海岸邊(尤其是海灘型態)，流速強，垂直海岸線向海外流去，時常將遊客牽引流向外海，造成傷亡。本計畫旨在研發裂流監測和預警技術，並朝向作業化發展。

本計畫分析中央氣象署建置之裂流監視站拍攝影片，合計蒐集得 830 筆裂流案例，裂流發生時之波高介於 0.85 至 1.65 m 間、波向近乎垂直海岸線，且通常是高水位時期，但此時外海之流速通常不超過一節。此外，本案今年度也提供了五個潛在應建置裂流監測站的位置，以加速裂流案例的蒐集和分析。為提升影像分析效率，以及因應未來即時監測需求，本案透過 YOLOv7 深度學習演算法建立 AI 影像辨識模型，驗證結果顯示各項評估指標均可達 9 成，表示此模型在裂流偵測上具有一定的能力。

在裂流預測技術研究方面，已完成 SCHISM-WWM 數值模式的優化，水動力模擬結果的準確率可達 85% 以上，裂流預測的準確率亦已提高至七成，並發現裂流並非只發生在表層，有向下傳遞的現象，傳遞速度約為 0.02 m/min，而可傳遞的相對深度約 0.5 至 0.7 間。另外，本案將外海流場納入為影響因子和加入裂流發生位置的資訊重新建模後，發現預測準確性分別提高約 2-3% 和 6-8%，顯示外海流場對近岸裂流之發生亦略有影響，以及不同位置發生裂流所需的海氣象環境條件亦有所不同。

最後，本案分別提出以數值模式和經驗統計模式為核心建置作業化裂流預測模式的規劃，提供模式的運作流程、模式架構、模式所需的資料來源以及模式輸出的產品。

下表列出本計畫合約要求驗收項目與報告內容對照表：

交付項目	對應報告內容或章節
1.國內外裂流 AI 影像分析技術蒐集與評析	3-1 節、3-4 節
2.裂流監測站影像分析	第二章
3.裂流預警模式改進	第四章、第五章
4.裂流 AI 影像分析技術	3-2 節、3-3 節、3-4 節
5.建立裂流案例與海氣象環境資料庫	附錄 7
6.裂流監視站選點與規劃設計	2-5 節
7.建立作業化裂流預警示範系統	5-4 節

Abstract

Rip currents are difficult to detect, often occur near beaches, and pull swimmers offshore with strong, shore-perpendicular flows. This project aims to develop rip current monitoring and warning systems for operational use.

By analyzing footage from Central Weather Bureau stations, the project collected 830 rip current cases. Wave heights at occurrence ranged from 0.85 to 1.65 m, with nearly perpendicular wave directions, usually during high water levels. Offshore currents during these events were generally under one knot. Five new monitoring locations have been proposed to accelerate data collection and analysis. To enhance efficiency and enable real-time detection, the team built an AI model using YOLOv7, achieving over 90% accuracy in various metrics.

On the forecasting side, the optimized SCHISM-WWM model attained over 85% accuracy in hydrodynamic simulations and about 70% accuracy in rip current predictions. Results show rip currents can propagate downward at around 0.02 m/min to depths of 0.5–0.7 times the water column. Including offshore current data and rip current location information improved prediction accuracy by 2–3% and 6–8%, respectively—indicating offshore flows and site-specific factors both matter.

Finally, the project proposes operational rip current forecasting models using numerical and empirical approaches, detailing workflows, model structures, required data, and output products.

目 錄

政府研究計畫(期末)報告摘要資料表	i
摘 要.....	iii
Abstract	v
目 錄.....	vi
圖目錄.....	ix
表目錄.....	xiii
第一章 前言.....	15
1-1 背景.....	15
1-2 計畫目的.....	17
1-3 前期計畫成果摘錄.....	18
1-4 本計畫工作項目.....	22
第二章 歷史海岸裂流分析與資料庫建立.....	25
2-1 裂流光學影像監視站.....	25
2-1-1 監視站基本資料.....	25
2-1-2 監視站運作規劃.....	34
2-2 影像動態影像分析技術與方法.....	36
2-2-1 小波轉換邊緣偵測方法.....	36
2-2-2 裂流影像卷積和影像擴增.....	39
2-2-3 影像平均與幀數聚合.....	40
2-3 影像分析方法驗證.....	41
2-4 影像判釋結果與探討.....	43
2-4-1 裂流特性分析結果.....	44
2-4-2 裂流發生時海氣象特性分析.....	56
2-5 裂流監視站建置規劃.....	67

第三章 海岸裂流影像 AI 辨識技術	75
3-1 文獻回顧.....	75
3-2 深度學習方法(YOLOv7).....	76
3-3 模型建置.....	79
3-3-1 裂流影像蒐集.....	79
3-3-2 影像標籤與標籤格式.....	80
3-3-3 影像擴增.....	81
3-3-4 評估指標.....	82
3-4 模型訓練成果.....	83
第四章 裂流數值模式模擬.....	90
4-1 模式理論.....	90
4-1-1 開源碼 SCHISM 模式(SCHISM-WWM)	91
4-1-2 波浪模式 WAVEWATCH III	94
4-1-3 商業 SMS 模式(CMS-Wave & CMS-Flow).....	95
4-2 裂流數值模擬環境建置.....	97
4-2-1 水深地形網格.....	97
4-2-2 模式參數設置.....	101
4-3 裂流數值模式模擬結果與分析.....	106
第五章 裂流經驗預測模式建置.....	127
5-1 類神經網路演算方法理論.....	127
5-2 裂流經驗預測模式建置	131
5-2-1 輸入資料與建置流程.....	131
5-2-2 模式訓練.....	134
5-3 裂流經驗預測模式建置驗證結果.....	137
5-3-1 評估指標.....	137

5-3-2 模式訓練驗證結果.....	138
5-4 作業化裂流預測示範模式.....	142
5-4-1 作業化示範模式流程.....	142
5-4-2 作業化示範模式架構與資料.....	146
5-4-3 作業化示範模式展式介面.....	148
第六章 結論與建議.....	150
6-1 結論.....	150
6-2 建議.....	152
參考文獻.....	153
附錄一 評選會議紀錄.....	附 1
附錄二 期中報告審查會議紀錄.....	附 4
附錄三 期末報告審查會議紀錄.....	附 11
附錄四 第一次工作會議紀錄.....	附 18
附錄五 第二次工作會議紀錄.....	附 19
附錄六 第三次工作會議紀錄.....	附 20
附錄七 第四次工作會議紀錄.....	附 21
附錄八 裂流案例與海氣象資料統計表.....	附 22
附錄九 績效報告.....	附 48
附錄十 委託研究計畫執行聲明書.....	附 65

圖目錄

圖 1-1 裂流影像紀錄(拍攝者：蔡政翰教授，地點：宜蘭大里海岸).....	17
圖 1-2 本計畫研究進度甘梯圖	24
圖 2-1 裂流光學影像監視站設置位置(a.外澳、b.沙崙、c.福隆、d.大里).....	28
圖 2-2 宜蘭縣外澳監視站(更新前)影像觀測示意圖	29
圖 2-3 宜蘭縣外澳監視站影像觀測示意圖(上.攝影機 1、下.攝影機 2).....	30
圖 2-4 宜蘭縣大里監視站現場影像觀測示意圖	31
圖 2-5 新北市沙崙監視站影像觀測示意圖	32
圖 2-6 新北市福隆監視站影像觀測示意圖	33
圖 2-7 新北市白沙灣監視站拍攝範圍與架設位置示意圖	34
圖 2-8 中央氣象署海氣象站資料與影像回傳與儲存架構圖	35
圖 2-9 小波轉換邊緣偵測結果(左.攝影機 1、中.攝影機 2、右.攝影機 3).....	38
圖 2-10 裂流影像遮罩建置流程示意圖	40
圖 2-11 影像擴增採用之方法	40
圖 2-12 衛星影像與監視站影片裂流判釋位置比較結果	42
圖 2-13 裂流影像判釋結果	43
圖 2-14 宜蘭縣外澳海灘裂流發生位置分布示意圖	48
圖 2-15 宜蘭外澳海灘裂流各位置監視站實際拍攝結果	49
圖 2-16 新北市福隆海灘裂流發生位置分布示意圖	50
圖 2-17 新北市福隆海灘裂流發生示意圖	50
圖 2-18 新北市沙崙海灘裂流發生位置分布示意圖	51
圖 2-19 新北市沙崙海灘裂流發生示意圖	51
圖 2-20 宜蘭縣大里海灘裂流發生位置分布示意圖	52
圖 2-21 宜蘭縣大里海灘裂流發生示意圖	52
圖 2-22 外澳海灘裂流各位置案例數量與累計時長統計結果	53

圖 2-23 福隆、沙崙和大里裂流各位置案例數量與累計時長統計結果	53
圖 2-24 四座裂流光學影像監視站觀測之各位置裂流發生機率	54
圖 2-25 新北市福隆海域 F7 和 F8 間沙丘地形(2023/06/19).....	54
圖 2-26 新北市沙崙監視站第 S3 位置附近槽溝地形(2023/06/22).....	54
圖 2-27 四座監視站觀測之裂流平均各月份案例數量與累計時長統計結果	55
圖 2-28 宜蘭外澳海灘各位置裂流逐月發生機率	55
圖 2-29 新北市福隆、沙崙以及宜蘭縣大里各位置裂流逐月發生機率	55
圖 2-30 四座監測站裂流發生期間海氣象參數最大值	63
圖 2-31 四座監測站裂流發生期間海氣象參數最小值	64
圖 2-32 四座監測站裂流發生時間海氣象參數累計時長	65
圖 2-33 四座監視站觀測之裂流發生下海灘類型參數與相對潮差關係圖	66
圖 2-34 熱門遊憩時間(5 月至 10 月)與全年裂流發生時海氣象環境比對結果.....	66
圖 2-35 屏東縣大灣(墾丁)濱海遊憩區裂流潛勢分析-衛星航拍影像.....	69
圖 2-36 屏東縣大灣(墾丁)濱海遊憩區裂流潛勢分析-CMS 數值模擬模式	70
圖 2-37 屏東縣大灣(墾丁)濱海遊憩區裂流監測站架設位置示意圖.....	70
圖 2-38 屏東縣大灣(墾丁)濱海遊憩區裂流監測站拍攝範圍示意圖.....	71
圖 2-39 屏東縣南灣濱海遊憩區裂流潛勢分析-衛星航拍影像.....	72
圖 2-40 屏東縣南灣濱海遊憩區裂流潛勢分析-CMS 數值模擬模式.....	73
圖 2-41 屏東縣南灣濱海遊憩區裂流監測站架設位置示意圖	73
圖 2-42 屏東縣南灣濱海遊憩區裂流監測站拍攝範圍示意圖	74
圖 3-1 YOLO 演算法將影像切成多個網格並進行目標物偵測、邊界框框選與類別 判斷，以此來辨識目標物的位置與類別.....	77
圖 3-2 影像資料格式示意圖	80
圖 3-3 使用 Labellmg 標籤軟體標籤裂流發生的位置.....	81
圖 3-4 YOLO 標籤格式。標籤包含目標物(裂流)在畫面中的邊界框中心座標、寬	

與高.....	81
圖 3-5 應用多種影像擴增方法於裂流影像示意圖。.....	82
圖 3-6 單張灰階影像未使用影像擴增模型的訓練過程。.....	86
圖 3-7 單張灰階影像有使用影像擴增模型的訓練過程。.....	86
圖 3-8 單張彩色影像有使用影像擴增模型的訓練過程。.....	87
圖 3-9 平均彩色影像有使用影像擴增模型的訓練過程。.....	87
圖 3-10 不同模型實際影像辨識結果。.....	88
圖 3-11 本案建置之 AI 裂流影像辨識程式實際辨識成果.....	89
圖 4-1 本計畫設計全臺周遭海域模擬 SCHISM-WWM 模式計算網格.....	100
圖 4-2 SCHISM-WWM LSC2 垂直網格.....	100
圖 4-3 S-Z 混和垂直網格與 LSC2 垂直網格計算網格差異 (Zhang et al., 2014) ...	101
圖 4-4 HYCOM+GODA 臺灣周遭水動力(a.鹽度、b.溫度、c.水位、d.流速).....	104
圖 4-5 本計畫模擬台灣周遭海域長年波高分布圖.....	104
圖 4-6 氣象署 WRF 風場大氣資料.....	105
圖 4-7 前期計畫模式設置與高效率模式設置水位模擬散布圖.....	105
圖 4-8 SCHISM-WWM 裂流數值模式模擬與現場觀測站水動力驗證結果.....	111
圖 4-9 SCHISM-WWM 裂流數值模式模擬與現場觀測裂流發生位置比對結果...112	112
圖 4-10 2022/09/27 於宜蘭縣外澳海域 W9 位置發生之長時間裂流現象之數值模式與現場觀測比對結果(左.數值模式模擬結果、右.現場觀測結果).....	115
圖 4-11 同一時間下僅有在接近表面的位置(小於 1.5 m 水深)有裂流現象.....	118
圖 4-12 在模擬時間為 $t = 453480$ s 時，不同水深下流場變化情形.....	119
圖 4-13 在模擬時間為 $t = 465240$ s 時，不同水深下流場變化情形.....	120
圖 4-14 在模擬時間為 $t = 465600$ s 時，不同水深下流場變化情形.....	121
圖 4-15 在模擬時間為 $t = 465600$ s 時，不同水深下流場變化情形.....	122
圖 4-16 案例二裂流現象(表面流場).....	123

圖 4-17 案例二裂流現象(裂流出現最深位置).....	123
圖 4-18 案例二不同水深位置流場模擬結果	124
圖 4-19 案例三裂流現象(表面流場).....	125
圖 4-20 案例三不同水深位置流場模擬結果	125
圖 4-21 案例三不同水深位置流場模擬結果	126
圖 5-1 單個神經元架構圖	129
圖 5-2 梯度下降法示意圖	129
圖 5-3 類神經網路基本架構示意圖	130
圖 5-4 非線性傳遞函數。	130
圖 5-5 裂流預警模式建置流程	134
圖 5-6 海岸裂流機率預警模式架構	136
圖 5-7 k-fold 交叉驗證(假設 k=4).....	136
圖 5-8 裂流作業化預警示範系統運作時程圖	145
圖 5-9 裂流作業化預警示範系統運作時程圖	147
圖 5-10 裂流作業化預警示範模式備援資料下載角本運作概況	147
圖 5-11 裂流作業化數值預警示範系統展示介面	148
圖 5-12 裂流作業化經驗預警示範系統展示介面	149

表目錄

表 1-1 本計畫逐年研究目標與重點工作	23
表 2-1 裂流影像判釋結果	42
表 2-2 各位置每月裂流發生統計表	47
表 2-3 各海灘類型和 Ω 值之比對	60
表 2-4 Masselink et al. (1993) 海灘分類模型對照表	60
表 2-5 四座監視站裂流影像案例發生各月份統計表	61
表 2-6 四座監視站裂流影像案例發生位置統計表	62
表 2-7 裂流影像監測站選址評估結果	67
表 2-8 屏東縣大灣(墾丁)濱海遊憩區海灘類型計算參數	69
表 2-9 屏東縣南灣濱海遊憩區海灘類型計算參數	72
表 3-1 裂流 AI 偵測模型驗證結果與測試結果	85
表 4-1 模式設置對於模式運算效能與正確率評估	103
表 4-2 裂流模擬與現場監視站裂流觀測混淆矩陣	109
表 4-3 裂流模擬與現場監視站裂流觀測混淆矩陣	109
表 4-4 裂流模擬與現場監視站裂流觀測混淆矩陣	110
表 5-1 輸入資料來源不同之比較	133
表 5-2 不同空間解析度之類神經網路列劉經驗預測模式之訓練與驗證結果 ...	133
表 5-3 經驗預測模式(宜蘭縣外澳海域)建置之訓練與驗證資料數量	133
表 5-4 經驗預測模式(宜蘭縣外澳海域分區煜)建置之訓練與驗證資料數量	133
表 5-5 類神經網路建置模式之參數擬定範圍	135
表 5-6 模式預測裂流事件發生之混淆矩陣	137
表 5-7 前期計畫訓練之外澳海域裂流經驗統計模型	140
表 5-8 增加 2023 年外澳監視站資料建置之模型結果	140
表 5-9 增加 2023 年外澳監視站資料建置並考量流速和流向之模型結果	141

表 5-10 增加 2023 年外澳監視站資料建置並考量裂流發生位置之模型結果 ...	141
表 5-11 裂流預警模型各因子敏感性分析	141
表 5-12 不同裂流發生機率閾值裂流預測正確率分析	142

第一章 前言

1-1 背景

臺灣四面環海擁有豐富的海洋資源，近年來隨著海岸地區的高度利用與發展，雖然受到季節的影響，台灣可從事海域休閒活動的區域仍有多項選擇，從相關的遊憩活動協會相繼成立，顯示民眾從事海域休閒活動日漸興盛。台灣早期因政治戒嚴導致海洋活動發展受限，直至近二十年來方受到政府和民眾的重視，於 2019 年 12 月行政院蘇貞昌院長仿照「向山致敬」的理念宣布「向海致敬」的政策，一改過去「擋」和「管」態度，鼓勵民眾「知海」、「近海」、「進海」和「淨海」，在保育海洋環境的同時，強調政府不應以危險等理由來「限制」人民，朝向未來全面開放海洋目標前進。

從事海域遊憩活動均潛藏風險，本計畫蒐集 2014 年至 2021 年內消防署溺水案件，統計於近岸發生的意外事件共計 799 起，傷亡人數達 1276 人，其中多在人口密集的海域遊憩景點，甚至在白沙灣海灘過去曾有一年內發生 45 起的海域意外事件(林等, 2007)，且隨著海域遊憩活動的盛行，有逐年增加的趨勢。有鑑於每年國內平均有百起的海域意外事件，倘若要在全面開放海洋的同時，保障人民生命財產的安全，掌握海岸邊風險潛勢和預測災害發生的時空間，是具有急迫性且不可或缺的工作。岸邊時常發生民眾被海水捲走因而傷亡的案例，海水捲走戲水民眾之主要動力來源係「流(current)」，一種發生海岸邊，流動方向向外海而去的強烈水流稱之為「裂流(rip current)」(如圖 1-1)。而裂流的流速一般介於 1.0-1.5 m/s 間，甚至有時候能超過 2 m/s (Short and Hogan, 1994)，加上裂流不像波浪高低和潮汐變化都目視可辨別，時常發現裂流時，已陷入裂流的範圍甚至被帶至外海，若民眾對裂流的特性並不熟悉，此時依靠本能強行逆游而行，則有可能導致筋疲力盡而溺亡。

在眾多的海洋災害中，「裂流(Rip Current)」是最常造成海岸邊意外事件的原因，往往會發生大量且嚴重的傷亡。根據美國國家大氣海洋局 (National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA) 統計美國海域意外事件發生原因，顯示每年超過 100 人因裂流而溺亡；各國亦有裂流的災情，在英國西南部的海灘，約有三分之二的海域意外事件與裂流有關(Kumar et al., 2014)；Hartmann (2006) 研究發現在以色列有 11% 的溺水事件是因為裂流和強大潮流的牽引造成的；而在水域遊憩活動盛行的澳大利亞，其中在

新南威爾士州 721 個海灘中有 70% 的海灘都受到裂流的影響，溺水意外事件中更是有 89% 都與裂流有關(Short & Hogan, 2006)。而裂流相較於瘋狗浪影響範圍廣，往往造成多人的傷亡，在亞洲就曾發生過數件百人傷亡的案例，較為人知的便是在 2007 至 2009 年間位於韓國釜山海雲台海域，發生的三起百人傷亡的裂流意外事件(Kim et al., 2011; Conley et al., 2011)。臺灣周遭海域亦是裂流頻發的區域，本計畫持續蒐集報章媒體紀載臺灣發生裂流的意外事件，截至去(2023)年共計有 31 起，受災人數達 132 人。在國內相關研究中，郭等(2011)以 TW2D1 水動力模式耦合 SW 波浪模式，發現台南市漁光島海域、秋茂園海域和黃金海岸等均是裂流好發的區域；蕭等(2014)在透過數值模式模擬出福隆海水浴場有離岸流的現象，且發生位置與林(2007, 2009)現場影像觀測結果一致。至今每年臺灣海濱仍有數起民眾遭遇疑似裂流捲走的憾事，去(2023)年和前(2022)年分別在台南市漁光島和宜蘭縣外澳海灘發生數起的疑似裂流意外事件，前者造成一死一傷，後者甚至一天內兩起事件，共計造成一死三傷。海域遊憩活動的熱門景點發生裂流意外事件數不勝數，不僅造成不少民眾傷亡，也引起民眾畏海。為此，本計畫不僅要深入研究裂流的機制和特性，以提升預報裂流的能力。同時，建立長期運行的作業化系統，提供充足的裂流災害警訊，以加強民眾自我防災的能力更是有必要性的。

裂流的發生主要與“地形”不均和海灘型態有關，當波浪傳遞至近岸時所引發的淺化和折射效應導致海流流向轉外，或是波浪向近岸堆積後，水體為平衡其造成的輻射應力所產生的外力所導致亦會產生裂流(Longuest-Higgins et al., 1964; Benedet et al., 2004)。Lushine (1991)和 Engle et al. (2002)提出裂流發生與否與入射的“海氣象”條件有著直接的關係，隨著不同時間和營力產生，裂流發生的位置和強度也亦會有所不同。裂流發生的機制相當複雜，對環境變化也相當敏感，即便前期計畫中以透過數值模式和光學影像觀測對上述議題進行深入的研析，然仍無法讓民眾依靠知識或經驗，快速的認知裂流何時何地會發生，甚至當現場有裂流現象時亦無法明確指出其位置，對於從事海域遊憩活動的相關人士具有非常高的風險。為能讓一般民眾能獲得裂流警訊，國際上已有少數的現行運作和發展中的作業化裂流預警和監測系統，例如美國 NOAA 透過邏輯回歸法(Logistic regression)，搭配近岸海氣象預測系統(Nearshore Wave Prediction System (NWPS)、Real-time Ocean Forecast System, RTOFS 等)對美國東、西和墨西哥灣等多個海岸進行預警(Duesk and Seim, 2013; Duesk et al., 2014; Moulton et al., 2017)，同時也透過 SECOORA 的網路攝影機以捲機類神經網路演算法進行裂流的監測(Akila et al., 2021)，在提供裂流

警示訊息的同時，也可告知民眾裂流發生的位置。數值化海洋波流預測模式和人工智慧 AI(機器學習、深度學習)的方法發展迄今，在模式的解析度和人工智慧演算法日益精進，評估已具有滿足近岸海域裂流預測和監測之技術能力。同時為能夠持續提供海岸裂流警訊，根據上述研究成果的基礎，建立準確且穩定的作業化系統也是有其必要性。

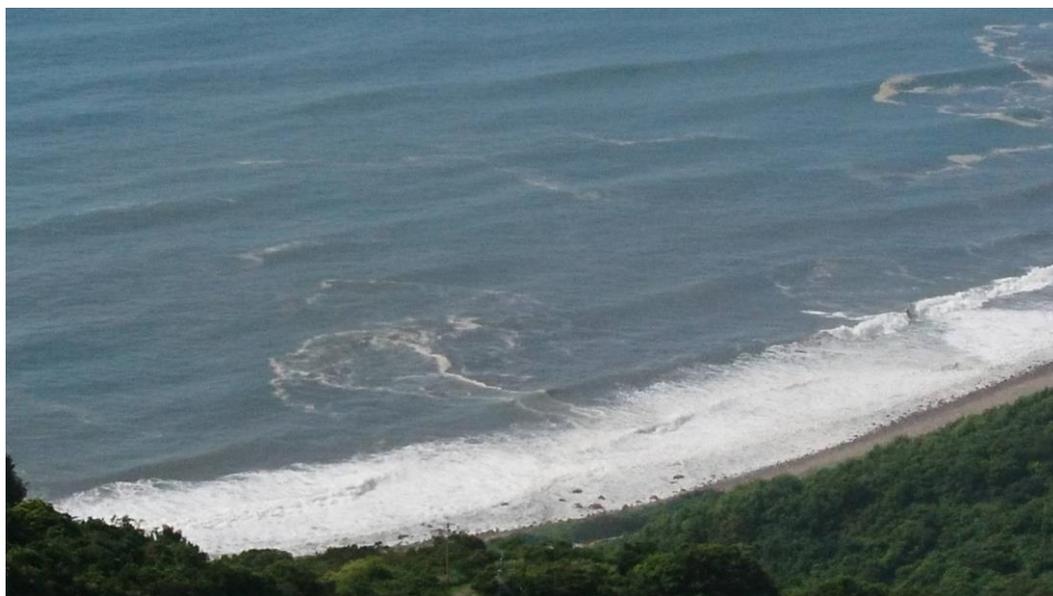


圖 1-1 裂流影像紀錄 (拍攝者：蔡政翰教授，地點：宜蘭大里海岸)

1-2 計畫目的

本計畫目的為強化中央氣象署對危險海象監測和預報的能力，具體研究目標係在於研發裂流預測模式和監測技術，並建立作業化的系統應用於臺灣沿海地區，提供臺灣海岸地區潛在裂流發生區域之預警訊息。本計畫第二期將分三年執行，第一年目標係著重在實務應用前之準備，研發新的 AI 影像判釋方法，規劃作業化預警示範系統；第二年則改進影像判釋方法，著手開發邊緣運算技術，並測試作業化預警示範系統；第三年將結合影像判釋方法和邊緣運算技術，應用於示範區進行測試，並對作業化預警示範系統進行評估和未來系統建置建議。藉由達到前述目標提升中央氣象署現有災害預報系統，希冀減少災害所導致的損失，提供民眾一個從事海域活動安全的場所。

本計畫第二期第一年要具體達到之研究目標有三：(一)研發人工智慧 AI 影像判釋技術，提升裂流影像判釋效率和準確率，加速裂流案例蒐集、擴充資料庫，提供科學研究驗證預警和現場實務應用之用途；(二)評析裂流數值模式(SCHISM-WWM)應用在作業化

裂流預警系統的可行性，透過與現場觀測結果比對評估模式侷限性，並探討裂流模式與氣象署作業化海流模式間裂流發生之關聯性；(三)精進以類神經網路演算法研發之列流經驗預警模型，提升模型的準確率，並以該模型規劃作業化裂流示範系統。期能藉由達到前述目標，完成中央氣象署作業化裂流預警系統和現場即時裂流監測系統之建立，提供民眾充足的裂流警訊，藉此減少因災害性海象所造成的損失，以滿足民眾和防救災單位之需求。

1-3 前期計畫成果摘錄

(1) 盤點國內外裂流監測與預警技術發展進程

至今我國仍未有完善的裂流監測和預警系統，僅有零星幾篇對於裂流現象探討的研究，或是在進行近岸海域研究時無意間發現裂流現象等情形。為能對這些難以捉摸的自然現況進行監測和預警，本研究蒐集數十篇的論文彙整當前監測裂流的技術，可大致分為兩類，分別為透過光學攝影機和雷達的「影像遙測」和使用儀器直接測量流速的「直接測量」方法，如都卜勒流速儀(Acoustic Doppler Current Profiler, ADCP)。在預警上，數值模式預測過於昂貴，現行國際上主要是透過回歸、相關性分析和人工智慧(Artificial intelligence, AI)等方法建立統計模型進行裂流預警。此外，亦有少部分的國家正著手開發作業化的系統，如美國 NOAA 利用 CCD 攝影機和邏輯回歸進行多處的裂流預警和監測，該作業化預警系統可輸出未來六天逐時的裂流警訊；紐西蘭政府也透經驗聯合概率矩陣(Empirical joint probability matrices)建立泰魯阿海灘(Tairua Beach)地區的裂流預警作業化系統，可產出未來五天每六小時一筆的裂流發生機率；當然其他各國亦有類似的作業化系統，如韓國、印度等。

(2) 裂流監測站之規劃並協助建置

本計畫已協助中央氣象署完成 4 座裂流影像監測站之規劃設計，在 2021 年完成宜蘭縣外澳乙座裂流監測站，並於翌年(2022 年)完成宜蘭縣大里、新北市福隆和沙崙三座裂流監測站。監測站建置選址的地點均有從過去裂流發生記錄和學理上進行裂流潛勢的評估，確保監視站完成建置後可以蒐集到大量的裂流案例。於 2022 年經委員建議可採用中央氣象署內部的行動數據企業網路(Mobile Virtual Private Network, MDVPN)和即

時串流協定(Real Time Transport Protocol, RTSP)來回傳影像資料，同時也便於後續作業化即時監測工作。故 2022 年宜蘭縣大里、新北市沙崙和福隆三站監測站在建置時便直接採用上述設備，並於 2023 年將宜蘭縣外澳監測站進行更新，除納入氣象署內部網路，也更換設備(攝影機降低為兩隻、主機放置室外)不僅可提高後續影像分析效率，影像回傳亦更加順暢。截至第一期計畫完成時，四座監測站共計蒐集 437 件裂流案例，裂流累計發生小時數達 1481 個小時，影像儲存的規劃則是保留當年所有的原始影片和裂流發生期間的影片，而非當年且無裂流的時間則是每分鐘儲存一張作為後續模式檢核使用。此外，在 2023 年計畫執行期間，亦持續協助氣象署進行監測站設置的初步規劃，包含新北市白沙灣、台南市漁光島、黃金海岸和高雄市旗津和西子灣海域五個地點，其中新北市白沙灣預計會於 2024 年完成建置。

(3) 裂流影像分析技術發展

為能得到大量裂流案例並建立資料庫，本計畫參考前人所提出的光學影像觀測方式，根據裂流發生時碎波帶的特徵進行裂流判釋。在 2021 年計畫執行期間，彙整國內外的研究成果，從裂流發生的機制和發生時海面的特徵中，提出四項準則作為從光學影像中判釋裂流的依據。影像判釋的技術則採用「小波邊緣偵測(Wavelet Edge Detector)」和「影像卷積(Image convolution)」兩方法初步發展乙套半自動化的影像判釋模式。亦(2022)年對該程式的便利性進行提升，將裂流發生持續時間(準則二)和裂流渠道間距(準則三)兩項準則納入程式，並且提出新的裂流遮罩，不僅將程式提升為全自動化，亦增加模式的準確率，約可達 8 成。考量未來實務上之應用，於 2023 年對模式的運算效率和泛用性進行精進，前者透過降低分析頻率，將模式運算效率從原先每十分鐘影片需分析 1 小時降低至 30 分鐘；後者則是在降低遮罩複雜程度的同時，增加影像擴增的類型，使程式可同時應用於外澳、大里、福隆和沙崙四座監測站，且可降低未來程式率定所需的時間。此外，在 2023 年計畫執行期間也將程式加入可分析時序列影片的功能，與人工判釋結果進行驗證，在提升效率和泛用性的同時，準確率仍可維持在 75%，顯示該模式已可協助本計畫建立資料庫和分析使用。

(4) 裂流影像分析結果與討論

如前文所述，本計畫已開發自動化裂流影像判釋模式且具有一定的可信度。在 2021

年計畫執行期間已完成五年(2016-2020年)衛星影像之裂流判釋，共計分析約 2000 張影像，獲得 476 起的裂流案例，裂流出現的位置多位於宜蘭縣外澳沙灘、新北市福隆海灘和台南市漁光島等 36 處海灘。於 2022 年後本計畫開始對監測站影片進行分析，截至第一期計畫完成時，分析完外澳監測站 2021 年 11 月至 2022 年 12 月以及大里、福隆和沙崙三站 2023 年 2 月至 6 月的影片，共計蒐集 437 起的裂流案例，累計裂流發生小時數達 1481 小時，分布四個海灘上的 24 處地點，而裂流的寬度大至介於 20-80 m、持續時間則可從最短不到 1 小時至最常半天 12 小時。同時，本計畫亦統計裂流發生當下的海氣象地形環境，透過裂流發生的條件機率顯示，當示性波高約 1.0 m、平均週期約 6 s、波浪垂直入射海岸、高水位、過渡型海灘(Q 為 5 左右)以及相對潮差(RTR)約為 2 的沙壩型海灘裂流有較高的發生機率。從長期監測站近距離拍攝的近岸影片，亦可發現隨著時間的變化水深地形會有明顯的變化，當出現槽溝或是沙壩的地形時，在這些位置則會出現延時較長的裂流，如福隆海灘(F8)、沙崙海灘(S2)位置都有類似的情況。

(5) 裂流數值模式模擬

在裂流數值模擬研究工作上，本計畫於 2021 年透過 SCHISM 海流模式耦合 WWM 波浪模式完成裂流模式之初步建置，並於 2022 年細緻模式近岸網格的解析度，同時也調整模式的邊界輸入，不僅提高模式準確率，亦減少模式運算所需的資源，透過長期(2019 年整年)模擬，模式運作順暢且穩定，且與海氣象實測資料(龜山島浮標站、烏石漁港潮位站)比對，水動力的驗證良好，且無論有發生裂流的位置和發生時的海氣象環境，與現場觀測結果均一致，本計畫亦與現場宜蘭監測站觀測結果比對，在僅考慮裂流發生時間點上準確率(Accuracy Rate)達 8 成，其中有 6 成的案例裂流發生的位置是相同的。此外，透過模式模擬不同情境，進行案例的探討，在 2022 年和 2023 年分別討論不同海氣象條件和不同地形環境對裂流的影響，前者實驗的變數有示性波高、平均週期、主波向和風速，驗證當波高、週期、風速增加和波浪入射方向愈垂直海岸線時，裂流流速愈大，亦彙整可能發生的裂流的條件；後者，則是模擬易發生裂流的地形，包含沿岸沙洲槽、橫向沙洲與裂流和邊界控制三種地形，結果顯示並非有這些地形就會有裂流發生，即便同一種地形只要形貌稍加不同，裂流的特性(寬度、長度和流速)易會有所差異。

(6) 裂流經驗統計模式建置

本計畫於第一期計畫第二(2022)年度已著手進行經驗統計模式的建置，以倒傳遞類神經網路演算法為核心，並採用監測站的裂流案例作為訓練和驗證的資料，模式超參數則透過網格搜尋法來率定，影響裂流發生的因素則是根據文獻和案例分析的研究成果，採用示性波高、平均週期、尖峰週期、主波向、風速、水位和海灘類型參數做為影響因子，驗證結果顯示準確率可達，初步建立乙套「裂流經驗預警模型」，同時也對模式進行敏感性分析，證實波高、平均週期、波向與海岸線夾角和海灘類型參數(Ω)是對裂流發生與否的顯著參數。翌(2023)年隨著監測站所蒐集的案例增加，且有不同海灘的裂流案例，在經過分區訓練模型後，發現經驗統計模式的空間解析度僅可達到以一個海灘為單位，由於裂流易受當地地形水深影響，故無法將所有海灘的案例作為輸入訓練一個全台的模型。此外，在 2023 年經委員建議在輸入因子中加入相對潮差(RTR)，並重新率定，當學習率為 0.001、轉移函數為 tanh、隱藏層數 3 層、各層神經元各為(12、12、6)有最佳的訓練成果，驗證結果顯示準確率為 75.6%，本計畫初步認為準確率較前一年低的原因是由於第一年所使用的資料過於集中，導致模式有過擬合的情況，且地形隨時間亦會緩慢的變遷，後續倘若要以經驗統計模式進行作業化裂流預報，需考慮重新訓練和率定模式的頻率。

(7) 作業化裂流預警系統初步建置

隨著裂流數值模式和裂流經驗統計模式的逐漸完善，考慮到裂流預警的迫切性，本計畫在 2023 年已經開始針對未來實務需求做準備，著手規劃作業化預警系統的雛形，以因應裂流預警的急迫需求。一旦數值模式和裂流經驗統計模式達到一定的預警能力，即可迅速實施在實際作業中。目前，本計畫初步以裂流數值模式為主、經驗統計模式為輔的方式規劃作業化裂流預警系統。不論是數值模式或經驗統計模式，在未來特定時刻均會提供三次以上的預警結果，以防止不可控的因素導致預警作業中斷。在透過數值模式預警方面，每天將執行一次預警，輸出未來三天逐時裂流發生的資訊。而在經驗統計模式方面，每天執行四次預警，每次輸出未來 24 小時逐時裂流發生的資訊。至於輸入資料，由於作業化裂流預警系統將歸屬氣象署進行執行，故採用氣象署 NWWIII 波浪預報模式、WRF 預報模式作為海氣象相關參數的預報，而海流和溫鹽方面則使用氣象署

的 SCHISM-WWM 模式。同時，本計畫也提供輸入資料的備援方案(如 HYCOM、Ifremer 和 CFSv2 大範圍的全球預報模式輸出結果)，以應對預報資料無法回傳的可能情況。

1-4 本計畫工作項目

(一) 第一年(2024)

- (1) 創新裂流影像 AI 分析技術之建立
- (2) 建立作業化裂流預警示範系統
- (3) 協助裂流影像監測站設計與規劃
- (4) 裂流發生與海氣象地形環境關聯性分析
- (5) 歷史海岸列流監測影像分析與討論

(二) 第二年(2025)

- (1) 創新裂流影像 AI 分析技術之驗證與討論
- (2) 裂流監測系統即時邊緣計算方法之建立
- (3) 協助裂流影像監測站設計與規劃
- (4) 作業化裂流預警示範系統運作初步成效評估
- (5) 歷史海岸裂流監測影像分析與討論

(三) 第三年(2026)

- (1) 裂流監測系統即時邊緣計算系統現場建立與測試
- (2) 協助裂流影像監測站設計與規劃
- (3) 作業化裂流預警示範系統運作成效綜合評估與建議
- (4) 歷史海岸裂流監測影像與分析結果資料庫建立

表 1-1 本計畫逐年研究目標與重點工作

	研究目標	重點工作項目
第一年	<ul style="list-style-type: none"> ● 研發 AI 影像分析技術 ● 規劃作業化裂流預警示範系統 	<ul style="list-style-type: none"> ● 透過人工智慧 AI 方法建立可快速分析的裂流影像判釋程式 ● 規劃裂流作業化預警示範系統運作流程及預期輸出之產品 ● 裂流數值模式應用於作業化系統可行性評估
第二年	<ul style="list-style-type: none"> ● 驗證 AI 影像分析程式 ● 測試作業化裂流預警示範系統與初步評估 ● 建立裂流監測即時邊緣計算方法 	<ul style="list-style-type: none"> ● AI 影像分析程式與人工判釋結果進行驗證，並評估其現場即時分析之可行性 ● 基於第一年規劃之研究成果，對作業化系統進行測試和精進，並初步評估其成效。 ● 著手研發邊緣運算技術，並結合 AI 影像分析程式，建立現場即時監測系統
第三年	<ul style="list-style-type: none"> ● 裂流即時邊緣計算系統現場測試 ● 作業化裂流預警示範系統綜合評估 ● 建立裂流影像案例資料庫 	<ul style="list-style-type: none"> ● 基於第二年研發即時監測系統，於示範區現進行測試，並評估其成效和運作之穩定性。 ● 持續執行裂流預警示範系統之測試作業，綜合評估系統運作成效，並提出後續系統建置建議。

工作項目	第 1 月	第 2 月	第 3 月	第 4 月	第 5 月	第 6 月	第 7 月	第 8 月	第 9 月	第 10 月
國內外裂流 AI 影像分析技術蒐集與評析	■	■								
裂流預警模式改進 (含數值模式和經驗統計模式)		■	■	■	■	■				
研發裂流 AI 影像分析技術				■	■	■	■	■		
建立作業化裂流預警示範系統					■	■	■	■	■	
裂流監測站選址與規劃設計							■	■	■	
建立裂流案例與海氣象環境資料庫								■	■	
裂流案例分析	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
期中報告					■					
期末報告										■
工作進度估計百分比 (累積數)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

圖 1-2 本計畫研究進度甘梯圖

第二章 歷史海岸裂流分析與資料庫建立

在研究裂流這個課題前，需要有充足的實測裂流案例方能進行討論，本計畫的裂流案例則主要通過分析光學影像(光學裂流監視站影片)所獲得。在第一期交通部中央氣象署(2021、2022、2023)「海岸裂流監測與預警技術研究」的計畫中已完成乙套「裂流光學影像判釋程式」，可應用於衛星航拍影向和監視站動態影片，並具備從影片(像)輸入到輸出裂流資訊(含裂流發生時間、位置)全自動化作業的能力。

本計畫便於第一期計畫執行期間協助氣象署規劃裂流光學影像監視站的建置和更新，在三年內完成宜蘭縣外澳、宜蘭縣大里、新北市福隆和新北市沙崙共計四座監視站的建置。本計畫在今(2024年)度將會延用第一期計畫所建置的裂流影像判釋程式持續分析光學影像監視站所拍攝的動態影片，擴充並完善“海岸裂流案例與海氣象環境資料庫”，提高本計畫對於裂流現象的掌握，以及提供裂流預報模式(「SCHISM-WWM 裂流數值模式」和「ANN 裂流經驗統計模式」)建置和驗證所需，同時本計畫亦將持續協助氣象署規劃裂流光學影像監視站的建置規劃。

2-1 裂流光學影像監視站

光學影像監視站是現今較為常用的裂流觀測系統(Song and Bae, 2011; Liu and Wu, 2019; Akila et al., 2021)，相較於傳統的直接測量方法(架設聲學都卜勒流速剖面儀(Acoustic Doppler Current Profiler, ADCP)、佈放漂流子以質點影像測速法(Particle Image Velocimetry, PIV))不僅在觀測儀器的架設上具有更高的自由度和便利性，且可以進行長期且連續的觀測。本計畫所採用的海岸影像資料是由交通部中央氣象署所提供的，而本計畫亦協助氣象署監視站的建置規劃，同時監視站後續的使用、運作和維護等事項本計畫亦會協助辦理或負責。本計畫已協助氣象署完成四座監視站的建置和更新，目前均仍順利的運行，同時亦持續選址場勘以及規畫裂流光學影像監視站之建置，以加速本計畫蒐集裂流案例工作以及完善裂流案例與海氣象資料庫的建置。

2-1-1 監視站基本資料

交通部中央氣象署現今已有四座光學裂流影像監視站正在運行，包含宜蘭縣外澳、宜蘭縣大里、新北市福隆和新北市沙崙光學裂流影像監視站，監視站架設位置與影像拍攝範圍如圖 2-1 所示。在去(2023)年更新宜蘭縣外澳監視站後，四座裂流光學影像監視

站均採用相同的設備，具備高解析度攝影機(200 萬畫素、30 幀的影像格速率(frame per second, fps)、2 至 10 倍的可調焦距)以及交通部中央氣象署內部的企業數據網路(Mobile Data Virtual Private Network, MDVPN)。以下將分別四座監視站基本資料與運作情形進行說明。

宜蘭縣外澳裂流光學影像監視站於 2021 年完成建置並於當年 11 月啟用至今，一開始本站為示範站，儀器設備和網路傳輸均尚未納入氣象署的作業化系統，故於 2022 年時完成其餘三站，且評估運作情形良好後，在翌(2023)年著手宜蘭縣外澳監視站更新作業，並於 2024 年 1 月正式啟用，截至期中報告繳交前(2024/07/01)成功回傳影片時長達 9905 小時。更新前的外澳監視站搭載 3 臺攝影機，分別拍攝外澳海灘北([24°53'6.27"北、121°50'55.29"東]至[24°52'49.00"北、121°50'42.89"東]，攝影機 1)、中([24°52'49.00"北、121°50'42.89"東]至[24°52'27.28"北、121°50'35.60"東]，攝影機 2)、南([24°52'27.28"北、121°50'35.60"東]至[24°52'7.67"北、121°50'33.15"東]，攝影機 3)三個部分，攝影機實際拍攝之影像如圖 2-2 所示，更新後的外澳監視站由於攝影機設備的提升，為提升裂流影像判釋效率(越多臺攝影機代表需分析之影片數量越多)，將攝影機數量降至兩臺，分別拍攝外澳海灘([24°52'34.93"北、121°50'36.63"東]至[24°52'7.67"北、121°50'33.15"東]，攝影機 1)和([24°53'6.27"北、121°50'55.29"東]至[24°52'34.93"北、121°50'36.63"東]，攝影機 2)兩個區域，攝影機實際拍攝之影像如圖 2-3 所示。

宜蘭縣大里、新北市沙崙和新北市福隆三座裂流光學影像監視站近乎是同一時間完成建置(均於 2022/11 完成)，由於網路架構和影像儲存系統均與更新前的外澳監視站相異，在經過數月系統的調整和建置後，於 2023 年 2 月正式啟用，截至期中報告繳交前(2024/07/01)成功回傳的影片時長分別為 5797(大里監視站)、5779(沙崙監視站)和 5803(福隆監視站)小時。宜蘭縣大里監視站搭載兩臺攝影機，在 2023/2 至 2023/6 期間，考量本計畫主要探究的裂流類型以及是否有裂流出現的因素，攝影機拍攝的位置和範圍均持續進行調整，最終於 2023/6/1 日起將拍攝位置和範圍定在大里漁港北側防坡堤旁海灘([24°57'47.15"北、121°55'19.71"東]至[24°57'52.40"北、121°55'21.85"東]，攝影機 1)，而另一臺攝影機拍攝大里遊客中心前海灘([24°58'5.20"北、121°55'30.86"東]至[24°58'12.18"北、121°55'40.31"東]，攝影機 2)，攝影機實際拍攝之影像如圖 2-4。

新北市沙崙監視站同樣搭載兩臺攝影機，其原因為該處海域地形平緩且拍攝距離

近、側拍等因素，碎波帶會隨著漲退潮移動，無法透過單隻攝影機進行記錄。新北市沙崙監視站兩臺攝影機拍攝的範圍分別為漲潮期間的([25°11'33.06"北、121°25'9.14"東]至[25°11'21.38"北、121°24'50.82"東]，攝影機 1)潮期間的([25°11'34.92"北、121°25'4.87"東]至[25°11'19.36"北、121°24'35.50"東]，攝影機 2)，攝影機實際拍攝之影像如圖 2-5 所示。

新北市福隆監視站由於拍攝範圍較大，除雙溪出海口左側福隆海水域場海灘外，右側的福隆東興宮前方沙灘亦是本計畫目標區域(該位置過去曾發生因裂流導致的意外事件)，為能夠清晰的拍攝碎波帶以利後續裂流影像判釋，新北市福隆監視站搭載三臺攝影機，拍攝範圍分別為福隆東興宮前方沙灘([25°1'12.84"北、121°56'59.26"東]至[25°1'11.80"北、121°56'48.28"東]，攝影機 1)(在拍攝初期曾評估雙溪出海口附近發生裂流之可能性，然至 2023 年 5 月底均未發現任何裂流案例，故將攝影機調整至可更完整拍攝東興宮前方沙灘地角度，)以及雙溪河口左側沙灘([25°1'12.87"北、121°56'47.17"東]至[25°1'18.54"北、121°56'40.80"東]，攝影機 2)和([25°1'18.54"北、121°56'40.80"東]至[25°1'26.86"北、121°56'30.87"東]，攝影機 3)，攝影機實際拍攝之影像如圖 2-6 所示。

在第一期計畫第三(2023 年)度執行期間，經本計畫根據“行政上的需求”、“電力供給是否便利”、“是否具備網路傳輸”、“學理上分析的結果”、“具備高危險性(即是否熱門景點)”和“過去是否有相關裂流意外事件”六項指標進行評估，對新北市白沙灣海域提出裂流光學影像監視站的建置規劃，並於 2023/12 進行現場勘查，選址於北海岸及觀音山國家風景區管理處樓頂進行建置，監視站建置地點如圖 2-7.a 和圖 2-7.b 所示，搭載兩臺攝影機分別拍攝白沙灣右側礁岩旁沙灘和左側海水域場，拍攝範圍示意圖如圖 2-7.c 和圖 2-7.d 所示。此外，場勘當日本執行團隊確實於白沙灣海域右側礁岩旁拍攝到裂流，如圖 2-7.c 所示



圖 2-1 裂流光學影像監視站設置位置(a.外澳、b.沙崙、c.福隆、d.大里)



圖 2-2 宜蘭縣外澳監視站(更新前)影像觀測示意圖
(上.攝影機 1、中.攝影機 2、下.攝影機 3)



圖 2-3 宜蘭縣外澳監視站影像觀測示意圖(上.攝影機 1、下.攝影機 2)

大里-CAM1 2024-07-01 16:19:11



大里-CAM 2 2024-07-01 16:18:44

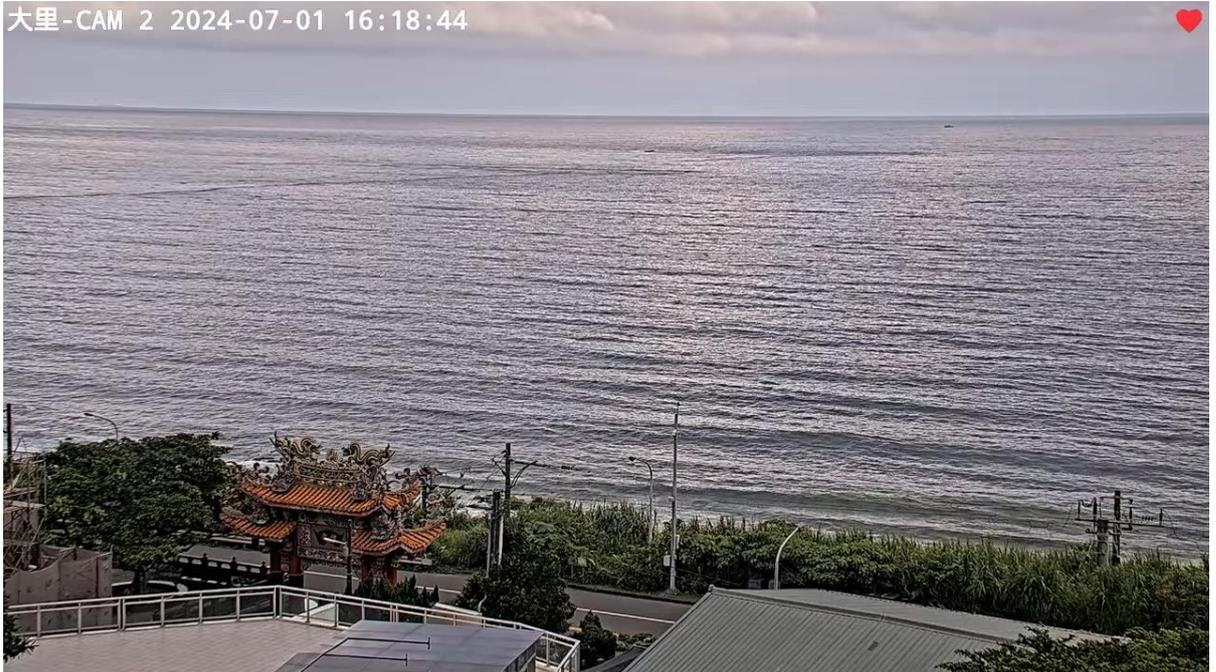


圖 2-4 宜蘭縣大里監視站現場影像觀測示意圖



圖 2-5 新北市沙崙監視站影像觀測示意圖



圖 2-6 新北市福隆監視站影像觀測示意圖



圖 2-7 新北市白沙灣監視站拍攝範圍與架設位置示意圖

(a. 監視站與拍攝範圍示意圖、b. 監視站架設位置示意圖、c. 攝影機 1 拍攝範圍示意圖、d. 攝影機 2 拍攝範圍示意圖)

2-1-2 監視站運作規劃

目前四座(宜蘭縣外澳、宜蘭縣大里、新北市福隆和新北市沙崙)裂流光學影像監視站均持續運作中，預定位置均能提供固定電源，運作情形均相當順暢，少有影像無法紀錄的情況發生。在影像回傳上，於去(2023)年宜蘭縣外澳監視站更新後，四座監視站全部納入交通部中央氣象署的系統，無論是設備(攝影機、錄影機)或是網路傳輸系統均是一致的，圖 2-8 是現行裂流光學影像監視站資料與影像回傳儲存的架構，流程是透過現場攝影機進行影像拍攝，再將影像資料透過中華電信光世代或 4G 網路(或未來 5G)進行傳輸，傳輸的通道則是透過氣象署內部企業數據網路(MDVPN)將影像傳送至安管外與安管內之 NVR 主機儲存，安管外主機儲存之影像可提供研究團隊下載分析，而本計畫也已撰寫乙套自動化影像回傳程式，每日的零點回傳前一天的影像資料。傳至安管內之影像則提供中央氣象署做進一步之應用，譬如透過網路影音平台對民眾展示海岸即時裂流影像之服務，同時亦可以協助本計畫即時查看現場影像。

在影像資料的儲存規劃，考量動態影片的資料相當龐大，加上仍持續規劃並建置更多的監視站來協助本計畫蒐集裂流案例建立資料庫，若將所有影像資料全部儲存恐會浪費過多硬碟資源。本計畫將資料根據時間點分為兩個部分，其一是當年度的影像，該部分的資料無論分析結果是否有裂流出現，均會全部進行儲存(暫存)，並且將有發生的裂流案例各自擷取出來儲存成影片；其二則是非當年度已分析的影像，該部分會分為兩個部分，有發生裂流的影片會透過縮時攝影的技術，將整段裂流的動態影片壓縮儲存成3分鐘內的影片，便利後續快速檢視裂流案例，同時也保留足夠分析裂流影像的特徵。而原始的所有動態影片則改以每分鐘儲存一張圖片，以供後續本計畫進行檢核或提供預報模式訓練驗證使用。

此外，目前攝影機所拍攝的影片為一般幀數的 30 fps，考量到裂流時間尺度多為數十分鐘至數小時以及裂流影像判釋方法(根據碎波帶斷裂於否)，每 6-8 秒(平均波浪週期)一張影像足已，故本計畫在將影像從安管外 NVR 主機回傳至本執行團隊單位(國立成功大學)時，將會對影像進行時間解析度的壓縮，將影像格速率從原本 30 fps 降至 2 fps，經該調整不僅可以大幅降低儲存影像的容量(可減少 15 倍)，在從安管外 NVR 主機回傳影像亦能夠更加快速。

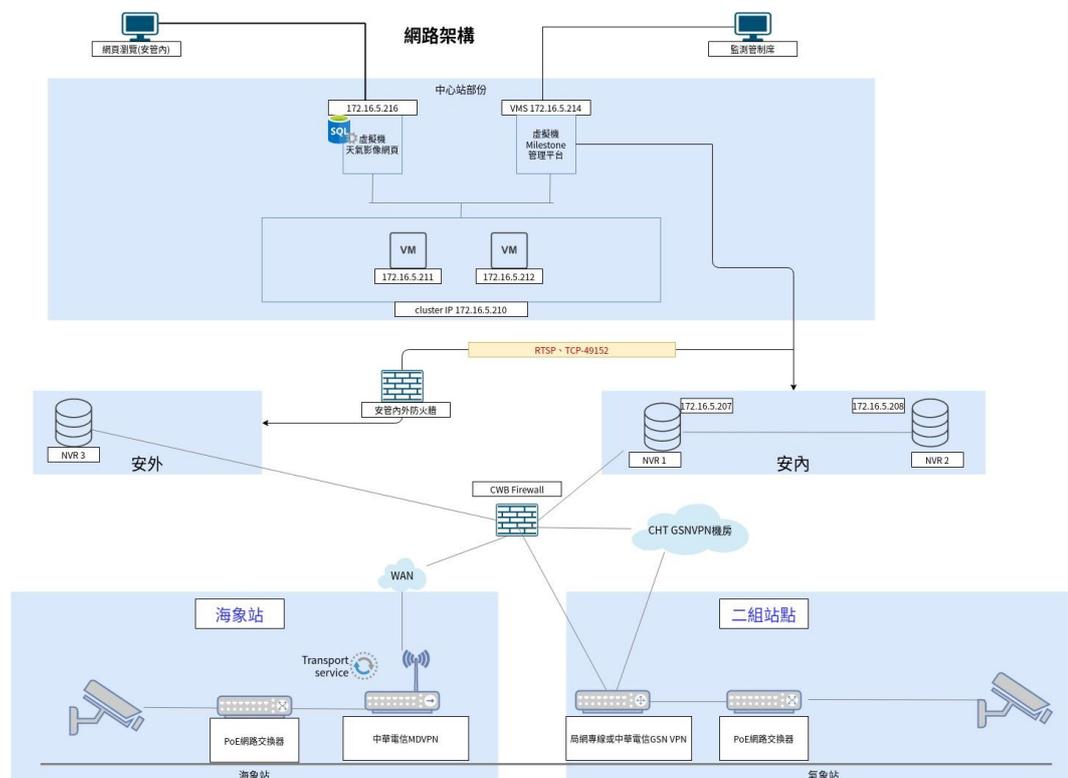


圖 2-8 中央氣象署海氣象站資料與影像回傳與儲存架構圖

2-2 影像動態影像分析技術與方法

海流的流速和流向很難由目視所辨別，當裂流發生時碎波帶的分布情形會有明顯的變化，裂流光學影像監視站則可清楚記錄近岸海面上的特徵，故從影像中判釋裂流是相當可行的方法。在前期計畫中，本計畫參考前人研究成果和研究團隊的經驗(Lushine, 1991; Holman et al., 2006; Dalrymple et al., 2011; Maryan, 2013)，對裂流發生的空間分布、持續時間、理論機制以及海表面的特徵提出四點從影像判釋裂流的準則，分別為

1. 碎波帶需有明顯的斷裂處、未斷裂但有向外海延伸之浪花或懸浮物
2. 碎波帶斷裂情形需須達 10 分鐘以上
3. 若在同時出現兩處以上的碎波帶斷裂，間隔須超過 40 公尺
4. 某處裂流之發生應會重複出現(即裂流事件發生位置，應至少有兩起以上之案例)

根據上述四點準則，在第一期計畫執行期間以準則一「碎波帶有明顯斷裂處、或未斷裂但有向外海延伸之浪花或懸浮物」為主要核心概念，以及其餘準則為檢核標準，建立乙套「全自動化裂流影像判釋程式」。程式所使用的核心技術有二，其一是影像處理的部分，藉由小波邊緣偵測方法增強碎波帶的影像特徵；其二則是透過影像卷積的技術，比對裂流遮罩與影像間的相似度，擷取出裂流出現的位置。透過不斷的率定裂流影像遮罩和影像擴增參數，目前該程式已擁有極高的泛用性，可應用於衛星影像和目前四座裂流光學影像監視站拍攝的影片；同時，亦透過調整影像平均、幀數聚合的頻率使模式達到可以協助本計畫分析現有四座監視站資料的程度。

2-2-1 小波轉換邊緣偵測方法

目前影像監測技術已被廣泛應用於海洋工程領域，(Boak and Turner, 2005; Guimaraes and Arduin, 2020)。為使影像分析能夠順利進行，以及有良好的分析結果，均會對影像進行強化處理，突顯研究目標區域的影像。如前文所述，本計畫是根據波浪向陸淺化過程中，以白色碎浪線之連續性進行判定，若碎浪線斷裂處呈現水域顏色較深之區域，即為疑似裂流流道所產生的位置 (Short, 2006; Turner et al., 2007; Pitman and Gallop, 2016)。有鑑於前期計畫的成果，小波邊緣偵測法自帶的濾波器可適用於不同的影像資料，無論是衛星航拍影像或監視站動態影片均有良好的去雜訊能力和影像強化的功能，因此若要透過改善小波轉換邊緣偵測法使程式適用於新建的監視站，其效用

微乎其微，今(2023年)年度則將持續以該方法來強化碎波帶區域的海表面特徵。

本計畫所採用的小波轉換是參考 Liu et al. (1997)將該小波轉換應用在衛星照相所得的海洋探勘的方式，應用於衛星影像判釋裂流，該方法是根據 Mallat (1998)所提出的小波理論，將灰階影像視為一個二維訊號矩陣 $f(x, y)$ ，利用二維小波轉換的離散傅立葉轉換來找尋影像邊緣。由於二維影像函數 $f(x, y)$ 均有其灰階值，函數 $f(\bar{x}) = f(x, y)$ 的二維傅立葉轉換可定義為下式(2-1)

$$F(\alpha, \beta) = F_x F_y [f(x, y)] \\ \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) \exp(-i\alpha x) \exp(-i\beta y) dx dy \quad (2-1)$$

根據上式(2-1)可推得二維小波轉換的定義為下式(2-2)

$$\begin{aligned} \mathbf{W}f(\bar{\zeta}, s) &= \left\langle f(\bar{x}), \psi_{\bar{\zeta}, s}^*(\bar{x}) \right\rangle = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(\bar{x}) \psi_{\bar{\zeta}, s}^*(\bar{x}) dx dy \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(\bar{x}) \frac{1}{s} \psi^*\left(\frac{\bar{x} - \bar{\zeta}}{s}\right) dx dy \\ &= \mathbf{W}f(\bar{\zeta}, \eta, s) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(\bar{x}) \frac{1}{s} \psi^*\left(\frac{\bar{x} - \bar{\zeta}}{s}\right) dx dy \end{aligned} \quad (2-2)$$

其中小波函數 $\psi_{\bar{\zeta}, s}^*(\bar{x})$ 可藉由小波母函數 $\psi(\bar{x})$ 平移及尺度擴張取得，但即便如此上述中仍有很多參數式我們無法得知的，因此本計畫將透過快速傅立葉轉換 (Fast Fourier transform, FFT) 和逆二維傅立葉轉換求解二維小波轉換。小波函數的二維傅立葉可定義為下式(2-3)

$$\begin{aligned} \Psi_{\bar{\zeta}, x}(\bar{\alpha}) &= F_x F_y [\psi_{\bar{\zeta}, x}(\bar{x})] \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{s} \psi\left(\frac{\bar{x} - \bar{\zeta}}{s}\right) \exp(-i\alpha x) \exp(-i\beta y) dx dy \end{aligned} \quad (2-3)$$

並且根據尺度擴張及平移的特性 $F_x F_y [\psi(\frac{\bar{x} - \bar{\zeta}}{s})] = s^2 \Psi(s\bar{\alpha}) \exp[-i(\alpha\zeta + \beta\eta)]$ ，可將小波函數 $F_x F_y [\psi(\frac{\bar{x} - \bar{\zeta}}{s})] = s^2 \Psi(s\bar{\alpha}) \exp[-i(\alpha\zeta + \beta\eta)]$ 的二維傅立葉轉換表示為

$$\begin{aligned}\Psi_{\bar{\zeta},s}(\alpha,\beta) &= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{s} \psi\left(\frac{\bar{x}-\bar{\zeta}}{s}\right) \exp(-i\alpha x) \exp(-i\beta y) \\ &= s\Psi(s\bar{\alpha}) \exp[-i(\alpha\zeta + \beta\eta)]\end{aligned}\quad (2-4)$$

利用二維迴旋定理 $F_x F_y \{f(\bar{x}) * g(\bar{x})\} = F(\bar{\alpha})G(\bar{\alpha})$ 可將影像 $f(x, y)$ 的二維小波轉換表示為 $f(x, y)$ 與 $\bar{\psi}_s(\bar{\zeta})$ 的二維迴旋積分，並由共軛複數特性可得到 $F_x F_y [Wf(\bar{\zeta}, s)] = F(\bar{\alpha})s\Psi^*(s\bar{\alpha})$ ，取 $Wf(\bar{\zeta}, s)$ 的二維傅立葉轉換，應用於迴旋定理、尺度擴張、平移及共軛複數的特性可得到式(2-5)

$$F_x F_y [Wf(\bar{\zeta}, s)] = F(\bar{\alpha})s\Psi^*(s\bar{\alpha}) \quad (2-5)$$

再取出 $F_x F_y [Wf(\bar{\zeta}, s)]$ 的逆二維傅立葉轉換可得到 $Wf(\bar{\zeta}, s)$ 表示為式(2-6)

$$\begin{aligned}\Psi_{\bar{\zeta},s}(\alpha,\beta) &= F_{\alpha}^{-1} F_{\beta}^{-1} \{F_x F_y [Wf(\bar{\zeta}, s)]\} \\ &= \left(\frac{1}{2\pi}\right)^2 \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F(\bar{\alpha})s\Psi^*(s\bar{\alpha}) \exp(i\alpha\zeta) \exp(i\beta\eta) d\alpha d\beta\end{aligned}\quad (2-6)$$

式中的 $F(\bar{\alpha})$ 和 $\Psi^*(s\bar{\alpha})$ 可藉由快速傅立葉轉換取得，並透過最後的逆二維傅立葉轉換公式，便可以計算影像二維小波轉換，最後將小波轉換後的影像係數結果，去除係數為零的結果便可進行邊緣偵測(如圖 2-9)，接著由於小波轉換後的結果使得圖像呈現等值線圖，導致後續在影像卷積閾值訂定不易，因此將會透過均質濾波和二值化的方法將碎波帶邊界至路域的色值調整為 1(碎波帶:白色)，而海洋部分則設定為 0(海洋/陸域:黑色)。

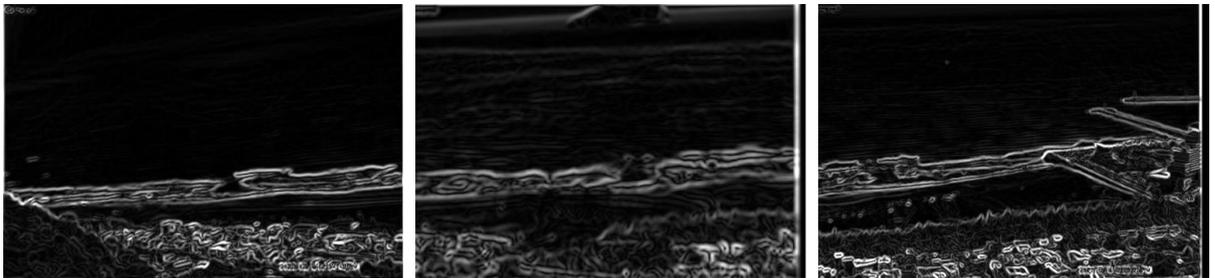


圖 2-9 小波轉換邊緣偵測結果(左.攝影機 1、中.攝影機 2、右.攝影機 3)

2-2-2 裂流影像卷積和影像擴增

在前述分析過程中，可強化碎波帶周遭附近的海表面特徵，然該結果仍無法判定該影像中何處有裂流，亦無法判定影像中是否出現裂流。為此，本計畫利用「裂流影像卷積法」框選出裂流發生的位置和範圍，該方法的概念與機器學習中的卷積類似，以影像遮罩對於目標進行“掃描”，計算裂流遮罩與現場影像間的相似度，進而擷取裂流發生位置。

裂流影像遮罩是最主要影響裂流判釋效能好壞的原因，根據每一起裂流發生時的海面碎浪特徵建立多個遮罩，雖然能夠提高裂流影像判釋程式的準確率，但會使得影像判釋效率大幅降低，且容易導致程式僅對特定類型的裂流有判釋能力(即裂流形狀稍加改動，程式便無法成功判釋)。考量上述因素，本計畫目前建立四種裂流影像遮罩，在遮罩的定義上參考小波轉換後的影像結果，以數值為 1(白色)定義的碎波帶，以數值為 0(黑色)定義的路域或海洋，而四個種類則是針對影像擴增技術無法處理的非線性變形(在碎波帶與海洋邊界上的折返點)，裂流光學影像遮罩如所圖 2-10 所示。

在影像擴增的技術上則是採用常見的翻轉、選轉、縮放和扭曲四個方法(如圖 2-11 所示)，在扭曲和翻轉兩個方法上固定參數，前者僅採用水平翻轉，後者扭曲的參數(即失真率(distortion))則為縮放的 1/2 倍。而選轉和縮放則會依照影像和當地特徵進行設置，在選轉上則是以垂直入射海岸線方向正負選轉 30 度，以宜蘭縣外澳海域為例，由於海岸線是水平的所以垂直入射海岸線為從上到下(影像的正上方定義為 0°，且以順時針為正)，垂直入射海岸的方向即為 0°，故宜蘭縣外澳海域在進行影像擴增方法中的選轉所設定的參數範圍為-30°至 30°；而縮放比例則是根據監視站拍攝影像之解析度(米/像素)的 0.5 至 2.5 倍(目前遮罩中碎波帶斷裂的寬度為 30 個像素，裂流的寬度經統計約在 20-80 m 間，故以 1 m/pixel 的情況下，裂流的寬度大約為遮罩的 0.5 至 2.5 倍)，以外澳監視站為例，外澳監視站的影像解析度約為 2 m/pixel，所以影像擴增的參數範圍為 0.25 至 1.25 倍。

由於簡化裂流影像遮罩的類型，導致裂流影像判釋的準確率的下降，本計畫將在進行小波轉換後的影像和裂流遮罩進行比對(即影像卷積)時，藉由提高相似度的閾值來增加影像判釋的準確率，並且透過漸進式的下降相似度的閾值來確保不會遺漏型態較為特異或目前判釋尚未出現的裂流類型，倘若相似度降至 80%仍未有區域被判釋有發生

裂流，則該時間內則判定未有裂流發生。

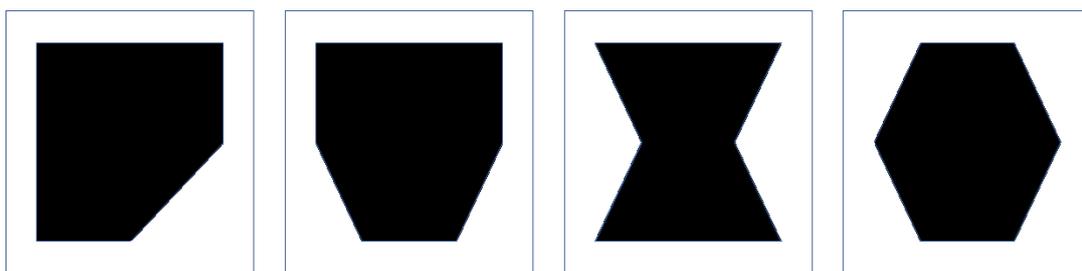


圖 2-10 裂流影像遮罩建置流程示意圖

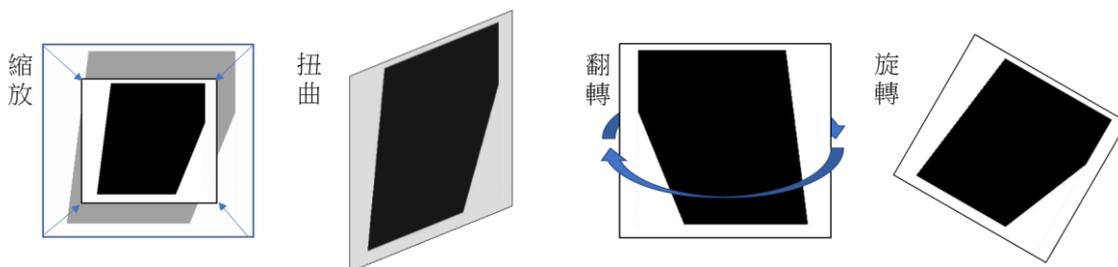


圖 2-11 影像擴增採用之方法

2-2-3 影像平均與幀數聚合

監視站動態影片相較於衛星航拍影像有著更高的時空間解析度，優點是可以更清楚的紀錄碎波帶的分布，亦可以從時間尺度上瞭解裂流從生成至消散的整個過程，但相對的亦有更多的雜訊出現，例如波浪周期性的變化、突然的陣風導致碎浪的移動等。前期計畫中為解決該問題，提出影像平均(Image average)和幀數聚合(Frame aggregation)兩項技術，透過動態影片提供時間尺度的資訊，對動態影片進行資料的預處理，提升影像判釋的準確率和可信度。

前人研究認為裂流發生的時間多為數十分鐘以上(Dalrymple et al., 2011)，本計畫參考該項研究成果，以每 10 分鐘的影片輸出一個裂流位置的判釋結果，程式整個運作過程可分為影像讀取、影像處理(灰階、平均和小波邊緣偵測)、影像卷積，以及幀數聚合四個步驟。根據研究團隊測試結果發現，整個分析過程中影像讀取和卷積兩個步驟是花最多時間，前者主要受限於影像平均所選取的頻率，頻率越高讀取影像的次數則越多，平均每讀取一張影像需要 0.2 秒，後者則是取決於幀數聚合的頻率，頻率越高則代表需要對越多張影像處理後的影像進行卷積來找出裂流發生的位置。

有鑑於此，本計畫在盡量不影響判釋準確率的前題下，降低幀數聚合和影像平均的頻率，幀數聚合調整為 2 分/次，影像平均調整為 12 張/分鐘。前者計算出每兩分鐘裂

流發生的位置，再將該五張影像中裂流發生位置覆蓋率達 80%以上的區域(即五張影像中有四張以上影像判釋有裂流發生的位置)視為裂流主要存在的區域，經調整後幀數聚合仍可以很好的處理影像中的雜訊問題。後者影像平均的部分，則改以在每分鐘前 12 秒的影像中，每秒挑選一張影像進行平均(該方式有助於降低無法濾除與波浪週期相同頻率的雜訊，詳細比較結果可參考交通部中央氣象署(2023)「海岸裂流監測與預警技術研究」)，代表該分鐘的平均影像。

2-3 影像分析方法驗證

本計畫透過混淆矩陣中的正確率(Accuracy)和回應率(Precision)兩項指標進行影像判釋效能的評估，前者可以概括性的瞭解模式在判釋裂流發生與否的整體能力，而後者則是評估模式是否有高估的趨勢(即在沒有裂流的影像中，誤判有裂流現象)。驗證資料的真值是透過人工以 2-2 節提出的四個準則進行判釋所得到的，包含有 100 張平時影像(影像中沒有出現裂流)和 100 張有裂流的影像(影像中有出現裂流)來取得，上述兩項指標的公式說明如式(2-7)和式(2-8)

(1)正確率(accuracy rate)

$$\text{Accuracy rate} = \frac{\text{裂流影像判釋有裂流(TP)} + \text{平時影像判釋無裂流(TN)}}{\text{全部影像資料(TP+FP+FN+TN)}} \quad (2-7)$$

正確率即模式在全部實際資料中有預測正確的比率，代表模式對裂流發生或未發生判釋正確的能力，可用來評估裂流影像判釋模式的總體分析能力。

(2)回應率(response rate)

$$\text{Response rate} = \frac{\text{裂流影像判釋有裂流(TP)}}{\text{全部判釋有裂流的影像(TP+FP)}} \quad (2-8)$$

回應率即在模式判釋為裂流的資料中，有多少比率實際有裂流出現的比率，代表在模式判釋影像中有裂流的資料中，確實是裂流案例。故當回應率越高代表模式誤報的程度越低，反之當回應率越低時，則代表程式判釋的裂流案例大多為無裂流之影像，若此時正確率又相當高，則表示該程式有高估之情形。

式中「所有影像」為 100 筆裂流影像和 100 筆平時影像(即 TP+FP+TN+FN 的總和)，「判定有裂流影像」為程式認定有裂流的影像(含實際有裂流發生和實際沒有裂流生，

即 TP+FP)。混淆矩陣的統計結果如表 2-1 所示，根據上式(2-7)和(2-8)計算結果，該模式之正確率為 76.5%，回應率則為 74.7%。結果顯示該模式已可大致將影像中的裂流擷取出來，在有裂流的影像裡有 80%(實際有裂流程式判釋有裂流的案例[80 筆]/實際有裂流的案例[100 筆])的案例是能抓取出來的。在這些程式判釋的裂流案例所出現的位置，與當中有部分出現裂流的位置是相似的，可初步判定該些資料有一定的可信度，如圖 2-12 所示，並且裂流影像判釋裂流發生的位置，均是碎波帶明顯斷裂處，如圖 2-13 所示，根據上述結果代表該裂流光學影像判釋方法具有一定的正確性和合理性。

本計畫所建立「裂流光學影像判釋程式」分析方法和效率足以協助本計畫分析四座光學裂流影像監測站所拍攝的影片，一臺攝影機拍攝一天的影片約需要 20 小時(即分析時間約為影片時長的兩倍)的分析時長，在多臺桌機的協助下可於一天內完成當天所有拍攝的影片，但該速率仍無法達到即時運算的效率，故本計畫在今(2024)年度將會著手研發新的裂流影像分析技術，透過人工智慧(Artificial intelligence, AI)技術實現即時運算的同時還能將影像判釋成功率往上提升，詳情請見第三章。

表 2-1 裂流影像判釋結果

	裂流影像 (人工判釋)	平時影像 (人工判釋)
裂流影像 (系統判釋)	80 筆(TP)	27 筆(FP)
平時影像 (系統判釋)	20 筆(FN)	73 筆(TP)

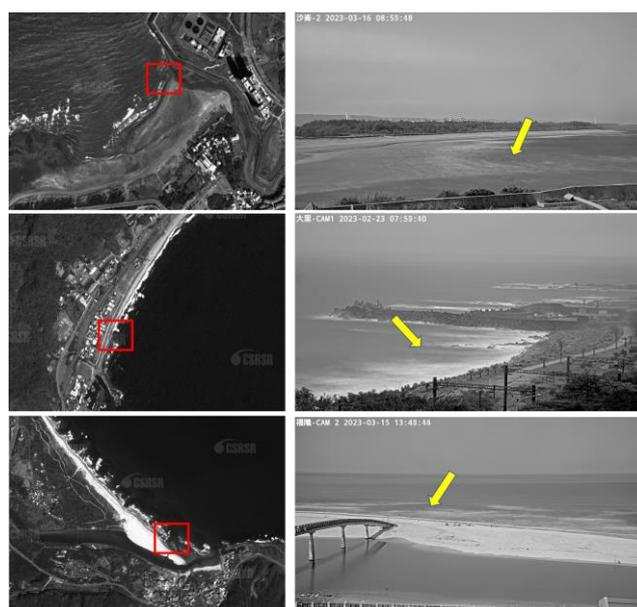


圖 2-12 衛星影像與監視站影片裂流判釋位置比較結果

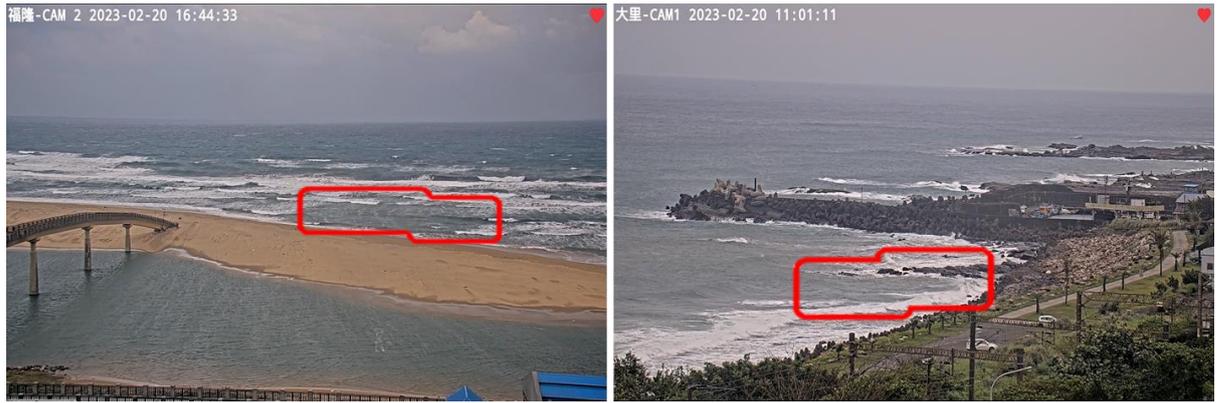


圖 2-13 裂流影像判釋結果

2-4 影像判釋結果與探討

本計畫已於前節中說明使裂流影像判釋程式的方法和理論，並利用混淆矩陣驗證程式判釋的能力，顯示該程式在運算效率和程式準確率均足以協助本計畫進行光學裂流影像的判釋。今(2024年)年度本計畫將會延續前期計畫，持續分析監視站動態影片，蒐集裂流影像的案例，擴建裂流案例與海氣象資料庫。該資料庫在紀錄上以各個裂流渠道作為一個單位，內容可分為基本資料有案例編號、開始時間、結束時間、裂流發生位置和延時，以及裂流發生當下的海氣象環境，包含有「示性波高」、「平均週期」、「尖峰週期」、「與海岸線夾角(正值為向岸、負值為離岸)」、「風速」、「水位」、「海灘類型參數(Beach Parameter, Ω)」和「相對潮差(Relative tide range, RTR)」。根據 Austin et al. (2013) 研究成果顯示在潮流強勁的海域所產生的裂流，其實是裂流與潮流合成的淨流，而 Bruneau et al. (2009) 也發現在退潮時裂流的現象較明顯且強度(流速、寬度和長度)較大，雖然已經有探討漲/退潮現象、水位和相對潮差等有關於潮汐的因素，但潮流係屬一種海流則會更加直觀的影像近岸環流的變化，在今(2024年)度本計畫將會加入外海流速和流向的討論。

裂流案例與海氣象資料庫所蒐集的案例，由於監視站受限於光線影響，僅記錄早上六時至下午六時，共計 12 小時的案例，且當拍攝時氣候惡劣或是儀器故障等突發狀況，即便有裂流發生亦無法進行分析。目前本計畫已有四座光學裂流監視站，包含宜蘭縣外澳監視站於(舊系統於 2021 年 10 月運行至 2023 年 8 月，新系統則於 2024 年 1 月正式啟用至今)，宜蘭縣大里、新北市福隆和新北市沙崙三座裂流光學影像監視站則是近乎同時於 2022 年年底完工，並於 2023 年 2 月月底正式啟用，四座裂流光學影像監視站運作至今均相當順利，影像持續回傳至本執行單位且可於線上影音平台進行檢視，在裂

流案例蒐集的部分，四座監視站如建置前裂流發生潛勢的評估，截至第一期計畫完成時蒐集數百筆的裂流案例，裂流發生累積小時數亦達到數千小時。根據合約今(2024年)度其的工作項目則是歷史裂流案例的分析，本計畫接續前期計畫持續分析裂流光學影像監測站所拍攝的影片，蒐集裂流案例建立案例與海氣象資料庫，並探討裂流發生時的特性和當下海氣象環境資訊。

2-4-1 裂流特性分析結果

在第一期計畫執行期間已分析宜蘭縣外澳光學裂流影像監視站超過一年以上的動態影片(2021/11至2023/12)，而宜蘭縣大里、新北市福隆和新北市沙崙監視站亦分析4個月的動態影片(2023/2至2023/6)。截至今(2024年)度期中報告繳交，本計畫已完成四座監視站2023年底拍攝之所有動態影片。宜蘭縣外澳裂流光學影像監視站自2021年11月至2023年12月拍攝的影片，可進行裂流案例分析之清晰影像約7144個小時，共計蒐集378筆的裂流案例，累計有發生裂流的小時數達1036小時；宜蘭縣大里、新北市福隆和新北市沙崙裂流光學影像監視站截至2023年底分別有3379、3521和3437小時可進行裂流分析之影片，三座監視站各自蒐集49(148)、306(605)和97(156)筆(小時)的裂流案例，完整的裂流案例與海氣象資料庫詳如**附錄7**。

彙整四座監視站裂流發生的位置，結果如**圖2-14**至**圖2-21**所示，相較於前期計畫研究成果並未有新的裂流發生地點增加，外澳海灘裂流發生位置仍為11處，分別為W1[N24.8852°,E121.8490°]、W2[N24.8839°,E121.8478°]、W3[N24.8818°,E121.8460°]、W4[N24.8797°,E121.8482°]、W5[N24.8776°,E121.8482°]、W6[N24.8744°,E121.8433°]、W7[N24.8737°,E121.8431°]、W8[N24.8729°,E121.8428°]、W9[N24.8721°,E121.8427°]、W10[N24.8715°,E121.8425°]和W11[N24.8696°,E121.8426°](以W作為外澳海域裂流發生位置的代號)；新北市福隆海域的8處分別為福隆東興宮前的(F1[N25.0201°,E121.9478°])、雙溪出海口南側的(F2[N25.0200°,E121.9468°])、雙溪出海口北側的(F3[N25.0210°,E121.9455°])、彩虹橋正前方海域的(F4[N25.0217°,E121.9448°])、彩虹橋北側海域(F5[N25.0221°,E121.9443°])、F6[N25.0223°,E121.9441°]、F7[N25.0228°,E121.9434°]和F8[N25.0238°,E121.9422°](以F作為福隆海域裂流發生位置的代號)；新北市沙崙海域的四處則分別為黃色箭頭漲潮時所拍攝為於公司田溪出海口南側的(S1[N25.1914°,E121.4183°])，以及紅色箭頭退潮時所拍攝S1向外海延伸的(S2[N

25.1923°,E121.4179°])、綠野馬術文創園區正前方海域的(S3[N 25.1919°,E121.4169°])和淡水水上救生會正前方海域的(S4[N 25.1900°,E121.4159°])。而宜蘭縣大里監視站經過多次攝影機拍攝位置的調整，至今仍僅有大里漁港北側防坡堤旁有發生因結構物繞射的裂流 D1[N 24.9634°,E121.9224°]。

本計畫彙整四座監視站裂流發生的時空間分布。各位置裂流發生案例數、裂流累計發生小時數以及平均裂流發生延時結果如表 2-2、圖 2-22 和圖 2-23 所示，在宜蘭縣外澳海域發生於烏石漁港北堤旁的 W11 是為常發生裂流區域，裂流發生案例數量達 54 筆，裂流累計出現小時數亦是最高的達 243 小時，其次為外澳海灘北側的 W2 位置，發生 48 筆裂流案例，累計小時數亦是次高達 200 小時，導致 W2 和 W11 有較高裂流發生的原因主要為該兩個位置均位於結構物旁，前者在北側海底有礁岩、後者則是位於垂直海岸線的烏石漁港北堤，這些結構物均會導致沿岸流沿著障礙物往外流，而外澳監視站拍攝到的裂流持續時間多介於 3.3 至 4.8 小時。新北市福隆和新北市沙崙發生最多筆的裂流案例，分別為發生在 F8 和 S3 兩個位置，前者新北市福隆海灘在 F8 的位置蒐集到 59 筆裂流案例，裂流累計發生小時數達 355 小時，該位置亦是目前四座監視站中平均裂流發生延時最長的位置，長達 6 小時，而沙崙監視站記錄到最多裂流案例的 S3 位置，該處共計蒐集到 34 筆案例，累積裂流發生小時數達 114 小時。

本計畫將各位置裂流發生累計小時數除以該位置監視站可分析之監視站影片時長，以此瞭解各個位置裂流發生之機率，從結果如圖 2-24 顯示，四座監視站裂流發生的機率大多小於 4%，最高亦不超過 7%。在外澳海域整體裂流發生機率均不高，其中僅有位於烏石漁港北側海堤旁的 W11 發生機率超過 3%，且將 2021 年至 2023 年全部的案例與 2021 年至 2022 年的案例相筆，可以發現外澳海域的裂流發生機率有些許的下降；福隆海域各位置裂流發生機率變化就較大，F7 和 F8 的裂流發生機率較高均達 5%以上，推測這與本案分析初期 2023/2 至 2023/6 位於該處有沙坵存在(如圖 2-25)，進而導致容易產生因繞射所引起的裂流案例；沙崙海域的裂流發生機率與外澳海域相似，發生機率較低均不超過 3%，雖然從影像中可以看到在 S3 的位置有明顯的槽溝(如圖 2-26)，但該處地形平緩，故隨著潮汐漲退裂流存在的時間不長(裂流平均發生延時僅 3.4 小時)，所以裂流發生機率亦僅 2.2%；宜蘭縣大里海域的裂流與外澳海域 W11 相似，都是海堤結構物旁，在隨著沿岸流潮汐往返的過程中，海流繞射便容易有裂流，因此在 D1 位置裂流發生的機率亦較高約 5%左右。根據上述初步分析結果可以發現在結構物旁或是有沙

丘等適合裂流發展的地形，裂流發生的機率確實有明顯較大的趨勢。

除對裂流在空間域上分布的情形進行討論，本計畫亦從時間域上進行分析的統計，結果如圖 2-27 顯示四座裂流監視站各月份平均案例數以及裂流發生時長，當中平均發生案例數量最多的月份為十一月，每月平均達 41 筆，且平均累計發生小時數亦達到 93 小時，其次則是五月份平均發生案例數達每月平均 34 筆(平均累計發生小時數為 64 小時，為第三序列)，而六月份雖然平均每月案例數不多，每月平均僅有 27 筆，但平均累計裂流發生時長達 84 小時。為瞭解造成該月份裂流平均發生累計時長較高的原因，本案統計逐月各裂流位置之發生機率，結果如圖 2-28 和圖 2-29 所示，外澳監視站所觀測到的裂流案例無論在 2022 年或 2023 年的六月，發生機率相當低(均不超過 5%)，而在 2023 年 6 月份福隆監視站中 F7 位置裂流發生機率高達 14%，該結果與上段中所述相同，應是受到 F7 和 F8 之間的沙丘地形所導致的，同時從逐月各位置裂流發生機率結果可以看到，F6 至 F8 位置的裂流案例在 2023/7 月後便隨著沙丘地形的變遷而逐漸降低，因此本計畫認為於六月份統計結果，有較高的平均裂流發生累計小時數極有可能是 2023 年的特例。

此外，從逐月各位置的裂流發生機率也可以明顯發現，其實各位置裂流發生的機率震盪相當大，但倘若僅是海氣象的因素，照理說各位置的逐月裂流發生機率的序列排序應不會有太大變化，上述在時間或空間上分析的結果也顯示在部分位置或月份裂流數量或發生機率有明顯上升的情況，往往是由於海岸邊出現適合裂流發展的地形，而本計畫目前分析資料即便是最長的外澳監視站亦僅有 22 個月，其餘三座監測站僅有 10 個月，總結上述幾點(含各位置裂流發生頻率震盪大、在不到 1 年的期間、地形易造成裂流案例數量劇動的因素)，在外澳和福隆海域兩座監測站的海岸型態和地形水深變遷是極為快速的，這就可能導致後續在預警上可能需要更長時間的案例分析作為依據，來持續率定修正。

表 2-2 各位置每月裂流發生統計表
 (監視站：宜蘭縣外澳、宜蘭縣大里、新北市福隆、新北市沙崙
 觀測時間：2021/11 至 2023/12)

裂流 位置	案例數量/累積小時數					
	案例數量 (筆)	累積小時 (hr)	平均延時 (hr)	裂流最大 延時(hr)	裂流最小 延時(hr)	裂流發生 機率(%)
W1	38	171	4.5	10	2	2.4
W2	48	200	4.3	12	1	2.8
W3	24	113	4.8	10	2	1.6
W4	31	147	4.7	10	2	2.0
W5	37	161	4.2	10	1	2.2
W6	20	83	4.1	10	1	1.2
W7	17	79	4.7	9	2	1.1
W8	42	170	3.9	10	1	2.4
W9	30	117	3.8	8	2	1.6
W10	37	123	3.3	7	1	1.7
W11	54	243	4.4	11	2	3.4
F1	24	81	3.4	8	2	1.5
F2	36	127	3.5	10	1	2.4
F3	28	152	5.4	9	2	2.8
F4	33	191	5.8	10	2	3.6
F5	24	107	4.5	9	2	2.0
F6	44	181	4.1	12	1	3.4
F7	58	262	4.5	12	1	4.9
F8	59	355	6.0	12	2	6.7
S1	20	86	4.3	8	1	1.6
S2	15	68	4.5	7	1	1.3
S3	34	114	3.4	11	1	2.1
S4	28	104	3.7	10	1	2.0
D1	49	257	5.2	12	2	4.8
全部 位置	830	3692	4.4	9.8	1.5	2.6



圖 2-14 宜蘭縣外澳海灘裂流發生位置分布示意圖

(尚未進行經緯度座標校正，故上述標示位置與實際發生位置仍有所誤差)



圖 2-15 宜蘭外澳海灘裂流各位置監視站實際拍攝結果

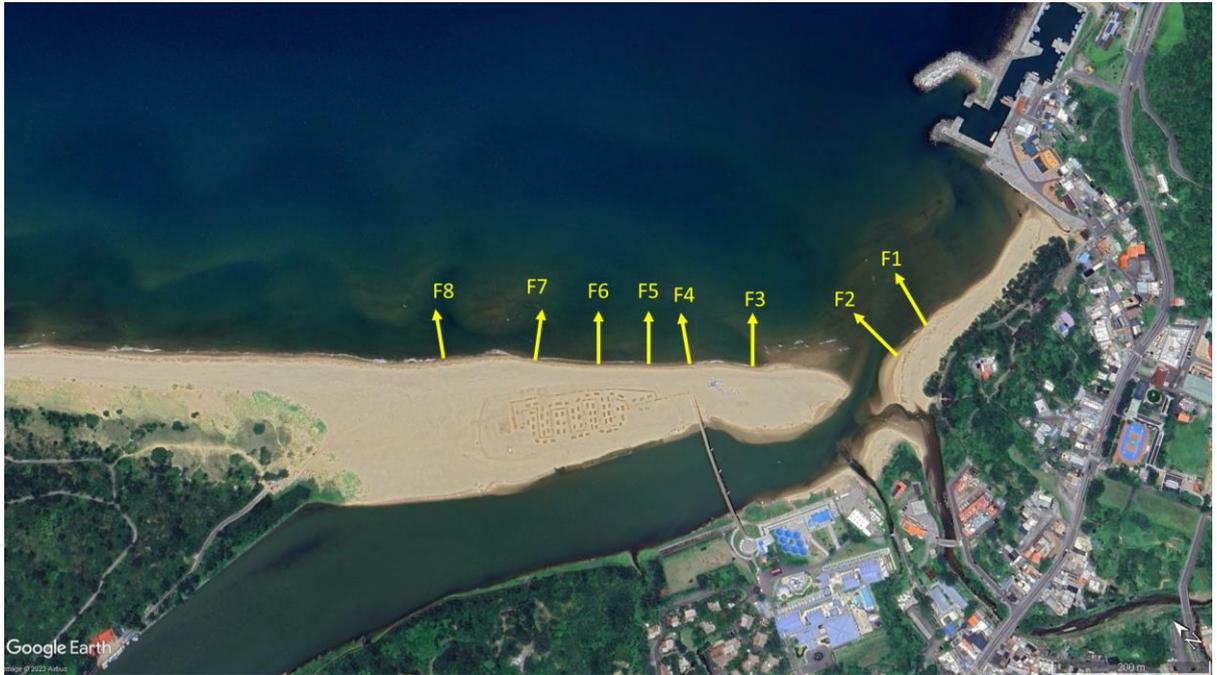


圖 2-16 新北市福隆海灘裂流發生位置分布示意圖
 (尚未進行經緯度座標校正，故上述標示位置與實際發生位置仍有所誤差)



圖 2-17 新北市福隆海灘裂流發生示意圖



圖 2-18 新北市沙崙海灘裂流發生位置分布示意圖

(尚未進行經緯度座標校正，故上述標示位置與實際發生位置仍有所誤差)



圖 2-19 新北市沙崙海灘裂流發生示意圖



圖 2-20 宜蘭縣大里海灘裂流發生位置分布示意圖
(尚未進行經緯度座標校正，故上述標示位置與實際發生位置仍有所誤差)



圖 2-21 宜蘭縣大里海灘裂流發生示意圖

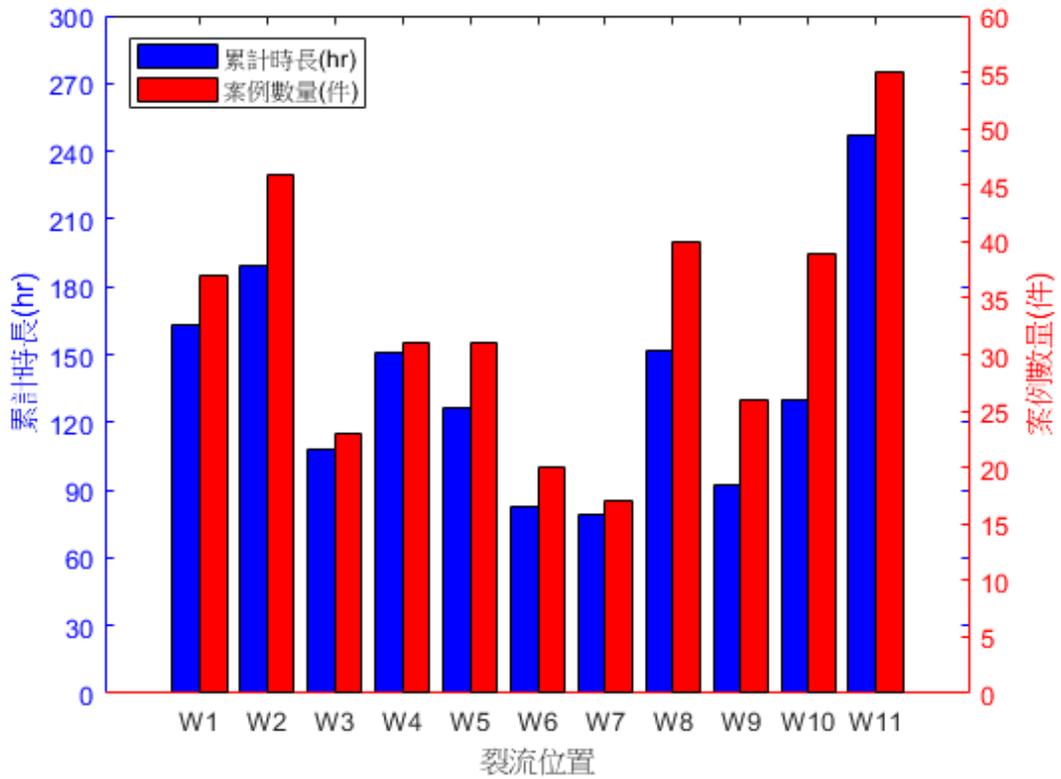


圖 2-22 外澳海灘裂流各位置案例數量與累計時長統計結果

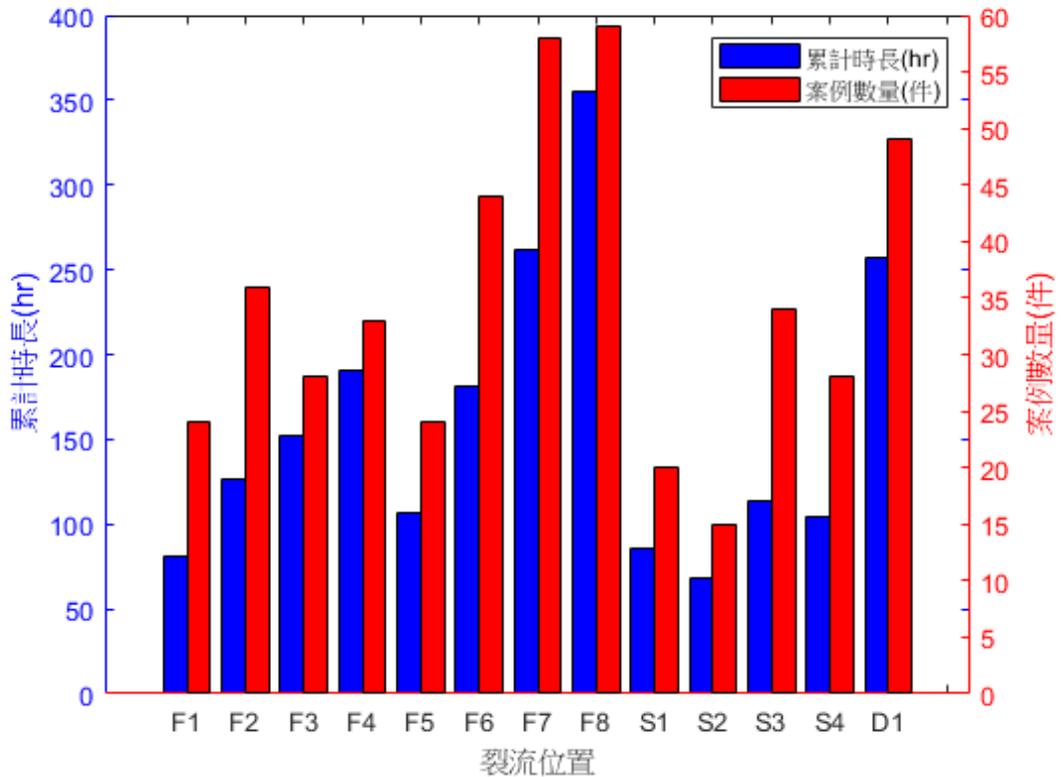


圖 2-23 福隆、沙崙和大里裂流各位置案例數量與累計時長統計結果

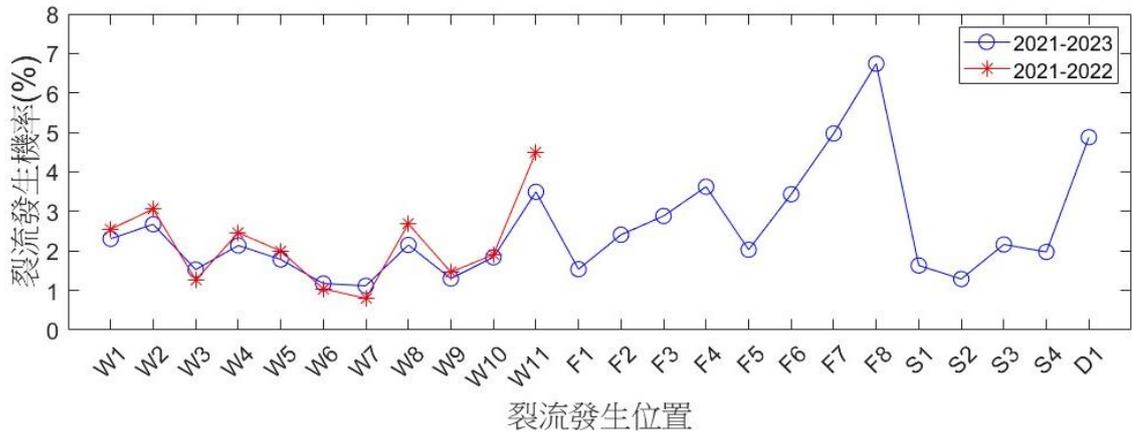


圖 2-24 四座裂流光學影像監視站觀測之各位置裂流發生機率



圖 2-25 新北市福隆海域 F7 和 F8 間沙丘地形(2023/06/19)



圖 2-26 新北市沙崙監視站第 S3 位置附近槽溝地形(2023/06/22)

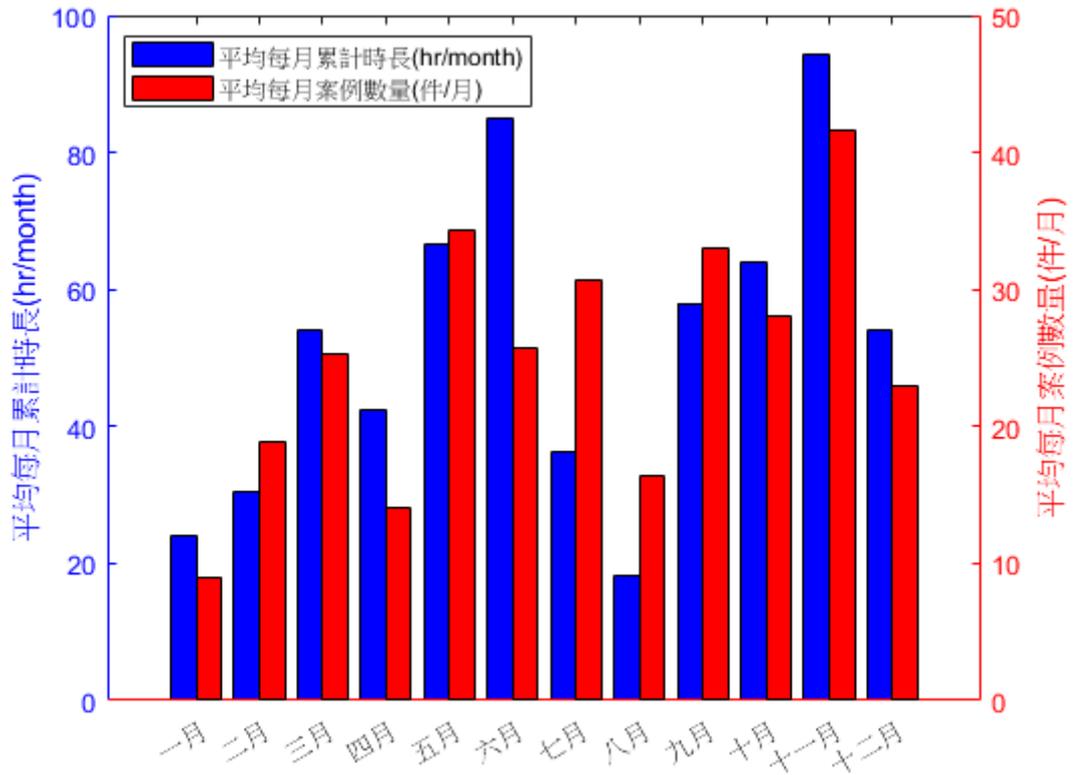


圖 2-27 四座監視站觀測之裂流平均各月份案例數量與累計時長統計結果

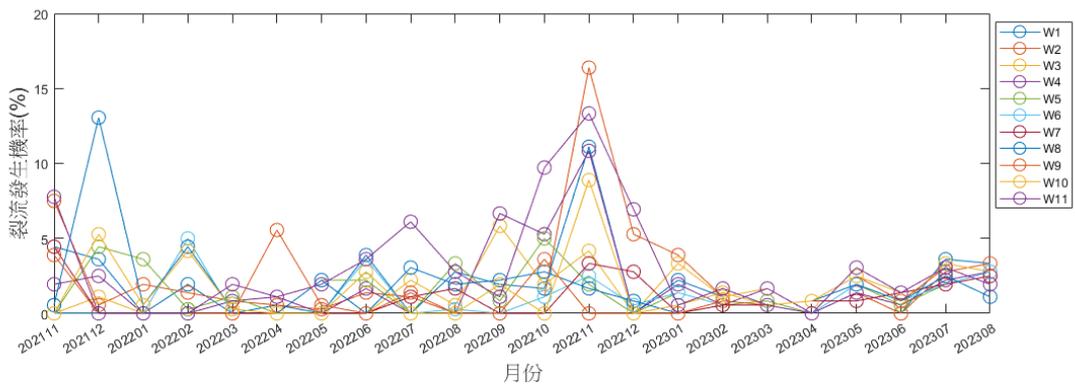


圖 2-28 宜蘭外澳海灘各位置裂流逐月發生機率

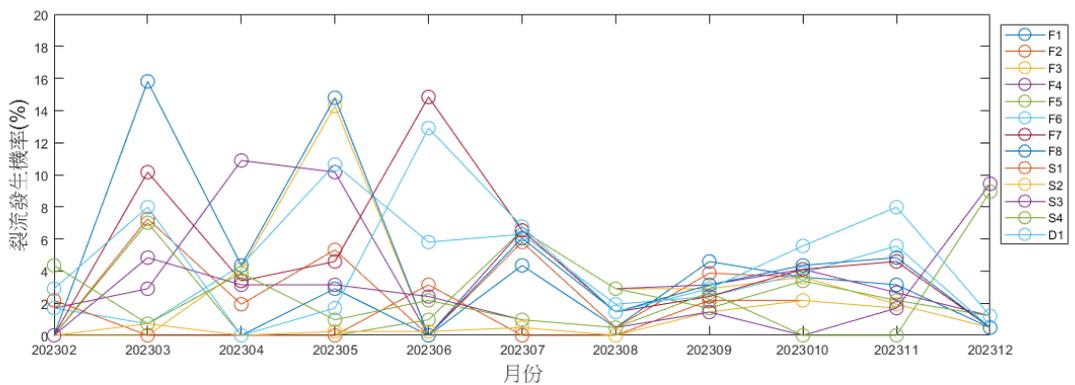


圖 2-29 新北市福隆、沙崙以及宜蘭縣大里各位置裂流逐月發生機率

2-4-2 裂流發生時海氣象特性分析

前節中，本計畫已對四座監視站所蒐集到的裂流案例進行時空間分佈的分析，對裂流發生的潛勢區域和時間已有初步的瞭解。根據文獻的研究成果，裂流的發生與當下的水動力條件有著顯著的相關性(Lushine, 1991; Engle et al., 2002)，本計畫將延續前期計畫，持續分析裂流發生時的海氣象環境資訊，裂流發生時的海氣象資料採用鄰近的浮標站或是潮位站，Cavaleri et al. (2012)提出實測資料站所測得的海氣象資訊對周遭方圓 25 km 內的範圍是有一定的代表性，根據該項研究成果宜蘭縣外澳海域、宜蘭縣大里海域、新北市福隆海域和新北市沙崙海域所採用的實測資料分別為龜山島浮標資料站、龜山島浮標資料站、龍洞浮標資料站和富貴角浮標資料站以及烏石漁港潮位站、福隆潮位站、福隆潮位站和淡海潮位站。今(2024 年)度計畫將延續前期計畫，統計實測資料站所測得的示性波高、平均週期、尖峰週期、風速、波向與海岸線夾角和水位外，並加入流向與海岸線夾角和流速的統計分析，同時亦會計算海灘類型參數(Ω)、漲/退潮和相對潮差(RTR)，以下說明該兩參數計算方法。

海灘類型參數是由 Wright and Short (1984)所提出的，根據實驗和現場觀測結果統計出可能容易發生裂流的地形與碎波條件的相關性，如表 2-3 所示，當中過渡型海灘沿岸沙洲槽型(Long shore bar-trough, LBT)、規律沙洲槽型(Rhythmic bar and beach, RBB)、橫向沙洲與裂流型(Transverse bar and rip, TBR)以及低潮位階地型(Low tide terrace, LTT)是較容易發生裂流的海灘地貌地形，海灘類型參數(Ω)計算公式如下式(2-9)

$$\Omega = \frac{H_b}{W_s \times T} \quad (2-9)$$

式中為 H_b 碎波高度、 W_s 為顆粒沉降速度、 T 為週期。為求得近岸碎波高度 H_b ，本計畫參考 Le Mehaute (1961)所提出之經驗式，如下式(2-10)

$$\frac{H_b}{H_o} = 0.76 \cdot S^{1/7} \cdot \left(\frac{H_o}{L_o}\right)^{-1/4} \quad (2-10)$$

式(2-10)中 H_o 為示性波高、 S 為近岸平均坡度、 L_o 為波長。透過實測浮標所測得的示性波高 H_o 和平均週期 T ，在近岸平均坡度 S 的計算是採用科技部海洋資料庫 200 m 解析度的地形資料計算距離灘線 1 km 以內地形變化而來，宜蘭縣外澳、宜蘭縣大里、新北

市福隆和新北市沙崙四處的底床坡度分別為：0.021，0.027，0.007，0.018。而顆粒沉降速度則是參考 Stokes Law 進行計算，如下式(2-11)

$$\omega = \frac{1}{18} \times \frac{\rho_s - \rho}{\rho} \times \frac{gD^2}{\nu} \quad (2-11)$$

式中 D 為沙質粒徑、 ν 為黏滯係數、 ρ_s 為沙的比重。最後將式(2-10)和式(2-11)計算所得到的顆粒沉降速度 ω 和碎波波高 H_b 以及平均週期帶入式(2-9)便可以得到海灘類型參數。各監視站的沙質粒徑參考各縣市“海岸防護計畫”調查成果，宜蘭縣外澳、宜蘭縣大里、新北市福隆和新北市沙崙四處的沙質粒徑分別為：0.40 mm，0.39 mm，0.38 mm，0.039 mm。

而相對潮差(relative tide range, RTR)，可得知在這個分類模型中同時考慮造碎波能量與潮汐間的交互作用，而碎波能量亦是裂流發生原因的因素之一，Masselink et al. (1993)則是在 Wright and Short (1984)模型的基礎上引入 RTR 參數的概念，透過考慮潮差的範圍建立更加完善的海灘分類模型，如表 2-4 所示，與 Wright and Short (1984)透過計算海灘類型參數進行分類的模型最大的差異，在於 Masselink 的模型認為即便在 Ω 大於 6 時的消散型海灘(DIS)在相對潮差 RTR 較小的情形下裂流仍有發生的可能性；以及 Wright and Short (1984)認為可能發生裂流的過渡型海灘的低潮位階地型態海灘(Low tide terrace, LTT)，Masselink et al. (1993)認為當相對潮差 RTR 較大(大於 7)時，發生裂流的可能性非常小。RTR 參數的計算公式如式(2-12)

$$RTR = TR/H_b \quad (2-12)$$

其中 TR 是某海域長期大潮位的平均值，而則是 H_b 碎波波高。長期大潮位平均值 (TR)可由交通部中央氣象署潮汐年報中取得，宜蘭縣外澳、宜蘭縣大里、新北市福隆和新北市沙崙四處的長期大潮位平均值分別為：1.41 m，1.02 m，2.94 m，1.04 m。透過現場實測浮標資料站和潮位站直接觀測的數據，以及上述方法計算出的海灘類型參數(Ω)和相對潮差(RTR)，本計畫現行運行中的四座監視站自 2021 年至 2023 年影片中蒐集之裂流案例，各海氣象環境資訊統計結果詳如附錄四。

各案例發生期間海氣象參數最大值與最小值統計組體圖結果如圖 2-30 和圖 2-31 所示，示性波高最大值和最小值分別為 4.0 m 和 0.2 m，平均週期最大值和最小值分別為

10.3 秒和 3.5 秒、尖峰週期最大值和最小值分別為 14.6 秒和 3.5 秒，波向與海岸線夾角最大值和最小值分別為 89.45° 和 -16.4° (正值為波浪向岸邊傳遞，負值則為向離岸方向傳遞)，風速最大值和最小值分別為 12.1 m/s 和 1.1 m/s、水位最大值和最小值分別為 1.51 m 和 -1.7 m，海灘類型參數最大值和最小值分別為 10.6 和 1.5，相對潮差最大值和最小值分別為 9.0 和 0.4，流向與海岸線夾角則各種角度均有出現裂流，流速最大值和最小值則分別為 0.99 m/s 和 0.02 m/s，從該結果可以得知在平時的海況均有可能有裂流的發生，從平均週期曾達 10.3 秒的情況也可以說明在有湧浪情形下同時亦有可能有裂流發生，導致海況更加的危險。

本計畫也進行不分案例的討論，透過將裂流案例以每個小時進行離散化進行海氣象環境資訊的統計分析(即依據浮標資料每小時輸出一筆觀測資料的特性，若該小時內有一起以上的裂流案例，則將該小時裂流有裂流發生，累計裂流發生時長增加 1 小時)，並透過探討第一四分位距至第三四分位距，來瞭解裂流主要發生之海氣象環境條件，如圖 2-32 結果顯示，裂流多發生於波高介於 0.85 至 1.65 m 間、平均週期介於 5.3 至 6.4 s 間，以及尖峰週期介於 7.7 至 9.2 s；波向與海岸線夾角介於 43° 至 77° 間(若以垂直海岸線之波向角度為基準，前 50% 的裂流案例發生於波向與海岸線夾角 50° 至 90° 間)，水位的部分則介於 -479 mm 至 523 mm 間(該水位統計結果已經二項率定修正平均水位至 0 mm 的位置)，四處發生裂流時的平均水位為 43.38 mm 高水位(即高於平均海水位)，而漲潮和退潮的比例相差不大，裂流發生期間主要為退潮時段的案例有 412 筆，反之主要為漲潮時段有 405 筆，風速介於 3.2 至 7.4 m/s 間，海灘類型參數介於 4.1 至 5.2 間，相對潮差介於 0.8 至 1.6 間，而外海的流速約介於 0.1 至 0.4 m/s 間，流向與海岸線夾角則大致界於平行海岸線偏移 30° 至 60° 間。

根據上述統計結果可以發現，在裂流發生的時後需有一定的波浪能量(波高約 1.0 m 左右)，波向入射海岸線偏移 30° 以內，水位為高水位，流速小於一節(小於 0.5 m/s)，流向並非完全垂直或平行與海岸線，前三點與裂流發生的機制相輔均有助於水體於岸邊堆積，進而形成裂流，後者潮流流速較小且非完全水平或垂直的情況下亦有助於裂流的流場較不易受到潮流的影響，使得淨流場的結果仍以近岸裂流流場為主。

根據 Masselink et al. (1993)對海灘分類的方法，需要同時考量海灘類型參數和相對潮差的影像，本計畫以海灘類型參數為 X 軸、相對潮差 RTR 作為 Y 軸繪製外澳海域裂

流發生的色散散布圖，點的颜色代表累計在那個區間的數量，颜色越偏向暖色系(橘紅)代表數量越多，反之颜色越偏向冷色系(藍色)則代表數量越少，並且根據的研究成果將海灘類型參數和相對潮差在各條件下為何種海灘類型，以及是否有裂流發生之訊息，以紅底代表有較高機率會發生裂流、黃底則帶表中度機率會發生裂流、而白底則代表較少機率會發生裂流，一同與上述散度圖彙整，四座監視站所拍攝到之裂流案例海灘類型參數與相對潮差散步圖如圖 2-33 所示。根據結果顯示，在大部分裂流案例發生時相對潮差大多小於 3、海灘類型參數界於 2 至 5 間，根據 Masselink et al. (1993)對海灘分類的方法，這類型的海灘為沙壩型海灘，且容易發生裂流。然而即便非在這個條件下的裂流案例，也都位於相對潮差小於 3、海灘類型參數大於 5 或是相對潮差介於 3 至 7、海灘類型參數介於 2 至 5 的低潮位沙壩接地型海灘和沙壩消散型海灘，前者如同大部分案例係屬高機率發生裂流的海灘類型之一，而後者雖然並非高機率的類型但仍有機會出現裂流。此外，從圖上可以明顯的看出有兩大區間，經本計畫初步分析，下半部案例數量較多的區域主要為宜蘭縣外澳、宜蘭縣大里和新北市沙崙的案例，而上面案例較為稀疏的部分則為新北市福隆海域的案例，而從現場監視站的影片紀錄來看，新北市福隆海域確實在 2 至 5 越有明顯的沙壩，這與 Masselink et al. (1993)海灘類型分類結果幾乎一致，提高本計畫在裂流案例蒐集的合理性和準確性。

此外，由於宜蘭縣外澳海域裂流觀測時間與其餘三座觀測時間相異，且宜蘭縣大里、新北市福隆和新北市沙崙三座監測站目前分析的案例均不到一年，故本計畫截至期中報告繳交前僅對各位置和各月份海氣象環境資訊進行統計，結果如表 2-5 和表 2-6 所示，初步分析後各月份所發生的裂流案例其海氣象環境條件差異並不大，與上文中提出易發生裂流的海氣象環境條件(第一四分位距至第三四分位距)的結果相同，當然在冬季的波浪條件較為惡劣，但這主要原因可能是目前本計畫監視站之位置均位於北部或是東北部，故在冬季受東北季風影響下波高的統計結果會較大。但在不同位置上的海氣象環境條件有些許差異，可以發現宜蘭縣外澳海域的 W11 位置、新北市福隆海域的 F7 和 F8 位置以及宜蘭縣大里海域的 D11 位置，裂流發期間曾出現最大波高的平均值相對於其他位置低(均為 0.8 m)，本計畫根據該結果初步認為這是因為在結構物旁之裂流現象受到水動力之影響較小所導致的。

裂流具有一定的危害性，然而若是沒有人在海域進行遊憩，則裂流亦不會造成危害，根據期中審查委員秉煜的建議，本案進行海域熱門遊憩時間點(每年的 5 月至 10 月)

裂流特徵和發生時環境條件的探討，比較在熱門遊憩時間是否與整體的分析結果有所差異，根據圖 2-27 至圖 2-29 所示，在外澳海域於夏季期間裂流發生的平均次數較少，但在新北是福隆、新北市沙崙和宜蘭縣大里則反而則是夏季期間發生的裂流次數較多，故裂流並非在夏季有較容易或較不容易發生的情況，主要仍是根據當地的水深地形和海氣象條線所導致的。在裂流發生時海氣象環境條件的部分，本案統計每年 5 月至 10 月的裂流，並且比對當下發生的海氣象條件，結果如圖 2-34 所示，整體而言海氣象條件均無太大差異，僅在流速、風速、尖峰週期、平均週期、海灘類型參數和示性波高比全年統計結果有些許較小，但這是由於冬春之際海況本身較為惡劣有關，與不同季節發生之裂流特性不同並無太大關係。

表 2-3 各海灘類型和 Ω 值之比對

海灘類型	Wright and Short (1984)	Brander (1999)	林等 (2011)
DIS	>6	--	6
DIS-LBT		--	5.5
LBT		4-6	5
LBT-RBB		3-6	4.5
RBB		3-5	4
RBB-TBR	1-6	2-5	3.5
TBR		2-4	3
TBR-LT		1-4	2.5
LTT		1-3	2
LTT-REF			1.5
REF	<1		1

表 2-4 Masselink et al. (1993) 海灘分類模型對照表

海灘類型參數 Ω	相對潮差 RTR	分類
$\Omega < 2$ (反射型)	$RTR < 3$	完全反射型 (無裂流)
	$3 \leq RTR \leq 7$	低潮位階地型 (有裂流)
	$RTR > 7$	低潮位階地型 (無裂流)
$2 \leq \Omega \leq 5$ (過渡型)	$RTR < 3$	沙壩型 (有裂流)
	$3 \leq RTR < 7$	低潮位階地/沙壩型 (有裂流)
$\Omega > 5$ (消散型)	$RTR < 3$	消散/沙壩型 (有裂流)
	$RTR > 3$	消散型 (無裂流)
$\Omega > 2$ (完全消散型)	$RTR > 7$	完全消散型 (無裂流)

表 2-5 四座監視站裂流影像案例發生各月份統計表

(資料時間: 2021 年 10 月 15 日至 2023 年 12 月 31 日)

月份	示性波高 (m)		平均週期 (s)		尖峰週期 (s)		波向與海岸線夾 角(°)		平均風速 (m/s)	
	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最大值	最大值	最小值	最大值	最小值
1	1.0	0.9	6.0	5.5	9.0	6.9	43.5	21.1	6.8	4.6
2	1.4	1.2	6.3	5.9	8.8	8.0	48.9	21.1	6.1	4.5
3	0.8	0.7	5.9	5.1	8.5	6.3	58.7	26.7	5.3	3.0
4	1.1	0.9	6.1	5.6	8.6	7.2	55.1	28.9	4.5	2.8
5	0.9	0.7	5.8	5.3	7.9	6.5	49.4	22.9	4.3	2.8
6	0.8	0.6	5.7	5.0	7.9	6.3	44.8	15.3	4.5	2.6
7	0.8	0.6	6.0	5.4	8.4	7.0	32.0	8.5	4.2	2.5
8	0.6	0.5	6.2	5.0	9.6	7.5	54.9	9.5	4.4	2.7
9	0.8	0.7	5.6	5.2	7.7	6.4	52.9	34.4	4.3	3.2
10	1.1	0.9	5.8	5.2	8.1	6.6	51.4	13.7	6.6	4.6
11	0.9	0.7	5.9	5.3	8.3	6.6	55.5	25.9	5.0	3.1
12	1.2	1.0	6.0	5.3	8.2	6.7	35.6	10.1	5.8	4.3
月份	水位 (cm)		Ω (海灘類型參數)		RTR(相對潮差)		流向與海岸線夾 角(°)		流速 (m/s)	
	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值
1	104.78	-	4.6	3.9	1.4	1.2	55.9	-21.1	0.4	0.2
2	240.64	-43.43	5.4	4.7	1.2	1.0	-13.0	-43.2	0.5	0.3
3	126.08	-	4.0	3.4	1.8	1.4	49.4	-53.3	0.3	0.1
4	111.79	-	4.9	4.1	1.5	1.2	48.4	-35.3	0.3	0.1
5	53.50	-	4.4	3.6	1.7	1.4	57.5	-18.7	0.4	0.2
6	156.65	-	3.8	3.1	2.3	1.9	59.5	-17.0	0.4	0.2
7	43.47	-	3.7	3.0	1.7	1.3	60.0	-7.9	0.4	0.2
8	48.10	-	3.1	2.6	2.2	1.7	43.0	-25.7	0.5	0.2
9	49.42	-	4.1	3.6	1.8	1.5	41.8	4.4	0.5	0.3
10	181.84	-	4.9	4.1	1.4	1.1	47.7	-31.4	0.5	0.2
11	115.73	-	4.3	3.5	1.4	1.2	37.7	-36.7	0.4	0.2
12	88.16	-	5.0	4.4	1.7	1.4	42.7	-8.8	0.6	0.2

表 2-6 四座監視站裂流影像案例發生位置統計表

(資料時間: 2021 年 10 月 15 日至 2023 年 12 月 31 日)

裂流 位置	示性波高 (m)		平均週期 (s)		尖峰週期 (s)		波向與海岸線夾 角(°)		平均風速 (m/s)		水位 (cm)		Ω(海灘類型參數)		RTR(相對潮差)		流向與海岸線夾 角(°)		流速 (m/s)	
	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最大值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值
W1	1.0	0.7	6.1	5.4	8.6	6.5	60.4	25.4	4.4	2.9	109.92	-248.84	4.3	3.4	1.7	1.3	46.0	-29.1	0.5	0.2
W2	1.1	0.9	6.0	5.4	8.7	7.0	51.9	22.9	5.3	3.9	196.87	-109.70	4.6	4.0	1.4	1.2	30.1	-33.6	0.4	0.2
W3	1.0	0.7	6.0	5.3	9.0	6.8	52.9	21.9	5.0	2.9	278.26	-98.09	4.3	3.5	1.7	1.3	38.0	-32.5	0.5	0.2
W4	0.9	0.7	5.9	5.2	8.6	6.7	56.5	18.2	4.9	3.2	184.32	-241.87	4.3	3.4	1.7	1.3	56.8	-26.9	0.5	0.2
W5	1.0	0.8	5.8	5.2	8.3	6.6	51.0	19.2	5.7	4.1	200.65	-169.68	4.5	3.7	1.6	1.3	31.5	-26.3	0.5	0.2
W6	1.0	0.8	5.8	5.3	8.3	7.0	51.0	23.6	4.6	3.3	239.45	-120.60	4.5	3.8	1.6	1.2	25.7	-26.4	0.5	0.2
W7	0.8	0.7	5.9	5.1	7.9	6.6	53.6	20.4	4.2	2.0	92.76	-311.06	4.0	3.3	1.7	1.4	53.6	-22.5	0.5	0.2
W8	1.1	0.9	6.0	5.5	8.5	7.1	44.1	15.2	5.4	3.7	84.73	-232.40	4.5	3.9	1.5	1.2	26.9	-16.7	0.5	0.3
W9	1.0	0.8	6.3	5.7	8.5	7.4	48.3	14.9	4.0	2.5	-65.31	-321.96	4.4	3.7	1.4	1.2	38.1	-9.8	0.5	0.2
W10	0.9	0.8	5.9	5.4	8.1	6.9	42.3	19.3	4.7	3.3	64.64	-230.31	4.2	3.7	1.5	1.3	34.8	-9.9	0.4	0.2
W11	0.8	0.8	6.1	5.4	8.5	6.9	48.7	20.0	5.3	3.3	101.58	-277.71	4.6	3.8	1.5	1.2	46.0	-18.6	0.5	0.2
F1	0.8	0.6	6.0	5.6	8.4	7.2	49.4	31.7	3.7	2.5	99.75	-286.83	3.9	3.3	1.3	1.1	52.1	-5.4	0.3	0.1
F2	0.8	0.7	6.0	5.4	8.3	6.8	52.9	31.4	4.1	2.8	65.22	-242.50	3.9	3.4	1.4	1.1	53.6	-12.3	0.3	0.1
F3	0.9	0.6	5.9	5.2	8.5	6.6	54.5	24.8	4.9	3.0	15.57	-310.71	4.3	3.4	1.4	1.0	62.2	-22.5	0.4	0.1
F4	0.9	0.6	5.9	5.2	8.3	6.5	52.3	22.3	4.8	2.6	33.30	-279.79	4.1	3.3	1.4	1.0	67.8	-29.2	0.3	0.1
F5	0.8	0.6	6.2	5.3	8.9	6.7	48.0	20.3	4.5	2.8	39.13	-303.08	3.7	3.0	1.6	1.1	60.1	-27.0	0.3	0.1
F6	0.9	0.7	6.1	5.5	8.1	6.9	53.6	28.6	4.5	3.0	94.95	-325.18	4.1	3.6	1.3	1.0	56.0	-12.4	0.3	0.1
F7	0.8	0.6	6.1	5.4	8.5	6.8	49.7	20.8	4.7	2.9	29.53	-238.67	3.7	3.2	1.5	1.1	54.8	-26.9	0.3	0.1
F8	0.9	0.6	6.0	5.2	8.3	6.4	57.6	25.2	4.9	2.5	54.71	-296.46	4.2	3.3	1.4	1.0	64.1	-41.5	0.4	0.1
S1	1.2	1.0	5.6	5.0	7.6	6.6	18.7	-4.9	5.7	4.5	574.30	-240.55	4.9	4.4	3.4	3.0	36.7	-16.2	0.9	0.2
S2	1.0	0.8	5.3	4.8	7.3	6.4	19.1	1.2	7.6	5.7	126.80	-829.20	4.8	4.2	3.2	2.8	37.8	-3.7	0.8	0.3
S3	0.9	0.8	5.3	4.9	7.3	6.4	25.6	3.1	5.9	4.4	322.38	-312.47	4.4	3.8	3.6	3.1	36.1	3.7	0.8	0.3
S4	1.1	0.9	5.4	4.9	7.4	6.4	24.6	8.2	6.5	5.1	58.07	-715.46	5.0	4.4	3.1	2.6	39.7	5.2	0.7	0.3
D1	0.8	0.6	5.8	5.0	8.2	6.5	58.1	19.6	5.0	2.8	82.88	-253.18	4.0	3.2	1.4	1.1	38.0	-39.8	0.6	0.2

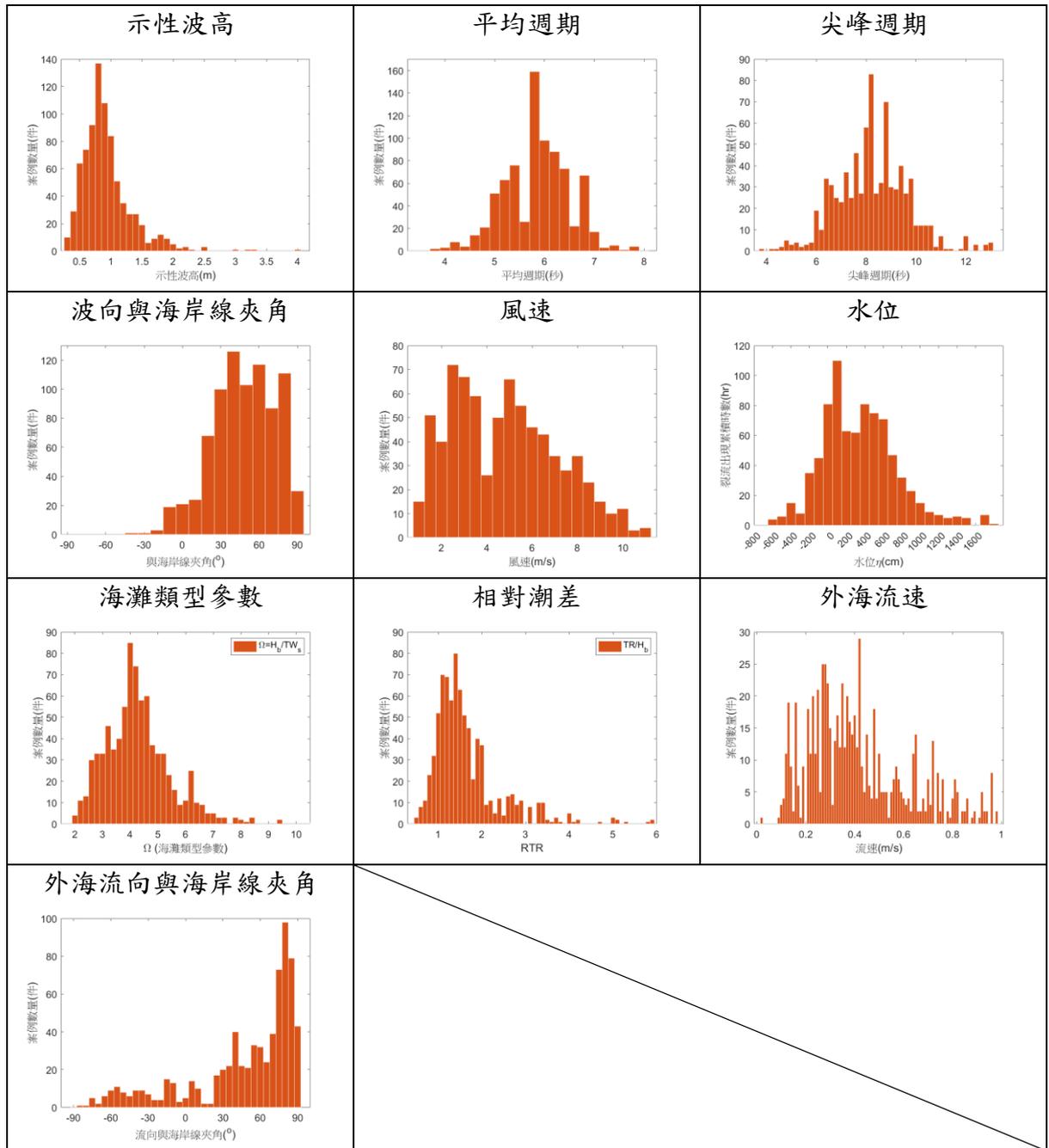


圖 2-30 四座監測站裂流發生期間海氣象參數最大值
(資料時間: 2021 年 10 月 15 日至 2023 年 12 月 31 日)

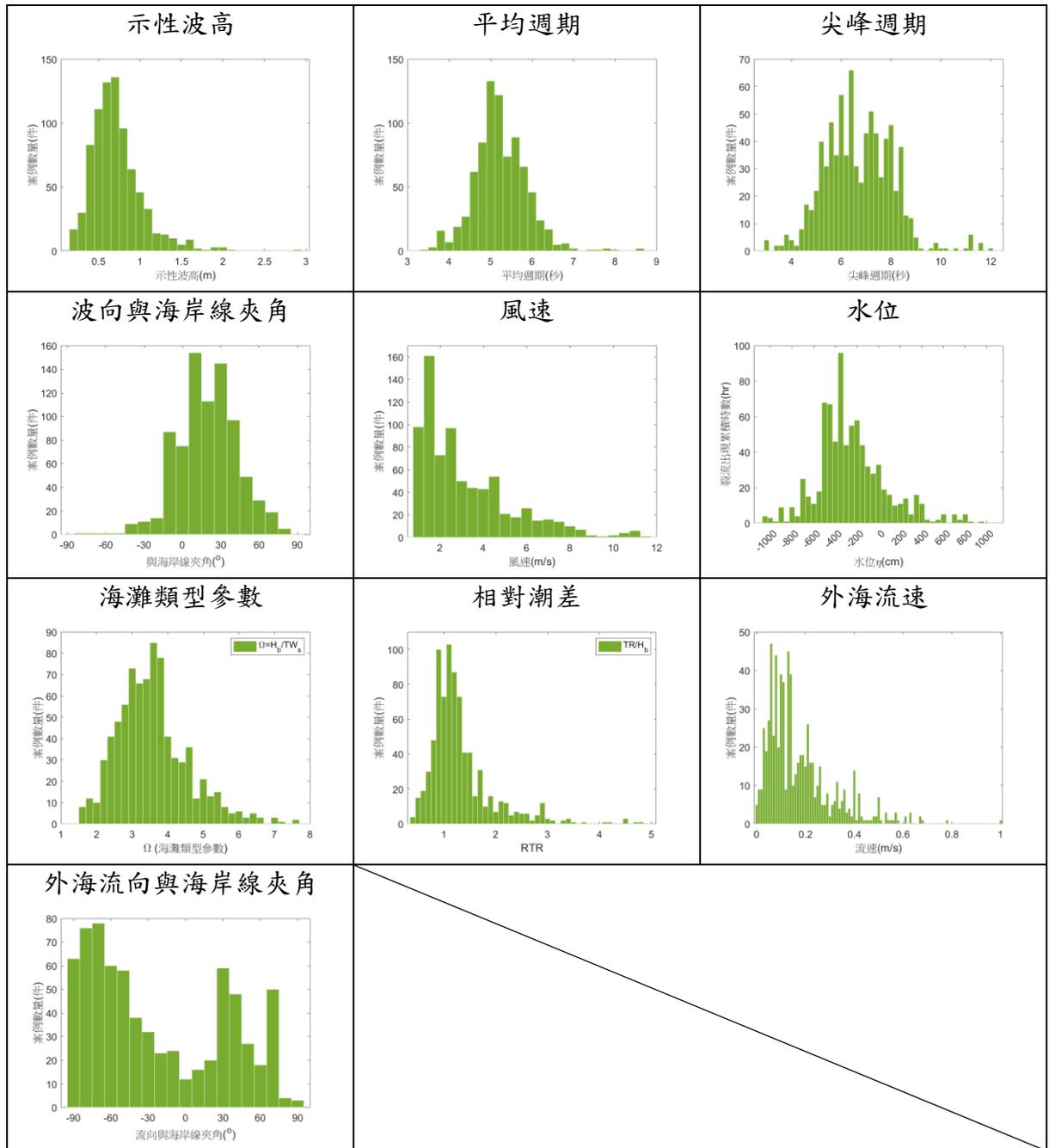


圖 2-31 四座監測站裂流發生期間海氣象參數最小值
(資料時間: 2021 年 10 月 15 日至 2023 年 12 月 31 日)

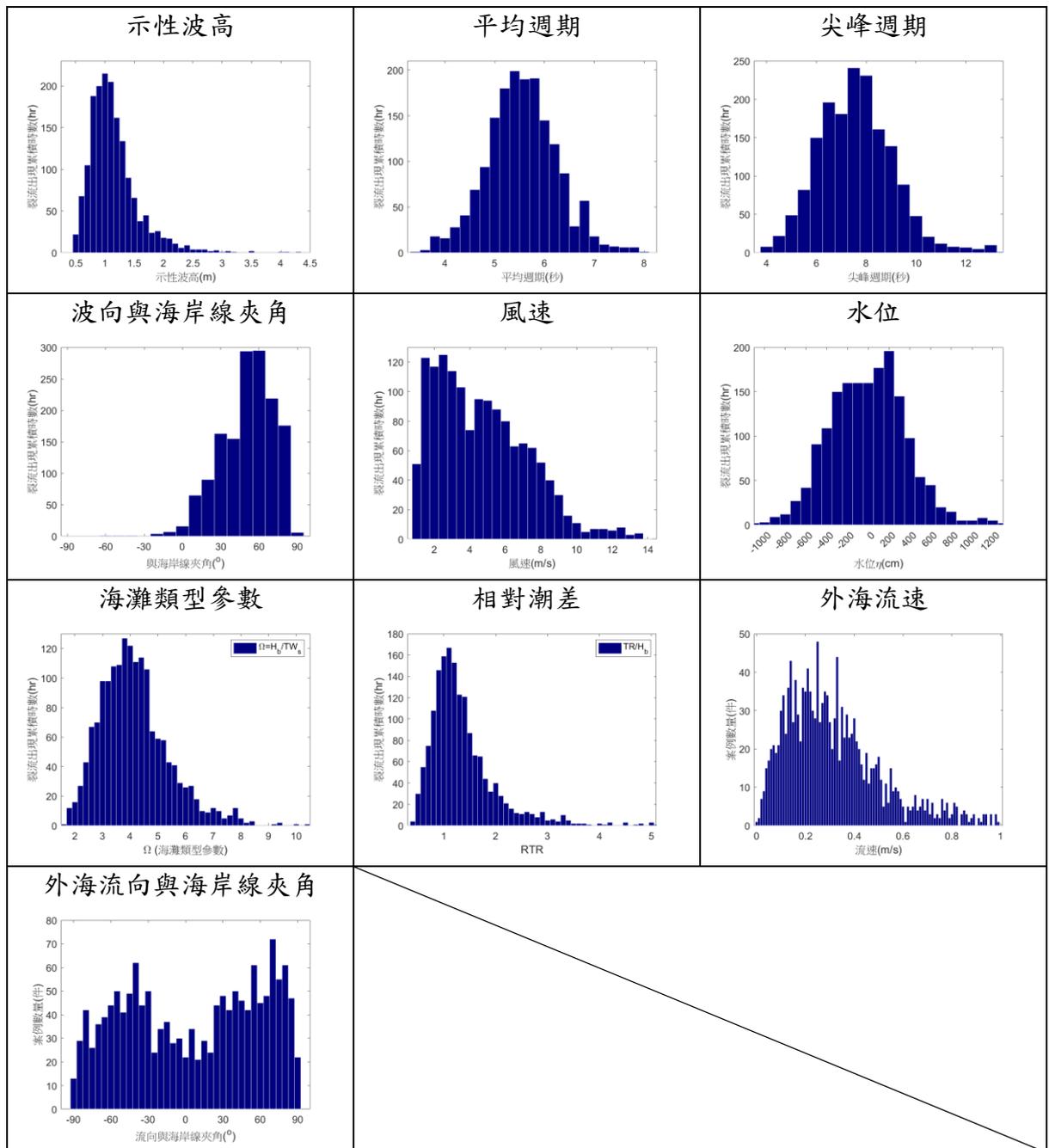


圖 2-32 四座監測站裂流發生時間海氣象參數累計時長
(資料時間: 2021 年 10 月 15 日至 2023 年 12 月 31 日)

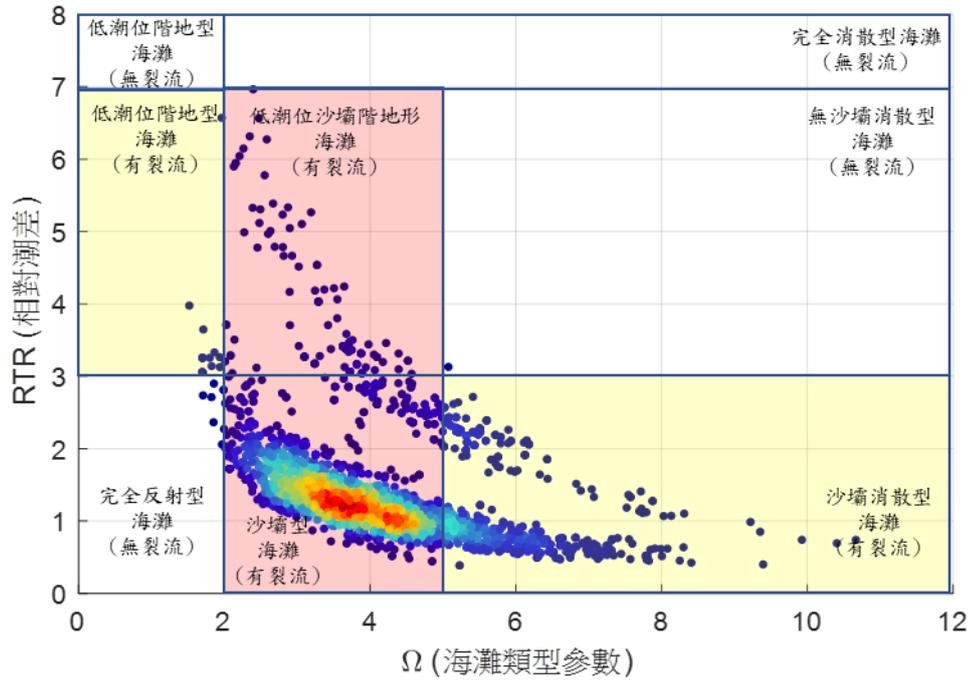


圖 2-33 四座監視站觀測之裂流發生下海灘類型參數與相對潮差關係圖
(紅底. 高機率發生裂流、黃底. 中機率發生裂流、白底. 低機率發生裂流)
(資料時間:2021 年 10 月 15 日至 2022 年 12 月 31 日)

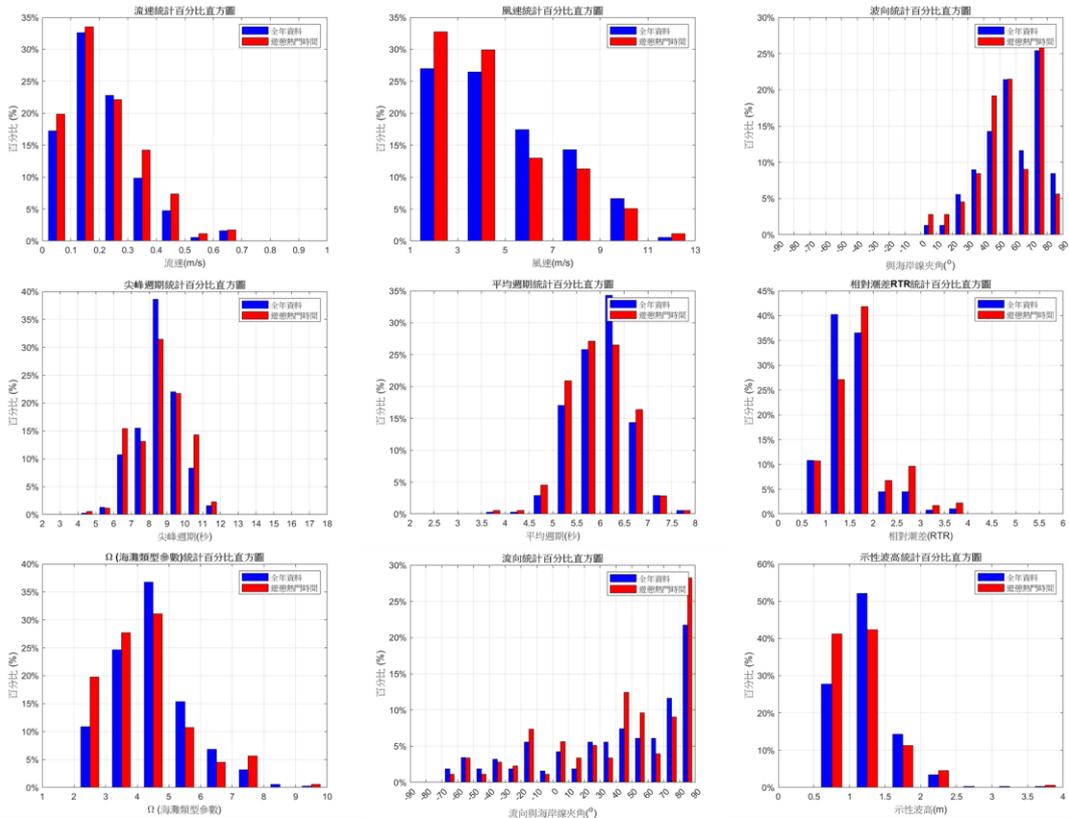


圖 2-34 熱門遊憩時間(5 月至 10 月)與全年裂流發生時海氣象環境比對結果

2-5 裂流監視站建置規劃

本案使用的裂流案例主要來自光學裂流影像監測站的分析結果，有裂流案例作為基礎的前提，方能夠瞭解裂流的特性以及建立裂流預警的方法。為能蒐集更多的裂流案例，加速裂流相關研究的進程，本案持續協助中央氣象署建置裂流光學影像監測站，提供建站的規劃和建議，從 2021 年至 2024 年本案已協助中央氣象署建置四個裂流監測站，均位於臺灣北部中有宜蘭縣大里監測站、外澳監測站、新北市福隆監測站和新北市沙崙監測站，且於去(2023)年底完成新北市白沙灣現場勘查作業，並於 2024 年 11 月開始建置。由於目前的測站均位於臺灣北部，考量到裂流受地域性的影響，且不同的海域海氣象特性亦會有所差異，故於 2023 年提供中央氣象署於臺南和高雄海岸未來可建置裂流監測站的規劃建議。今(2024)年度依然會持續協助中央氣象署進行測站的建置規劃，其位置則往更南方且為熱門海域遊憩景點的的屏東縣墾丁海域，包含屏東縣大灣(墾丁)濱海遊憩區和南灣濱海遊憩區。

本計畫根據行政上的需求、電力供給是否便利、是否具備網路傳輸、學理上分析的結果、具備高危險性(即是否熱門景點)和過去是否有相關裂流意外事件六項指標進行評估，同時參考前期計畫所建置的四座監測站的成果，選址未來可建置裂流光學影像監測站的海域，並詳細規劃監測站建置的地點和攝影機所拍攝的範圍，經研究團隊根據六項指標進行評估之結果(包含已建置的四座監測站)如表 2-7 所示。

表 2-7 裂流影像監測站選址評估結果

監測站	行政需求	電力供給	網路傳輸	學理依據	高危害度	歷史經驗
外澳	◎	◎	◎	◎	◎	○
沙崙	◎	◎	◎	◎	◎	◎
大里	◎	◎	◎	○	○	○
福隆	◎	◎	◎	◎	◎	◎
白沙灣	◎	◎	◎	◎	◎	◎
漁光島	◎	○	○	◎	◎	◎
黃金海岸	◎	◎	◎	◎	◎	○
西子灣	◎	◎	◎	◎	◎	◎
旗津	◎	◎	◎	◎	◎	◎
大灣(墾丁)	◎	◎	◎	◎	◎	◎
南灣	◎	◎	◎	◎	◎	◎

(備註：◎經海灘類型參數和 SMS 數值模式評估有裂流發生、遊客眾多曾發生意外事件；

○僅透過海灘類型參數評估有裂流發生、非著名海域活動遊憩景點但曾觀測到裂流)

(1) 屏東縣大灣(墾丁)濱海遊憩區監測站

屏東縣墾丁海域在過去就曾發生過數起的裂流意外事件，可參考第一期第一年度「海岸裂流監測與預警技術研究(1/3)」(2021)的報告，且該海域為臺灣熱門的遊憩景點，倘若發生危險的裂流災害，則容易造成非常高的危害程度。為進一步確認大灣(墾丁)海域是否有裂流的發生以及可能發生的位置，本案參考前期計畫的研究成果，不僅透過分析光學衛星影像，亦利用 SMS 商業套裝軟體中 CMS-FLOW 耦合 CMS-WAVE 進行數值模擬，並且從形貌動力學的理論上探討該海域的海灘類型藉此評估裂流發生的可能性。

本案透過 Google Earth 於 2018 年 10 月 3 日拍攝的衛星影像中，分別於海灘西邊出水口處和東邊情人灘礁岩旁發現兩處裂流，前者有明顯的懸浮物(沙粒)向外海延伸的趨勢，東邊則是碎波帶明顯的斷裂處，如圖 2-35 所示。圖 2-36 則是本案透過 SMS 套組 CMS 模式自行模擬的近岸流場，在示性波高為 1.5 m、波向垂直海岸線和風速為 4 m/s 的條件下，在西邊出水口處有模擬出裂流的現象。

透過形貌動力學去計算海灘類型參數 Ω 評估裂流發生的潛勢情形，本案參考經濟部水利署「屏東縣一級海岸防護計畫」報告中海底底床粒徑調查成果，墾丁大灣濱海遊憩區的底床粒徑為 0.36 mm，示性波高(Hs)和平均週期(Tm02)採用南灣浮標站 2023 年統計結果，計算結果如表 2-8 所示，該區海域主要為海灘類型參數 Ω 介於 3 至 5 間的過渡型海灘，在夏季期間由於受到颱風的影響，其平均波高較大，但海灘類型參數仍為 5.2 可發生裂流的的海灘沙洲槽溝類型(Longshore bar and trough, LBT)，而其他季節由於該海域位於臺灣西南部海況較緩和，故其海灘類型參數 Ω 均在 3.5 至 4.0 間，為規律沙洲槽溝地形(Rhythmic bar and beach, RBB)，係屬於高度機率發生裂流的海灘類型。

依據上述理論分析的節顯示，該區海域是裂流發生潛勢相當高的區域，且由於遊客眾多其造成的危害程度亦相當高，故本案建議可在此建置裂流監測站以利本案分析該區裂流特性以及提供未來現場監測警示之需。

在監測站建置的位置，本案建議可以參考宜蘭縣福隆監測站，與當地酒店業者協商，將監測站設置在酒店旅觀的頂樓平台處，目前規劃之位置為墾丁夏都沙灘酒店左右兩側白色和粉紅色建築物頂樓(如圖 2-37 所示)，不僅鄰近海灘且拍攝高度較高，易於後續進行影像辨識之作業。而監測站設備規劃上，考量到墾丁(大灣)海灘寬度較長(約 1.5 km)，且根據衛星影像的紀錄，沙灘東西邊均有裂流發生，建議設置兩支 4K 且可變焦的攝影

機，使拍攝的影像可涵蓋到左右兩側的沙灘，如圖 2-38 所示。

表 2-8 屏東縣大灣(墾丁)濱海遊憩區海灘類型計算參數

	春(3-5 月)	夏(6-8 月)	秋(9-11 月)	冬(12-翌年 2 月)
示性波高 H_o (m)	0.46	0.86	0.53	0.61
平均週期 T_{m02} (s)	5.15	5.83	5.61	5.94
	平均坡度	49.7/1000	砂質粒徑(mm)	0.36
海灘類型參數 Ω	3.53	5.20	3.74	3.94



圖 2-35 屏東縣大灣(墾丁)濱海遊憩區裂流潛勢分析-衛星航拍影像

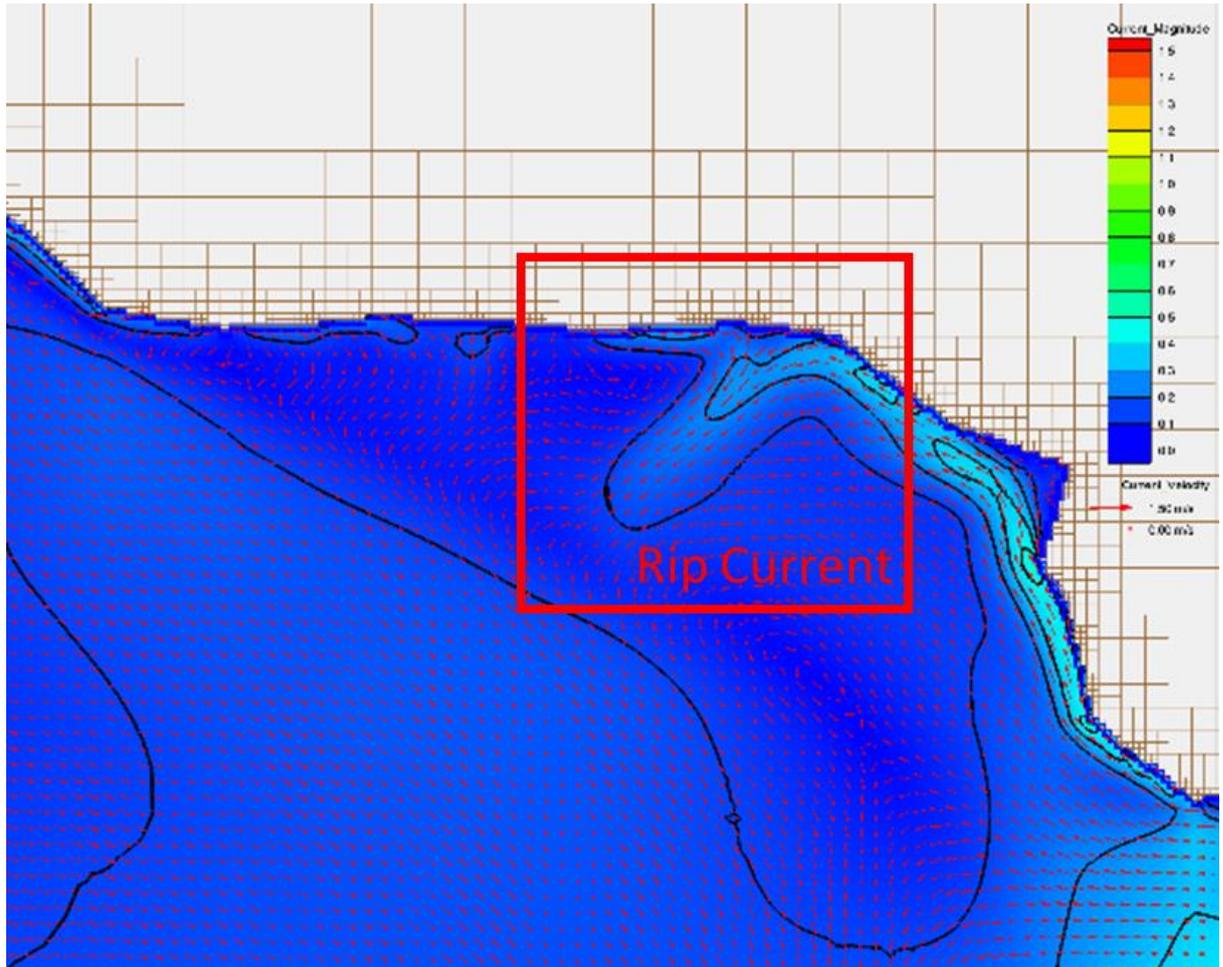


圖 2-36 屏東縣大灣(墾丁)濱海遊憩區裂流潛勢分析-CMS 數值模擬模式



圖 2-37 屏東縣大灣(墾丁)濱海遊憩區裂流監測站架設位置示意圖



圖 2-38 屏東縣大灣(墾丁)濱海遊憩區裂流監測站拍攝範圍示意圖

(2) 屏東縣南灣濱海遊憩區監測站

南灣濱海遊憩區與大灣(墾丁)濱海遊憩區一樣，均是我國著名的海域遊憩景點，根據氣象署(2021)報告所蒐集，於2017年6月11日明確指出有民眾遭受到裂流災害，造成一傷一昏迷。本案同樣透過 Google Earth 衛星影像和 SMS 套裝軟體中 CMS 數值模式去找出裂流是否會發生和可能發生的位置，從衛星影像上可以看到位於南灣海灘的中間偏西有明顯的懸浮物(沙粒)向外海延伸，而在礁石區處由於當中剛好呈現一個缺口，形成適合裂流發展的地形，故在此常有裂流的發生，發生位置如圖 2-39 所示；而從數值模式模擬的結果顯示(如圖 2-40)，該模擬結果左上方為北方，故裂流發生的位置正如衛星影像中礁石區發現的離岸流位置相近，使得該結果更加的合理。

在海灘類型參數計算的部分，在波浪參數與大灣(墾丁)海域相同採用南灣浮標資料站所觀測的資料，底床粒徑參考「屏東縣一級海岸防護計畫」也同樣與大灣(墾丁)相同，故僅在底床坡度的部分有異，南灣濱海遊憩區附近海域的平均坡度為 17.7/1000。屏東縣南灣濱海遊憩區海灘類型參數計算結果如表 2-9 所示，由於底床坡度的減小，使得波浪更容易堆積在近岸區域，故海灘類型參數 Ω 均有所下降，在春、秋和冬季係屬於規律

沙洲槽(Rhythmic bar and beach, RBB)和橫向沙洲與裂流(Transverse bar and rip, TBR)極為容易發生裂流的海灘類型，而夏季即便有颱風波浪的影響，其海灘類型參數亦降至 5 以下為 LBT-RBB 的類型，從海灘類型參數 Ω 的評估結果，整個四季期間均較大彎(墾丁)濱海遊憩區海域易發生裂流。

由於附近沒有較高的飯店，故本案建議屏東縣南灣裂流監測站可建置於南灣海灘中央位置附近後方的白色高塔上(如圖 2-41)，由於鄰近海灘，初步評估該高度仍足可使攝影機拍攝之影片用於裂流分析使用，由於礁岩區無論從衛星影像或數值模式模擬結果，均有發現裂流，在攝影機的配置上建議須有三架，分別拍攝礁岩區、南灣海灘西側和南灣海灘東側，拍攝範圍示意圖如圖 2-42。

表 2-9 屏東縣南灣濱海遊憩區海灘類型計算參數

	春(3-5 月)	夏(6-8 月)	秋(9-11 月)	冬(12-翌年 2 月)
示性波高 H_o (m)	0.46	0.86	0.53	0.61
平均週期 T_{m02} (s)	5.15	5.83	5.61	5.94
	平均坡度	17.7/1000	砂質粒徑(mm)	0.36
海灘類型參數 Ω	3.04	4.49	3.23	3.46



圖 2-39 屏東縣南灣濱海遊憩區裂流潛勢分析-衛星航拍影像

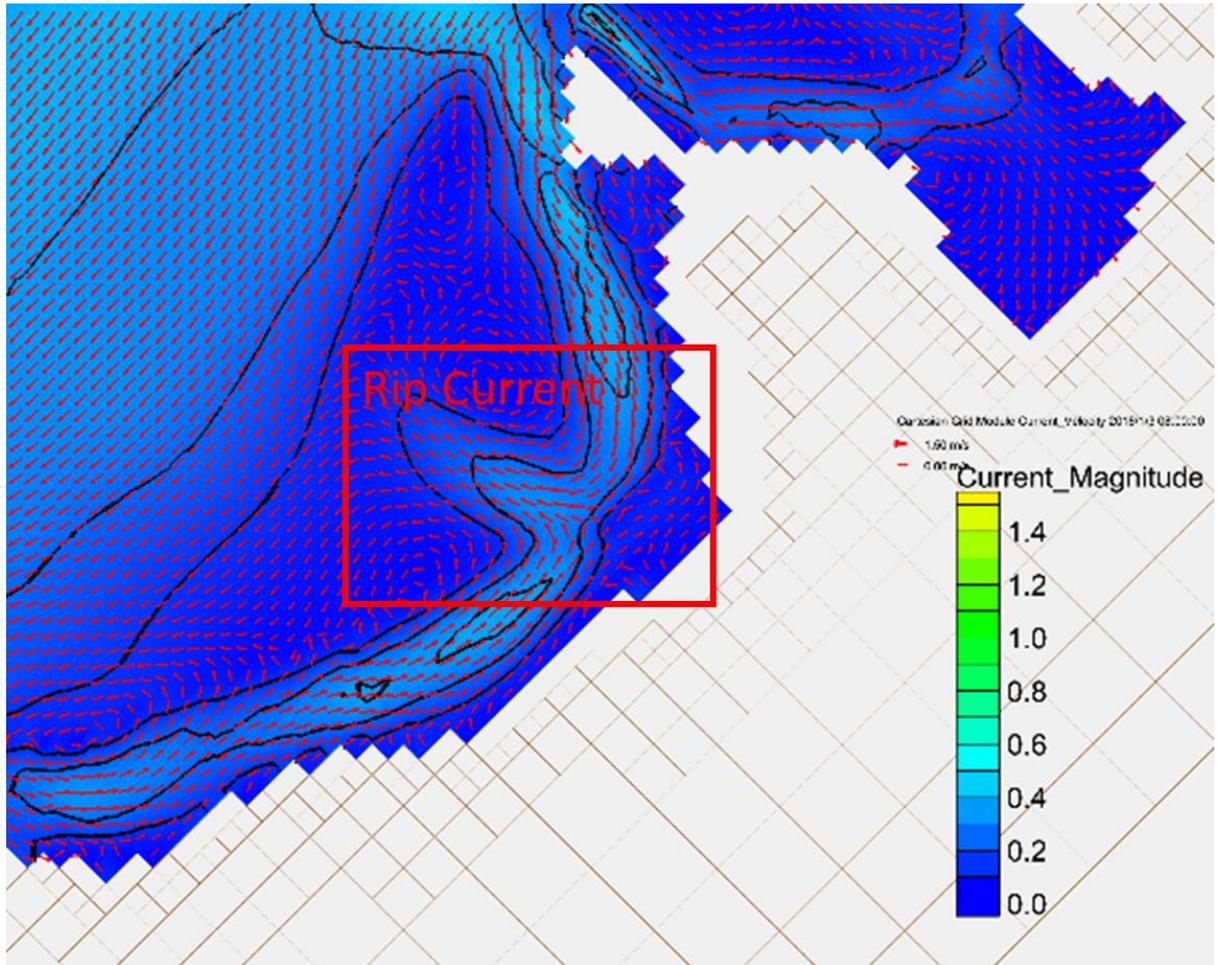


圖 2-40 屏東縣南灣濱海遊憩區裂流潛勢分析-CMS 數值模擬模式



圖 2-41 屏東縣南灣濱海遊憩區裂流監測站架設位置示意圖



圖 2-42 屏東縣南灣濱海遊憩區裂流監測站拍攝範圍示意圖

第三章 海岸裂流影像 AI 辨識技術

3-1 文獻回顧

人工智慧技術的演進與電腦硬體設備的增強誕生許多人工智慧方法，得利於深度學習方法在影像辨識上的發展，諸多利用深度學習方法來分析衛星或光學影像的研究逐漸興起，拓展 AI 在海洋領域研究的應用層面，包含海域監控任務、水下物件辨識、近岸海氣象監控等，例如有研究基於 YOLOv3 開發了一種智慧辨識模型，用於檢測衛星照片中北極海水域中的冰山與船舶，並指出建立一良好的訓練資料集的重要性高於比較不同模型框架(Hass et al., 2020)；有研究為了解決水下場景的辨識成果不佳以及水下小物件偵測等問題，以 YOLOv7 模型為基底，改良並建立水下小物件辨識模型，模型能更關注於小物件的特徵，提高模型檢測精確度(Yi et al., 2023)。

裂流可藉由現地方法及遙測兩種方法觀測。若選擇現地方法，可在特定位置布置波浪感測器、聲波測速儀、流速剖面儀來觀察裂流(Elgar et al., 2001; Johnson et al., 2004; Inch et al., 2014; Liu et al., 2019)，抑或投放帶有 GPS 元件的漂流物來測量裂流(Liu et al., 2019)。遙測方法則有衛星、空中、地面的雷達成像，或是使用較為經濟的攝影機替代(Haller et al., 2014; Meadows et al., 2015)。也可以使用如 SCHISM 數值模擬方法模擬裂流發生之機制(Wang et al., 2021)。此外，將螢光染料加入水中，使用空拍圖觀察染料擴散的現象也可以將裂流可視化(Pritchard et al., 1960; Clark et al., 2010, 2014; Brander et al., 2014)。作為常用於分析海表面現象的方法，時間平均影像也可用於分析裂流，10 分鐘的平均影像為最常被使用(Holland et al., 1997; Pitman et al., 2016)。使用時間平均影像可以有效地消除雜訊，使裂流渠道更易於辨別。有研究曾應用淺層的機器學習模型來偵測時間平均影像中的裂流(Maryan et al., 2019)。

近年來，物件辨識深度學習模型發展蓬勃，許多電腦視覺的問題在深度學習技術使用後都得到了更好的成果，也有使用物件辨識模型嘗試解決裂流辨識議題的案例。de Silva 等人使用了 R-CNN 模型來辨識裂流影像，引入了幀數聚合技術進一步的提高辨識準確率，資料集中的裂流影像以人眼辨識僅有七成五上下的準確性，然而，研究結果顯示以 AI 模型辨識的可達九成五以上的準確性(de Silva et al., 2021)。亦有研究改良 YOLOv5 模型來辨識裂流影像，引入了注意力機制模組提高模型的準確程度，結果顯示模型的準確性可達到九成以上，並且可達到即時辨識的效果(Zhu et al., 2022)。

3-2 深度學習方法(YOLOv7)

AI 技術應用於電腦視覺任務的成效已被證實，許多深度學習方法持續推出來應用於各種領域上。例如 R-CNN(region-based convolutional neural network)演算法透過在影像中劃分出多個候選區域(region proposal)，對每個候選區域進行卷積過程，判斷畫面中的物件位置與類別(Girshick et al., 2014；Girshick, 2015；Ren et al., 2015)；SSD 採用整個 CNN 網路進行位置偵測與辨識並且運算時提取不同尺度的特徵圖，強化無論大小物件上的辨識效果(Liu et al., 2016)；YOLO(you only look once)演算法在訓練與辨識時，對同張影像僅「看」一次，從影像輸入到輸出結果僅依靠一個神經網路來運算，在訓練時將整張影像作為學習的目標(Redmon et al., 2016)，其中 YOLO 演算法以較快的運算速度且保持良好準確性而佔優，至今仍被廣泛的使用。

YOLO 演算法強調其運算效率，將物件位置偵測與辨識視為單一的回歸問題，將物件偵測與分類的任務整合到單一的網路中，稱為統一偵測(unified detection)。其工作原理是先將影像劃分成多個網格，然後針對每個網格中的資訊進行運算，從整張影像中提取特徵並辨識物件。這樣的網路結構可從整張影像中提取特徵，並且用來辨識目標物，同時在整張影像上針對不同的目標物以邊界框標示其位置與類別。這使得網路可以分析整張影像的特徵，維持一定的辨識能力並提高辨識速度。在運算時將影像劃分成 $S \times S$ 的網格，如果目標物的中心位於某個網格內，則此網格負責偵測此目標物。每個網格可以輸出 B 個邊界框及其各自的信心分數(confidence score)，信心分數反映模型對於該邊界框包含目標物的機率以及該邊界框框出範圍的可信程度。每一個網格也會輸出 C 個條件類別機率，這些機率代表如果網格中某個邊界框內包含目標物，該目標物屬於某類別的機率。將各個邊界框的信心分數分別乘上條件類別機率，得到各個邊界框中針對某個類別的信心分數，產生類別機率圖。最終，將目標物偵測結果、邊界框框選結果以及類別機率圖綜整，得到最終的辨識結果，如圖 3-1 所示。

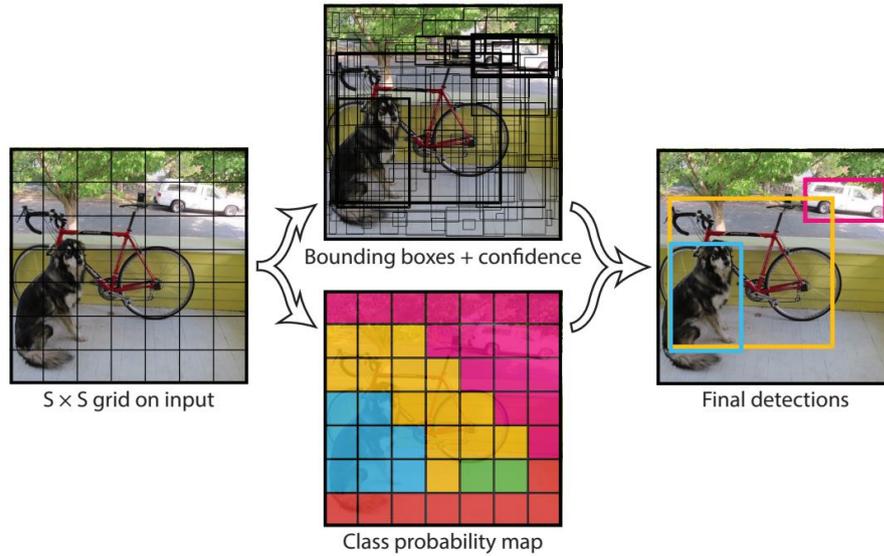


圖 3-1 YOLO 演算法將影像切成多個網格並進行目標物偵測、邊界框框選與類別判斷，以此來辨識目標物的位置與類別

物件偵測深度學習方法在訓練時，是透過不斷迭代訓練調整內部參數，嘗試降低模型的誤差直到最佳，因此計算誤差的方式十分重要，而負責計算誤差的函數又被稱為損失函數(loss function)。而 YOLO 演算法訓練時計算損失(誤差)會考慮到多個面向，如式(2-1)所示。

$$\begin{aligned}
 L_{all} = & \lambda_{coord} \sum_{i=0}^{S^2} \sum_{j=0}^B \mathbb{I}_{ij}^{obj} [(x_i - \hat{x}_i)^2 - (y_i - \hat{y}_i)^2] \\
 & + \lambda_{coord} \sum_{i=0}^{S^2} \sum_{j=0}^B \mathbb{I}_{ij}^{obj} \left[(\sqrt{w_i} - \sqrt{\hat{w}_i})^2 - (\sqrt{h_i} - \sqrt{\hat{h}_i})^2 \right] \\
 & + \sum_{i=0}^{S^2} \sum_{j=0}^B \mathbb{I}_{ij}^{obj} (C_i - \hat{C}_i)^2 \\
 & + \lambda_{noobj} \sum_{i=0}^{S^2} \sum_{j=0}^B \mathbb{I}_{ij}^{noobj} (C_i - \hat{C}_i)^2 \\
 & + \sum_{i=0}^{S^2} \mathbb{I}_i^{obj} \sum_{c \in classes} (p_i(c) - \hat{p}_i(c))^2
 \end{aligned} \tag{2-1}$$

式中 x, y, w, h 代表模型輸出的邊界框中心點座標以及長與寬， C 代表模型輸出該邊界框的信心分數， p 代表模型輸出該邊界框內目標物的類別機率。 $\hat{x}, \hat{y}, \hat{w}, \hat{h}, \hat{C}, \hat{p}$ 則代表實際情況。 λ_{coord} 與 λ_{noobj} 則是為了不讓模型訓練過程中有訓練不平衡的問題所加入的參

數。 \mathbb{I}_{ij}^{obj} 代表第 i 個網格中第 j 個邊界框如果邊界框內有目標物，則此項為 1，反之為 0。 \mathbb{I}_{ij}^{noobj} 代表第 i 個網格中第 j 個邊界框如果沒有目標物(即背景)，則此項為 1、反之為 0。 \mathbb{I}_i^{obj} 代表在第 i 個網格中是否有偵測到目標物。綜以上所述，YOLO 的誤差函數中每一項都有其代表的意義，第一項為模型輸出的邊界框中心的誤差、第二項為模型輸出的邊界框長與寬的誤差、第三項為偵測到有目標物的邊界框之信心分數的誤差(即交併比的誤差)、第四項沒有目標物的邊界框之信心分數的誤差以及第五項為模型偵測到的目標物之分類的誤差。

基於 YOLO 演算法的基礎，無論是網路架構修改或訓練策略最佳化，不斷地有研究改善並推出新版本的 YOLO 演算法(Redmon and Farhadi, 2017; Redmon and Farhadi, 2018; Wang et al., 2020; Bochkovskiy et al. 2020; Li et al., 2022)。而 YOLOv7 借鑒了其他深度學習方法的特點，並提出了可擴展的高效層聚合網絡(extended efficient layer aggregation networks, E-ELAN)，在運算成本、速度與準確性上取得了良好的平衡。E-ELAN 通過引入跨層級的特徵融合，提升了特徵提取的效率和表達能力，使網絡能夠更好地處理複雜的場景和多樣的物體。提出了複合模型縮放方法，針對串聯模型進行深度或寬度的縮放時，會同步調整寬度，從而保持模型在初始設計時的特性並維持最佳結構，使得模型可以根據不同的硬體設備進行靈活調整，達到在參數量、計算能力、辨識速度和準確性之間的最佳平衡(Wang et al.,2023)。此外，YOLOv7 還開發了新的重新參數化技術(re-parameterization techniques)，設計了適用於不同架構的應用策略，提升了模型在辨識階段的效率。總結來說，YOLOv7 的主要特點與優勢在於其先進的網絡架構設計、靈活的模型縮放技術以及高效的模型重參數化方法以及多項創新的訓練最佳化策略。這些改進使得 YOLOv7 在即時物件偵測領域上具有卓越的表現，能夠在不同硬體設備上實現快速且準確的物件偵測任務，為實際應用提供了強大的支持。

綜上所述，YOLOv7 演算法不僅繼承了 YOLO 系列演算法快速且準確的優勢，還吸收了不同版本的特點，提出了一個更加完善的版本。YOLO 演算法自問世以來，已經推出了多個版本，其中以 YOLOv7 最為廣泛使用，無論是在訓練過程還是實際使用上都表現出高度的穩定性與準確性。此外，YOLOv7 原作者團隊還提供了開源且易於修改的程式碼(<https://github.com/WongKinYiu/yolov7>)，可以根據計畫的不同需求進行靈活修改，因此，本計畫選擇使用 YOLOv7 演算法來建立裂流辨識深度學習模型。

3-3 模型建置

3-3-1 裂流影像蒐集

裂流屬於海流的一種，而海流的流速和流向很難由目視所辨別，然而當裂流發生時碎波帶的碎波外貌會發生明顯的變化，可被海岸影像監測攝影機可清楚記錄，故從影像中判斷裂流是相當可行的方法。本研究參考先前的研究成果，對裂流發生的空間分布、持續時間、理論機制以及海表面的特徵提出四點從影像判釋裂流的準則(詳見 2-3 節)。

經過以上裂流篩選的準則，從本案岸邊攝影機拍攝的海岸影像中，蒐集裂流發生時的影像資料，作為後續 AI 模型訓練與分析使用。由於 AI 模型訓練結果的好壞，有很大一部分跟所提供的資料有密切相關，由於裂流是一種自然界的災害，出現的形式和樣貌可能有非常多的種類，根據期中報告的研究成果，需要數百張的影像來進行訓練，故影像資料仍維持 522 張，但由於目前外澳裂流光學影像監測站所蒐集到的裂流案例並沒有達到該數量，故在挑選影像時，會於同一筆的案例中挑選不同時刻的裂流影像。

待資料蒐集後，將這些影像以 7:2:1 的比例分配成訓練(train)、驗證(verification)與測試(test)的資料，訓練資料用途為訓練一個模型，透過資料中的每筆數據進行內部神經網路的權重調整，在多次迭代過程中，透過不斷地在不同訓練時期(epoch)降低訓練誤差來得到一個訓練好的模型。驗證資料則是用來挑選最佳的模型，模型可經驗證資料來輸出不同訓練時期下的驗證誤差，並且驗證資料可用來評估不同訓練設置下的模型辨識能力，以此來挑選在不同訓練設置下訓練效果最佳的模型。測試資料則是用來評估最終挑選出來深度學習模型的好壞，才能合理地得到模型的測試結果，有效評估模型的辨識能力(Bishop, 1995)。

第二個改動的訓練策略便是影像的格式，在期中報告的時候本案採用資訊量和預處理較少的單張灰階影像，即從裂流影片中擷取特定一幀的影像，在將從 RGB 三維矩陣色值的影像轉成二維單一色值的影像。雖然該方法可以讓影像資料更加簡化突顯影像上梯度較大的特徵，但也容易使得一些資訊給遺漏掉。此外，透過攝影機拍攝海岸邊的光學影像時容易會有許多的雜訊，且由於海面的碎浪帶可能因風或其他因素使得浪花隨意地移動，這都可能導致模型在辨識裂流時失敗所造成的原因，故可以參考前期計畫以影像處理辨識裂流的方法，將影片以每 10 分鐘進行平均來嘗試去除雜訊。因此，本案將會比較不同格式對於模型訓練上的差異，比較突顯特徵後的灰階影像與保留 RGB

彩色影像上的差異，以及單張影像和濾除掉雜訊平均影像的差異(如圖 3-2 所示)，藉此來提高模型辨識裂流的成功率，以及後續建置模型訓練策略時的參考。

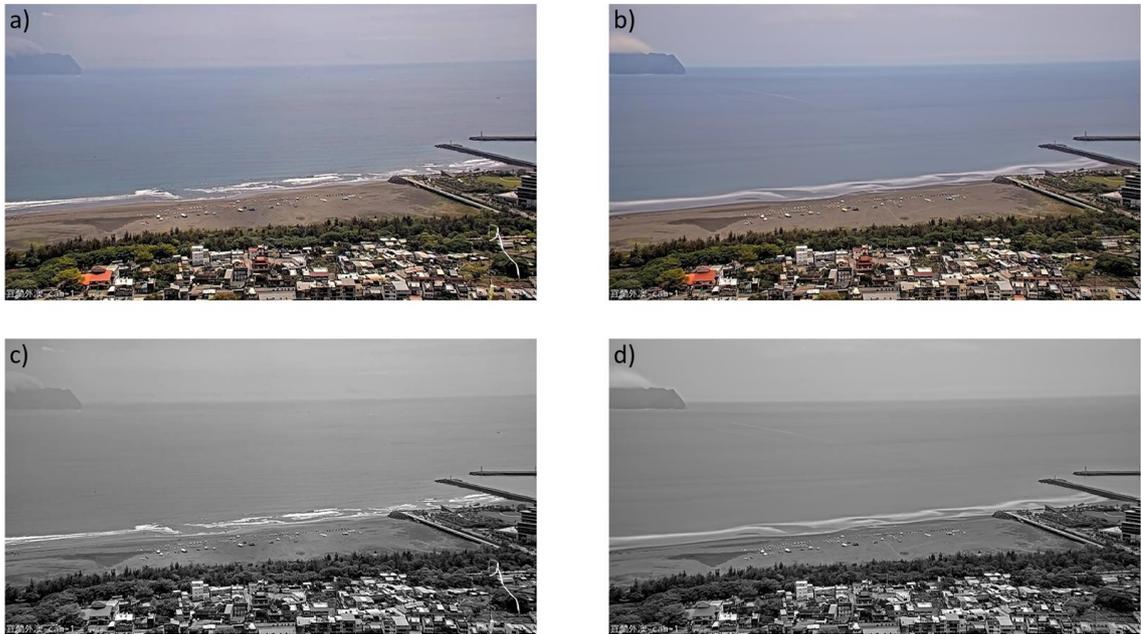


圖 3-2 影像資料格式示意圖(a.單張彩色、b.平均彩色、c.單張灰階、d.平均灰階)

3-3-2 影像標籤與標籤格式

本計畫應用物件偵測深度學習方法於裂流辨識分析上，為以資料為本(data-based)的方法，因此，在模型建置前須先蒐集大量的光學影像資料，並且經由人類判斷原始影像中要讓模型學習的目標物位置，透過標籤程序(labeling)以邊界框將目標物標示於影像中，且轉換成模型可讀取的深度學習資料格式。

根據上述從影像判釋裂流的準則，本計畫使用常用於製作物件辨識深度學習資料集的軟體 Labellmg 進行裂流影像資料標籤作業。透過人工操作，可以在影像上畫出矩形邊界框，來標示出物件在影像中的位置並且給定物件的類別，軟體便能依照其位置資訊及類別製作一標籤檔，經過此方法逐一標籤資料後，方可供深度學習模型使用，如圖 3-3 所示。

YOLO 標籤格式使用簡潔的格式，僅使用文字文件來儲存標籤資訊，即 txt 檔案，標籤檔案中的每一行對應一個目標的標籤資訊，標籤資訊中包含目標物的類別編號與邊界框的位置資訊，位置資訊包含目標物邊界框中心座標、寬度與高度，如圖 3-4 所示。YOLO 標籤格式的優點在於其簡潔性和直觀性，與 YOLO 算法的思想相一致，易於理解

和使用。雖然 YOLO 標籤格式是出自於自身的演算法所使用，但得利於 YOLO 算法的廣泛應用和發展，以及標籤格式的簡單性和通用性，YOLO 標籤格式也成為了許多深度學習方法中常用的標籤格式之一。



圖 3-3 使用 LabelImg 標籤軟體標籤裂流發生的位置

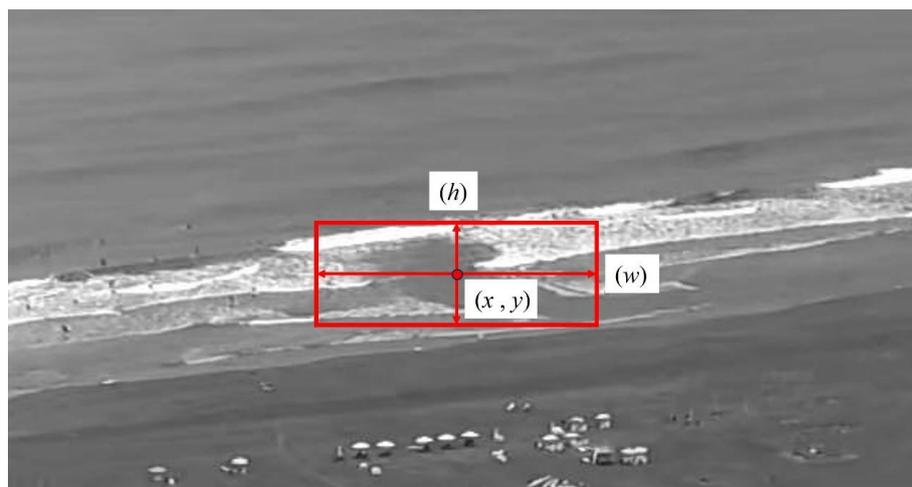


圖 3-4 YOLO 標籤格式。標籤包含目標物(裂流)在畫面中的邊界框中心座標、寬與高

3-3-3 影像擴增

使用影像擴增方法(data augmentation)能有效地讓模型盡量多學習裂流可能的樣貌，這些不同樣貌可能是因為攝影機拍攝角度不同、當天天氣與光線條件不同等而造成有多樣的樣貌，因應裂流在影像上的特徵，本計畫使用多種合適的影像擴增方法，如透過 HSV 轉換(HSV transform)則可以將代表原始影像的色相(hue, H)、色彩的飽和度(saturation, S)以及影像的明度(value, V)進行在一定範圍內隨機調整，讓模型學習不同光線條件下影像的可能特徵；使用如縮放(scale)、翻轉(flip)、平移(translate)與旋轉(rotate)的影像擴增

方法來讓模型去學習不同攝影視角或是不同型態的裂流發生時的特徵。最後，可使用馬賽克(mosaic)將多張影像合併成一張新影像，讓模型學習時不受背景影響，專注於目標物的特徵，盡可能學習到更多的目標物形態。同時在使用馬賽克方法時，被合併影像也能先經過其他影像擴增方法，能包含更多的影像特徵，讓模型能更全面地去學習，如圖 3-5 所示。

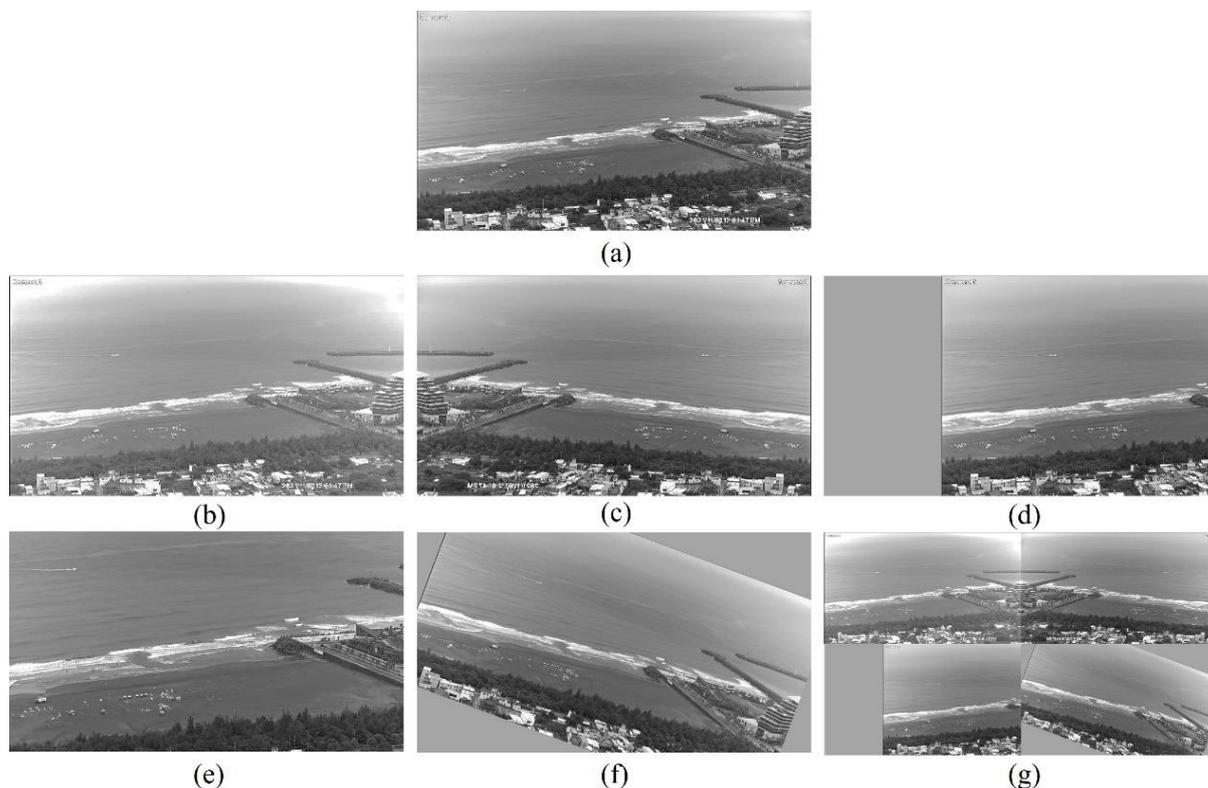


圖 3-5 應用多種影像擴增方法於裂流影像示意圖。(a)原始裂流影像；(b)HSV 轉換影像；(c)翻轉影像；(d)平移影像；(e)縮放影像；(f)旋轉影像；(g)馬賽克影像

3-3-4 評估指標

本計畫使用一些常見用在評估物件偵測模型表現的評估指標，選取三種常用來評估物件偵測模型的指標，分別為召回率(recall)、回應率(response)以及 F1 分數(F1-score)。這些指標皆能很好地顯現模型辨識裂流發生時的表現，用於評估模型的辨識能力。

召回率為模型在所有實際有裂流發生的資料中，正確偵測到有裂流的比例，代表模型是否能把在裂流發生時於畫面中偵測出來的能力，如式(3-2)所示。精確率為模型輸出有偵測到有裂流發生的結果中，實際亦為正確的比例，精確率越高顯示模型在偵測裂流時的誤報可能越低，代表模型偵測裂流時能維持很高的精確性，如式(3-3)所示。F1 分數

代表召回率與精確率之間的平衡，衡量模型在偵測表現上是否失衡，如式(2-4)所示。

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN} \quad (3-2)$$

$$Response = \frac{TP}{TP + FP} \quad (3-3)$$

$$F1\ score = 2 \frac{Precision \times Recall}{Precision + Recall} \quad (3-4)$$

其中 TP(true positive)代表模型正確偵測出實際有發生裂流的資料數量；FN(false negative)是指實際發生裂流資料中模型未能正確偵測出的數量；而 FP(false positive)則表示模型錯誤偵測為有裂流結果但實際上沒有發生裂流的數量。

3-4 模型訓練成果

本計畫利用岸邊攝影機蒐集到的裂流發生影像，並經過標籤程序將裂流發生的位置標示於畫面中，提供 AI 模型學習使用。透過觀察模型訓練過程中訓練損失和驗證損失的變化趨勢，可以瞭解模型的訓練效果。為能提升模型辨識裂流的能力，本次所使用的影像資料數量為 522 張，本案共計訓練四個模型進行比較，藉此找出最佳的訓練策略，建立最佳的裂流影像辨識模型，四種模型分別為(一)單張灰階影像且未使用影像擴增、(二)單張灰階影像有使用影像擴增、(三)單張彩色影像有使用影像擴增以及(四)平均影像有使用影像擴增。以下將對各自訓練結果進行說明。

使用單張灰階影像且未使用影像擴增的模型訓練結果顯示，隨著訓練時期的增加，訓練損失逐漸減少，但驗證損失的減少幅度不如訓練損失，反而趨於平緩。驗證損失僅能降至接近 0.04，無法再進一步下降，如圖 3-6.a 所示。其中，模型的誤差主要是由目標物損失所引致的，代表模型在偵測裂流發生時誤差較大，如圖 3-6.b 所示。

在使用單張影像且有使用影像擴增的模型訓練結果顯示，隨著訓練時期的增加，訓練損失和驗證損失均能顯著下降，且兩者的下降幅度相近。驗證損失能下降至 0.03，比未使用影像擴增模型的訓練效果更佳，如圖 3-7.a 所示，且無論從目標損失和邊界框損失中，在單張灰階未使用影像擴增的訓練損失都小於單張灰階有使用影像擴增，這也就代表在未使用影像擴增進行訓練時，已經造成了過度擬合。同樣地，目標物損失是主要損失來源，邊界框損失的影響較小，代表模型在偵測到裂流發生時，能更準確地框選裂

流發生的範圍，如圖 3-7.b 所示。

根據單張影像(一)未使用影像擴增和(二)有使用影像擴增的結果顯示，有使用影像擴增的驗證結果較未使用影像擴增的結果，故本案接者嘗試使用 RGB 彩色單張影像，並使用影像擴增進行訓練，結果如圖 3-8.a 所示，同樣隨著訓練時期的增加，訓練損失和驗證損失均有顯著下降的趨勢，且目標損失仍是主要造成誤差的來源。而與單張灰階影像比較，兩者從損失來看並未有明顯的差別，驗證損失約 0.03、0 目標物損失約為 0.025 以及邊界框損失約為 0.002，如圖 3-8，但可以看到利用彩色影像進行訓練，損失可以更快的達到趨於穩定，約在 50 個時期(epochs)就可以趨於穩定(單張灰階影像需要約 100 時期)，也就是說在給予更多的訊息後，模型可以更快的訓練出最佳的結果，無須經過多個時期的訓練。

有鑑於上述分析結果，考量到後續建置不同測站的 AI 裂流影像辨識模型，均要使用當地的資料重新進行訓練，為提高建置模型的效率將採用彩色影像進行訓練。由於從損失上模型訓練結果並未有提升，故本案接著進行最後一個模型的訓練，將彩色影像進行平均，並且仍使用影像擴增的方法來增加模式可以學習到更多型態的裂流。平均彩色影像且有使用影像擴增訓練結果如圖 3-9 所示，無論從全部的損失、目標物的損失或式邊界框的損失，都可以很明顯的看出模型訓練結果有所提升，全部的損失已達約 0.01，且訓練損失和驗證損失基本相符，這代表模型並無過度擬合的情形，而主要精進的部分是來自於目標物損失大幅度的減小，從原本約 0.02 至 0.03 降至約 0.01(如圖 3-9.b)，而邊界框的損失由於在使用影像擴增後就已經非常小了故可能無太多提升空間，仍維持 0.002(如圖 3-9.c)，但如前面三個模型一樣，大部分的損失(即可能造成模型辨識裂流失敗的部分)仍是在目標物的辨識上。綜上所述，考量到模式的準確率和訓練效率，未來在建置不同地區的 AI 裂流影像辨識模式將會使用彩色平均影像作為訓練的資料。

為能實際驗證模型辨識裂流的能力，本案根據 3-3-4 節所提出的三個指標進行評估，分別為召回率(recall)、回應率(response)以及 F1 分數(F1-score)。驗證結果如表 3-1 所示，根據召回率、精確率和 F1 分數的結果亦可反映上述損失的結果，使用單張灰階影像且不使用影像擴增進行訓練的模型，雖有一定的準確率但整體評估指標均不到 8 成。有使用影像擴增的灰階影像和彩色影像，雖然從損失來看兩者差異不多，但從三個評估指標的訓練結果顯示，在使用彩色影像進行訓練的模型各項指標均優於灰階影像，單張彩測

有使用影像擴增的召回率為 82.1%(上升 1.2%)、精確率為 85.9%(上升 1.2%)以及 F1 分數為 0.84(上升 0.01)。最後，使用彩色影像並加入影像平均方法後，各項指標有顯著的上升，均可達到 9 成，召回率為 92.7%、精確率為 90.9%以及 F1 分數為 0.91，表示模型在偵測裂流時的表現較為平衡，不會出現高估或低估的傾向，且當模型判斷有裂流發生時，實際上真的有裂流，代表模型誤報率較低。

此外，從實際的影像辨識結果中亦可以發現四種模型辨識能力的差異，圖 3-10 為 2021 年 11 月 16 日 12:36:26 分(一)、(二)和(三)模型的實際辨識結果，從結果可以明顯看出在未使用影像擴增方法訓練的模型無法抓取影像中裂流的位置(圖 3-10.a)，而在使用影像擴增方法後，可以抓取到裂流的位置，然而可能是因為學習過多的裂流類型，但單張的灰階影像並無法提供足夠的資訊，所以在影像中左側的一個缺口處被誤判為裂流(如圖 3-10.b)，但當使用彩色影像進行訓練時左側誤判的錯誤就沒有出現，如圖 3-10.c 所示。有此可知，本案所提出的訓練策略對於模型的準確率均確實有所提升，圖 3-11 則是彩色平均影像有使用影像擴增的辨識結果，可以明顯看出在天氣良好、海面上無波光粼粼以及沒有障礙物時，大部分的裂流均能夠成功辨識出來，且不同攝影機拍攝的影像，若有裂流發生也能夠成功捕捉，故本案目前將以彩色平均影像有使用影像擴增之模型作為 AI 裂流影像辨識模型的主程式。

表 3-1 裂流 AI 偵測模型驗證結果與測試結果

	Recall	Response	F1-score
單張灰階影像 (未使用影像擴增)	78.5%	78.6%	0.79
單張灰階影像 (有使用影像擴增)	80.9%	84.7%	0.83
單張彩色影像 (有使用影像擴增)	82.1%	85.9%	0.84
平均彩色影像 (有使用影像擴增)	92.7%	90.9%	0.91

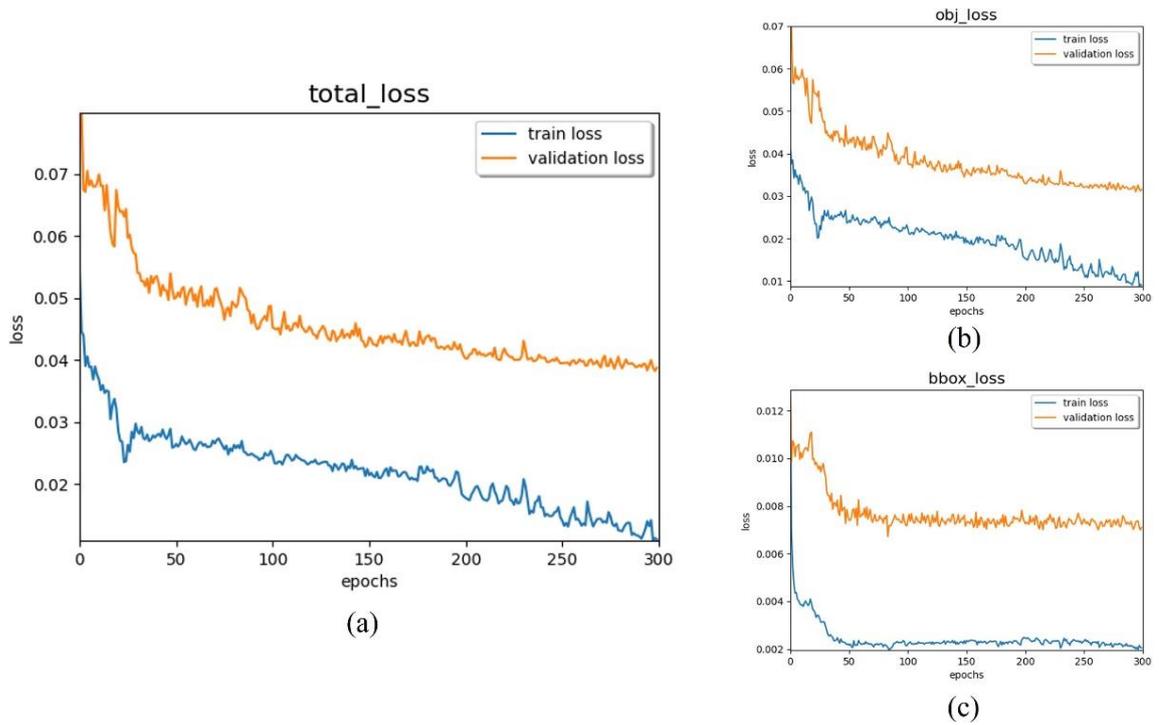


圖 3-6 單張灰階影像未使用影像擴增模型的訓練過程。(a)總訓練與驗證損失；(b)目標物訓練與驗證損失；(c)邊界框訓練與驗證損失

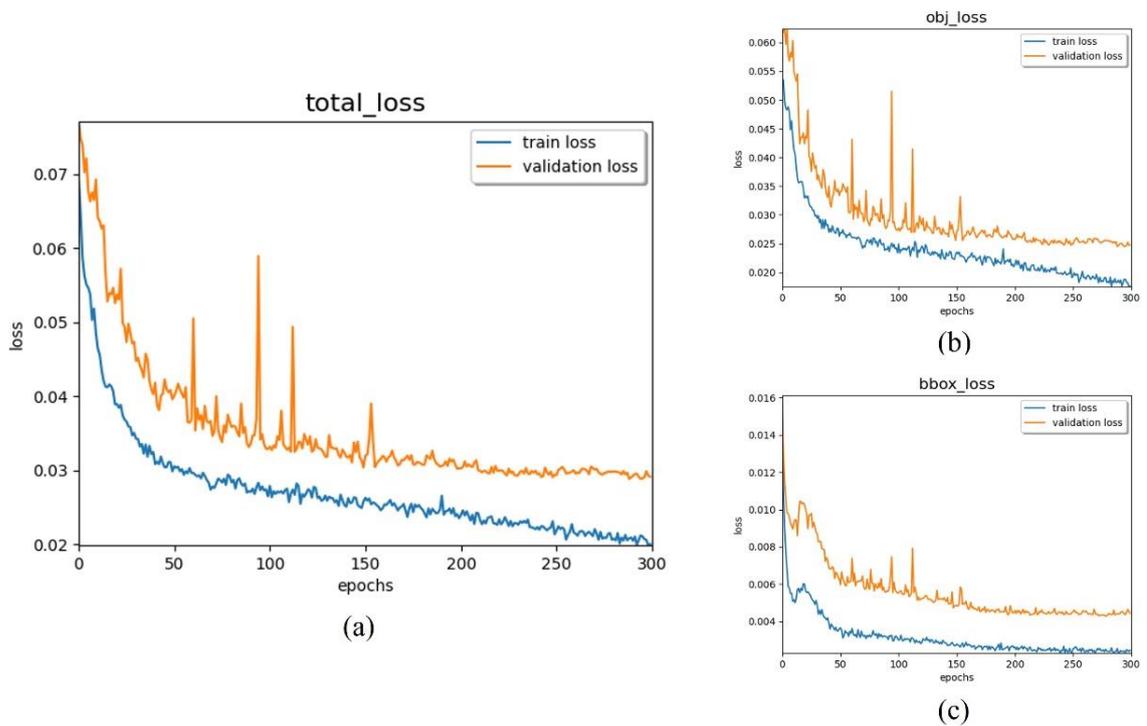


圖 3-7 單張灰階影像有使用影像擴增模型的訓練過程。(a)總訓練與驗證損失；(b)目標物訓練與驗證損失；(c)邊界框訓練與驗證損失

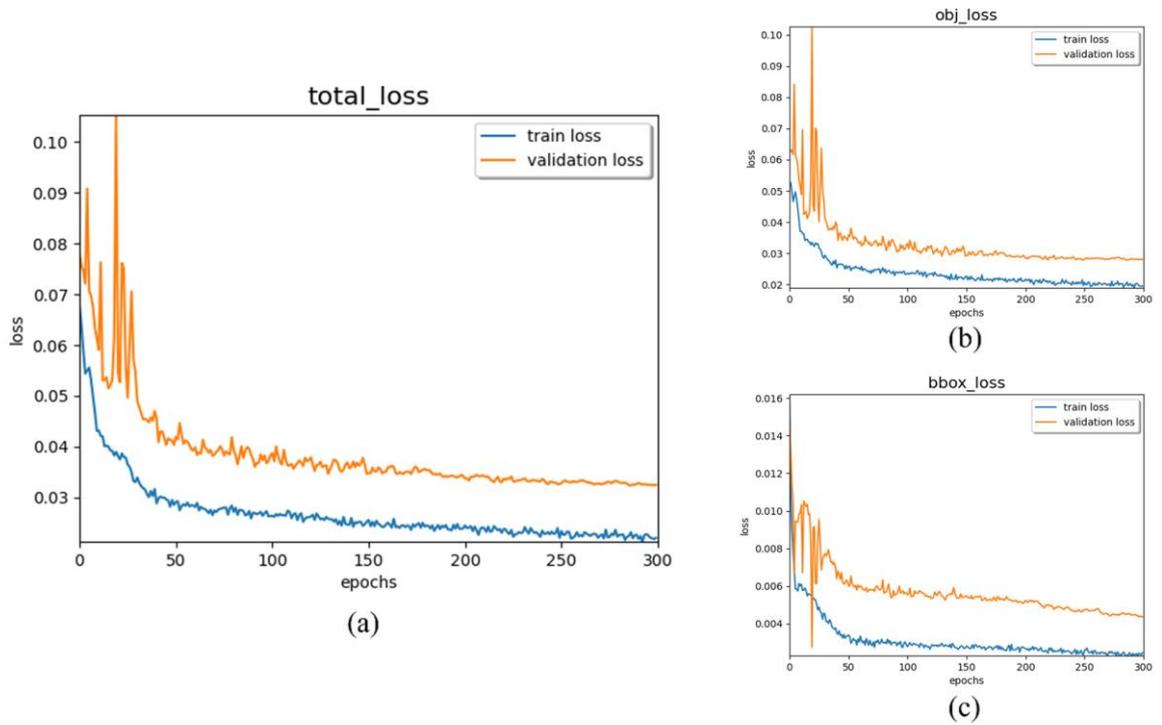


圖 3-8 單張彩色影像有使用影像擴增模型的訓練過程。(a)總訓練與驗證損失；(b)目標物訓練與驗證損失；(c)邊界框訓練與驗證損失

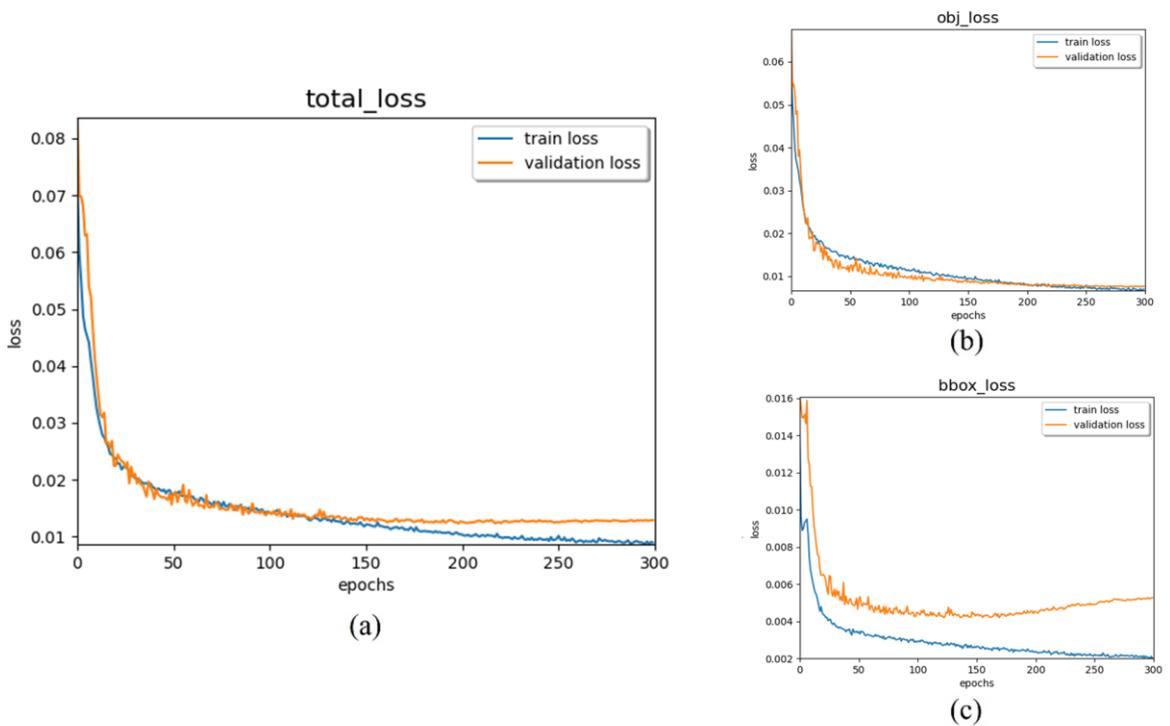


圖 3-9 平均彩色影像有使用影像擴增模型的訓練過程。(a)總訓練與驗證損失；(b)目標物訓練與驗證損失；(c)邊界框訓練與驗證損失

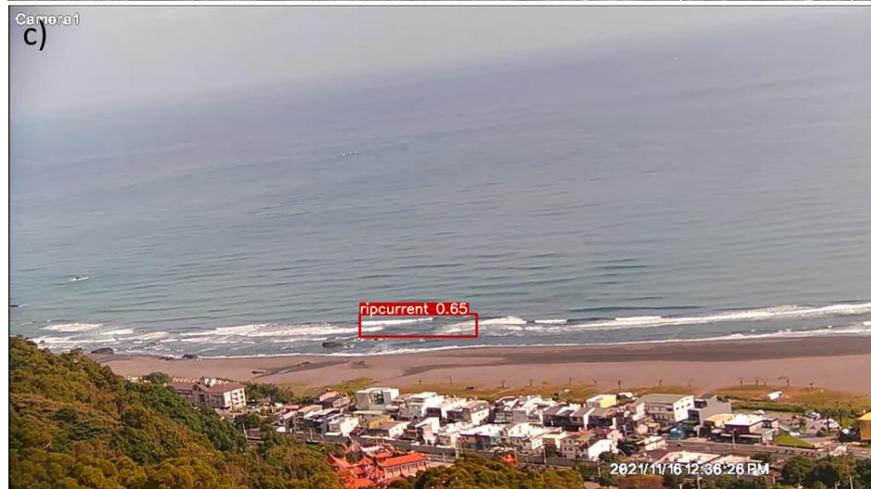


圖 3-10 不同模型實際影像辨識結果。(a)單張灰階無影像擴增；(b) 單張灰階有影像擴增；(c) 單張彩色有影像擴增

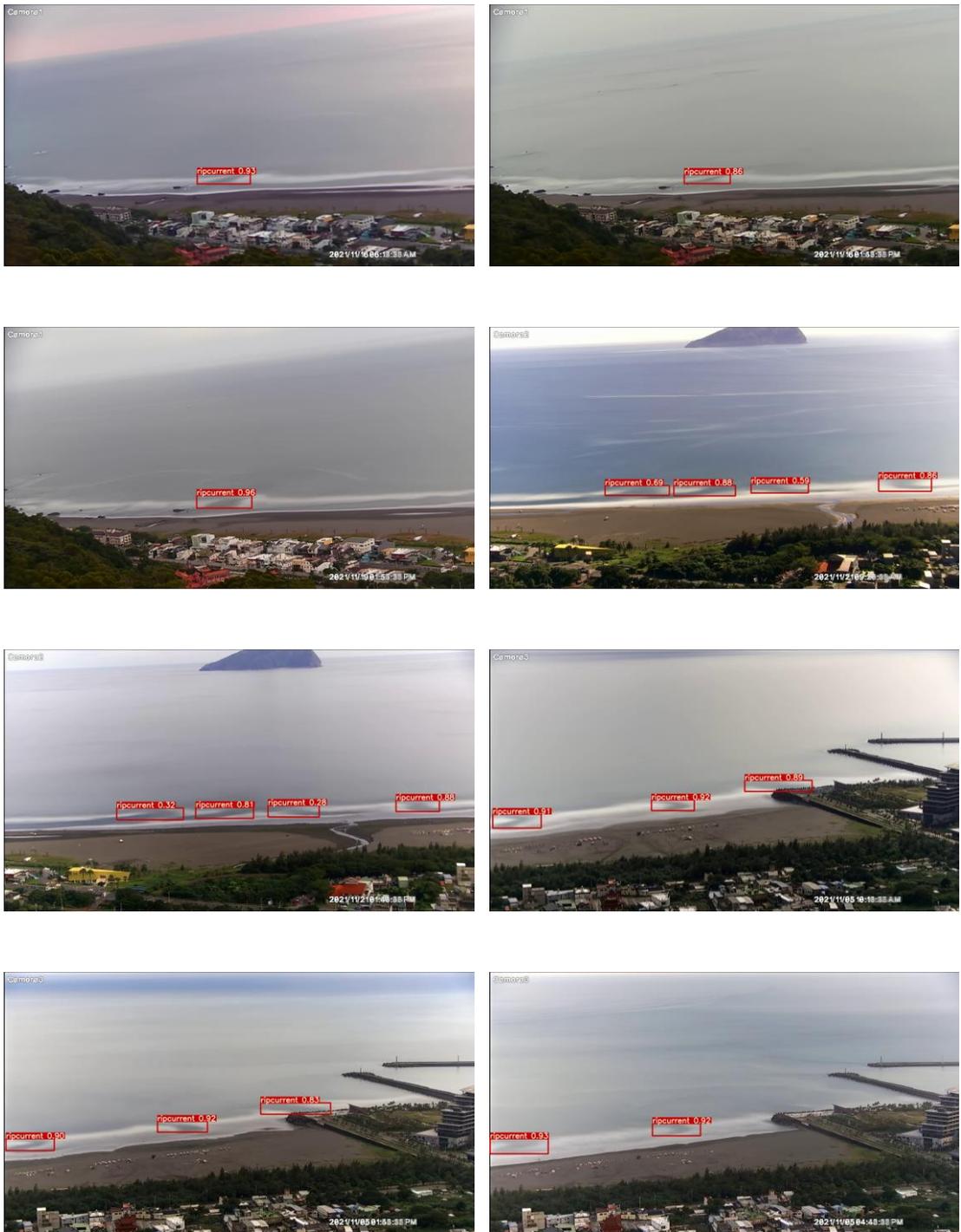


圖 3-11 本案建置之 AI 裂流影像辨識程式實際辨識成果

第四章 裂流數值模式模擬

裂流具有很大的變動性、短暫性和不確定性，於岸邊架設觀測儀器實屬不易，限制裂流案例的蒐集，進而影響到後續研究的進程，若能善用數值模式，便可以透過模擬長期實測資料來蒐集裂流案例，亦可改變邊界條件的輸入，來進行裂流發生機制的探討，不僅本身可作為預警系統，亦可提供更多裂流案例供經驗統計模式訓練和驗證使用。

於前期計畫已掌握透過 SCHISM-WWM 波流耦合模式模擬裂流的技術，不僅進行至少一年以上的現場實測資料的長期模擬，亦利用模式的高自由度，設計不同海氣象環境與地形探討裂流發生的情形。水動力驗證結果相當良好，裂流發生的位置與監視站觀測結果相似，顯示該模式在裂流模擬作業有一定的可信度，然目前模式仍有不足之處，在裂流出現的時間點，模式的結果不一定與觀測結果相符。本計畫今(2024年)度將會持續精進該數值模式，並在裂流數值模式對於裂流模擬有一定準確率後，開始著手評估作業化裂流預報之可行性，上述的工作項目可歸納為兩點，(一)提高模式的準確率，比較模式與觀測間的差異，提出模式可能的侷限性；(二)測試裂流數值模式運算效能，並評估後續應用之可行方法。此外，雖然於第二章中本計畫已對裂流發生時的特徵和周遭海氣象條件進行討論，但由於實測資料站並非位於裂流實際發生的位置，在今(2024年)度數值模式模擬的工作項目還有一項，(三)透過數值模擬模式探討裂流垂直向的分布情形)。預計完成上述兩項工作，本計畫將能更深入的掌握裂流發生的機制和發生時的特性，同時裂流數值模擬模式亦能開始規畫如何應用於預警系統所使用。

4-1 模式理論

本計畫將延續第一期的研究成果，使用三維跨尺度海洋數值模式(Semi-implicit Cross-scale Hydroscience Integrated System Model, SCHISM)耦合第三代風浪模式(Wind Wave Model, WWM)描述裂流發生的現象，透過模擬水深地形分布不均導致波浪能量在傳遞過程中受輻射應力影響下的水動力變化，而在第一年本計畫雖然在波浪驗證上有良好的趨勢，然在極端波高的模擬有低估的情形發生，為此本計畫將自行透過波浪模式(WAVEWATCH III, WWIII)進行研究範圍的波浪模擬，再將此結果作為邊界條件帶入波流耦合模式。另，本研究團隊在過去曾使用由 Aquaveo 開發的地表水建置模型(Surface-water Modeling System, SMS)進行裂流案例的模擬，會利用 SMS 模式快速的評估裂流發生潛勢。

4-1-1 開源碼 SCHISM 模式(SCHISM-WWM)

本計畫採用由 Hsu et al. (2005)所發展能與 SCHISM 三維跨尺度海洋數值模式耦合的 WWM (Wind Wave Model) 第三代風浪模式進行近岸波場的模擬。根據 Berthert and Garrett (1968) 利用荷米頓法則 (Hamilton principle)推導出適用於任意地形的波浪作用力平衡方程式 (Wave action balance equation, WAE)，描述二維近岸與遠洋之波浪演化過程。WWM 風浪模式之控制方程式如下式(3-1)

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(C_x N) + \frac{\partial}{\partial y}(C_y N) + \frac{\partial}{\partial \sigma}(C_\sigma N) + \frac{\partial}{\partial \theta}(C_\theta N) = \frac{S_{total}}{\theta} \quad (4-1)$$

在考慮波流交互作用情況下， x 方向的波速 $C_x = \frac{dx}{dt} = C_g \cos \theta + U_x$ 可表示為，而 y 方向的波速可表示為 $C_y = \frac{dy}{dt} = C_g \sin \theta + U_y$ 。並藉由頻散方程式、波數保存方程式和波數向量基於無旋性下可推倒獲得角度空間上的波速式(3-2)和式(3-3)

$$C_\theta = \frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{k} \frac{\partial \sigma}{\partial h} (\sin \theta \frac{\partial h}{\partial x} - \cos \theta \frac{\partial h}{\partial y}) + (\sin \theta \frac{\partial U_x}{\partial x} - \cos \theta \frac{\partial U_y}{\partial y}) \quad (4-2)$$

$$C_\sigma = \frac{d\sigma}{dt} = \frac{\partial \sigma}{\partial h} (\frac{\partial h}{\partial t} - U_x \frac{\partial h}{\partial x} + U_y \frac{\partial h}{\partial y}) - C_g k (\cos \theta \frac{\partial U_x}{\partial x} + \sin \theta \frac{\partial U_y}{\partial y}) \quad (4-3)$$

上述 $N(k, \theta; x, t)$ 為波浪作用力密度譜， θ 與 k 則為頻譜上波浪傳遞方向和周波數， $\sigma = (2\pi fr)$ 為波浪頻率。上式(3-3)中 S 為源函數隨著海洋科學家現場觀測、實驗的校正以及大數據處理，模擬結果已經越來越接近觀測值。主要包含有線性風浪交互作用 S_{in} 代表的是大氣傳輸至波浪的能量通量亦是啟動模式的主要項、風浪交互作用項 S_{in} 、非線性波波交互作用項 S_{nl} 代表波浪不同頻率分量因非線性交互作用導致的波能於頻率及 S_{nl} 方向上的重新分佈、白帽(whitecapping)能量消散項 S_{ds} 指深海中波浪破碎所導致的波能消散、底床摩擦力項 S_{bot} 、碎波消散項 S_{db} 、三波交互作用 S_{tr} 等，表示如下式(4-4)

$$S = S_{in} + S_{in} + S_{nl} + S_{ds} + S_{bot} + S_{db} + S_{tr} \quad (4-4)$$

在水動力模擬上本計畫採用 SCHISM 三維跨尺度海洋開放數值模式，該模式係屬開源代碼，其模擬範圍包含海洋、河口和海灣等，並可針對海洋和沿海地區常見的海岸線

象進行模擬，如環流、海嘯和暴潮，另外亦可藉由偶和其他模組進行油污擴散、沉積物傳輸、沿海生態和波流交互作用等計算，目前已經廣泛運用在不同尺度的循環系統。SCHISM 模式控制方程式是利用包式近似(Boussinesq approximation)和靜水壓近似(Hydrostatic approximation)求解三維淺水波方程(3D-Navier-Stokes equations)，由連續方程式(3-5)與動量方程式(3-6)所組成

$$\frac{Du}{dt} = f - g\nabla\eta + m_z - \alpha |u| u L(x, y, z) \quad (4-5)$$

$$f = f(v, -u) - \frac{g}{\rho_0} \int_z^\eta \nabla \rho dz - \frac{\nabla P_A}{\rho_0} + \alpha g \nabla \Psi + F_m + other$$

$$\frac{\partial \eta}{\partial t} + \nabla \cdot \int_{-h}^\eta u dz = 0 \quad (4-6)$$

其中 $\eta(x, y, t)$ 代表水面高程[m]、 $u(x, y, z, t)$ 為水平速度[m/s]、 $w(x, y, z, t)$ 為垂直速度[m/s]、 P 為靜水壓[Pa]以及 ρ 和 ρ_0 代表水的密度[kg/m³]，式(3-7)中的 f 表示動量中斜壓梯度、水平黏滯性、科氏力、大氣壓力和輻射應力等。另，SCHISM 模式藉由傳輸方程式(transport equations)計算鹽度和溫度對流速和水位的影響，方程式如下式(3-7)

$$\frac{\partial C}{\partial t} + \nabla \cdot (uC) = \frac{\partial}{\partial z} \left[\kappa \frac{\partial C}{\partial z} \right] + F_h \quad (4-7)$$

其中為 C 懸浮物濃度、 ν 為垂直渦流黏滯力、 κ 代表垂直渦流擴散性以及為水平擴散傳輸方程式。

SCHISM 模式在進行波浪耦合數值模式計算時，會先將 WWM 波浪模式會先計算輻射應力，再透過輻射應力作為水動力模式的驅動力獲得流場和水位，而波浪模式再以新的流場和水位作為邊界條件進行下一輪的計算，該步驟為波浪及流場耦合數值模式的計算流程，以確保在計算波場和流場時均有考慮到波流交互作用下之情形。本計畫採用了 Longuet-Higgins(1964)提出最輻射應力參數化公式，方程式如式(4-8):

$$\left\{ \begin{array}{l} R_s = (R_{xx}, R_{yy}) \\ R_{xx} = -\frac{1}{\rho_0 H} \frac{\partial S_{xx}}{\partial x} - \frac{1}{\rho_0 H} \frac{\partial S_{xy}}{\partial y} \\ R_{yy} = -\frac{1}{\rho_0 H} \frac{\partial S_{yy}}{\partial y} - \frac{1}{\rho_0 H} \frac{\partial S_{xy}}{\partial x} \end{array} \right. \quad (4-8)$$

其中 S_{xx} 、 S_{xy} 和 S_{yy} 是輻射應力張量的組成部分，根據 Battjes (1972) 的在應力垂直方向上為均勻的情況下，定義為不規則波譜的形式為、其中 $H = h + \eta$ 為總水深、 c_p 是群波相位速度，輻射應力張量(tensor)表示方程式，如下式(4-9)

$$\left\{ \begin{array}{l} S_{xy} = \int_0^{2\pi} \int_0^\infty N_{(\sigma, \theta)} \sigma \frac{C_g(\sigma)}{C_p(\sigma)} \sin(\theta) \cos(\theta) \\ S_{xx} = \int_0^{2\pi} \int_0^\infty N_{(\sigma, \theta)} \sigma \left[\frac{C_g(\sigma)}{C_p(\sigma)} (\cos^2(\theta) + 1) - \frac{1}{2} \right] d\theta d\sigma \\ S_{yy} = \int_0^{2\pi} \int_0^\infty N_{(\sigma, \theta)} \sigma \left[\frac{C_g(\sigma)}{C_p(\sigma)} (\sin^2(\theta) + 1) - \frac{1}{2} \right] d\theta d\sigma \end{array} \right. \quad (4-9)$$

在波浪數值計算上在求解波浪作用力方程式需耗費大量記憶體和運算時間，故 WWM 風浪模式採用分步法(Fractional step method, Yanenko, 1986)，將複雜的波浪作用力平衡方程式分解成三個物理亦相同的空間包含頻率空間、角度空間和幾何空間，並可根據不同物理特性進行分析，再利用有限元素法(Finite element method, FEM)離散控制方程式，對於不規則或目標處之邊界直接加密，三個控制方程式如式(4-10)，其中 N^n 、 $N^{n+1/3}$ 、 $N^{n+2/3}$ 和 N^{n+1} 分別代表 n 、 $n+1/3$ 、 $n+2/3$ 及 $n+1$ 時刻的波浪密度譜。

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{N^{n+1/3} - N^n}{\Delta t} + \frac{\partial}{\partial \sigma} (C_\sigma N) = 0 \\ \frac{N^{n+2/3} - N^{n+1/3}}{\Delta t} + \frac{\partial}{\partial \theta} (C_\theta N) = 0 \\ \frac{N^{n+1} - N^{n+2/3}}{\Delta t} + \frac{\partial}{\partial x} (C_x N) + \frac{\partial}{\partial y} (C_y N) = S_{tot} \end{array} \right. \quad (4-10)$$

而在數值上本計畫在 SCHISM 水動力模式以半隱式尤拉-拉格朗日法(Eulerian-Lagrangian Method, ELM)進行有限元素法解析(Finite element method, FEM)三維淺水波方程式(Navier-Stokes equations)，由於使用單一時間步長有限元素法來解析方程式，故可

降低內外模組之間的誤差，加上半隱式和尤拉-拉格朗日法(Eulerian-Lagrangian Method, ELM)的處理，在同時計算連續方程式和動量方程式，亦達到模式穩定所要求的步長，且因為本身就含有擴散的特性，可在計算時忽略方程式中的擴散係數。

4-1-2 波浪模式 WAVEWATCH III

本文採用 WAVEWATCH III 波浪模式(文後簡稱 WW III)來模擬研究範圍的波浪場資料，並經由內插帶入 SCHISM-WWM 波流耦合進行近岸流場的計算，WW III 模式為美國海洋大氣總署 NOAA(National Oceanic and Atmospheric Administration)下所屬的國家環境預測中心 NCEP(National Centers for Environmental Prediction)所發展的全波譜第三代波浪模式，該模式係依據 WAM 模式改良而來的，本計畫所使用的版本為 WWIII Version 5.16 版。

WW III 波浪模式的控制方程式為二維波浪作用力平衡方程式(Wave action balance equation)，此方程式是由 Hasselmann et al. (1973)所提出，其卡式座標線型式如下所示：

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \nabla_x \dot{x}N + \frac{\partial}{\partial k} \dot{k}N + \frac{\partial}{\partial \theta} \dot{\theta}N = \frac{S}{\sigma} \quad (4-11)$$

$$\dot{x} = c_g + U \quad (4-12)$$

$$\dot{k} = \frac{\partial \sigma}{\partial d} \frac{\partial d}{\partial s} - k \cdot \frac{\partial U}{\partial s} \quad (4-13)$$

$$\dot{\theta} = -\frac{1}{k} \left[\frac{\partial \sigma}{\partial d} \frac{\partial d}{\partial m} + k \cdot \frac{\partial U}{\partial m} \right] \quad (4-14)$$

上式中的 $N(k, \theta, x, t)$ 為波浪作用力密度譜(wave action density spectrum)， \dot{x} 為空間中 x 和 y 方向上波浪能量的傳遞速度(其考慮了群波速度 C_g 以及流速 U)， θ 和 k 則分別為波譜上的傳遞方向與波數， s 為 θ 方向的座標， m 方向為垂直於 s 方向的座標。

當模式應用於大尺度範圍時，可以將(4-11)式轉換為球面座標型式的平衡方程式，如(4-15)式所示：

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{1}{\cos \Phi} \frac{\partial}{\partial \Phi} \dot{\Phi}N \cos \theta + \frac{\partial}{\partial \lambda} \dot{\lambda}N + \frac{\partial}{\partial k} \dot{k}N + \frac{\partial}{\partial \theta} \dot{\theta}_s N = \frac{S}{\sigma} \quad (4-15)$$

式中，

$$\dot{\Phi} = \frac{c_g \cos \theta + U_\phi}{R} \quad (4-16)$$

$$\dot{\lambda} = \frac{c_g \sin \theta + U_\lambda}{R} \quad (4-17)$$

$$\dot{\theta}_g = \dot{\theta} - \frac{c_g \tan \Phi + \cos \theta}{R} \quad (4-18)$$

上式中的 Φ 與 λ 分別代表緯度與經度， $\dot{\Phi}$ 與 $\dot{\lambda}$ 為波浪能量於緯度和經度方向上的傳遞速度， R 為地球半徑，(3-18) 式中包含了在大曲率下傳遞時的修正項。

而與 WWM 風浪模式相似，透過(3-11)等號右側出現的源函數 S (source term)，對波浪在傳遞過程中所產生之能量成長與消散進行描述，在 WW III 計算深海地區波浪能量時，源函數 S 主要包含三個部分，分別為風浪成長項 S_{in} 、能量消散項 S_{ds} 以及非線性波-波交互作用項 S_{nl} ；另外，在淺海海域必須額外考慮到底床摩擦效應 S_{bot} 的影響 (Shemdin et al., 1978)，在 WW III 中源函數的定義如下式所示：

$$S = S_{in} + S_{ds} + S_{nl} + S_{bot} \quad (4-19)$$

WW III 模式是以能量譜(energy spectrum)來定義各源函數項，但是模式源函數之計算過程在求解作用力密度譜，然後再將作用力譜所得到的物理結果轉換為能量譜，在得到每一個網格點上的能譜值後，在依數學關係轉換為示性波高、平均波向及週期等波浪參數。

4-1-3 商業 SMS 模式(CMS-Wave & CMS-Flow)

上述已對本計畫進行裂流模擬所使用的數值模式 SCHISM-WWM 波流耦合模式和研究範圍波浪場模擬的 WW III 波浪模式進行理論介紹，將 WW III 波浪場輸出結果內插帶入 SCHISM-WWM 波流耦合的邊界，WWM 風浪模式計算出之波浪輻射應力，與 SCHISM 潮流模式計算之水位資料進行耦合，進而模擬地形沙槽導致波浪堆積所產生之裂流現象。根據文獻，裂流發生的機制相當複雜，波浪的水動力機制均有可能影響裂流的發生，倘若在模式進行模擬時加入過多的影響條件，不僅會造成模式運算效率的不彰，甚至可能導致模擬結果發散，故本計畫會使由 Aquaveo 開發的地表水建置模型 (Surface-water Modeling System, SMS)，利用該模式有軟體介面之系統藉此提升本計畫執行之效率。

本研究採用的波浪模式為 SMS 11.0 版本下 CMS-Wave (STeady-state spectral WAVE)，該套組是一種二維波譜變換模型，採用有限差分 (Finite-difference method, FDM)和相位平均(phase-average)求解波浪作用守恆方程式(Wave action balance equation, WAE)(Mase, 2001)，方程式如下所示(4-20)

$$\frac{\partial(C_x N)}{\partial x} + \frac{\partial(C_y N)}{\partial y} + \frac{\partial(C_\theta N)}{\partial \theta} = \frac{\kappa}{2\sigma} \left[\left(C C_g \cos^2 \theta N_y \right)_y - \frac{C C_g}{2} \cos^2 \theta N_{yy} \right] - \varepsilon_b N - S \quad (4-20)$$

其中 $N = \frac{E(\sigma, \theta)}{\sigma}$ ， N 為波浪作用力密度函數，為一頻率 σ 及方向 θ 的函數， $E(\sigma, \theta)$ 為波譜密度函數，表示每單位水表面積頻率間隔的波浪能量；且在考慮波流交互作用的情形下，波浪的特徵速度可表示為 $C_x = C_g \cos \theta + U$ 和 $C_y = C_g \sin \theta + V$ ；而 S 為與上述兩模式相同，為描述波浪能量成長和消散之關係，故在此不加以贅述。

而潮流模式即水動力模式係由淺水波方程(Shallow water equations)為控制方程式，計算海域潮汐、海流作用之對流、擴散等分布情形。本研究進行近岸流場模擬的模式採用同為 SMS 11.0 版中的 CMS-Flow 套組，該套組以利用有限差分法 (FVM)進行深度積分 (depth-integrated) 求解連續方程式和動量方程式，方程式如式(4-21)、式(4-22)和式(4-23)所示

$$\frac{\partial(h+\eta)}{\partial t} + \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y} = 0 \quad (4-21)$$

$$\frac{\partial q_x}{\partial t} + \frac{\partial u q_x}{\partial x} + \frac{\partial v q_x}{\partial y} + \frac{1}{2} g \frac{\partial(h+\eta)^2}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} D_x \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} D_y \frac{\partial q_x}{\partial y} + f q_y - \tau_{bx} + \tau_{wx} + \tau_{Sx} \quad (4-22)$$

$$\frac{\partial q_y}{\partial t} + \frac{\partial u q_y}{\partial x} + \frac{\partial v q_y}{\partial y} + \frac{1}{2} g \frac{\partial(h+\eta)^2}{\partial y} = \frac{\partial}{\partial x} D_x \frac{\partial q_y}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} D_y \frac{\partial q_y}{\partial y} - f q_x - \tau_{by} + \tau_{wy} + \tau_{Sy} \quad (4-23)$$

其中 h 為靜水深， η 是水面高度與靜水面的差， t 為時間， q_x 和 q_y 為單位寬度流量，

u 和 v 為水深平均流速， g 是重力加速度， D_x 和 D_y 為擴散係數， f 是科氏力， τ_{bx} 和 τ_{by} 為底床剪應力， τ_{wx} 和 τ_{wy} 為表面風應力，而 τ_{sx} 和 τ_{sy} 為波浪應力，且 CMS-Flow 在考慮波浪的情況，是透過引入波浪輻射應力與 CMS-Wave 求解出波浪場進行波流耦合，採用 Smith et al. (1999) 提出的線性理論演算法求解，其中 S_{xx} 為正向海岸動量， S_{xy} 為平行海岸動量， S_{yy} 為沿岸流動量， E 為波浪能量密度。

$$S_{xx} = \iint E(\omega, \alpha) \left[0.5 \left(1 + \frac{2k(h+\eta)}{\sinh 2k(h+\eta)} \right) (\cos^2 \alpha + 1) - 0.5 \right] d\omega d\alpha \quad (4-24)$$

$$S_{xy} = \iint \frac{E(\omega, \alpha)}{2} \left[0.5 \left(1 + \frac{2k(h+\eta)}{\sinh 2k(h+\eta)} \right) \sin 2\alpha \right] d\omega d\alpha \quad (4-25)$$

$$S_{yy} = \iint E(\omega, \alpha) \left[0.5 \left(1 + \frac{2k(h+\eta)}{\sinh 2k(h+\eta)} \right) (\sin^2 \alpha + 1) - 0.5 \right] d\omega d\alpha \quad (4-26)$$

4-2 裂流數值模擬環境建置

在第一期計畫執行期間，已透過 SCHISM 水動力模式耦合 WWM 風浪模式建立乙套裂流預報數值模式，水動力驗證良好且模式具有高穩定性，可從事長時間(至少一年)的模擬。本計畫亦透過 SCHISM-WWM 裂流數值模式從事裂流特性的探討，瞭解不同海氣象以及水深地形下裂流的特性。在今(2024年)度本計畫將延續前期計畫成果，持續嘗試精進模式描述裂流現象的能力，改善模式與現場觀測在時空間上的誤差，同時更加深入探討裂流的特性(裂流發生時流幅、強度和垂直方向分布等)。此外，開時著手評估裂流數值模式應用於預報模式的可行性和實際操作方法。

4-2-1 水深地形網格

數值計算上無論是 WWM 風浪模式或 SCHISM 三維水動力模式均是以有限元素法(Finite-Element methods, FEM)(Lydard et al., 2017; Carrere et al., 2016)進行數值解析，兩種模式在進行耦合時網格可以相互兼融。根據前人文獻和本計畫的研究結果(MacMahan et al., 2006)，裂流流幅(寬度)應介於數公尺至數十公尺間，加上裂流亦會受到海陸交界邊界控制的影響(Dalrymple et al., 2011)，故本計畫採用非矩型(三角網格)的巢狀網格(係屬不規則網格的一種，Triangulated Irregular Grid)，三角網格可以更好的擬合海陸交界的形狀，而巢狀網格可在重點區域的網格進行加細，能最大化還原實際地形的同時，亦能考

慮模式運算效率，減少無意義的網格計算消耗。

今(2024年)度本執行團隊為提高對於 SCHISM 模式的理論和實際應用的掌握性，前往美國威廉與瑪麗大學的海洋科學研究院(College of William & Mary, Virginia Institute of Marine Science)拜訪 SCHISM 模式的開發者張應龍教授。對於當前模式的設置張教授表示認同，但仍提出幾點建議協助本計畫改善模是對於裂流現象描述的能力，大致可以歸納為以下四點。

1. 增加模式模擬的範圍 (擴大至臺灣四周為海域)
2. 由固定邊界改為變動邊界 (陸域邊界調整至高程 1.5 m 處)
3. 垂直網格由 SZ 混和網格改為 LSC² 網格

本計畫主要研究範圍為宜蘭縣外澳海灘，所以原先模擬範圍涵蓋整個宜蘭縣，以東經 121.82° 至東經 122.01°，北緯 24.7° 至北緯 25.0° 為模式計算範圍(大約以宜蘭縣外澳海灘為中心，半徑為 30 km 的模擬範圍)，該模擬範圍雖然能透過邊界條件進行環流的模擬，但由於目前採用的邊界條件是 National Ocean Partnership Program (NOPP)和美國 Global Ocean Data Assimilation Experiment (GODAE)協力執行的作業化海流模式(HYCOM)輸出結果，解析度為 0.04°(約 40 km)，所以在邊界條件尚無法提供很好的解析度；其次是風應力的影響，風應力對於水動力的影響主要是根據三個因素，分別為風速、風域和延時，由於前期計畫模擬範圍較小在風域上無法讓波浪或海流達到完全成長，為能讓模擬結果在近岸區域的波浪有足夠的能量，在模式參數的設置上前期計畫對於風速縮放尺度上進行調整，但該結果不僅會有地域性的問題(即後續再模擬不同區域時需要去率定當的適合的風應力縮放參數)，不利於後續作業化運行，且若要達到颱風期間的波浪高縮放參數需要提高，這會導致在平時的浪高有高估的情形。

為此本計畫將模擬範圍由原本宜蘭縣周圍海域擴展至全臺周遭海域，範圍以東經 114° 至東經 128°、北緯 18° 至北緯 32°，然而為降低模式運算所需的資源，在水平網格解析度外海開方邊界和大陸沿岸陸域邊界解析度約為 50 公里，臺灣陸地邊界(宜蘭縣外澳海灘區域外)解析度為 5 公里。而在近岸區域網格的設置上原先陸域邊界是設置在水深 2 m 的位置，而宜蘭縣外澳海域的最低潮位為-1.13 m，故整個模擬時間內所有範圍的網格均是濕網格，為能考慮海灘形貌對於水動力的影響以及在潮間帶反射流的影響，

本計畫調整陸域邊界的位置高程 1.5 m 的位置，為能讓模式能根據水位變化來調整乾濕網格的邊界，在宜蘭縣外澳海域近岸解析度提高至 1 m(倘若網格解析度過大，近岸區域可能會出現乾網格阻礙濕網格的情形，或是海岸線崎嶇不平滑，導致模式潰散或產生亂流等雜訊)，在建置三角網格的方法上採用 Paving 的方式內插內部運算的網格點，使網格能夠平滑的漸進變化，且使正規化三角網格使之盡可能近似正三角形，降低模式運算上潰散或是產生亂流的情況，水平網格建置結果如圖 4-1 所示。

在前期計畫執行時發現三維模擬能相較於二維模擬更加良好的描述現場近岸環流的變化(裂流模擬的準確率有顯著改善)，故今(2024 年)度本計畫將延續前期計畫研究成果採用三維水動力的模擬，但在垂直網格的選用上，前期計畫採用 S-Z 的混和網格，該網格在原先小區域的模擬範圍有良好的表現(在宜蘭縣周遭範圍水深變化在百來公尺左右)，但隨著今(2024 年)度水平網格範圍的調整，模擬範圍擴大至臺灣周遭海域，其整個模擬範圍水深變化達到數千公尺，若使用 S-Z 混和網格的情況下，在固定網格層數在水深較深且坡度較大的地方，可能會有淨水壓力梯度過大進而產生誤差的問題，且由於模擬範圍的增加水平網格亦增加，這也導致模式模擬所需的時間增加。有鑑於此，本計畫在垂直網格的設置上由原先的 S-Z 混和網格更改為 LSC² 網格。LSC² 網格可以根據不同的水深去調整層數，並且再建置相對應的 Sigma 網格(即透過曲率 θ_f 和角度 θ_b 來決定網格隨著水深的加密位置和加密程度，在 LSC² 層數設置的部分，本計畫將水深分為九個區間分別為[1.0 m、5.0 m、10.0 m、30 m、50 m、100 m、2000 m、4000 m、8000 m]，而每個區間的層數分別為[2、7、13、22、28、33、33、36、39]層，曲率 θ_f 越大加密程度越明顯(即當曲率 $\theta_f=0$ 時每一層深間隔是相等的)、角度 θ_b 則代表水深在 θ_b 比例處加密(即當 $\theta_b=0$ 水面垂直網格加密、反之在 $\theta_b=1$ 時在接近底床位置的垂直網格加密))，由於裂流主要發生在表面，故本計畫在 Sigma 的設置上 $\theta_f=1$ 、 $\theta_b=0$ ，垂直網格建置結果如圖 4-2 所示，主要網格(Master grid)旨的是每個水深區間垂直網格設置情況，可明顯看到在水面位置網格較密，而 Transect 則是外澳海灘至龜山島剖面所繪製的時計垂直網格。此外，LSC² 垂直網格在遇到底床坡度較陡的情況下，他並不會像 S-Z 混和網格在水平方向上有相連的截面，他會僅有一個點進行連接以此不去計算兩梯度過大情況下傳輸方程藉此避免因梯度造成誤差之情形，如圖 4-3 所示。

根據上述設所建至之水平網格共計有 13959 個節點和 26066 個元素網格，每個水

平網格對應的垂直網格平均層數為 21.4 層。本計畫所採用的地形資料分為三個部分，在本計畫研究區域宜蘭縣外澳海域仍與前其計畫相同採用自強顧問公司於 2019 年 8 月船測和近岸 GPS 測量內插後所得的 10 m 解析度近岸資料，而陸域和外海部分則採用海科中心提供的 Etopic 1 200 m/ 500 m 解析度水深資料，並透過線性內插至每個網格點上，在三種不同地形資料的整合上，本計畫會解析度較粗糙的檔案根據重複的部分將進行刪除最後再進行整合。

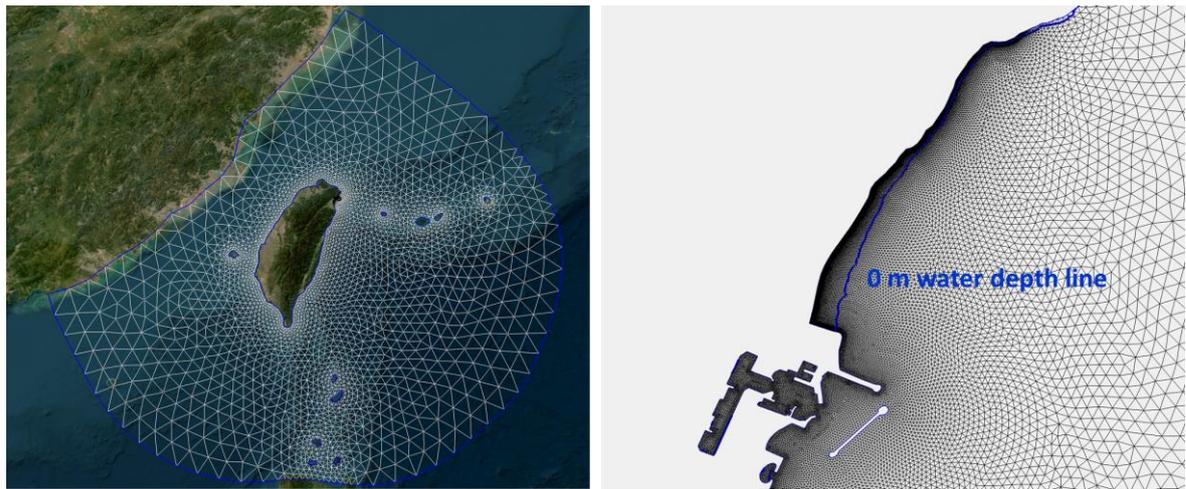


圖 4-1 本計畫設計全臺周遭海域模擬 SCHISM-WWM 模式計算網格
(a.全域(臺灣)範圍、b.近岸高解析度網格)

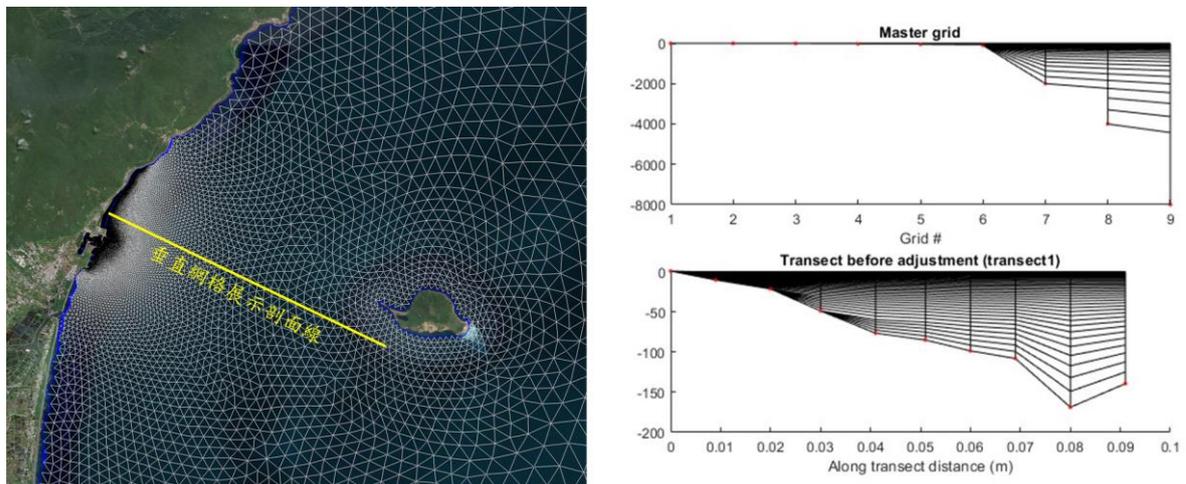


圖 4-2 SCHISM-WWM LSC² 垂直網格
(左.垂直網格展示剖面線、右上.LSC² 垂直網格建置設定、右下.宜蘭縣外澳海域周遭實際垂直網格設計結果)

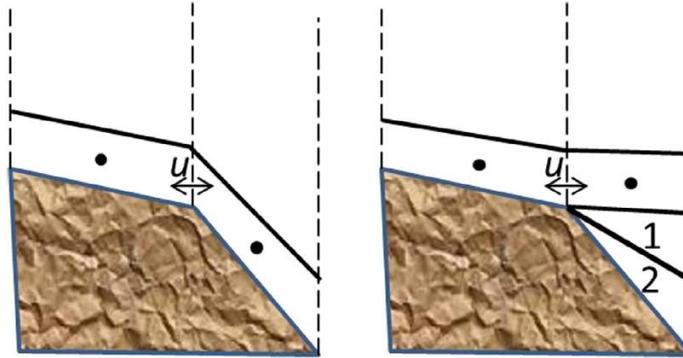


圖 4-3 S-Z 混和垂直網格與 LSC² 垂直網格計算網格差異 (Zhang et al., 2014)

4-2-2 模式參數設置

本計畫所使用的 SCHISM-WWM 波流耦合模式，是透過給定邊界條件和初始場作為驅動力進而計算模擬範圍的水動力變化情形，因此邊界條件的設定也是決定模擬結果是否準確的一個重要工作，目前本計畫在邊界條件和初始場的輸入可以分為四個部分，(一)水動力邊界/初始條件、(二)波浪邊界/初始條件和(三)固定時間間隔之大氣初始場。在水動力邊界和初始條件的部分，延續前其計畫的設置採用 HYCOM 的水位資料和流速資料，以及 FES(Finite Element Solution)模式於 2014-2016 年計算的潮汐邊界條件(含 8 個分潮：全日潮(K1、P1、O1 和 Q1)和半日潮(S2、M2、N2 和 K2))，對時間和邊界網格點內插並與烏石漁港實測潮位比對進行修正。今(2024 年)度由於模擬範圍增加，若要描述大洋環流對於流場的影響，需要溫度和鹽度的資料方能產生密度流等，並且需使用斜壓(Baroclinic)的計算方法，來去交換每一層垂直方向的溫鹽梯度，水動力邊界條件資料如圖 4-4 所示。

第二個部分為波浪邊界和初始條件，在前期計畫執行期間已由原先法國海洋開發研究院(French Research Institute for Exploitation of the Sea, Ifremer)所提供的 WAVEWATCH III 模式模擬結果，更改為本計畫自行透過 WAVEWATCH III 求解的適合臺灣附近海域的高解析度波浪場，在 WAVEWATCH III 的參數設置，參考(張等人，2019)的研究成果，對頻率增幅倍數、波浪頻率維度的最低頻率、頻率維度離散後的個數、角度維度離散後的個數與角度偏移量五個物理參數進行調整，更改為台灣周遭海域適合的數值，分別為 1.06、0.04118、40、36 和 0，空間解析度相較於 Ifremer 的 0.25° 提高至 0.15°，計算浪高的公式則是使用 ST6 深水物理套組，可以較良好的描述極端波高(臺灣時常有颱風，易發生突發的異常大浪)，波浪場邊界條件輸入的參數有示性波高、平均周期、尖峰頻率、主

波向以及方向分布參數。圖 4-5 為本計畫自行透過 WAVEWATCH III 模擬之臺灣周遭長年波浪分布。

而大氣初始場的輸入，在前期計畫中使用過三種大氣資料，其一是歐洲中期天氣預報中心(European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, ECMWF)提供的 ERA5 風場，其二是美國國家環境預測中心(National Centers for Environmental Prediction, NCEP)提供的第二代氣象預報系統(Climate Forecast System Version2, CFSv2)計算結果，其三則是交通部中央氣象署透過天氣研究與預報模式(Weather Research & Forecasting Model, WRF)計算的臺灣周遭風場，考量氣象署 WRF 風場是針對臺灣周遭海域模擬之結果，並且相較其他兩者風場有較高的解析度(3 km)，故今(2024 年)度將全部改用氣象署 WRF 大氣資料，SCHISM-WWM 模式可輸入的大氣資料包含風速(Wind Velocity)、風向(Wind Direction)、氣壓(Pressure)、降雨量(precipitation)、濕度(Humidity)以及長/短波輻射(Long/Short radiation)，氣象署 WRF 預報模式模擬風速、氣壓和比濕度資料如圖 4-6 所示。

由於今(2024 年)度模擬範圍的增加，水平網格的數量為前其計畫的四倍(前期計畫元素網格數量為 6548 個)，雖然垂直網格數量為前其計畫的一半(前期計畫垂直網格為 41 層，21 層 Sigma 網格和 20 層 Z 網格)，所以整體下來初步評估模式的運算效率仍會較前其計畫低。考量 SCHISM-WWM 模式後續仍然會作為裂流預報的核心方法之一，本計畫透過調整模式設置來提高運算效能，可分為三個部分

1. 提高模式運算的時間步長
2. 降低邊界條件的輸入頻率
3. 降低波流耦合的頻率
4. 降低數值計算方法中回溯步驟的最大最小步長
(穩定模式回溯前面步長之結果來預防模式發散)
5. 降低在計算傳輸方程的時間步長

然而，無論對於模式進行怎樣的改動，均有可能會影響模式的準確率，甚至會導致模式在計算時發散而崩潰。由於水位是最主要影響環流準確性的因素，本計畫透過調整上述幾項參數以搭載 24 核心(Central Processing Unit, CPU)的電腦來進行情境模擬，並與本研究區域鄰近的烏石漁港潮位站實測的水位資料進行驗證，藉此在得到最佳運算效率的

設置的同時，仍保有一定的模式準確率。

原本模式的設置，水動力運算的時間步長為 100 秒，水動力邊界條件的輸入是 3 小時一筆、波流耦合的頻率則是每三次時間步長耦合一次、回溯步驟最大值和最小值分別是 3 時間步長和 9 時間步長，而運算傳輸方程的時間步長由於採用顯示計算方式，所以原本透過尤拉-拉格朗日法(Eulerian-Lagrangian Method, ELM)大概會是水動力時間不長的 1/600 倍。表 4-1 為不同模式設置情況下模式運算效率與模式準確率的統計表，結果顯示，在水動力時間步長調整為 300 秒、波流耦合頻率為 6 次水動力計算之時間步長、邊界條件每天輸入一次(參考 SCHISM 模式線上手冊提供之 Python 檔案)、回溯步長最大值和最小值為 2 步長和 5 步長，傳輸方程時間步長固定為 1/400 倍，模式有最佳的運算速率，且與烏石漁港實測水位資料進行驗證，無因次均方根誤差(Non-dimension Root Mean Square Error, NRMSE)為 10.3%(原先模式設置的 NRMSE 為 9.4%)，經該改動模式模擬一天實測資料僅需 1.27 小時，該速率可達到作業化運行之程度。圖 4-7 為新模式設置與前其計畫模式設置水位資料散步點統計結果。

表 4-1 模式設置對於模式運算效能與正確率評估

電腦配置 24 核心	模式設置參數	數值	運算效率 (運算一天的模擬結果需 要多少小時的模擬時間)	水位驗證 (NRMSE)
原本模式	水動力時間步長	100 s	4.72	9.4 %
	波流耦合頻率	3 次時間步長		
	邊界條件輸入頻率	3 小時一筆		
	回溯步長最大/小值	3 時間步長 / 9 時間步長		
	傳輸方程運算步長	1/600 倍		
測試一	水動力時間步長	120	4.70	9.4 %
		180	4.42	9.4 %
		300	3.98	9.6 %
測試二	波流耦合頻率	5 次時間步長	3.76	9.7 %
		6 次時間步長	3.02	9.8 %
		8 次時間步長	2.39	13.2 %
		10 次時間步長	2.08	17.3 %
測試三	邊界條件輸入頻率	1 天一筆(參考 SCHISM 手冊)	4.48	9.5 %
測試四	回溯步長最大/小值	2 時間步長 / 5 時間步長	3.39	9.4%
		1 時間步長 / 3 時間步長	模式潰散	
測試五	傳輸方程運算步長	1/500	4.47	9.5 %
		1/400	3.89	9.8 %
		1/300	模式潰散	
效率改善後 模式	水動力時間步長	300	1.27	10.3 %
	波流耦合頻率	6 次時間步長		
	邊界條件輸入頻率	1 天一筆(參考 SCHISM 手冊)		
	回溯步長最大/小值	2 時間步長 / 5 時間步長		
	傳輸方程運算步長	1/400		

*波流耦合頻率：即經過運算多少次水動力的時間步長耦合一次波浪資料

*回溯步長：即檢視多少時間步長以前的結果

*傳輸方程運算步長：水動力時間步長的多少倍

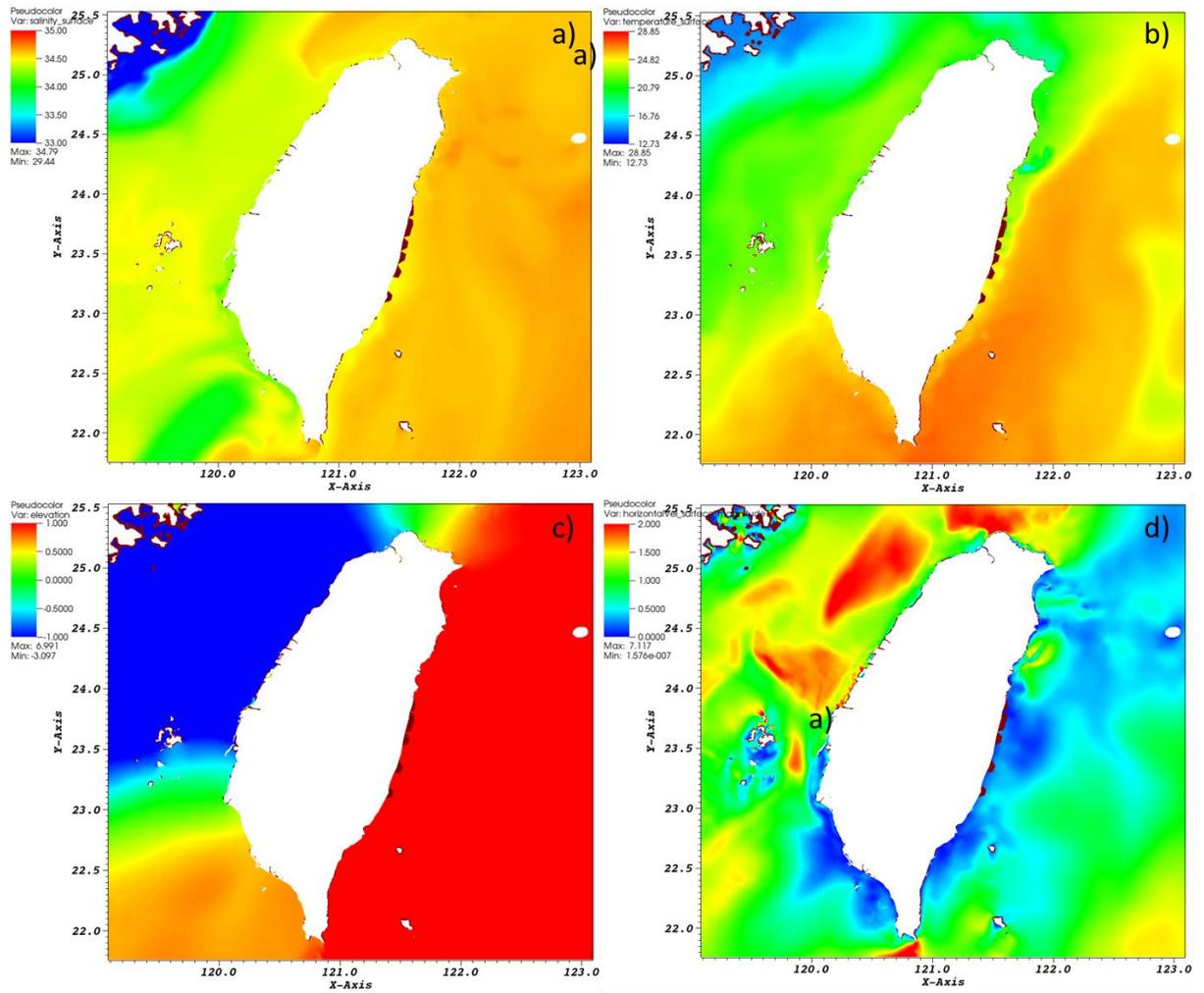


圖 4-4 HYCOM+GODA 臺灣周遭水動力(a.鹽度、b.溫度、c.水位、d.流速)

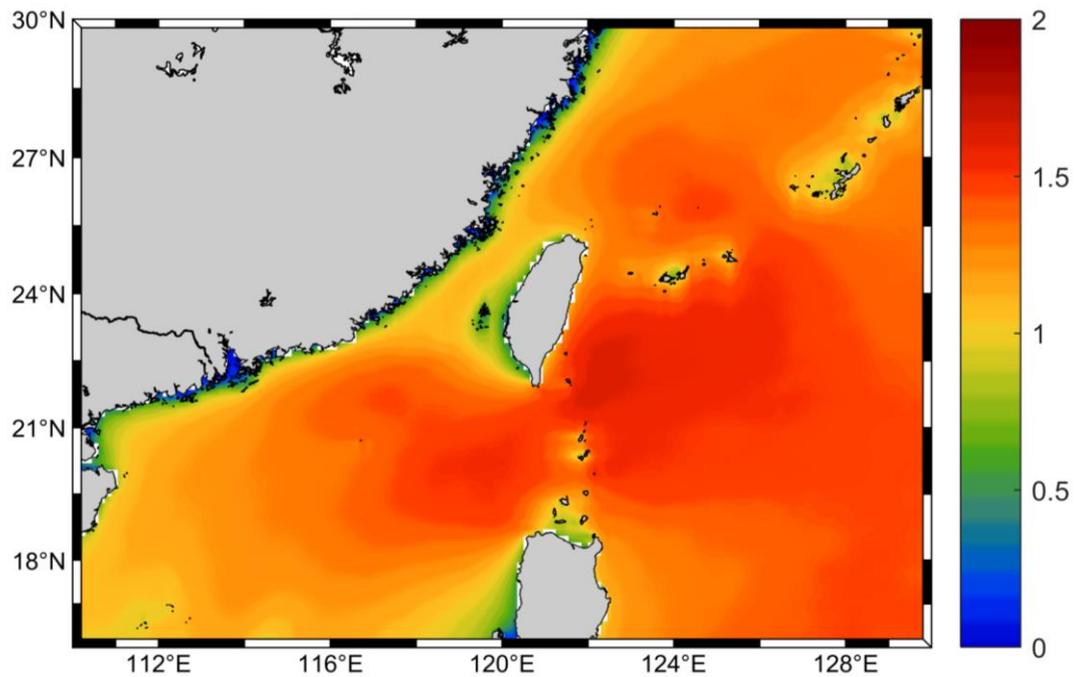


圖 4-5 本計畫模擬台灣周遭海域長年波高分布圖

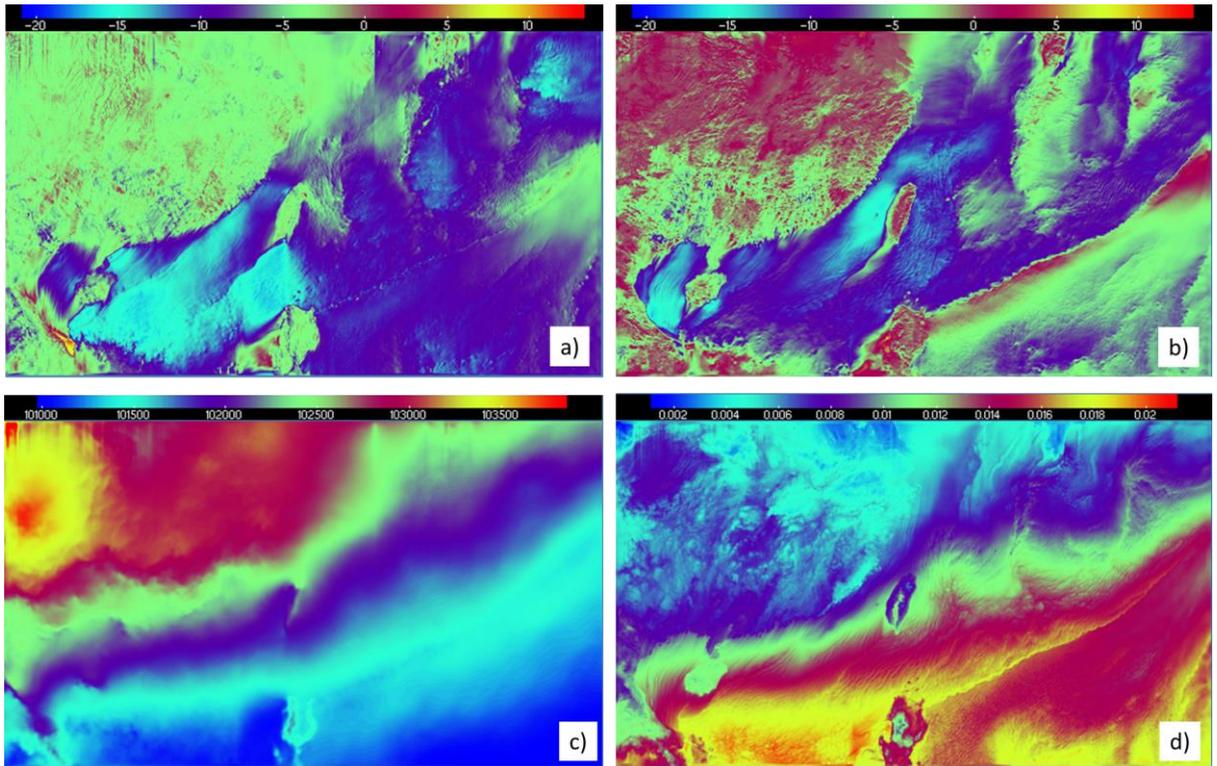


圖 4-6 氣象署 WRF 風場大氣資料(a. u 方向風速、b. v 方向風速、c. 氣壓、d. 比濕度)

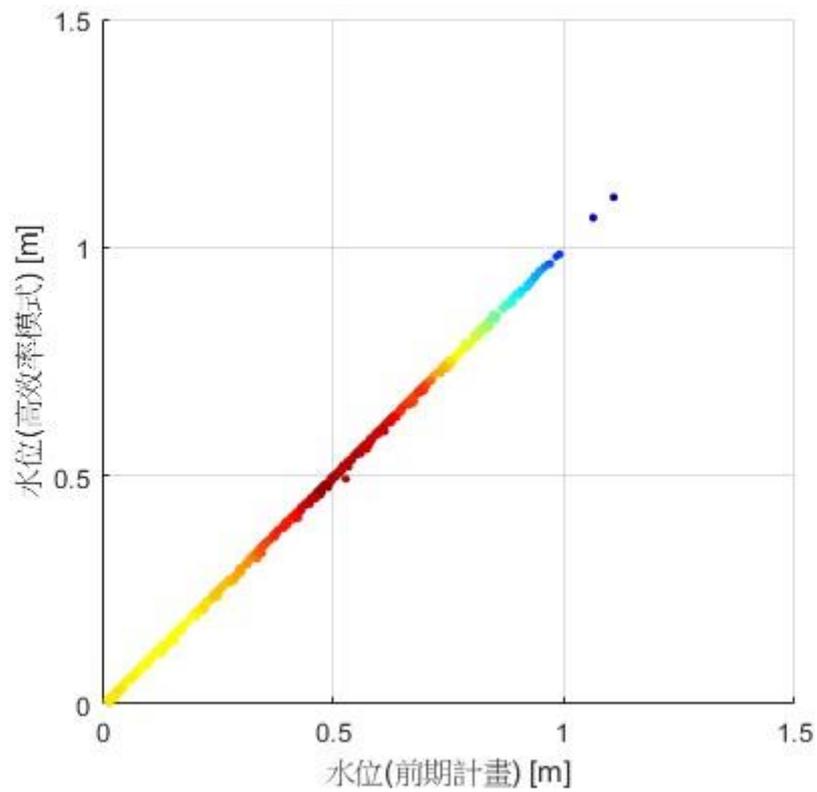


圖 4-7 前期計畫模式設置與高效率模式設置水位模擬散布圖
(暖色系資料數量越多、冷色系資料數量越少)

4-3 裂流數值模式模擬結果與分析

今(2024 年)度本執行團隊前往 VIMS 進行移地研究，在與 SCHISM 模式的開發者張應龍教授進行討論的過程中，對模式進行改善，包含模式的範圍、網格的設置以及參數的設定等，已於 4-2 節中進行說明，在此不多加贅述。本計畫建置裂流數值模式的旨在於應用於裂流預警上，故模式是否能夠準確的模擬裂流發生相當的重要。為此，本計畫在對模式進行改善後，挑選前期計畫中驗證結果較不好的 2022/9 整月進行重新模擬(透過混淆矩陣計算的驗證結果顯示正確率不到 7 成(68.7%)/2022 年整年正確率達 81.6%)，藉此評估模式對於裂流描述的能力是否有得到提升。

本計畫參考前期計畫的驗證流程，第一步仍是先驗證水動力模擬的結果，由於裂流是由於近岸波流耦合交互作用下引致的，除驗證水位(產生海流最主要的驅動力)外，亦對波浪參數進行驗證(含示性波高、尖峰周期和平均波向)，實測水位資料採用烏石漁港潮位站、波浪實測資料採用龜山島浮標資料站，驗證結果如圖 4-8 所示，各水動力參數模擬與現場實測資料站觀測結果趨勢一致，並且透過無因次均方根誤差(Non-Dimension Root Mean Square Error, NRMSE)計算誤差比例，水位的 NRMSE 為 12.58%，示性波高為 15.05%、平均波向的 NRMSE 為 12.93%、尖峰周期的 NRMSE 為 13.16%，與前期計畫相比雖然在水位的 NRMSE 有些許提升，但所有波浪參數的驗證結果均有大幅進步(前期計畫各向波浪參數 NRMSE 均在 15%以上)。

在確保模式在水動力模擬有一定能力後，便開始針對裂流描述能力進行驗證，在模式模擬結果上，本計畫目前是透過 VisIt 可視化程式將模擬結果以流矢圖的方式進行展示，再透過人工辨別(條件是流向垂直海岸線偏移 45° 以內)，而實測的裂流案例目前仍是採用第二章小波轉換邊緣偵測和影像卷積方法進行蒐集而來的，經裂流影像判釋程式分析位於宜蘭縣外澳海域 2022/9 整月期間，裂流發生的位置分布於七處，分別為 W1、W2、W3、W4、W5、W8 和 W9，與 SCHISM-WWM 波流耦合模式所建置的裂流數值模式結果相比，該些位置均有模擬出裂流的現象，現場觀測與裂流數值模式模擬之裂流案例比對結果如圖 4-9 所示，其中甚至可以看到發生於 W8、W9 位置的裂流是同時出現的，而模式也有模擬出相同的情形，透過上述方法可初步檢視模式是有足夠的能力描述裂流的現象。

經過上述對於水動力和裂流位置的檢視後，本計畫將透過混淆矩陣去評估模式對

於實際模擬裂流的能力，分為兩個層次，其一僅先針對裂流發生時間進行驗證，透過將裂流案例以每一小時進行離散化(即當小時有出現裂流則視為有裂流發生)，而透過宜蘭縣外澳監視站觀測的結果，在 2022/9 期間共計累計有 91 小時有裂流出現(即代表沒有裂流發生的時間為 269 小時，觀測時間從 6 am 至 6 pm，每日 12 小時)，混淆矩陣統計結果如表 4-2 所示，在實際有裂流發生的時間點，有 67 小時是有模擬出裂流、而在沒有觀測到裂流的案例中也有 207 小時是沒有模擬出裂流的，根據第二章影像判釋評估的方法採用正確率(Accuracy)，結果顯示正確率達 78.9%，相對於前期計畫的成果有顯著的提升，此外在於實際有裂流發生的情形中有模擬出裂流的比例為 73.6%，亦比前期計畫模擬 2022 年一整年的驗證結果更好。第二階段則是需要同時考慮時間和位置，這部分便無需對案例進行離散化，直接根據位置和案例進行計算，在 2022/9 期間各位置裂流發生累計小時數達 137 小時，而未有裂流發生的小時數，本計畫以比較嚴格的方式，由於該月裂流發生位置僅有七處，所以每處觀測時長每月為 360 小時，共總計有 360 小時乘以七處為 2520 小時，其中有發生裂流的小時數為 137 小時，所以未發生裂流的小時數為 2383 小時，同樣將模式模擬與現場觀測結果比對，同時考慮裂流發生時空間的混淆矩陣如表 4-3 所示，正確率為 78.85%，雖然與前期計畫整年的驗證結果相比未有顯著提升，但在有發生裂流的時間和位置，模式有模擬出來的成功率達 66.42%(前期計畫僅 50%左右)，相較前期計畫提高 10 個百分點。

綜上所述，今(2024 年)度本計畫對模式設置的改動，對於描述裂流現象初步評估結果有顯著的提升，本計畫亦去探討其原因，在前期計畫數值模式模擬的裂流案例，裂流發生持續時間約 3 至 4 小時，最多亦不超過 6 小時，而在 2022/9 宜蘭縣外澳海域所觀測的裂流案例，27 筆中就有 8 筆案例裂流發生小時數超過 8 小時，這就導致前期計畫在 2022/9 模擬結果較為不好，而今(2024 年)度透過將陸地邊界由固定邊界調整至變動邊界後，模擬出的裂流持續時間有顯著上升，在模擬上便有出現 10 個小時以上的案例，會有這樣的結果初步推測是由於前期計畫的陸地邊界在水深為 2-3 m 處，所以當漲潮時水位逐漸提高後，水深地形對於近岸環流的影響便會降低，而陸地邊界又會像牆壁一樣導致近岸環流在入射海岸時產生反射流，因而不利於裂流的產生(即如 Wright and Short (1984)提出的反射型海灘，較不容易出現裂流)，圖 4-10 是外澳監視站於 2022/09/28 觀測到的長時間裂流案例，裂流發生時間長達 10 小時，且在這個案例本計畫所建置的數值模式亦確實有將其模擬出來，亦證實模式模擬出的長時間裂流案例是有一定合理性。

由於上半年計畫執行期間還在對模式改動的方法進行測試，在驗證上僅進行了 2022/9 整月的驗證，雖然已有根據科學理論依據進行驗證，但案例數仍些顯不足。因此，本計畫預計會於後半年計畫執行期間，模擬更多月份以此進行現場實測模擬的驗證，提高本計畫之研究性和可信度。

由於今(2024 年)度對模式進行改善，對於前期計畫透過模式探討的裂流特性，仍需再次確認，由於前期計畫對於水動力驗證已有不錯的成果，而不同水深地形對於裂流的影響當初在設置模擬地形上便以採用變動地形，故上述兩項本案認為尚無須從新討論。經本執行單位初步評估，在裂流流速和裂流垂直分布上可再進一步進行分析，不僅是由於模式改動的影響，這兩個參數亦是從監視站觀測結果無法進行探討分析的。

在前半年度，本計畫已初步對裂流在不同水深情況下的表現進行分析，在前期計畫中裂流數值模式模擬結果輸出的時間解析度是 1 小時一筆，本計畫在今(2024 年)度提高時間解析度每 10 分鐘輸出一個結果，目前根據模擬結果發現了兩種現象，其一是裂流僅發生在表層，並沒有從底床傳的至表層或是表層傳遞至底床的現象，如圖 4-11 所示；其二則是裂流不僅發生於表層，會隨著時間傳至底床，如圖 4-12 至圖 4-15 所示，一開始在模擬時間為 453480 秒時，與圖 4-11 的結果相似，裂流僅發生在水深小於 1.5 m 的厚度中，但在經過約 3 小時的時間，圖 4-15 結果顯示在水深為 2.0 m 的位置也出現裂流，在經過約 1 個小時左右，圖 4-14 結果顯示在 3.0 m 處也有向外海移動的微小流場，藉著在經過約三小時後，在表層裂流消失後，底床的裂流也同時消失，如圖 4-15 所示，從該結果可以初步解釋裂流是有可能由表層傳遞至底床的。目前本計畫初步對上述兩起裂流案例進行分析，兩者最大的差異在於，有傳遞的裂流案例發生延時長達 10 個小時，而僅在表層出現的裂流案例，裂流發生延時僅 2 小時，故本計畫初步認為若要有裂流流場的傳遞現象，恐需要較長時間的裂流案例。

此外，根據模式模擬結果，本案發現即便裂流發生的時間非常的長(大於 6 個小時)，裂流亦不會無止盡的向下傳遞，而本案根據期中審查陳委員文俊的建議，可以透過相對水深來表達裂流可傳遞的最大水深。本案挑選了七個案例，如表 4-4 所示。結果如期中報告的分析一致，在案例 1、5 和 7 由於裂流持續時間較小(小於 3 小時)，故裂流僅發生在表層，並無向下傳遞的情況發生。而案例 2、3、4 和 6 則是有裂流向下傳遞的情況發生，由於本案是模擬外澳海域 9 月的流場，受限於該海域的地形，在裂流發生位置最

遠的水深大約介於 3-5 m 之間，因此本案挑選了兩個該海域較為極端的水深，分別為案例二 5 米水深的案例和案例三 3 米水深的案例進行說明。

在案例二 5 米水深案例的部分，圖 4-16 為數值模式模擬之表層裂流結果，圖 4-17 則為最深深度有裂流的位置，該案例裂流持續時間為 6 個小時，而裂流向下傳遞是從 03:20 開始(第 3 個小時 20 分)，並在裂流發生後 05:40 便沒有再繼續往下傳遞，故本案挑選該時間點(05:40)分析不同水深下裂流發生的情況，結果如圖 4-18 所示，在水深 2.7 m 以上時均有裂流的現象，而該處水深最深的位置為 5.4 m，所以以這個案例來說可發生裂流的相對深度為 0.5。在案例三 3 米水深案例的部分，圖 4-19 同樣為數值模式模擬表層海流時所觀測到的裂流現象，圖 4-20 為案例三裂流出現在最大深度的情形，該案例裂流持續的時間為 7 個小時，同樣約在 03:40 開始裂流有向下傳遞的現象，直到 05:00 後裂流就維持在水深 2.4 m 的位置，並未在向下傳遞，故本案同樣挑選該時間點(04:40)分析不同水深下裂流發生的情形，結果如圖 4-21 所示，裂流僅發生在水深 2.4 米以上的位置有裂流存在。本案根據上述的分析步驟對其於有發生裂流向下傳遞的案例(案例 4 和案例 5)進行分析，結果發現裂流向下傳遞的最大相對深度大約界於 0.5 至 0.7 之間，而開始向下傳遞的時間大約從裂流發生後 3 個小時開始，傳遞速大約為 0.02 m/min。

表 4-2 裂流模擬與現場監視站裂流觀測混淆矩陣

	現場觀測有裂流 (程式判釋)	現場觀測無裂流 (程式判釋)
模擬結果 有裂流發生	67 小時(TP)	62 小時(FP)
模擬結果 無裂流發生	24 小時(FN)	207 小時(TN)

表 4-3 裂流模擬與現場監視站裂流觀測混淆矩陣

	現場觀測有裂流 (程式判釋)	現場觀測無裂流 (程式判釋)
模擬結果 有裂流發生	91 小時(TP)	487 小時(FP)
模擬結果 無裂流發生	46 小時(FN)	1896 小時(TN)

表 4-4 裂流模擬與現場監視站裂流觀測混淆矩陣

	裂流發生位置 水深	裂流發生延時	開始向下傳遞時間	停止向下傳遞時間	裂流出現最大深度	裂流出現相對深度	裂流向下傳遞速度
CASE 1 (24hr)	5.4 m	1	-	-	表層	-	-
CASE 2 (102hr)	5.4 m	6	03:20	05:40	2.7 m	0.50	0.019 m/min
CASE 3 (388hr)	3.3 m	7	03:40	05:00	2.3 m	0.69	0.02 m/min
CASE 4 (472hr)	5.4 m	8	03:20	06:00	3.1 m	0.57	0.019 m/min
CASE 5 (489 hr)	3.3 m	2	-	-	表層	-	-
CASE 6 (593 hr)	3.3 m	7	03:10	05:00	2.2 m	0.67	0.02 m/min
CASE 7 (595 hr)	5.4 m	3	-	-	表層	-	-

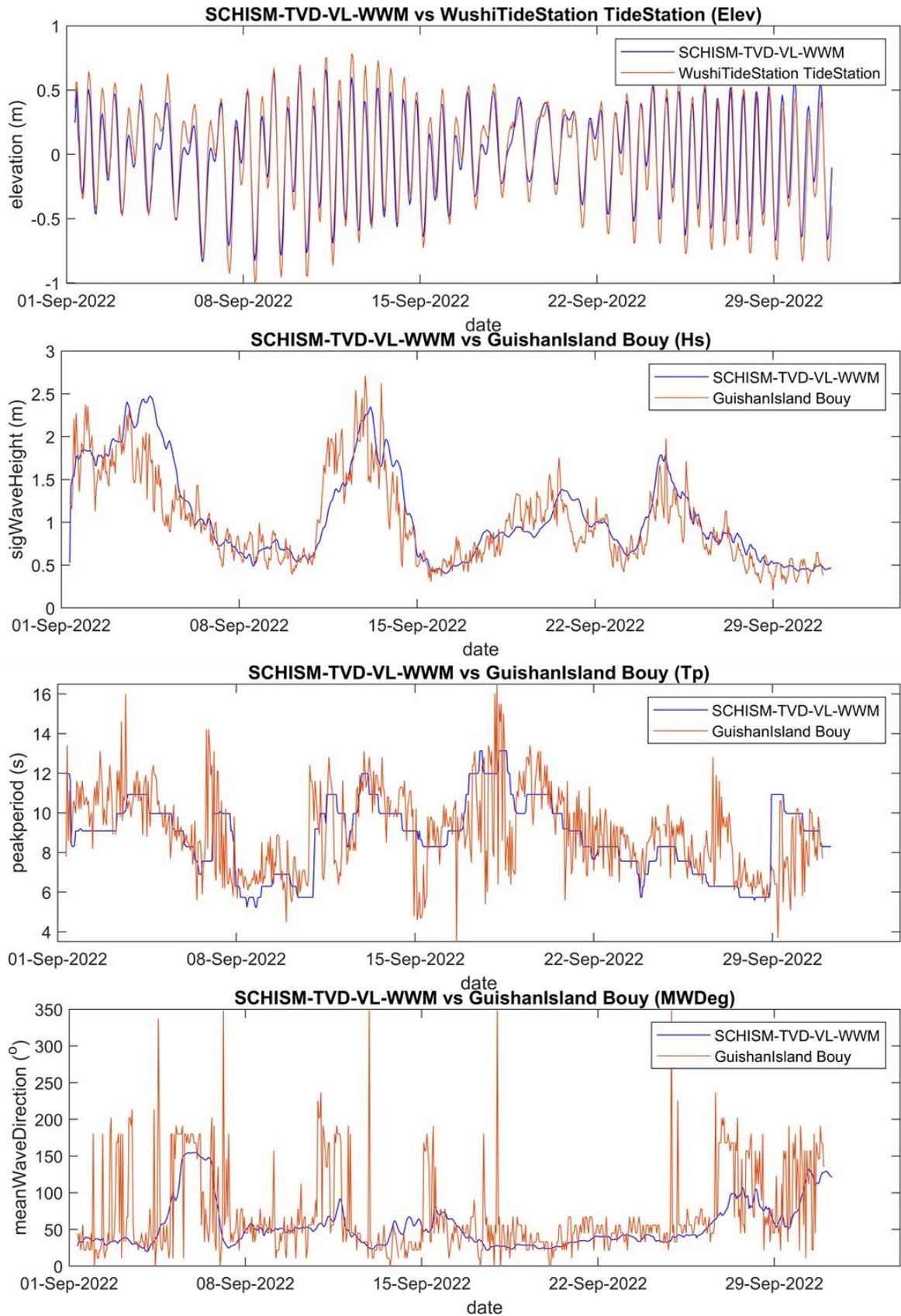


圖 4-8 SCHISM-WWM 裂流數值模式模擬與現場觀測站水動力驗證結果(波浪實測資料：龜山島浮標資料站、水位實測資料：烏石漁港潮位站)

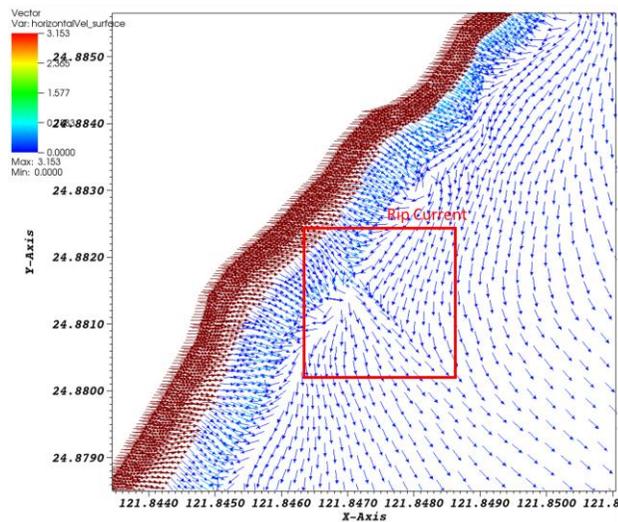
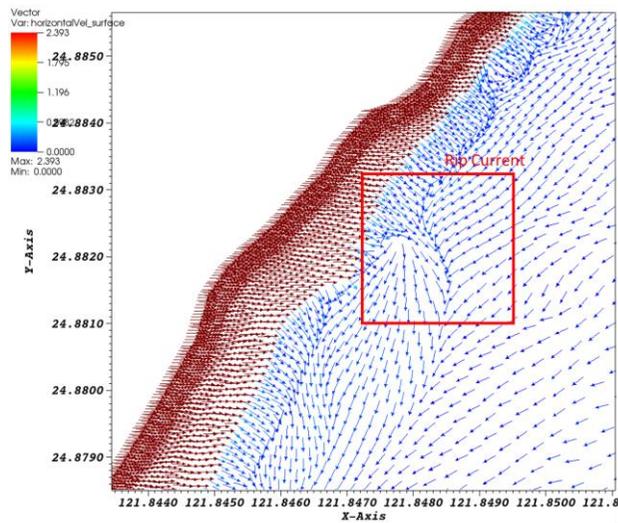


圖 4-9 SCHISM-WWM 裂流數值模式模擬與現場觀測裂流發生位置比對結果(上. W1 裂流發生位置、下. W2 裂流發生位置)

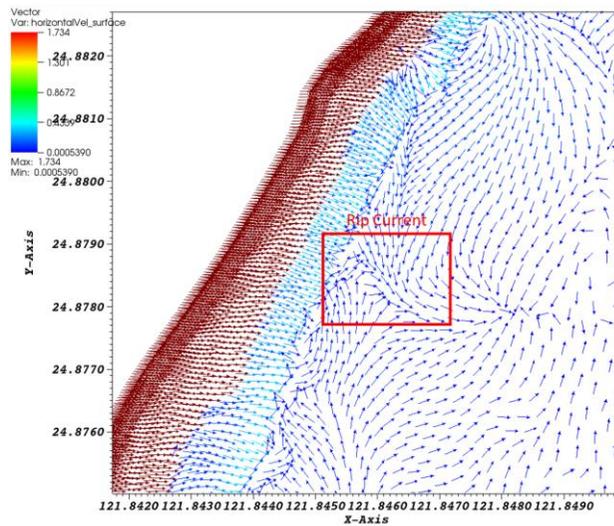
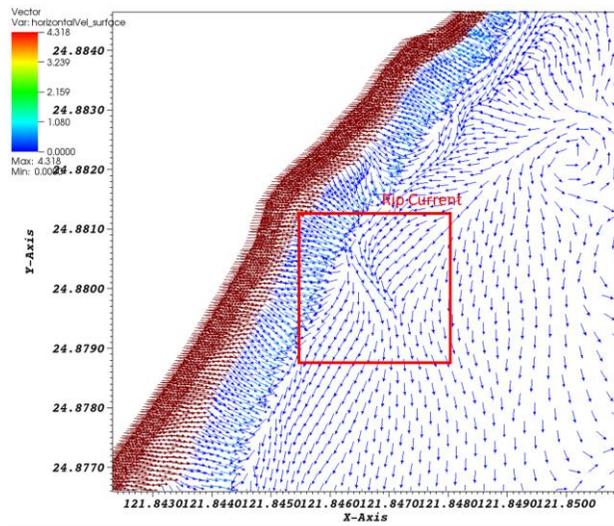


圖 4-9 (續) SCHISM-WWM 裂流數值模式模擬與現場觀測裂流發生位置比對結果(上. W3 裂流發生位置、下. W4 裂流發生位置)

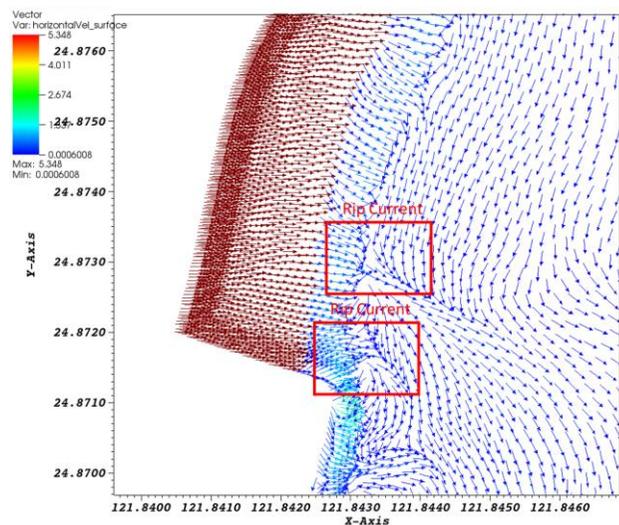
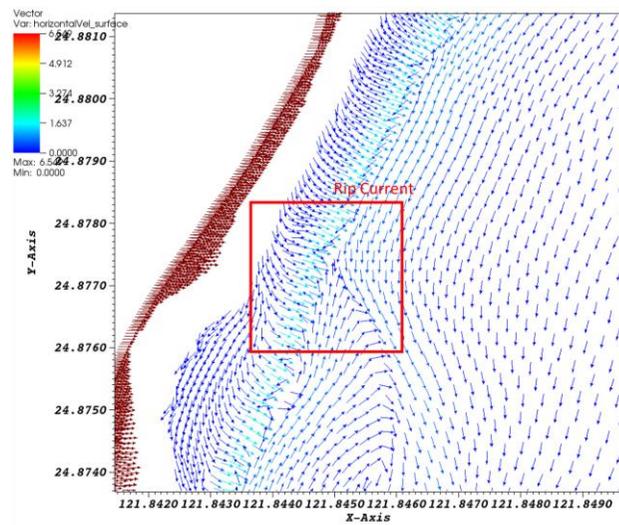


圖 4-9 (續) SCHISM-WWM 裂流數值模式模擬與現場觀測裂流發生位置比對結果(上. W5 裂流發生位置、下. W8、9 裂流發生位置)

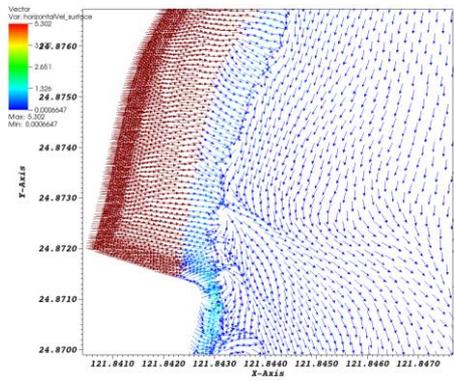
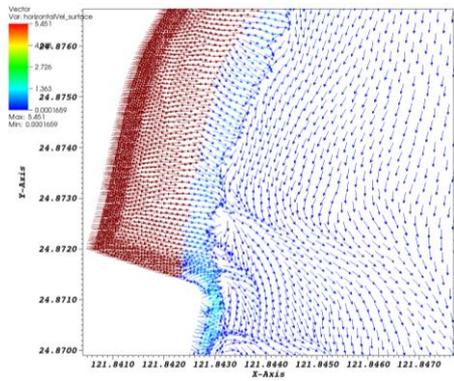
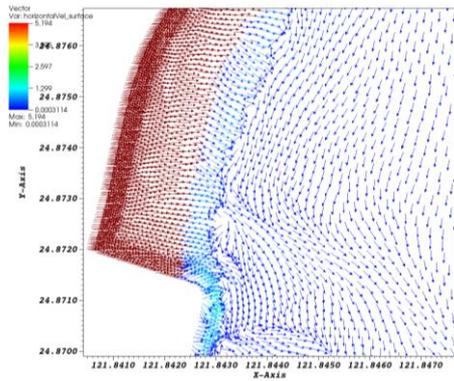
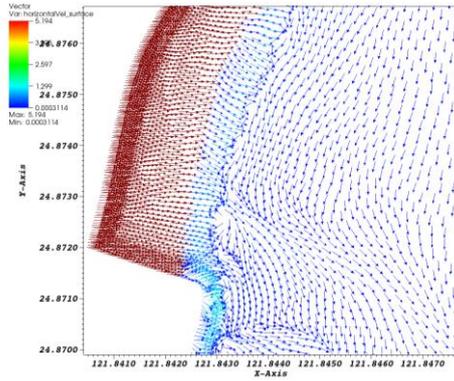


圖 4-10 2022/09/27 於宜蘭縣外澳海域 W9 位置發生之長時間裂流現象之數值模式與現場觀測比對結果(左.數值模式模擬結果、右.現場觀測結果)

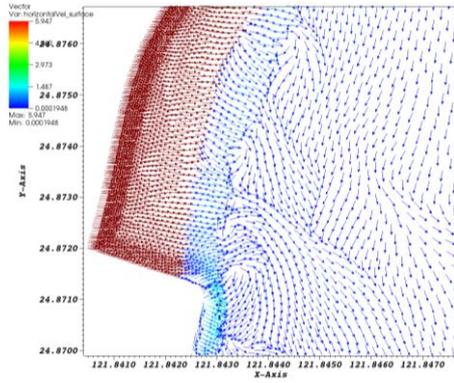
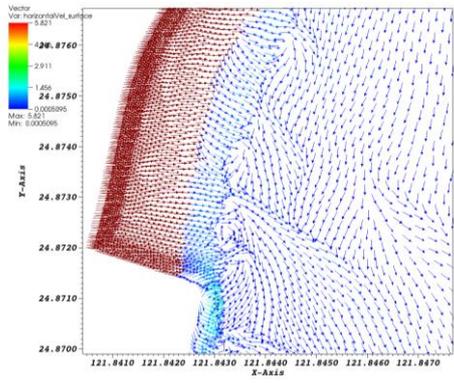
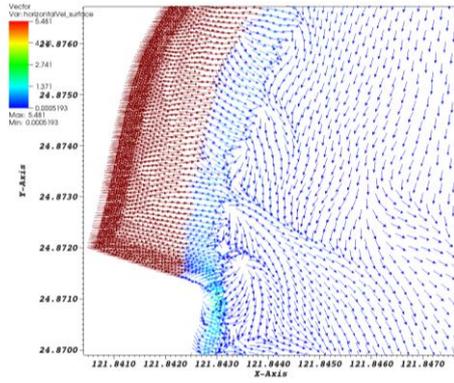
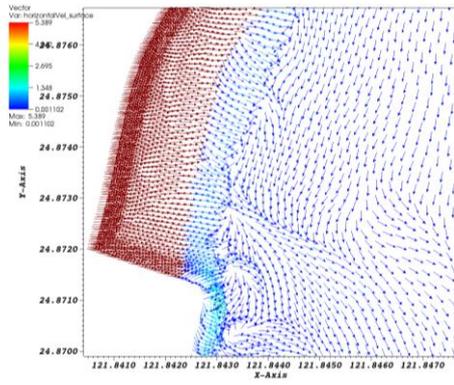


圖 4-10(續) 2022/09/27 於宜蘭縣外澳海域 W9 位置發生之長時間裂流現象之數值模式與現場觀測比對結果(左.數值模式模擬結果、右.現場觀測結果)

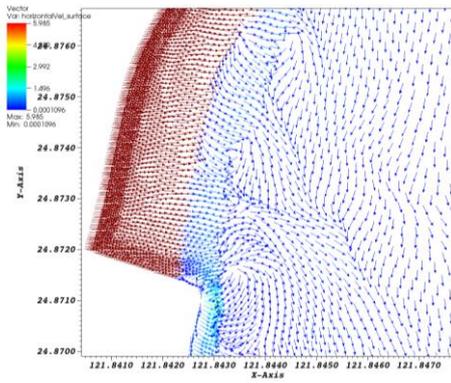
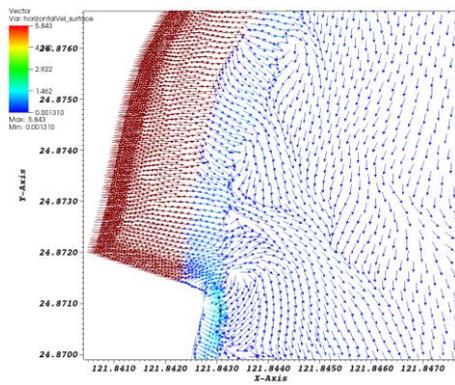


圖 4-10(續) 2022/09/27 於宜蘭縣外澳海域 W9 位置發生之長時間裂流現象之數值模式與現場觀測比對結果(左.數值模式模擬結果、右.現場觀測結果)

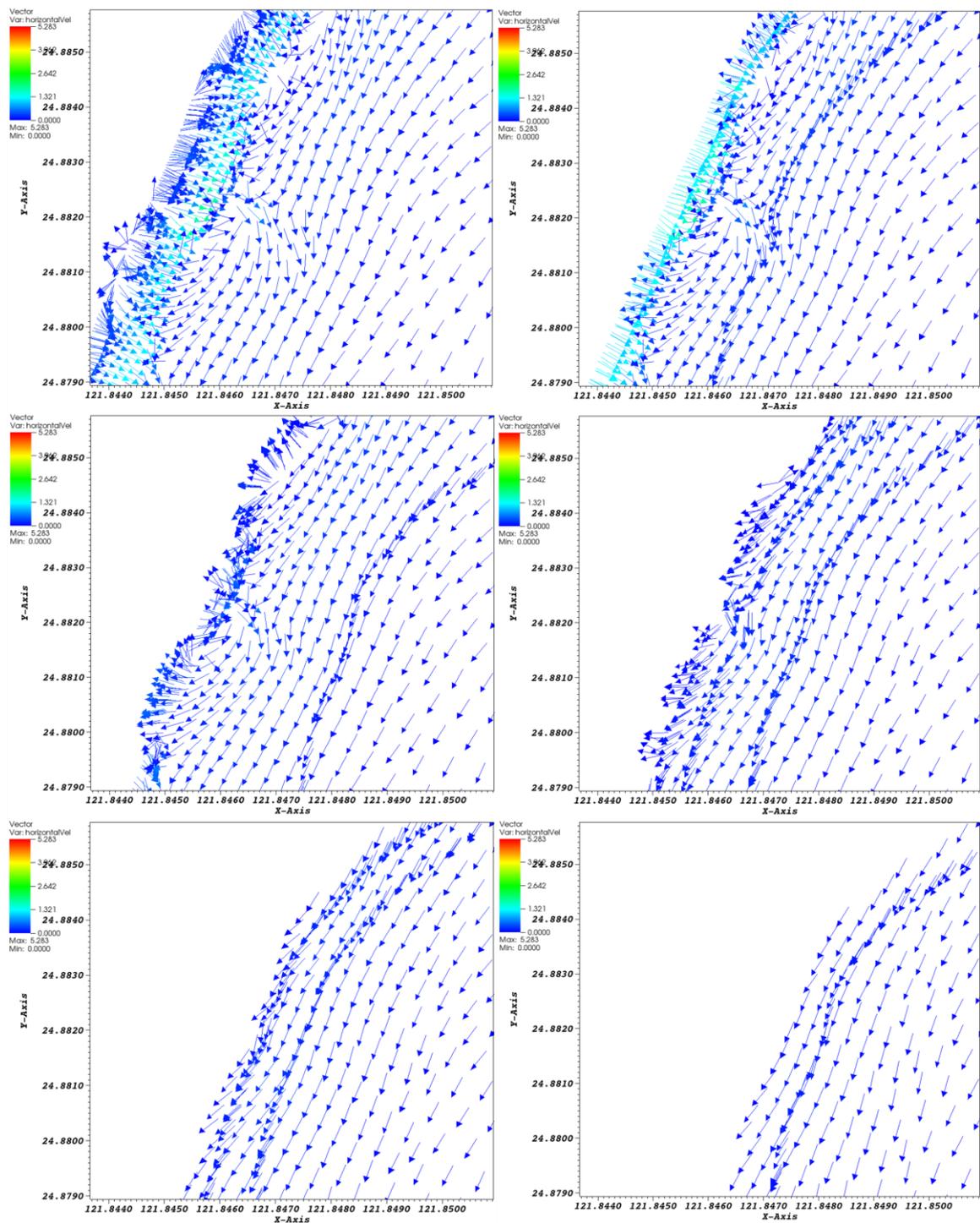


圖 4-11 同一時間下僅有在接近表面的位置(小於 1.5 m 水深)有裂流現象(由左到右、由上到下流速剖面的深度分別為 0.0、0.5、1.0、1.5、2.0、3.0 m)

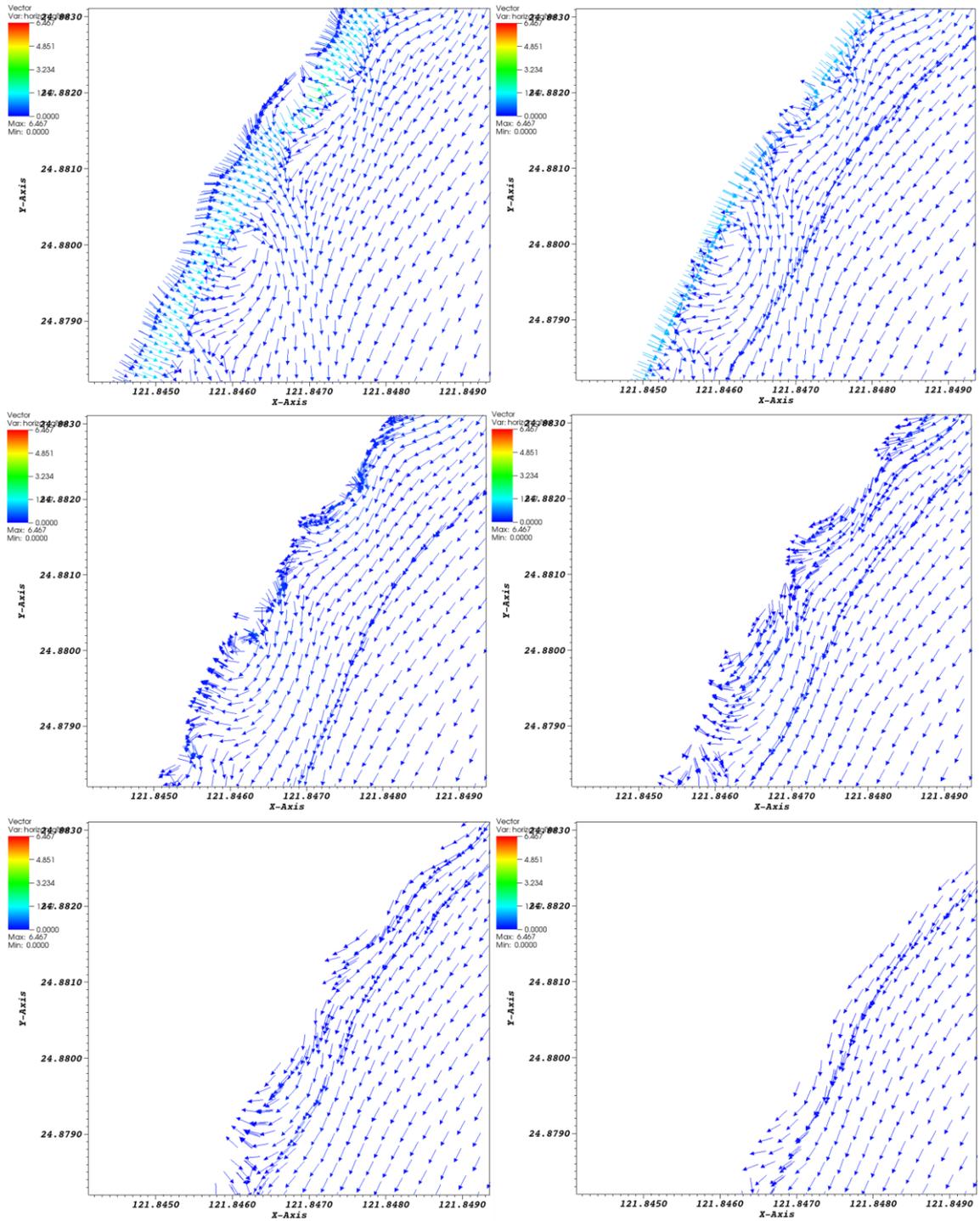


圖 4-12 在模擬時間為 $t = 453480$ s 時，不同水深下流場變化情形
(由左到右、由上到下流速剖面的深度分別為 0.0、0.5、1.0、1.5、2.0、3.0 m)

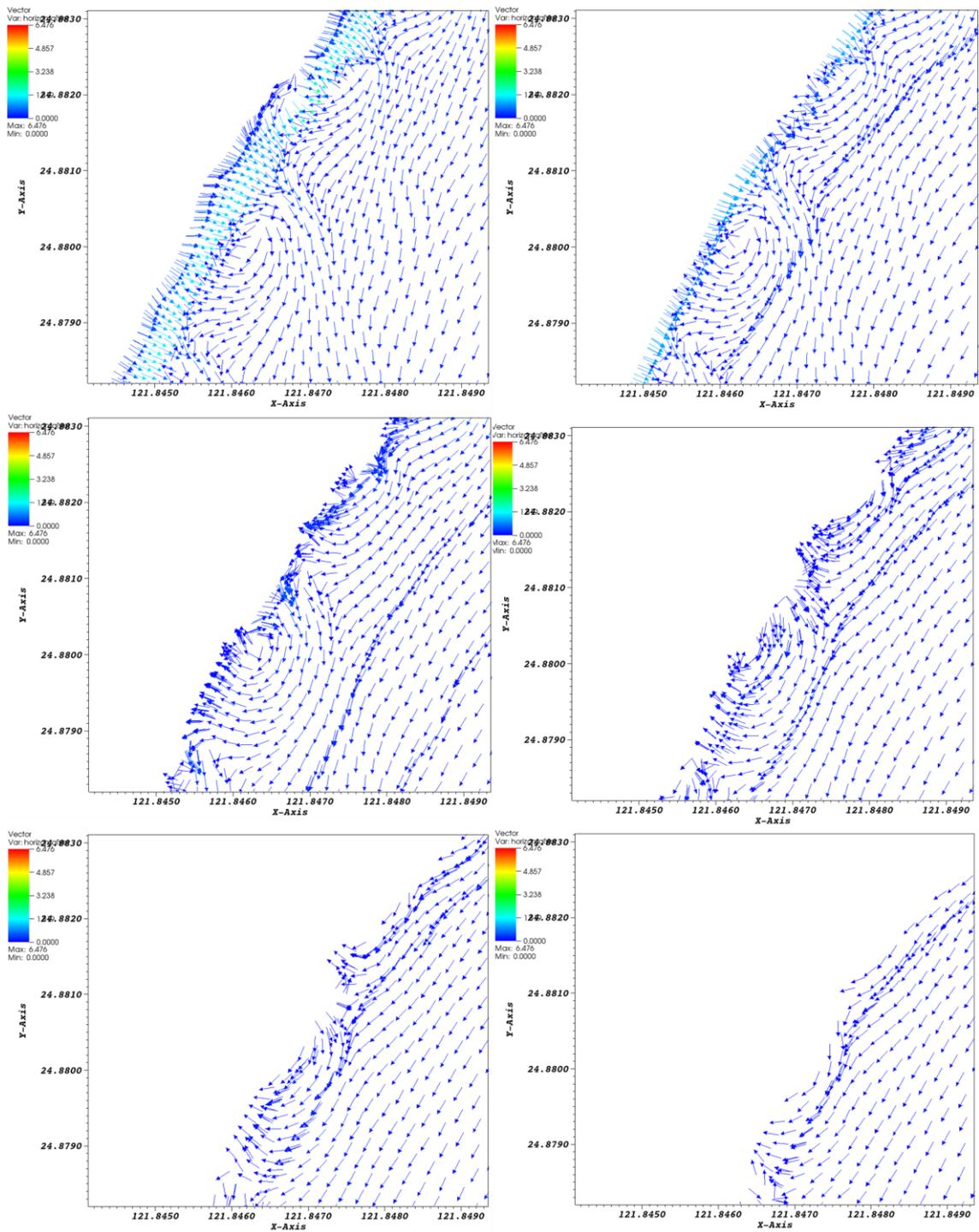


圖 4-13 在模擬時間為 $t = 465240$ s 時，不同水深下流場變化情形
 (由左到右、由上到下流速剖面的深度分別為 0.0、0.5、1.0、1.5、2.0、3.0 m)

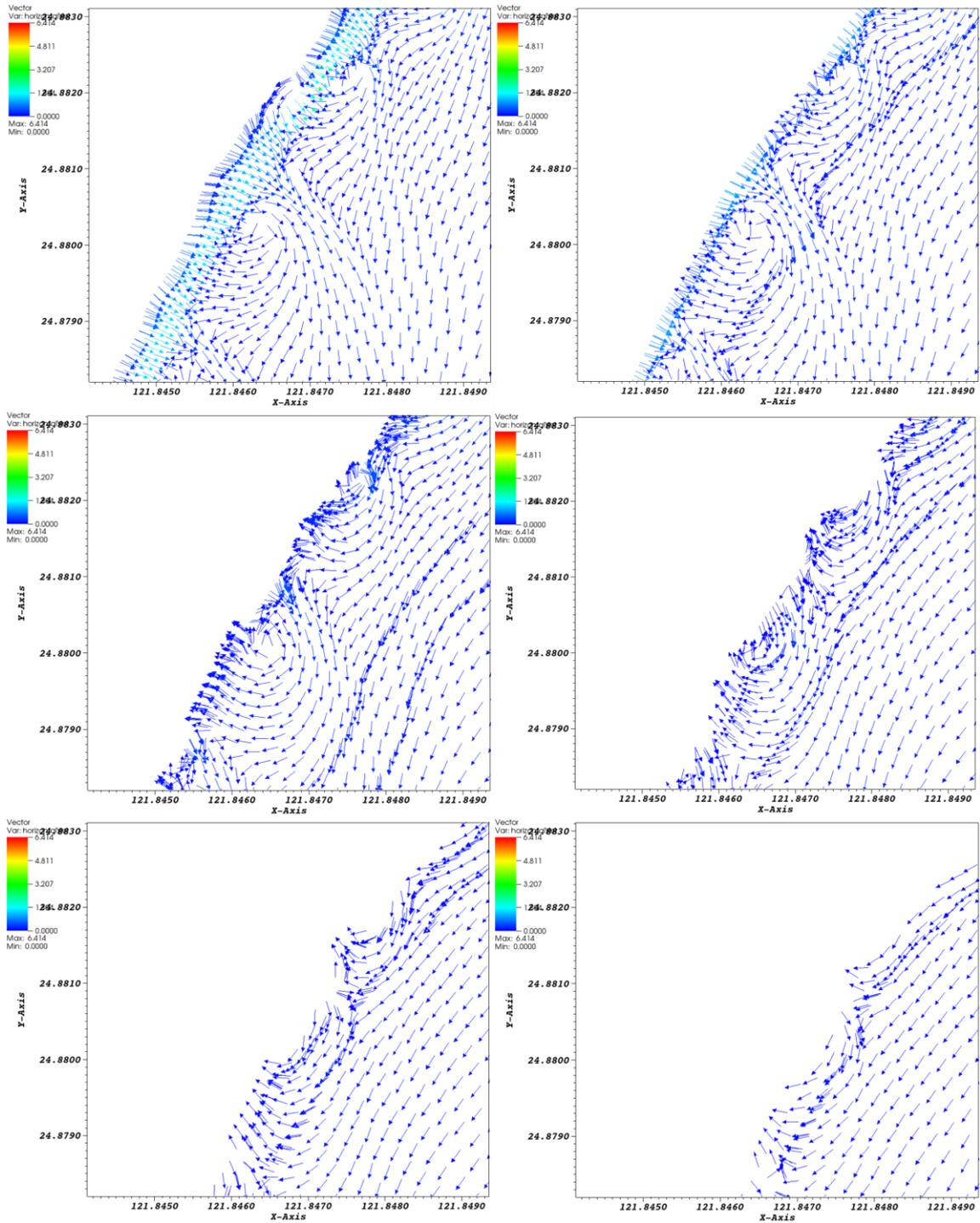


圖 4-14 在模擬時間為 $t = 465600$ s 時，不同水深下流場變化情形
 (由左到右、由上到下流速剖面的深度分別為 0.0、0.5、1.0、1.5、2.0、3.0 m)

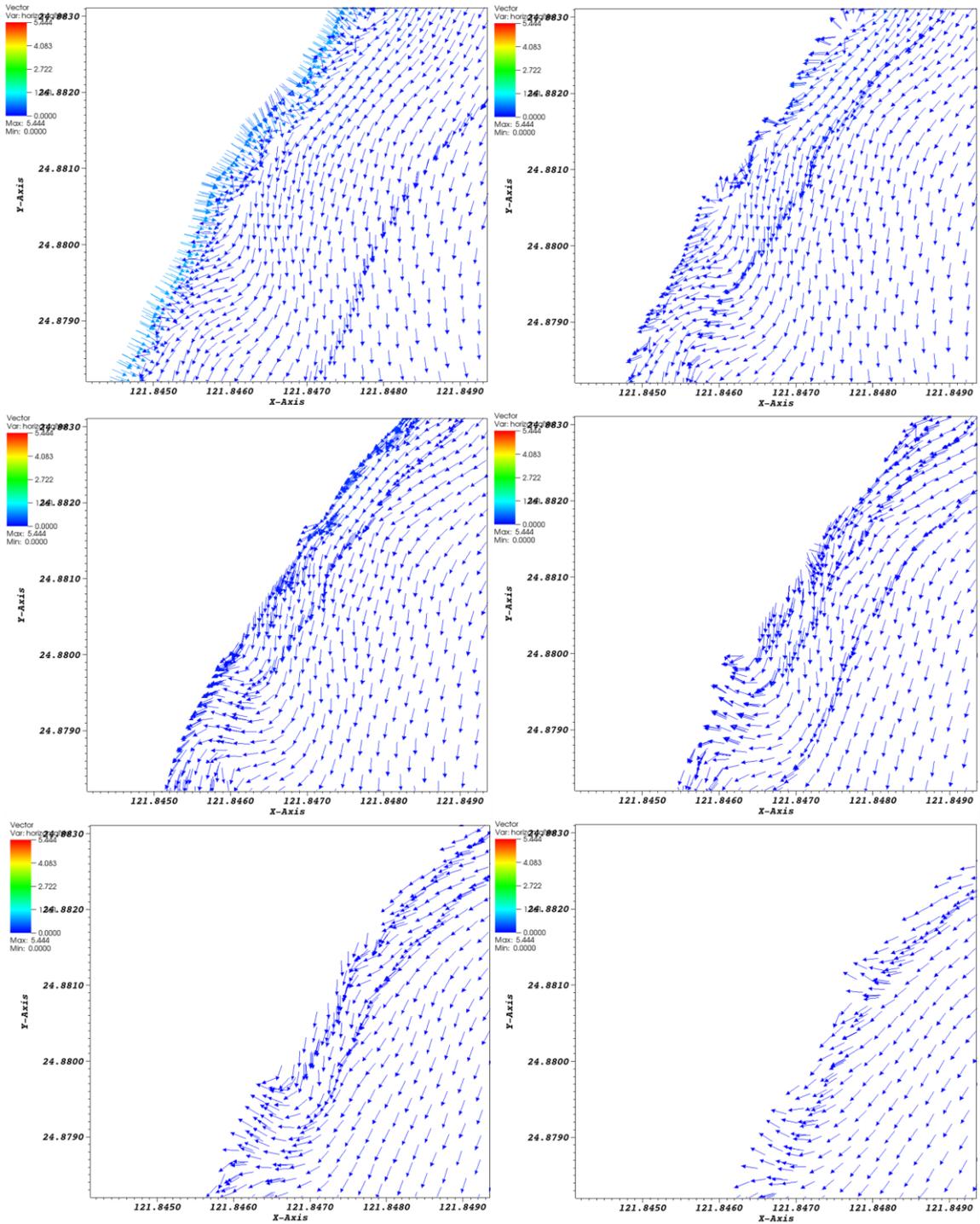


圖 4-15 在模擬時間為 $t = 465600$ s 時，不同水深下流場變化情形
(由左到右、由上到下流速剖面的深度分別為 0.0、0.5、1.0、1.5、2.0、3.0 m)

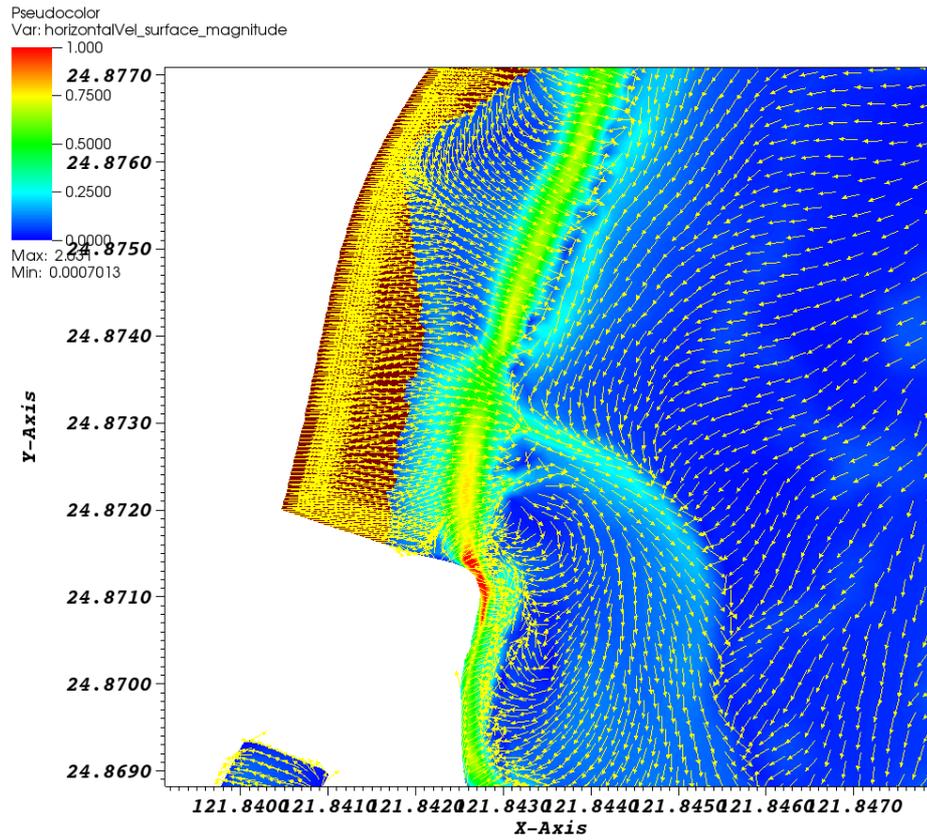


圖 4-16 案例二裂流現象(表面流場)

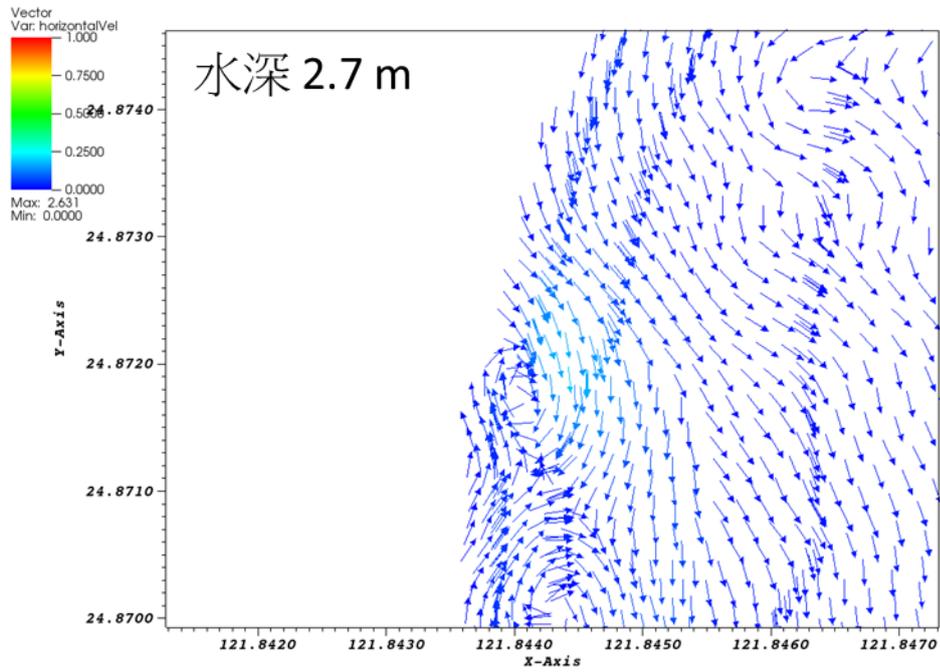


圖 4-17 案例二裂流現象(裂流出現最深位置)

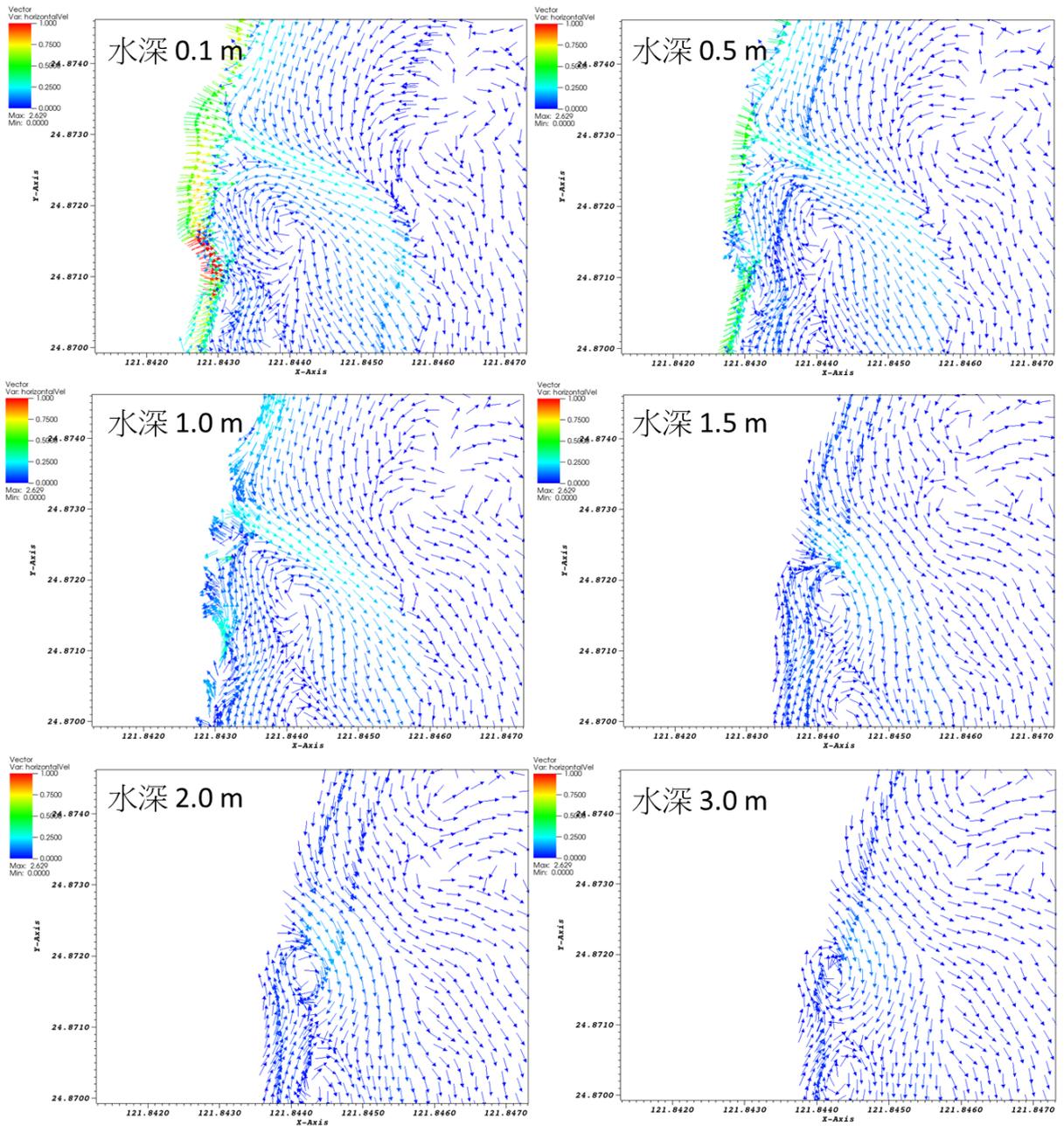


圖 4-18 案例二不同水深位置流場模擬結果

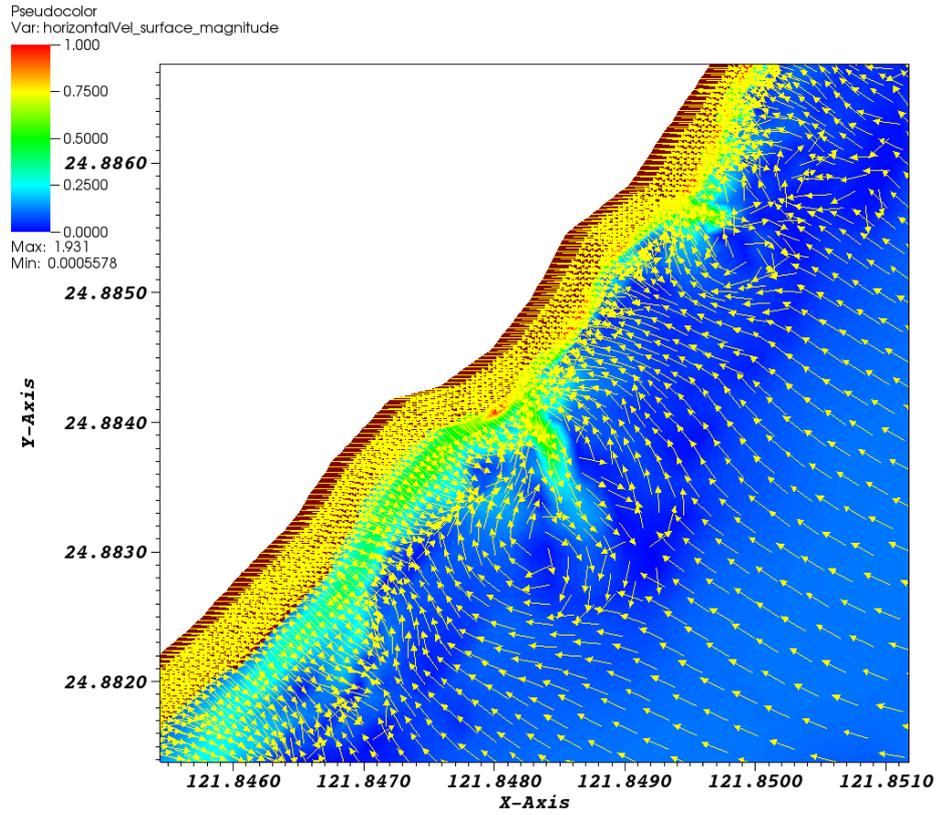


圖 4-19 案例三裂流現象(表面流場)

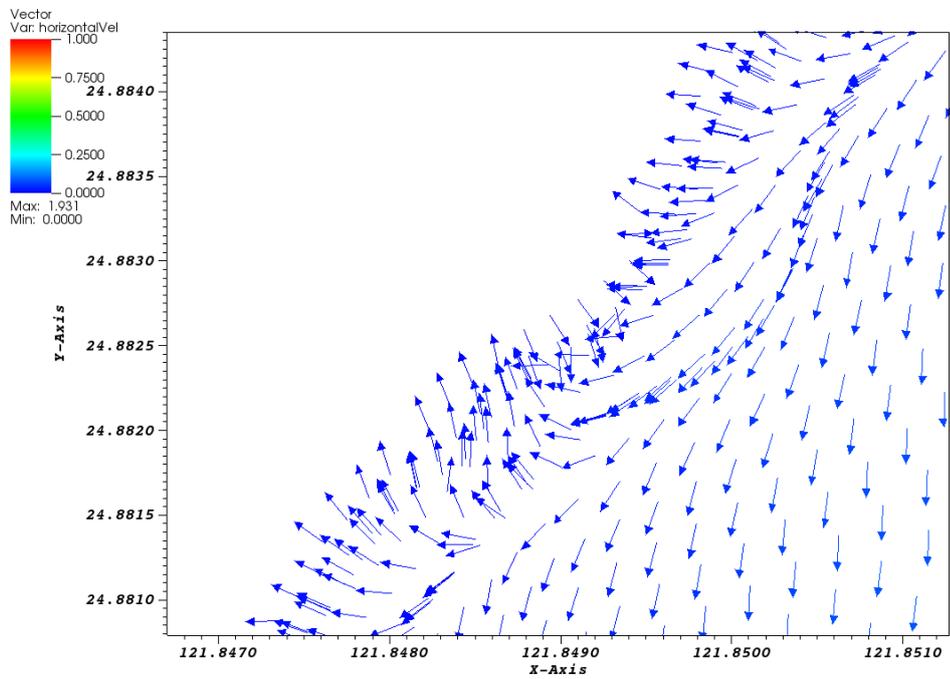


圖 4-20 案例三不同水深位置流場模擬結果

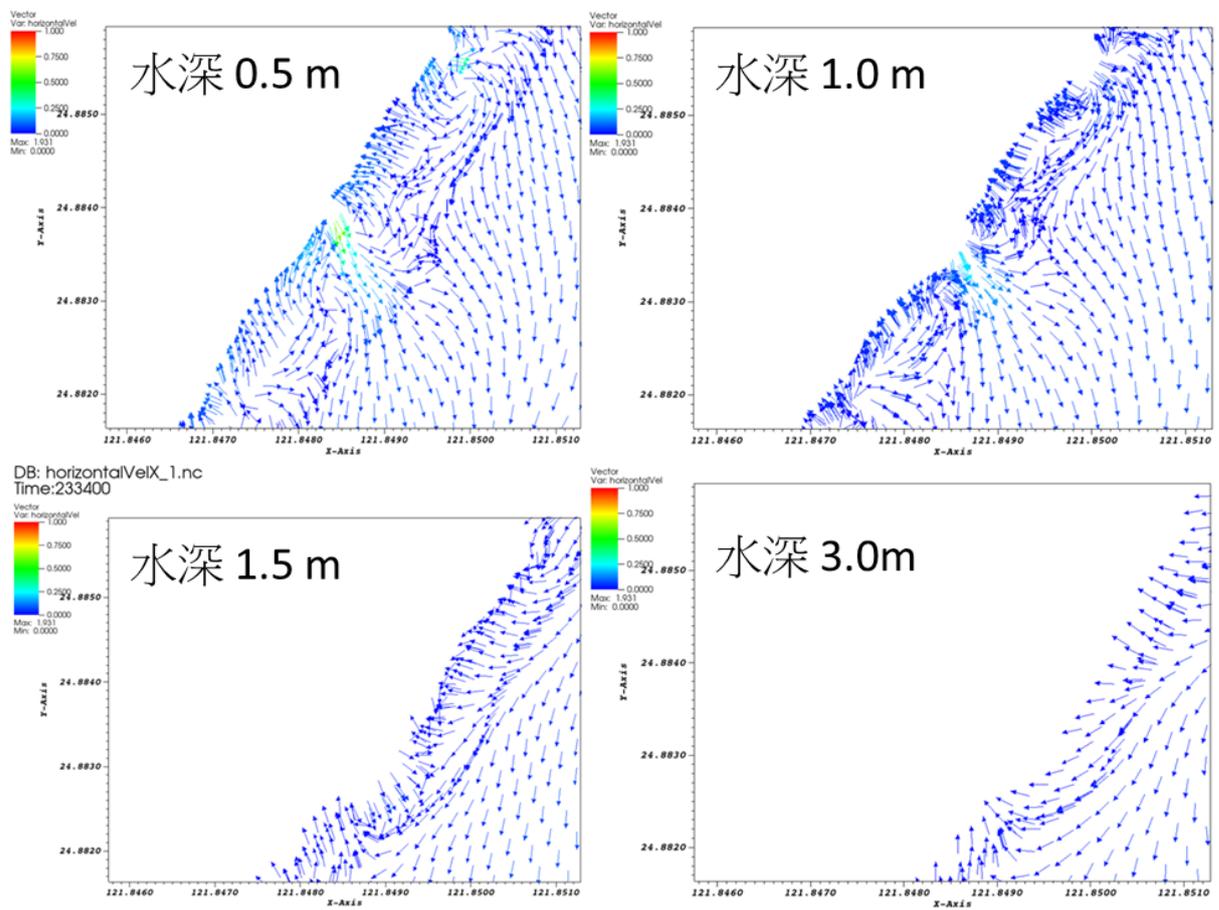


圖 4-21 案例三不同水深位置流場模擬結果

第五章 裂流經驗預測模式建置

裂流的發生機制複雜且未明，至今未有完整的理論可以清楚地描述裂流發生的位置或是時機，近年來隨著電腦技術增強以及人工智慧技術的蓬勃發展，應用人工智慧技術於機制複雜自然現象的研究逐漸出現。因此，本計畫也將透過人工智慧技術分析裂流發生的歷史案例，學習容易有裂流發生的海氣象條件，建置出裂流經驗預測模式來預測裂流的發生，預警海岸遊憩人員進而幫助降低人員傷亡。

前期計畫已透過倒傳遞類神經網路(Artificial Neural Network, ANN)演算法建立乙套裂流經驗統計模式，模式驗證結果良好，且透過敏感性分析探討各因素引致裂流發生的影響程度。本計畫亦將資料分類，訓練不同的模型，以此討論模式應用性和侷限性(如空間解析度)。今(2024 年)年度將持續精進裂流經驗統計模式，改進方向有，其一延續前其計畫研究成果，在有足夠的資料量後，著手建立福隆、沙崙和大里的經驗統計模式；其二，增加模式輸入影響因素，藉由提供更多的資訊來提升模式的準確率

5-1 類神經網路演算方法理論

本計畫使用在處理如裂流現象的非線性問題有良好表現的類神經網路(Artificial Neural Network, ANN)方法來建置裂流經驗預警模式。該模式係屬於監督式學習的演算法，且在模式訓練過程中可提供明確的正確答案，對後續模式驗證準確度相當便利。類神經網路為模仿人類大腦組織以及運作方式的資料處理技術，人類大腦由密集相互連接的神經細胞所組成，每個神經細胞的構造簡單，但大量的神經細胞結合起來能擁有可觀的計算與處理能力。透過讓電腦學習與人腦結構相同的神經傳遞資訊過程，從而讓電腦模擬神經傳遞訊息與反應動作，而由 Rumelhart et al. (1986)研究出倒傳遞神經網路(back propagation neural network)以及近代電腦能力日新月異，使類神經網路開始突出於機器學習領域，常被應用於機制尚未明確或是複雜的自然現象上，預期能找出自然現象的發生徵兆及機制等。因此，對於預測裂流的發生機率，預期使用 ANN 建置預警模式也能有不錯的效果。

神經元(neuron)為 ANN 最基本的組成單位，如圖 5-1 所示，輸入值經過權重值輸入至神經元後，神經元內部開始進行運算如式(5-1)所示，而權重值會逐步調整直到訓練完成，而計算結果即為神經元的輸出值。

$$Y_j = f(\sum_i W_i X_i - \theta_j) \quad (5-1)$$

其中 Y_j 為神經元的輸出值， W_i 為 ANN 各神經元間連結的權重值， X_i 為神經元的輸入值， θ_j 為神經元內的門檻值， f 為傳遞函數(activation function)，神經元內部計算後使其能有非線性的輸出。

倒傳遞演算法是利用將網路中所有的權重，計算損失函數的梯度，根據梯度下降法 (gradient descent) 來決定如何修正網路中的權重，如圖 5-2 所示，即透過計算誤差函數中的梯度方向來得到如何修正權重能使誤差降低的方法。在模式訓練的疊代過程中，根據目前輸出與目標輸出的誤差調整各神經元間連結的權重來完成訓練，假設輸入給神經元第 p 個資料，即在疊代 p 中，輸出為 $Y(p)$ ，目標輸出為 $Y_d(p)$ ，因此誤差為：

$$e(p) = Y_d(p) - Y(p) \quad (5-2)$$

假如誤差 $e(p)$ 為正，代表需增加權重來增加輸出，假如誤差 $e(p)$ 為負，代表需減少權重來減少輸出，以此方式來降低輸出值與目標輸出的誤差，因此可寫成下式：

$$w_i(p+1) = w_i(p) + \alpha \times x_i(p) \times e(p) \quad (5-3)$$

其中 α 為學習率，為介於 0~1 之間的常數，影響誤差回傳神經網路時調整權重的幅度。類神經網路基本的架構如圖 5-3 所示，由許多個神經元所組成，其中包含輸入層(input layer)、隱藏層(hidden layer)以及輸出層(output layer)，ANN 的輸入資料由輸入層輸入，傳遞至隱藏層的神經元進行運算，最後經由傳遞函數得出輸出，訓練的過程中，根據輸出值與目標值的誤差，倒傳遞至神經元並調整權重，不斷重複輸入資料進行疊代，此疊代過程會不斷進行直到權重調整至能使輸出值與目標值的誤差最小化。根據不同問題之複雜度可以決定不同的隱藏層數目、神經元數量、學習率以及傳遞函數。對於發生機制尚未明確或複雜的自然現象預測問題，常會使用如 S 型函數(sigmoid function)、雙曲線正切函數(hyperbolic tangent function)或線性整流函數(rectified linear function)作為神經元的傳遞函數(如圖 5-4)，使類神經網路具有非線性計算能力，建立複雜的函數關係，以描述整個物理現象。

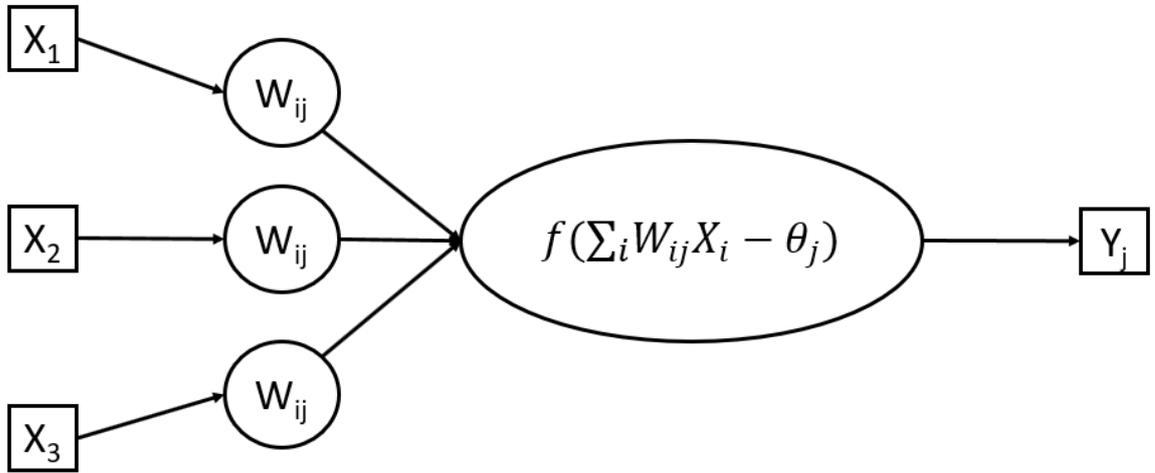


圖 5-1 單個神經元架構圖

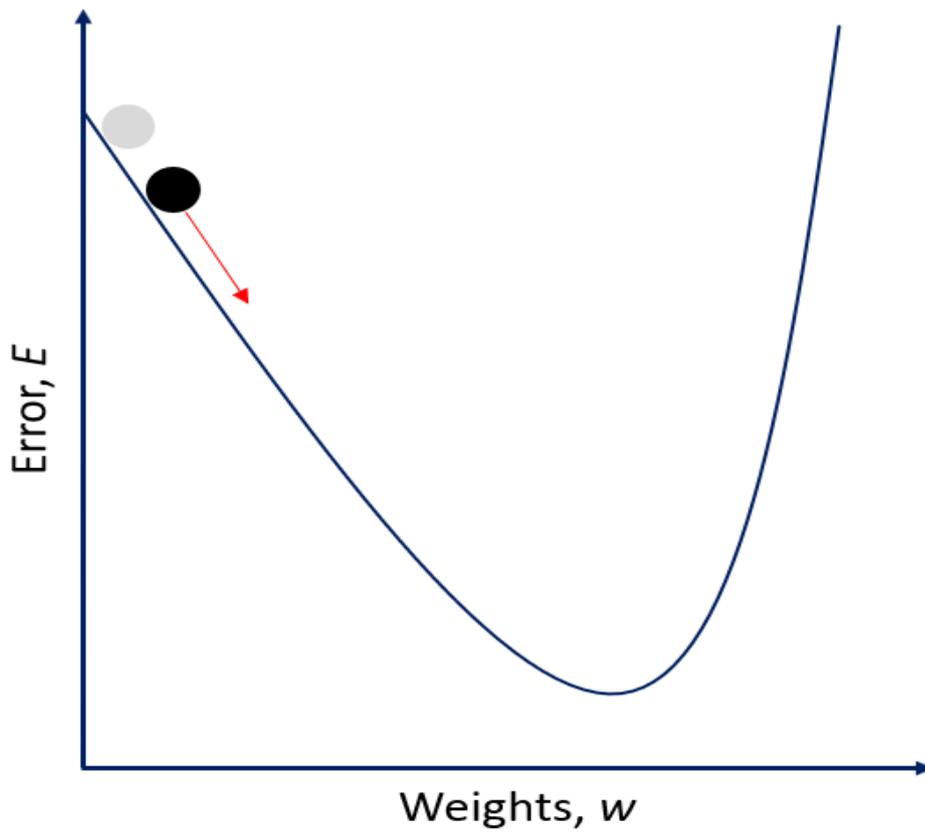


圖 5-2 梯度下降法示意圖

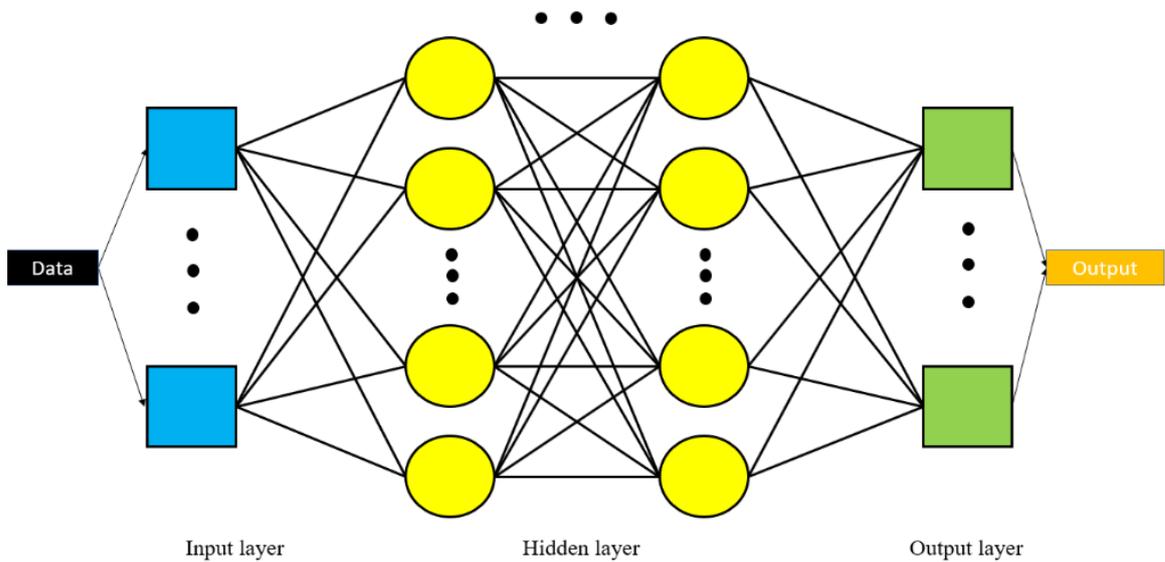


圖 5-3 類神經網路基本架構示意圖。類神經網路基本架構包含輸入層、隱藏層與輸出層

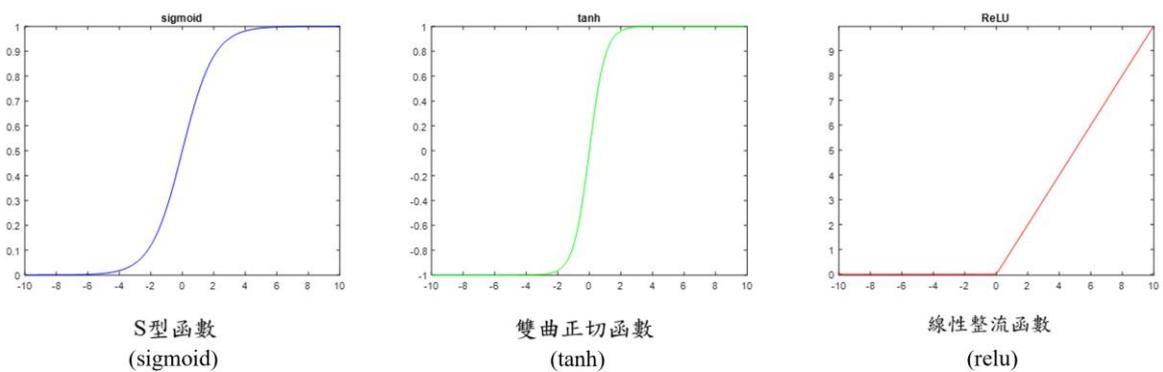


圖 5-4 非線性傳遞函數。從左至右分別為 S 型函數、雙曲正切函數以及線性整流函數

5-2 裂流經驗預測模式建置

本計畫自衛星航拍與裂流監視站影像獲得裂流發生的時間與案例，並且整理成訓練與驗證資料來建置裂流經驗預測模式，其中利用多個數值模式輸出欲建置模式海岸的波浪、風與潮汐資料，做為訓練模式時輸入的因子與資料，經過率定訓練參數的過程來建置最佳裂流經驗預測模式，並且以多個評估指標來驗證經驗預測模式的預測效果。

5-2-1 輸入資料與建置流程

在經驗預測模式建置上，本計畫所採用的裂流案例，經前期計畫研究成果如表 5-1 和表 5-2 顯示，採用監視站影像案例，以及以一個海灘為單位建置經驗統計模型，對於裂流預測能力較佳。今(2024 年)度將延續前期計畫研究成果，僅使用監視站所紀錄的裂流案例，並且一個海灘建立一個模型。截至期末報告繳交時，本計畫已分析各監視站影片至 2023 年底，本計畫主要研究區域宜蘭縣外澳海灘蒐集 378 筆裂流案例，並透過將這些案例以每小時進行離散化(即當小時有裂流發生則是為當小時紀錄為有裂流發生，不去論於多少個位置有發生裂流)，統計結果共計累計 1036 個小時，即代表擁有 1036 筆訓練或驗證的資料，並且為避免訓練不平衡(imbalanced training)，同時選取與裂流案例同樣筆數的無裂流發生時的資料，僅取每日早上 6 時至晚上 6 時整個海灘均未有裂流發生時間，並以 1:1 隨機挑選的方式選取 1036 筆未有裂流發生的案例，共計蒐集到 2000 筆資料(原 2072 筆取整數以方便後續計算評估指標)供 ANN 網路演算法建立裂流預測模型，而本計畫將上述資料中 70%作為訓練資料，剩下 30%的資料作為評估模式預測能力的驗證資料，這兩組數據在挑選時也是透過程式以隨機方式分類。表 5-3 列出本計畫經驗預測模式建置的訓練與驗證資料分配情形。

根據 2-4-1 節的統計結果，不同位置在不同時間裂流發生的次數和發生的延時差異相當的大。為此，本案加入裂流位置的資訊，並且不再進行離散化進行訓練，從 2021 年 11 月至 2023 年底外澳監測站共計蒐集 378 筆案例，以一個小時為一筆訓練資料則共計有 1607 筆，並且同樣為避免訓練不平衡(imbalanced training)，同時選取與裂流案例同樣筆數的無裂流發生時的資料，僅取每日早上 6 時至晚上 6 時整個海灘均未有裂流發生時間，並以 1:1 隨機挑選的方式選取 1607 筆資料未有裂流發生的案例，且不同位置的筆數與發生裂流的筆數相同，W1(171)、W2(200)、W3(113)、W4(147)、W5(161)、W6(83)、W7(79)、W8(170)、W9(117)、W10(120)和 W11(243)。故該模型共計蒐集到 3200

筆資料(原 3214 筆取整數以方便後續計算評估指標) 供 ANN 網路演算法建立裂流預測模型，而訓練和驗證的資料筆例一樣為 70%和 30%。表 5-4 列出本案加入位置所建置的經驗預測模式建置的訓練與驗證資料分配情形。

建置經驗預測模式時，因子之間的單位不同，其數字大小的代表性也各不相同，因此造成各因子變化程度不一，影響利用機器學習方法建置預測模式的結果。為了更有效地建置經驗預測模式，可先對資料進行正規化(normalization)，再進行預測模式的建置。本計畫設定資料正規化上下限範圍為 0 至 1 之間，將原始資料縮放成介於 0 至 1 之間的值，而資料正規化的公式如下式所示：

$$y' = lower + (upper - lower) \times \frac{y - \min}{\max - \min} \quad (5-4)$$

式中 y 為縮放前的數據、 y' 為縮放後的數據； $lower$ 為指定的縮放下限、 $upper$ 為指定的縮放上限； \min 為原始數據的最小值、 \max 為原始數據的最大值。

延續前計畫研究成果，選擇裂流發生時海氣象資料較有規則性的海氣象參數，作為影響裂流發生的潛在因子，包含波高(H_s)、平均週期(T_{m0})、尖峰週期(T_p)、波向(θ_{wave})、平均風速(V_{wind})、水位(η)、漲退潮(漲潮設置為 1、退潮設置為-1)、相對潮差(RTR)參數以及在今(2024 年)度進行裂流案例分析時加入的流場資料(含流速($V_{current}$)和流向($\theta_{current}$))。此外，根據前人文獻裂流的發生容易受到地形地貌的影響，故本計畫將海灘類型參數(Ω)納入，但由於該海灘類型參數(Ω)和相對潮差(RTR)的計算需要有近岸海域砂質粒徑的基本調查資料，故該參數將會作為選擇性因子，即在預測時可根據使用者選擇性加入或不加入。

模式進行訓練驗證時，本計畫以裂流光學影像監視站蒐集歷史裂流發生案例，並根據裂流案例數量隨機選取同樣比數的平時案例供模式驗證訓練使用，而上述無論是裂流案例或是平時案例，再比對浮標站和潮位站的實測資料，統計和計算當下對裂流發生的重要影響因子，建立經驗統計模式所需的裂流案例與海氣象資料庫，波浪、海流和風相關參數採用浮標站資料、水位和漲退潮則採用潮位站資料，而海灘類型參數(Ω)和相對潮差(RTR)則參考相關報告配合經驗公式進行計算(以於前期報告和 2-4-2 節詳述)。最終，根據上述影響裂流發生的因子統計結果，採用 70%的裂流案例和平時案例以倒傳遞類神經網路演算法訓練裂流經驗統計模式，再用剩餘 30%裂流案例和平時案例進行驗

證，其輸出資料提供裂流是否會發生的資訊，經驗模式建置流程如圖 5-5 所示。

表 5-1 輸入資料來源不同之比較

(資料來源：氣象署(2022)「海岸裂流監測與預警技術研究(2/3)」)

輸入資料來源	正確率	反查率	回應率
衛星影像	70.3%	93.3%	63.6%
岸邊影像	81.4%	80.0%	81.5%

表 5-2 不同空間解析度之類神經網路列劉經驗預測模式之訓練與驗證結果

(資料來源：氣象署(2023)「海岸裂流監測與預警技術研究(3/3)」)

裂流案例來源		外澳監測站 衛星航拍	外澳監測站、福隆監測站 沙崙監測站、大里監測站
訓練結果	正確率	86.4%	74.3%
驗證結果	正確率	85.6%	70.1%
	反查率	85.8%	73.0%
	回應率	85.2%	68.9%
	預兆得分	74.7%	54.9%

表 5-3 經驗預測模式(宜蘭縣外澳海域)建置之訓練與驗證資料數量

資料類型		訓練/驗證 資料分配	有裂流/無裂流 資料分配
訓練資料	裂流資料	1400(70%)	700(35%)
	無裂流資料		700(35%)
驗證資料	裂流資料	600(30%)	300(15%)
	無裂流資料		300(15%)

表 5-4 經驗預測模式(宜蘭縣外澳海域分區域)建置之訓練與驗證資料數量

資料類型		訓練/驗證 資料分配	有裂流/無裂流 資料分配
訓練資料	裂流資料	2240(70%)	1120(35%)
	無裂流資料		1120(35%)
驗證資料	裂流資料	960(30%)	480(15%)
	無裂流資料		480(15%)

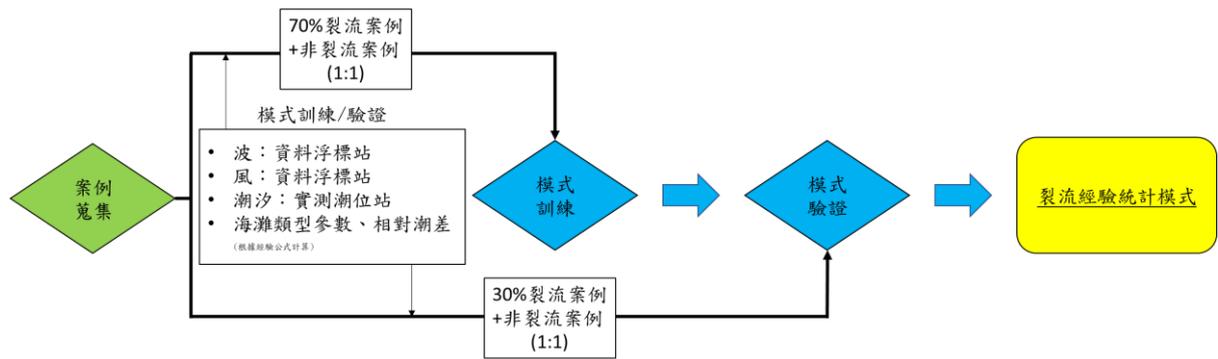


圖 5-5 裂流預警模式建置流程

5-2-2 模式訓練

本計畫選用的類神經網路方法為 Rumelhart et al. (1986)提出的倒傳遞神經網路，為監督式機器學習方法，學習過程中給予有輸入資料和學習目標，模式透過訓練找出輸入資料與學習目標之間的關係，利用權重(weight)與偏差值(bias)來表示其關係的強弱，預警系統模式架構圖如圖 5-6 所示。訓練過程中透過不斷調整訓練參數，以達到最佳訓練結果，訓練過程中的參數包含了隱藏層數目、神經元數目、學習速率以及隱藏層與輸出層傳遞函數等。

經驗預測模式訓練過程中，隱藏層層數和神經元數目決定神經網路的結構，學習速率影響神經網路調整權重時的幅度，傳遞函數則影響每個神經元內部如何非線性計算並傳遞到下一個神經元的方式。因此，本計畫率定訓練參數時，隱藏神經元數、學習率、隱藏層層數與輸出層傳遞函數皆以網格搜尋法(grid search)與 k-fold 交叉驗證(k-fold cross-validation)來率定。網格搜尋法利用在指定的範圍內測試所有不同的參數組合並比較，選出訓練結果最佳的訓練參數組合，而比較的依據是藉由 k-fold 交叉驗證輸出訓練結果，如圖 5-7 所示。k-fold 交叉驗證將訓練資料分成 k 等份，k-1 等份的資料建置預測模式，其餘的資料用來測試該模式的正確率，此過程將會重複進行直至每一等份的資料都曾作為測試資料後，最後將每一次的測試結果平均加總起來，即為 k-fold 交叉驗證的輸出結果，亦為預測模式的訓練結果。

因此，本計畫設定學習率測試範圍取 0.001 到 0.1 之間進行測試，找出訓練結果最佳的學習率。隱藏層與輸出層傳遞函數測試則經由交叉測試 S 型函數(sigmoid function)、雙曲線正切函數(hyperbolic tangent function, tanh)(後續使用英文縮寫)以及線性整流函數(rectified linear unit, relu)等三種不同非線性函數後，找出最佳的隱藏層與輸出層傳遞

函數。為了增加預測模式的非線性演算能力，隱藏層層數可設定為多層，以 1 至 3 層進行率定。隱藏層神經元數根據葉(2001)指出可由平均法求得，可從輸入層神經元數與輸出層神經元數兩者平均作為參考。而在前期計畫執行期間，在資料量增加後發現原先以 8 個神經元樹最為三層隱藏層率定神經原數的最大值會有所不足，訓練結果發現各層隱藏層的神經元數量均是 8 個(即再增加神經元數量可能再提升模式預測的能力)，故在各層隱藏層神經元率定數量的最大值由 8 個擴增至 12 個，透過倒傳遞類神經網路演算法建置經驗統計模式所設置的參數擬定範圍如表 5-5 所示。

由於各神經元間經過非線性傳遞函數，使神經元能根據輸入的資料輸出介於 0 至 1 之間的值，而本計畫目前對於經驗統計模式的目標是輸出裂流是否發生(即有發生或沒有發生)，在前期計畫中，最終將模式訓練時的訓練目標標的閾值設為為 0.5，表經驗統計模式輸出裂流發生機率大於 50%時，代表模式認為有發生裂流，反之低於 50%時代表模式認為未有裂流發生，然今(2024 年)度將會去比較不同閾值設置是否能夠提高模式預測裂流的準確率，在訓練過程中透過輸出值與目標值之間的誤差調整神經元之間的權重，經過多次疊代後建置能輸出裂流發生機率的裂流預測模式。

表 5-5 類神經網路建置模式之參數擬定範圍

學習速率	[0.001, 0.005, 0.01, 0.05, 0.1]
隱藏層與輸出層轉移函數	[sigmoid, tanh, relu]
隱藏層層數	[1,2,3]
隱藏層神經元數	[1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8,9,10,11,12]

裂流經驗統計模式
(倒傳遞類神經網路演算法)

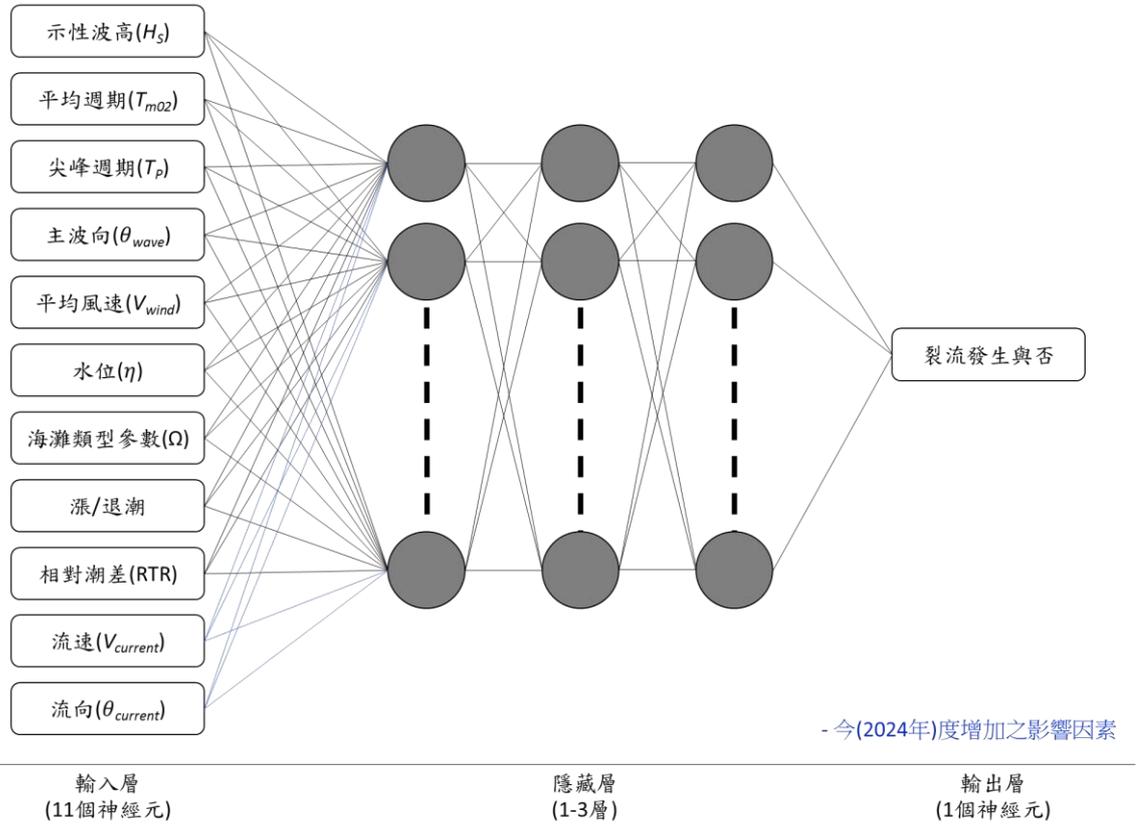


圖 5-6 海岸裂流機率預警模式架構

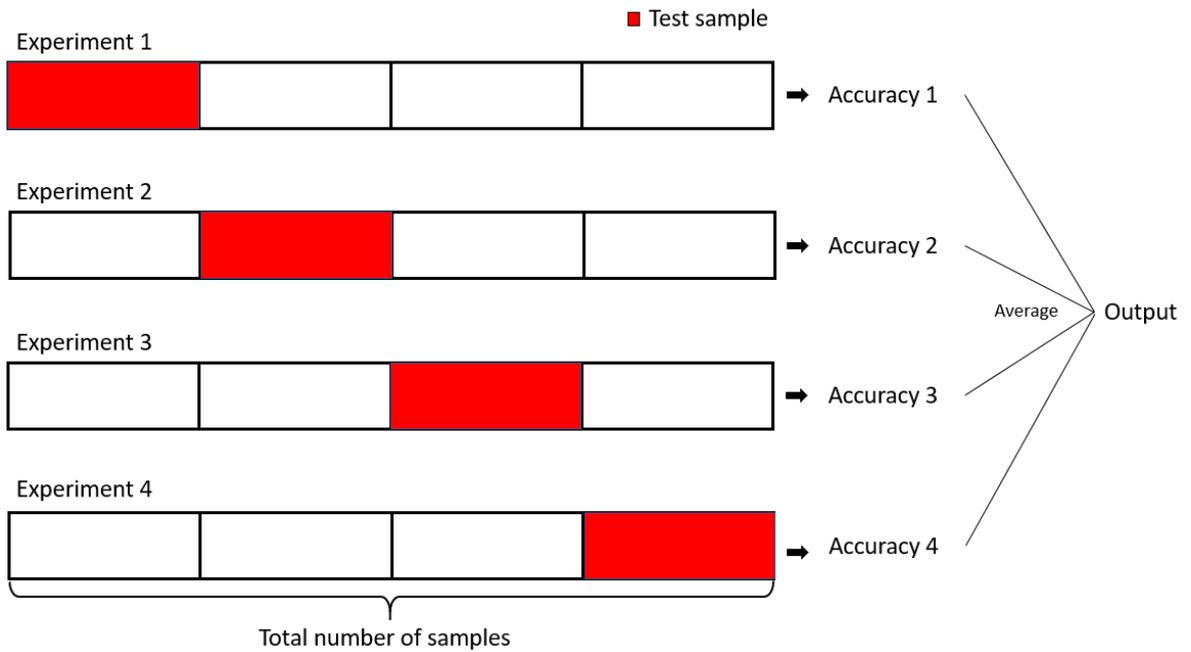


圖 5-7 k-fold 交叉驗證(假設 k=4)

5-3 裂流經驗預測模式建置驗證結果

5-3-1 評估指標

對於二元分類預測的問題，機器學習領域常使用混淆矩陣(confusion matrix)衍生而出的評估指標來驗證模式的好壞，根據輸入預測模式的訓練與驗證資料可計算出預測的混淆矩陣。以裂流經驗預測模式預測裂流發生或未發生，即為二元分類預測問題，如表 5-6 所示的裂流經驗預測模式混淆矩陣中：TN 代表模式預測不會發生裂流事件，實際也無裂流事件發生的事件個數；FN 代表模式預測不會發生裂流事件，實際卻有裂流事件發生的事件個數；FP 代表模式預測會發生裂流事件，實際卻無裂流事件發生的事件個數；TP 代表模式預測會發生裂流事件，實際也有裂流事件發生的事件個數。

根據混淆矩陣的結果可計算出四個評估指標來評估預測模式的優劣，除前文中所提及的正確率(accuracy rate)和回應率(response rate)，還會增加反查率(recall rate)指標，以下論述此評估指標：

反查率(recall rate)

$$\text{Recall rate} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (5-5)$$

反查率即實際為實際有裂流發生的案例的資料中，模式正確預測為實際有裂流發生的案例的比率，代表預測模式在實際裂流有發生的資料中，能正確預測裂流有發生的能力，可用來評估實際有裂流發生時，模式預測裂流發生時的預測能力。由上述所示的三種評估指標可用於評估裂流預警模式之預警能力，若能通過模式驗證過程，則完成模式之建置。

表 5-6 模式預測裂流事件發生之混淆矩陣

	實際發生裂流	實際未發生裂流
預測發生裂流	TP	FP
預測未發生裂流	FN	TN

5-3-2 模式訓練驗證結果

在今(2024年)度期中報告已完成對宜蘭縣外澳海域經驗統計模式的更新，更新事項主要有二，其一是加入今(2024年)度所分析的2023年一整年監視站所觀測的裂流案例，其二則是在輸入層中影響因素的神經元增加外海海流流速和流向與海岸線夾角兩神經元。以下將對前期計畫對外澳海域建置的經驗統計模式、增加2023年所建置的經驗模式以及考量海流流速和流向的經驗統計模式三個模式的訓練結果進行比較。

表 5-7 是前期計畫僅透過 2021 至 2022 年外澳監視站所觀測裂流案例訓練的模型結果和相關模型設置，該模型所使用的訓練資料分別為 700 筆的裂流案例和 700 筆的平時案例，並以 7:3 的比例分為訓練和驗證資料，模型訓練結果在學習率為 0.001、轉移函數為雙曲線正切函數(tanh)、引層層層數 3 層、各層隱藏層神經元數分別為 8 層、7 層和 5 層時，模式有最佳的訓練結果，訓練正確率達 83.4%，驗證的正確率、反查率和回應率分別為 81.4%、80.0%和 81.5%。第三個模型是增加今(2024年)度所分析的 2023 年宜蘭縣外澳海域裂流案例，並且在模式輸入引響因素多考量外海海流流速和流向與海岸線夾角，該模型所使用的訓練資料分別為 1000 筆的裂流案例和 1000 筆的平時案例，同樣以 7:3 的比例分為訓練和驗證資料，模型訓練結果顯示在學習率為 0.01、轉移函數為雙曲線正切函數(tanh)、引層層層數 3 層、各層隱藏層神經元數分別為 10 層、12 層和 7 層時，模式有最佳的訓練結果，訓練正確率為 64.4%，正確率、反查率和回應率分別為 61.3%、56.9%和 62.9%，模式訓練驗證結果與混淆矩陣統計結果如

表 5-8 所示。第三個模型是在使用與第二個模式相同的訓練驗證資料下，在模式輸入引響因素多考量外海海流流速和流向與海岸線夾角，模型訓練結果顯示在學習率為 0.005、轉移函數為雙曲線正切函數(tanh)、引層層層數 3 層、各層隱藏層神經元數分別為 12 層、7 層和 6 層時，模式有最佳的訓練結果，訓練正確率為 68.4%，正確率、反查率和回應率分別為 63.4%、61.4%和 64.0%，模式訓練驗證結果與混淆矩陣統計結果如

表 5-9 所示。

根據上述結果顯示，再加入 2023 年一整年外澳監視站所觀測的裂流案例後，模式預測的準確率反而有明顯的降低，根據本研究團隊的經驗，這是由於過去僅使用 2021/2 至 2022/12 共計 700 筆裂流案例時，由於資料數量較少，因而導致模式有過度擬和的情況發生，簡單來說就是在這一年左右的資料中其輸入因子的特性過於相近，故導致模式訓練良好，從上述第二章對歷史裂流案例分析結果可以進行說明，首先在 2021/2 至 2022/12 共計有 600 筆的案例，然而在 2023 年整年卻只增加約 400 筆的案例，可見裂流發生機率本身就有顯著降低的趨勢，其二則是在逐月各位置裂流發生機率震盪劇烈，倘若只是單純海氣象條件不同，那裂流發生機率應該是平滑漸進的改變，此外根據前期計畫研究成果發現，確實在宜蘭縣外澳海域其地形地貌會於數月間就會發生變遷，例如在 2021/9 在港澳溪出海口北側並未有槽溝地形，但在 2021/10 則出現了兩個槽溝地形(詳見交通部中央氣象署(2023)「海岸裂流監測與預警技術研究(3/3)」)。此外，本計畫所建置的裂流影像判釋程式，準確率並非達到 100%，這亦可能造成在挑選無裂流案例的時候，誤挑選到實際有裂流發生的案例。第二個比較則是考量外海流場的影響，在同樣都採用 2021/11 至 2023/12 的資料情況下，在考量外海海流流速和流向與海岸線夾角下，各項指標都有所提升(約 2-3%)，如表 5-9。第三個模型則是不進行離散化，對模型提供裂流發生位置的資訊進行訓練，各項指標有明顯提升，準確率提高 8%、反查率提高 4%以及回應率提高 8%，如

表 5-10。

由此可知再增加更多的訊息提供給模型，包含外海海流的因素和裂流發生位置資訊，確實對模式預測裂流有所幫助。然隨著資訊提供的越多，影響因素彼此間可能會有相依的因素，到至重複的因素多次考慮，可能會導致模型預測不準確，並且一般民眾並非都有機器學習的技術，若是能從中找到影響裂流較為重要的影響因素，不僅可以再提供一般民眾判斷是否有裂流發生，同時也可以減少輸入元的數量，以便於後續率定或模型更新使用。本案透過上述所建置的模型(所有位置 2021 至 2023 年未提供裂流發生資訊)，在進行驗證時依序去除一個因素，藉此來分析各因子的敏感性(即去除掉因子後，準確率下降越多，代表該因子對於該模型敏感性較高)，敏感性分析結果如表 5-11 所示，其中敏感性較高的因子是示性波高(8.7%)、風速(9.5%)、海灘類型參數(9.5%)、水位(9.6%)

和流向(10.0%)。綜上所述，隨著地形變遷裂流發生的位置會有所不同，裂流可能發生的條件亦會有所差異，但在增加裂流發生位置的訊息，並且在預報時統整整個海灘裂流是否發生(即進行離散化，只要有一處有裂流發生則視為有裂流發生)，模式的準確率有顯著上升，故隨後再多增加一些案例可再提高模式的準確率。

此外，本計畫亦有對於裂流發生機率與裂流發生於否所設定之閾值進行率定，本計畫在前期計畫均採用 0.5 (即 50%發生機率)作為裂流是否發生的臨界值，本計畫比較 40%、50%、60%、70%和 80%裂流發生機率下模型預測裂流的能力。根據表 5-12 的分析結果顯示，整體仍是以 50%裂流發生機率作為閾值有最好的預警效果，但在將閾值調整為裂流發生機率為 40%下，雖然整體的正確率會些許下降，但是在實際有發生裂流案例模式能預測出來的成功率大幅上升，反查率由 61%上升至 74%。

表 5-7 前期計畫訓練之外澳海域裂流經驗統計模型
(資料時間：2021/11 至 2022/12)

	實際發生裂流	實際未發生裂流
預測發生裂流	168 TP	38 FP
預測未發生裂流	42 FN	172 TN
訓練結果	正確率	83 %
驗證結果	正確率	81 %
	反查率	80 %
	回應率	81 %

表 5-8 增加 2023 年外澳監視站資料建置之模型結果
(資料時間：2021/11 至 2023/12)

	實際發生裂流	實際未發生裂流
預測發生裂流	171 TP	101 FP
預測未發生裂流	129 FN	199 TN
訓練結果	正確率	64 %
驗證結果	正確率	61 %
	反查率	57 %
	回應率	63 %

表 5-9 增加 2023 年外澳監視站資料建置並考量流速和流向之模型結果
(資料時間：2021/11 至 2023/12)

	實際發生裂流	實際未發生裂流
預測發生裂流	184 TP	104 FP
預測未發生裂流	116 FN	196 TN
訓練結果	正確率	64 %
驗證結果	正確率	63 %
	反查率	61 %
	回應率	64 %

表 5-10 增加 2023 年外澳監視站資料建置並考量裂流發生位置之模型結果
(資料時間：2021/11 至 2023/12)

	實際發生裂流	實際未發生裂流
預測發生裂流	201 TP	77 FP
預測未發生裂流	99 FN	223 TN
訓練結果	正確率	73 %
驗證結果	正確率	70 %
	反查率	67 %
	回應率	72 %

表 5-11 裂流預警模型各因子敏感性分析

因子	驗證結果	敏感性(%)
all	0.64	0.00
Hs	0.58	-8.77
Tm02	0.60	-6.37
Tp	0.61	-4.46
Wave Dir	0.60	-6.23
Wind Velocity	0.58	-9.56
omega	0.58	-8.77
Elevation	0.58	-9.58
RTR	0.61	-5.09
Ebb/Flow	0.60	-5.89
Current Dir	0.58	-10.03
Current Velocity	0.62	-2.85

表 5-12 不同裂流發生機率閾值裂流預測正確率分析
(使用 2021/11 至 2023/12，且考慮外海海流之模式)

裂流發生 機率	40%	50%	60%	70%	80%
正確率 (Accuracy)	61.6%	63.4%	62.6%	60.7%	53.5%
反查率 (Recall)	73.7%	61.3%	45.1%	30.9%	10.6%
回應率 (Response)	59.3%	64.0%	69.5%	76.6%	75%

5-4 作業化裂流預測示範模式

完成建置作業化裂流預警系統是本案最終的目標之一，為達到此目標本計畫於第一期計畫執行期間便開始協助中央氣象署建置裂流光學影像監測站，以及研發裂流影像判釋程式蒐集裂流案例以及建立海氣象資料庫，並同步進行裂流數值模擬模式和經驗統計模式的開發。考量裂流海洋災害造成的潛在風險，落實作業化裂流預警系統有即時性且必要性，根據上述第四章和第五章的研究成果，本案於今(2024 年)度完成後，「數值預測模式」和「經驗統計模式」的運算效率和準確率均有所提升，使兩模式在預測裂流發生有一定的可信度，並足以作為作業化裂流預測模式的核心基礎。為加速中央氣象署強化海岸防災海象科技，本案於第二期的計畫執行期間，將會完成作業化裂流預測模式的建置，在第一年度為規劃作業化裂流預測模式，第二年度則開始建置並測試運行作業化裂流預測模式，第三年則是驗證模式準確率和評估模式運作情形。待作業化預警系統能夠順利運行後，則可將裂流預警資訊告知民眾，增加民眾自主防災的能力。以下將說明今(2024 年)度作業化裂流預測模式的規劃。

5-4-1 作業化示範模式流程

本案作業化裂流預測示範模式參考前期計畫所提出的雛形，考量到數值模式和經驗統計模式在預測裂流是否發生所需的運算時間不同，所以分別建立兩套的預測模式運作流程。

第一個作業化裂流預測模式是基於物理模型以 SCHISM 水動力模式耦合 WWM 第三代風浪模式為核心所建立的，雖然本案於今(2024 年)度已透過調整數值參數(包含時

間步長、傳輸頻率步長、回溯頻率、耦合頻率和邊界條件輸入頻率)，使原先前期計畫模擬一天需要 4.5 個物理時間(即現實電腦需運算的時長)降至 1.3 個物理時間，但考慮到模式無論在輸入或輸出的資料相較經驗統計模式檔案都較大，所需的傳輸速度較久。因此，在作業化裂流數值預測模式規劃每日進行一次預警，並且直接預測未來 48 小時(兩天)逐時的裂流發生情形，雖然物理運算時間會增加，但可以避免當天預測模式出現錯誤或資料傳輸中斷時，可以前一天或前兩天的模擬結果進行預測。

第二個作業化裂流預測模式是基於大數據分析以倒傳遞類神經演算法(ANN)為核心所建立的，相較於數值預測模式，該模式在完成訓練後的預報速率相當的快，預測未來一天逐時的裂流發生情形，經本研究團隊測試不會超過 1 小時。故本案參考中央氣象署(2019)「異常海象機率預警與作業化試用」的研究成果，每天運行四次，同樣根據氣象署內部作業化預報運作期程，於每日 CST+8 04:00、10:00、16:00 和 22:00 運行作業化裂流經驗統計預測模式，並且每次執行結果輸出未來 24 小時逐時的裂流發生情形，由於每日進行四次，這代表未來的每一個時刻均會有三筆的預測結果，這樣則能夠更降低模式因臨時狀況，無法順利執行導致缺值的情形。

圖 5-8 為兩模式所建置之預測模式流程，無論是數值模式或是經驗統計模式，均是每日 CST+8 04:00 開始運行，由於此時氣象署的作業化預報模式(包含 WRF 預報模式、NWWIII 預報模式和 OCM 預報模式)亦開始作業，故在這段時間作業化預報模式會先傳輸備用的模式輸入資料(包含 Ifreme 提供的波浪資料、CFSv2 預報的氣象資料和 HYCOM 提供的水動力預報資料)，該部分的作業時間為 1 小時。於 CST+8 05:00 氣象署預報模式完成模擬後，開始傳輸氣象署特化臺灣周遭海氣象的預報模式輸出結果(包含 WRF 預報大氣場、NWWIII 預報波浪場和 OCM 預報水動力場)，同樣資料傳輸的作業時間為 1 小時。

當完成資料傳輸後，兩模式便開始進行裂流預測的運行，在數值預報模式的部分，雖然是預測未來 48 小時的裂流發生情形，但模式在執行時第一天的時間是用於模式率定使用，故模擬的天數實際為三天，故需要 3.9 個小時(約 4 小時)，故在數值預測裂流的發生情形的作業時間為 4 個小時，待完成後將數值預報的結果傳至分析程式並發布裂流發生資訊，這部分作業時間同樣為一小時，而每日作業化裂流預測模式運作流程則完成，直至隔天 CST+8 04:00 再次運行。

經驗統計模式在預測裂流相當的快速，但由於當中有部分因子需要額外計算，如海灘類型參數、相對潮差、潮汐現象(漲/退潮)，故作業時間仍規劃有 1 小時，如同裂流數值預報模式規劃 1 小時的作業時間將資料傳輸給分析程式並發布，以上流程則是完成作業化經驗統計預測模式每日第一次預測作業，而第二次的運作與第一次運作完成則間隔 2 小時，即第二次運作時間為每日的 CST+8 10:00，同樣在經過上述整個流程後再休息 2 小時進行第二次的預測，待完成四次預測後則完成每日作業化經驗統計模式的預測作業。

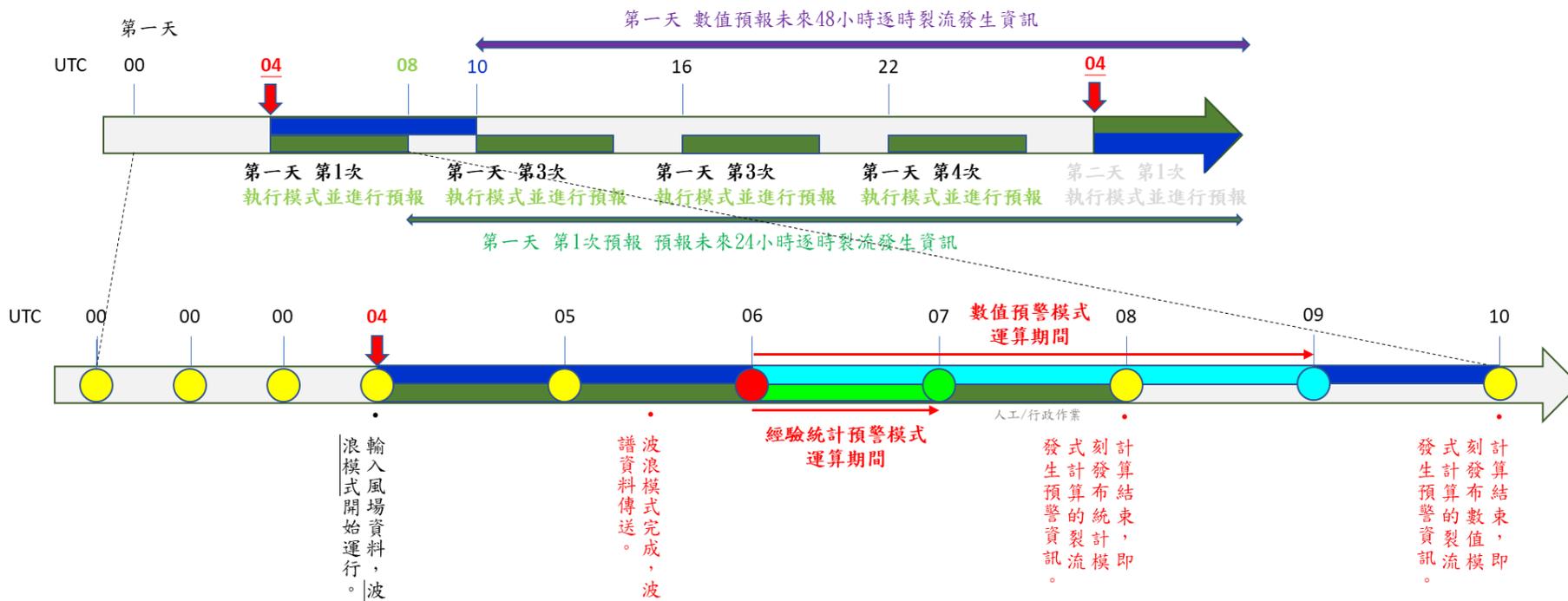


圖 5-8 裂流作業化預警示範系統運作時程圖

5-4-2 作業化示範模式架構與資料

本案所規劃的的作業化裂流預測模式整體系統的架構圖如圖 5-9 所示，整體的架構大致可分為四個部分，分別為(一)人員、(二)作業化裂流預測主系統、(三)輸入資料和(四)展示平台。第一個人員的部分在開發者和維護的部分會是由本研究團隊負責，預報人員則是由氣象署的人員經本研究團隊對其成果進行說明後，負責提供或告知給一般民眾。在作業化裂流預測主系統的部分，由於兩個模式需要不同的設備，數值預測模式需要高核心的 Linux 電腦，而經驗統計模式則需要有 GPU 運行的電腦，故在主系統的部分建議兩種模式分別使用兩個設備，為防止主系統的設備出現問題，本案建議需要有個備援系統，但由於平時並不會使用到，建議可以搭載一臺較高規格的 PC 即可(有 3080ti 算力以上的 GPU 顯示卡/64 核心的 CPU)。

在模式資料輸入的部分，由於作業化裂流測模式的設置與本案所建立和分析的模式是完全一樣的，差異僅在於本案在進行裂流相關研究的探討，是使用當下的海氣象作為邊界條件進行後報(Hindcast)，而預測模式則是使用未來的海氣象邊界條件作為輸入進行預報(Forecast)。所以要運行作業化裂流數值預測模式需要提供初始條件和邊界條件作為模式的驅動力，共計有四大類，分別為(一)波浪資料(示性波高、尖峰頻率、平均週期、波向和方向分布參數)、(二)大氣資料(風速、大氣壓力、長波輻射、短波輻射、降雨量、比濕度)、(三)則是潮汐資料(調和參數)以及(四)大範圍海洋環境資訊。考量作業化預測模式最終會於中央氣象署內部的 HPC 運行，以及中央氣象署所開發的預報模式對臺灣周遭海氣象預報有相當高的準確率，作業化裂流數值預測模式的輸入將優先使用，波浪資料採用 NWWIII 預報波浪場(包含示性波高、尖峰周期、平均週期、波向和方向分布參數)、潮汐資料採用 OCM 模擬的水位和 FES2014 調和參數的結果、大氣資料(風速、大氣壓力、長波輻射、短波輻射、降雨量、比濕度)採用 WRF 預報資料，以及水動力資料(流速、溫度和鹽度)採用 OCM 預報模擬的結果。當然為防止上述資料無法輸入至作業化裂流預測模式，本案還挑選以下個單位長期作業化預報模式作為備援，本計畫提出的備援資料均有預報未來 7 天的資料，在資料下載上三天的預報資料僅需不到半小時即可完成，且均可以在 Linux 下自動化下載，目前已完成 Linux 底下的腳本，僅須寫好排程即可運行，如圖 5-10 所示。

1. 法國海洋科學研究院(Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer,

Ifremer)透過 WAVEWATCH III 模擬的波浪預報資料

2. 美國海洋大氣總署(NOAA)開發的第二代氣象耦合預報系統(NCEP coupled forecast system model version 2, CFSv2)模擬的氣象資料
3. 國際海洋夥伴計畫(National Oceanographic Partnership Program)所開發的HYCOM+GODA 預報的海洋水動力資料

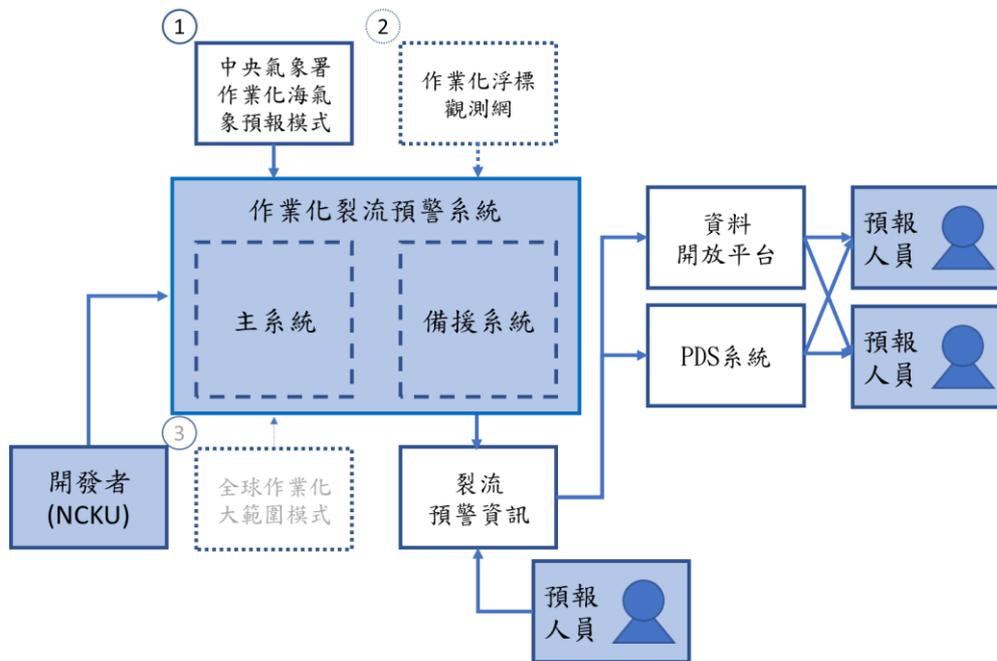


圖 5-9 裂流作業化預警示範系統運作時程圖

FES2014

```
[2024-11-18 11:47:41,793] pyschism.forcing.bctides.bctides WARNING: Combination of 3 and 4, time history of elevation is read in from elev2D.th.nc!
[2024-11-18 11:47:41,793] pyschism.forcing.bctides.fes2014 INFO: Querying FES2014 for elevation constituent M2.
```

CFSv2

```
2024-11-18 11:43:08,737 INFO Sending request to https://cds.climate.copernicus.eu/api/v2/resources/reanalysis-era5-single-levels
Sending request to https://cds.climate.copernicus.eu/api/v2/resources/reanalysis-era5-single-levels
```

HYCOM

```
[2024-11-18 11:38:41,409] pyschism.forcing.hycom.hycom2schism INFO: Fetching data for 2022-11-01 00:00:00 from database GLBy0.08/expt_93.0
[2024-11-18 11:38:44,405] pyschism.forcing.hycom.hycom2schism INFO: filename is hycom_20221101.nc
```

Ifremer

```
--2024-11-18 11:53:56-- ftp://ftp.ifremer.fr/ifremer/ww3/FORECAST/GLOBMULTI/GLOB-30M/FIELD_NC/best_estimate/2024/MARC_WW3-GLOB-30M_20241116T21Z.nc
=> 'MARC_WW3-GLOB-30M_20241116T21Z.nc.1'
Resolving ftp.ifremer.fr (ftp.ifremer.fr)... 134.246.142.21
Connecting to ftp.ifremer.fr (ftp.ifremer.fr)[134.246.142.21]:21... connected.
Logging in as anonymous ... Logged in!
```

圖 5-10 裂流作業化預警示範模式備援資料下載腳本運作概況

5-4-3 作業化示範模式展示介面

由於數值模式和經驗統計模式所建立的裂流作業化預測模式，輸出的資料格式並不相同，故本案分別對兩個模式所建立的作業化模式規劃展示介面。「作業化裂流數值預測模式」由於模式輸出的原始資料是整個面上的流場分布情形，故本案會對近岸區域的流場進行分析，當近岸區域流場有垂直海岸線偏移 45° 以內的流速發生，則認定有裂流發生，目前本案建立的示範區域選擇本研究時間且裂流案例數量最多的宜蘭縣外澳海灘，故近岸區域目前以四個點進行匡列，分別為 $[24^\circ 52' 7.80''$ 北， $121^\circ 50' 32.77''$ 東]、 $[24^\circ 52' 1.26''$ 北， $121^\circ 50' 52.51''$ 東]、 $[24^\circ 52' 58.49''$ 北， $121^\circ 51' 14.49''$ 東]和 $[24^\circ 53' 5.46''$ 北， $121^\circ 50' 53.86''$ 東]，而展示介面上則會有數值模式模擬的結果流場流史圖，且每 0.5 秒展示 1 個小時的時間，並於流史圖下方提供流史圖當下時間點是否有裂流發生的警訊，如圖 5-11 所示。「作業化裂流經驗預測模式」則是輸出整個外澳海灘的裂流發生情形，故本案針對整個外澳海灘預測時間點後未來 24 小時逐時裂流發生情形，於展示介面上顯示，以 1 代表有裂流發生，且當下時刻的標示會以黃色標記，若無裂流發生則以 0 標示則以白底標記，如圖 5-12 所示。

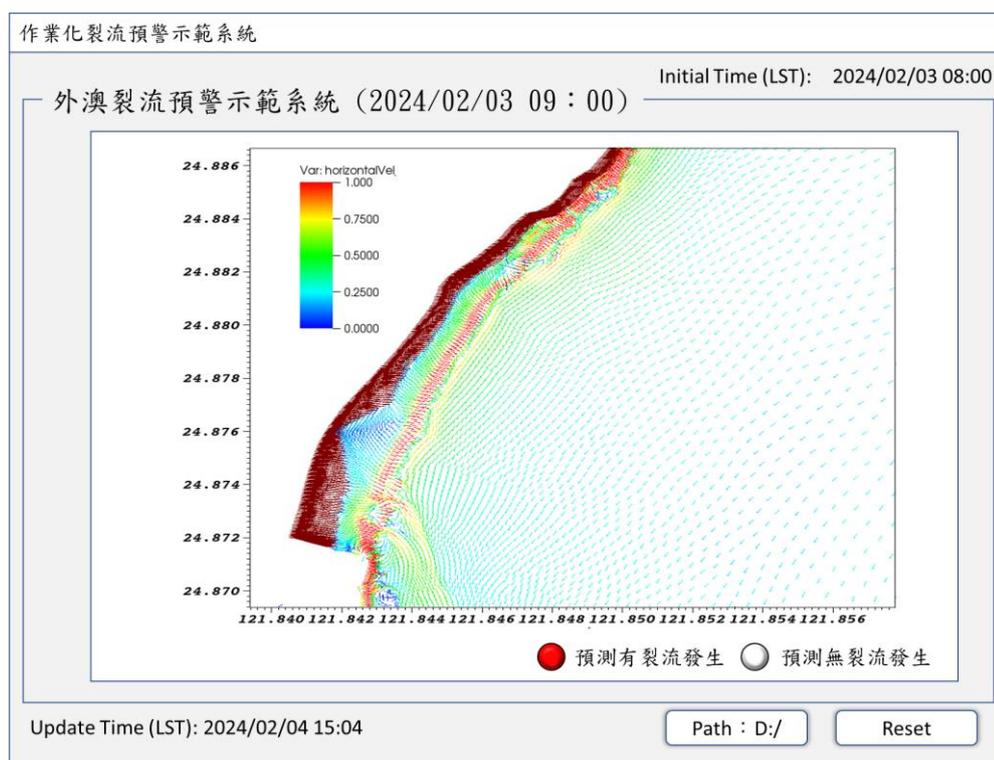


圖 5-11 裂流作業化數值預警示範系統展示介面

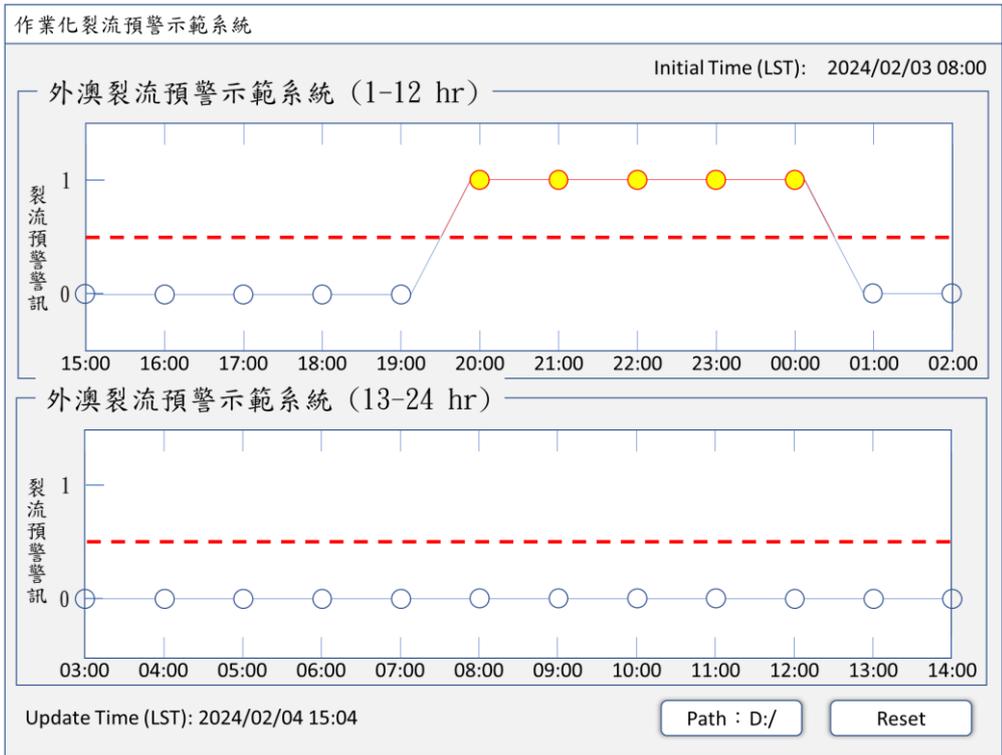


圖 5-12 裂流作業化經驗預警示範系統展示介面

第六章 結論與建議

6-1 結論

本計畫在第二期計畫執行期間旨在以前期所研發的「裂流監測技術」和「裂流預報模式」作為核心技術朝向作業化發展，預計於第二期計畫執行期間建立乙座作業化示範站，嘗試將理論技術於實務上進行應用並測試，希冀未來甚至計畫執行期間便能夠提供災害性海象預警訊。

本案目前以利用前期計畫所開發的自動化裂流影像辨識程式，分析宜蘭縣外澳、大里和新北市福隆和沙崙四座監視站在 2023 年以前所拍攝之動態影片，從 2021/11 至 2023/12 已蒐集 830 裂流案例，累計裂流發生小時數達 1945 小時，而裂流發生的位置與前期計畫並無太大相異，分布於四個海域 24 處位置，而裂流在示性波高介於 0.85 至 1.65 m、平均周期介於 5.3 至 6.4 s、波向垂直海岸線夾角於 43° 至 77° 間、水大大於平均海面、海灘類型為沙壩型海灘、外海流速介於 0.1 至 0.4 m/s 以及流向與海岸線夾角為平行海岸線偏移 30° 至 60° 內較容易有裂流發生。在空間和時間分布上，位於結構物旁，如海堤旁或是礁岩旁，不僅發生次數較多、裂流持續時間亦較常，且裂流發生當下示性波高較小多為 0.8 m，而目前統計結果在六月和十一月有較多的裂流案例，六月可能是由於福隆海域在 2022/6 期間在地形變遷下出現沙壩地形，而十一月則是受到東北季風影響，臺灣東北部海域浪高較大，波能較大的情況下幅射應力強則易發生裂流。本案亦去探討遊憩熱門期間(5 月至 10 月)與整體裂流發生時海氣象環境間的差異，在裂流發生的數量上不同區域並不相同，在外澳海域在遊憩熱門期間裂流數量較少，但其他三座監測站則並無此現象，而在裂流發生時的海氣象環境條件，在遊憩熱門期間各項海氣象參數有較小的情形，這與不同季節的海氣象條件有著較為顯著的關係，並非為遊憩熱門期間裂流之特性。此外，本案仍持續協助中央氣象署進行裂流監測站建置的規劃，今(2024 年)度提供屏東縣水域遊憩熱門景點中南灣和大灣(墾丁)濱海遊憩區的建置規劃，並且由於目前的監測站主要為於臺灣北部，故建議接下來建站的位置可以選擇南部區域，如臺南漁光島、高雄西子灣或試屏東南灣等區域。

前期計畫所開發的裂流影像辨識模式，雖然以有一定能力協助本計畫蒐集裂流案例，然其運算速率仍尚未達到可以即時運算的程度，且準確率在為能同時應用於四座監視站僅為 7 成左右。故本計畫目前已蒐集過內外相關 AI 技術辨識影像甚至裂流的文獻，

並且透過不同的訓練策略(單張影像/平均影像、灰階影像/彩色影像)比較模型訓練的好壞,最終本案透過彩色平均影像獲得最佳的模型訓練結果,其模式的損失已經達到 0.01,且經混淆矩陣進行驗證,各項指標均表現良好召回率、回應率和 F1 分數皆能夠達到 9 成以上,代表模型在偵測裂流成果非常穩定,不會有高估或低估的傾向,而將該模型實際應用後,亦可發現模型不僅能夠精準的分辨裂流是否有發生,其匡列的位置也相當的精準,本案初步評估該模型以有一定能力協助本案進行裂流影像分析蒐集案例,並且作為後續裂流即時監測系統的主要核心技術。

在裂流預報方法的部分,本執行團隊在前往 VIMS 交流後,對模式進行優化,主要有三點,(1)擴大模式模擬範圍、(2)陸地邊界由固定邊界改為變動邊界以及(3)提高模式模擬之時間步長、降低波流耦合和邊界條件輸入的頻率。前兩項改動大幅提高模式對裂流模擬的效能,藉由重新模擬前期計畫驗證結果最差的 2022/9,無論在水動力的驗證或是模式與現場觀測結果的比對均有所提升,水動力驗證結果均可達 85%以上的正確率、裂流模擬結果與現場觀測相似度可達 7 成。此外,本計畫亦透過裂流數值模式探討裂流發生時的特性,初步分析結果發現裂流在不同水深分布主要是由表面海流所引導的,在長時間(6 小時以上)的裂流現象有機率裂流現象會傳遞至底床,且根據宜蘭縣外澳實際模擬結果發現,裂流向傳遞的時間大約在表層裂流發生後的 3 小時,且向下傳遞的速度大約為 0.02 m/min,而最大傳遞的相對深度大約借於 0.5 至 0.7 間,並不會無止盡的向下傳遞至裂流最外圍的底床。

而經驗統計模式今(2024 年)度再加入 2023 年的觀測資料後,由於裂流案例類型可能與前幾年的案例有顯著差異,經驗統計模式的正確率僅有 63%,本案第二個改動在考量外海流場的影響,經驗統計模式預測裂流能力有顯著上升約 2-3%,而第三個變動則是本案在資料的處理上不再進行離散化(即將不同區域有裂流發生的案例視為同一個資料),而是提供模型位置上的訊息,通過該項的改動模型有良好的改善,準確率提升約 8%,同時這也可以表明由於不同位置裂流發生的比例不同,亦可能是造成前期模型預測失敗的原因。而隨著更多資料的加入,輸入因子間可能彼此會有相依性,導致模型對於某一個對於裂流發生的潛在因素重複訓練,為此本案透過將訓練後的模型,在進行測試時依序減少 11 個因子中的一種,藉此計算少掉每一種因子下準確率下降率,借此探討各因子對於模型的敏感性,結果顯示示性波高、風速、海灘類型參數和流向有較高的影響程度,這也可以得到這幾個因子可能是較主要影響裂流是否會發生的原因。此外,

透過測試不同裂流發生機率的閾值，發現將閾值由 0.5 調降至 0.4 可以顯著提升反查率，使模型能夠更好的在實際有發生裂流的情況下預測有裂流發生。

6-2 建議

1. 考量裂流資料是建置精準預警系統之基礎，本計畫已提出數個優先可建置裂流監視站位置，建議可與當地主管機關或是相關單位合作，加速裂流監視站之建置以蒐集更多資料提供預警系統建置。
2. 建議待環臺災害性海象監測站建置完成後，未來氣象署可規劃建立維護合約方式進行維護，以降低等待維護造成資料上的遺失。
3. 裂流 AI 影像判釋程式已有不錯的成功率，建議可著手規劃現場之實際應用，規劃裂流即時監測系統雛形。
4. 後續裂流預警系統雛形完成且數值模式模擬完善後，建議可以目前主要的研究區域(數值模式長期模擬的區域和最早建置監測站的位置)外澳海域作為預報站點上線選址的位置。
5. 考量到海域遊憩活動大多於日間進行，建議日後裂流域警作業可以日間為主，以降低影像案例中無夜間的情形導致經驗統計模型預測失敗的情況，若有夜間之需求則可用數值模式進行預測。

參考文獻

- [1] 中興顧問公司，鹽寮福隆沙灘變遷因應措施評估報告，台灣電力公司，2003。
- [2] 王敘民、邱啟敏、董東璟、蔡政翰，2021，裂流模擬與影響因子之評析，第 43 屆海洋工程研討會，共 6 頁。
- [3] 王敘民、邱啟敏、梁立翰、董東璟，2020，應用 SCHISM 模式模擬裂流時空分布，第 42 屆海洋工程研討會論文集，共 6 頁。
- [4] 交通部運輸研究所，96 年淡水河河口及附近海岸輸沙之研究，國立中央大學，2007。
- [5] 林雪美，2007，台灣北海岸海灘安全性之地形動力學研究，2007 年地理學者學術研討會，高雄師範大學，共 7 頁。
- [6] 林雪美，2009，宜蘭外澳海灘裂流判釋與遊憩安全告示牌設計，國立臺灣師範大學地理學系，交通部觀光局計畫。
- [7] 林雪美、黃翊翔、沈淑敏，2009，台灣東北部福隆海灘類型和裂流分布之長期變動研究，第十期地理研究，第 47-65 頁。
- [8] 張紘聞，「應用 WWIII 波浪模式於極端波高模擬之研究」，國立成功大學水利及海洋工程研究所碩士論文，2019
- [9] 郭平巧、許弘莒、張裕弦、劉景毅，2011，臺南市海灘類型與離岸流分布之變動探討，第 33 屆海洋工程研討會論文集，第 453-457 頁。
- [10] 黃翊翔，2009，臺灣北部福隆海域海灘類型和裂流分布的時空間變動研究，國立臺灣師範大學地理學系碩士論文。
- [11] 經濟部水利署第一河川局，宜蘭海岸地形與漂沙及波潮流監測調查計畫(2/2)，2007。
- [12] 葉怡成，應用類神經網路，儒林圖書公司，2001。
- [13] 蕭仁豪、溫志中、李宗霖、蕭坤欣，2014，海水域場海灘安全性評估研究，第 36 屆海洋工程研討會論文集，第 141-146 頁。
- [14] Akila, D.S., Mori, I., and Dusek, G. 2021. Automated Rip Current Detection with Region based Convolutional Neural Networks. Preprint submitted to Elsevier.
- [15] Álvaro, I., Chin, H.W., Adma, J.B., Eric, J.A., and David, A.R. 2019. Unexpected rip currents induced by a meteotsunami. Scientific Reports. 9:2015. 1-9.
- [16] Austin, M.J., Scott, T., Russell, P., and Masselink, G. 2013. Rip Current Prediction: Development, Validation, and Evaluation of an Operational Tool. Journal of Coastal Research, Vol. 00, No. 0, 0000.
- [17] Benedet, L., Finkl, C. W., and Klein, A.H.F. 2004. Morphodynamic classification of beaches on the Atlantic coast of Florida: Geographical variability of beach types, beach safety and coastal hazards. Journal of Coastal Research, SI(39).
- [18] Bishop, C. M. (1995). Neural networks for pattern recognition. Oxford university press.

- [19] Boak, E.H. and Turner, I.L. 2005. Shoreline Definition and Detection: A Review. *Journal of Coastal Research*.
- [20] Bochkovskiy, A., Wang, C. Y., & Liao, H. Y. M. (2020). Yolov4: Optimal speed and accuracy of object detection. arXiv preprint arXiv:2004.10934.
- [21] Böse, M., Wenzel, F., Erdik, M. (2008). PreSEIS: A Neural Network-Based Approach to Earthquake Early Warning for Finite Faults. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 98 (1), 366 – 382.
- [22] Brander, R. W., Drozdowski, D., & Dominey-Howes, D. (2014). “Dye in the Water” A Visual Approach to Communicating the Rip Current Hazard. *Science Communication*, 36(6), 802-810.
- [23] Brander, R.W. 1999. Field observations on the morphodynamic evolution of low wave energy rip current system. *Mar. Geol.* 157, 199 – 217.
- [24] Bretherton, F. P. & Garrett, C. J. R. 1968 Wavetrains in inhomogeneous moving media. *Proc. Roy. Soc. A* 302, 529–554.
- [25] Bruneau, N., and Castelle, B., Bonneton, P., Pedreros, R., Almar, R., Bonneton, N., Bretel, P., Parisot, J-P., and Senechal, N. 2009. Field observations of an evolving rip current on a meso-macrotidal well-developed inner bar and rip morphology. *Continental Shelf Research* 29, 1650–1662.
- [26] Bui, D. T., Hoang, N. D., & Samui, P. (2019). Spatial pattern analysis and prediction of forest fire using new machine learning approach of Multivariate Adaptive Regression Splines and Differential Flower 59 Pollination optimization: A case study at Lao Cai province (Viet Nam). *Journal of Environmental Management*, 237, 476-487.
- [27] Carrere L., F. Lyard, M. Cancet, A. 2016. Guillot, N. Picot: FES 2014, a new tidal model – Validation results and perspectives for improvements, presentation to ESA Living Planet Conference.
- [28] Cavaleri, L., Bertotti, L., and Torrisi, L., Bitner-Gregersen, E., Serio, M., and Onorato, M. 2012. Rogue waves in crossing seas: The Louis Majesty accident. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 117(C11).
- [29] Chang, F.J., Tseng, K.Y., Chaves, P. (2007). Shared near neighbours neural network model: a debris flow warning system. *Hydrological Processes*, 21, 1968 – 1976.
- [30] Chen, X., Huang, W., and Zhao, C. 2019. Rain detection from X-band marine radar images: A support vector machine-based approach. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote*. Volume: 58, Issue: 3.
- [31] Christian, S., Joerg, S., and Stylianos, F. 2008. Determination of Bathymetric and Current Maps by the Method DiSC Based on the Analysis of Nautical X-Band Radar Image Sequences of the Sea Surface. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* 46(8):2267 – 2279.
- [32] Clark, D. B., Feddersen, F., & Guza, R. T. (2010). Cross-shore surfzone tracer dispersion in an alongshore current. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 115(C10).
- [33] Clark, D. B., Lenain, L., Feddersen, F., Boss, E., & Guza, R. T. (2014). Aerial imaging of

- fluorescent dye in the near shore. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 31(6), 1410-1421.
- [34] Cybenko, G. 1989. Approximation by superposition of a sigmoidal function. *Mathematics of Control, Signals and Systems* volume 2, pages303–314.
- [35] Dalrymple, R.A., MacMahan J.H., Reniers A.J.H.M., and Nelko V. 2011. Rip currents. *Annu. Rev. Fluid Mech.* 43:551–81.
- [36] de Silva, A., Mori, I., Dusek, G., Davis, J., & Pang, A. (2021). Automated rip current detection with region based convolutional neural networks. *Coastal Engineering*, 166, 103859.
- [37] Elgar, S., Raubenheimer, B., & Guza, R. T. (2001). Current meter performance in the surf zone. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 18(10), 1735-1746.
- [38] Engle, J., MacMahan, J., Thieke, R.J., and Hanes, D.M. 2002. Formulation of a Rip Current Predictive Index Using Rescue Data. National Conf. on Beach Preservation Technology, FSBPA, January 23-25, Biloxi, MS
- [39] Girshick, R. (2015). Fast r-cnn. In *Proceedings of the IEEE international conference on computer vision* (pp. 1440-1448).
- [40] Girshick, R., Donahue, J., Darrell, T., & Malik, J. (2014). Rich feature hierarchies for accurate object detection and semantic segmentation. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 580-587).
- [41] Guimaraes, P.V. and Ardhuin, F. 2020. A data set of sea surface stereo images to resolve space-time wave fields. 7:145 | <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0492-9>.
- [42] Haller, M. C., Honegger, D., & Catalan, P. A. (2014). Rip current observations via marine radar. *Journal of waterway, port, coastal, and ocean engineering*, 140(2), 115-124.
- [43] Hass, F. S., & Jokar Arsanjani, J. (2020). Deep learning for detecting and classifying ocean objects: application of YoloV3 for iceberg–ship discrimination. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(12), 758.
- [44] Holland, K. T., Holman, R. A., Lippmann, T. C., Stanley, J., & Plant, N. (1997). Practical use of video imagery in nearshore oceanographic field studies. *IEEE Journal of oceanic engineering*, 22(1), 81-92.
- [45] Hong, X., Zhang, Y., Wang, B., Zhou, S., and Yu, S. 2021. Numerical study of rip currents interlaced with multichannel sandbars. *Natural Hazards* 108:593–605.
- [46] Horta, J., Oliveira, S., Moura, D., and Ferreira, Ó. 2018. Nearshore hydrodynamics at pocket beaches with contrasting wave exposure in southern Portugal, *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, doi: 10.1016/j.ecss.2018.02.018.
- [47] Hsu, T.W., Ou, S.H., and Liau, J.M. 2005. Hindcasting nearshore wind waves using a FEM code for SWAN. *Coastal Engineering*, Vol. 52, 177-195.
- [48] Inch, K. (2014). Surf zone hydrodynamics: Measuring waves and currents. *Geomorphological techniques*, 3, 1-13.
- [49] Johnson, D., & Pattiaratchi, C. (2004). Transient rip currents and nearshore circulation on a swell-dominated beach. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 109(C2).

- [50] Karimpouli, S., & Tahmasebi, P. (2019). Segmentation of digital rock images using deep convolutional autoencoder networks. *Computers & Geosciences*, 126, 142-150.
- [51] Kevin, A.H., Svendsen, I.A, Merrick, C.H., and Qun, Z. 2003. Quasi-three-dimensional modeling of rip current systems, *Journal of Geophysical Research*. Vol. 108. No. C7, 3217.
- [52] Kung, H.Y., Chen, C.H., Ku, H.H. (2012). Designing intelligent disaster prediction models and systems for debris-flow disasters in Taiwan. *Experts Systems with Application*, 39, 5838 –5856.
- [53] Leatherman, S.B. 2017. Rip Current Measurements at Three South Florida Beaches. *Rip Current Measurements at Three South Florida Beaches*.
- [54] Lee, L., Kim, D.H., Lee, S., and Lee, J.J. 2016. Lagrangian Observation of Rip Currents at Haeundae Beach Using an Optimal Buoy Type GPS Drifter. *Journal of Coastal Research*, SI(75), 1177-1181.
- [55] Li, C., Li, L., Jiang, H., Weng, K., Geng, Y., Li, L., Ke, Z., Li, Q., Cheng, M., Nie, W., Li, Y., Zhang, B., Liang, Y., Zhou, L., Xu, X., Chu, X., Wei, X., & Wei, X. (2022). YOLOv6: A Single Stage Object Detection Framework for Industrial Applications.
- [56] Liu, A.K., Peng, C.Y., and Chang, S.Y.S. 1997. Wavelet analysis of satellite images for coastal watch. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, 22(1), 7-17.
- [57] Liu, Y., & Wu, C. H. (2019). Lifeguarding Operational Camera Kiosk System (LOCKS) for flash rip warning: Development and application. *Coastal engineering*, 152, 103537.
- [58] Longuet-Higgins, M.S., and Stewart, R.W. 1964. Radiation Stresses in Water Waves; A Physical Discussion, with Applications[J]. *Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts*, 11(4): 529-562.
- [59] López, V.F., Medina, S.L., Paz, J.F.d. (2012). Taranis: Neural networks and intelligent agents in the early warning against floods. *Experts Systems with Application*, 39, 10031 – 10037.
- [60] Lushine, B.J. 1991. A study of rip current drownings and related weather factors. *Nation Weather Service Forecast Office*, 13-19.
- [61] Lyard F., L. Carrere, M. Cancet, A. Guillot, N. 2017. Picot: FES2014, a new finite elements tidal model for global ocean, in preparation, to be submitted to *Ocean Dynamics* in.
- [62] MacMahan, J., Thornton, E., Reniers, A., Stanton, T., and Symonds, G. 2008. Low-energy rip currents associated with small bathymetric variations. *Mar. Geol.* 255:156–64.
- [63] MacMahan, J.H., Thornton, E.B., and Reniers, A.J.H.M. 2006. Rip current review. *Coastal Engineering* 53 191 – 208.
- [64] Mallat, S. G. 1998. A wavelet tour of signal processing, Academic Press , pp. 1-126.
- [65] Maryan, C., Hoque, M. T., Michael, C., Ioup, E., & Abdelguerfi, M. (2019). Machine learning applications in detecting rip channels from images. *Applied Soft Computing*, 78, 84-93.

- [66] Mase, H. 2001. Multi-directional random wave transformation model based on energy balance equation. *Coastal Engineering Journal* 43(4), 317-337.
- [67] Mase, H., Yasuda, T., Mori, N. (2011). Real-Time Prediction of Tsunami Magnitudes in Osaka Bay, Japan, Using an Artificial Neural Network, *Journal of Water, Port, 137* (5), 263 – 268
- [68] Masselink G, Short A D. The effect of tide range on beach morphodynamics and morphology: a conceptual beach model[J]. *Journal of Coastal Research*, 1993, 9(3): 785-800.
- [69] Meadows, G. A., Grimm, A., Brooks, C. N., & Shuchman, R. A. (2015). Remote sensing-based detection and monitoring of dangerous nearshore currents.
- [70] Morgan, P. 1976. *Geophysical methods in geology*: P.V. Sharma. Elsevier, Amsterdam. DOI:10.1016/0016-7142(77)90040-0
- [71] Nieto-Borge, J.C. 2013. Use of X-band marine radars as a remote sensing system to survey wind-generated waves. *COASTAL PROCESSES 2013*Volume: 169.
- [72] Ozturk, T., Talo, M., Yildirim, E. A., Baloglu, U. B., Yildirim, O., & Acharya, U. R. (2020). Automated detection of COVID-19 cases using deep neural networks with X-ray images. *Computers in Biology and Medicine*, 121.
- [73] Pitman, S., and Gallop, S.L. 2016. Synthetic Imagery for the Automated Detection of Rip Currents. *Journal of Coastal Research*, SI(75), 912-916.
- [74] Pitman, S., Gallop, S. L., Haigh, I. D., Mahmoodi, S., Masselink, G., & Ranasinghe, R. (2016). Synthetic imagery for the automated detection of rip currents. *Journal of coastal research*, (75), 912-916.
- [75] Pritchard, D. W., & Carpenter, J. H. (1960). Measurements of turbulent diffusion in estuarine and inshore waters. *Hydrological Sciences Journal*, 5(4), 37-50.
- [76] Redmon, J., & Farhadi, A. (2017). YOLO9000: better, faster, stronger. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, 7263 7271.
- [77] Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). Yolov3: An incremental improvement. *arXiv preprint arXiv:1804.02767*.
- [78] Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., & Farhadi, A. (2016). You Only Look Once: Unified, Real Time Object Detection. In *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition* 779 788.
- [79] Ren, S., He, K., Girshick, R., & Sun, J. (2015). Faster r-cnn: Towards real-time object detection with region proposal networks. *Advances in neural information processing systems*, 28.
- [80] Roelvink, D.J.A., Reniers, A., Dongeren, A., de Vries, J.V.T., McCall, R., and Lescinski, J. 2009. Modelling storm impacts on beaches, dunes and barrier islands. *Coastal Engineering* 56(11-12):1133-1152.
- [81] Romano, M., Liong, S.Y., Vu, M.T., Zemskeyy, P., Doan, C.D., Dao, M. H., Tkalich, P. (2009). Artificial neural network for tsunami forecasting. *Journal of Asian Earth Sciences*, 36, 29 – 37.

- [82] Rumelhart, D.E., Hinton, G.E., and Williams R.J. 1986. Learning Representations by Back-Propagating Errors. *Nature* 323(6088): 533-536.
- [83] Rutten J., Dubarbier, B., Price, T. D., Ruessink, B. G., & Castelle, B. 2019. Alongshore variability in crescentic sandbar patterns at a strongly curved coast. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 124.
- [84] Short, A.D. 2006. Introduction: Australian coastal geomorphology, *Journal of Coastal Research*, 22(1), 11-27.
- [85] Short, A.D., and Hogan, C.L. 1994. Rip currents and Beach Hazards: Their Impact on Public Safety and Implications for Coastal Management. *Coastal Res*, 12: 197-209.
- [86] Silver, D., Schrittwieser, J., Simonyan, K., Antonoglou, I., Huang, A., Guez, A., Hubert, T., Baker, L., Lai, M., Bolton, A., Chen, Y. T., Lillicrap, T., Hui, F., Sifre, L., van den Driessche, G., Graepel, T., & Hassabis, D. (2017). Mastering the game of Go without human knowledge. *Nature*, 550(7676), 354-+.
- [87] Smith, J. M., D. T. Resio, and A. Zundel. 1999. STWAVE: Steady-state spectral wave model, Report 1: User's manual for STWAVE version 2.0. Instruction Report CHL-99-1, Vicksburg, MS: U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station.
- [88] Song, D. and Bae, H.K. 2011. Observation and Forecasting of Rip Current Generation in Haeundae Beach, Korea Plan and Experiment. *Journal of Coastal Research*, SI 64, 946-950.
- [89] Sunkpho, J., Otamakorn, C. (2011). Real-time flood monitoring and warning system. *Journal of Science and Technology*, 33(2), 227 – 235.
- [90] Thirumalaiah, K., Deo, M.C. (1998). Real-Time Flood Forecasting Using Neural Networks. *Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering*, 13, 101 – 111.
- [91] Turner, I.L, Whyte, D., Ruessink, B.G., and Ranasinghe, R. 2007. Observations of rip spacing, persistence and mobility at a long, straight coastline. *Marine Geology* : 236, 209–221.
- [92] Wang, C. Y., Bochkovskiy, A., & Liao, H. Y. M. (2023). YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors. In *Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition* (pp. 7464-7475).
- [93] Wang, C. Y., Bochkovskiy, A., & Liao, H. Y. M. (2023). YOLOv7: Trainable bag-of-freebies sets new state-of-the-art for real-time object detectors. In *Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition* (pp. 7464-7475).
- [94] Wang, C. Y., Liao, H. Y. M., Wu, Y. H., Chen, P. Y., Hsieh, J. W., & Yeh, I. H. (2020). CSPNet: A new backbone that can enhance learning capability of CNN. In *Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition workshops* (pp. 390-391).
- [95] Yanenko, N.N., and Vasilkovsky, S.N. 1986. Application of the Method of One-Dimensional Functionals to the Solution of Elasto-Plastic Problems. First published: <https://doi.org/10.1002/zamm.19860660208>.
- [96] Yi, W., & Wang, B. (2023). Research on Underwater small target Detection Algorithm

based on improved YOLOv7. IEEE Access.

- [97] Zhang, K.; Zhang, M.C.; Leatherman, S.B., and Leatherman, S.P., 2020. Rip current hazard analysis. In: Malvárez, G. and Navas, F. (eds.), *Global Coastal Issues of 2020*. Journal of Coastal Research, Special Issue No. 95, pp. 969–973. Coconut Creek (Florida), ISSN 0749-0208.
- [98] Zhu, D., Qi, R., Hu, P., Su, Q., Qin, X., & Li, Z. (2022). YOLO-Rip: A modified lightweight network for Rip currents detection. *Frontiers in Marine Science*, 9, 930478.
- [99] Zorgani, E., Al-Awadi, H. Yan, W., Al-lababid, S., Yeung, H., and Fairhurst, C.P. 2018. Viscosity effects on sand flow regimes and transport velocity in horizontal pipelines. *Experimental Thermal and Fluid Science* 92, 89–96.

附錄一 評選會議紀錄

113 年度「海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)」案採購評選委員會第 1 次會議（評選會議）紀錄

壹、會議時間：113 年 2 月 26 日（星期一）下午 2 時 30 分

貳、會議地點：本署 B113 會議室

參、主持人：洪召集人景山

紀錄：林芳如

肆、評選委員會組成：專家學者委員 2 人、專家學者以外委員 3 人，共計 5 人組成。

伍、出席委員：洪召集人景山、齊副召集人祿祥、林委員秉煜、陳委員文俊、簡委員仲璟

陸、請假委員：無

柒、列席人員：陳琬婷研究助理

捌、評選方式：採序位法評選優勝廠商。

玖、投標廠商家數及名稱：投標廠商 1 家且其資格及評選項目以外資料經審查合格，廠商名稱為財團法人成大研究發展基金會。

拾、召集人致詞：(略)

拾壹、報告事項：

一、主辦單位就本案需求內容及廠商評選事宜報告 (略)。

二、工作小組初審意見報告 (略)。

拾貳、委員確認事項：

評選委員確認知悉「採購評選委員會委員須知」內容，且無應辭職或予以解聘之情形。

拾參、廠商詢答事項：(略)

拾肆、評選結果：

一、經本委員會就各評選項目、受評廠商資料及工作小組初審意見逐項討論後，綜合評選結果詳評選總表 (如附件)。

二、經各委員依據本採購案評分表評定參與評選廠商分數（序位），並將各委員評分結果填列於評選總表，財團法人成大研究發展基金會總評分為 422/序位合計值為 5。

三、不同委員之評選結果有無明顯差異情形：

無。

有；依採購評選委員會審議規則第 6 條第 2 項及第 3 項規定辦理情形：_____。

四、評選委員會或個別委員評選結果未與工作小組初審意見有無差異：

無。

有；依採購評選委員會審議規則第 3 條之 1 第 2 項規定辦理情形：_____。

五、決議：

採序位法者：1 家參與評選廠商之平均總評分達 70 分以上，經出席委員過半數決議：序位第一之財團法人成大研究發展基金會為第 1 優勝廠商。

拾伍、委員是否有不同意見：無。

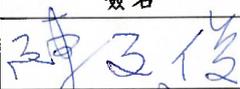
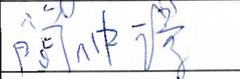
拾陸、散會（下午 16 時 10 分）。

出席評選委員簽名：

洪學山
蔡子俊
林重程
簡中標

交通部中央氣象署
「海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)」案
第 1 次採購評選委員會議簽到表

- 一、案名：海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)
- 二、廠商名稱：財團法人成大研究發展基金會
- 三、評選日期：112 年 2 月 26 日（星期一）14 時 30 分
- 四、地點：本署 911 會議室
- 五、主持人：洪景山召集人 技正林芳如 紀錄：林芳如
- 六、出席人員：
評選委員：

單位	姓名	簽名
國立嘉義大學土木與水資源工程學系	陳文俊 副教授	
港灣技術研究中心	簡仲璟 科長	
中央氣象署 海象氣候組	洪景山 組長	
中央氣象署 海象氣候組	齊祿祥 副組長	
中央氣象署 預報中心	林秉煜 技正	

業務單位：朱啓豪

廠商：蔡政翰

附錄二 期中報告審查會議紀錄

交通部中央氣象署

「海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)」案

期中報告審查會議紀錄

- 一、計畫名稱：海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)
- 二、廠商名稱：財團法人成大研究發展基金會
- 三、審查日期：113年7月17日(星期三)上午10時30分
- 四、地點：本署311會議室
- 五、主持人：齊祿祥組長
- 六、出席人員：洪委員景山、簡委員仲璟、陳委員文俊(視訊)、林委員秉煜(書面)
- 計畫主持人-蔡政翰教授(如附件簽到表)
- 七、期中工作簡報成果：(略)
- 八、審查意見與回覆： 紀錄：林芳如

委員意見	廠商回覆
(一) 洪委員景山	
符合驗收標準，審查通過。	感謝委員肯定。
(二) 齊委員祿祥	
1. 內文部分時間表示格示不一，請統一。 2. 有關報告中之敘述內容與圖表呈現不一致，請再次檢視正確性。 3. 建議對於評估指標中的反查率正確性，勿用陽性名詞，請統一名詞表示。 4. 報告中均依業務單位需求完成各項工作，審查通過。	1. 感謝委員的指正，遵照辦理。 2. 感謝委員的指正，遵照辦理。 3. 感謝委員建議，遵照辦理，會於期中修正報告中，將陽性名詞更改為實際有裂流發生案例。 4. 感謝委員肯定。
(三) 林委員秉煜	
1. 過去成果豐富，值得肯定，報告書中的54頁，清楚說明了裂流案例的海氣象環境條件，可初步讓民眾和防災單位對裂流的認識。建議，台灣地區因為裂流發生的案例，可能大多屬於暖季的時候，民眾在海邊戲水而造成遺憾，可以將這些數據再進一步做5-10月的統計結果，	1. 感謝委員的建議。目前分析的資料僅外澳海域有完整一整年的資料，大里、福隆和沙崙僅2月至12月的資料。在後半年計畫執行期間，本計畫會持續分析裂流影像蒐集案例，並對不同時間進行分析(如不同季節)，同時亦會對水域遊憩活動熱門時間點進行更深入的探討，同時

<p>看一下結果是否和整體有差異，畢竟冷季在這些地形多受東北季風影響，風浪皆大，民眾的警覺性比暖季的時候高。</p> <p>2. 同上，未來在預報系統的校驗，也請考慮整體的結果及暖季時段的結果，希望暖季結果要比較好，才有達到預警的目的，如果比較不好，那也可以知道預報上的困難度。</p> <p>3. 另，大家多認為 AI 是黑箱，不過在深度學習，似乎有部分方式(SOM?)，可以瞭解輸入參數的權重，未來也可以用某些方法來看裂流的發生，可能是由輸入參數的哪項全中較高?可以透過此方法更認識裂流發生的因子。</p> <p>4. 錯字、缺漏:P. 22倒數第二行，影像如??;P. 30 倒數第 6 行，光”世”代;P. 41倒數第11行，又”屬”粒礁岩;P. 67第一段，分別為:??;P. 91第二段第三行，”變”動地。</p>	<p>將研究成果於期末報告中詳述。</p> <p>2. 感謝委員的建議。期中報告僅先對 2022/9月進行校驗，檢視數值模式精進後對於裂流預報的能力是否有所提升。於後半年計畫執行期間，將會延續前期計畫的作法，進行長期現場波流場的模擬，並與現場觀測進行比對，藉此提高本計畫掌握數值模式模擬裂流的能力。</p> <p>3. 感謝委員的建議。本計畫於前期計畫層利用 ANN 經驗統計模式進行敏感性分析，透過該方法本計畫在7個因子中發現，波向、波高和海灘類型參數對於裂流的發生有較高的影響程度。於期末報告時會參考前期計畫的方法，再次評估目前11個因子分別對於裂流發生的敏感性。</p> <p>4. 感謝委員的指正，遵照辦理。</p>
(四)陳委員文俊	
<p>1. 本報告已涵蓋期中進度各工作項目之成果，且內容豐富，給予委辦單位及執行團隊之努力肯定。</p> <p>2. 有關將整段裂流動態影片壓縮存成3分鐘內的影片，是否可涵蓋延時長達10小時之裂流影片？</p> <p>3. 表2-2 能否增列各位置之發生機率及最長及最小之裂流延時？（或以四個測站呈現）。</p> <p>4. 報告敘述裂流皆發生於高水位時（即水位高於平均潮位），是否代表低潮位時</p>	<p>1. 感謝委員肯定。</p> <p>2. 影像壓縮技術僅是將影片的影像格速率進行調整，理論上可以達到無限大(僅需記憶體夠大及可)，以10小時影片為例，將原使影像每秒截取2張影像壓縮至3分鐘的影片，影像格速率(frame per second)為400，經本計畫測試並無任何的問題。且觀看者若覺得影像撥放過快，仍可透過程式將影片分割成各幀的影像來進行檢視。</p> <p>3. 感謝委員建議，會於期中修正報告進行補充。</p> <p>4. 根據圖2-32統計結果所示，在低水位(水位低於平均潮位)時仍有裂流發生，僅是</p>

<p>不會發生裂流？抑或因低潮位時離岸較遠，受限影像解析而不易判釋？數模能否驗證看看？</p> <p>5. 因為 AI 辨識裂流訓練皆以有裂流之案例為樣本，為何不加入無裂流案例？另為何會有 AI 辨識有裂流實際無裂流之訓練結果？（樣本實際都有裂流）</p> <p>6. 有關數模中發現有裂流向下層傳遞至底層之現象，不知如強度不大時，是否可傳遞至底床？或可看看不同裂流可向下傳遞至何水深？（或可傳遞之最大相對水深？概裂流所在水深淺可能可傳遞至底床，如發生位置水深大，可能無法傳遞至底床）。</p> <p>7. 有向下傳遞現象之裂流延時長達10小時，而僅在表層之裂流延時僅2小時，則本計畫所監測裂流依據團隊經驗或模擬結果而言，是否有向下傳遞之特性？</p>	<p>從統計結果發現有超過50%的案例裂流發生時水位是大於平均潮位的。在裂流監測站觀測上，本計畫亦有考慮到坡度和漲退潮對於碎波帶位置變動的問題，在新北市沙崙監測站所設置的兩支攝影機就是分別觀測高水位和低水位時碎波帶的位置，而其餘三座監測站均在設備調整階段時均以確認漲退潮期間的碎波帶均在拍攝範圍內。</p> <p>5. 本計畫所採用的 YOLOv7 深度學習演算法，在進行模式訓練時會對影像進行標籤(LabelImg)將裂流發生的位置標示出來，藉此讓模式訓練裂流的影像(標籤內的位置)以及背景影像(即沒有裂流的影像，標籤外的位置)。在進行模型校驗的時候，會從影像中截取沒有裂流的影像位置，作為計算評估指標或誤差中沒有裂流的案例。</p> <p>6. 感謝委員的建議。目前數值模式以宜蘭縣外澳海域為研究區域，該海域底床坡度平緩(不到0.01)，所以當水深達到3 m時(期中報告討論的最大深度)，已經距離海岸線 300 米左右，根據文獻(Castelle et al., 2012)裂流長度約在100-200米，幾乎不會有裂流發生，而初步從數值模式模擬的結果來看，在這個位置的流場無論底床或表層主要受到潮流影響(呈現往返的趨勢)。此外，於期末報告在不同水深下裂流的探討，會增加相對水深的資訊，更加深入水深對於裂流的影響。</p> <p>7. 本計畫在現場觀測上，採用的是光學影像觀測，透過碎波帶特徵來辨識裂流發生與否，故目前無法透過觀測來檢視是否有向下傳遞的現象，但從數值模式的結果來看，在進行現場波流場模擬是有看到此類現象，期中報告中圖4-12就是宜蘭縣外澳海域2022/09/06的現場波流場模擬結果。</p>
--	---

<p>8. 經驗預測模式仍是作為預警之主軸，雖衛星影像之正確率、回應率皆不如岸邊影像，於有裂流好發潛勢之戲水海浴如受限經費尚無法建置攝影監測站或無適當位置電源可建置之海浴是否可利用衛星影像作為應用？</p>	<p>8. 感謝委員的建議。在前期計畫中，有透過衛星影像蒐集裂流案例，然單一海域的資料數量稀少(平均一月僅1-2張影像)，加上經驗統計模式是基於大量的案例透過 AI 方法學習之結果，故本計畫認為較不可行。</p>
<p>(五) 簡委員仲璟</p>	
<p>1. 本研究針對不確定性極高的裂流透過影像辨識、數值模式、經驗模式等一系列方法嘗試建立一套符合作業化預警系統，目前已有相當價值的成果，未來實務的應用將可具體實現，工作團隊的努力值得肯定。</p> <p>2. 後續預警的資訊包括哪些?是否包括裂流的位置、範圍、流速及持續時間?裂流數值模式是否有地域性?是否要考慮海灘地形水深的變化?(尤其颱風侵襲後)</p> <p>3. 有沒有裂流發生主要是碎波帶內有沒有斷裂作為判斷。換言之是否碎波帶完整就沒有裂流?</p> <p>4. AI 辨識使用522張影像，其中訓練、驗證和測試各是幾張?影像有區分不同的</p>	<p>1. 感謝委員肯定。</p> <p>2. 裂流的危害是有急迫性的。目前希冀能盡快將作業化裂流預警系統實務運行，初步規劃在裂流數值模式可提供裂流的位置、範圍和持續時間，經驗統計模式則是以整個海灘提裂流是否會發生以及持續的時間，後續本執行團隊會持續與中央氣象署研議，逐漸提供預警所需要的資訊。裂流易受地形影響，是會受到地域性的影響，在不同的海域對水深地形網格的建置均需要仔細設計方能良好的描述裂流的現象。地形的變化亦是裂流數值模擬的一大挑戰，本計畫目前所使用的是近五年的所測量的地形資料，加上近幾年颱風數量少，地形的變化並不太大，仍可協助本計畫進行研究和數值預測模式的建置。但如上文所述，裂流具有地域性，後續在實務運行數值預報模式時，可直接對裂流熱點地區的水深資料進行更新及可沿用本計畫所建置模式進行預報。</p> <p>3. 本計畫在辨識裂流的主要準則，除碎波帶是否斷裂外，當有浪花、懸浮物向外海延伸時，無論碎波帶是否斷裂，本計畫亦認為影像中有裂流發生。</p> <p>4. 感謝委員的建議。訓練、驗證和測試資料是以7:1:2的比例隨機從522張影像中</p>

<p>海灘?利用 AI 辨識的作業時間是否縮短?</p> <p>5. 裂流預報模式之陸地邊界由固定改為變動，其詳細情形再補充說明。</p> <p>6. 文章內容中同音錯別字較多，請再檢視後修正。</p>	<p>進行挑選(即訓練350張、驗證50張、測試100張)，且為方便評估指標的計算僅挑選500張作為模式建置的資料。AI 影像辨識模型是有地域性的，由於拍攝角度、背景環境以及裂流型態等均有所不同，不同的海灘會建置各自的 AI 影像辨識模型。前期計畫以影像處理為基礎所建置的辨識模型，辨識一張影像需要數分鐘，而 AI 影像辨識模型的辨識速率可達40 fps (即每秒可辨識40張影像)。</p> <p>5. 感謝委員的建議。邊界的改動主要有三，(一)陸域邊界為置由水深線0 m，往高程1.5 m移動、(二)垂直網格採用 LSC2 網格減少水深較淺區域的垂直網格層數，降低近岸雜訊強流的發生、(三)提高近岸網格的解析度由5 m(前期計畫)提高至1 m，提高模式對乾濕網格的辨識度，詳細情形會於期末報告中進行詳述。</p> <p>6. 感謝委員的指正。會於期中修正報告依照辦理。</p>
---	--

九、審查結果：

審查通過，仍請廠商依審查委員意見修改期中報告書。

十、散會。(上午11時50分)

附件:執行單位及委員簽到

交通部中央氣象署
「海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)」案
期中報告審查會議簽到表

- 一、案名：海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)
- 二、廠商名稱：財團法人成大研究發展基金會
- 三、評選日期：113年7月17日(星期三)10時30分
- 四、地點：本署311會議室
- 五、主持人：齊祿祥組長 紀錄：林芳如
- 六、出席人員：
審查委員：

單位	姓名	簽名
國立嘉義大學土木與水資源工程學系	陳文俊 副教授	視訊參加(簽名如後)
港灣技術研究中心	簡仲環 科長	簡仲環
中央氣象署 海象氣候組	洪景山 組長	洪景山
中央氣象署 大氣觀測組	齊祿祥 組長	齊祿祥
中央氣象署 預報中心	林秉煜 技正	林秉煜

業務單位：朱啓豪

廠商：岑政翰

交通部中央氣象署
「海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)」案
期中報告審查會議簽到表

- 一、案名：海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)
二、廠商名稱：財團法人成大研究發展基金會
三、評選日期：113年7月17日(星期三)10時30分
四、地點：本署311會議室
五、主持人：齊祿祥組長
六、出席人員：
審查委員：

紀錄：林芳如

單位	姓名	簽名
國立嘉義大學土木與 水資源工程學系	陳文俊 副教授	陳文俊
港灣技術研究中心	簡仲環 科長	
中央氣象署 海象氣候組	洪景山 組長	
中央氣象署 大氣觀測組	齊祿祥 組長	
中央氣象署 預報中心	林秉煜 技正	

業務單位：

廠商：

附錄三 期末報告審查會議紀錄

交通部中央氣象署

「海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)」案

期末報告審查會議紀錄

一、計畫名稱：海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)

二、廠商名稱：財團法人成大研究發展基金會

三、審查日期：113年12月16日（星期一）14時00分

四、地點：本署617會議室

五、主持人：齊祿祥組長

六、出席人員：簡委員仲璟、陳委員文俊(視訊)、林委員秉煜

計畫主持人-蔡政翰教授(如附件簽到表)

七、期中工作簡報成果：(略)

八、審查意見與回覆：

紀錄：林芳如

委員意見	廠商回覆
(一) 齊委員祿祥	
1. 報告內容完整豐富，均依業務單位需求，完成各項工作，惟部分文字錯誤，請修正。 2. 本期計畫均依業務單位需求完成審查通過。	1. 感謝委員的肯定和指正，遵照辦理。 2. 感謝委員的肯定。
(三) 林委員秉煜	
1. 對團隊豐富的成果發表表示肯定 2. Camera 架設場遇建議，是否影響影像辨識準確率？未來因應各縣市需求，可能去思考。 3. 投影片 p41的預警模式架構，並無看到監測 camera 在內，補足模式預測無法100%的監測預警功能，未來是否有考量？	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員的建議。目前根據過往攝影機建置的經驗，拍攝角度大於45度時對於辨識裂流會有較好的效果(如宜蘭縣外澳監測站)，然並非每一個位置都有如此良好的建站地點，倘若拍攝的位置不夠高、角度不夠大，則可能透過增加攝影機的數量來去解決拍攝角度不夠高的問題。 3. 感謝委員的建議。本計畫所規劃的作業化裂流預警模式，僅完全針對裂流預測作業項目進行考量。對於即時警示的作業，在第二期後兩年度的計畫中，已有規劃透過邊緣運算和人工智慧 AI 影像辨

<p>4. 投影片 p26觀測有裂流，模擬無裂流65小時，可以說明這65小時的天氣條件大致為何?是惡劣天氣嗎?</p>	<p>識的技術，建立乙套作業化的裂流即時警示系統。</p> <p>4. 根據過往影像辨識裂流案例的分析和數值模式模擬的結果，裂流發生的時候海氣象條件並不會太過惡劣(浪高大於3米後幾乎無裂流現象)，主要仍出現在於平時民眾可能可以進行遊憩的海氣象情況。而目前模式較無法成功模擬出現場裂流現象主要的情形，大致是位於外澳海灘中央(港澳溪出海口左右兩側)，由於該地方的地形較容易變遷，這使得模式較無法良好的模擬出裂流發生的位置，但當現場發生裂流的時候，模式仍可以在其他位置上模擬出裂流的現象。</p>
<p>(四)陳委員文俊</p>	
<p>1. 本計畫執行內容符合契約要求，成果也極為良好。給予委辦單位與執行團隊之配合與努力肯定。</p> <p>2. AI 影像辨識中以彩色平均影像有最佳之辨識效果,不知目前係取多久的影像延時進行影像平均?另照度(早晨、正午、黃昏時段)是否會影響平均影響辨識效果?</p> <p>3. P98敘述裂流3維水動力模式今年因為水平網格之調整,模擬範圍增至台灣周圍海域及水深增加至8000m,因裂流大都發生於近岸,且深度也不深,模式水平及垂直範圍之增大可提升裂流模擬預測精度之增加主要原因在哪裡?範圍與深度之增加,是否使模式模擬預測時間拉長?</p>	<p>1. 感謝委員肯定。</p> <p>2. 目前本計畫進行影像平均是根據前期計畫研究成果,並根據裂流發生延時(數十分鐘至數小時),最終每十分鐘影像以1FPS(frame per second)的頻率進行平均。而 AI 影像辨識技術是透過人工的方式告知模型影像中裂流發生的位置,所以在訓練資料夠多的情況下,緊要人為方是能夠辨識出裂流,模型亦可以辨識出裂流。</p> <p>3. 本計畫目前對於模式網格範圍擴大,主要有兩原因,其一是使模式可以考慮到範圍較大的海象(如湧浪、黑潮等現象);其二則是解決邊界條件解析度的問題,由於邊界條件係採用大範圍海氣象模式模擬的結果,若模擬範圍過小,則邊界條件頂多只有1至2的數值,使得數值運算到近岸後無法反應真實的現場情況。此外,本計畫在擴大模擬範圍的同時亦有考慮運算效率的問題,所以在建置網格的部分,在外海的部分網格解析度最大到8公里,並且僅在外澳海灘離岸</p>

<p>4. 3維數值模擬發現裂流於表層發生3小時候會有向下傳遞,也發現向下傳遞之最大相對深度及最大流速等,不知目前於影響中能否可發現此一現象?(由表4-4標題是否有配合觀測資料發現?)。另外,是否如能給予驗證,概可提升本計畫於應用及學術上之價值。建議如經費有限,未來可採租用 ADCP 方式驗證,以獲得本計畫更加之效益。</p> <p>5. 經驗預測模式中,本計畫今年將11個影響裂流行程之主要因子給予篩除一個後進行敏感度分析,而得到以波高、流速、海灘類型、風向為主要的影響因素。未來或可僅以此四個因子進行模擬預測,如準確率與目前採11個因子模擬結果沒有太大差異,或可以此架構建立經驗統計預測模式,可簡化模式之資料蒐集、輸入與分析。</p> <p>6. 今年有數個侵台颱風,明年加入今年影像分析後,可比較颱風發生月份之裂流次數、強度等是否有明顯差異。</p>	<p>1公里以內的範圍加密,同時垂直網格更是從41層的 SZ 混和網格,更改為根據水深調整的 LCS2網格,故整體網格數量與前期計畫並無太大差異。</p> <p>4. 感謝委員的建議。根據數值模式模擬的結果,目前僅發現裂流會向下傳遞,但並未探討裂流流速發生最大的位置。另,根據模式模擬的結果當裂流向傳遞時,表層仍是存在裂流的現象,而當表層裂流現象消失後,在一小時內,下層水深的裂流亦會隨之消失。在現場試驗的部分,若能夠透過 ADCP 方式協助本計畫驗證模式或是影像觀測結果,將能夠大幅提高研究的可信度,在地點上由於外澳海灘本計畫已有相當長期的分析,可能發生裂流的位置有一定的了解,屆時若要進行現場試驗則可於這些容易發生裂流的位置進行 ADCP 的布放,不僅可以更容易地觀測到裂流,亦可減少 ADCP 布放的時間,降低實驗成本。</p> <p>5. 感謝委員的建議。根據目前敏感性分析的結果,這四項因子的敏感性均達到10%(模型目前11項因子全部輸入的準確率為70%,故少任何一個因子將降低5-6%的準確率),故本計畫仍建議在建置模型和後續預測模型時仍以全部11個因子進行輸入。而在效率的部分,由於ANN模型僅在訓練時需要較久的時間,但在後續預測時運算速率是相當的快速,每秒至少可以預測數百至數千筆的資料,故有足夠的能力執行作業化預警作業。</p> <p>6. 感謝委員的建議。根據研究成果,可以知道裂流發生的海氣象條件通常不會過於惡劣,故在颱風較多的月份通常裂流發生的頻率會降低,但本計畫發現在颱風過後由於地形變遷的影響,可能裂流發生的位置和次數會有明顯的差異,明(2025年)度對於裂流歷史案例的探討將會增加該工項的探討。</p>
---	--

(五) 簡委員仲環	
<p>1. 本計畫大致依預定期程完成各項工作，並達成預定成果，研究團隊努力值得肯定。</p> <p>2. 潮位變化較大且坡度較平緩之海岸其水深地形隨潮位之高低可能有較大之差異，此時數值模式之影響如何?是否已變動邊界處理。</p> <p>3. 裂流除具有地域性，在海氣象環境背景上是否也有條件性?</p> <p>4. 裂流監測若能即時準確進行影像辨識則建議可和數值模式及經驗模式共同建構完整之預警系統。</p>	<p>1. 感謝委員肯定。</p> <p>2. 感謝委員的建議。對於該情形今(2024年)度確實已透過變動邊界進行處理，透過將模擬的網格多往陸地高程5米進行建置，並透過水位變化讓模式在進行每次時間步長運算的時候，自行判斷乾溼網格(當三角網格中有兩個節點高程低於水位，則為濕網格)，藉此可以考慮到高潮位時，海灘上地形對於近岸環流的影響。</p> <p>3. 裂流的地域性主要是由於當地的地形水深所造成的，而造成裂流發生的原因則是地形水深和海氣象條件交互作用影響下所發生的，根據目前本計畫所建置的四座監測站分析結果來看，在有漕溝、沙壩和結構物旁，裂流較容易發生，所受海氣象條件的影響較小(即裂流發生當下，周遭海氣象出現的條件範圍較大)，但整體而言裂流發生的海氣象條件差異仍介於一定範圍內，並沒有太大的差異。</p> <p>4. 感謝委員的建議。本計畫為第二期第一年度的計畫，今(2024年)度已完成作業化裂流預警模式架構的規劃，於翌年將會透過邊緣運算和 AI 影像辨識的技術，建立並規劃乙套現場即時裂流影像辨識及警示系統。</p>

九、審查結果：

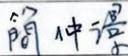
審查通過，仍請廠商依審查委員意見修改期末報告書。

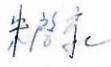
十、散會。(下午16時00分)

附件:執行單位及委員簽到

交通部中央氣象署
「海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)」案
期末報告審查會議簽到表

- 一、案名：海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)
二、廠商名稱：財團法人成大研究發展基金會
三、會議時間：113年12月16日(星期一)14時00分
四、地點：本署617會議室
五、主持人： 紀錄：林芳如
六、出席人員：
審查委員：

單位	姓名	簽名
國立嘉義大學土木與水資源工程學系	陳文俊 副教授	
港灣技術研究中心	簡仲環 科長	
中央氣象署 海象氣候組	洪景山 組長	請假
中央氣象署 大氣觀測組	齊祿祥 組長	
中央氣象署 預報中心	林秉煜 技正	

業務單位：

廠商：





交通部中央氣象署
「海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)」案
期末報告審查會議簽到表

- 一、案名：海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)
二、廠商名稱：財團法人成大研究發展基金會
三、會議時間：113年12月16日(星期一)14時00分
四、地點：本署617會議室
五、主持人：紀錄：林芳如
六、出席人員：
審查委員：

單位	姓名	簽名
國立嘉義大學土木與 水資源工程學系	陳文俊 副教授	陳文俊
港灣技術研究中心	簡仲環 科長	
中央氣象署 海象氣候組	洪景山 組長	
中央氣象署 大氣觀測組	齊祿祥 組長	
中央氣象署 預報中心	林秉煜 技正	

「海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)」

期末報告

審查回復意見表

廠商:財團法人成大研究發展基金會

案號:113031A

執行單位主持人:蔡政翰

同意廠商意見回復:		
單位	委員	簽名或處理情形
國立嘉義大學土木與水資源工程學系	陳文俊 副教授	同意,如附件電郵
港灣技術研究中心	簡仲璟 科長	同意,如附件電郵
中央氣象署 海象氣候組	洪景山 組長	
中央氣象署 大氣觀測組	齊祿祥 組長	
中央氣象署 預報中心	林秉煜 技正	

承辦單位處理意見:

同意通過。

技正林芳如

1223/0917

科長朱啟豪

1223/0920

副組長潘琦

1223/1115

組長洪景山

1223/1116

附錄四 第一次工作會議紀錄

「海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)」計畫案 【113年3月工作會議紀錄】

時間：113年3月29日(五)上午10:00

地點：視訊會議

主席：齊祿祥副組長

出席人員：海象中心：朱啟豪科長、林芳如技正、陳琬婷研究助理

財團發人成大研究發展基金會：蔡政翰教授、董東璟教授、王敘民博士、
陳威成博士

記錄：陳琬婷研究助理

壹、工作進度簡報：

計畫執行進度報告(略)。

貳、討論及決議事項：

1. 依據 schism 模式發展者張應龍博士的建議，目前已調整模式範圍、網格與水深設置、schism 與 WWM 之耦合步長、邊界條件輸入筆數等，透過上述調整，可降低模式運算所需資源，並改善模擬結果。
2. 影像辨識方面，今年度引進 YOLOv7 即時物件偵測 AI 技術及影像擴增方法，可提高裂流影像之判釋成功率和精確度。若搭配 GPU 執行，可再提高計算效率。
3. 目前裂流的光學監測攝影機無簽訂維護合約，若發生故障狀況則以叫修方式處理。待環臺異常波浪光學監測站建置完成後，未來氣象署規劃建立維護合約方式進行監測站維運。
4. 影像分析方面，僅用白天的影像進行裂流案例判識，夜間影像無法使用。考量海岸遊憩都於日間進行，日後裂流預警亦以日間為主，若有夜間裂流預警需求，則可用數值模式進行預報模擬。

參、散會：11時20分

陳閱長官

陳琬婷

0410/1400

科長朱啟豪

0410/1150

副組長齊祿祥

2610/1852

附錄五 第二次工作會議記錄

「海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)」計畫案 【113年5月工作會議紀錄】

時間：113年5月20日(一)上午10:00

地點：視訊會議

主席：齊祿祥副組長

出席人員：海象中心：齊祿祥副組長、朱啟豪科長、林芳如技正、陳琬婷研究助理

財團發人成大研究發展基金會：蔡政翰教授、董東環教授、王敘民博士、
陳威成博士

記錄：王敘民研究助理

壹、工作進度簡報：

計畫執行進度報告(略)。

貳、討論及決議事項：

1. 透過將 SCHISM 模式由固定邊界提升至變動邊界，以及降低模計算所需步長、邊界條件輸入簡化，降低模式所需資源，並改善水動力和裂流驗證的正確性和合理性。
2. 目前已蒐集現行之國外裂流預報系統，包含美國 NOAA 和韓國 KMA 所開發的統計和數值預報模式，其中應用及展示的成果，可作為本案作業化系統之參考。
3. 影像辨識方面，今年度引進 YOLOv7 即時物件偵測 AI 技術，並透過影像擴增方法，提高裂流影像之判釋成功率和運算效率，為後續即時監測作業奠定基石。

參、散會：11時20分

陳閱長官

陳琬婷

0528/1520

科長朱啟豪

0528/1600

副組長齊祿祥

0530/0900

組長洪景山

0530/0930

附錄六 第三次工作會議記錄

「海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)」計畫案 【113年8月工作會議紀錄】

時間：113年8月28日(三) 上午 10:00

地點：視訊會議

主席：林芳如 技正

出席人員：中央氣象署：陳琬婷研究助理

財團發人成大研究發展基金會：蔡政翰教授、董東環教授、王敘民博士、
陳威成博士

記錄：王敘民研究助理

壹、工作進度簡報：

計畫執行進度報告(略)。

貳、討論及決議事項：

1. 裂流監測站與瘋狗浪監測站所觀測的影像資料均儲存於同一台伺服器，目前瘋狗浪影像已規劃於該伺服器進行分析，期能近即時判識瘋狗浪案例。若裂流影像資料判識程式於同台伺服器執行，請研究團隊評估該機是否能負荷。
2. 裂流光學影像監測站自2021年至今已有超過2年以上的觀測資料，請研究團隊評估中央氣象署是否需要備影像資料，若需備份亦請研究團隊規劃備份的相關事宜。

參、散會：10時50分

陳閱長官
0902/1100

技正林芳如
0902/1357

附錄七 第四次工作會議記錄

「海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)」計畫案 【113年10月工作會議紀錄】

時間：113年10月22日(三)上午10:00

地點：視訊會議

主席：潘琦 副組長

出席人員：海象氣候組：呂理弘簡任技正、朱啟豪科長、林芳如技正、陳琬婷研究助理

財團發人成大研究發展基金會：蔡政翰教授、董東璟教授、王敘民博士

記錄：王敘民

壹、工作進度簡報：

計畫執行進度報告(略)。

貳、討論及決議事項：

1. 目前作業化裂流預警雛型模式所使用之核心技術已初步建置完成，請研究團隊規劃將預警模式移植至氣象署所需之運作環境。近期氣象署將擴增 GPU 運算資源，亦請研發團隊評估是否適宜使用。
2. 目前中央氣象署已依裂流好發地點建置4座裂流光學影像監測站，但監測站位置主要位於臺灣東北角海域，考量區域平衡理念，請研究團隊評估各臨海縣市裂流潛勢發生熱點，並提出監測站點建置先後順序清單供參。

參、散會：10時50分

陳閱長官

陳琦
1029/1130

科長朱啟豪

1029/1130

副組長潘琦

1029/1100

附錄八 裂流案例與海氣象資料統計表

編號	位置	起始時間	結束時間	示性波高(m)		平均週期(s)		尖峰週期(s)		與海岸線夾角(°)		平均風速(m/s)		水位(cm)		Ω		RTR		流向(°)		流速(m/s)	
				最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	最小值
1	1	2021110106	2021110111	0.9	0.8	6.8	5.6	7.7	5.9	48.5	14.5	4.0	1.7	92.0	-489.0	4.2	3.4	1.4	1.2	62.5	-34.6	0.3	0.3
2	11	2021110106	2021110114	1.0	0.8	6.8	4.6	7.7	5.9	48.5	14.5	8.8	1.7	148.0	-489.0	4.6	3.4	1.5	1.2	62.5	-34.6	0.2	0.2
3	1	2021110207	2021110214	1.2	0.7	7.1	5.3	8.3	5.8	71.5	3.5	6.4	2.4	129.0	-492.0	5.0	3.0	1.5	1.0	83.6	-43.5	0.2	0.2
4	7	2021110208	2021110214	1.2	0.7	7.0	5.3	8.3	5.8	71.5	14.5	6.4	2.4	80.0	-492.0	5.0	3.0	1.5	1.0	83.6	-43.5	0.2	0.2
5	11	2021110208	2021110213	1.2	0.7	7.0	5.4	8.3	6.0	71.5	14.5	6.4	2.4	-120.0	-492.0	5.0	3.0	1.5	1.0	83.6	-31.6	0.2	0.2
6	7	2021110109	2021110112	1.0	0.8	6.4	5.3	6.7	5.9	48.5	14.5	8.0	1.7	-291.0	-489.0	4.5	3.5	1.3	1.2	62.5	13.5	0.2	0.2
7	9	2021110109	2021110112	1.0	0.8	6.4	5.3	6.7	5.9	48.5	14.5	8.0	1.7	-291.0	-489.0	4.5	3.5	1.3	1.2	62.5	13.5	0.2	0.2
8	9	2021110209	2021110213	1.2	0.7	6.5	5.4	7.7	6.0	71.5	14.5	6.4	2.4	-191.0	-492.0	5.0	3.0	1.5	1.0	83.6	-31.6	0.2	0.2
9	1	2021110315	2021110316	1.3	1.1	5.8	5.8	7.7	6.7	48.5	37.5	6.0	5.3	529.0	246.0	5.4	4.8	1.0	0.9	-69.6	-84.5	0.1	0.1
10	11	2021110409	2021110415	1.1	0.6	6.3	4.9	8.2	6.0	59.5	14.5	3.6	1.2	204.0	-435.0	4.9	2.9	1.7	1.1	84.6	-38.6	0.3	0.3
11	7	2021110410	2021110414	1.1	0.7	6.3	5.2	8.2	6.1	59.5	14.5	3.6	1.2	-137.0	-435.0	4.8	3.3	1.4	1.1	80.5	-15.6	0.4	0.4
12	9	2021110410	2021110414	1.1	0.7	6.3	5.2	8.2	6.1	59.5	14.5	3.6	1.2	-137.0	-435.0	4.8	3.3	1.4	1.1	80.5	-15.6	0.4	0.4
13	11	2021110510	2021110515	1.1	0.7	6.1	5.0	7.3	5.8	63.6	41.6	4.9	1.5	155.0	-316.0	5.3	3.3	1.6	1.1	59.6	-39.6	0.2	0.2
14	4	2021111609	2021111613	1.0	0.7	6.1	5.7	8.6	6.4	52.6	26.5	3.1	1.2	-40.0	-313.0	4.5	3.3	1.5	1.1	85.6	-47.6	0.2	0.2
15	2	2021111706	2021111708	1.1	1.0	6.1	6.0	7.5	6.8	86.6	37.5	2.9	1.5	346.0	96.0	4.6	4.3	1.1	1.0	-38.6	-79.6	0.1	0.1
16	2	2021111713	2021111716	1.3	1.1	6.1	5.6	8.5	6.8	86.6	30.6	2.6	2.4	463.0	-108.0	5.3	4.7	1.0	0.9	85.5	16.6	0.0	0.0
17	4	2021111713	2021111714	1.3	1.1	6.1	5.9	8.5	7.4	71.5	30.6	2.4	2.4	98.0	-108.0	5.2	4.7	1.0	0.9	85.5	66.6	0.1	0.1
18	2	2021111806	2021111809	1.0	0.7	6.1	4.6	9.8	8.0	75.6	41.6	7.7	5.2	484.0	118.0	4.9	3.2	1.5	1.2	-17.6	-82.5	0.1	0.1
19	2	2021111910	2021111914	1.3	0.7	7.2	6.1	8.9	7.6	71.5	14.5	7.2	3.1	128.0	-117.0	5.2	3.1	1.4	0.9	89.6	-53.6	0.2	0.2
20	2	2021112007	2021112011	1.5	1.0	6.1	5.5	8.8	8.1	37.5	14.5	8.0	6.2	535.0	61.0	5.9	4.5	1.1	0.8	-7.6	-85.6	0.3	0.3
21	8	2021112013	2021112014	1.5	1.4	5.9	5.8	7.8	7.7	26.5	26.5	7.1	6.4	33.0	-52.0	6.1	5.7	0.9	0.8	24.6	-71.6	0.1	0.1
22	2	2021112015	2021112017	1.4	1.2	5.6	5.4	7.6	6.4	82.5	48.5	6.4	4.3	553.0	192.0	5.8	5.1	1.0	0.9	25.6	-19.5	0.2	0.2
23	2	2021112508	2021112509	0.7	0.7	5.5	5.3	7.1	6.2	82.5	71.5	3.1	3.1	61.0	-69.0	3.5	3.3	1.6	1.6	-54.6	-59.6	0.2	0.2
24	2	2021112515	2021112515	0.8	0.8	5.5	5.5	5.5	5.5	14.5	14.5	2.0	2.0	8.0	8.0	3.7	3.7	1.4	1.4	77.5	77.5	0.2	0.2

25	4	2021120106	2021120112	19	14	64	58	11 1	91	14.5	-7.6	9.8	6.9	237.0	-284.0	7.1	54	09	07	-	-	-	-
26	3	2021120114	2021120117	17	14	68	63	11 3	93	26.5	14.5	8.3	6.9	612.0	411.0	60	52	08	07	-	-	-	-
27	8	2021121406	2021121410	16	13	64	60	96	82	48.5	3.5	3.5	1.1	-30.0	-289.0	59	51	09	08	-	-	-	-
28	8	2021121412	2021121416	17	11	64	58	94	75	63.6	26.5	2.0	1.3	326.0	-61.0	64	47	10	07	-	-	-	-
29	5	2021121506	2021121515	13	10	66	55	96	62	63.6	7.6	6.4	1.4	385.0	-142.0	52	42	11	09	-	-	-	-
30	8	2021121506	2021121515	13	10	66	55	96	62	63.6	7.6	6.4	1.4	385.0	-142.0	52	42	11	09	-	-	-	-
31	2	2021121512	2021121513	12	12	61	59	81	62	41.6	7.6	3.8	2.8	149.0	-4.0	50	50	10	09	-	-	-	-
32	4	2021121608	2021121609	09	09	63	59	94	91	30.6	30.6	1.9	1.9	114.0	-12.0	41	38	12	12	-	-	-	-
33	8	2021121610	2021121612	13	09	63	56	89	86	30.6	7.6	7.4	1.2	-9.0	-84.0	55	40	12	09	-	-	-	-
34	1	2021121909	2021121912	12	08	64	60	102	85	48.5	3.5	5.8	5.0	48.0	-192.0	47	38	13	09	-	-	-	-
35	1	2021122106	2021122111	10	08	56	52	89	53	75.6	41.6	2.3	1.8	200.0	-72.0	44	38	14	12	-	-	-	-
36	1	2021122114	2021122116	10	09	57	53	81	51	63.6	18.6	2.7	1.6	193.0	-20.0	45	43	13	12	50.6	50.6	02	02
37	8	2021122807	2021122812	12	10	68	60	94	77	26.5	-3.5	4.1	2.0	162.0	-477.0	47	44	1.1	09	23.6	-49.5	0.1	0.1
38	10	2021122808	2021122812	12	10	68	60	94	77	26.5	3.5	4.1	2.1	162.0	-439.0	47	44	1.1	09	23.6	-49.5	0.1	0.1
39	8	2021122910	2021122912	09	08	65	56	81	55	41.6	14.5	5.9	5.9	163.0	-152.0	41	36	13	12	79.6	20.6	0.1	0.1
40	10	2021122910	2021122912	09	08	65	56	81	55	41.6	14.5	5.9	5.9	163.0	-152.0	41	36	13	12	79.6	20.6	0.1	0.1
41	5	2021122910	2021122912	09	08	65	56	81	55	41.6	14.5	5.9	5.9	163.0	-152.0	41	36	13	12	79.6	20.6	0.1	0.1
42	8	2021122910	2021122912	09	08	65	56	81	55	41.6	14.5	5.9	5.9	163.0	-152.0	41	36	13	12	79.6	20.6	0.1	0.1
43	10	2021122910	2021122912	09	08	65	56	81	55	41.6	14.5	5.9	5.9	163.0	-152.0	41	36	13	12	79.6	20.6	0.1	0.1
44	5	2021122910	2021122912	09	08	65	56	81	55	41.6	14.5	5.9	5.9	163.0	-152.0	41	36	13	12	79.6	20.6	0.1	0.1
45	8	2021123006	2021123011	15	12	55	53	78	73	14.5	3.5	9.7	8.4	24.0	-193.0	63	55	10	08	73.6	19.6	0.3	0.3
46	8	2021123006	2021123011	15	12	55	53	78	73	14.5	3.5	9.7	8.4	24.0	-193.0	63	55	10	08	73.6	19.6	0.3	0.3
47	10	2021123007	2021123010	15	12	55	53	78	74	14.5	3.5	9.7	8.7	-114.0	-193.0	63	55	10	08	73.6	60.6	0.3	0.3
48	10	2021123007	2021123010	15	12	55	53	78	74	14.5	3.5	9.7	8.7	-114.0	-193.0	63	55	10	08	73.6	60.6	0.3	0.3
49	8	2022010111	2022010112	10	10	61	60	82	78	26.5	7.6	5.6	5.2	-95.0	-167.0	45	43	1.1	1.1	75.5	-17.6	0.1	0.1
50	10	2022010111	2022010112	10	10	61	60	82	78	26.5	7.6	5.6	5.2	-95.0	-167.0	45	43	1.1	1.1	75.5	-17.6	0.1	0.1
51	5	2022010211	2022010214	14	11	57	54	83	74	26.5	14.5	8.8	7.0	107.0	-111.0	57	48	1.1	09	41.6	-27.6	0.1	0.1
52	5	2022010406	2022010410	11	09	51	48	73	64	48.5	26.5	8.4	6.8	347.0	-63.0	51	43	14	1.1	65.6	-73.5	0.1	0.1
53	5	2022010414	2022010417	14	12	58	53	76	68	37.5	26.5	9.3	7.8	439.0	-82.0	58	49	10	09	60.6	-35.6	0.1	0.1
54	2	2022011106	2022011112	22	18	57	50	91	66	14.5	3.5	13.4	9.8	243.0	-120.0	83	70	0.8	0.6	59.5	-21.5	0.2	0.2
55	5	2022020107	2022020107	08	08	54	54	80	80	48.5	48.5	2.8	2.8	453.0	453.0	38	38	1.5	1.5	-65.6	-65.6	0.1	0.1

56	2	2022021406	2022021407	1.1	0.9	5.8	5.1	8.6	8.3	26.5	14.5	7.2	7.0	389.0	339.0	4.7	4.3	1.3	1.1	-31.6	-53.5	0.1	0.1
57	8	2022021407	2022021407	0.9	0.9	5.1	5.1	8.3	8.3	26.5	26.5	7.0	7.0	389.0	389.0	4.3	4.3	1.3	1.3	-31.6	-31.6	0.1	0.1
58	10	2022021407	2022021407	0.9	0.9	5.1	5.1	8.3	8.3	26.5	26.5	7.0	7.0	389.0	389.0	4.3	4.3	1.3	1.3	-31.6	-31.6	0.1	0.1
59	6	2022021412	2022021414	1.7	1.0	6.1	5.4	8.8	7.5	37.5	14.5	8.9	6.8	256.0	18.0	6.3	4.7	1.1	0.7	-12.5	-22.5	0.1	0.1
60	8	2022021413	2022021416	1.7	1.3	6.1	5.4	9.3	8.1	14.5	14.5	8.9	7.6	523.0	135.0	6.3	5.2	0.9	0.7	-12.5	-54.5	0.1	0.1
61	10	2022021413	2022021416	1.7	1.3	6.1	5.4	9.3	8.1	14.5	14.5	8.9	7.6	523.0	135.0	6.3	5.2	0.9	0.7	-12.5	-54.5	0.1	0.1
62	6	2022021416	2022021418	1.4	1.1	6.2	6.0	9.4	8.8	26.5	14.5	8.0	5.4	601.0	348.0	5.5	4.6	1.0	0.9	-54.5	-72.5	0.2	0.2
63	2	2022021416	2022021418	1.4	1.1	6.2	6.0	9.4	8.8	26.5	14.5	8.0	5.4	601.0	348.0	5.5	4.6	1.0	0.9	-54.5	-72.5	0.2	0.2
64	8	2022021507	2022021511	1.1	1.0	6.2	5.6	9.1	8.1	48.5	14.5	7.5	2.0	434.0	-10.0	4.8	4.3	1.1	1.1	-41.6	-72.6	0.5	0.5
65	10	2022021507	2022021511	1.1	1.0	6.2	5.6	9.1	8.1	48.5	14.5	7.5	2.0	434.0	-10.0	4.8	4.3	1.1	1.1	-41.6	-72.6	0.5	0.5
66	6	2022021509	2022021517	1.5	0.9	6.3	5.7	9.1	7.1	59.5	26.5	6.4	1.3	626.0	-51.0	5.7	4.2	1.2	0.8	48.5	-57.6	0.2	0.2
67	1	2022021509	2022021515	1.5	0.9	6.2	5.8	8.9	7.1	59.5	37.5	6.4	1.3	301.0	-51.0	5.7	4.2	1.2	0.8	48.5	-57.6	0.2	0.2
68	8	2022021606	2022021611	1.9	1.6	6.4	5.9	9.1	8.3	37.5	14.5	10.5	8.2	537.0	15.0	6.6	5.9	0.8	0.7	-33.6	-60.6	0.6	0.6
69	6	2022021606	2022021608	1.9	1.6	6.4	5.9	8.8	8.3	26.5	26.5	8.2	8.2	537.0	401.0	6.6	5.9	0.8	0.7	-54.6	-60.6	0.6	0.6
70	10	2022021607	2022021611	1.9	1.6	6.4	6.3	9.1	8.8	37.5	14.5	10.5	8.2	537.0	15.0	6.6	5.9	0.8	0.7	-33.6	-60.6	0.7	0.7
71	10	2022030106	2022030106	0.6	0.6	6.1	6.1	8.3	8.3	52.6	52.6	-	-	399.0	399.0	2.8	2.8	1.7	1.7	-50.5	-50.5	0.0	0.0
72	4	2022031611	2022031613	0.8	0.7	5.7	5.2	8.5	6.6	59.5	26.5	6.6	1.6	0.0	-88.0	3.9	3.3	1.6	1.5	34.5	25.5	0.1	0.1
73	2	2022032013	2022032015	1.2	1.0	6.3	5.5	8.1	5.7	59.5	14.5	5.4	4.2	-401.0	-504.0	5.1	4.4	1.1	1.0	25.5	-28.6	0.3	0.3
74	11	2022032015	2022032017	1.2	1.1	5.7	5.0	6.4	4.7	59.5	26.5	5.4	2.7	112.0	-401.0	5.1	4.7	1.1	1.0	36.5	25.5	0.2	0.2
75	11	2022032308	2022032309	2.3	2.0	7.4	6.7	10.4	10.2	26.5	3.5	8.1	7.9	720.0	718.0	7.1	6.7	0.6	0.5	69.6	50.6	0.3	0.3
76	11	2022032411	2022032412	1.2	1.0	6.9	6.7	8.6	8.5	26.5	3.5	4.7	3.9	569.0	374.0	4.6	3.9	1.1	0.9	-4.6	-12.6	0.3	0.3
77	8	2022032614	2022032614	1.1	1.1	6.2	6.2	7.4	7.4	41.6	41.6	-	-	353.0	353.0	4.6	4.6	1.0	1.0	-64.5	-64.5	0.4	0.4
78	5	2022032614	2022032617	1.2	1.1	6.6	6.2	8.3	7.3	59.5	41.6	7.8	2.8	353.0	-113.0	4.8	4.6	1.0	0.9	-56.5	-83.5	0.1	0.1
79	9	2022040811	2022040813	1.1	1.0	6.5	6.3	7.2	6.7	86.6	3.5	3.9	2.3	276.0	33.0	4.4	4.2	1.1	1.0	-46.6	-78.6	0.5	0.5
80	9	2022040910	2022040913	1.2	0.8	6.2	5.7	9.3	7.1	82.5	41.6	1.7	1.2	290.0	168.0	5.2	3.5	1.4	1.0	27.6	-75.5	0.2	0.2
81	11	2022040910	2022040913	1.2	0.8	6.2	5.7	9.3	7.1	82.5	41.6	1.7	1.2	290.0	168.0	5.2	3.5	1.4	1.0	27.6	-75.5	0.2	0.2
82	1	2022040910	2022040911	1.2	1.0	6.2	5.7	9.3	8.5	82.5	52.6	1.5	1.2	290.0	274.0	5.2	4.2	1.1	1.0	27.6	-24.5	0.2	0.2
83	9	2022041207	2022041213	1.1	0.9	6.5	6.1	9.4	7.8	52.6	7.6	2.4	1.6	271.0	89.0	4.4	3.9	1.2	1.0	80.6	-17.5	0.1	0.1
84	4	2022041208	2022041211	1.0	0.9	6.5	6.1	9.3	7.8	30.6	7.6	2.4	1.6	209.0	89.0	4.2	3.9	1.2	1.0	80.6	-10.6	0.1	0.1
85	9	2022041406	2022041409	1.3	1.0	8.9	7.9	13.1	11.6	30.6	-3.5	3.5	1.2	584.0	160.0	4.1	3.6	1.0	0.8	-38.5	-64.5	0.2	0.2
86	2	2022041406	2022041407	1.3	1.0	8.8	7.9	13.1	12.1	30.6	7.6	1.2	1.2	584.0	493.0	4.1	3.6	1.0	0.8	-60.5	-64.5	0.3	0.3
87	9	2022041506	2022041507	1.7	1.5	7.1	6.5	10.8	10.6	48.5	37.5	7.6	6.0	638.0	587.0	5.8	5.5	0.8	0.7	-52.6	-65.6	0.4	0.4
88	8	2022050313	2022050316	2.0	1.4	6.3	5.9	7.8	7.5	37.5	3.5	8.9	5.2	-528.0	-721.0	7.2	5.6	0.9	0.7	75.5	45.6	0.1	0.1

89	9	2022050315	2022050316	2.0	1.4	5.9	5.9	7.8	7.8	37.5	14.5	8.9	6.8	-528.0	-701.0	7.2	5.7	0.9	0.7	54.6	49.6	0.3	0.3
90	5	2022050611	2022050614	1.1	0.6	6.6	5.3	10.6	6.7	26.5	3.5	8.3	5.2	249.0	-366.0	4.6	3.0	1.7	1.0	-53.5	-60.6	0.4	0.4
91	5	2022050611	2022050614	1.1	0.6	6.6	5.3	10.6	6.7	26.5	3.5	8.3	5.2	249.0	-366.0	4.6	3.0	1.7	1.0	-53.5	-60.6	0.4	0.4
92	8	2022050611	2022050614	1.1	0.6	6.6	5.3	10.6	6.7	26.5	3.5	8.3	5.2	249.0	-366.0	4.6	3.0	1.7	1.0	-53.5	-60.6	0.4	0.4
93	11	2022051706	2022051708	1.2	1.0	5.8	5.0	9.1	8.1	48.5	26.5	7.1	5.4	741.0	577.0	5.5	4.5	1.1	1.0	-16.6	-70.5	0.3	0.3
94	11	2022052215	2022052218	1.1	0.9	6.9	6.7	10.0	8.1	37.5	3.5	4.8	2.6	-94.0	-481.0	4.2	3.6	1.2	1.0	54.5	-45.6	0.3	0.3
95	2	2022052216	2022052216	0.9	0.9	6.8	6.8	8.1	8.1	26.5	26.5	4.8	4.8	-317.0	-317.0	3.6	3.6	1.2	1.2	-14.6	-14.6	0.5	0.5
96	1	2022060112	2022060113	0.3	0.3	5.0	5.0	7.3	5.5	52.6	52.6	1.2	1.2	-409.0	-580.0	2.1	1.9	3.3	3.0	2.5	-41.6	0.1	0.1
97	6	2022060606	2022060611	0.5	0.4	5.3	4.7	7.7	4.5	75.6	14.5	2.0	1.6	648.0	329.0	2.9	2.4	2.7	2.1	88.6	-30.6	0.2	0.2
98	5	2022061109	2022061112	0.9	0.6	5.6	5.1	6.8	6.2	52.6	30.6	5.5	2.5	-165.0	-338.0	4.4	3.2	1.7	1.3	62.6	-8.5	0.2	0.2
99	1	2022061209	2022061213	0.9	0.6	6.1	5.4	8.5	5.7	75.6	3.5	2.3	1.1	-210.0	-518.0	4.0	3.0	1.7	1.3	77.6	-13.5	0.2	0.2
100	1	2022061309	2022061315	1.0	0.6	6.1	5.0	8.8	5.5	75.6	14.5	4.4	1.3	34.0	-671.0	4.7	2.9	1.7	1.2	87.6	-22.5	0.2	0.2
101	10	2022061410	2022061413	0.7	0.6	6.2	5.7	7.4	6.6	52.6	30.6	2.9	1.9	-266.0	-803.0	3.3	2.9	1.7	1.5	49.6	-37.6	0.2	0.2
102	6	2022061912	2022061917	0.6	0.5	5.2	4.6	6.0	5.0	63.6	30.6	3.7	1.4	435.0	-536.0	3.3	2.8	2.2	1.8	81.5	-47.6	0.0	0.0
103	2	2022062509	2022062513	0.8	0.6	4.6	4.2	5.6	4.8	63.6	41.6	4.2	1.3	-159.0	-376.0	4.3	3.4	1.9	1.6	74.5	-9.5	0.2	0.2
104	11	2022062708	2022062714	0.9	0.6	5.2	4.9	7.8	5.9	63.6	41.6	4.7	1.9	161.0	-562.0	4.4	3.4	1.8	1.4	56.6	-13.6	0.1	0.1
105	10	2022062709	2022062714	0.9	0.6	5.2	4.9	7.8	5.9	63.6	41.6	4.7	1.9	-90.0	-562.0	4.4	3.4	1.8	1.4	56.6	-13.6	0.1	0.1
106	5	2022062806	2022062809	0.9	0.8	5.5	4.9	8.6	7.8	52.6	30.6	2.6	1.7	676.0	63.0	4.4	3.9	1.4	1.4	81.5	-40.6	0.1	0.1
107	6	2022062806	2022062806	0.8	0.8	5.0	5.0	8.2	8.2	30.6	30.6	1.7	1.7	676.0	676.0	4.1	4.1	1.4	1.4	-11.6	-11.6	0.1	0.1
108	11	2022062909	2022062914	1.5	1.1	5.9	5.5	9.3	4.9	52.6	30.6	7.6	6.7	251.0	-601.0	6.3	4.7	1.1	0.8	77.6	-30.6	0.2	0.2
109	4	2022063010	2022063015	1.4	0.9	5.5	5.0	8.3	6.7	63.6	30.6	7.2	5.9	148.0	-548.0	5.8	4.5	1.2	0.9	63.5	-8.6	0.3	0.3
110	11	2022070110	2022070115	1.3	1.0	5.9	5.8	8.8	7.1	86.6	52.6	6.3	3.0	305.0	-540.0	5.4	4.5	1.1	0.9	57.5	-16.6	0.2	0.2
111	8	2022070111	2022070115	1.3	1.1	5.9	5.8	8.5	7.1	86.6	52.6	6.3	3.0	28.0	-540.0	5.4	4.6	1.1	0.9	57.5	-5.6	0.2	0.2
112	3	2022070208	2022070209	0.9	0.7	6.3	5.3	8.1	7.3	30.6	30.6	-	-	816.0	731.0	3.7	3.5	1.6	1.2	-28.6	-56.5	0.0	0.0
113	2	2022070208	2022070211	0.9	0.7	6.9	5.3	10.8	7.3	30.6	-3.5	1.9	1.9	816.0	218.0	4.1	3.5	1.6	1.2	16.5	-56.5	0.0	0.0
114	9	2022070212	2022070216	1.0	0.7	7.1	6.2	9.1	8.2	86.6	18.6	2.5	1.1	-52.0	-492.0	3.9	3.2	1.5	1.0	85.6	-9.5	0.2	0.2
115	11	2022070214	2022070217	0.8	0.6	6.8	6.0	8.6	7.3	86.6	41.6	4.7	2.5	-189.0	-492.0	3.5	3.0	1.7	1.2	29.6	-34.5	0.4	0.4
116	3	2022070506	2022070511	0.6	0.5	5.5	5.2	6.7	6.1	41.6	30.6	3.4	1.1	714.0	241.0	3.2	2.7	2.1	1.8	76.5	-63.5	0.1	0.1
117	7	2022070506	2022070509	0.6	0.5	5.4	5.2	6.7	6.4	41.6	30.6	2.7	1.1	680.0	241.0	3.2	2.7	2.1	1.8	76.5	-63.5	0.1	0.1
118	11	2022071110	2022071111	0.5	0.5	4.8	4.8	4.4	4.4	63.6	63.6	4.3	3.4	-466.0	-510.0	2.7	2.7	2.3	2.3	68.6	65.5	0.3	0.3
119	8	2022071311	2022071314	0.5	0.4	5.6	5.2	9.3	6.7	63.6	30.6	2.6	1.8	-563.0	-809.0	2.6	2.1	2.5	2.2	84.5	60.5	0.1	0.1
120	11	2022071312	2022071314	0.5	0.4	5.5	5.2	9.1	6.7	63.6	30.6	2.4	1.8	-593.0	-809.0	2.6	2.2	2.5	2.2	84.5	60.5	0.1	0.1
121	11	2022071411	2022071417	1.3	0.4	6.1	4.2	8.3	7.2	63.6	30.6	6.1	3.1	116.0	-814.0	5.3	2.4	2.7	0.9	80.5	-42.5	0.3	0.3

122	8	2022071411	2022071412	0.6	0.4	6.1	4.8	8.3	7.8	63.6	30.6	3.5	3.2	-359.0	-635.0	3.0	2.4	2.7	1.6	80.5	48.5	0.4	0.4
123	3	2022081809	2022081810	0.7	0.5	5.0	5.0	6.5	6.0	52.6	41.6	4.3	1.1	493.0	354.0	3.8	3.0	2.0	1.6	-69.5	-78.5	0.3	0.3
124	8	2022081906	2022081912	1.1	0.9	5.1	4.7	7.6	5.3	52.6	30.6	6.5	1.4	336.0	-170.0	5.1	4.5	1.4	1.2	-1.6	-71.6	0.2	0.2
125	11	2022081907	2022081912	1.1	0.9	5.1	4.7	7.6	5.3	52.6	30.6	6.5	1.4	336.0	-157.0	5.1	4.5	1.4	1.2	-35.6	-71.6	0.2	0.2
126	5	2022081909	2022081913	1.0	0.9	5.1	4.7	7.8	7.2	52.6	30.6	6.5	3.4	336.0	63.0	5.1	4.5	1.4	1.2	-35.6	-58.6	0.4	0.4
127	6	2022081909	2022081909	1.0	1.0	5.1	5.1	7.2	7.2	41.6	41.6	4.6	4.6	63.0	63.0	4.9	4.9	1.2	1.2	-46.6	-46.6	0.4	0.4
128	1	2022082208	2022082212	0.5	0.4	5.7	3.9	9.1	6.4	52.6	7.6	5.1	3.1	-73.0	-251.0	2.8	2.1	2.8	2.0	37.5	-77.5	0.0	0.0
129	1	2022082209	2022082213	0.5	0.4	5.7	3.9	9.1	6.4	63.6	18.6	5.1	2.9	68.0	-251.0	2.8	2.4	2.8	2.0	37.5	-80.6	0.0	0.0
130	5	2022082212	2022082214	0.4	0.4	4.1	3.9	7.3	4.1	63.6	-71.5	3.6	2.8	236.0	-73.0	2.9	2.8	2.8	2.5	-61.5	-80.6	0.3	0.3
131	7	2022082310	2022082315	0.8	0.6	5.4	4.3	8.1	7.0	52.6	18.6	6.8	4.0	314.0	-365.0	4.2	3.3	1.7	1.6	23.5	-84.6	0.1	0.1
132	11	2022082310	2022082313	0.7	0.6	5.4	4.4	8.1	7.1	41.6	18.6	6.5	4.0	-94.0	-365.0	4.1	3.3	1.7	1.6	23.5	-66.6	0.1	0.1
133	5	2022083013	2022083016	0.3	0.2	5.2	4.8	6.9	5.4	48.5	26.5	3.7	1.3	-139.0	-354.0	2.1	1.5	4.0	3.0	52.6	35.6	0.4	0.4
134	1	2022090715	2022090717	2.1	1.3	6.8	5.9	11.9	8.8	26.5	-41.6	9.7	5.7	627.0	-118.0	7.0	5.1	0.9	0.6	41.6	-56.5	0.3	0.3
135	1	2022090807	2022090816	1.4	1.3	7.2	6.8	10.4	8.8	18.6	-7.6	2.0	1.1	566.0	268.0	5.0	4.7	0.9	0.8	-22.6	-45.6	0.4	0.4
136	1	2022091009	2022091016	0.9	0.7	5.3	5.0	10.2	6.4	59.5	26.5	5.4	1.5	523.0	-46.0	4.3	3.4	1.7	1.3	0.5	-71.5	0.1	0.1
137	2	2022091512	2022091512	0.9	0.5	6.2	4.5	6.8	6.1	59.5	14.5	6.0	2.9	282.0	-698.0	4.3	3.0	2.0	1.3	86.5	-29.5	0.3	0.3
138	2	2022091608	2022091617	0.6	0.6	3.9	3.8	7.1	7.0	48.5	37.5	8.0	7.8	157.0	-489.0	3.8	3.7	2.1	2.0	-3.5	-44.5	0.5	0.5
139	3	2022091716	2022091716	0.5	0.4	5.1	4.4	9.8	5.2	52.6	7.6	6.0	1.1	594.0	346.0	3.0	2.4	2.9	2.0	-39.6	-45.6	1.2	1.2
140	3	2022091807	2022091808	0.8	0.4	7.4	4.0	10.6	3.5	37.5	3.5	9.8	1.8	596.0	250.0	4.6	2.2	2.2	1.4	5.5	-58.5	0.1	0.1
141	3	2022092809	2022092817	0.6	0.5	5.5	4.6	12.4	8.0	48.5	14.5	7.3	6.6	504.0	460.0	3.6	3.0	2.0	1.7	-59.5	-84.6	0.2	0.2
142	3	2022092910	2022092917	1.1	0.5	6.5	4.6	10.2	6.8	48.5	3.5	8.3	5.5	553.0	-314.0	4.8	2.9	2.0	1.0	38.5	-47.5	0.2	0.2
143	5	2022090709	2022090717	0.8	0.6	5.8	5.4	9.1	7.5	48.5	14.5	4.9	3.1	141.0	-436.0	3.7	3.1	1.7	1.4	45.6	24.5	0.2	0.2
144	5	2022090807	2022090813	0.7	0.6	6.5	5.7	9.6	6.1	48.5	30.6	2.9	1.9	827.0	-220.0	3.3	2.7	1.8	1.4	23.5	-42.6	0.7	0.7
145	5	2022090908	2022090913	0.7	0.6	6.1	5.7	8.6	6.1	48.5	30.6	2.9	1.9	634.0	-220.0	3.3	2.7	1.8	1.5	23.5	-29.6	0.7	0.7
146	5	2022091009	2022091017	0.4	0.3	5.5	5.1	7.1	6.3	86.6	41.6	-	-	739.0	238.0	2.3	2.0	2.8	2.4	6.5	-35.6	0.3	0.3
147	4	2022091609	2022091617	0.4	0.3	5.5	5.4	7.1	6.4	86.6	41.6	2.2	2.2	527.0	-17.0	2.3	1.8	3.1	2.4	6.5	-11.6	0.3	0.3
148	5	2022091609	2022091617	1.1	0.5	6.5	4.6	10.2	6.8	48.5	3.5	8.3	5.5	553.0	-314.0	4.8	2.9	2.0	1.0	38.5	-47.5	0.2	0.2
149	4	2022092408	2022092415	0.8	0.6	5.8	5.4	9.1	7.5	48.5	14.5	4.9	3.1	141.0	-436.0	3.7	3.1	1.7	1.4	45.6	24.5	0.2	0.2
150	4	2022092809	2022092811	1.8	1.5	5.7	5.2	10.0	7.6	26.5	3.5	13.7	11.0	275.0	-114.0	7.3	6.3	0.8	0.7	87.6	-53.5	0.1	0.1
151	5	2022092909	2022092917	1.8	1.5	5.7	5.2	10.0	7.6	26.5	3.5	13.7	11.0	275.0	-114.0	7.3	6.3	0.8	0.7	87.6	-53.5	0.1	0.1
152	4	2022093009	2022093017	1.9	1.5	5.8	5.2	10.0	7.6	26.5	3.5	13.7	11.3	275.0	66.0	7.3	6.3	0.8	0.7	87.6	-53.5	0.1	0.1
153	5	2022093012	2022093017	1.3	1.0	5.4	5.1	8.1	5.7	37.5	37.5	9.0	8.2	56.0	-354.0	5.9	4.6	1.2	0.9	-14.6	-56.6	0.3	0.3
154	8	2022092113	2022092116	1.1	0.6	5.4	5.2	8.3	5.3	82.5	26.5	3.0	1.4	56.0	-557.0	5.0	3.4	1.7	1.1	85.5	-44.6	0.0	0.0

155	8	2022092308	2022092317	0.7	0.6	6.2	5.7	7.4	6.6	52.6	30.6	2.9	1.9	-266.0	-803.0	3.3	2.9	1.7	1.5	49.6	-37.6	0.2	0.2
156	9	2022092709	2022092716	0.6	0.5	5.2	4.6	6.0	5.0	63.6	30.6	3.7	1.4	435.0	-536.0	3.3	2.8	2.2	1.8	81.5	-47.6	0.0	0.0
157	8	2022092709	2022092717	0.8	0.6	4.6	4.2	5.6	4.8	63.6	41.6	4.2	1.3	-159.0	-376.0	4.3	3.4	1.9	1.6	74.5	-9.5	0.2	0.2
158	9	2022092809	2022092817	0.9	0.6	5.2	4.9	7.8	5.9	63.6	41.6	4.7	1.9	161.0	-562.0	4.4	3.4	1.8	1.4	56.6	-13.6	0.1	0.1
159	8	2022092810	2022092816	0.9	0.6	5.2	4.9	7.8	5.9	63.6	41.6	4.7	1.9	-90.0	-562.0	4.4	3.4	1.8	1.4	56.6	-13.6	0.1	0.1
160	9	2022092909	2022092917	0.8	0.6	5.8	5.4	9.1	7.5	48.5	14.5	4.9	3.1	141.0	-436.0	3.7	3.1	1.7	1.4	45.6	24.5	0.2	0.2
161	9	2022092910	2022092915	0.4	0.3	5.8	5.3	7.7	7.2	48.5	14.5	3.3	1.4	155.0	-41.0	2.0	1.8	3.3	2.6	22.5	11.5	0.5	0.5
162	4	2022100311	2022100317	0.4	0.3	4.7	4.0	8.6	3.9	75.6	-82.5	5.4	2.4	385.0	121.0	2.5	2.0	3.7	2.9	-19.6	-59.6	0.1	0.1
163	8	2022100312	2022100314	0.4	0.3	4.6	4.1	8.3	4.6	75.6	-63.6	5.4	3.6	374.0	261.0	2.3	2.0	3.7	2.9	-26.6	-59.6	0.4	0.4
164	4	2022100412	2022100415	0.5	0.3	5.5	4.9	7.1	6.9	41.6	7.6	1.7	1.4	570.0	95.0	2.7	1.7	3.6	2.0	53.5	-79.5	0.2	0.2
165	2	2022100915	2022100916	1.1	0.9	5.0	4.7	8.3	6.2	71.5	26.5	5.5	5.3	245.0	-100.0	5.1	4.5	1.4	1.1	36.6	-2.5	0.2	0.2
166	2	2022101008	2022101008	1.1	1.1	5.1	5.1	8.9	8.9	-7.6	-7.6	10.9	10.9	692.0	692.0	5.0	5.0	1.1	1.1	38.6	38.6	0.4	0.4
167	1	2022101011	2022101013	1.6	1.1	5.9	5.1	9.3	4.8	37.5	3.5	10.0	8.3	-205.0	-464.0	6.3	5.0	1.1	0.8	67.6	24.6	0.4	0.4
168	5	2022101206	2022101208	1.2	1.0	5.9	5.3	9.1	8.1	48.5	26.5	7.4	6.6	626.0	306.0	5.2	4.6	1.2	1.0	-51.6	-67.5	0.3	0.3
169	6	2022101206	2022101209	1.2	1.0	5.9	5.3	9.1	8.1	48.5	26.5	7.4	6.6	626.0	306.0	5.2	4.6	1.2	1.0	-50.6	-67.5	0.3	0.3
170	8	2022101310	2022101313	1.4	1.2	6.4	5.7	9.3	8.5	48.5	3.5	7.1	6.2	468.0	-119.0	5.4	4.8	1.0	0.8	41.5	-30.6	0.5	0.5
171	11	2022101607	2022101614	1.8	1.1	6.8	5.5	9.8	8.6	82.5	14.5	9.3	3.5	304.0	-187.0	7.0	4.8	1.0	0.7	51.5	-65.5	0.2	0.2
172	4	2022101608	2022101610	1.6	1.2	6.4	5.8	9.8	8.6	26.5	14.5	9.1	7.3	275.0	-27.0	6.0	5.0	1.0	0.7	-17.5	-65.5	0.3	0.3
173	9	2022101609	2022101612	1.5	1.1	6.3	5.8	9.8	8.6	48.5	14.5	8.0	6.7	304.0	168.0	5.8	4.8	1.0	0.8	-21.6	-65.5	0.3	0.3
174	2	2022101709	2022101709	1.7	1.7	5.7	5.7	9.1	9.1	3.5	3.5	11.0	11.0	-114.0	-114.0	6.6	6.6	0.8	0.8	-44.5	-44.5	0.4	0.4
175	3	2022101709	2022101713	1.8	1.5	5.7	5.2	10.0	7.6	26.5	3.5	13.7	11.0	275.0	-114.0	7.3	6.3	0.8	0.7	87.6	-53.5	0.1	0.1
176	4	2022101709	2022101713	1.8	1.5	5.7	5.2	10.0	7.6	26.5	3.5	13.7	11.0	275.0	-114.0	7.3	6.3	0.8	0.7	87.6	-53.5	0.1	0.1
177	5	2022101710	2022101714	1.9	1.5	5.8	5.2	10.0	7.6	26.5	3.5	13.7	11.3	275.0	66.0	7.3	6.3	0.8	0.7	87.6	-53.5	0.1	0.1
178	11	2022101709	2022101716	2.2	1.5	5.9	5.2	10.0	7.6	26.5	-18.6	13.7	11.0	275.0	-114.0	7.9	6.3	0.8	0.6	87.6	-53.5	0.1	0.1
179	9	2022102006	2022102009	1.8	1.6	6.5	6.0	9.6	8.2	37.5	26.5	8.4	7.1	-169.0	-457.0	6.3	6.0	0.8	0.7	1.5	-66.5	0.1	0.1
180	5	2022102308	2022102310	1.4	1.1	6.4	6.2	8.1	7.6	37.5	3.5	7.0	5.4	51.0	-394.0	5.5	4.4	1.0	0.8	77.5	42.5	0.2	0.2
181	8	2022102610	2022102612	0.8	0.7	6.8	6.3	8.3	7.6	59.5	14.5	2.7	1.3	111.0	-286.0	3.4	3.1	1.5	1.3	-35.6	-42.6	0.2	0.2
182	9	2022102613	2022102617	1.2	0.9	6.1	5.1	8.0	6.4	75.6	26.5	3.2	1.5	456.0	-327.0	5.1	3.9	1.2	1.0	74.5	27.6	0.0	0.0
183	5	2022102810	2022102816	1.4	0.8	6.7	5.6	8.9	7.3	86.6	14.5	7.0	3.3	437.0	-137.0	5.5	3.7	1.3	0.8	85.5	-39.6	0.0	0.0
184	11	2022102812	2022102814	1.2	0.9	6.7	6.4	8.0	7.3	86.6	37.5	5.3	4.1	70.0	-137.0	4.7	3.7	1.2	0.9	78.5	-11.6	0.0	0.0
185	3	2022102816	2022102817	1.6	1.3	5.8	5.7	8.9	7.4	14.5	14.5	7.7	6.7	330.0	87.0	6.2	5.4	0.9	0.8	85.5	41.6	0.2	0.2
186	11	2022103006	2022103012	2.1	1.7	7.4	6.3	12.1	8.6	41.6	14.5	10.0	8.1	425.0	-506.0	7.0	5.9	0.7	0.6	26.6	-72.6	0.1	0.1
187	1	2022103010	2022103012	2.1	1.7	7.4	6.4	9.3	8.6	30.6	14.5	10.0	8.1	425.0	385.0	6.7	6.2	0.7	0.6	-34.6	-49.6	0.3	0.3

188	11	2022103109	2022103117	3.3	2.1	7.7	6.4	10.4	9.8	37.5	14.5	12.7	10.0	405.0	10.0	9.4	7.1	0.6	0.4	88.5	-60.6	0.2	0.2
189	1	2022110910	2022110913	0.9	0.6	6.3	5.8	7.7	7.2	30.6	7.6	4.1	3.5	126.0	-215.0	4.0	3.0	1.7	1.2	80.5	7.5	0.2	0.2
190	1	2022111011	2022111015	1.1	0.7	6.4	5.5	7.7	5.9	59.5	37.5	5.5	2.7	80.0	-107.0	5.0	3.1	1.5	1.1	89.5	10.5	0.2	0.2
191	3	2022111108	2022111114	0.9	0.6	6.3	5.6	8.8	6.5	86.6	14.5	2.2	1.1	424.0	-63.0	3.9	3.1	1.7	1.3	64.5	-52.6	0.3	0.3
192	1	2022111109	2022111116	1.0	0.6	6.3	5.3	8.1	5.8	86.6	37.5	3.1	1.4	424.0	-63.0	4.6	3.1	1.7	1.2	89.6	-52.6	0.2	0.2
193	3	2022111207	2022111209	0.6	0.5	5.7	5.2	9.1	6.9	75.6	48.5	1.4	1.4	352.0	50.0	3.0	2.9	2.0	1.8	-47.6	-64.5	0.3	0.3
194	3	2022111213	2022111217	0.8	0.5	6.2	5.2	9.1	6.5	86.6	59.5	2.6	1.7	266.0	22.0	4.1	2.7	1.8	1.4	68.6	15.5	0.1	0.1
195	1	2022111212	2022111216	0.8	0.5	6.2	5.6	9.1	6.8	86.6	37.5	2.6	1.7	167.0	22.0	3.7	2.7	1.8	1.4	48.5	-22.6	0.1	0.1
196	1	2022111406	2022111408	1.3	1.0	5.4	5.1	8.1	5.7	37.5	37.5	9.0	8.2	56.0	-354.0	5.9	4.6	1.2	0.9	-14.6	-56.6	0.3	0.3
197	1	2022111506	2022111510	1.1	0.6	5.4	5.2	8.3	5.3	82.5	26.5	3.0	1.4	56.0	-557.0	5.0	3.4	1.7	1.1	85.5	-44.6	0.0	0.0
198	2	2022111506	2022111509	1.1	0.9	5.4	5.2	8.3	5.3	48.5	26.5	3.0	1.4	-83.0	-557.0	5.0	4.4	1.3	1.1	85.5	-33.5	0.0	0.0
199	1	2022111606	2022111609	1.4	1.2	5.1	5.0	7.2	5.4	59.5	26.5	8.6	8.3	-152.0	-394.0	6.1	5.5	1.0	0.9	80.5	-37.5	0.2	0.2
200	2	2022111606	2022111611	1.4	1.1	5.3	4.8	8.0	4.7	59.5	26.5	9.8	7.4	135.0	-394.0	6.1	5.2	1.1	0.9	80.5	-59.5	0.2	0.2
201	2	2022111612	2022111617	1.5	1.1	5.6	4.9	8.1	5.8	48.5	26.5	10.3	6.2	270.0	199.0	6.1	5.3	1.1	0.9	23.5	-79.5	0.2	0.2
202	2	2022111707	2022111715	0.9	0.6	5.9	5.2	7.5	6.2	71.5	26.5	2.8	1.4	325.0	-364.0	4.2	3.3	1.7	1.3	75.6	-69.5	0.1	0.1
203	1	2022111711	2022111713	0.8	0.6	5.9	5.4	7.5	6.7	71.5	26.5	2.4	1.4	198.0	-21.0	4.0	3.3	1.7	1.3	-16.5	-69.5	0.1	0.1
204	2	2022111807	2022111813	0.8	0.5	5.8	5.1	7.7	6.4	86.6	30.6	6.0	4.4	222.0	-345.0	4.0	3.0	1.9	1.4	80.5	-58.5	0.2	0.2
205	1	2022111810	2022111812	0.8	0.6	5.3	5.1	7.7	6.6	86.6	63.6	6.0	5.2	68.0	-261.0	4.0	3.2	1.8	1.5	53.6	-5.5	0.2	0.2
206	2	2022111906	2022111914	0.7	0.5	6.0	5.2	9.3	5.5	48.5	7.6	5.1	1.2	111.0	-347.0	3.5	2.6	2.0	1.5	67.6	-41.5	0.1	0.1
207	2	2022112010	2022112012	0.8	0.8	6.0	5.1	8.2	8.0	59.5	26.5	1.3	1.1	-122.0	-322.0	3.9	3.5	1.5	1.3	84.5	39.5	0.2	0.2
208	2	2022112108	2022112111	1.3	0.8	5.8	5.3	7.7	6.6	59.5	37.5	7.1	5.8	-41.0	-287.0	5.4	3.8	1.4	0.9	31.5	-36.6	0.2	0.2
209	2	2022112116	2022112117	1.0	0.9	5.5	5.4	9.6	6.7	48.5	37.5	5.2	4.1	579.0	547.0	4.5	4.4	1.2	1.2	-64.6	-75.5	0.3	0.3
210	2	2022111209	2022111214	0.6	0.5	6.2	5.2	9.1	6.6	86.6	37.5	2.6	1.3	352.0	22.0	3.0	2.6	1.9	1.6	40.5	-47.6	0.1	0.1
211	2	2022112410	2022112411	0.9	0.7	5.7	5.4	8.8	7.8	26.5	18.6	4.5	4.2	155.0	-41.0	4.2	3.6	1.5	1.2	36.5	-3.6	0.2	0.2
212	2	2022112614	2022112614	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26.0	26.0	-	-	-	-	5.6	5.6	0.1	0.1
213	4	2022111109	2022111114	0.9	0.6	6.3	5.8	8.1	6.5	86.6	37.5	2.2	2.1	424.0	-63.0	3.9	3.1	1.7	1.3	64.5	-52.6	0.3	0.3
214	4	2022111210	2022111217	0.8	0.5	6.2	5.2	9.1	6.5	86.6	37.5	2.6	1.3	320.0	22.0	4.1	2.6	1.9	1.4	68.6	-35.6	0.1	0.1
215	5	2022111312	2022111317	0.9	0.5	5.5	4.4	8.6	5.8	59.5	14.5	7.8	5.7	258.0	89.0	4.5	2.7	2.1	1.3	54.5	-45.6	0.1	0.1
216	5	2022111617	2022111617	1.4	1.4	5.6	5.6	7.3	7.3	37.5	37.5	6.2	6.2	199.0	199.0	5.7	5.7	0.9	0.9	-18.6	-18.6	0.2	0.2
217	4	2022111806	2022111814	0.8	0.5	5.8	5.1	7.7	6.4	86.6	30.6	6.0	4.4	346.0	-345.0	4.0	3.0	1.9	1.4	80.5	-63.6	0.2	0.2
218	4	2022111907	2022111912	0.7	0.5	6.0	5.3	8.8	5.5	48.5	7.6	3.3	1.2	-107.0	-347.0	3.5	2.6	2.0	1.5	67.6	-5.6	0.1	0.1
219	4	2022112006	2022112012	0.8	0.5	6.9	5.1	8.6	8.0	75.6	26.5	2.6	1.1	165.0	-322.0	3.9	2.6	1.8	1.3	84.5	-41.6	0.2	0.2

220	6	2022112207	2022112215	1.0	0.7	54	49	85	55	86.6	26.5	5.8	1.2	382.0	-273.0	46	35	1.7	12	77.6	4.5	0.2	0.2
221	4	2022112307	2022112309	0.8	0.5	4.7	3.8	5.9	3.1	75.6	14.5	9.8	2.6	545.0	191.0	4.7	3.0	2.1	1.6	34.6	-52.5	0.1	0.1
222	11	2022111211	2022111213	0.6	0.5	6.2	6.0	8.6	8.0	86.6	37.5	2.6	1.3	274.0	63.0	2.9	2.6	1.9	1.7	15.5	-35.6	0.2	0.2
223	10	2022111212	2022111212	0.6	0.6	6.2	6.2	8.6	8.6	37.5	37.5	2.4	2.4	167.0	167.0	2.9	2.9	1.7	1.7	-22.6	-22.6	0.4	0.4
224	11	2022111806	2022111809	0.8	0.7	5.8	5.1	7.5	6.5	48.5	30.6	5.8	4.4	-190.0	-345.0	3.9	3.4	1.6	1.4	80.5	17.5	0.2	0.2
225	10	2022111808	2022111811	0.8	0.7	5.8	5.1	7.3	6.5	86.6	30.6	5.8	4.4	-117.0	-345.0	4.0	3.5	1.5	1.4	80.5	-5.5	0.2	0.2
226	11	2022111908	2022111915	0.7	0.5	6.0	5.2	8.8	5.5	52.6	7.6	6.3	1.2	416.0	-347.0	3.5	2.7	2.1	1.5	67.6	-89.5	0.1	0.1
227	10	2022111909	2022111912	0.7	0.6	5.9	5.3	8.8	5.5	48.5	7.6	2.8	1.2	-107.0	-347.0	3.5	3.2	1.7	1.5	67.6	12.6	0.1	0.1
228	8	2022112007	2022112009	0.7	0.6	6.9	6.4	8.6	8.1	75.6	37.5	2.6	1.2	4.0	-289.0	2.9	2.6	1.8	1.5	35.5	-12.6	0.3	0.3
229	11	2022112113	2022112116	1.2	1.0	5.4	5.1	8.1	6.0	59.5	37.5	5.8	4.1	547.0	26.0	5.5	4.5	1.2	1.0	54.6	-75.5	0.1	0.1
230	11	2022112206	2022112208	0.8	0.7	5.4	5.1	7.1	6.2	41.6	41.6	2.5	1.6	487.0	181.0	4.0	3.5	1.7	1.4	4.5	-60.6	0.1	0.1
231	10	2022112206	2022112208	0.8	0.7	5.4	5.1	7.1	6.2	41.6	41.6	2.5	1.6	487.0	181.0	4.0	3.5	1.7	1.4	4.5	-60.6	0.1	0.1
232	11	2022112213	2022112215	1.0	0.9	5.3	4.9	8.5	5.5	63.6	26.5	2.7	1.2	382.0	-50.0	4.6	4.5	1.3	1.2	77.6	49.6	0.2	0.2
233	10	2022112213	2022112217	1.0	0.8	5.3	4.7	8.5	5.5	63.6	26.5	3.6	1.2	608.0	-50.0	4.6	4.1	1.5	1.2	77.6	-60.5	0.1	0.1
234	10	2022112306	2022112310	1.1	0.5	5.2	3.8	6.0	3.1	75.6	14.5	9.8	2.6	545.0	-9.0	5.5	3.0	2.1	1.2	34.6	-52.5	0.1	0.1
235	11	2022112309	2022112312	1.4	0.8	4.8	3.8	6.0	3.1	37.5	14.5	9.8	8.8	191.0	-233.0	6.3	4.7	1.6	1.0	76.6	-38.6	0.2	0.2
236	8	2022112308	2022112310	1.1	0.5	4.7	3.8	5.7	3.1	75.6	14.5	9.8	7.6	388.0	-9.0	5.5	3.1	2.0	1.2	3.5	-52.5	0.2	0.2
237	10	2022112315	2022112317	1.1	1.1	5.3	5.2	8.6	7.7	37.5	26.5	8.3	6.6	729.0	387.0	5.0	5.0	1.1	1.1	36.6	-53.6	0.1	0.1
238	11	2022112315	2022112317	1.1	1.1	5.3	5.2	8.6	7.7	37.5	26.5	8.3	6.6	729.0	387.0	5.0	5.0	1.1	1.1	36.6	-53.6	0.1	0.1
239	10	2022112406	2022112412	0.9	0.7	5.7	5.0	8.8	7.3	37.5	3.5	7.7	3.0	626.0	-144.0	4.4	3.6	1.5	1.2	39.5	-76.6	0.1	0.1
240	11	2022112406	2022112412	0.9	0.7	5.7	5.0	8.8	7.3	37.5	3.5	7.7	3.0	626.0	-144.0	4.4	3.6	1.5	1.2	39.5	-76.6	0.1	0.1
241	11	2022112612	2022112617	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	468.0	26.0	-	-	-	-	65.6	-48.6	0.1	0.1
242	11	2022112706	2022112708	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	276.0	-266.0	-	-	-	-	82.5	26.6	0.1	0.1
243	7	2022112810	2022112815	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	365.0	134.0	-	-	-	-	30.5	-76.5	0.2	0.2
244	7	2022112911	2022112916	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	415.0	269.0	-	-	-	-	47.5	-46.6	0.0	0.0
245	2	2022121709	2022121715	3.0	1.9	7.6	6.0	124	10.0	26.5	-7.6	13.3	11.0	257.0	-189.0	8.4	7.0	0.7	0.4	8.6	-69.6	0.3	0.3
246	2	2022121910	2022121913	1.0	0.8	5.9	5.6	104	6.5	48.5	14.5	4.1	1.6	107.0	-350.0	4.4	3.8	1.4	1.2	31.5	-30.6	0.2	0.2
247	2	2022122009	2022122012	0.9	0.9	5.9	5.3	6.9	6.0	48.5	14.5	3.0	2.1	-52.0	-285.0	4.4	4.0	1.3	1.2	71.6	37.6	0.2	0.2
248	2	2022122014	2022122017	0.9	0.8	5.6	4.9	8.1	5.8	71.5	26.5	5.4	3.8	408.0	262.0	4.2	3.8	1.4	1.3	-8.5	-58.6	0.5	0.5
249	6	2022121613	2022121614	1.3	1.3	6.3	6.3	8.2	8.1	26.5	14.5	8.5	7.2	203.0	201.0	5.1	5.0	0.9	0.9	-47.5	-61.5	0.2	0.2
250	11	2022120106	2022120116	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	296.0	-538.0	-	-	-	-	6.5	-27.6	0.2	0.2
251	11	2022120208	2022120213	1.8	1.4	6.9	5.6	102	7.1	37.5	3.5	10.0	8.2	161.0	-498.0	6.4	5.6	0.9	0.7	-13.5	-48.6	0.2	0.2

252	8	2022120413	2022120415	1.5	1.3	6.4	5.7	8.6	7.5	26.5	26.5	8.3	7.3	465.0	90.0	5.7	5.5	0.9	0.8	30.6	-38.5	0.3	0.3
253	11	2022121910	2022121917	1.0	0.6	6.0	5.4	10.4	6.5	71.5	3.5	5.6	1.6	294.0	-350.0	4.4	3.0	1.9	1.2	31.5	-55.6	0.2	0.2
254	7	2022121911	2022121913	1.0	0.8	5.9	5.6	9.1	6.5	48.5	26.5	4.1	2.6	107.0	-216.0	4.4	3.8	1.4	1.2	25.5	-30.6	0.2	0.2
255	7	2022122008	2022122014	0.9	0.8	5.9	4.9	8.8	6.0	48.5	3.5	5.3	2.1	262.0	-285.0	4.4	4.0	1.4	1.2	71.6	-8.5	0.2	0.2
256	1	2023010813	2023010818	0.8	0.6	6.1	5.3	9.8	6.0	71.5	18.6	5.7	1.6	398.0	-122.0	4.1	2.9	1.7	1.3	81.5	-20.6	0.1	0.1
257	1	2023011406	2023011407	0.9	0.8	6.1	5.7	9.6	7.6	18.6	18.6	-	-	-220.0	-328.0	4.0	3.8	1.3	1.3	70.5	22.5	0.3	0.3
258	1	2023021117	2023021118	1.0	0.8	6.4	6.0	8.2	8.1	71.5	26.5	2.7	2.5	-131.0	-247.0	4.2	3.7	1.3	1.1	-	-	-	-
259	1	2023022716	2023022717	0.8	0.7	6.7	6.6	9.8	8.6	59.5	37.5	-	-	-332.0	-450.0	3.3	3.1	1.4	1.3	-	-	-	-
260	1	2023031016	2023031018	0.6	0.6	5.2	4.7	8.3	5.0	59.5	48.5	3.2	2.3	168.0	-352.0	3.5	3.3	1.9	1.7	-	-	-	-
261	1	2023032012	2023032014	0.7	0.7	6.0	5.2	7.6	5.2	75.6	48.5	4.0	3.8	58.0	-317.0	3.7	3.3	1.5	1.5	-	-	-	-
262	1	2023051811	2023051815	1.0	0.6	6.0	5.2	8.2	5.2	75.6	18.6	1.5	1.4	47.0	-512.0	4.7	3.1	1.6	1.2	88.6	41.6	0.1	0.1
263	1	2023071309	2023071318	0.9	0.5	6.0	5.1	9.3	7.1	41.6	7.6	4.5	1.5	465.0	-375.0	3.9	2.7	2.0	1.3	75.5	-56.5	0.1	0.1
264	1	2023071715	2023071717	1.0	0.8	6.6	6.1	8.5	8.3	75.6	30.6	1.5	1.5	235.0	-277.0	4.0	3.4	1.4	1.1	2.6	-67.5	0.2	0.2
265	1	2023081213	2023081214	0.5	0.5	6.4	5.5	8.2	7.3	26.5	26.5	2.4	1.7	-65.0	-162.0	2.9	2.4	2.0	1.9	22.6	-62.5	0.2	0.2
266	1	2023082809	2023082818	0.6	0.4	6.8	5.1	10.2	8.0	75.6	7.6	3.7	1.6	713.0	-492.0	2.8	2.2	2.7	1.7	41.6	-70.5	0.2	0.2
267	2	2023010807	2023010818	0.8	0.6	6.3	5.3	9.8	6.0	71.5	18.6	5.7	1.6	398.0	-122.0	4.1	2.7	1.8	1.3	81.5	-56.6	0.1	0.1
268	2	2023011406	2023011407	0.9	0.8	6.1	5.7	9.6	7.6	18.6	18.6	-	-	-220.0	-328.0	4.0	3.8	1.3	1.3	70.5	22.5	0.3	0.3
269	2	2023021117	2023021118	1.0	0.8	6.4	6.0	8.2	8.1	71.5	26.5	2.7	2.5	-131.0	-247.0	4.2	3.7	1.3	1.1	-	-	-	-
270	2	2023022716	2023022717	0.8	0.7	6.7	6.6	9.8	8.6	59.5	37.5	-	-	-332.0	-450.0	3.3	3.1	1.4	1.3	-	-	-	-
271	2	2023031016	2023031018	0.6	0.6	5.2	4.7	8.3	5.0	59.5	48.5	3.2	2.3	168.0	-352.0	3.5	3.3	1.9	1.7	-	-	-	-
272	2	2023032012	2023032014	0.7	0.7	6.0	5.2	7.6	5.2	75.6	48.5	4.0	3.8	58.0	-317.0	3.7	3.3	1.5	1.5	-	-	-	-
273	2	2023051811	2023051815	1.0	0.6	6.0	5.2	8.2	5.2	75.6	18.6	1.5	1.4	47.0	-512.0	4.7	3.1	1.6	1.2	88.6	41.6	0.1	0.1
274	2	2023071309	2023071318	0.9	0.5	6.0	5.1	9.3	7.1	41.6	7.6	4.5	1.5	465.0	-375.0	3.9	2.7	2.0	1.3	75.5	-56.5	0.1	0.1
275	2	2023081213	2023081214	0.5	0.5	6.4	5.5	8.2	7.3	26.5	26.5	2.4	1.7	-65.0	-162.0	2.9	2.4	2.0	1.9	22.6	-62.5	0.2	0.2
276	2	2023082809	2023082818	0.6	0.4	6.8	5.1	10.2	8.0	75.6	7.6	3.7	1.6	713.0	-492.0	2.8	2.2	2.7	1.7	41.6	-70.5	0.2	0.2
277	3	2023010907	2023010916	0.8	0.6	5.9	5.1	9.6	5.9	75.6	30.6	6.2	1.7	178.0	-93.0	4.0	2.9	1.8	1.4	-3.6	-65.6	0.4	0.4
278	3	2023011406	2023011407	0.9	0.8	6.1	5.7	9.6	7.6	18.6	18.6	-	-	-220.0	-328.0	4.0	3.8	1.3	1.3	70.5	22.5	0.3	0.3
279	3	2023021117	2023021118	1.0	0.8	6.4	6.0	8.2	8.1	71.5	26.5	2.7	2.5	-131.0	-247.0	4.2	3.7	1.3	1.1	-	-	-	-
280	3	2023022716	2023022717	0.8	0.7	6.7	6.6	9.8	8.6	59.5	37.5	-	-	-332.0	-450.0	3.3	3.1	1.4	1.3	-	-	-	-
281	3	2023031016	2023031018	0.6	0.6	5.2	4.7	8.3	5.0	59.5	48.5	3.2	2.3	168.0	-352.0	3.5	3.3	1.9	1.7	-	-	-	-
282	3	2023032012	2023032014	0.7	0.7	6.0	5.2	7.6	5.2	75.6	48.5	4.0	3.8	58.0	-317.0	3.7	3.3	1.5	1.5	-	-	-	-
283	3	2023051811	2023051815	1.0	0.6	6.0	5.2	8.2	5.2	75.6	18.6	1.5	1.4	47.0	-512.0	4.7	3.1	1.6	1.2	88.6	41.6	0.1	0.1
284	3	2023061812	2023061813	0.8	0.7	4.8	4.8	6.3	5.5	30.6	18.6	-	-	-622.0	-708.0	4.1	3.8	1.6	1.5	83.6	68.6	0.2	0.2

285	3	2023071309	2023071313	0.9	0.5	5.8	5.5	9.3	7.5	41.6	18.6	2.0	1.5	-4.0	-375.0	3.9	2.7	1.9	1.3	75.5	-41.5	0.1	0.1
286	3	2023071712	2023071718	1.0	0.7	6.6	5.9	9.3	8.1	75.6	3.5	3.4	1.5	446.0	-579.0	4.0	3.2	1.4	1.1	83.5	-67.5	0.2	0.2
287	3	2023082809	2023082818	0.6	0.4	6.8	5.1	10.2	8.0	75.6	7.6	3.7	1.6	713.0	-492.0	2.8	2.2	2.7	1.7	41.6	-70.5	0.2	0.2
288	4	2023010814	2023010818	0.8	0.6	5.9	5.3	9.8	6.0	71.5	18.6	5.7	4.1	398.0	-120.0	4.1	2.9	1.7	1.3	81.5	-15.6	0.1	0.1
289	4	2023011406	2023011407	0.9	0.8	6.1	5.7	9.6	7.6	18.6	18.6	-	-	-220.0	-328.0	4.0	3.8	1.3	1.3	70.5	22.5	0.3	0.3
290	4	2023021117	2023021118	1.0	0.8	6.4	6.0	8.2	8.1	71.5	26.5	2.7	2.5	-131.0	-247.0	4.2	3.7	1.3	1.1	-	-	-	-
291	4	2023031016	2023031018	0.6	0.6	5.2	4.7	8.3	5.0	59.5	48.5	3.2	2.3	168.0	-352.0	3.5	3.3	1.9	1.7	-	-	-	-
292	4	2023032012	2023032014	0.7	0.7	6.0	5.2	7.6	5.2	75.6	48.5	4.0	3.8	58.0	-317.0	3.7	3.3	1.5	1.5	-	-	-	-
293	4	2023051811	2023051815	1.0	0.6	6.0	5.2	8.2	5.2	75.6	18.6	1.5	1.4	47.0	-512.0	4.7	3.1	1.6	1.2	88.6	41.6	0.1	0.1
294	4	2023061812	2023061813	0.8	0.7	4.8	4.8	6.3	5.5	30.6	18.6	-	-	-622.0	-708.0	4.1	3.8	1.6	1.5	83.6	68.6	0.2	0.2
295	4	2023071309	2023071312	0.9	0.6	5.8	5.5	9.3	7.5	41.6	18.6	1.6	1.5	-205.0	-375.0	3.9	3.0	1.8	1.3	75.5	-15.5	0.1	0.1
296	4	2023071411	2023071414	1.0	0.8	5.8	5.6	8.2	7.8	63.6	18.6	3.2	1.9	29.0	-447.0	4.6	3.7	1.4	1.1	59.6	-54.5	0.2	0.2
297	4	2023082809	2023082818	0.6	0.4	6.8	5.1	10.2	8.0	75.6	7.6	3.7	1.6	713.0	-492.0	2.8	2.2	2.7	1.7	41.6	-70.5	0.2	0.2
298	5	2023010814	2023010818	0.8	0.6	5.9	5.3	9.8	6.0	71.5	18.6	5.7	4.1	398.0	-120.0	4.1	2.9	1.7	1.3	81.5	-15.6	0.1	0.1
299	5	2023021117	2023021118	1.0	0.8	6.4	6.0	8.2	8.1	71.5	26.5	2.7	2.5	-131.0	-247.0	4.2	3.7	1.3	1.1	-	-	-	-
300	5	2023031016	2023031018	0.6	0.6	5.2	4.7	8.3	5.0	59.5	48.5	3.2	2.3	168.0	-352.0	3.5	3.3	1.9	1.7	-	-	-	-
301	5	2023050612	2023050613	0.9	0.8	5.3	5.1	6.0	5.6	18.6	18.6	1.6	1.2	-614.0	-641.0	4.2	3.9	1.5	1.3	84.6	44.5	0.1	0.1
302	5	2023051811	2023051815	1.0	0.6	6.0	5.2	8.2	5.2	75.6	18.6	1.5	1.4	47.0	-512.0	4.7	3.1	1.6	1.2	88.6	41.6	0.1	0.1
303	5	2023061812	2023061813	0.8	0.7	4.8	4.8	6.3	5.5	30.6	18.6	-	-	-622.0	-708.0	4.1	3.8	1.6	1.5	83.6	68.6	0.2	0.2
304	5	2023071310	2023071312	0.9	0.6	5.8	5.5	9.3	7.5	41.6	30.6	1.6	1.5	-205.0	-375.0	3.9	3.0	1.8	1.3	4.6	-15.5	0.2	0.2
305	5	2023071411	2023071414	1.0	0.8	5.8	5.6	8.2	7.8	63.6	18.6	3.2	1.9	29.0	-447.0	4.6	3.7	1.4	1.1	59.6	-54.5	0.2	0.2
306	5	2023082809	2023082818	0.6	0.4	6.8	5.1	10.2	8.0	75.6	7.6	3.7	1.6	713.0	-492.0	2.8	2.2	2.7	1.7	41.6	-70.5	0.2	0.2
307	6	2023010814	2023010818	0.8	0.6	5.9	5.3	9.8	6.0	71.5	18.6	5.7	4.1	398.0	-120.0	4.1	2.9	1.7	1.3	81.5	-15.6	0.1	0.1
308	6	2023021117	2023021118	1.0	0.8	6.4	6.0	8.2	8.1	71.5	26.5	2.7	2.5	-131.0	-247.0	4.2	3.7	1.3	1.1	-	-	-	-
309	6	2023031016	2023031017	0.6	0.6	5.2	4.8	8.3	8.2	48.5	48.5	3.2	2.3	-91.0	-352.0	3.3	3.3	1.9	1.7	-	-	-	-
310	6	2023050612	2023050613	0.9	0.8	5.3	5.1	6.0	5.6	18.6	18.6	1.6	1.2	-614.0	-641.0	4.2	3.9	1.5	1.3	84.6	44.5	0.1	0.1
311	6	2023051811	2023051815	1.0	0.6	6.0	5.2	8.2	5.2	75.6	18.6	1.5	1.4	47.0	-512.0	4.7	3.1	1.6	1.2	88.6	41.6	0.1	0.1
312	6	2023061811	2023061813	0.8	0.7	5.0	4.8	6.6	5.5	30.6	18.6	3.4	3.4	-410.0	-708.0	4.2	3.8	1.6	1.4	83.6	68.6	0.2	0.2
313	6	2023071310	2023071312	0.9	0.6	5.8	5.5	9.3	7.5	41.6	30.6	1.6	1.5	-205.0	-375.0	3.9	3.0	1.8	1.3	4.6	-15.5	0.2	0.2
314	6	2023071411	2023071414	1.0	0.8	5.8	5.6	8.2	7.8	63.6	18.6	3.2	1.9	29.0	-447.0	4.6	3.7	1.4	1.1	59.6	-54.5	0.2	0.2
315	6	2023082809	2023082818	0.6	0.4	6.8	5.1	10.2	8.0	75.6	7.6	3.7	1.6	713.0	-492.0	2.8	2.2	2.7	1.7	41.6	-70.5	0.2	0.2
316	7	2023021117	2023021118	1.0	0.8	6.4	6.0	8.2	8.1	71.5	26.5	2.7	2.5	-131.0	-247.0	4.2	3.7	1.3	1.1	-	-	-	-
317	7	2023031016	2023031017	0.6	0.6	5.2	4.8	8.3	8.2	48.5	48.5	3.2	2.3	-91.0	-352.0	3.3	3.3	1.9	1.7	-	-	-	-

318	7	2023041912	2023041914	0.9	0.7	5.5	5.0	6.5	5.5	63.6	30.6	2.9	1.2	-195.0	-457.0	4.5	3.6	1.5	1.3	73.5	30.5	0.2	0.2
319	7	2023050611	2023050613	0.9	0.8	5.3	5.1	6.4	5.6	30.6	18.6	2.1	1.2	-376.0	-641.0	4.2	3.9	1.5	1.3	84.6	44.5	0.1	0.1
320	7	2023060410	2023060411	0.7	0.6	6.1	5.2	7.8	6.9	71.5	26.5	2.9	1.1	-193.0	-548.0	3.3	3.3	1.7	1.5	7.5	1.5	0.6	0.6
321	7	2023061811	2023061813	0.8	0.7	5.0	4.8	6.6	5.5	30.6	18.6	3.4	3.4	-410.0	-708.0	4.2	3.8	1.6	1.4	83.6	68.6	0.2	0.2
322	7	2023071312	2023071318	0.7	0.5	6.0	5.1	9.3	7.1	41.6	7.6	4.5	1.6	465.0	-205.0	3.3	2.7	2.0	1.5	12.5	-56.5	0.4	0.4
323	7	2023082810	2023082818	0.5	0.4	6.8	5.1	10.2	8.0	75.6	7.6	3.7	1.6	713.0	-492.0	2.8	2.2	2.7	1.8	41.6	-70.5	0.2	0.2
324	8	2023021116	2023021118	1.0	0.8	6.4	6.0	8.8	8.1	71.5	26.5	3.3	2.5	-131.0	-292.0	4.2	3.6	1.3	1.1	-	-	-	-
325	8	2023031016	2023031017	0.6	0.6	5.2	4.8	8.3	8.2	48.5	48.5	3.2	2.3	-91.0	-352.0	3.3	3.3	1.9	1.7	-	-	-	-
326	8	2023041912	2023041914	0.9	0.7	5.5	5.0	6.5	5.5	63.6	30.6	2.9	1.2	-195.0	-457.0	4.5	3.6	1.5	1.3	73.5	30.5	0.2	0.2
327	8	2023050611	2023050613	0.9	0.8	5.3	5.1	6.4	5.6	30.6	18.6	2.1	1.2	-376.0	-641.0	4.2	3.9	1.5	1.3	84.6	44.5	0.1	0.1
328	8	2023052113	2023052114	0.5	0.4	6.0	5.6	8.1	7.6	-7.6	-30.6	1.2	1.1	-675.0	-700.0	2.4	2.4	2.3	2.1	48.5	35.5	0.1	0.1
329	8	2023052414	2023052415	0.7	0.7	6.1	6.0	8.9	7.6	37.5	26.5	1.2	1.1	-400.0	-533.0	3.2	3.1	1.6	1.5	-14.6	-25.6	0.3	0.3
330	8	2023061811	2023061813	0.8	0.7	5.0	4.8	6.6	5.5	30.6	18.6	3.4	3.4	-410.0	-708.0	4.2	3.8	1.6	1.4	83.6	68.6	0.2	0.2
331	8	2023071312	2023071318	0.7	0.5	6.0	5.1	9.3	7.1	41.6	7.6	4.5	1.6	465.0	-205.0	3.3	2.7	2.0	1.5	12.5	-56.5	0.4	0.4
332	8	2023071711	2023071712	0.8	0.7	6.1	5.7	8.2	7.8	18.6	3.5	1.6	1.5	-333.0	-483.0	3.6	3.5	1.5	1.3	83.5	70.5	0.4	0.4
333	8	2023082810	2023082813	0.5	0.5	6.8	5.7	9.8	8.2	75.6	7.6	3.7	1.6	-151.0	-492.0	2.8	2.4	2.0	1.8	41.6	-48.5	0.4	0.4
334	9	2023021116	2023021118	1.0	0.8	6.4	6.0	8.8	8.1	71.5	26.5	3.3	2.5	-131.0	-292.0	4.2	3.6	1.3	1.1	-	-	-	-
335	9	2023031516	2023031517	0.9	0.8	5.7	5.1	6.6	5.6	48.5	37.5	3.7	2.3	-268.0	-399.0	4.0	3.9	1.5	1.3	-	-	-	-
336	9	2023041912	2023041914	0.9	0.7	5.5	5.0	6.5	5.5	63.6	30.6	2.9	1.2	-195.0	-457.0	4.5	3.6	1.5	1.3	73.5	30.5	0.2	0.2
337	9	2023050611	2023050613	0.9	0.8	5.3	5.1	6.4	5.6	30.6	18.6	2.1	1.2	-376.0	-641.0	4.2	3.9	1.5	1.3	84.6	44.5	0.1	0.1
338	9	2023050711	2023050712	0.9	0.7	5.7	5.1	6.5	6.4	41.6	41.6	5.1	2.1	-194.0	-457.0	4.0	3.8	1.5	1.3	-15.5	-31.5	0.1	0.1
339	9	2023052113	2023052114	0.5	0.4	6.0	5.6	8.1	7.6	-7.6	-30.6	1.2	1.1	-675.0	-700.0	2.4	2.4	2.3	2.1	48.5	35.5	0.1	0.1
340	9	2023052414	2023052415	0.7	0.7	6.1	6.0	8.9	7.6	37.5	26.5	1.2	1.1	-400.0	-533.0	3.2	3.1	1.6	1.5	-14.6	-25.6	0.3	0.3
341	9	2023061811	2023061813	0.8	0.7	5.0	4.8	6.6	5.5	30.6	18.6	3.4	3.4	-410.0	-708.0	4.2	3.8	1.6	1.4	83.6	68.6	0.2	0.2
342	9	2023071312	2023071318	0.7	0.5	6.0	5.1	9.3	7.1	41.6	7.6	4.5	1.6	465.0	-205.0	3.3	2.7	2.0	1.5	12.5	-56.5	0.4	0.4
343	9	2023071711	2023071712	0.8	0.7	6.1	5.7	8.2	7.8	18.6	3.5	1.6	1.5	-333.0	-483.0	3.6	3.5	1.5	1.3	83.5	70.5	0.4	0.4
344	9	2023071811	2023071812	0.9	0.8	6.4	6.0	8.6	8.2	7.6	7.6	1.9	1.8	-234.0	-486.0	3.7	3.6	1.4	1.2	57.6	50.6	0.2	0.2
345	9	2023082709	2023082711	0.6	0.6	5.7	5.0	11.1	8.1	30.6	-37.5	1.7	1.5	-247.0	-330.0	3.1	3.0	1.9	1.7	68.6	25.5	0.1	0.1
346	9	2023082810	2023082813	0.5	0.5	6.8	5.7	9.8	8.2	75.6	7.6	3.7	1.6	-151.0	-492.0	2.8	2.4	2.0	1.8	41.6	-48.5	0.4	0.4
347	10	2023011707	2023011708	1.1	1.0	6.4	6.4	8.0	7.1	48.5	48.5	4.4	3.0	-174.0	-175.0	4.3	4.0	1.1	1.0	-28.6	-43.6	0.2	0.2
348	10	2023020813	2023020814	1.0	0.9	6.0	5.9	8.5	7.4	48.5	26.5	3.7	3.5	-165.0	-223.0	4.2	3.9	1.3	1.2	26.5	26.5	0.3	0.3
349	10	2023021116	2023021118	1.0	0.8	6.4	6.0	8.8	8.1	71.5	26.5	3.3	2.5	-131.0	-292.0	4.2	3.6	1.3	1.1	-	-	-	-
350	10	2023031516	2023031517	0.9	0.8	5.7	5.1	6.6	5.6	48.5	37.5	3.7	2.3	-268.0	-399.0	4.0	3.9	1.5	1.3	-	-	-	-

351	10	2023041912	2023041914	0.9	0.7	5.5	5.0	6.5	5.5	63.6	30.6	2.9	1.2	-195.0	-457.0	4.5	3.6	1.5	1.3	73.5	30.5	0.2	0.2
352	10	2023050611	2023050613	0.9	0.8	5.3	5.1	6.4	5.6	30.6	18.6	2.1	1.2	-376.0	-641.0	4.2	3.9	1.5	1.3	84.6	44.5	0.1	0.1
353	10	2023050711	2023050712	0.9	0.7	5.7	5.1	6.5	6.4	41.6	41.6	5.1	2.1	-194.0	-457.0	4.0	3.8	1.5	1.3	-15.5	-31.5	0.1	0.1
354	10	2023052113	2023052114	0.5	0.4	6.0	5.6	8.1	7.6	-7.6	-30.6	1.2	1.1	-675.0	-700.0	2.4	2.4	2.3	2.1	48.5	35.5	0.1	0.1
355	10	2023052414	2023052415	0.7	0.7	6.1	6.0	8.9	7.6	37.5	26.5	1.2	1.1	-400.0	-533.0	3.2	3.1	1.6	1.5	-14.6	-25.6	0.3	0.3
356	10	2023061811	2023061813	0.8	0.7	5.0	4.8	6.6	5.5	30.6	18.6	3.4	3.4	-410.0	-708.0	4.2	3.8	1.6	1.4	83.6	68.6	0.2	0.2
357	10	2023062908	2023062909	1.0	0.9	5.6	4.9	7.7	6.9	41.6	18.6	5.0	3.0	-181.0	-271.0	4.5	4.4	1.3	1.2	76.5	71.5	0.2	0.2
358	10	2023071312	2023071318	0.7	0.5	6.0	5.1	9.3	7.1	41.6	7.6	4.5	1.6	465.0	-205.0	3.3	2.7	2.0	1.5	12.5	-56.5	0.4	0.4
359	10	2023071711	2023071712	0.8	0.7	6.1	5.7	8.2	7.8	18.6	3.5	1.6	1.5	-333.0	-483.0	3.6	3.5	1.5	1.3	83.5	70.5	0.4	0.4
360	10	2023071811	2023071812	0.9	0.8	6.4	6.0	8.6	8.2	7.6	7.6	1.9	1.8	-234.0	-486.0	3.7	3.6	1.4	1.2	57.6	50.6	0.2	0.2
361	10	2023082709	2023082711	0.6	0.6	5.7	5.0	11.1	8.1	30.6	-37.5	1.7	1.5	-247.0	-330.0	3.1	3.0	1.9	1.7	68.6	25.5	0.1	0.1
362	10	2023082810	2023082813	0.5	0.5	6.8	5.7	9.8	8.2	75.6	7.6	3.7	1.6	-151.0	-492.0	2.8	2.4	2.0	1.8	41.6	-48.5	0.4	0.4
363	11	2023011707	2023011708	1.1	1.0	6.4	6.4	8.0	7.1	48.5	48.5	4.4	3.0	-174.0	-175.0	4.3	4.0	1.1	1.0	-28.6	-43.6	0.2	0.2
364	11	2023020813	2023020814	1.0	0.9	6.0	5.9	8.5	7.4	48.5	26.5	3.7	3.5	-165.0	-223.0	4.2	3.9	1.3	1.2	26.5	26.5	0.3	0.3
365	11	2023021115	2023021118	1.0	0.7	6.4	6.0	8.8	7.2	71.5	26.5	3.3	2.5	-131.0	-292.0	4.2	3.1	1.5	1.1	-	-	-	-
366	11	2023031516	2023031517	0.9	0.8	5.7	5.1	6.6	5.6	48.5	37.5	3.7	2.3	-268.0	-399.0	4.0	3.9	1.5	1.3	-	-	-	-
367	11	2023050611	2023050613	0.9	0.8	5.3	5.1	6.4	5.6	30.6	18.6	2.1	1.2	-376.0	-641.0	4.2	3.9	1.5	1.3	84.6	44.5	0.1	0.1
368	11	2023050711	2023050712	0.9	0.7	5.7	5.1	6.5	6.4	41.6	41.6	5.1	2.1	-194.0	-457.0	4.0	3.8	1.5	1.3	-15.5	-31.5	0.1	0.1
369	11	2023052113	2023052114	0.5	0.4	6.0	5.6	8.1	7.6	-7.6	-30.6	1.2	1.1	-675.0	-700.0	2.4	2.4	2.3	2.1	48.5	35.5	0.1	0.1
370	11	2023052414	2023052415	0.7	0.7	6.1	6.0	8.9	7.6	37.5	26.5	1.2	1.1	-400.0	-533.0	3.2	3.1	1.6	1.5	-14.6	-25.6	0.3	0.3
371	11	2023052516	2023052517	0.5	0.5	6.2	5.9	8.2	7.3	3.5	3.5	2.8	1.3	-493.0	-498.0	2.7	2.6	1.9	1.9	81.5	72.5	0.2	0.2
372	11	2023061811	2023061813	0.8	0.7	5.0	4.8	6.6	5.5	30.6	18.6	3.4	3.4	-410.0	-708.0	4.2	3.8	1.6	1.4	83.6	68.6	0.2	0.2
373	11	2023062908	2023062909	1.0	0.9	5.6	4.9	7.7	6.9	41.6	18.6	5.0	3.0	-181.0	-271.0	4.5	4.4	1.3	1.2	76.5	71.5	0.2	0.2
374	11	2023071312	2023071318	0.7	0.5	6.0	5.1	9.3	7.1	41.6	7.6	4.5	1.6	465.0	-205.0	3.3	2.7	2.0	1.5	12.5	-56.5	0.4	0.4
375	11	2023071711	2023071712	0.8	0.7	6.1	5.7	8.2	7.8	18.6	3.5	1.6	1.5	-333.0	-483.0	3.6	3.5	1.5	1.3	83.5	70.5	0.4	0.4
376	11	2023071811	2023071812	0.9	0.8	6.4	6.0	8.6	8.2	7.6	7.6	1.9	1.8	-234.0	-486.0	3.7	3.6	1.4	1.2	57.6	50.6	0.2	0.2
377	11	2023082709	2023082711	0.6	0.6	5.7	5.0	11.1	8.1	30.6	-37.5	1.7	1.5	-247.0	-330.0	3.1	3.0	1.9	1.7	68.6	25.5	0.1	0.1
378	11	2023082810	2023082813	0.5	0.5	6.8	5.7	9.8	8.2	75.6	7.6	3.7	1.6	-151.0	-492.0	2.8	2.4	2.0	1.8	41.6	-48.5	0.4	0.4
379	17	2023022717	2023022717	1.0	1.0	5.7	5.7	7.2	7.2	62.7	62.7	4.9	4.9	-370.0	-370.0	4.7	4.7	0.8	0.8	-85.7	-85.7	0.3	0.3
380	17	2023022809	2023022814	1.6	1.3	6.3	5.9	8.1	7.5	62.7	28.7	3.7	1.4	103.0	-62.0	6.5	5.5	0.6	0.6	87.3	67.3	0.1	0.1
381	15	2023022810	2023022816	1.8	1.4	6.8	5.9	8.2	7.5	62.7	28.7	4.0	1.6	90.0	-143.0	6.5	5.7	0.6	0.5	87.3	-41.3	0.1	0.1
382	15	2023030106	2023030113	1.1	0.8	6.8	5.9	9.4	6.2	62.7	17.7	7.0	1.2	184.0	76.0	4.6	3.9	0.9	0.7	72.3	-70.3	0.1	0.1
383	18	2023030106	2023030109	1.0	0.9	6.3	5.9	8.0	6.2	62.7	51.7	1.2	1.2	184.0	159.0	4.5	4.3	0.9	0.8	-34.3	-70.3	0.1	0.1

384	17	2023030112	2023030113	1.0	0.8	6.5	6.2	7.8	7.6	51.7	17.7	7.0	5.6	92.0	76.0	4.2	3.9	0.9	0.8	72.3	62.3	0.1	0.1
385	18	2023030117	2023030117	0.7	0.7	6.0	6.0	8.9	8.9	73.7	73.7	7.0	7.0	-46.0	-46.0	3.4	3.4	1.1	1.1	42.7	42.7	0.1	0.1
386	13	2023030810	2023030814	0.5	0.4	6.2	4.8	10.6	6.1	51.7	17.7	5.6	3.4	-23.0	-254.0	2.8	2.5	2.0	1.4	71.3	-71.3	0.0	0.0
387	16	2023030810	2023030816	0.6	0.4	6.7	4.8	10.6	6.1	51.7	6.7	5.6	3.0	-23.0	-254.0	3.0	2.5	2.0	1.1	82.3	-71.3	0.0	0.0
388	18	2023030811	2023030816	0.6	0.4	6.7	4.8	9.6	6.1	28.7	6.7	5.6	3.0	-41.0	-254.0	3.0	2.5	2.0	1.1	82.3	-71.3	0.0	0.0
389	19	2023030811	2023030817	0.6	0.4	6.7	4.8	9.6	6.1	28.7	6.7	5.6	3.0	130.0	-254.0	3.1	2.5	2.0	1.1	82.3	-71.3	0.0	0.0
390	13	2023030906	2023030909	0.6	0.5	5.9	5.3	9.3	8.9	17.7	6.7	2.8	2.1	254.0	62.0	3.1	2.7	1.5	1.4	74.3	24.3	0.2	0.2
391	19	2023030909	2023030917	0.6	0.2	7.1	4.4	10.0	6.5	84.7	-5.3	8.1	2.1	157.0	-260.0	3.0	1.7	3.3	1.2	80.3	-78.3	0.0	0.0
392	18	2023030910	2023030916	0.6	0.2	7.1	4.4	10.0	6.5	84.7	6.7	8.1	4.9	38.0	-260.0	2.8	1.7	3.3	1.2	76.3	-78.3	0.0	0.0
393	13	2023030912	2023030915	0.6	0.2	7.1	4.4	9.6	6.5	62.7	6.7	8.1	5.1	-39.0	-260.0	2.7	1.7	3.3	1.2	60.3	-78.3	0.0	0.0
394	13	2023030913	2023030915	0.6	0.2	7.1	4.4	9.6	6.5	62.7	6.7	8.1	6.8	-39.0	-260.0	2.7	1.7	3.3	1.2	60.3	-78.3	0.0	0.0
395	16	2023030913	2023030916	0.6	0.2	7.1	4.4	9.6	6.5	62.7	6.7	8.1	5.6	-39.0	-260.0	2.7	1.7	3.3	1.2	76.3	-78.3	0.0	0.0
396	16	2023031009	2023031013	0.7	0.6	5.1	4.7	8.0	4.8	73.7	28.7	3.0	2.0	239.0	-294.0	3.9	3.5	1.4	1.2	57.3	-89.3	0.1	0.1
397	19	2023031009	2023031017	0.7	0.6	5.9	4.7	10.0	4.8	73.7	6.7	3.0	1.7	239.0	-365.0	3.9	2.9	1.4	1.1	72.3	-89.3	0.0	0.0
398	18	2023031010	2023031013	0.7	0.6	5.0	4.7	5.3	4.8	73.7	51.7	3.0	2.0	104.0	-294.0	3.9	3.5	1.4	1.2	20.3	-89.3	0.1	0.1
399	13	2023031011	2023031016	0.7	0.6	5.9	4.7	9.4	4.8	73.7	6.7	3.0	1.7	-57.0	-365.0	3.9	2.9	1.4	1.2	72.3	-89.3	0.0	0.0
400	19	2023031107	2023031117	0.9	0.6	5.8	4.6	9.3	4.9	62.7	6.7	5.5	2.3	279.0	-379.0	4.7	3.3	1.4	1.0	82.3	-87.7	0.1	0.1
401	13	2023031110	2023031115	0.8	0.7	5.8	4.8	8.8	5.6	62.7	6.7	5.5	4.0	157.0	-379.0	4.3	3.5	1.2	1.1	31.3	-87.7	0.1	0.1
402	18	2023031110	2023031116	0.8	0.6	5.8	4.8	8.8	5.6	62.7	6.7	5.5	4.0	157.0	-379.0	4.3	3.3	1.4	1.1	45.3	-87.7	0.1	0.1
403	16	2023031112	2023031116	0.8	0.6	5.8	4.8	8.8	5.6	62.7	6.7	5.5	4.7	-135.0	-379.0	3.9	3.3	1.4	1.1	45.3	-87.7	0.1	0.1
404	18	2023031211	2023031215	0.7	0.5	5.8	4.9	10.6	5.2	51.7	17.7	5.0	1.7	136.0	-333.0	3.4	2.8	1.6	1.2	39.3	-85.3	0.0	0.0
405	19	2023031211	2023031217	0.7	0.4	5.8	4.6	10.6	5.2	62.7	17.7	6.3	1.7	136.0	-370.0	3.7	2.6	1.9	1.2	48.3	-85.3	0.0	0.0
406	13	2023031212	2023031213	0.5	0.5	5.0	4.9	6.0	5.2	51.7	51.7	2.1	1.9	-16.0	-130.0	3.1	2.9	1.6	1.6	39.3	-72.3	0.0	0.0
407	16	2023031212	2023031215	0.5	0.5	5.7	4.9	10.6	5.2	51.7	39.7	5.0	1.9	-16.0	-333.0	3.1	2.8	1.6	1.4	39.3	-85.3	0.0	0.0
408	19	2023031507	2023031516	1.0	0.7	6.2	5.2	8.9	6.7	62.7	28.7	7.1	1.5	255.0	-191.0	4.7	3.6	1.2	0.8	83.7	-88.7	0.1	0.1
409	16	2023031513	2023031516	0.8	0.7	5.8	5.2	8.9	6.7	62.7	39.7	5.9	2.4	78.0	-191.0	4.2	3.6	1.2	1.0	83.7	-88.7	0.1	0.1
410	19	2023031616	2023031617	0.7	0.6	5.0	5.0	8.2	6.4	62.7	51.7	-	-	-10.0	-109.0	3.9	3.5	1.3	1.2	-78.3	-87.3	0.1	0.1
411	19	2023031706	2023031716	0.9	0.8	6.1	5.3	8.0	7.2	84.7	51.7	8.6	1.4	235.0	32.0	4.4	4.1	1.0	0.9	88.7	-2.7	0.1	0.1
412	18	2023031709	2023031716	0.9	0.8	6.1	5.3	8.0	7.2	84.7	51.7	8.6	2.4	155.0	32.0	4.4	4.1	1.0	0.9	88.7	-2.7	0.1	0.1
413	17	2023031716	2023031716	0.9	0.9	5.9	5.9	7.3	7.3	84.7	84.7	2.9	2.9	32.0	32.0	4.1	4.1	0.9	0.9	88.7	88.7	0.3	0.3
414	19	2023031906	2023031917	1.6	1.0	6.6	5.0	9.1	7.7	84.7	51.7	4.4	1.5	325.0	-24.0	6.3	4.8	0.8	0.6	53.3	-88.7	0.0	0.0
415	19	2023032006	2023032017	1.0	0.6	6.2	5.5	8.9	7.0	84.7	39.7	8.4	1.7	455.0	-119.0	4.7	3.2	1.2	0.8	81.3	-86.3	0.1	0.1
416	19	2023032106	2023032115	0.8	0.5	6.1	5.0	8.8	5.6	73.7	17.7	6.8	1.2	313.0	-182.0	4.1	2.8	1.4	1.0	72.3	-86.7	0.1	0.1

417	19	2023032211	2023032216	05	04	60	48	83	62	28.7	-5.3	2.9	2.0	89.0	-286.0	3.1	24	20	15	65.3	-87.3	0.1	0.1
418	19	2023032313	2023032316	06	03	58	42	63	43	84.7	39.7	9.7	1.8	-261.0	-356.0	39	20	20	14	73.3	-87.7	0.1	0.1
419	15	2023032910	2023032913	18	13	57	51	73	65	73.7	39.7	1.8	1.3	161.0	15.0	72	57	07	05	88.7	26.3	0.1	0.1
420	18	2023040111	2023040116	13	08	67	58	91	71	84.7	62.7	4.9	2.3	135.0	19.0	53	39	10	06	83.3	-85.7	0.0	0.0
421	15	2023040112	2023040117	13	10	67	60	91	71	84.7	62.7	4.9	2.3	135.0	19.0	53	45	08	06	83.3	28.3	0.2	0.2
422	14	2023040113	2023040117	13	10	67	60	91	78	84.7	62.7	4.9	2.3	135.0	52.0	53	45	08	06	75.3	28.3	0.2	0.2
423	17	2023040113	2023040113	12	12	67	67	85	85	62.7	62.7	4.5	4.5	66.0	66.0	48	48	07	07	40.3	40.3	0.2	0.2
424	15	2023040206	2023040217	11	07	58	50	96	78	73.7	39.7	4.4	2.5	208.0	4.0	50	39	12	08	85.3	-72.3	0.0	0.0
425	14	2023040206	2023040217	11	07	58	50	96	78	73.7	39.7	4.4	2.5	208.0	4.0	50	39	12	08	85.3	-72.3	0.0	0.0
426	15	2023040308	2023040317	13	08	61	50	88	58	84.7	39.7	6.9	1.4	316.0	-29.0	57	44	1.1	0.7	87.7	-63.7	0.1	0.1
427	19	2023040609	2023040611	1.1	0.7	59	50	128	75	73.7	62.7	1.5	1.3	151.0	-166.0	48	38	1.1	0.8	32.3	-47.3	0.1	0.1
428	17	2023040811	2023040816	19	13	64	52	85	68	84.7	73.7	9.0	6.1	-180.0	-582.0	78	60	0.7	0.5	86.7	-87.3	0.0	0.0
429	17	2023040913	2023040915	1.2	0.9	67	66	100	88	62.7	28.7	4.5	4.1	-481.0	-645.0	49	41	0.8	0.7	-35.7	-74.3	0.1	0.1
430	19	2023041008	2023041011	09	06	58	52	85	72	51.7	28.7	4.9	2.3	360.0	-30.0	43	33	1.2	0.9	89.7	61.3	0.1	0.1
431	17	2023041010	2023041016	08	05	66	48	85	72	51.7	17.7	6.4	4.6	171.0	-604.0	40	29	1.5	1.0	71.3	-78.7	0.1	0.1
432	19	2023041109	2023041115	07	04	54	46	65	50	51.7	28.7	4.5	1.2	355.0	-464.0	4.1	25	2.0	1.1	73.3	-86.7	0.1	0.1
433	15	2023041110	2023041117	07	04	54	46	65	50	51.7	6.7	5.4	1.2	287.0	-542.0	3.8	25	2.0	1.2	57.3	-86.7	0.1	0.1
434	18	2023041807	2023041814	06	05	49	41	66	51	62.7	-5.3	9.6	5.5	198.0	-251.0	3.6	30	1.8	1.4	82.7	-83.3	0.1	0.1
435	13	2023042217	2023042217	19	19	70	70	76	76	84.7	84.7	2.4	2.4	-285.0	-285.0	6.6	6.6	0.5	0.5	70.3	70.3	0.2	0.2
436	19	2023042514	2023042517	1.2	0.8	65	60	89	73	84.7	73.7	4.7	3.4	-205.0	-409.0	50	40	0.9	0.7	8.3	-81.3	0.1	0.1
437	17	2023042517	2023042517	1.2	1.2	65	65	73	73	84.7	84.7	4.3	4.3	-409.0	-409.0	50	50	0.7	0.7	8.3	8.3	0.1	0.1
438	15	2023042808	2023042816	1.0	0.7	61	55	85	53	51.7	28.7	5.8	2.1	244.0	-60.0	46	38	1.1	0.8	89.7	-45.3	0.0	0.0
439	13	2023042908	2023042914	09	07	59	52	79	49	62.7	17.7	2.4	1.2	288.0	195.0	43	36	1.2	0.9	83.3	-82.7	0.1	0.1
440	14	2023050106	2023050117	1.2	0.7	55	43	89	53	73.7	28.7	5.0	3.6	152.0	-41.0	56	38	1.3	0.8	62.3	-83.3	0.0	0.0
441	19	2023050107	2023050117	1.2	0.7	55	43	89	53	73.7	28.7	5.0	3.6	144.0	-41.0	56	38	1.3	0.8	62.3	-83.3	0.0	0.0
442	13	2023050109	2023050115	1.1	0.7	55	43	89	53	62.7	39.7	5.0	4.3	118.0	-41.0	54	38	1.3	0.8	62.3	-83.3	0.1	0.1
443	18	2023050112	2023050112	08	08	52	52	84	84	39.7	39.7	4.7	4.7	-41.0	-41.0	44	44	1.0	1.0	-46.7	-46.7	0.1	0.1
444	14	2023050206	2023050217	1.5	0.9	63	53	78	60	73.7	17.7	6.0	1.9	228.0	-110.0	62	42	0.9	0.6	78.3	-81.3	0.0	0.0
445	19	2023050206	2023050215	1.5	0.9	63	53	78	60	73.7	17.7	5.8	1.9	228.0	-110.0	62	42	0.9	0.6	78.3	-81.3	0.0	0.0
446	17	2023050210	2023050215	1.5	0.9	63	56	78	70	73.7	17.7	5.8	1.9	157.0	-110.0	62	42	0.9	0.6	78.3	-62.7	0.0	0.0
447	14	2023050306	2023050315	1.5	0.9	59	54	77	57	62.7	17.7	7.8	3.2	252.0	-281.0	63	42	0.9	0.6	86.7	-81.3	0.0	0.0
448	19	2023050306	2023050317	1.5	0.9	59	54	77	57	62.7	17.7	7.8	3.2	268.0	-281.0	63	42	0.9	0.6	86.7	-81.3	0.0	0.0
449	13	2023050308	2023050309	1.1	1.1	56	55	73	71	62.7	51.7	4.2	3.2	19.0	-75.0	52	51	0.8	0.8	-57.3	-81.3	0.1	0.1

450	13	2023050315	2023050316	1.3	1.2	5.9	5.7	7.5	6.7	28.7	17.7	6.7	6.3	194.0	42.0	5.8	5.4	0.7	0.7	75.3	53.3	0.6	0.6
451	14	2023050406	2023050414	1.1	0.8	6.0	5.2	8.9	5.9	51.7	6.7	7.4	4.5	362.0	-384.0	5.3	3.9	1.1	0.8	81.3	-54.3	0.0	0.0
452	19	2023050406	2023050416	1.1	0.8	6.0	5.2	8.9	5.9	51.7	6.7	7.4	4.5	362.0	-384.0	5.3	3.9	1.1	0.8	88.3	-54.3	0.0	0.0
453	17	2023050411	2023050413	0.8	0.8	5.7	5.5	8.2	6.0	17.7	6.7	7.4	6.7	-277.0	-384.0	4.2	3.9	1.1	1.0	73.3	-54.3	0.0	0.0
454	19	2023050508	2023050514	0.8	0.7	5.8	4.9	9.5	7.9	62.7	6.7	6.3	2.0	192.0	-458.0	4.0	3.7	1.2	1.0	81.3	-89.7	0.1	0.1
455	14	2023050510	2023050514	0.8	0.7	5.8	4.9	9.5	7.9	39.7	6.7	6.3	5.2	-150.0	-458.0	4.0	3.7	1.2	1.0	81.3	-89.7	0.1	0.1
456	14	2023050611	2023050615	0.6	0.5	6.3	5.6	8.7	6.4	51.7	6.7	2.2	2.2	-180.0	-499.0	3.2	2.9	1.4	1.2	89.7	-84.3	0.1	0.1
457	19	2023050611	2023050616	0.6	0.5	6.3	5.6	8.7	6.4	51.7	6.7	2.2	1.4	-180.0	-499.0	3.3	2.9	1.4	1.2	89.7	-84.3	0.1	0.1
458	14	2023050712	2023050717	1.9	0.7	5.6	4.5	10.2	4.7	84.7	51.7	9.2	6.9	-182.0	-517.0	7.8	3.6	1.1	0.5	86.3	-55.3	0.1	0.1
459	19	2023050807	2023050813	1.7	1.2	6.2	5.6	9.1	7.1	84.7	62.7	7.7	4.2	609.0	-371.0	6.8	5.2	0.8	0.5	55.3	-80.3	0.1	0.1
460	18	2023050807	2023050810	1.7	1.4	6.0	5.7	8.4	7.1	73.7	62.7	5.4	4.2	609.0	260.0	6.8	5.9	0.6	0.5	55.3	26.3	0.1	0.1
461	19	2023051006	2023051016	1.8	0.8	7.0	6.3	9.7	7.8	84.7	39.7	3.9	1.5	483.0	-598.0	6.3	3.9	0.9	0.5	86.3	-77.3	0.1	0.1
462	17	2023051006	2023051017	1.8	0.8	7.0	6.3	9.7	7.8	84.7	39.7	4.6	1.5	483.0	-622.0	6.3	3.9	0.9	0.5	86.3	-77.3	0.1	0.1
463	19	2023051106	2023051108	1.1	1.0	6.2	6.0	8.0	7.3	62.7	39.7	-	-	414.0	285.0	4.8	4.5	0.8	0.7	72.3	70.3	0.3	0.3
464	18	2023051106	2023051109	1.1	0.9	6.2	5.6	8.0	7.3	62.7	39.7	-	-	428.0	285.0	4.8	4.4	0.9	0.7	75.3	70.3	0.3	0.3
465	19	2023051113	2023051117	0.9	0.7	6.0	5.6	7.3	5.9	84.7	51.7	2.7	1.4	29.0	-502.0	4.1	3.5	1.1	0.9	78.3	-51.7	0.0	0.0
466	17	2023051113	2023051117	0.9	0.7	6.0	5.6	7.3	5.9	84.7	51.7	2.7	1.4	29.0	-502.0	4.1	3.5	1.1	0.9	78.3	-51.7	0.0	0.0
467	15	2023051609	2023051612	0.5	0.4	4.2	3.9	5.7	4.6	6.7	-5.3	9.8	7.7	50.0	-133.0	3.2	2.9	2.1	1.7	86.3	-87.3	0.1	0.1
468	19	2023051707	2023051713	0.8	0.7	6.0	5.0	7.6	6.4	17.7	6.7	8.2	4.7	254.0	-303.0	4.1	3.5	1.2	1.0	78.3	-80.3	0.0	0.0
469	15	2023051708	2023051714	0.8	0.7	6.0	5.1	7.6	6.3	17.7	-5.3	8.2	5.5	97.0	-303.0	4.1	3.5	1.2	1.0	86.3	-80.3	0.0	0.0
470	15	2023051807	2023051815	1.0	0.7	6.5	5.7	8.9	7.0	51.7	-5.3	2.9	1.4	381.0	-358.0	4.3	3.4	1.1	0.9	79.3	-73.3	0.0	0.0
471	19	2023051808	2023051815	0.9	0.7	6.5	5.7	8.9	7.0	51.7	-5.3	2.9	1.4	217.0	-358.0	4.3	3.4	1.1	0.9	79.3	-73.3	0.0	0.0
472	17	2023051811	2023051813	0.8	0.7	6.5	6.1	8.3	7.7	28.7	-5.3	2.1	2.1	-281.0	-358.0	3.8	3.4	1.0	1.0	70.3	-65.3	0.0	0.0
473	12	2023051813	2023051816	1.1	0.8	6.1	5.7	8.1	6.5	39.7	-5.3	1.9	1.4	192.0	-343.0	4.9	3.8	1.0	0.8	79.3	54.3	0.4	0.4
474	19	2023051908	2023051916	1.0	0.6	5.8	4.9	8.1	5.7	62.7	17.7	4.1	2.3	375.0	-422.0	5.1	3.4	1.3	0.9	78.3	-85.7	0.1	0.1
475	15	2023051909	2023051914	0.9	0.6	5.8	4.9	8.1	7.1	62.7	17.7	4.1	2.3	152.0	-422.0	4.7	3.7	1.3	0.9	78.3	-85.7	0.1	0.1
476	17	2023051912	2023051916	1.0	0.8	5.3	5.1	8.1	5.7	62.7	17.7	4.1	2.3	-59.0	-422.0	5.1	4.1	1.1	0.9	78.3	11.3	0.1	0.1
477	12	2023052006	2023052009	1.0	0.6	5.5	5.3	6.9	6.1	73.7	51.7	2.2	1.1	592.0	201.0	5.0	3.4	1.2	0.8	56.3	-6.3	0.1	0.1
478	19	2023052007	2023052017	0.8	0.6	5.8	4.7	7.9	6.6	84.7	39.7	3.1	1.1	537.0	-487.0	4.0	3.3	1.4	1.1	58.3	-71.3	0.1	0.1
479	18	2023052010	2023052014	0.6	0.6	5.8	4.7	7.9	6.6	73.7	39.7	2.7	1.6	-18.0	-487.0	3.5	3.3	1.4	1.2	41.3	-71.3	0.1	0.1
480	15	2023052011	2023052015	0.7	0.6	5.8	4.7	7.9	6.6	84.7	39.7	2.2	1.6	-204.0	-487.0	3.6	3.3	1.4	1.1	58.3	-45.7	0.1	0.1
481	17	2023052014	2023052016	0.7	0.6	5.8	5.5	7.7	6.8	84.7	51.7	1.7	1.5	-243.0	-487.0	3.8	3.3	1.2	1.1	58.3	41.3	0.2	0.2
482	12	2023052016	2023052017	0.7	0.6	5.6	5.5	7.7	7.2	73.7	62.7	3.1	1.5	-25.0	-243.0	3.8	3.4	1.2	1.1	57.3	57.3	0.6	0.6

483	13	2023052016	2023052017	0.7	0.6	5.6	5.5	7.7	7.2	73.7	62.7	3.1	1.5	-25.0	-243.0	3.8	3.4	1.2	1.1	57.3	57.3	0.6	0.6
484	19	2023052109	2023052115	0.5	0.4	6.4	5.8	8.4	7.2	84.7	39.7	5.2	1.6	278.0	-523.0	2.9	2.5	1.6	1.4	66.3	-75.3	0.0	0.0
485	18	2023052111	2023052114	0.5	0.5	6.4	5.8	8.3	7.2	84.7	39.7	2.9	2.6	-146.0	-523.0	2.9	2.6	1.5	1.4	65.3	-74.3	0.1	0.1
486	17	2023052114	2023052116	0.7	0.5	6.7	5.8	7.9	7.2	62.7	39.7	5.2	1.6	-337.0	-523.0	3.1	2.9	1.4	1.1	67.3	65.3	0.3	0.3
487	19	2023052212	2023052216	0.6	0.4	5.9	4.4	7.7	4.2	84.7	62.7	1.5	1.2	-145.0	-427.0	3.1	2.7	1.9	1.3	56.3	-89.3	0.0	0.0
488	15	2023052214	2023052215	0.4	0.4	4.6	4.4	6.5	4.4	83.3	62.7	1.2	1.2	-404.0	-427.0	2.8	2.7	1.9	1.9	51.3	50.3	0.0	0.0
489	13	2023052217	2023052217	0.5	0.5	4.5	4.5	3.9	3.9	84.7	84.7	2.0	2.0	-208.0	-208.0	3.2	3.2	1.6	1.6	62.3	62.3	0.8	0.8
490	12	2023052315	2023052316	1.8	1.7	6.5	6.5	9.2	8.8	84.7	73.7	6.2	6.0	-418.0	-459.0	6.7	6.3	0.5	0.5	84.7	35.7	0.1	0.1
491	13	2023052315	2023052316	1.8	1.7	6.5	6.5	9.2	8.8	84.7	73.7	6.2	6.0	-418.0	-459.0	6.7	6.3	0.5	0.5	84.7	35.7	0.1	0.1
492	19	2023052406	2023052409	1.4	1.3	6.6	6.4	8.9	7.4	73.7	51.7	5.6	3.8	457.0	420.0	5.6	5.3	0.6	0.6	57.3	53.3	0.3	0.3
493	17	2023052406	2023052409	1.4	1.3	6.6	6.4	8.9	7.4	73.7	51.7	5.6	3.8	457.0	420.0	5.6	5.3	0.6	0.6	57.3	53.3	0.3	0.3
494	13	2023052506	2023052511	0.8	0.6	6.4	5.9	8.6	7.9	62.7	28.7	2.8	1.1	401.0	273.0	3.8	3.1	1.3	0.9	87.7	30.3	0.1	0.1
495	18	2023052506	2023052506	0.7	0.7	6.4	6.4	8.3	8.3	28.7	28.7	1.9	1.9	340.0	340.0	3.2	3.2	1.1	1.1	30.3	30.3	0.1	0.1
496	19	2023052708	2023052716	1.1	0.6	5.4	4.9	6.3	5.3	51.7	28.7	6.8	3.9	317.0	-81.0	5.4	3.6	1.3	0.8	76.3	-50.3	0.0	0.0
497	15	2023052709	2023052717	1.1	0.7	5.4	4.9	6.3	5.3	51.7	28.7	6.8	3.2	274.0	-142.0	5.4	3.9	1.2	0.8	76.3	-80.3	0.0	0.0
498	18	2023060307	2023060312	0.9	0.5	6.6	5.5	8.9	6.8	84.7	28.7	4.5	1.9	415.0	-485.0	4.2	2.7	1.6	0.9	56.3	-87.3	0.0	0.0
499	18	2023060316	2023060317	0.9	0.8	6.0	5.8	8.9	7.6	28.7	28.7	2.7	2.3	174.0	-54.0	4.2	4.0	1.0	0.9	82.3	14.3	0.1	0.1
500	18	2023060408	2023060416	1.0	0.6	6.7	5.4	9.4	6.7	62.7	28.7	3.7	2.0	363.0	-654.0	4.3	3.2	1.3	0.8	83.3	-86.7	0.1	0.1
501	18	2023060509	2023060516	0.6	0.4	5.7	5.1	7.0	5.6	84.7	6.7	4.8	1.2	290.0	-746.0	3.3	2.5	1.8	1.4	82.3	-82.3	0.1	0.1
502	17	2023060512	2023060515	0.5	0.4	5.4	5.3	6.9	5.6	51.7	6.7	1.2	1.2	-405.0	-746.0	2.9	2.5	1.8	1.5	80.3	-80.3	0.1	0.1
503	18	2023060612	2023060617	0.4	0.3	4.9	4.4	8.0	4.8	39.7	-5.3	5.0	1.1	-272.0	-629.0	2.7	2.2	2.4	1.8	72.3	-78.3	0.1	0.1
504	18	2023060712	2023060717	0.4	0.2	5.9	4.5	8.9	6.0	62.7	39.7	3.7	1.1	-28.0	-600.0	2.4	1.8	2.9	1.9	73.3	-80.7	0.0	0.0
505	18	2023060813	2023060817	0.5	0.3	5.4	4.6	9.8	8.6	39.7	-5.3	4.8	2.8	-22.0	-507.0	2.7	2.4	2.2	1.6	64.3	-89.3	0.2	0.2
506	17	2023060813	2023060815	0.5	0.3	5.4	4.6	9.5	9.0	39.7	28.7	4.8	2.8	-22.0	-385.0	2.7	2.4	2.2	1.6	-29.7	-89.3	0.2	0.2
507	18	2023060909	2023060912	1.4	0.9	8.9	7.5	13.1	11.1	6.7	-16.3	2.1	2.1	557.0	347.0	4.5	3.7	0.8	0.5	80.7	69.3	0.0	0.0
508	16	2023061008	2023061011	2.0	1.0	10.3	8.6	12.8	11.6	-5.3	-5.3	2.0	1.8	450.0	375.0	5.2	3.7	0.7	0.4	81.3	70.3	0.4	0.4
509	18	2023061008	2023061011	2.0	1.0	10.3	8.6	12.8	11.6	-5.3	-5.3	2.0	1.8	450.0	375.0	5.2	3.7	0.7	0.4	81.3	70.3	0.4	0.4
510	18	2023061110	2023061113	1.5	0.8	9.7	8.0	14.6	13.1	6.7	-5.3	4.3	2.8	408.0	274.0	4.5	3.2	0.9	0.5	82.3	56.3	0.1	0.1
511	18	2023061116	2023061117	1.0	1.0	7.9	7.6	10.3	9.9	51.7	39.7	-	-	262.0	155.0	3.8	3.7	0.8	0.7	-66.7	-77.7	0.1	0.1
512	18	2023061307	2023061315	0.7	0.5	7.2	5.1	8.4	6.2	62.7	6.7	5.6	1.9	301.0	-18.0	3.4	2.7	1.6	1.0	84.7	-80.7	0.1	0.1
513	18	2023061411	2023061414	0.7	0.6	6.5	4.8	9.8	6.6	39.7	6.7	5.0	3.8	103.0	-149.0	3.6	2.8	1.4	1.1	89.7	65.3	0.2	0.2
514	18	2023061506	2023061512	0.6	0.4	6.3	4.8	10.5	5.9	73.7	-5.3	3.1	1.4	317.0	-311.0	3.1	2.5	1.7	1.3	82.3	-82.7	0.0	0.0
515	18	2023062114	2023062117	0.4	0.3	5.0	4.5	6.8	6.2	84.7	17.7	-	-	-278.0	-368.0	2.5	2.1	2.6	2.1	75.3	-67.7	0.2	0.2

516	18	2023062313	2023062315	0.3	0.2	5.5	5.2	6.7	6.0	84.7	51.7	3.2	2.1	39.0	-193.0	2.0	1.7	2.7	2.3	-63.3	-69.3	0.2	0.2
517	18	2023062415	2023062416	0.4	0.4	4.0	3.7	4.9	4.4	6.7	-5.3	7.4	5.9	-70.0	-153.0	3.1	3.0	2.0	2.0	-66.3	-85.3	0.2	0.2
518	18	2023062806	2023062813	1.1	0.8	6.5	5.4	8.8	6.4	28.7	6.7	7.9	2.6	196.0	-16.0	4.7	4.0	1.0	0.8	-	-	-	-
519	17	2023062806	2023062811	1.0	0.8	6.5	5.4	8.8	6.4	28.7	6.7	5.4	2.6	196.0	-16.0	4.7	4.0	1.0	0.8	-	-	-	-
520	18	2023062908	2023062913	0.8	0.6	5.7	5.2	8.3	5.9	28.7	-5.3	8.3	4.4	-11.0	-164.0	4.3	3.4	1.3	1.0	-	-	-	-
521	17	2023062908	2023062912	0.8	0.6	5.7	5.2	8.3	6.8	28.7	-5.3	8.0	4.4	-11.0	-164.0	4.3	3.4	1.3	1.0	-	-	-	-
522	18	2023063008	2023063014	0.6	0.5	5.8	5.4	7.2	5.9	17.7	-5.3	3.1	1.1	29.0	-299.0	3.3	2.8	1.5	1.2	-	-	-	-
523	17	2023063008	2023063013	0.6	0.5	5.8	5.4	7.2	5.9	17.7	-5.3	3.1	1.1	29.0	-299.0	3.3	2.8	1.5	1.2	-	-	-	-
524	12	2023070110	2023070113	0.7	0.4	5.9	5.5	8.0	6.6	17.7	-5.3	5.3	2.6	-284.0	-454.0	3.5	2.5	1.6	1.1	83.7	-65.3	0.1	0.1
525	12	2023070412	2023070415	0.5	0.4	5.7	5.0	7.5	6.4	17.7	-5.3	1.7	1.3	-436.0	-718.0	3.1	2.3	1.9	1.4	64.3	-86.3	0.1	0.1
526	12	2023071310	2023071312	0.5	0.5	6.0	5.9	8.8	8.3	17.7	6.7	4.8	4.1	-211.0	-265.0	2.7	2.5	1.6	1.5	79.3	72.3	0.1	0.1
527	12	2023071411	2023071412	0.6	0.5	6.2	5.6	7.7	7.2	6.7	6.7	5.0	4.8	-303.0	-327.0	3.2	3.0	1.4	1.2	52.3	35.3	0.1	0.1
528	12	2023071712	2023071713	0.8	0.7	6.9	6.4	9.5	7.7	51.7	28.7	1.6	1.2	-330.0	-415.0	3.5	3.3	1.1	0.9	32.3	-52.7	0.1	0.1
529	12	2023071812	2023071814	0.8	0.5	6.7	5.9	9.8	7.1	28.7	-5.3	5.1	1.3	-256.0	-448.0	3.7	2.9	1.4	0.9	62.3	29.3	0.1	0.1
530	12	2023081312	2023081313	0.5	0.4	6.9	5.7	12.0	11.2	39.7	28.7	2.9	1.2	-176.0	-208.0	2.5	2.1	1.9	1.3	79.3	64.3	0.1	0.1
531	12	2023092309	2023092318	0.9	0.4	5.4	4.7	8.2	5.7	84.7	51.7	5.7	3.6	503.0	-137.0	4.7	2.6	1.9	0.9	43.3	-58.3	0.1	0.1
532	12	2023092609	2023092610	0.8	0.8	5.7	5.7	8.6	7.8	62.7	62.7	3.1	2.1	-113.0	-276.0	3.8	3.8	1.0	1.0	-10.3	-89.3	0.1	0.1
533	12	2023092713	2023092714	0.9	0.8	5.3	5.2	6.9	6.3	73.7	73.7	1.9	1.3	-159.0	-343.0	4.4	4.0	1.1	1.0	75.3	72.3	0.3	0.3
534	12	2023092812	2023092814	0.9	0.7	5.5	5.3	6.7	5.3	73.7	62.7	2.7	1.9	-218.0	-362.0	4.6	3.7	1.1	0.9	88.7	33.3	0.2	0.2
535	12	2023093013	2023093014	0.6	0.6	5.5	5.3	7.5	7.3	39.7	28.7	3.3	3.2	-178.0	-186.0	3.5	3.4	1.2	1.2	-8.7	-76.3	0.0	0.0
536	12	2023102407	2023102418	0.7	0.5	5.8	4.8	7.2	4.7	73.7	6.7	4.3	1.2	280.0	-447.0	3.9	3.2	1.5	1.1	81.3	-89.3	0.1	0.1
537	12	2023102712	2023102714	1.0	0.6	5.0	4.8	6.5	5.7	62.7	39.7	7.2	3.9	-50.0	-338.0	5.0	3.5	1.4	0.9	82.3	71.3	0.1	0.1
538	12	2023110506	2023110507	0.8	0.7	5.8	5.5	8.3	6.1	28.7	28.7	5.1	3.2	-309.0	-334.0	3.9	3.7	1.1	1.1	77.3	49.3	0.1	0.1
539	12	2023110608	2023110611	0.6	0.6	6.3	6.1	8.8	7.8	28.7	6.7	1.7	1.4	-91.0	-228.0	3.1	2.9	1.3	1.2	59.3	9.7	0.0	0.0
540	12	2023110909	2023110910	0.6	0.6	6.3	6.2	9.4	8.3	51.7	39.7	5.4	4.5	-160.0	-223.0	3.2	3.0	1.2	1.2	-73.3	-74.3	0.1	0.1
541	12	2023111916	2023111918	1.0	0.6	6.7	5.7	11.2	8.3	73.7	73.7	2.9	1.1	99.0	82.0	4.4	3.4	1.2	0.9	77.7	-81.7	0.1	0.1
542	12	2023112311	2023112312	0.6	0.5	6.3	5.7	8.3	8.3	39.7	28.7	3.0	2.3	-193.0	-246.0	2.9	2.8	1.5	1.3	64.3	28.3	0.1	0.1
543	12	2023120807	2023120808	0.7	0.6	5.9	5.9	7.8	7.5	39.7	17.7	3.4	2.9	-150.0	-167.0	3.6	3.3	1.2	1.1	-37.7	-62.3	0.1	0.1
544	13	2023070110	2023070118	0.7	0.4	5.9	5.1	8.0	6.2	17.7	-5.3	6.7	2.6	386.0	-454.0	3.5	2.5	1.7	1.1	87.3	-65.3	0.0	0.0
545	13	2023070412	2023070415	0.5	0.4	5.7	5.0	7.5	6.4	17.7	-5.3	1.7	1.3	-436.0	-718.0	3.1	2.3	1.9	1.4	64.3	-86.3	0.1	0.1
546	13	2023071310	2023071312	0.5	0.5	6.0	5.9	8.8	8.3	17.7	6.7	4.8	4.1	-211.0	-265.0	2.7	2.5	1.6	1.5	79.3	72.3	0.1	0.1
547	13	2023071411	2023071413	0.7	0.5	6.2	5.6	9.4	7.2	6.7	-5.3	5.0	3.7	-255.0	-327.0	3.3	3.0	1.4	1.1	82.3	35.3	0.1	0.1
548	13	2023071712	2023071713	0.8	0.7	6.9	6.4	9.5	7.7	51.7	28.7	1.6	1.2	-330.0	-415.0	3.5	3.3	1.1	0.9	32.3	-52.7	0.1	0.1

549	13	2023071812	2023071814	0.8	0.5	6.7	5.9	9.8	7.1	28.7	-5.3	5.1	1.3	-256.0	-448.0	3.7	2.9	1.4	0.9	62.3	29.3	0.1	0.1
550	13	2023081312	2023081313	0.5	0.4	6.9	5.7	12.0	11.2	39.7	28.7	2.9	1.2	-176.0	-208.0	2.5	2.1	1.9	1.3	79.3	64.3	0.1	0.1
551	13	2023092309	2023092311	0.9	0.8	5.2	5.1	7.6	5.7	84.7	73.7	5.1	3.6	51.0	-137.0	4.7	4.3	1.1	0.9	43.3	1.3	0.1	0.1
552	13	2023092409	2023092412	1.0	0.8	5.4	5.2	7.1	6.1	84.7	51.7	4.2	2.3	9.0	-221.0	4.8	4.3	1.0	0.9	68.3	51.3	0.1	0.1
553	13	2023092609	2023092610	0.8	0.8	5.7	5.7	8.6	7.8	62.7	62.7	3.1	2.1	-113.0	-276.0	3.8	3.8	1.0	1.0	-10.3	-89.3	0.1	0.1
554	13	2023092713	2023092714	0.9	0.8	5.3	5.2	6.9	6.3	73.7	73.7	1.9	1.3	-159.0	-343.0	4.4	4.0	1.1	1.0	75.3	72.3	0.3	0.3
555	13	2023092812	2023092814	0.9	0.7	5.5	5.3	6.7	5.3	73.7	62.7	2.7	1.9	-218.0	-362.0	4.6	3.7	1.1	0.9	88.7	33.3	0.2	0.2
556	13	2023093013	2023093014	0.6	0.6	5.5	5.3	7.5	7.3	39.7	28.7	3.3	3.2	-178.0	-186.0	3.5	3.4	1.2	1.2	-8.7	-76.3	0.0	0.0
557	13	2023102407	2023102418	0.7	0.5	5.8	4.8	7.2	4.7	73.7	6.7	4.3	1.2	280.0	-447.0	3.9	3.2	1.5	1.1	81.3	-89.3	0.1	0.1
558	13	2023102712	2023102714	1.0	0.6	5.0	4.8	6.5	5.7	62.7	39.7	7.2	3.9	-50.0	-338.0	5.0	3.5	1.4	0.9	82.3	71.3	0.1	0.1
559	13	2023110506	2023110507	0.8	0.7	5.8	5.5	8.3	6.1	28.7	28.7	5.1	3.2	-309.0	-334.0	3.9	3.7	1.1	1.1	77.3	49.3	0.1	0.1
560	13	2023110608	2023110609	0.6	0.6	6.3	6.3	8.5	7.8	17.7	6.7	1.6	1.4	-201.0	-228.0	3.0	3.0	1.2	1.2	56.3	37.3	0.0	0.0
561	13	2023110909	2023110910	0.6	0.6	6.3	6.2	9.4	8.3	51.7	39.7	5.4	4.5	-160.0	-223.0	3.2	3.0	1.2	1.2	-73.3	-74.3	0.1	0.1
562	13	2023112311	2023112312	0.6	0.5	6.3	5.7	8.3	8.3	39.7	28.7	3.0	2.3	-193.0	-246.0	2.9	2.8	1.5	1.3	64.3	28.3	0.1	0.1
563	13	2023120807	2023120808	0.7	0.6	5.9	5.9	7.8	7.5	39.7	17.7	3.4	2.9	-150.0	-167.0	3.6	3.3	1.2	1.1	-37.7	-62.3	0.1	0.1
564	14	2023070110	2023070118	0.7	0.4	5.9	5.1	8.0	6.2	17.7	-5.3	6.7	2.6	386.0	-454.0	3.5	2.5	1.7	1.1	87.3	-65.3	0.0	0.0
565	14	2023070412	2023070415	0.5	0.4	5.7	5.0	7.5	6.4	17.7	-5.3	1.7	1.3	-436.0	-718.0	3.1	2.3	1.9	1.4	64.3	-86.3	0.1	0.1
566	14	2023071310	2023071312	0.5	0.5	6.0	5.9	8.8	8.3	17.7	6.7	4.8	4.1	-211.0	-265.0	2.7	2.5	1.6	1.5	79.3	72.3	0.1	0.1
567	14	2023071411	2023071418	0.8	0.5	6.2	5.3	9.4	6.5	39.7	-5.3	6.3	3.7	334.0	-327.0	4.1	2.8	1.6	1.0	82.3	-39.7	0.1	0.1
568	14	2023071812	2023071814	0.8	0.5	6.7	5.9	9.8	7.1	28.7	-5.3	5.1	1.3	-256.0	-448.0	3.7	2.9	1.4	0.9	62.3	29.3	0.1	0.1
569	14	2023081312	2023081313	0.5	0.4	6.9	5.7	12.0	11.2	39.7	28.7	2.9	1.2	-176.0	-208.0	2.5	2.1	1.9	1.3	79.3	64.3	0.1	0.1
570	14	2023082811	2023082813	0.4	0.2	6.6	4.7	9.4	5.6	73.7	-5.3	5.3	4.4	-246.0	-350.0	2.1	1.7	3.1	1.7	74.3	-77.3	0.0	0.0
571	14	2023082912	2023082918	0.7	0.4	6.2	4.3	11.1	6.2	39.7	-5.3	6.0	3.7	606.0	-441.0	3.4	2.2	2.0	1.1	76.3	39.3	0.1	0.1
572	14	2023092309	2023092311	0.9	0.8	5.2	5.1	7.6	5.7	84.7	73.7	5.1	3.6	51.0	-137.0	4.7	4.3	1.1	0.9	43.3	1.3	0.1	0.1
573	14	2023092409	2023092412	1.0	0.8	5.4	5.2	7.1	6.1	84.7	51.7	4.2	2.3	9.0	-221.0	4.8	4.3	1.0	0.9	68.3	51.3	0.1	0.1
574	14	2023092713	2023092714	0.9	0.8	5.3	5.2	6.9	6.3	73.7	73.7	1.9	1.3	-159.0	-343.0	4.4	4.0	1.1	1.0	75.3	72.3	0.3	0.3
575	14	2023092812	2023092814	0.9	0.7	5.5	5.3	6.7	5.3	73.7	62.7	2.7	1.9	-218.0	-362.0	4.6	3.7	1.1	0.9	88.7	33.3	0.2	0.2
576	14	2023102407	2023102418	0.7	0.5	5.8	4.8	7.2	4.7	73.7	6.7	4.3	1.2	280.0	-447.0	3.9	3.2	1.5	1.1	81.3	-89.3	0.1	0.1
577	14	2023102712	2023102714	1.0	0.6	5.0	4.8	6.5	5.7	62.7	39.7	7.2	3.9	-50.0	-338.0	5.0	3.5	1.4	0.9	82.3	71.3	0.1	0.1
578	14	2023110506	2023110507	0.8	0.7	5.8	5.5	8.3	6.1	28.7	28.7	5.1	3.2	-309.0	-334.0	3.9	3.7	1.1	1.1	77.3	49.3	0.1	0.1
579	14	2023110909	2023110910	0.6	0.6	6.3	6.2	9.4	8.3	51.7	39.7	5.4	4.5	-160.0	-223.0	3.2	3.0	1.2	1.2	-73.3	-74.3	0.1	0.1
580	14	2023112106	2023112107	1.0	0.9	5.5	5.0	6.7	6.5	39.7	28.7	2.5	2.5	-363.0	-437.0	4.6	4.6	1.0	0.9	-59.7	-73.7	0.1	0.1
581	14	2023112311	2023112312	0.6	0.5	6.3	5.7	8.3	8.3	39.7	28.7	3.0	2.3	-193.0	-246.0	2.9	2.8	1.5	1.3	64.3	28.3	0.1	0.1

582	14	2023120807	2023120808	0.7	0.6	5.9	5.9	7.8	7.5	39.7	17.7	3.4	2.9	-150.0	-167.0	3.6	3.3	1.2	1.1	-37.7	-62.3	0.1	0.1
583	15	2023070110	2023070118	0.7	0.4	5.9	5.1	8.0	6.2	17.7	-5.3	6.7	2.6	386.0	-454.0	3.5	2.5	1.7	1.1	87.3	-65.3	0.0	0.0
584	15	2023070412	2023070415	0.5	0.4	5.7	5.0	7.5	6.4	17.7	-5.3	1.7	1.3	-436.0	-718.0	3.1	2.3	1.9	1.4	64.3	-86.3	0.1	0.1
585	15	2023071310	2023071312	0.5	0.5	6.0	5.9	8.8	8.3	17.7	6.7	4.8	4.1	-211.0	-265.0	2.7	2.5	1.6	1.5	79.3	72.3	0.1	0.1
586	15	2023071411	2023071418	0.8	0.5	6.2	5.3	9.4	6.5	39.7	-5.3	6.3	3.7	334.0	-327.0	4.1	2.8	1.6	1.0	82.3	-39.7	0.1	0.1
587	15	2023071812	2023071814	0.8	0.5	6.7	5.9	9.8	7.1	28.7	-5.3	5.1	1.3	-256.0	-448.0	3.7	2.9	1.4	0.9	62.3	29.3	0.1	0.1
588	15	2023081312	2023081313	0.5	0.4	6.9	5.7	12.0	11.2	39.7	28.7	2.9	1.2	-176.0	-208.0	2.5	2.1	1.9	1.3	79.3	64.3	0.1	0.1
589	15	2023082811	2023082813	0.4	0.2	6.6	4.7	9.4	5.6	73.7	-5.3	5.3	4.4	-246.0	-350.0	2.1	1.7	3.1	1.7	74.3	-77.3	0.0	0.0
590	15	2023082912	2023082918	0.7	0.4	6.2	4.3	11.1	6.2	39.7	-5.3	6.0	3.7	606.0	-441.0	3.4	2.2	2.0	1.1	76.3	39.3	0.1	0.1
591	15	2023092309	2023092318	0.9	0.4	5.4	4.7	8.2	5.7	84.7	51.7	5.7	3.6	503.0	-137.0	4.7	2.6	1.9	0.9	43.3	-58.3	0.1	0.1
592	15	2023092812	2023092814	0.9	0.7	5.5	5.3	6.7	5.3	73.7	62.7	2.7	1.9	-218.0	-362.0	4.6	3.7	1.1	0.9	88.7	33.3	0.2	0.2
593	15	2023102407	2023102418	0.7	0.5	5.8	4.8	7.2	4.7	73.7	6.7	4.3	1.2	280.0	-447.0	3.9	3.2	1.5	1.1	81.3	-89.3	0.1	0.1
594	15	2023102611	2023102612	0.7	0.5	6.2	5.5	7.7	6.5	39.7	39.7	2.3	2.0	-387.0	-399.0	3.3	2.9	1.4	1.1	75.3	43.3	0.1	0.1
595	15	2023102712	2023102714	1.0	0.6	5.0	4.8	6.5	5.7	62.7	39.7	7.2	3.9	-50.0	-338.0	5.0	3.5	1.4	0.9	82.3	71.3	0.1	0.1
596	15	2023110506	2023110510	0.9	0.7	5.8	5.4	8.3	6.1	39.7	17.7	6.1	3.2	-161.0	-334.0	4.3	3.7	1.1	1.0	77.3	24.3	0.0	0.0
597	15	2023110909	2023110910	0.6	0.6	6.3	6.2	9.4	8.3	51.7	39.7	5.4	4.5	-160.0	-223.0	3.2	3.0	1.2	1.2	-73.3	-74.3	0.1	0.1
598	15	2023112106	2023112107	1.0	0.9	5.5	5.0	6.7	6.5	39.7	28.7	2.5	2.5	-363.0	-437.0	4.6	4.6	1.0	0.9	-59.7	-73.7	0.1	0.1
599	15	2023112311	2023112312	0.6	0.5	6.3	5.7	8.3	8.3	39.7	28.7	3.0	2.3	-193.0	-246.0	2.9	2.8	1.5	1.3	64.3	28.3	0.1	0.1
600	15	2023120807	2023120811	0.8	0.6	6.4	5.9	9.5	7.5	39.7	17.7	5.1	2.9	-124.0	-167.0	3.8	3.3	1.2	0.9	84.3	-78.7	0.1	0.1
601	16	2023070110	2023070118	0.7	0.4	5.9	5.1	8.0	6.2	17.7	-5.3	6.7	2.6	386.0	-454.0	3.5	2.5	1.7	1.1	87.3	-65.3	0.0	0.0
602	16	2023070412	2023070415	0.5	0.4	5.7	5.0	7.5	6.4	17.7	-5.3	1.7	1.3	-436.0	-718.0	3.1	2.3	1.9	1.4	64.3	-86.3	0.1	0.1
603	16	2023071310	2023071312	0.5	0.5	6.0	5.9	8.8	8.3	17.7	6.7	4.8	4.1	-211.0	-265.0	2.7	2.5	1.6	1.5	79.3	72.3	0.1	0.1
604	16	2023071411	2023071418	0.8	0.5	6.2	5.3	9.4	6.5	39.7	-5.3	6.3	3.7	334.0	-327.0	4.1	2.8	1.6	1.0	82.3	-39.7	0.1	0.1
605	16	2023071812	2023071814	0.8	0.5	6.7	5.9	9.8	7.1	28.7	-5.3	5.1	1.3	-256.0	-448.0	3.7	2.9	1.4	0.9	62.3	29.3	0.1	0.1
606	16	2023081312	2023081313	0.5	0.4	6.9	5.7	12.0	11.2	39.7	28.7	2.9	1.2	-176.0	-208.0	2.5	2.1	1.9	1.3	79.3	64.3	0.1	0.1
607	16	2023082811	2023082813	0.4	0.2	6.6	4.7	9.4	5.6	73.7	-5.3	5.3	4.4	-246.0	-350.0	2.1	1.7	3.1	1.7	74.3	-77.3	0.0	0.0
608	16	2023082912	2023082918	0.7	0.4	6.2	4.3	11.1	6.2	39.7	-5.3	6.0	3.7	606.0	-441.0	3.4	2.2	2.0	1.1	76.3	39.3	0.1	0.1
609	16	2023092309	2023092310	0.9	0.9	5.2	5.1	6.0	5.7	73.7	73.7	3.8	3.6	-44.0	-137.0	4.7	4.7	0.9	0.9	41.3	1.3	0.1	0.1
610	16	2023092408	2023092410	0.9	0.7	5.4	5.2	7.1	6.6	84.7	73.7	2.5	2.3	-175.0	-221.0	4.4	3.8	1.2	1.0	57.3	25.3	0.1	0.1
611	16	2023092812	2023092813	0.9	0.7	5.5	5.3	6.1	5.3	73.7	62.7	2.7	2.4	-360.0	-362.0	4.4	3.7	1.1	1.0	88.7	68.3	0.2	0.2
612	16	2023102407	2023102418	0.7	0.5	5.8	4.8	7.2	4.7	73.7	6.7	4.3	1.2	280.0	-447.0	3.9	3.2	1.5	1.1	81.3	-89.3	0.1	0.1
613	16	2023102611	2023102612	0.7	0.5	6.2	5.5	7.7	6.5	39.7	39.7	2.3	2.0	-387.0	-399.0	3.3	2.9	1.4	1.1	75.3	43.3	0.1	0.1
614	16	2023110506	2023110510	0.9	0.7	5.8	5.4	8.3	6.1	39.7	17.7	6.1	3.2	-161.0	-334.0	4.3	3.7	1.1	1.0	77.3	24.3	0.0	0.0

615	16	2023110909	2023110910	0.6	0.6	6.3	6.2	9.4	8.3	51.7	39.7	5.4	4.5	-160.0	-223.0	3.2	3.0	1.2	1.2	-73.3	-74.3	0.1	0.1
616	16	2023112106	2023112107	1.0	0.9	5.5	5.0	6.7	6.5	39.7	28.7	2.5	2.5	-363.0	-437.0	4.6	4.6	1.0	0.9	-59.7	-73.7	0.1	0.1
617	16	2023120807	2023120811	0.8	0.6	6.4	5.9	9.5	7.5	39.7	17.7	5.1	2.9	-124.0	-167.0	3.8	3.3	1.2	0.9	84.3	-78.7	0.1	0.1
618	17	2023070111	2023070118	0.7	0.4	5.9	5.1	7.3	6.2	17.7	-5.3	6.7	3.6	386.0	-454.0	3.5	2.7	1.7	1.1	87.3	9.3	0.0	0.0
619	17	2023070412	2023070415	0.5	0.4	5.7	5.0	7.5	6.4	17.7	-5.3	1.7	1.3	-436.0	-718.0	3.1	2.3	1.9	1.4	64.3	-86.3	0.1	0.1
620	17	2023071310	2023071312	0.5	0.5	6.0	5.9	8.8	8.3	17.7	6.7	4.8	4.1	-211.0	-265.0	2.7	2.5	1.6	1.5	79.3	72.3	0.1	0.1
621	17	2023071411	2023071418	0.8	0.5	6.2	5.3	9.4	6.5	39.7	-5.3	6.3	3.7	334.0	-327.0	4.1	2.8	1.6	1.0	82.3	-39.7	0.1	0.1
622	17	2023071812	2023071814	0.8	0.5	6.7	5.9	9.8	7.1	28.7	-5.3	5.1	1.3	-256.0	-448.0	3.7	2.9	1.4	0.9	62.3	29.3	0.1	0.1
623	17	2023081312	2023081313	0.5	0.4	6.9	5.7	12.0	11.2	39.7	28.7	2.9	1.2	-176.0	-208.0	2.5	2.1	1.9	1.3	79.3	64.3	0.1	0.1
624	17	2023082811	2023082813	0.4	0.2	6.6	4.7	9.4	5.6	73.7	-5.3	5.3	4.4	-246.0	-350.0	2.1	1.7	3.1	1.7	74.3	-77.3	0.0	0.0
625	17	2023082912	2023082914	0.5	0.4	6.1	5.4	8.6	8.2	17.7	6.7	6.0	4.5	-238.0	-441.0	2.8	2.2	1.8	1.6	76.3	47.3	0.1	0.1
626	17	2023092309	2023092310	0.9	0.9	5.2	5.1	6.0	5.7	73.7	73.7	3.8	3.6	-44.0	-137.0	4.7	4.7	0.9	0.9	41.3	1.3	0.1	0.1
627	17	2023092408	2023092410	0.9	0.7	5.4	5.2	7.1	6.6	84.7	73.7	2.5	2.3	-175.0	-221.0	4.4	3.8	1.2	1.0	57.3	25.3	0.1	0.1
628	17	2023092711	2023092713	0.8	0.6	5.3	5.0	6.9	5.0	84.7	39.7	1.3	1.3	-320.0	-386.0	4.0	3.4	1.4	1.1	72.3	36.3	0.1	0.1
629	17	2023092812	2023092813	0.9	0.7	5.5	5.3	6.1	5.3	73.7	62.7	2.7	2.4	-360.0	-362.0	4.4	3.7	1.1	1.0	88.7	68.3	0.2	0.2
630	17	2023102407	2023102418	0.7	0.5	5.8	4.8	7.2	4.7	73.7	6.7	4.3	1.2	280.0	-447.0	3.9	3.2	1.5	1.1	81.3	-89.3	0.1	0.1
631	17	2023102611	2023102612	0.7	0.5	6.2	5.5	7.7	6.5	39.7	39.7	2.3	2.0	-387.0	-399.0	3.3	2.9	1.4	1.1	75.3	43.3	0.1	0.1
632	17	2023102712	2023102713	0.8	0.6	4.9	4.8	6.5	6.0	39.7	39.7	7.2	4.6	-227.0	-338.0	4.3	3.5	1.4	1.1	74.3	71.3	0.1	0.1
633	17	2023110506	2023110518	0.9	0.7	5.8	5.4	8.3	5.3	39.7	17.7	7.8	2.5	287.0	-334.0	4.5	3.7	1.1	0.9	77.3	-78.3	0.0	0.0
634	17	2023110909	2023110911	0.6	0.6	6.3	5.9	9.4	8.2	51.7	17.7	6.8	4.5	-160.0	-223.0	3.2	3.0	1.2	1.2	87.3	-74.3	0.1	0.1
635	17	2023112106	2023112107	1.0	0.9	5.5	5.0	6.7	6.5	39.7	28.7	2.5	2.5	-363.0	-437.0	4.6	4.6	1.0	0.9	-59.7	-73.7	0.1	0.1
636	17	2023112207	2023112208	0.7	0.7	5.6	5.5	8.6	6.1	62.7	39.7	1.9	1.9	-261.0	-321.0	3.7	3.5	1.2	1.1	-47.7	-79.3	0.2	0.2
637	17	2023112309	2023112311	0.6	0.5	6.6	6.3	9.7	8.2	62.7	17.7	2.3	2.3	-221.0	-248.0	2.9	2.6	1.3	1.3	28.3	-88.7	0.1	0.1
638	17	2023120810	2023120811	0.8	0.8	6.4	5.9	7.7	7.6	28.7	17.7	5.1	4.6	-124.0	-148.0	3.8	3.7	1.0	0.9	84.3	78.3	0.1	0.1
639	18	2023070111	2023070118	0.7	0.4	5.9	5.1	7.3	6.2	17.7	-5.3	6.7	3.6	386.0	-454.0	3.5	2.7	1.7	1.1	87.3	9.3	0.0	0.0
640	18	2023070412	2023070415	0.5	0.4	5.7	5.0	7.5	6.4	17.7	-5.3	1.7	1.3	-436.0	-718.0	3.1	2.3	1.9	1.4	64.3	-86.3	0.1	0.1
641	18	2023070716	2023070717	0.4	0.4	5.4	4.8	6.9	6.9	-5.3	-5.3	1.3	1.3	-513.0	-516.0	2.5	2.5	2.0	1.7	72.3	57.3	0.3	0.3
642	18	2023071310	2023071311	0.5	0.5	6.0	5.9	8.8	8.3	6.7	6.7	4.3	4.1	-233.0	-265.0	2.7	2.5	1.6	1.5	77.3	72.3	0.1	0.1
643	18	2023071411	2023071418	0.8	0.5	6.2	5.3	9.4	6.5	39.7	-5.3	6.3	3.7	334.0	-327.0	4.1	2.8	1.6	1.0	82.3	-39.7	0.1	0.1
644	18	2023071812	2023071814	0.8	0.5	6.7	5.9	9.8	7.1	28.7	-5.3	5.1	1.3	-256.0	-448.0	3.7	2.9	1.4	0.9	62.3	29.3	0.1	0.1
645	18	2023082811	2023082813	0.4	0.2	6.6	4.7	9.4	5.6	73.7	-5.3	5.3	4.4	-246.0	-350.0	2.1	1.7	3.1	1.7	74.3	-77.3	0.0	0.0
646	18	2023082912	2023082914	0.5	0.4	6.1	5.4	8.6	8.2	17.7	6.7	6.0	4.5	-238.0	-441.0	2.8	2.2	1.8	1.6	76.3	47.3	0.1	0.1
647	18	2023090506	2023090507	1.0	0.8	5.7	5.3	6.7	6.2	39.7	28.7	6.3	6.0	-78.0	-179.0	4.7	4.2	1.0	0.8	89.7	87.7	0.5	0.5

648	18	2023092408	2023092410	0.9	0.7	54	52	7.1	6.6	84.7	73.7	2.5	2.3	-175.0	-221.0	44	38	1.2	1.0	57.3	25.3	0.1	0.1
649	18	2023092711	2023092713	0.8	0.6	53	50	6.9	5.0	84.7	39.7	1.3	1.3	-320.0	-386.0	40	34	1.4	1.1	72.3	36.3	0.1	0.1
650	18	2023092812	2023092813	0.9	0.7	55	53	6.1	5.3	73.7	62.7	2.7	2.4	-360.0	-362.0	44	37	1.1	1.0	88.7	68.3	0.2	0.2
651	18	2023102407	2023102418	0.7	0.5	58	48	7.2	4.7	73.7	6.7	4.3	1.2	280.0	-447.0	39	32	1.5	1.1	81.3	-89.3	0.1	0.1
652	18	2023102610	2023102612	0.7	0.5	62	55	7.7	6.1	62.7	39.7	2.3	1.2	-301.0	-399.0	33	29	1.4	1.1	75.3	-71.7	0.1	0.1
653	18	2023102712	2023102713	0.8	0.6	49	48	6.5	6.0	39.7	39.7	7.2	4.6	-227.0	-338.0	43	35	1.4	1.1	74.3	71.3	0.1	0.1
654	18	2023110506	2023110511	0.9	0.7	58	54	8.3	6.1	39.7	17.7	7.8	3.2	-62.0	-334.0	45	37	1.1	0.9	77.3	-78.3	0.0	0.0
655	18	2023110909	2023110912	0.6	0.6	63	53	9.4	6.1	51.7	17.7	8.0	4.5	-160.0	-223.0	33	30	1.3	1.2	87.7	-74.3	0.1	0.1
656	18	2023112106	2023112107	1.0	0.9	55	50	6.7	6.5	39.7	28.7	2.5	2.5	-363.0	-437.0	46	46	1.0	0.9	-59.7	-73.7	0.1	0.1
657	18	2023112207	2023112208	0.7	0.7	56	55	8.6	6.1	62.7	39.7	1.9	1.9	-261.0	-321.0	3.7	3.5	1.2	1.1	-47.7	-79.3	0.2	0.2
658	18	2023112309	2023112311	0.6	0.5	66	63	9.7	8.2	62.7	17.7	2.3	2.3	-221.0	-248.0	2.9	2.6	1.3	1.3	28.3	-88.7	0.1	0.1
659	18	2023113006	2023113007	0.8	0.6	53	51	8.1	7.2	17.7	17.7	7.9	4.7	-128.0	-313.0	4.1	3.4	1.3	1.1	70.3	67.3	0.3	0.3
660	18	2023120810	2023120811	0.8	0.8	64	59	7.7	7.6	28.7	17.7	5.1	4.6	-124.0	-148.0	3.8	3.7	1.0	0.9	84.3	78.3	0.1	0.1
661	19	2023070111	2023070118	0.7	0.4	59	51	7.3	6.2	17.7	-5.3	6.7	3.6	386.0	-454.0	3.5	2.7	1.7	1.1	87.3	9.3	0.0	0.0
662	19	2023070412	2023070415	0.5	0.4	57	50	7.5	6.4	17.7	-5.3	1.7	1.3	-436.0	-718.0	3.1	2.3	1.9	1.4	64.3	-86.3	0.1	0.1
663	19	2023070716	2023070717	0.4	0.4	54	48	6.9	6.9	-5.3	-5.3	1.3	1.3	-513.0	-516.0	2.5	2.5	2.0	1.7	72.3	57.3	0.3	0.3
664	19	2023071310	2023071311	0.5	0.5	60	59	8.8	8.3	6.7	6.7	4.3	4.1	-233.0	-265.0	2.7	2.5	1.6	1.5	77.3	72.3	0.1	0.1
665	19	2023071411	2023071413	0.7	0.5	62	56	9.4	7.2	6.7	-5.3	5.0	3.7	-255.0	-327.0	3.3	3.0	1.4	1.1	82.3	35.3	0.1	0.1
666	19	2023071812	2023071814	0.8	0.5	67	59	9.8	7.1	28.7	-5.3	5.1	1.3	-256.0	-448.0	3.7	2.9	1.4	0.9	62.3	29.3	0.1	0.1
667	19	2023071913	2023071915	0.5	0.4	58	52	7.8	7.1	17.7	-5.3	2.6	2.2	-299.0	-415.0	3.0	2.2	2.0	1.5	51.3	32.3	0.3	0.3
668	19	2023082811	2023082813	0.4	0.2	66	47	9.4	5.6	73.7	-5.3	5.3	4.4	-246.0	-350.0	2.1	1.7	3.1	1.7	74.3	-77.3	0.0	0.0
669	19	2023082912	2023082914	0.5	0.4	61	54	8.6	8.2	17.7	6.7	6.0	4.5	-238.0	-441.0	2.8	2.2	1.8	1.6	76.3	47.3	0.1	0.1
670	19	2023090506	2023090507	1.0	0.8	57	53	6.7	6.2	39.7	28.7	6.3	6.0	-78.0	-179.0	4.7	4.2	1.0	0.8	89.7	87.7	0.5	0.5
671	19	2023092307	2023092309	0.9	0.7	51	46	7.9	5.1	73.7	39.7	4.1	3.0	-137.0	-202.0	4.7	4.3	1.2	0.9	27.3	-22.7	0.1	0.1
672	19	2023092408	2023092410	0.9	0.7	54	52	7.1	6.6	84.7	73.7	2.5	2.3	-175.0	-221.0	44	38	1.2	1.0	57.3	25.3	0.1	0.1
673	19	2023092711	2023092713	0.8	0.6	53	50	6.9	5.0	84.7	39.7	1.3	1.3	-320.0	-386.0	40	34	1.4	1.1	72.3	36.3	0.1	0.1
674	19	2023092812	2023092813	0.9	0.7	55	53	6.1	5.3	73.7	62.7	2.7	2.4	-360.0	-362.0	44	37	1.1	1.0	88.7	68.3	0.2	0.2
675	19	2023102407	2023102418	0.7	0.5	58	48	7.2	4.7	73.7	6.7	4.3	1.2	280.0	-447.0	39	32	1.5	1.1	81.3	-89.3	0.1	0.1
676	19	2023102610	2023102612	0.7	0.5	62	55	7.7	6.1	62.7	39.7	2.3	1.2	-301.0	-399.0	3.3	2.9	1.4	1.1	75.3	-71.7	0.1	0.1
677	19	2023102811	2023102813	0.8	0.6	52	45	6.5	6.1	73.7	39.7	3.9	1.1	-188.0	-265.0	4.2	3.7	1.4	1.1	68.3	-83.7	0.0	0.0
678	19	2023110506	2023110511	0.9	0.7	58	54	8.3	6.1	39.7	17.7	7.8	3.2	-62.0	-334.0	4.5	3.7	1.1	0.9	77.3	-78.3	0.0	0.0
679	19	2023110909	2023110912	0.6	0.6	63	53	9.4	6.1	51.7	17.7	8.0	4.5	-160.0	-223.0	3.3	3.0	1.3	1.2	87.7	-74.3	0.1	0.1
680	19	2023112106	2023112107	1.0	0.9	55	50	6.7	6.5	39.7	28.7	2.5	2.5	-363.0	-437.0	4.6	4.6	1.0	0.9	-59.7	-73.7	0.1	0.1

681	19	2023112207	2023112208	0.7	0.7	5.6	5.5	8.6	6.1	62.7	39.7	1.9	1.9	-261.0	-321.0	3.7	3.5	1.2	1.1	-47.7	-79.3	0.2	0.2
682	19	2023112308	2023112311	0.6	0.5	7.1	6.3	9.7	8.2	62.7	17.7	2.3	2.3	-147.0	-248.0	2.9	2.6	1.3	1.2	28.3	-88.7	0.1	0.1
683	19	2023113006	2023113007	0.8	0.6	5.3	5.1	8.1	7.2	17.7	17.7	7.9	4.7	-128.0	-313.0	4.1	3.4	1.3	1.1	70.3	67.3	0.3	0.3
684	19	2023120810	2023120811	0.8	0.8	6.4	5.9	7.7	7.6	28.7	17.7	5.1	4.6	-124.0	-148.0	3.8	3.7	1.0	0.9	84.3	78.3	0.1	0.1
685	23	2023022310	2023022312	2.2	2.0	5.8	5.4	7.8	6.8	37.5	26.5	9.0	6.9	1240.0	-186.0	7.9	7.6	1.4	1.3	-	-	-	-
686	20	2023022311	2023022314	2.5	2.1	6.7	5.8	8.2	7.3	37.5	-18.6	9.0	6.1	1511.0	615.0	8.0	7.6	1.3	1.1	-	-	-	-
687	20	2023022413	2023022414	3.2	2.9	7.1	6.3	9.1	8.3	37.5	-7.6	9.1	8.8	1422.0	1330.0	9.4	9.2	1.0	0.9	-	-	-	-
688	20	2023022512	2023022514	4.0	3.7	7.7	7.1	10.4	9.8	37.5	26.5	10.8	10.7	1104.0	371.0	10.7	9.9	0.7	0.7	-	-	-	-
689	23	2023022706	2023022713	2.5	1.4	6.6	5.7	9.1	8.0	26.5	4.4	9.7	4.7	218.0	-800.0	8.3	5.7	1.8	1.1	-	-	-	-
690	23	2023022808	2023022814	1.5	1.3	6.3	5.7	8.0	6.3	15.5	-7.6	4.6	1.8	108.0	-523.0	6.0	5.3	1.9	1.7	-	-	-	-
691	22	2023030108	2023030109	0.9	0.9	5.6	5.5	8.0	7.8	-18.6	-52.6	5.2	4.6	570.0	324.0	4.0	4.0	2.7	2.7	-	-	-	-
692	23	2023030112	2023030113	0.7	0.7	5.0	5.0	8.0	7.4	15.5	-7.6	5.0	4.0	-345.0	-350.0	3.7	3.6	3.4	3.3	-	-	-	-
693	22	2023031506	2023031512	0.9	0.7	6.1	4.5	9.4	7.5	4.4	-40.6	5.7	1.8	658.0	-471.0	4.4	3.3	3.5	2.9	-	-	-	-
694	21	2023031607	2023031609	1.3	1.0	4.6	4.1	5.2	4.1	15.5	4.4	8.1	2.2	816.0	193.0	6.1	5.2	2.7	2.1	-	-	-	-
695	22	2023032114	2023032116	0.9	0.6	4.2	3.8	6.9	4.0	82.5	-40.6	6.8	4.4	19.0	-900.0	5.1	3.6	4.2	3.1	-	-	-	-
696	22	2023032215	2023032215	0.7	0.7	4.2	4.2	4.8	4.8	82.5	82.5	6.6	6.6	-279.0	-279.0	4.2	4.2	3.5	3.5	-	-	-	-
697	22	2023032308	2023032310	0.8	0.7	5.0	4.9	7.1	6.4	85.6	52.6	7.4	1.1	881.0	-624.0	4.1	3.6	3.4	3.1	-	-	-	-
698	23	2023032309	2023032309	0.7	0.7	5.0	5.0	7.0	7.0	52.6	52.6	7.4	7.4	115.0	115.0	3.6	3.6	3.4	3.4	-	-	-	-
699	22	2023032714	2023032717	2.5	1.9	6.7	5.8	8.6	7.3	26.5	4.4	8.9	8.3	892.0	-22.0	8.1	7.0	1.4	1.1	-	-	-	-
700	23	2023040109	2023040113	1.3	1.1	6.0	5.4	9.6	7.0	15.5	4.4	5.8	2.8	939.0	-382.0	5.3	4.6	2.2	1.9	-	-	-	-
701	23	2023040212	2023040215	0.9	0.9	5.6	5.1	8.9	7.7	-7.6	-18.6	7.1	5.3	305.0	-655.0	4.5	4.1	2.7	2.6	-	-	-	-
702	22	2023040513	2023040515	1.0	0.9	7.5	6.6	13.1	12.8	-7.6	-29.6	6.8	2.3	442.0	-623.0	3.9	3.7	2.4	2.1	-	-	-	-
703	23	2023041017	2023041017	0.7	0.7	4.6	4.6	4.8	4.8	-7.6	-7.6	3.1	3.1	-643.0	-643.0	4.1	4.1	3.3	3.3	-	-	-	-
704	22	2023041309	2023041312	1.5	1.1	5.1	4.9	7.2	5.7	37.5	15.5	7.0	5.8	-114.0	-406.0	6.4	5.0	2.4	1.9	-	-	-	-
705	23	2023041310	2023041312	1.5	1.1	5.1	5.0	6.8	5.7	37.5	37.5	7.0	5.9	-114.0	-406.0	6.4	5.0	2.4	1.9	-	-	-	-
706	22	2023042015	2023042017	1.3	0.9	4.7	4.5	6.1	4.6	37.5	4.4	3.4	3.2	-674.0	-1330.0	6.1	4.6	2.9	2.1	-	-	-	-
707	23	2023042207	2023042209	1.8	1.6	5.8	5.7	8.2	8.0	15.5	4.4	7.8	7.7	203.0	-736.0	6.8	6.3	1.6	1.5	-	-	-	-
708	22	2023042809	2023042811	0.8	0.7	5.0	5.0	9.3	7.0	4.4	-18.6	2.8	1.8	2.0	-257.0	4.2	3.7	3.4	2.9	-	-	-	-
709	22	2023051114	2023051116	1.0	0.9	5.2	4.6	7.3	4.6	26.5	-40.6	7.8	7.3	1014.0	825.0	5.0	4.5	2.9	2.4	-	-	-	-
710	22	2023051315	2023051315	0.6	0.6	4.3	4.3	4.8	4.8	26.5	26.5	3.7	3.7	358.0	358.0	3.6	3.6	4.1	4.1	-	-	-	-
711	22	2023051610	2023051611	0.3	0.2	5.2	5.0	9.8	8.6	15.5	-18.6	3.8	3.7	982.0	553.0	2.0	1.6	8.0	6.6	-	-	-	-
712	23	2023051614	2023051615	0.3	0.3	3.9	3.8	8.3	3.6	37.5	15.5	2.7	2.7	-794.0	-937.0	2.5	2.4	7.0	6.6	-	-	-	-
713	22	2023051711	2023051711	0.4	0.4	5.0	5.0	6.4	6.4	15.5	15.5	-	-	868.0	868.0	2.5	2.5	5.1	5.1	-	-	-	-

714	23	2023051808	2023051809	0.8	0.6	5.5	4.9	6.0	5.8	74.6	63.6	8.3	7.5	1190.0	799.0	4.0	3.4	3.7	2.8	-	-	-	-
715	22	2023052109	2023052109	0.6	0.6	6.0	6.0	8.3	8.3	37.5	37.5	-	-	261.0	261.0	3.0	3.0	3.4	3.4	-	-	-	-
716	21	2023052511	2023052511	0.5	0.5	4.8	4.8	7.5	7.5	4.4	4.4	-	-	-37.0	-37.0	2.8	2.8	4.7	4.7	-	-	-	-
717	22	2023052515	2023052516	0.6	0.5	5.8	5.2	7.7	7.0	-18.6	-18.6	3.4	2.3	840.0	605.0	2.9	2.9	4.2	3.7	-	-	-	-
718	22	2023052615	2023052616	0.5	0.4	4.9	4.6	5.8	4.7	4.4	-18.6	1.1	1.1	743.0	710.0	3.0	2.6	5.0	4.5	-	-	-	-
719	22	2023052706	2023052706	0.7	0.7	5.3	5.3	5.8	5.8	-40.6	-40.6	5.5	5.5	801.0	801.0	3.5	3.5	3.4	3.4	-	-	-	-
720	22	2023060912	2023060914	0.4	0.4	4.3	3.9	4.6	3.9	63.6	40.6	6.5	4.0	1130.0	350.0	2.9	2.6	6.3	5.2	-	-	-	-
721	23	2023061412	2023061416	0.5	0.4	4.9	4.2	9.6	5.6	49.5	-18.6	4.5	4.0	-252.0	-915.0	3.3	2.5	5.8	4.5	-	-	-	-
722	21	2023061517	2023061517	0.3	0.3	4.3	4.3	8.5	8.5	-7.6	-7.6	7.6	7.6	-745.0	-745.0	2.3	2.3	6.3	6.3	-	-	-	-
723	22	2023061711	2023061712	0.4	0.3	5.1	4.4	6.8	6.3	49.5	4.4	2.9	2.4	984.0	613.0	2.7	2.1	5.9	5.4	-	-	-	-
724	22	2023061808	2023061812	0.5	0.2	4.4	3.7	5.2	3.9	85.6	60.5	8.7	4.4	1135.0	389.0	3.2	1.7	9.0	5.3	-	-	-	-
725	23	2023062206	2023062209	0.8	0.5	4.4	4.0	6.6	5.2	85.6	52.6	7.0	4.3	-86.0	-327.0	4.6	3.1	5.1	3.0	-	-	-	-
726	20	2023062615	2023062617	0.5	0.4	4.8	4.2	5.2	4.7	-18.6	-18.6	3.6	2.6	990.0	776.0	3.3	2.6	5.0	4.5	-	-	-	-
727	20	2023062706	2023062707	0.3	0.3	5.0	5.0	7.0	6.6	-29.6	-29.6	1.7	1.2	1068.0	775.0	2.2	2.2	5.9	5.9	-	-	-	-
728	20	2023062817	2023062817	0.4	0.4	5.0	5.0	6.8	6.8	15.5	15.5	3.7	3.7	719.0	719.0	2.4	2.4	5.3	5.3	-	-	-	-
729	20	2023062906	2023062908	0.5	0.4	5.6	4.7	6.6	6.4	-7.6	-29.6	2.1	1.1	1150.0	945.0	2.8	2.3	5.0	4.8	-	-	-	-
730	20	2023062917	2023062917	0.3	0.3	4.6	4.6	6.4	6.4	4.4	4.4	2.3	2.3	341.0	341.0	2.3	2.3	6.1	6.1	-	-	-	-
731	20	2023063006	2023063008	0.6	0.3	4.8	4.6	8.6	5.3	15.5	-29.6	3.7	1.3	1172.0	792.0	3.2	2.2	6.0	4.2	-	-	-	-
732	20	2023090711	2023090712	0.8	0.7	5.3	4.9	7.3	7.2	4.4	4.4	6.7	5.0	-456.0	-803.0	4.1	3.7	3.4	2.8	55.6	51.6	0.2	0.2
733	20	2023090914	2023090915	0.8	0.8	6.1	5.8	8.5	7.5	4.4	4.4	6.0	5.9	-191.0	-502.0	3.7	3.5	2.9	2.9	36.6	28.6	0.2	0.2
734	20	2023092612	2023092616	0.8	0.7	5.4	5.1	8.1	6.8	4.4	-29.6	5.4	3.4	-602.0	-1115.0	4.2	3.6	3.1	2.9	45.6	-61.6	0.3	0.3
735	20	2023103108	2023103116	1.1	0.8	5.6	4.2	6.9	5.0	60.5	-29.6	7.9	3.9	1488.0	-910.0	5.2	4.1	3.3	2.2	28.6	-57.6	0.2	0.2
736	20	2023111912	2023111918	1.1	0.9	5.6	5.0	10.4	7.4	37.5	4.4	7.4	6.3	1061.0	-220.0	5.2	4.3	2.6	2.3	-11.6	-77.6	0.1	0.1
737	20	2023120410	2023120411	1.2	1.1	5.2	5.2	6.5	6.5	26.5	15.5	-	-	-745.0	-1059.0	5.3	5.2	2.2	2.2	40.6	40.6	0.3	0.3
738	20	2023120511	2023120518	1.4	1.1	5.5	4.5	6.8	5.7	15.5	4.4	-	-	951.0	-881.0	5.9	5.5	2.4	1.9	51.6	-26.6	0.1	0.1
739	20	2023121406	2023121417	0.9	0.6	6.5	4.7	9.8	8.1	37.5	-7.6	-	-	1452.0	-1718.0	4.1	3.1	4.0	2.6	42.6	-47.6	0.1	0.1
740	20	2023122606	2023122618	1.4	1.0	5.9	4.7	7.5	5.0	49.5	-7.6	-	-	1218.0	-1232.0	6.1	4.6	2.6	1.9	39.6	-87.5	0.1	0.1
741	20	2023122806	2023122807	1.2	1.0	5.0	4.7	6.0	5.8	26.5	15.5	-	-	-1294.0	-1641.0	5.5	5.0	2.6	2.2	38.6	25.6	0.5	0.5
742	20	2023123008	2023123009	1.1	1.1	4.9	4.8	6.3	6.0	15.5	15.5	-	-	-873.0	-1394.0	5.2	5.1	2.4	2.4	36.6	33.6	0.4	0.4
743	21	2023072612	2023072613	1.3	0.9	4.7	4.7	5.0	4.4	-7.6	-7.6	12.1	10.3	-93.0	-486.0	6.2	4.6	2.8	2.1	49.6	40.6	0.6	0.6
744	21	2023090711	2023090712	0.8	0.7	5.3	4.9	7.3	7.2	4.4	4.4	6.7	5.0	-456.0	-803.0	4.1	3.7	3.4	2.8	55.6	51.6	0.2	0.2
745	21	2023090914	2023090915	0.8	0.8	6.1	5.8	8.5	7.5	4.4	4.4	6.0	5.9	-191.0	-502.0	3.7	3.5	2.9	2.9	36.6	28.6	0.2	0.2
746	21	2023092615	2023092616	0.8	0.8	5.2	5.1	7.0	6.8	4.4	4.4	5.1	4.7	-650.0	-1003.0	4.2	4.1	2.9	2.9	45.6	32.6	0.5	0.5

747	21	2023103108	2023103116	1.1	0.8	5.6	4.2	6.9	5.0	60.5	-29.6	7.9	3.9	1488.0	-910.0	5.2	4.1	3.3	2.2	28.6	-57.6	0.2	0.2
748	21	2023111912	2023111918	1.1	0.9	5.6	5.0	10.4	7.4	37.5	4.4	7.4	6.3	1061.0	-220.0	5.2	4.3	2.6	2.3	-11.6	-77.6	0.1	0.1
749	21	2023120410	2023120411	1.2	1.1	5.2	5.2	6.5	6.5	26.5	15.5	-	-	-745.0	-1059.0	5.3	5.2	2.2	2.2	40.6	40.6	0.3	0.3
750	21	2023120511	2023120518	1.4	1.1	5.5	4.5	6.8	5.7	15.5	4.4	-	-	951.0	-881.0	5.9	5.5	2.4	1.9	51.6	-26.6	0.1	0.1
751	21	2023121406	2023121417	0.9	0.6	6.5	4.7	9.8	8.1	37.5	-7.6	-	-	1452.0	-1718.0	4.1	3.1	4.0	2.6	42.6	-47.6	0.1	0.1
752	21	2023122606	2023122618	1.4	1.0	5.9	4.7	7.5	5.0	49.5	-7.6	-	-	1218.0	-1232.0	6.1	4.6	2.6	1.9	39.6	-87.5	0.1	0.1
753	21	2023122806	2023122807	1.2	1.0	5.0	4.7	6.0	5.8	26.5	15.5	-	-	-1294.0	-1641.0	5.5	5.0	2.6	2.2	38.6	25.6	0.5	0.5
754	21	2023123008	2023123009	1.1	1.1	4.9	4.8	6.3	6.0	15.5	15.5	-	-	-873.0	-1394.0	5.2	5.1	2.4	2.4	36.6	33.6	0.4	0.4
755	22	2023072612	2023072613	1.3	0.9	4.7	4.7	5.0	4.4	-7.6	-7.6	12.1	10.3	-93.0	-486.0	6.2	4.6	2.8	2.1	49.6	40.6	0.6	0.6
756	22	2023072813	2023072814	1.0	0.9	6.2	5.5	8.8	8.4	-7.6	-18.6	4.7	1.3	-353.0	-543.0	4.4	3.9	2.5	2.5	11.6	2.6	0.3	0.3
757	22	2023081316	2023081317	1.0	0.9	5.0	4.9	6.4	6.0	63.6	52.6	6.2	5.7	-579.0	-887.0	4.9	4.4	2.8	2.5	32.6	31.6	0.2	0.2
758	22	2023090711	2023090712	0.8	0.7	5.3	4.9	7.3	7.2	4.4	4.4	6.7	5.0	-456.0	-803.0	4.1	3.7	3.4	2.8	55.6	51.6	0.2	0.2
759	22	2023090914	2023090915	0.8	0.8	6.1	5.8	8.5	7.5	4.4	4.4	6.0	5.9	-191.0	-502.0	3.7	3.5	2.9	2.9	36.6	28.6	0.2	0.2
760	22	2023092615	2023092616	0.8	0.8	5.2	5.1	7.0	6.8	4.4	4.4	5.1	4.7	-650.0	-1003.0	4.2	4.1	2.9	2.9	45.6	32.6	0.5	0.5
761	22	2023111912	2023111918	1.1	0.9	5.6	5.0	10.4	7.4	37.5	4.4	7.4	6.3	1061.0	-220.0	5.2	4.3	2.6	2.3	-11.6	-77.6	0.1	0.1
762	22	2023120410	2023120411	1.2	1.1	5.2	5.2	6.5	6.5	26.5	15.5	-	-	-745.0	-1059.0	5.3	5.2	2.2	2.2	40.6	40.6	0.3	0.3
763	22	2023120511	2023120518	1.4	1.1	5.5	4.5	6.8	5.7	15.5	4.4	-	-	951.0	-881.0	5.9	5.5	2.4	1.9	51.6	-26.6	0.1	0.1
764	22	2023121406	2023121417	0.9	0.6	6.5	4.7	9.8	8.1	37.5	-7.6	-	-	1452.0	-1718.0	4.1	3.1	4.0	2.6	42.6	-47.6	0.1	0.1
765	22	2023122606	2023122618	1.4	1.0	5.9	4.7	7.5	5.0	49.5	-7.6	-	-	1218.0	-1232.0	6.1	4.6	2.6	1.9	39.6	-87.5	0.1	0.1
766	22	2023122806	2023122807	1.2	1.0	5.0	4.7	6.0	5.8	26.5	15.5	-	-	-1294.0	-1641.0	5.5	5.0	2.6	2.2	38.6	25.6	0.5	0.5
767	22	2023123008	2023123009	1.1	1.1	4.9	4.8	6.3	6.0	15.5	15.5	-	-	-873.0	-1394.0	5.2	5.1	2.4	2.4	36.6	33.6	0.4	0.4
768	23	2023072612	2023072613	1.3	0.9	4.7	4.7	5.0	4.4	-7.6	-7.6	12.1	10.3	-93.0	-486.0	6.2	4.6	2.8	2.1	49.6	40.6	0.6	0.6
769	23	2023072813	2023072814	1.0	0.9	6.2	5.5	8.8	8.4	-7.6	-18.6	4.7	1.3	-353.0	-543.0	4.4	3.9	2.5	2.5	11.6	2.6	0.3	0.3
770	23	2023081316	2023081317	1.0	0.9	5.0	4.9	6.4	6.0	63.6	52.6	6.2	5.7	-579.0	-887.0	4.9	4.4	2.8	2.5	32.6	31.6	0.2	0.2
771	23	2023090711	2023090712	0.8	0.7	5.3	4.9	7.3	7.2	4.4	4.4	6.7	5.0	-456.0	-803.0	4.1	3.7	3.4	2.8	55.6	51.6	0.2	0.2
772	23	2023090914	2023090915	0.8	0.8	6.1	5.8	8.5	7.5	4.4	4.4	6.0	5.9	-191.0	-502.0	3.7	3.5	2.9	2.9	36.6	28.6	0.2	0.2
773	23	2023092615	2023092616	0.8	0.8	5.2	5.1	7.0	6.8	4.4	4.4	5.1	4.7	-650.0	-1003.0	4.2	4.1	2.9	2.9	45.6	32.6	0.5	0.5
774	23	2023092914	2023092918	0.9	0.6	5.0	4.5	6.5	5.2	15.5	-40.6	7.4	5.4	-246.0	-1271.0	4.5	3.5	3.8	2.7	44.6	-43.6	0.3	0.3
775	23	2023120410	2023120411	1.2	1.1	5.2	5.2	6.5	6.5	26.5	15.5	-	-	-745.0	-1059.0	5.3	5.2	2.2	2.2	40.6	40.6	0.3	0.3
776	23	2023120609	2023120612	1.3	1.1	5.2	4.5	7.4	6.7	4.4	-7.6	-	-	-406.0	-845.0	5.9	5.3	2.4	2.1	36.6	-68.6	0.1	0.1
777	23	2023120713	2023120714	1.0	1.0	5.1	5.0	6.0	5.8	4.4	4.4	-	-	-494.0	-703.0	4.8	4.6	2.6	2.5	45.6	32.6	0.5	0.5
778	23	2023121406	2023121417	0.9	0.6	6.5	4.7	9.8	8.1	37.5	-7.6	-	-	1452.0	-1718.0	4.1	3.1	4.0	2.6	42.6	-47.6	0.1	0.1
779	23	2023122606	2023122618	1.4	1.0	5.9	4.7	7.5	5.0	49.5	-7.6	-	-	1218.0	-1232.0	6.1	4.6	2.6	1.9	39.6	-87.5	0.1	0.1

780	23	2023122806	2023122807	1.2	1.0	5.0	4.7	6.0	5.8	26.5	15.5	-	-	-1294.0	-1641.0	5.5	5.0	2.6	2.2	38.6	25.6	0.5	0.5
781	23	2023123008	2023123009	1.1	1.1	4.9	4.8	6.3	6.0	15.5	15.5	-	-	-873.0	-1394.0	5.2	5.1	2.4	2.4	36.6	33.6	0.4	0.4
782	24	2023022108	2023022110	1.9	1.6	6.5	6.1	10.6	9.6	11.6	-10.5	11.0	9.4	230.0	120.0	6.6	6.1	0.6	0.5	-	-	-	-
783	24	2023022306	2023022311	1.6	1.0	6.4	5.6	10.0	7.8	89.5	0.5	7.5	2.6	270.0	-183.0	6.2	4.1	0.8	0.6	-	-	-	-
784	24	2023022713	2023022715	0.8	0.7	7.1	6.5	9.8	7.6	45.6	0.5	1.7	1.7	-101.0	-250.0	3.5	3.3	1.0	0.9	-	-	-	-
785	24	2023030809	2023030815	0.6	0.3	6.2	5.1	10.6	7.5	78.5	-21.5	2.1	1.7	104.0	-254.0	2.8	2.0	2.1	1.3	-	-	-	-
786	24	2023030910	2023030915	0.7	0.4	6.2	4.1	10.0	8.8	66.5	21.5	6.0	1.5	38.0	-444.0	4.0	2.2	1.7	1.3	-	-	-	-
787	24	2023031011	2023031016	0.6	0.4	5.8	5.0	8.9	5.8	79.6	33.5	3.6	1.6	-57.0	-365.0	3.3	2.3	1.7	1.3	-	-	-	-
788	24	2023031111	2023031116	0.6	0.5	5.8	4.9	9.6	6.3	78.5	55.5	5.5	1.8	3.0	-379.0	3.2	2.6	1.7	1.2	-	-	-	-
789	24	2023031211	2023031215	0.7	0.5	6.3	5.5	10.0	7.5	66.5	33.5	3.5	2.6	136.0	-333.0	3.2	2.7	1.5	1.1	-	-	-	-
790	24	2023031408	2023031410	0.8	0.8	6.3	6.0	10.4	9.1	45.6	-21.5	4.5	4.0	92.0	-13.0	3.6	3.4	1.0	1.0	-	-	-	-
791	24	2023052709	2023052715	0.8	0.7	4.9	4.4	7.1	5.0	79.6	45.6	5.1	2.1	274.0	5.0	4.3	3.7	1.2	1.1	76.6	-78.5	0.1	0.1
792	24	2023060206	2023060216	1.3	0.8	7.9	6.5	10.6	8.3	33.5	-10.5	3.4	1.3	463.0	-367.0	4.8	3.5	0.9	0.6	86.5	-64.5	0.1	0.1
793	24	2023060306	2023060312	0.9	0.6	6.8	5.6	9.1	8.0	55.5	10.5	2.3	1.2	544.0	-485.0	3.9	2.8	1.2	0.8	41.6	-42.5	0.3	0.3
794	24	2023060313	2023060317	0.9	0.7	6.2	5.4	8.3	7.3	79.6	21.5	5.2	2.8	174.0	-527.0	4.3	3.4	1.2	0.9	78.6	-59.5	0.2	0.2
795	24	2023060509	2023060511	0.6	0.5	4.3	3.8	4.7	4.4	78.5	66.5	4.6	1.6	421.0	-311.0	3.7	3.3	1.7	1.5	-37.5	-46.5	0.6	0.6
796	24	2023060810	2023060813	0.7	0.7	4.2	3.6	4.3	3.8	55.5	10.5	5.9	4.4	520.0	-22.0	4.4	4.1	1.4	1.2	-24.6	-42.5	0.0	0.0
797	24	2023061206	2023061210	0.4	0.3	6.0	5.1	9.6	5.9	66.5	0.5	5.3	3.7	345.0	99.0	2.6	2.0	2.0	1.6	42.6	-34.6	0.1	0.1
798	24	2023061306	2023061318	0.6	0.5	7.0	5.3	8.8	7.4	78.5	0.5	4.3	1.3	308.0	-18.0	2.9	2.5	1.5	1.1	79.6	-71.6	0.1	0.1
799	24	2023061406	2023061413	0.7	0.5	6.7	4.8	9.1	6.9	89.5	10.5	8.4	1.1	332.0	-149.0	3.7	2.6	1.4	1.2	83.6	-30.5	0.2	0.2
800	24	2023061815	2023061817	0.9	0.5	4.7	4.2	5.5	4.9	55.5	33.5	-	-	-16.0	-410.0	4.8	3.3	1.6	1.0	44.5	-36.6	0.3	0.3
801	24	2023062412	2023062418	0.9	0.5	4.1	3.5	4.9	3.9	55.5	21.5	8.6	6.8	243.0	-197.0	5.1	3.6	1.7	1.0	64.6	-13.5	0.1	0.1
802	24	2023062606	2023062618	1.0	0.5	4.5	3.9	7.5	4.1	78.5	33.5	8.5	1.5	272.0	-4.0	5.4	3.2	1.6	0.9	87.6	-71.6	0.1	0.1
803	24	2023062706	2023062715	0.9	0.6	5.3	4.2	7.3	6.1	44.5	21.5	7.3	1.1	381.0	114.0	4.7	3.1	1.4	1.0	86.5	-61.6	0.2	0.2
804	24	2023063007	2023063015	1.0	0.8	5.2	3.9	7.0	3.5	55.5	33.5	7.3	2.5	160.0	-299.0	4.8	4.2	1.2	0.9	89.5	-68.5	0.1	0.1
805	24	2023070109	2023070113	1.0	0.7	5.1	4.7	6.6	5.3	78.5	44.5	4.3	1.7	-61.0	-454.0	4.7	4.0	1.2	0.9	80.6	-9.6	0.1	0.1
806	24	2023070211	2023070218	0.9	0.6	4.8	3.8	6.6	3.6	55.5	33.5	8.6	3.4	362.0	-592.0	5.0	3.3	1.4	1.0	74.5	-67.6	0.1	0.1
807	24	2023070614	2023070616	0.4	0.3	5.1	4.8	6.4	6.0	21.5	10.5	2.3	1.5	-465.0	-626.0	2.3	2.0	2.2	2.0	83.5	46.5	0.1	0.1
808	24	2023071310	2023071311	0.9	0.7	5.8	5.6	7.7	7.5	44.5	44.5	1.5	1.5	-233.0	-265.0	3.9	3.5	1.1	1.0	7.5	-8.6	0.2	0.2
809	24	2023071816	2023071818	0.7	0.6	5.6	4.6	8.6	7.8	55.5	33.5	5.2	4.4	143.0	-272.0	4.1	3.0	1.3	1.2	-37.6	-60.6	0.4	0.4
810	24	2023072912	2023072918	1.0	0.7	5.7	5.2	8.1	7.1	55.5	21.5	5.7	2.3	595.0	-193.0	4.5	3.5	1.1	0.9	1.5	-60.6	0.2	0.2
811	24	2023081613	2023081614	0.4	0.3	5.8	4.8	12.4	6.9	79.6	-11.6	5.4	3.4	-234.0	-251.0	2.1	2.1	2.2	1.9	-12.6	-42.6	0.2	0.2
812	24	2023082810	2023082813	0.5	0.5	6.8	5.7	9.8	8.2	78.5	10.5	3.7	1.6	-215.0	-350.0	2.8	2.4	1.4	1.3	44.5	-45.6	0.4	0.4

813	24	2023092407	2023092409	1.0	0.7	53	47	69	48	79.6	55.5	1.1	1.1	-105.0	-221.0	45	38	12	09	40.6	-21.6	0.2	0.2
814	24	2023092509	2023092511	0.8	0.6	58	57	89	73	68.6	23.6	2.6	1.1	-158.0	-265.0	38	30	13	10	7.5	-31.6	0.4	0.4
815	24	2023092612	2023092613	0.5	0.4	59	56	88	86	23.6	23.6	6.1	4.9	-214.0	-347.0	26	24	16	15	-42.6	-45.6	1.0	1.0
816	24	2023092711	2023092712	0.8	0.6	53	51	81	74	23.6	11.6	1.8	1.8	-320.0	-386.0	39	34	13	11	56.5	29.5	0.4	0.4
817	24	2023092813	2023092814	0.6	0.5	54	52	80	58	45.6	23.6	5.2	2.6	-218.0	-362.0	30	29	15	14	-15.6	-33.6	0.5	0.5
818	24	2023100811	2023100812	0.8	0.6	58	55	85	73	23.6	23.6	5.5	4.5	-179.0	-274.0	36	32	12	11	-49.6	-65.5	0.4	0.4
819	24	2023101014	2023101015	0.9	0.8	49	48	81	78	34.6	23.6	8.5	7.5	54.0	-78.0	47	43	10	09	-54.6	-56.6	0.5	0.5
820	24	2023101214	2023101215	1.0	0.9	51	49	80	68	11.6	11.6	7.7	7.7	15.0	-135.0	48	46	10	09	30.5	-6.6	0.4	0.4
821	24	2023102311	2023102318	1.0	0.7	57	52	76	58	79.6	21.5	4.3	1.5	271.0	-343.0	46	34	12	09	75.6	-87.6	0.1	0.1
822	24	2023102509	2023102512	0.8	0.7	62	55	71	57	34.6	0.5	4.7	1.2	-291.0	-412.0	40	31	1.1	1.0	89.6	7.5	0.3	0.3
823	24	2023102610	2023102612	0.7	0.5	57	53	73	51	55.5	34.6	1.5	1.2	-301.0	-399.0	35	29	1.4	1.1	-	-	-	-
824	24	2023102811	2023102812	0.8	0.6	56	52	58	56	68.6	23.6	3.4	2.4	-188.0	-253.0	40	32	1.2	1.0	-	-	-	-
825	24	2023110111	2023110118	1.1	0.7	64	55	75	60	89.5	11.6	1.5	1.5	327.0	50.0	47	31	1.1	0.8	-	-	-	-
826	24	2023110508	2023110511	0.9	0.7	55	51	78	60	79.6	45.6	3.2	1.3	-62.0	-317.0	45	36	1.2	0.9	-	-	-	-
827	24	2023110712	2023110718	1.1	0.8	68	57	89	74	23.6	0.5	6.2	4.8	212.0	-123.0	45	37	0.9	0.8	-	-	-	-
828	24	2023111808	2023111810	0.8	0.7	63	57	94	76	34.6	0.5	6.8	4.6	23.0	-243.0	35	32	1.2	1.0	-	-	-	-
829	24	2023112008	2023112018	0.9	0.4	53	45	88	53	55.5	23.6	6.3	4.7	239.0	-456.0	44	26	1.7	1.0	51.5	-84.6	0.1	0.1
830	24	2023120808	2023120812	0.9	0.6	61	59	77	63	78.5	23.6	3.0	1.3	-72.0	-167.0	39	31	1.2	0.9	61.6	13.6	0.0	0.0

附錄九 績效報告

113 年度政府科技發展計畫 績效報告書 (D006)

計畫名稱：海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)

執行期間：

全程：自 113 年 03 月 08 日 至 115 年 12 月 31 日止

本期：自 113 年 03 月 08 日 至 113 年 12 月 31 日止

主管機關：交通部

執行機關：中央氣象署

壹、目標與架構（系統填寫）

（計畫目標與架構之呈現方式應與原科技計畫書一致，如實際執行與原規劃有差異或變更，應予說明；另績效報告著重實際執行與達成效益，請避免重複計畫書內容。）

一、總目標及其達成情形

1. 分年目標與達成情形：請填寫為達成上述計畫總目標，各年度計畫分年目標及其達成情形。

年度 ¹		達成情形 ³
113	<ol style="list-style-type: none"> 1. 創新裂流影像 AI 分析技術之建立 2. 建立作業化裂流預警示範系統 3. 協助裂流影像監測站設計與規劃 4. 歷史海岸列流監測影像分析與討論 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 透過 YOLO 深度學習演算法建立乙套裂流 AI 影像創新模型，驗證準確率可達 9 成。 2. 分別對數值模式和經驗統計模式所建立之預測模式規劃作業化模式的流程、架構、資料來源和輸出展示介面。 3. 提供屏東縣南灣和大灣兩處裂流監視站選址位置和建置規劃。 4. 蒐集 368 筆裂流案例，統計裂流發生時的海氣象條件，並建立裂流案例與海氣象資料庫統計標。
114	<ol style="list-style-type: none"> 1. 創新裂流影像 AI 分析技術之驗證與討論 2. 裂流監測系統即時邊緣計算方法之建立 3. 協助裂流影像監測站設計與規劃 4. 作業化裂流預警示範 	-

	系統運作初步成效評估 5. 歷史海岸裂流監測影像分析與討論	
115	1. 裂流監測系統即時邊緣計算系統現場建立與測試 2. 協助裂流影像監測站設計與規劃 3. 作業化裂流預警示範系統運作成效綜合評估與建議 4. 歷史海岸裂流監測影像與分析結果資料庫建立	-

備註：

1. 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。
2. 目標：請依計畫書規劃撰寫，質量化皆可。
3. 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。

二、架構（系統產出，不另行填寫）

細部計畫		主持人	執行機關	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)				
範例細部計畫 A					<p>「裂流」亦稱為離岸流，具有流速快，垂直海岸線向外海流去，時常造成遊憩者發生意外事件。本計畫目標為持續監測與分析裂流特性，驗證預測模式，並初步規劃作業化裂流預警系統雛形。今(113 年)度透過裂流影像分析程式蒐集 830 筆裂流案例並建立裂流案例與海氣象資料庫，可供後續裂流相關研究使用。同時為因應建置即時監測系統，本案以 YOLO 開發 AI 裂流影像辨識程式，不盡辨識速率近乎為瞬間，其準確率亦可達 9 成。數值模式的部分在今年年初前往 VIMS 進行移地研究，透過更改數值參數的頻率和步長以及網格和所使用的經驗方程式，不僅運算速度提升兩倍，</p>

				<p>其水動力驗證結果提高 5%，裂流預測能力亦增加 20%；而經驗統計模式再加入流場和裂流發生位置的資訊準確率亦提升 8-11%。此外，本案對上述兩模式提出作業化預測模式的建置規劃，規劃作業化運作流程、架構、資料來源以及輸出之產品和展示介面。最後，亦提出屏東縣南灣和大灣兩處裂流光學影像監測站建置規劃，以提供臺灣南部裂流監測站的建置可行性。</p>
--	--	--	--	---

三、細部計畫與執行摘要

本段落資料由系統自動帶入，部分項目請依執行進度更新，完整執行內容請以附件上傳方式提供。

細部計畫 1		計畫性質	
主持人		執行機關	
計畫規劃內容			
計畫目標			
重點描述			
預期成果			
計畫投入			
預算數 (千元) / 決算數 (千元) / 執行率		總人力 (人年) 實際 / (規劃)	
其他資源投入			
主要工作項目	本年度重要成果	主要成果使用者/服務對象/合作對象	
	請以條列方式填寫重要成果，質量化的產出與效益、	請依實際發生撰寫(勿寫預期，除非非常確定)，若有	

重大突破皆可，並請依是否屬於預期成果，分類說明

■ 預期成果部分

1. 完成兩年以上裂流監視站影像分析，蒐集 830 筆裂流案例，統計裂流發生時海氣象條件，建立裂流案例與海氣象資料庫統計表。
2. 透過 YOLO 深度學習演算法建立裂流 AI 影像辨識程式，驗證結果顯示各項指標均達 9 成，且實際辨識成果均可以良好的匡列出裂流發生位置。
3. 數值預測模式運算速率提升兩倍、水動力驗證準確率達 85%、裂流預測能力提升 20%。
4. 經驗預測模式透過加入流場因素和裂流發生位置的資訊，模式準確率可提升約 8-11%。
5. 協助中央氣象署規劃裂流光學影像監視站，提出屏東縣南灣和大灣(墾丁)濱海遊憩區兩位置的設置規劃。

特定對象，如媒合成功廠商、補助廠商等，請挑具代表性者列出名稱；若無特定對象，請以群體方式描述，例如設計界、一般消費者等

使用者：本署海象氣候組及預報中心

合作對象：國立成功大學

	<p>6. 完成作業化裂流預測示範模式的規劃，提出詳細的作業化模式的運作流程、模式架構、輸入資料的來源以及模式輸出的成果與展示方法。</p> <p>■ 非預期成果部分</p> <p>1. 水域遊憩熱門時間(5月至10月)，裂流發生情形與整體並無太大差異。</p> <p>2. 透過數值模式對裂流特性更加瞭解，發現裂流不僅會發生於表層，長時間的裂流會向下傳遞至相對水深0.5至0.7間。</p> <p>3. 透過經驗統計模式進行敏感性分析，找出較容易影響裂流發生的因素，包含示性波高、風速、海灘類型參數和流向。</p>	

本年度效益、影響、重大突破

「裂流」亦稱為離岸流，具有流速快，垂直海岸線向外海流去，時常造成遊憩者發生意外事件。本計畫目標為持續監測與分析裂流特性，驗證預測模式，並初步規劃作業化裂流預警系統雛形。今(113 年)度透過裂流影像分析程式蒐集 830 筆裂流案例並建立裂流案例與海氣象資料庫，可供後續裂流相關研究使用。同時為因應建置即時監測系統，本案以 YOLO 開發 AI 裂流影像辨識程式，不盡辨識速率近乎為瞬間，其準確率亦可達 9 成。數值模式的部分在今年年初前往 VIMS 進行移地研究，透過更改數值參數的頻率和步長以及網格和所使用的經驗方程式，不僅運算速度提升兩倍，其水動力驗證結果提高 5%，裂流預測能力亦增加 20%；而經驗統計模式再加入流場和裂流發生位置的資訊準確率亦提升 8-11%。此外，本案對上述兩模式提出作業化預測模式的建置規劃，規劃作業化運作流程、架構、資料來源以及輸出之產品和展示介面。最後，亦提出屏東縣南灣和大灣兩處裂流光學影像監測站建置規劃，以提供臺灣南部裂流監測站的建置可行性。

遭遇困難與因應對策

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

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

（請說明計畫執行至今所達成之主要成果之價值與貢獻，亦即多年期科技計畫，請填寫起始年累積至今之主要成就及成果之價值與貢獻度。）

一、學術成就(科技基礎研究)

(一) 學術發表

【C 國內研討會】

題名	作者	研討會名稱
以數值模式探討不同地形及水深下裂流特性之研究	Hsu-Min Wang, 王敘民 (第四作者 Fang-Ru Lin, 林芳如)	第 46 屆海洋工程研討會

二、技術創新(科技技術創新)

裂流經驗預警模式

海洋現象如裂流的發生機制相當複雜，尚未有明確的理論可以完整說明其發生的時機以及地點，因此，預測裂流的發生相當困難。近年來，由於電腦計算能力與人工智慧技術的增強，利用人工智慧技術來分析自然現象的研究逐漸興起。人工智慧技術中的機器學習方法(machine learning)可以透過學習大量資料中所蘊含的知識與特徵來對新事物進行預測，至今衍生了許多機器學習方法，包含隨機森林(random forest)、支撐向量機(support vector machine)以及類神經網路(artificial neural network)。

本計畫使用在處理如裂流現象的非線性問題有良好表現的類神經網路方法來建置裂流經驗預警模式。該模式是屬於監督式學習的一種機器學習演算法，在模式訓練過程中提供明確的正確答案，對後續模式

驗證準確度相當便利。類神經網路為模仿人類大腦組織以及運作方式的資料處理技術，人類大腦由密集相互連接的神經細胞所組成，每個神經細胞的構造簡單，但大量的神經細胞結合起來能擁有可觀的計算與處理能力。透過讓電腦學習與人腦結構相同的神經傳遞資訊過程，從而讓電腦模擬神經傳遞訊息與反應動作，而由 Rumelhart et al. (1986) 研究出倒傳遞神經網路(back propagation neural network)以及近代電腦能力日新月異，使類神經網路開始突出於機器學習領域，常被應用於機制尚未明確或是複雜的自然現象上，能找出自然現象的發生徵兆及機制等。因此，對於預測裂流的發生機率，使用類神經網路建置預警模式也能有不錯的效果。

神經元(neuron)為類神經網路最基本的組成單位，神經元透過權重的連結將信號傳送至其他神經元，輸入值 X 與權重值 W 輸入至神經元後，神經元內部即開始進行運算，運算完後的結果再經過啟動函數(activation function)轉換，計算公式如下所示，而計算結果 Y 即為神經元之輸出值。

$$Y_j = f(\sum_i W_i X_i - \theta_j)$$

其中 Y_j 為類神經網路中神經元的輸出值， $f(\text{network})$ 為啟動函數， W_{ij} 為類神經網路中各神經元間的連結權重值， X_i 輸入變數， θ_j 類神經網路處理單元的門檻值。

類神經網路利用倒傳遞演算法來更新權重，透過不斷地計算與更新權重，最終得到可以適應或是擬合欲解決問題的函數。在模式訓練時的疊代過程中，根據目前輸出與目標輸出的誤差調整各神經元間連結的權重來完成訓練，假設輸入給神經元第 p 個資料，即在疊代 p 中，輸出為 $Y(p)$ ，目標輸出為 $Y_d(p)$ ，因此誤差為：

$$e(p) = Y_d(p) - Y(p)$$

其中假如誤差 $e(p)$ 為正，代表需增加權重來增加輸出，假如誤差 $e(p)$ 為負，代表需減少權重來減少輸出，以此方式來降低輸出值與目標輸出的

誤差，因此可寫成下式：

$$w_i(p+1) = w_i(p) + \alpha \times x_i(p) \times e(p)$$

其中 α 為學習率，為介於 0~1 之間的常數，影響誤差回傳神經網路時調整權重的幅度。

倒傳遞演算法可利用將網路中所有的權重，計算損失函數的梯度，根據梯度下降法(gradient descent)來決定如何修正網路中的權重，梯度下降法會透過計算誤差函數的梯度，得到如何修正權重能使誤差降低的方向，訓練過程中不斷地計算梯度並修正權重，使誤差隨著訓練次數而逐漸降低，最終得到訓練效果良好的神經網路模型。

類神經網路架構包含輸入層(input layer)、隱藏層(hidden layer)以及輸出層(output layer)，神經網路的輸入資料由輸入層輸入，傳遞至隱藏層的神經元進行運算，根據要解決的問題之複雜度，神經元的數量可以是一個或是多個，最後經由啟動函數(activation function)計算得到輸出值。而對於機制尚未明確或是較為複雜的問題，通常會使用如 S 型曲線函數(sigmoid function)和雙曲線正切函數(hyperbolic tangent function)，使類神經網路具有非線性計算能力，建立複雜的函數關係。

因此，本計畫提出一套利用人工智慧技術中類神經網路方法建置裂流經驗預警模式的流程，自衛星航拍與裂流監視站影像獲得裂流發生的時間與案例，透過類神經網路來建置裂流經驗預警模式。利用多個數值模式輸出波浪、風、潮汐和形貌資料，作為訓練模式時輸入的因子與資料，模式經過率定訓練參數來建置訓練效果最佳的裂流經驗預測模式，並且以多個評估指標來驗證經驗預測模式的預測效果。研究成果顯示使用此種人工智慧技術建置裂流經驗預警模式，能有效地預測裂流的發生。

三、經濟效益(經濟產業促進)

中央氣象局發布之海象資訊與許多遊憩活動息息相關，許多海上作業船隻與或是海邊遊憩戲水或衝浪的民眾，都需參考海象資訊。因

此提升在海象災害方面的預警能力，將可有效的避免遭遇到海岸猜害，並避免國人生命財產的損失。本計畫研究目標主要有二，其一是建置乙套裂流監測系統，海流與海浪不同，肉眼難以直接辨識，需要藉由儀器量測才能觀測得到；其二則是建立乙套裂流預警系統。目前已完成第二年度第一期計畫，在監測系統上，完成乙套裂流影像判釋程式，並協助規劃 11 站裂流監測站，其中四站已完成建置；同時完成數值模式和經驗統計模式的預警系統，也規劃作業化預測示範模式的規劃。相關研究成果是後續建置與警系統之基石，因此成果雖難以直接量化估計的經濟產值，但是對間接的減少海洋岸邊災害發生的隱憂，對海域遊憩民眾能提供更多的訊息。

四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

本研究建立裂流影像案例之資料庫，持續分析裂流監測站所拍攝的影像資料，蒐集完善的裂流案例以作為預警模式訓練、驗證之用，另一方面，透過數值模式模擬長期現場資料和不同海氣象地形環境下裂流發生情形，作為裂流預警系統的核心模型，同時也可在未有裂流預警系統的情況下，初步評估各海域裂流發生的潛勢風險。未來可提供相關研究之參考，從統計得到之裂流好發海氣象條件，也可事前瞭解活動期間，該時刻活動之風險性，甚至可透過監測技術提供裂流警示資訊。同時也可以讓社會大眾更了解變化多端的海洋，進一步提升社會大眾對海洋的認知與了解。

壹、檢討與展望

(請檢討計畫執行可改善事項或後續可精進處，並說明後續工作構想重點與未來展望等；屆期計畫請強化說明後續是否有下期計畫、計畫轉型或整併、納入機關例行性業務、或其他推廣計畫成果效益之作為等。)

海洋變化萬千，裂流(即離岸流)常導致近岸意外事件的發生，本計畫目的旨在透過「數值模式」和「經驗統計模式」發展裂流預警系統，並藉由建置裂流影像監視站，研發裂流監測系統進行系統性的分析，蒐集完善的裂流案例及海氣象資料庫，研究裂流成因與特性，使該系統能夠提供完善的海域遊憩安全資訊。在第二年度第一期的工作中，本計畫不僅持續蒐集裂流案例，並且為因應後續即時監測系統地開法，建立乙套裂流 AI 影像辨識模型。並且精進裂流預測模式的合兩核心技術「數值模擬模式」和「經驗統計模式」，無論模式的運算效率或準確率均有所提升，同時更依照兩模式的優劣提出作業化裂流示範預測模式的規劃。基於前述，對後續工作構想重點建議和未來展望條列如下：

- [1] 考量裂流資料是建置精準預警系統之基礎，本計畫已提出數個優先可建置裂流監視站位置，建議可與當地主管機關或是相關單位合作，加速裂流監視站之建置以蒐集更多資料提供預警系統建置。
- [2] 裂流數值模式的結果與水深地形資料有高度關係，目前之地形水深資料均為多年前所測，與實際情形略有誤差，若為求更精準模擬，建議可和主管機關協調進行近岸海域地形測量。
- [3] 裂流 AI 影像判釋程式已有不錯的成功率，建議可著手規劃現場之實際應用，驗證並評估其成效，提出可改進或是使用限制，並且可嘗試著手建置裂流即時監測系統。
- [4] 目前光學裂流影像監視站均建置站臺灣的北部，建議後續建站可優先選擇南部之位置(目前提出台南、高雄和屏東監視站建置規畫)，明年則會往東部進行評估提出可見至裂流監測站之選址位置。
- [5] 今(2024 年)度已完成作業化裂流預測模式的規畫，預計於明年開始著手

建置並運行，並考量如何將該模式移轉至中央氣象署所使用。

- [6] 目前所規劃的作業化裂流預警系統是以研究團隊所使用的一般 PC 進行規劃，建議未來可將團隊的目前設置的模式(含經驗統計模式和數值模式)於氣象署屬內的電腦進行其效能測是，並再次評估預警系統所使用模式的主次順序。
- [7] 建議可根據本計畫之成果，選擇易發生裂流熱點海域進行現場觀測試驗，可透過放置 ADCP、GPS 漂流器或染料等方式取得裂流流速資料，以進行更具體之驗證。
- [8] 影像判釋程式已相當精準，且運算速率也逐漸提升，然而隨著監測站後續仍會新建，分析速率可能無法趕上影像增加數量，後續可以嘗試使用不同的軟硬體技術(如 GPU 或是機器學習)來進行裂流影像判釋，藉此提升分析效率。

附表、佐證資料表

(請選擇合適之佐證資料表填寫，超過 1 筆請自行插入列繼續填寫，未使用之指標資料表請刪除。)

【A 論文表】

題 名	第一作者	發表年(西元年)	文獻類別	成果歸屬
以數值模式探討不同地形及水深下裂流特性之研究	Hsu-Min Wang, 王敘民 (第四作者 Fang-Ru Lin, 林芳如)	2024	E	波浪資料同化與裂流監測技術研究

註：文獻類別分成 A 國內一般期刊、B 國內重要期刊、C 國外一般期刊、D 國外重要期刊、E 國內研討會、F 國際研討會、G 國內專書論文、H 國際專書論文；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【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
災害性海象預警團隊	國立成功大學 國立台灣海洋大學	B 跨機構合作	A 形成合作團隊或合作計畫	2002	災害性海象預警團隊

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 培育及延攬人才表】

姓名	機構名稱	學歷	性質	成果歸屬
王敘民	國立成功大學水利及海洋工程學系	A 博士 (含博士生)	B 學程通過	
簡子傑	國立成功大學水利及海洋工程學系	B 碩士 (含碩士生)	B 學程通過	
李鑑洲	國立成功大學水利及海洋工程學系	B 碩士 (含碩士生)	B 學程通過	

註：學歷分成 A 博士(含博士生)、B 碩士(含碩士生)、C 學士(含大學生)；性質分成 B 學程通過、C 培訓課程通過、D 國際學生/學者交換、E 延攬人才；成果歸屬請填細部計畫名稱。

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
海岸裂流監測與作業化域警示用鹽蒼(1/3)	蔡政翰、董東璟、王敘民	2024	C	波浪資料同化與裂流監測技術研究

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。

【S1 技術服務表】

技術服務名稱	服務對象類別	服務對象名稱	服務收入(千元)	成果歸屬
裂流影像監測系統與影像判釋程式	中央氣象署、海域遊憩活動相關管理單位(縣市政府、國家風景管理處)、民眾及當地業者	A	0	波浪資料同化與裂流監測技術研究
裂流數值模擬模式	中央氣象署	A	0	波浪資料同化與裂流監測技術研究

註：服務對象類別分成 A 國內廠商、B 國外廠商、C 其他(請序明)；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
裂流案例與海氣象資料庫	儲存宜蘭縣外澳、大里和新北市福隆、沙崙裂流影像監測站觀測到之裂流影像	Text	437 筆	波浪資料同化與裂流監測技術研究

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

附錄十 委託研究計畫執行聲明書

交通部中央氣象署
委託研究計畫執行聲明書

立同意書人即本研究計畫主持人蔡政翰受交通部中央氣象署委託執行研究計畫「海岸裂流監測與作業化預警試用研究(1/3)」(計畫編號MOTC-CWA-113-0-02，採購案號113031A)，計畫成果報告係基於執行團隊本身學術專業知能自行撰寫，計畫主持人及參與人員對於計畫內容及研究成果，並未侵害他人之智慧財產權或其他合法權利，如有違反時，願自行負擔一切法律責任。

此致

交通部中央氣象署

計畫主持人： (簽章)

中 華 民 國 113 年 12 月 31 日