

交通部中央氣象局
委託研究計畫(期末)成果報告

波浪資料同化系統與菲律賓波浪預報系統建置研究計畫
(2/3)

計畫類別：☐氣象 ☒海象 ☐地震

計畫編號：MOTC-CWB-111-0-01

執行期間：111 年 3 月 9 日至 110 年 12 月 31 日

計畫主持人：張恆文

執行機構：社團法人臺灣地球觀測學會

中華民國 111 年 12 月 2 日

政府研究計畫(期末)報告摘要資料表

計畫中文名稱	波浪資料同化系統與菲律賓波浪預報系統建置研究計畫(2/3)		
計畫編號	MOTC-CWB-111-0-01		
主管機關	交通部中央氣象局		
執行機構	社團法人臺灣地球觀測學會		
年度	111	執行期間	111 年 3 月 9 日至 111 年 12 月 31 日
本期經費 (單位：千元)	2,370 千元		
執行進度	預定 (%)	實際 (%)	比較 (%)
	90	90	0
經費支用	預定(千元)	實際(千元)	支用率 (%)
	2133	2133	0
研究人員	計畫主持人	協同主持人	研究助理
	張恆文	顏厥正	林宛瑩
		劉進金	胡哲魁
		馬名軍	李科豎
報告頁數		使用語言	中文
中英文關鍵詞	中文：資料同化，波浪預報系統 英文：data assimilation，wave forecast system		
研究目的	整體計畫分為三個部分，包括 NWW3 作業化波浪資料同化模式建置、菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立，與藍色公路預報系統更新及生活氣象資訊系統、系集預報系統維護等。 為提高模式預報的準確度，利用觀測資料進行資料同化為可行的方法之一。考量模式及觀測誤差，在最小二次方誤差的限制下可得到最佳的預測起始值，本研究目的即在使用新版 NWW3(Ver. 6.07)模式及 LETKF 同化技術建置區域性作業化同化系統，以降低決定性預報的誤差。 第二部分擬評估海流對於波浪模式之影響，並協助 PAGASA 建置波浪預報系統。 第三部份主要針對氣象局海象測報中心已建置完成的藍色公路海象資訊系統、生活氣象資訊系統及波浪系集預報系統，進行系統的維護，俾使三套系統在氣象局網站上可以正常運作，吸引民眾點選並提供完善的資訊提供服務。並評估預報中心 10 公里及 1 公里新風場的差異性，及將波浪預報系統移置至新系統。		
研究成果	1. NWW3 作業化波浪資料同化模式建置：已完成三層的同化測試及加入單點浮標的同化測試，使用三層的網格解決測站過於近岸的問題，若採用每一層單獨同化的方式，將衍生小範圍缺乏衛星資料無法同化的情形發生，若加入小範圍內的觀測資料，則可避免上述問題。測試案例選擇衛星及馬祖浮		

	標等觀測資料，及各層分別同化的方式，結果顯示同化結果優於藍色公路，與系集預報則差距較小，同化馬祖測站，明顯優於決定性預報及系集預報，顯示同化的效益。作業化離型已建立在 FX1000 安管外的平台。 2. 菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立：已完成 2018 年 1 月及 8 月氣象局 SCHISM 流場模式資料之蒐集，及加入 0.025 度波場之計算，結果顯示，波浪模擬考慮海流因素會產生最大有約 10~20% 的差距，與浮標的比較部分，在不同季節(1 月和 8 月)，波高及週期的計算結果並不隨著地域而有明顯變差或改善。而持續與 PAGASA 進行必要的技術支援，並完成線上 5 天訓練課程。 3. 藍色公路預報系統更新及生活氣象資訊系統、系集預報系統維護：持續維護系統之正常運轉，並進行部分功能更新，包括 XML 產生程式(有含觀測資料的)以及藍色公路端點校驗系統、加大備援系統的資料庫硬碟空間、增加國海院蜜月灣測站 OAC005 至烏山龜山島航線預報、系統原碼檢測及填寫委外廠商資訊安全稽核評估表、改善系統連接資料庫時的不穩定現象及提升藍色公路 XML 檔傳送前壓縮作業的效率。模式部分已完成 FX1000 之移置作業，及完成預報中心新 10 公里及 1 公里風場的測試。
具體落實應用情形	1. 藍色公路海況系統在 99 年度建置完成並於 100 年 2 月 1 日納入海象 e 化服務系統一般版即時海況模組當中，開始對外服務社會大眾，至今超過 11 年，已有業者、漁民及經常登上研究船隻的學者反應，對該服務的詳細資訊與準確度給予肯定，該系統並準確預報出觀光船「百麗輪」遭遇大浪傷人事件時的海況，也有藍色公路客輪依據藍色公路海象資訊系統的預報來做停駛的決定。 2. 在 100 年 11 月 10 日交通部第 1483 次部務會報對於氣象局所開發的藍色公路海象預報系統，在維護海上客輪之安全給予肯定，期勉氣象局要與時俱進，繼續努力。 3. 配合中央氣象局於本島及離島間之旅客遊客中心推廣藍色公路電子看板的政策，於產出氣象局首頁藍色公路網頁資訊的同時亦輸出 XML 的資訊供電子看板使用，並於馬公、高雄、馬祖及布袋港旅客遊客中心建置藍色公路電子看板。 4. 102 年 5 月中央氣象局與航港局、運研所、臺灣港務公司簽訂合作意向書，已於 12 月 1 日起，氣象局全球資訊網提供 20 條國內和兩岸藍色公路海氣象預報，提供港口海域的海氣象觀測及預報查詢。 5. 蒐集海峽兩岸客輪航線預報發布平台之 3 條海峽兩岸航線預報，並整合到藍色公路海象預報網頁，提供民眾查詢。 6. 透過中央氣象局氣象資料開放平台，提供共 23 條藍色公路 opendata 供民眾下載，分享資料的使用。 7. 已在氣象局網頁展示 10 公里及系集 $H_s > 2m$ 之機率預報、10%超越機率之波高等成果，供大眾參考使用。傳輸系集資料至 Safe see e 平台之系集平均波高展出及船級舒適度之查詢應用，同時提供系集波高及風速至離岸風機施工運維船舶

	派遣與追蹤決策支援系統，作為海上風力發電施工與運維之參考。 8. 在生活氣象預報網頁提供大眾在海水浴場、休閒漁港、海釣、主要港口、浮潛及衝浪共 166 個地點逐三小時的海象預報。 9. 提供波浪系集預報展示系統中英文網頁，可瞭解中央氣象局波浪系集預報的結果與表現。
計畫變更說明	(若有)
落後原因	(若有)
檢討與建議(變更或落後之因應對策)	

(以下接全文報告)

中文摘要

整體計畫分為三個部分，包括 NWW3 作業化波浪資料同化模式建置、菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立，與藍色公路預報系統更新及生活氣象資訊系統、系集預報系統維護等。

NWW3 作業化波浪資料同化模式建置：已完成三層各層分別同化的測試及加入單點浮標的同化測試，並採用 WEP2.0 之 15 公里及 3 公里風場，測試案例選擇衛星及馬祖浮標觀測資料，結果顯示同化結果優於藍色公路，與系集預報則差距較小，同化馬祖測站，明顯優於決定性預報及系集預報，顯示同化的效益。作業化雛型已建立在 FX1000 安管外的平台，唯衛星讀取仍需從 PCC 移植，而 UMD-LETKF 仍需系統管理者安裝相關程式，並協助安裝。

菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立：已完成 2018 年 1 月及 8 月氣象局 SCHISM 流場模式加入 0.025 度波場之計算，結果顯示，波浪模擬考慮海流因素會產生最大有約 10~20% 的差距，與浮標的比較部分，在不同季節(1 月和 8 月)，波高及週期的計算結果並不隨著地域而有明顯變差或改善。持續與 PAGASA 進行必要的技術資源，並完成線上 5 天的訓練課程。

藍色公路預報系統更新及生活氣象資訊系統、系集預報系統維護：持續維護系統之正常運轉，並進行部分功能更新，包括 XML 產生程式(有含觀測資料的)以及藍色公路端點校驗系統、加大備援系統的資料庫硬碟空間、增加國海院蜜月灣測站 OAC005 至烏山龜山島航線預報、系統原碼檢測及填寫委外廠商資訊安全稽核評估表、改善系統連接資料庫時的不穩定現象及提升藍色公路 XML 檔傳送前壓縮作業的效率。模式部分已完成 FX1000 之移置作業及預報中心 10 公里及 1 公里新風場測試。

以下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.配合本局不定期之查訪，廠商至少應於 111 年 8 月、10 月各進行 1 次工作進度報告	附件一
2.藍色公路預報系統更新及生活氣象資訊系統、系集預報系統維護 ◆ 預報中心 10 公里及 1 公里新風場測試	4-6
◆ 藍色公路預報系統與端點校驗系統維護	4-1、4-1-2
◆ 生活氣象預報系統維護	4-2
◆ 波浪系集展示系統維護	4-3
◆ 系統維護報告	附件二
◆ 生活氣象預報系統操作維護手冊更新	附件五

◆ 波浪系集展示系統操作維護手冊更新	附件六
3.菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立(2/3)，評估海流對於波浪模擬之影響研究	第三章、附件一(六月份會議)
4.NWW3 作業化波浪資料同化模式建置(2/3)，多重網格 LETKF 波浪資料同化比較分析及作業化離形建置	第二章
5.期末績效報告 1 份（依照科技部格式）。	附件九
6.因應本局的資安政策與各項檢測，並依照本局作業需求，協助伺服機器作業系統之資安弱點修復、源碼檢測、滲透測試、硬碟儲存空間檢查(61.56.11.135、61.56.11.156、61.56.11.99、61.56.11.136)、opendata 格式符合氣象領域資料標準。	附件二、4-5

英文摘要

The overall plan is divided into three parts, including the construction of the NWW3 operational wave data assimilation model, the establishment of the nested grid wave forecast system in the Philippine sea area, the update of the blue highway forecast system, the daily meteorological information system, and the maintenance of the ensemble forecast system.

Construction of NWW3 operational wave data assimilation model: the assimilation test of each layer of the three layers and the assimilation test of adding single-point buoys have been completed, and the 15 km and 3 km wind fields of WEP2.0 are used, and the test cases are satellite and Matsu buoy observations. The results show that the assimilation result is better than the blue highway, and the gap with the ensemble forecast is small. The assimilation of the Matsu station is obviously better than the analytical forecast and the ensemble forecast, showing the benefits of data assimilation. The operational prototype has been established on a platform outside the FX1000 demilitarized zone, but the satellite reading still needs to be transferred from the PCC, and the UMD-LETKF still needs the system administrator to install related programs and assist in the installation.

The establishment of the nested grid wave forecast system in the Philippine sea area: the calculation of adding 0.025-degree wave field to the SCHISM flow field model of the Central Weather Bureau in January and August 2018 has been completed. The results show that the wave simulation will generate a maximum of about 10~20 % difference, compared with buoys, in different seasons (January and August), the calculation results of wave height and period do not change significantly or improve with regions. Continue to communicate with PAGASA for necessary technical resources and complete the online 5-day training course.

Update of the Blue Highway forecast system and maintenance of the daily meteorological information system and series forecast system: continue to maintain the normal operation of the system, and update some functions, including XML generation program (including observation data) and blue highway endpoint verification System, increase the database hard disk space of the backup system, increase the route forecast from OAC005 to Wushi Guishan Island route from the Honeymoon Bay Station of the National Academy of Marine Research, check the original code of the system and fill out the information security audit evaluation form for outsourced manufacturers, and improve the system connection database instability and improve the efficiency of the compression operation before the transmission of the Blue Highway XML file. The model part has completed the relocation operation of FX1000 and the 10km and 1km new wind field tests of the Weather Forecast Center.

英文名詞對照表

CBOFS	Chesapeake Bay Operational Forecast System
CFSR	Climate Forecast System Reanalysis
CMDP	Coastal Marine Demonstration Project
CMS	Copernicus Marine Service
COFS	Coastal Ocean Forecast System
CORMS	Continuous Operational Real-Time Monitoring System
DA	Data Assimilation
EAKF	Ensemble Adjustment Kalman Filter
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
ETKF	Ensemble Transform Kalman Filter
GFS	Global Forecast System
GSI	Grid point Statistical Interpolation
JEDI	Joint Effort for Data assimilation Integration
JMA	Japan Meteorological Agency
JWA	Japan Weather Association
KNMI	Royal Netherlands Meteorological Institute
LEKF	Local Ensemble Kalman Filter
MOTP	Mobile One Time Password
MPP	Massively Parallel Processing
NCEP	National Centers For Environmental Prediction
NOS	National Ocean Service
NWW3	NOAA WAVEWATCH III
NYOFS	New York and New Jersey Operational Forecast System
OI	Optimal Interpolation
PAGASA	Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration
PORTS	Physical Oceanographic Real-Time System
RTMA	Real Time Mesoscale Analysis
SAR	Synthetic Aperture Radars
SCHISM	Semi-implicit Cross-scale Hydrosience Integrated System Model
SEIK	Singular Evolutive Interpolated Kalman filter
SMC	Spherical Multiple Cell grid
SVD	singular value decomposition
SWAN	Simulating WAVE Nearshore
TaiCOMS	Taiwan Coastal Operational Modeling System
UMD-LETKF	Universal Multi-Domain-Local Ensemble Transform Kalman

	Filter
URMA	UnRestricted Mesoscale Analysis
WAM	WAVE prediction Model
Wave EPSgram	Wave Ensemble Prediction System meteogram
WEPS	WRF-based Ensemble Prediction System
WPS	WRF Preprocessing System
WRF	Weather Research and Forecasting
WRFDA	WRF Data Assimilation

目 錄

中文摘要.....	IV
英文摘要.....	VI
英文名詞對照表	VII
目 錄.....	IX
表目錄.....	XII
圖目錄.....	XIII
第一章、計畫概述	1
1-1 計畫背景與目的	1
1-1-1 計畫背景	1
1-1-2 計畫目的	3
1-1-3 計畫重要性	3
1-2 國內外有關本計畫之研究情況	4
1-2-1 國內作業化預報系統概述	4
1-2-2 國外波浪作業化預報系統概述	8
1-2-3 國外海域資訊作業化系統概述	13
1-2-4 國內海域資訊作業化系統概述	15
1-3 計畫工作項目與內容	17
1-3-1 第一年度之工作項目及成果	17
1-3-2 第二年度(本年度)之工作項目	27
1-3-3 第三年度之工作項目	28
1-4 工作流程	29
1-5 工作時程	31
1-6 計畫產品名稱及驗收標準	33
第二章、NWW3 作業化波浪資料同化模式建置(2/3).....	35
2-1 LETKF	35
2-2 計算條件說明	37
2-3 計算結果分析	39
2-3-1 巢狀網格逐層各自同化	39
2-3-2 同化分析	48
2-3-3 作業化雛形建置	62
第三章、菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立(2/3).....	63
3-1 臺灣及菲律賓海域海流資料之蒐集建置	63
3-2 與 PAGASA 合作	72
第四章、藍色公路預報系統更新及生活氣象資訊系統、系集預報系統維護	75

4-1 藍色公路預報系統維護	75
4-1-1 維運藍色公路海氣象預報系統.....	75
4-1-2 藍色公路端點校驗展示系統更新運維.....	77
4-1-3 藍色公路端點校驗結果評估	82
4-1-4 藍色公路預報延長.....	87
4-1-5 藍色公路海氣象預報系統操作維護手冊更新.....	87
4-1-6 藍色公路端點海象校驗展示系統操作維護手冊製作.....	87
4-2 生活休閒旅遊海象預報系統	88
4-2-1 維運生活休閒旅遊海象預報系統.....	88
4-2-2 生活休閒旅遊海象預報系統操作維護手冊.....	90
4-3 系集預報展示系統維護	90
4-3-1 維運系集預報展示系統.....	90
4-3-2 海氣象系集預報展示系統操作維護手冊更新.....	90
4-4 系統維護紀錄	91
4-5 資安檢測	93
4-6 FX1000 系統移置及預報系統維護	94
4-7 預報中心 10 公里及 1 公里新風場測試	101
第五章、結論及建議	106
參考文獻.....	109
附件一、波浪資料同化系統與菲律賓波浪預報系統建置前期研究 111 年度會議 記錄.....	116
附件二、藍色公路及波浪系集資訊系統維護記錄	123
附件三、藍色公路海氣象預報資訊系統操作維護手冊	140
附件四、藍色公路海象預報端點校驗系統操作維護手冊	160
附件五、生活休閒旅遊海象預報系統操作維護手冊	180
附件六、海氣象系集預報展示系統操作維護手冊	201
附件七、期初審查意見回覆	219
附件八、期中審查意見回覆	222
附件九、期末審查意見回覆	226
附件十、政府科技計畫成果效益報告	230

表目錄

表 1、國外作業化系統概述表.....	13
表 2、0-5 小時預報之各測站統計參數比較表(BMAX=1.33).....	18
表 3、0-5 小時預報之各測站統計參數比較表(BMAX=1.53).....	19
表 4、期末交付產品名稱及驗收標準.....	33
表 5、氣象局測站資料一覽表.....	38
表 6、0-5 小時預報之各測站統計參數比較表(BMAX=1.53)(同化與決定性預報) 50	
表 7、0-5 小時預報之各測站統計參數比較表(BMAX=1.53)(同化與系集預報)....	51
表 8、VOTE II 線上會議參與人員	72
表 9、2022 年 9 月 12~16 日 NWW3 線上訓練課程表	73
表 10、藍色公路校驗系統端點資料表.....	80
表 11、烏石龜山島航線點 2022/05/05 00 RUN	81
表 12、藍色公路端點對應一覽表.....	82
表 13、藍色公路端點校驗結果.....	82
表 14、藍色公路與系集預報系統維護紀錄一覽表.....	91
表 15、相關伺服器硬碟空間一覽表.....	93
表 16、FX1000 作業化模式計算時間	94

圖目錄

圖 1、中央氣象局藍色公路海象資訊系統.....	2
圖 2、WEPS 1.4 範圍(3 層，解析度分別為 45、15 和 5 公里，垂直 45 層).....	5
圖 3、新版 WEPS 2.0 範圍(共 2 層，解析度分別為 15 公里和 3 公里，垂直 52 層).....	6
圖 4、作業化波浪系集預報系統多重網格計算範圍示意圖(二層).....	7
圖 5、作業化波浪系集預報系統多重網格計算範圍示意圖(三層).....	7
圖 6、作業化波浪系集預報展示系統(4 天後之驗證).....	7
圖 7、URMA 在阿拉斯加州(AK)之 DA 後波高輸出(左上:分析場 右上:背景場 左下:分析增量 右下:觀測值).....	9
圖 8、URMA 在夏威夷州(HI)之 DA 後波高輸出(左上:分析場 右上:背景場 左下:分析增量 右下:觀測值).....	9
圖 9、WAVE EPSGRAM 單點系集預報與單一決定性模式預報比較圖(北海,18 JULY 2011, 12 UTC).....	11
圖 10、JWA 波浪資料同化前後比較圖.....	12
圖 11、資料同化系統架構.....	19
圖 12、資料同化流程示意圖.....	20
圖 13、0-5 小時預報之時序列比較圖(東海岸測站)(BMAX=1.53).....	21
圖 14、0-5 小時預報之時序列比較圖(西海岸測站)(BMAX=1.53).....	22
圖 15、0-5 小時預報之時序列比較圖(離島測站)(BMAX=1.53).....	23
圖 16、2 分網格菲律賓海域之波高 NRMSE 分布(左圖為僅使用 CFSR 之菲律賓海域全球模式，右圖為另加入 WRF 驅動之菲律賓海域全球模式).....	24
圖 17、波高與衛星波高之 NRMSE 分布(上圖為僅使用 CFSR 之菲律賓海域全球模式，下圖為另加入 WRF 驅動之菲律賓海域全球模式).....	24
圖 18、生活休閒預報點位新增逐三小時浮潛及衝浪海象預報點位.....	26
圖 19、ECMWF 風場驅動波高(上)、NCEP 風場驅動波高(下)，UTC 2021/11/25 00:00	27
圖 20、波浪受到順流及逆流之波高變化示意圖.....	28
圖 21、計畫全程之工作流程.....	29
圖 22、第二年之工作流程.....	30
圖 23、颱風(IN-FA)之預報路徑資料	38
圖 24、盧碧(LUPIT)颱風之預報路徑資料.....	39
圖 25、氣象局測站分布圖.....	39
圖 26、CMEMS 衛星軌跡波高分布圖(UTC 2021/07/20 0000 $\pm$ 1.5 小時).....	40
圖 27、0.25 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/20 0000)(左:同化前，右:同化後).....	41
圖 28、0.1 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/20 0000)(左:同化前，右:同化後).....	41
圖 29、0.025 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/20 0000)(上:同化前，下:同化後).....	41

後).....	41
圖 30、CMEMS 衛星軌跡波高分布圖(UTC 2021/07/20 0000 $\pm$ 1.5 小時).....	42
圖 31、0.25 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/22 0000)(左:同化前, 右:同化後).....	42
圖 32、0.1 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/22 0000)(左:同化前, 右:同化後).....	42
圖 33、0.025 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/22 0000)(未同化, 範圍內無觀測).....	43
圖 34、CMEMS 衛星軌跡波高分布圖(UTC 2021/07/23 0600 $\pm$ 1.5 小時).....	43
圖 35、0.25 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/23 0600)(上:同化前, 下:同化後).....	43
圖 36、0.1 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/23 0600)(未同化, 範圍內無觀測).....	44
圖 37、0.025 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/23 0600)(未同化, 範圍內無觀測).....	44
圖 38、0-5 小時預報之時序列比較圖(龍洞)(BMAX=1.53).....	45
圖 39、0-5 小時預報之時序列比較圖(澎湖)(BMAX=1.53).....	45
圖 40、0-5 小時預報之時序列比較圖(鵝鑾鼻)(BMAX=1.53).....	46
圖 41、0-5 小時預報之時序列比較圖(馬祖)(BMAX=1.53).....	46
圖 42、0-5 小時預報之時序列比較圖(蘭嶼)(BMAX=1.53).....	47
圖 43、CMEMS 衛星軌跡波高分布圖及馬祖浮標(UTC 2021/07/19 0600 $\pm$ 1.5 小時).....	47
圖 44、0.25 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/19 0600)(同化後-同化前).....	47
圖 45、0.1 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/19 0600)(同化後-同化前).....	48
圖 46、0.025 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/19 0600)(同化後-同化前)....	48
圖 47、0-5 小時預報之時序列比較圖(龍洞)(BMAX=1.53)(藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報).....	52
圖 48、0-5 小時預報之時序列比較圖(花蓮)(BMAX=1.53)(藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報).....	52
圖 49、0-5 小時預報之時序列比較圖(蘇澳)(BMAX=1.53)(藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報).....	53
圖 50、0-5 小時預報之時序列比較圖(龜山島)(BMAX=1.53)(藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報).....	53
圖 51、0-5 小時預報之時序列比較圖(澎湖)(BMAX=1.53)(藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報).....	54
圖 52、0-5 小時預報之時序列比較圖(新竹)(BMAX=1.53)(藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報).....	54
圖 53、0-5 小時預報之時序列比較圖(鵝鑾鼻)(BMAX=1.53)(藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報).....	55
圖 54、0-5 小時預報之時序列比較圖(七股)(BMAX=1.53)(藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報).....	55

圖 55、0-5 小時預報之時序列比較圖(金門)(BMAX=1.53)(藍線:決定性預報、橘 虛線:同化、綠線:系集預報).....	56
圖 56、0-5 小時預報之時序列比較圖(台中)(BMAX=1.53)(藍線:決定性預報、橘 虛線:同化、綠線:系集預報).....	56
圖 57、0-5 小時預報之時序列比較圖(成功)(BMAX=1.53)(藍線:決定性預報、橘 虛線:同化、綠線:系集預報).....	57
圖 58、0-5 小時預報之時序列比較圖(富貴角)(BMAX=1.53)(藍線:決定性預報、 橘虛線:同化、綠線:系集預報).....	57
圖 59、0-5 小時預報之時序列比較圖(彌陀)(BMAX=1.53)(藍線:決定性預報、橘 虛線:同化、綠線:系集預報).....	58
圖 60、0-5 小時預報之時序列比較圖(馬祖)(BMAX=1.53)(藍線:決定性預報、橘 虛線:同化、綠線:系集預報).....	58
圖 61、0-5 小時預報之時序列比較圖(台東)(BMAX=1.53)(藍線:決定性預報、橘 虛線:同化、綠線:系集預報).....	59
圖 62、0-5 小時預報之時序列比較圖(蘭嶼)(BMAX=1.53)(藍線:決定性預報、橘 虛線:同化、綠線:系集預報).....	59
圖 63、觀測增量(第三層網格).....	60
圖 64、分析增量(第三層網格).....	61
圖 65、臺灣海域模式之全球計算網格示意圖.....	65
圖 66、氣象局 SCHISM 流場模式計算範圍.....	65
圖 67、波浪受流影響之波高變化(2018/08/15 00:00)(上左:未受流作用之波高及 波向 上右:受流作用之波高及波向 下左: SCHISM 流場 下右:受流作用之波 場及波向變化).....	66
圖 68、波浪受流影響之波高變化(2018/08/15 23:00)(上左:未受流作用之波高及 波向 上右:受流作用之波高及波向 下左: SCHISM 流場 下右:受流作用之波 場及波向變化).....	67
圖 69、波浪受流影響之波高變化(2018/01/7 00:00)(上左:未受流作用之波高及波 向 上右:受流作用之波高及波向 下左: SCHISM 流場 下右:受流作用之波場 及波向變化).....	68
圖 70、波浪受流影響之波高變化(2018/01/7 23:00)(上左:未受流作用之波高及波 向 上右:受流作用之波高及波向 下左: SCHISM 流場 下右:受流作用之波場 及波向變化).....	69
圖 71、氣象局觀測站之波高比較圖(2018/1).....	70
圖 72、氣象局觀測站之週期比較圖(2018/1).....	70
圖 73、氣象局觀測站之波高比較圖(2018/8).....	71
圖 74、氣象局觀測站之週期比較圖(2018/8).....	71
圖 75、VOTE II 線上會議(5 月 23 日).....	74
圖 76、2022 線上訓練課程.....	74
圖 77、藍色公路海氣象預報系統作業化架構.....	76
圖 78、藍色公路海氣象預報系統段備援系統架構.....	77
圖 79、藍色公路波浪預報校驗系統結果展示.....	78

圖 80、藍色公路波浪預報校驗架構圖.....	79
圖 81、藍色公路烏石龜山島航線海氣象預報網頁(2022/05/05 10:00).....	81
圖 82、藍色公路端點校驗時序列圖.....	86
圖 83、主要港口預報網頁下方的海象逐 3 小時預報.....	89
圖 84、新增生活休閒預報點位執行流程.....	89
圖 85、24 個系集成員(2022/06/28/18:00) (FX1000 平台).....	96
圖 86、24 個系集成員(2022/06/28/18:00) (FX100 平台).....	97
圖 87、4 層預報模式(2022/06/29/00:00) (5.16 版)(FX1000 平台) (左:ECMWF 驅動，右:NCEP 驅動).....	98
圖 88、藍色公路 4 層預報模式(2022/06/29/00 72 小時預報(上:FX1000 平台 下:FX100 平台).....	99
圖 89、藍色公路 3 層預報模式(2022/06/29/00 72 小時預報(上:FX1000 平台 下:FX100 平台).....	100
圖 90、HPC FX1000 平台停機施工公告.....	101
圖 91、10 公里解析度之風場模式計算範圍(格點左下角經緯度 9.6N, 110.0E，格點右上角經緯度 35.99N, 126.65E).....	102
圖 92、2.5 公里解析度之風場模式計算範圍(格點左下角經緯度 20.79N, 117.55E，格點右上角經緯度 26.66N, 123.92E).....	102
圖 93、預報中心 10 公里解析度(左)及 1 公里解析度(右)之風場範圍.....	103
圖 94、預報中心 10 公里及 1 公里新風場範圍(紅色虛線)，10 公里及 2.5 公里舊風場範圍(黑色)，紅色實線為 NWW3 之計算範圍.....	103
圖 95、預報中心 10 公里(左)及 1 公里(右)新風場(2022/09/14 00).....	104
圖 96、預報中心 10 公里(左)及 1 公里(右)新風場(2022/09/14 12).....	104
圖 97、預報中心 10 公里(左)及 1 公里(右)新風場(2022/09/15 00).....	105
圖 98、預報中心 10 公里(左)及 1 公里(右)新風場(2022/09/15 12).....	105

第一章、計畫概述

1-1 計畫背景與目的

1-1-1 計畫背景

我國海洋政策，其中之政策項目「順應氣候變化，預防海洋與海岸災害」，其內容提到「對於氣候變化可能產生之衝擊，應加強研究和國際交流，並整合海陸空偵防能力，研擬順應氣候變遷和因應海洋災害之體系，以減少民眾和自然資源之損失」。因此在交通部民國99至102年度中程施政計畫中有關於提升氣象服務水準，為了因應國內社會環境變遷及民眾對政府天然災害預警能力之要求日益提高等需求，有必要提供優質之氣象資訊項目；交通部中程施政計畫民國102至105年度強調優化預報技術能力，提供多元精緻氣象服務之重要；交通部中程施政計畫民國106至109年度，在第五、「郵電氣象與時俱進，貼近民眾生活需求」項目中，亦強調強化氣候變遷監測及短期氣候預測能力，提升地震速報、定量降雨與即時預報的作業能力、建立本土化災害性天氣量化指標；中華民國科學技術白皮書(民國100年至103年)第三章科學技術發展遠景與策略之第二節「策略五、整合災害防救科技，增進人民幸福安全」之內容亦提到，加強災害防救科技之研發，提升社會整體抗災救災能力，推動各類災害之預警系統計畫，藉由衛星觀測資料以及資通訊技術，整合氣象、海象、地質觀測資料，及早建立災害之預警系統。中華民國科學技術白皮書(民國104年至107年)，交通部的部門目標第7點，亦明定「強化海象觀測設施與預報技術，提升海象測報能力」。

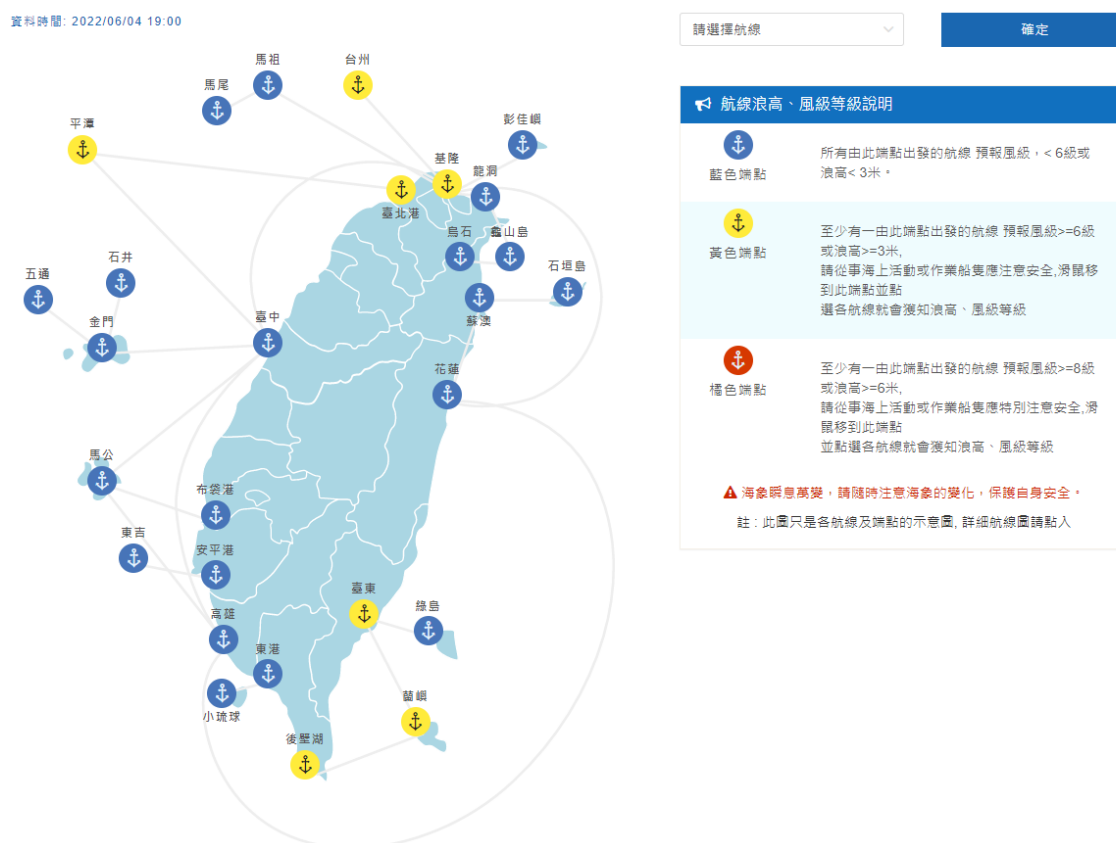
故推動發展中央氣象局所研提之「發展鄉鎮逐時天氣預報系統」，以提高數值預報之時空精緻分區及逐時預報技術，其中在風浪預報方面，在2011年已建置完成臺灣四周海域10公里及2.5公里之多重網格(multi-grid)預報系統，提供藍色公路海象資訊系統之波浪資訊。

然而數值預報受到物理現象參數化、數值方法等的限制下，且在缺乏足夠的觀測資料情形下，數值波浪預報仍然存在著許多誤差，且這些誤差與預報時間成正比。資料同化為改善模式預報精度的方法之一，整合模式及觀測資料以得到最佳起始值的方式，已成了海象資訊預報作業單位所必須採用的方法。從Komen(1985)最早進行波浪資料同化的試驗開始，迄今已發展近36年，受限於觀測資料的取得不易，發展並不普遍，而使用的觀測資料從ERS-1之高度計(altimeter)、SAR(Synthetic Aperture radars)、HF radar、浮標等，同化的變數分為衍生變數(如示性波高)及波譜二種，而同化的方法主要以序列法為主，使用的波浪模式包括NWW3(NOAA WAVEWATCH III)、SWAN(Simulating Wave Nearshore)、WAM(Wave prediction Model)等。

藍色公路預報功能自2011年2月1日對外服務以來已經屆滿11年，相關業者、漁民及經常登上研究船隻的學者反應，對該服務的詳細資訊與準確度給予肯定，該系統並準確預報出觀

光船「百麗輪」遭遇大浪傷人事件時的海況，也有藍色公路客輪依據藍色公路海象資訊系統的預報來做停駛的決定。在2011年11月10日交通部第1483次部務會報，對於氣象局所開發的藍色公路海象預報系統，在維護海上客輪之安全給予肯定，期勉氣象局要與時俱進，繼續努力。氣象局與航港局、運研所、臺灣港務公司簽訂合作意向書，在2013年12月1日起，氣象局全球資訊網已提供20條國內和兩岸藍色公路海氣象預報，並在運研所網站提供港口海域的海氣象觀測及預報，由此可知藍色公路海象預報的需求性高，更彰顯系統的持續與功能加強的必要性。透過海象測報中心及本工作團隊的努力，2015年藍色公路海氣象預報航線已增加到23條，並延長預報時間到48小時及增加波浪週期的預報，2016年再新增1條達到24條，2018年含大陸提供的兩岸航線達到33條，後續更透過中央氣象局氣象資料開放平台，提供共23條主要藍色公路opendata供民眾下載，分享資料的使用，.除此之外並建置與改善藍色公路端點校驗系統，讓業務單位可以經由瀏覽器輕易的看到校驗比對的結果。藍色公路海氣象資訊系統，透過不斷的更新與改善，藍色公路海氣象資訊系統將會更為社會大眾所使用與依賴，在提升航安及推廣海域活動方面發揮功效。

 藍色公路



1-1-2 計畫目的

為提高決定性波浪預報之準確度，擬結合即時的觀測資訊(例如浮標、衛星觀測等)，使其具有較佳之起始值，進而產出較準確之預報資訊，本計畫擬在氣象局的計算平台上建置作業化波浪資料同化(Data Assimilation, DA)預報系統。本系統利用NOAA開發之UMD(Universal Multi-Domain)-LETKF(Local Ensemble Transform Kalman Filter)(Hunt et al, 2007)法，在NWW3 6.07版開發相關程式，作為系集預報與不同系集成員連接之用，同時建立觀測資料的品質及篩選機制，與模式結合之前進因子等。

菲律賓大氣地球物理和天文服務管理局 (Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration, PAGASA)過去一直與氣象局海象測報中心有交流合作，分別於2018年及2019年共5人次參加海象業務訓練課程，2021年舉行三天線上NWW3訓練課程，共有6人參與，今年度將持續保持合作提供必要之協助。而過去PAGASA之預報資訊來自於日本，本年度將已建置的臺灣海域預報模式，利用氣象局開發的SCHISM流場模式，評估海流對於波浪模擬之影響。

此外為因應本年度氣象局預報中心的1km和10km網格之新風場建置，取代原2.5km及10km網格之風場(此為決定性預報在臺灣附近海域使用之風場)，將更新藍色公路波浪預報及由EC風場驅動之預報模式。而現有海象測報中心的「波浪系集預報系統」、「生活氣象資訊系統」及「藍色公路海象資訊系統」均需進行系統的維護及系統功能更新的工作。此外為配合氣象局FX1000新系統的更新，將移置所有在FX100之波浪預報系統，其中包括系集預報系統、藍色公路預報系統(四層北太平洋、四層全球模式、JMA驅動模式)、EC驅動之四層全球模式。

1-1-3 計畫重要性

政府在解嚴之後，積極規劃開發沿海的遊憩設施，除了農委會積極規劃漁港的轉型外，交通部除了積極推動濱海公路的興築外，也責成觀光局陸續強化或新增各海岸風景區管理處的功能。其目的不外是配合海島型生活圈，培養及吸引人們從事海上或近岸的遊憩休閒，喚醒人們應有的親近海洋的本性。

而隨著相關觀光計畫之推動，有更多的民眾走向海洋、親近海洋，例如「2011大鵬灣國際帆船邀請賽」於6月4日開始舉辦大鵬灣橫渡小琉球賽事，各型風帆船艇超過2百艘以上，堪稱國內規模最大、參賽國家最多的國際帆船賽事，而當時即由氣象局提供航線上之預報波浪資訊。而藍色公路的發展、臺灣澎湖海底電纜的鋪設、航行船隻的管制出港及未來離岸風力發電的發展，都顯示出對於波浪預報資訊的殷切需求及重要性。蒐集國內許多海上事件及海上活動更可顯示出此重要性，例如2010年8月8日，臺中海洋拉拉號從馬公出發前往臺中港，

船艙跳板遭浪浪嚴重破壞，所幸300名遊客均平安抵達臺中港，該事件後來在2011年3月8日遭監察院通過並公布委員提案，糾正交通部，認為交通部對航管與安檢有嚴重疏失，其中有關海況方面，指出已超過船隻航行安全卻仍予以放行出航，而民眾都更加關心在臺灣週遭海域波浪監測、預報及資訊傳遞方面的情況。2011年6月11日受到已轉為熱帶性低氣壓「莎莉佳」外圍環流的影響，海上風浪依舊很大，嘉義縣布袋港與澎湖縣馬公港間觀光船「百麗輪」，載著178名觀光客由布袋港出航後25分鐘，就遇到大浪，整艘船劇烈搖晃，不慎造成船上22名乘客受傷。根據氣象預報資料顯示，事發當時海上最大陣風10級、浪高最高12.5公尺，藍色公路預報顯示10時有2.3米的浪高（有義波高），準確預報出當時瞬間非常有可能有3米以上的大浪。船上旅客抱怨，百麗輪第一時間並沒有折返，而是選擇開到澎湖後才將受傷旅客送醫，處置失當。2013年4月21日南灣長泳發生意外，鵝鑾鼻海域吹起8級陣風，海況瞬間改變，造成1死7送醫的悲劇。2017年4月22日，花嶼籍聯得利2號漁船非法載滿21位民眾，甫駛出花嶼港，因外海風浪過大，導致2名乘客落海後不治。2019年「蘭陽海上長泳-迎向龜山」，不料卻因突起南風及不熟悉海況發生意外，多名泳客因體力透支急需送醫，造成1人在外海昏厥後不治；2020年6月14日屏東小琉球驚傳2名潛客失蹤，韓籍男子遺體，15日在杉福漁港外海底12米發現，同行台籍巫姓男子失蹤7天，遺體在綠島朝日溫泉海岸撈起；2021年7月17日澎湖籍「鑫海」自用遊艇載客前往南方四島東嶼坪海域浮潛，陳姓男子疑傳溺水意外；臺灣水上摩托車協會，2022年5月28號舉辦水上摩托車訓練，從嘉義布袋騎車跨海前往澎湖，過程中發生一名女性成員落海意外，時隔5天在彰化芳苑外海找到遺體。

最近幾年的海上活動盛行，例如2011年泳渡澎湖灣6000m海上長泳、2012年綠島海上長泳、2014年7月6日台東之美長泳嘉年華、2015年6月7日蘭陽海上長泳、2015年5月16日綠島D2長泳、2015年臺灣國際衝浪公開賽在台東金樽盛大舉行、2015澎湖帆船賽等，許多活動都已變成每年固定舉辦的海上活動，例如2019年已經第七屆的澎湖島帆船週、2019臺灣國際衝浪公開賽舉辦邁入第9年、2019年第17屆金門海上長泳等，都讓準確的預報資訊變得更為重要。

然而面對此種牽涉到人民生命財產安全的問題，提高單一模式的預報能力已經刻不容緩，因此推動資料同化及系集預報方面的研究以強化產品的可靠度，才能準確地預報臺灣四周海域之實際海氣象狀況，並將之作業化、強化通報系統才能隨時提供海域觀光遊憩、藍色公路、防救災及航行安全之應用，使海象資訊充分發揮功效。

1-2 國內外有關本計畫之研究情況

1-2-1 國內作業化預報系統概述

在系集波浪預報部分，目前氣象局已於2014年6月完成國內第一個作業化的波浪系集預報系統，同時於2015年完成展示系統的建置，該系統之風場驅動來自於氣象局的區域系集預報

系統，以下就這二套中央氣象局的系集作業化預報系統的發展概述如后。

(1)氣象局區域系集預報系統(WEPS, WRF-based Ensemble Prediction System)

中央氣象局於2011年建立了一套區域系集預報系統，此系統使用WRF(Weather Research and Forecasting)三維變分資料同化技術製造初始場擾動，再搭配邊界擾動和物理參數法擾動，藉由校驗系統產生有效且合理的系集預報成員(member)及預報產品。使用之WRF版本為WRF v3.1.1版；WPS(WRF preprocessing system)版本為WPS v3.2；WRF三維變分資料同化系統則使用WRFDA(WRF Data Assimilation)v3.2版。系統使用3層巢狀網格，計算範圍如圖2，水平解析度設定為45/15/5 km，垂直解析度設定為45層，模式頂層為30 hPa。此系統每12小時會產生20個系集預報成員，進行72小時預報（每3小時輸出一）。而系集成員產生方式使用了初始擾動、邊界擾動和模式擾動，其中初始擾動採用NCEP(National Centers For Environmental Prediction)GFS(Global Forecast System)資料，透過WRF三維變分法加入隨機亂數，產生20組擾動初始場；而邊界擾動則是由NCEP全球系集預報系統(Global Ensemble Forecast System)獲得擾動邊界條件；模式擾動是由不同之模式物理參數法之設定產生。

後續在2012年改成v3.3.1版，同時將此系統改為每6小時執行一次，此外在輸出部分，Domain 3改為逐時輸出。而初始擾動改採用WRF決定性預報資料，另在2013及2015年分別更改模式的物理參數設定。該系統在2016年4月之初始擾動改採用EAKF(Ensemble Adjustment Kalman Filter)產生的資料。2017年9月將原本3層巢狀網格改成2層巢狀網格，而水平解析度為15/3 km，如圖3所示。

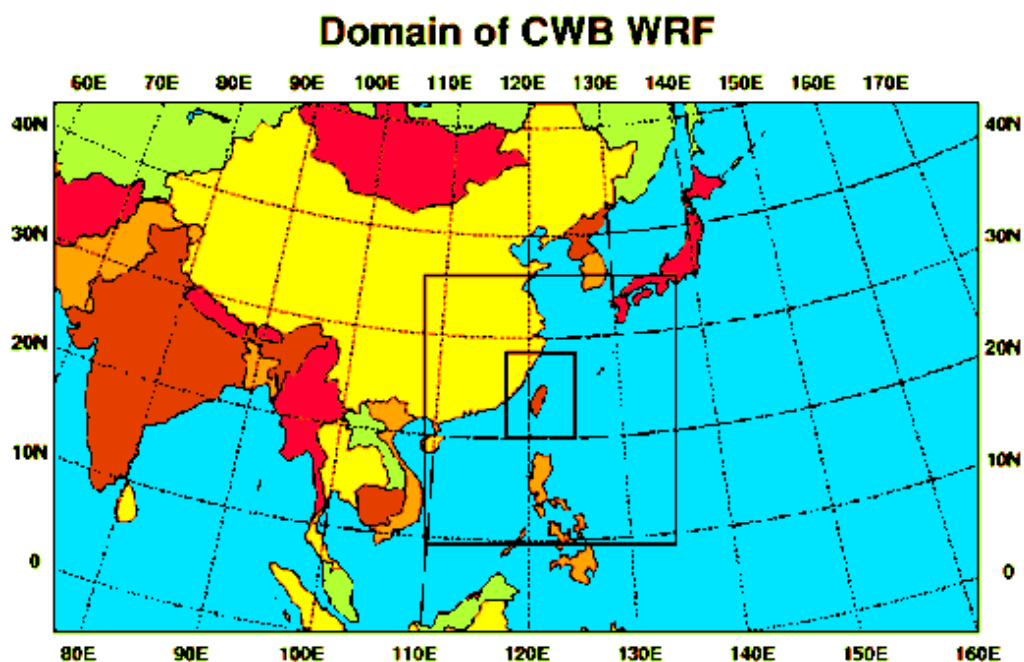


圖 2、WEPS 1.4 範圍(3 層，解析度分別為 45、15 和 5 公里，垂直 45 層)

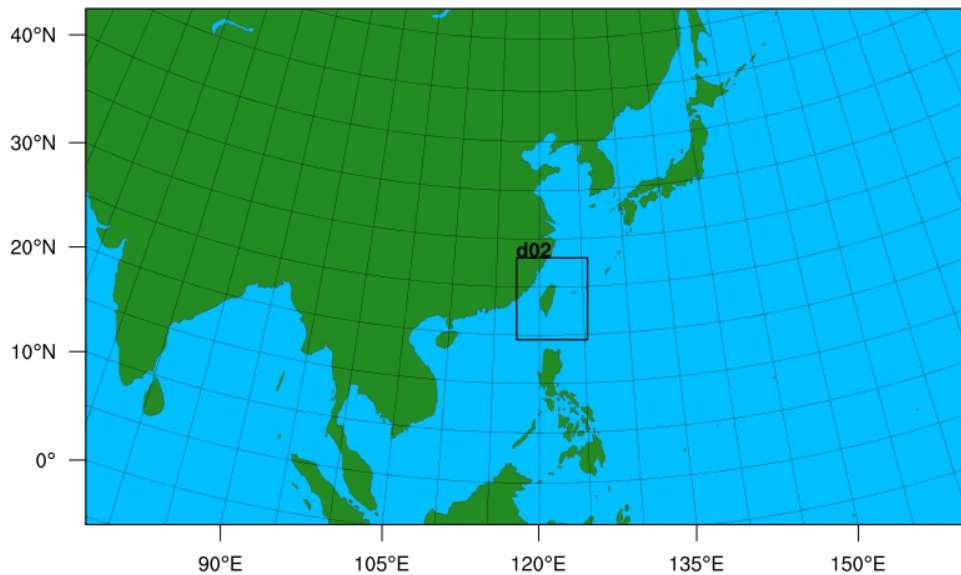


圖 3、新版 WEPS 2.0 範圍(共 2 層，解析度分別為 15 公里和 3 公里，垂直 52 層)

(2)氣象局波浪系集預報系統

中央氣象局於2014年建立了一套多重網格波浪系集預報系統，此系統使用NWW3模式v.3.14版建置，並利用多重網格技術，考量網格間的雙向交互作用，系統使用二層巢狀網格，水平解析度設定為0.25度及0.1度，其計算範圍如圖4所示，共有20個系集成員，其風場驅動來自於氣象局之系集預報風場，為了擴大系集分歧以便較能涵蓋模式預報的不確定性，一半系集成員採用WAM4之風場公式(源項代號ST3)，另一半系集採用Tolman公式(源項代號ST2)。此系統已自2014年6月開始進行作業化預報，每天進行4次。

為方便預報員進行系集預報結果的判釋，同時於2015年建置完成系集預報結果展示系統。系集預報展示系統可以讓預報員透過網際網路即可輕易看到作業化系集預報的結果。該系集展示系統可以讓使用者檢視20張系集圖、機率圖、Spaghetti圖、1/10超越機率圖、系集分歧、系集平均圖及單點圖等。

2017年配合WEPS 2.0的修正，並因應近岸測站進行網格加密修正，從原二層網格(0.25°、0.1°)變為三層網格(0.25°、0.1°、0.025°)，如圖5所示，且系集成員亦由原20個增加為24個（增加使用NCEP及JMA風場），同時於3天後產生該的預報的驗證結果。2018年建置過程中解決了衍生的問題，包括幾個測站的系集平均擾動、系集風場前6小時熱機時間的錯用、SPRD的低估等，2018年11月開始穩定運作。2019年並將預報延長時間至96小時，4天後的驗證包含波高、波向及週期（圖6）。2020年並修正原有之介面及增加英文網頁，同時產出每月各觀測站之RMSE、SPRD，以利檢查其預報準確度。

目前氣象局網站已輸出波高 $\geq 2\text{m}$ 之機率分布圖及10%超越機率之波高分布；並提供氣象局網站safe see e平台之系集平均波高展出及船級舒適度之查詢應用；同時提供系集波高及風速至離岸風機施工運維船舶派遣與追蹤決策支援系統，作為海上風力發電施工與運維之參考。

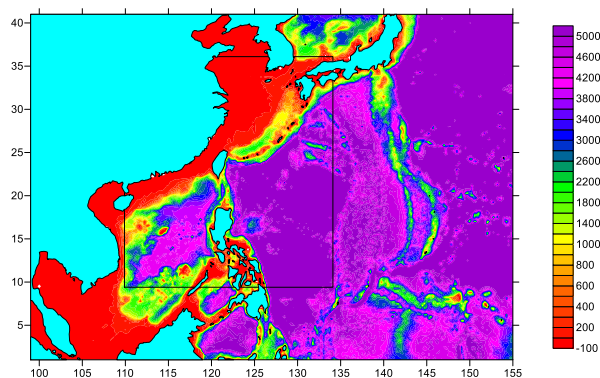


圖 4、作業化波浪系集預報系統多重網格計算範圍示意圖(二層)

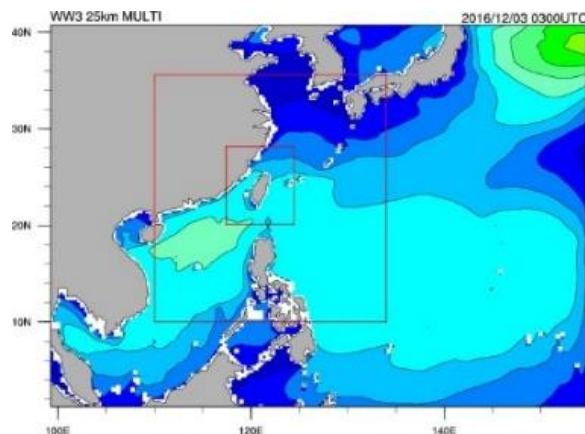


圖 5、作業化波浪系集預報系統多重網格計算範圍示意圖(三層)

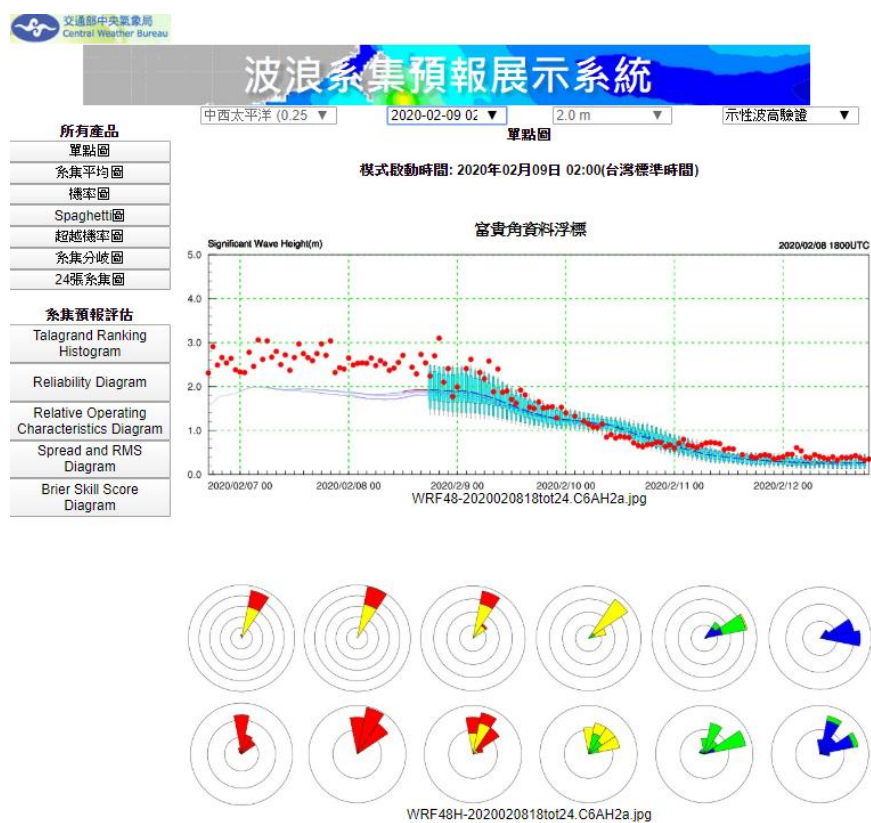


圖 6、作業化波浪系集預報展示系統(4 天後之驗證)

1-2-2 國外波浪作業化預報系統概述

(1)NCEP (National Centers for Environmental Prediction)

目前NWW3作業化波浪預報模式(4.18版)，包含9個區域，使用多重網格計算方式，解析度從 0.5° 至4分，每日4次預報，每次預報384小時。而NOAA主導之DA計畫，其中在區域性應用的部分，主要是建置在GSI (Grid point Statistical Interpolation)作業化系統上，該系統原採用變分資料同化，主要被設計成為具有彈性、最先進的且可以在不同的平行化計算平台上有效率的運作，新版的GSI(3.6版)已可以和系集同化結合成hybrid的資料同化系統，其觀測因子(observation operators)，轉換模式變數至觀測變數，已經可以在EnKF或其他資料分析系統上使用。唯目前GSI的維護團隊已解散。

NCEP的即時中尺度分析系統(RTMA, Real Time Mesoscale Analysis)為NWS提供最高品質的網格化表面分析背景場，此背景場主要來自區域模式和觀測值的結合，由於時效性的原因，會有部分觀測資料無法及時被蒐集到，因此在6小時後執行無限制的中尺度分析(URMA, UnRestricted Mesoscale Analysis)，而URMA亦被選為NWS的分析真值且建構在GSI上，目前在網頁上亦可蒐集到示性波高等相關圖的資訊(自2017.12)，使用的觀測資料包括衛星(Jason-2, CryoSat-2, Saral/Altika等)、浮標及船舶等，圖7及圖8分別為阿拉斯加州海域及夏威夷海域，在同化前之背景場、分析增量、觀測值及分析場，唯此資訊並非真正作業化，且未被NCEP所監管。

另外在全球模式的資料同化部分，採用LETKF法。此外為了達到“具有聯合(unified)統一資料同化系統的聯合統一模型(unified model)”的目標，JEDI(Joint Effort for Data assimilation Integration)正在開發中，其係整合包括大氣、海洋、冰、波浪等之聯合資料同化系統，其中NOAA負責海、冰耦合的波浪部分。由於現代DA系統太複雜，非一個人可以掌握，因此此系統的優點是可以減少重複開發、將所有地球的DA系統整合至單一系統、現代化軟體的開發，加速未來開發的時程、易於維護、增加可攜帶性及效率。

NWW3作業化全球系集預報模式(4.18版)，包含1組決定性預報及20組系集預報，加上美國海軍20組系集預報，共41組，網格解析度為 0.5° ，每日預報4次，每次預報240小時。

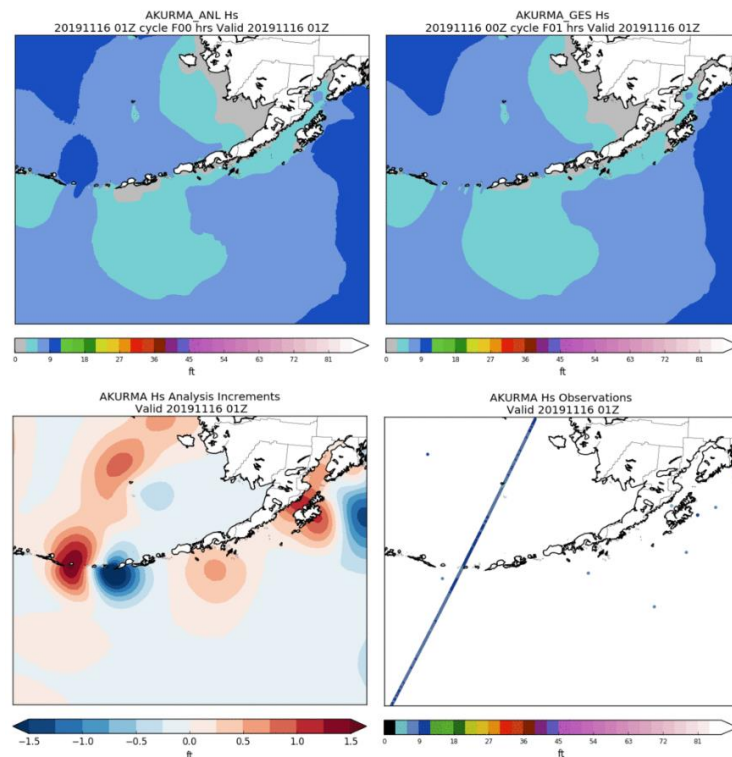


圖 7、URMA 在阿拉斯加州(AK)之 DA 後波高輸出(左上:分析場 右上:背景場 左下:分析增量 右下:觀測值)

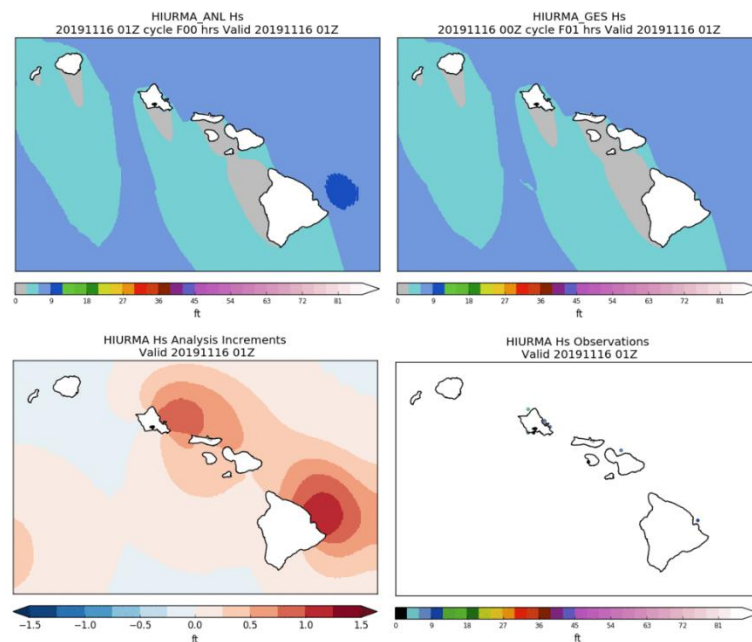


圖 8、URMA 在夏威夷州(HI)之 DA 後波高輸出(左上:分析場 右上:背景場 左下:分析增量 右下:觀測值)

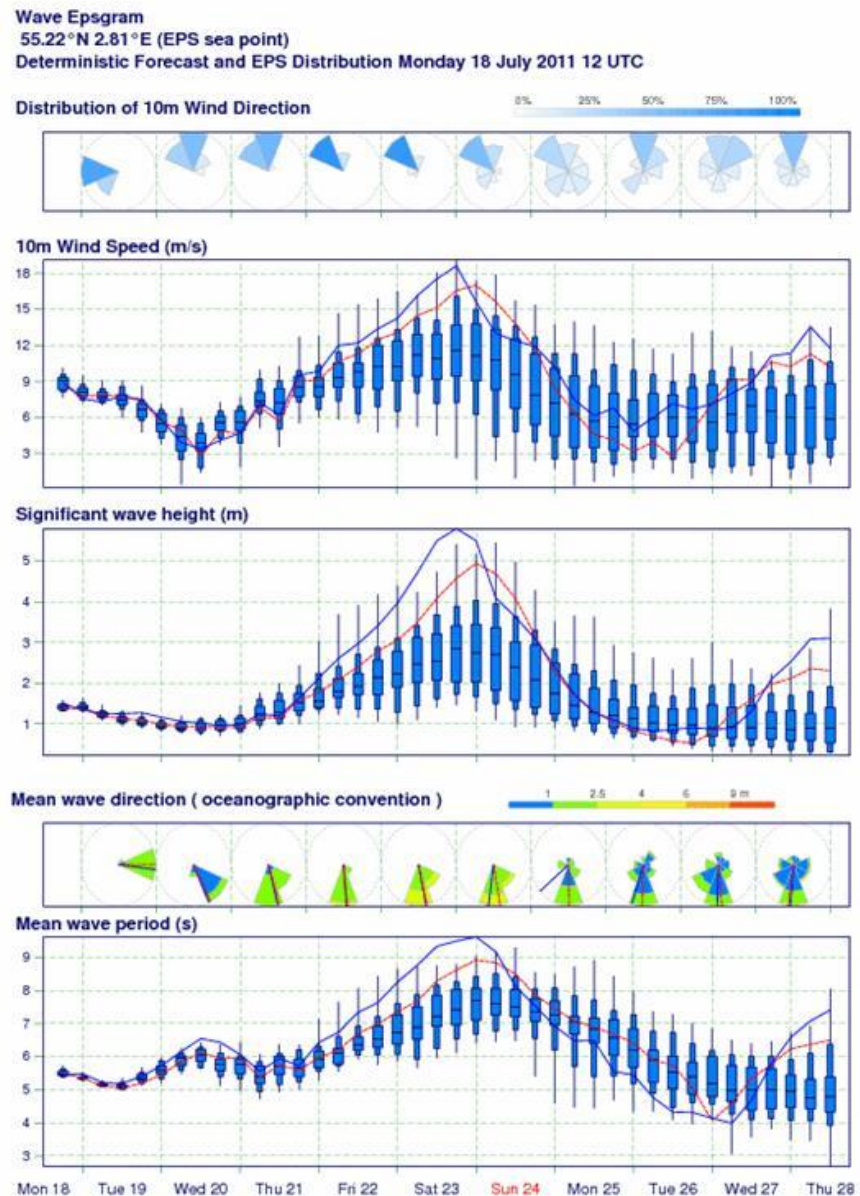
(2)ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)

ECMWF在1992年開始即使用OI法及WAM模式建立資料同化之作業化系統，其同化波高資料（從ERS-1、到ERS-2、2003改為ENVISAT，2006年再加入JASON衛星），再分別rescaling不同的波浪屬性（風浪或湧浪）之波譜，同時修正風場。然而示性波高觀測值對於波浪的描述仍過於簡略，且rescaling的過程中無法對於同時存在不同波浪系統進行處

理，因此在2006年後即針對ENVISAT ASAR的波譜資料進行同化。目前HRES-WAM計算解析度為 0.125° ，每日預報4次，00及12Z預報240小時，06及18Z預報90小時。

1998年6月ECMWF已完成大氣模式和波浪模式的耦合模擬，ECMWF波浪系集預報系統Wave EPSgram(Wave Ensemble Prediction System meteogram)係使用WAM模式建構全球波譜預報，系統包含1組控制演算及50組系集預報，其中50組系集成員其風場是由初始大氣條件最不穩定向量平均擾動生成，浪場初始值是使用控制演算分析場作為初始條件，同時EPS全球波浪模式波譜解析度增至 24個方向和 30個頻率。2010年Wave EPSgram網格解析度已提升為 $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ ，每6小時預報一次，預報時間延長至10天，輸出參數包括10m風速、10m風向、示性波高、平均波向與週期等，產品的表示方式為盒鬚圖。圖9顯示單點10天單一數值預報與系集預報之比較，圖中顯示當風速增強時，風向由西逐漸轉向西北，形成較長平均週期的波浪，也形成南向較大波高的波浪分布（其中藍色線為單一確定性預報，紅色為控制演算預報）。目前已完成大氣模式(ENS)、波浪模式(ECWAM)、海洋模式(NEMO)的耦合模擬，提供每天二次、預報15天(逐天)的波高及平均週期機率預報圖，包括週期 $\geq 8s$ 、 $\geq 10s$ 、 $\geq 12s$ 、 $\geq 15s$ ，波高 $\geq 2m$ 、 $\geq 4m$ 、 $\geq 6m$ 、 $\geq 8m$ 等。

在衛星資料方面，其蒐集及監控包括ENVISAT、ERS-2、JASON-1及JASON-2等衛星近乎及時之示性波高資料，並使用其中ENVISAT及JASON-2的資料進行資料同化。此外其亦蒐集ENVISAT及ERS-2衛星的波浪波譜資料進行示性波高及湧浪的驗證工作。另其亦蒐集衛星散射風速及雷達高度風速資料進行風速方面的驗證。



資料來源：” User guide to ECMWF forecast products” , Oct 2011.

圖 9、Wave EPSgram 單點系集預報與單一決定性模式預報比較圖(北海,18 July 2011, 12 UTC)

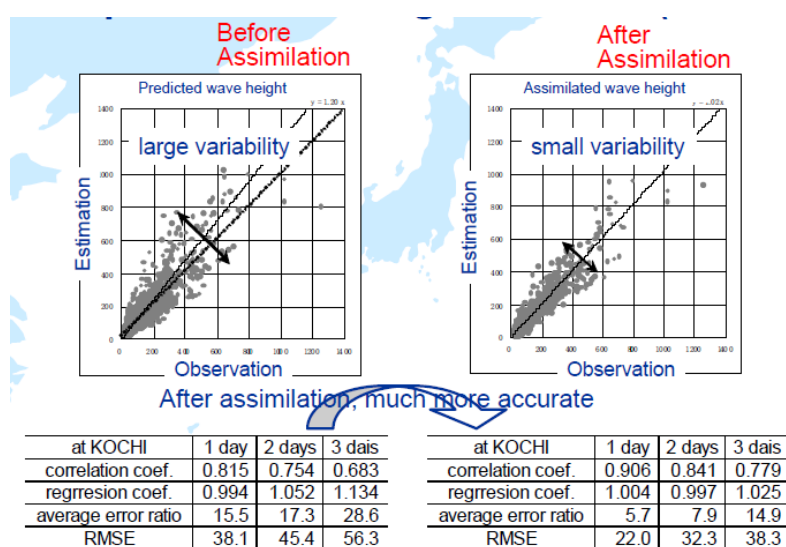
(3)MFWAM (Metro France)

法國氣象局在2011年發展出使用第三代MFWAM模式之作業化同化系統，其同化資料來自於RA2、Jason-2之波高資料，及從ENVISAT衛星之ASAR level2波譜資料，而風場來自於ECMWF之IFS風場。其亦使用OI法來同化觀測資料，在其適用性驗證(validation)測試研究中指出，當使用包括波高及波譜資料時，波高之解析解RMSE可以降低10%，主頻週期可以降低25%，而第2天預測之波高其RMSE可以降低2%。其同時預見未來會有更多的衛星提供全球的觀測資料，包括波高(例如 SARAL/Altika)及波譜資料(例如法國 CFOSAT)，而在OI的部分，模式的預報誤差協方差矩陣不再是同向性，會需要進行修正，當然會有其他更卓越的同化方法會被開發出來，以便同化許多不同的觀測資料。

(4)JWA (Japan Weather Association)

日本氣象協會(JWA)在1950年成立，是日本第一個民營的氣象公司，也是第一個透過電視及收音機提供氣象服務的單位，2009年轉化為財團法人，屬於半民營的組織，其提供預報、環境預測諮詢服務、災害防制諮詢服務、天氣資訊系統等服務，員工大約532人(2013年)，其宣稱提供比日本氣象廳(Japan Meteorological Agency, JMA)更詳細的天氣預報資訊，同時更著重在安全保險、經濟和效能的層面。

其提供的航行船隻的最佳路徑預測服務(Weather routing services, WRS)，包括節省能源航行(Energy-saving navigation, Eco-Navigation)及安全的航行等，決定最佳航行路徑需要海表面風、波浪、海流、霧等資訊，其中在氣象部分，其使用5km解析度之WRF模式，使用JMA MSM的風場，使用三維變分法同化GPS降水資訊及每小時使用OI法同化大氣分析場(atmospheric analysis);波浪部分，其使用包括全球及日本地區之WAM模式，解析度分別為 0.5° 及3.7km，預報時間分別為30天和4天，並使用OI法同化沿岸的觀測資料;流的部分，其使用 $1/36$ 度解析度之POM模式，海流、潮流及風吹流的效應均包括在內。在波浪資料同化部分，其主張同化效果可以維持至約10小時。



資料來源：” WEATHER Forecasting and Routing” , Dec 2013.

圖 10、JWA 波浪資料同化前後比較圖

(5) KNMI (Royal Netherlands Meteorological Institute)

早期皇家荷蘭氣象局有許多研究進行波浪同化的研究，亦有使用WAM模式及OI的作業化波浪資料同化系統，後來因故停止。2018年研究顯示，其嘗試使用SWAN及OpenDA(Open Data Assimilation)平台，利用EnKF建立荷蘭海域作業化的波浪資料同化系統，此OpenDA為一商業平台，過去被許多研究使用，但從未被作業化使用過。

(6) CMS(Copernicus Marine Service)

CMS的作業化全球波浪資料同化系統，其使用MFWAM模式(2014)，主要同化Sentinel-1之SAR，主要優勢在於對於超過波長200m以上之湧浪可以準確掌握，尤其對於南半球超強低壓系統所衍生之湧浪。系統由法國氣象局(Météo-France)負責操作，2016年3月開始運作，2018年12月底對外公布，每日4次分析場，1次每隔3小時之5天預報(00UTC)。使用NOAA ETOP2地形，IFS-ECMWF風場驅動，模式包括24方位，30個頻率，亦同化Jason-3、Sentinel-3A、Saral-Altika三顆衛星波高資料。

其宣稱有超過450個非常主動的使用者，其中超過40%的使用者每個月會下載至少3次，接近30%的使用者是與商業有關，高於其他產品平均約15%，且有50%的使用者不在歐洲。

彙整國外作業化系統如下表所示：

表 1、國外作業化系統概述表

單位	數值模式	同化方法	資料來源	解析度
NCEP(URMA)	NWW3	Variational	衛星、浮標	1.25km~3km
NCEP(global)	NWW3	LETKF	衛星、浮標	
ECMWF	WAM	OI	衛星	
MFWAM	MFWAM	OI	衛星	
JWA	WAM	OI	浮標	3.7km
CMS(global)	MFWAM	OI	衛星波譜	1/12°(9km)
*KNMI	SWAN	EnKF	浮標	

*即將建置

1-2-3 國外海域資訊作業化系統概述

國外在海域資訊作業化系統方面，美國政府在海象預報系統之發展是由美國大氣暨海洋總署之海洋局(National Ocean Service, NOS)結合國家氣象局的環境模擬中心(National Weather Service' s Environmental Modeling Center)、國家海洋局之海岸量測發展實驗室(National Ocean Service' s Coast Survey Development Lab)、普林斯頓大學(Princeton University)、及美國海軍(U.S. Navy)共同參與發展近岸海域預報系統(Coastal Ocean Forecast System, COFS)。COFS自1993年8月開始每日在國家環境預報中心NCEP的Cray高速電腦上執行美國東部近岸海域的短期水理模擬(Aikman et al., 1994; Aikman et al. 1996; Aikman and Rao, 1999)。COFS使用三維數值模式模擬美國東岸北緯30度到47度，西經50度範圍內的水溫、鹽度、水位及潮流。數值模式以普林斯頓大學大洋模式(POM)為主，其驅動條件為加在海水面之熱能、溼度、及動能通量等邊界條件。這些邊界條件是由國家環境預報中心NCEP的Eta-32中尺度大氣預報模式(mesoscale atmospheric forecast model)(Black, 1994; Rogers et al., 1998; Rogers et al., 1999)提供。潮汐亦為模式邊界驅動條件之一。模式網格的解析度在遠岸海域為20公里，在近岸海域為10

公里。垂直方向網格為18層之座標系統，其中至少九層網格是在100公尺水深內(NOAA Coastal Ocean Forecast System, 2000)。

NOAA作業化波浪模式主要為NCEP的NWW3模式(Tolman, 1999)。NWW3波浪模式改進原有的WAM模式(The WAMDI Group, 1988)，增加擴散項及重新探討能量的產生及消散項，且更改程式寫法為Massively Parallel Processing (MPP) 平行計算方式，使其更有效率於模式計算，符合新一代電腦之架構。NWW3於2000年3月開始作業化運轉，目前使用4.18版的模式。

COFS及NWW3皆於1999年夏天及2000年初春時以各兩個月的時間參與國家海洋合作計畫(National Oceanographic Partnership Program)所贊助的近岸海域示範計畫(Coastal Marine Demonstration Project, CMDP)(NOAA, 2000)。CMDP是一個兩年計畫，由海軍研究辦公室(Office of Naval Research)主導，於2000年7月結束，在計畫執行期間，整合了許多資源以便執行及監控，平常只作為科學研究之數值模式。這些模式經由系統之整合，在固定的時間及程序上執行模式預報，並產生結果，即時供應使用者經由網路及瀏覽器取得即時海象預報資料。COFS在CMDP計畫中提供近岸海域之水溫、潮流及鹽度預測，NWW3 波浪模式提供近岸海域之波浪預測，稱為CBWAVES的GLERL-Donelan波浪模式提供Chesapeake Bay區域之波浪預測。在示範執行期間，總共六個先進的數值模式在作業化環境下執行預報，每日產生超過5000個模式預報與即時監測資料結果圖，提供給四個NWS 預報辦公室及中心，及數十個各種階層之客戶經由網路及瀏覽器取得資料。

物理海洋即時系統(Physical Oceanographic Real-Time System, PORTS)為美國國家海洋服務局所發展，提供船公司及船長正確即時之海象資訊，作為航行安全之參考，以避免船隻擱淺及碰撞等事件發生，目前該系統是由CORMS(Continuous Operational Real-Time Monitoring System)統一負責系統之維護。此系統包括：中心式的資料擷取系統、資料傳播(dissemination)系統及數值現報與預報系統。其中資料傳播系統將所有港灣即時之水位、流及其他海象與氣象資料，轉換成符合需求之不同格式，藉由電話語音及網路系統即時傳輸至使用單位，而各港之管理單位及船公司，藉由電話語音所獲得之即時水位資料，能對船隻之總噸位、最大負載及限制穿越時間等，準確的作出正確之決定。

PORTS規劃提供即時與預報之流、水位、鹽度、溫度及風的資訊，主要以重要之河口及海灣為主，在Narragansett Bay、Los Angeles/Long Beach、New Haven, CT、San Francisco Bay、New York/New Jersey Harbor、Lower Columbia River、Delaware Bay and River、Tacoma, WA、Chesapeake Bay、Anchorage、Tampa Bay、Soo Locks, MI、Houston/Galveston、Mobile Bay、Cherry Point、Sabine Neches、Pascagoula、Gulfport等18個重要區域均設有此系統。而其中在新 York/New Jersey Harbor與Chesapeake Bay分別結合NYOFS(New York and New Jersey Operational Forecast System)及CBOFS(Chesapeake Bay Operational Forecast System)系統，尚具有作業化數值模式之現報與預報功能，提供區域全面之水位、流速與風速資訊。物理海洋即

時系統對於環境保護亦提供重要的指標，若能減少意外船難的發生，相對亦減少船隻溢油、或有毒物質外洩的機會，亦更能保護環境生態。

整體來說在美國有關海象資訊的官方最主要網站即是NOAA海洋局(National Ocean Service Center for Operational Oceanographic Products and Services)的網站([http:// www.co-ops.nos.noaa.gov](http://www.co-ops.nos.noaa.gov))，CO-OPS的主要任務就是對全國作業化海洋資料轉換成有意義的資訊。CO-OPS對國家基礎建設、科學領域、及科技專業提供監測、評估及實質資料，如潮汐、流場、水位及其他符合NOAA在環境管理及環境評估預測任務的海岸海域產品及服務。CO-OPS提供了作業化全面的海域觀測與監測能量，同時伴隨著作業化現報及預報數值模擬，提供全方位的海象資訊服務。

海象預報系統在歐洲方面極力發展及推動的是挪威Oceanor公司所發展的海域環境自動監測系統—SEAWATCH，包括海域自動監測浮標、資料傳輸系統、陸上資料處理中心、數值模擬系統及資料庫等(Oceanor, 2000)。其數值模擬方面使用荷蘭Delft水利實驗室(Delft Hydraulics Lab)研發的三維模式進行海象預報。SEAWATCH系統在歐洲及東南亞已建置數套，惟其使用情況多著重於海況及水質監測，模式之執行並非皆使用於作業化海象預報工作。國內環保署曾針對SEAWATCH系統做過可行性評估，惟此套系統造價高昂並不符合國內海洋環境研究經費配置，無法順利推動。

歐洲其他國家如荷蘭皇家氣象研究所(KNMI)之海象預報系統、比利時國家研究院海象預報系統、英國氣象局(Met Office)之海象預報系統等都已经發展出作業化之暴潮水位及風浪模式，其中英國氣象局已使用NWW3之SMC(Spherical Multiple-Cell grid)網格建置波浪預報系統，其範圍已涵蓋北極圈海域。其他如澳洲氣象局(使用NWW3 4.18)、韓國氣象局亦同。

1-2-4 國內海域資訊作業化系統概述

在國內研發計畫中，國家海洋科學中心執行的「臺灣海峽即時預報模式計畫(TSNOW)」。

該計畫自1998年起展開研究，旨在臺灣海峽內建立海峽兩岸海氣象觀測網以及一個能夠預測臺灣海峽海流、水位、溫、鹽度變化的三維數值模式。

2001年至2003年交通部科技顧問室推動「海象災害預警雛型系統建立」計畫，為滿足作業化系統功能之需求，該計畫於中央氣象局海象測報中心建置雛型系統，依據海象測報中心現有軟硬體設備之基礎，考慮即時傳輸、網際網路服務與未來擴充性等條件，規劃建置即時資料觀測站資料傳輸、海象數值模式預報、即時資料庫管理、即時資料查詢及海象災害預警資訊通報等子系統。

「海象災害預警雛型系統建立」，無論在系統整合、即時資料整合及通報、模式預測等方面，均已針對國內海象災害預警現況深入研究，其建立之系統雖屬於雛型系統，但系統結

構完整，因此自2003年6月至2005年5月間，交通部科技顧問室乃推動「沿海遊憩安全資訊與監測系統」計畫，使相關技術得以延續，並使之功能相互結合。「沿海遊憩安全資訊及監測系統」計畫分二年度執行，第一年度完成四個重點項目，包括（1）國外沿海遊憩觀光與安全資訊系統資料蒐集（2）行政配合與通報機制研擬（3）沿海即時海象預報技術之引進及開發（4）藍色公路航線上海況分析。第二年度完成五個重點項目，包括（1）航線上即時海象預報技術之引進與開發（2）資料同化技術的建立（3）沿海遊憩安全資訊系統之建立（4）藍色公路資料通報系統之建立（5）沿海遊憩安全資訊系統永續經營規劃及建議。

「海象資訊在近海觀光、防災救難及航行安全之應用研究」三年計畫，延續交通部科技顧問室推動之前述二計畫，主要在強化中央氣象局海象預報之作業能力、資訊可靠度及執行效率，使得相關資訊得以藉由維護完整的資訊系統廣為傳播，提供作為近海遊憩觀光、防災、搜救決策及航行安全之參考，並朝向近岸預報之目標邁進。其中的臺灣海域安全資訊系統已涵蓋北部海域及南部海域的範圍，可以展示北部海域14個站及南部海域7個站的水位、水溫、波高、波向、風速、風向及有關船行、游泳、操舟、風帆等安全與舒適資訊。

為延續上述前期研究成果，中央氣象局海象測報中心自2008年起至2011年進行「海象資訊e化服務系統之整合與應用研究」，以現有海域GIS資訊服務系統建置成果為基礎，整合規劃海象資訊e化服務系統，將系統功能持續更新，提供全方位海域相關服務，包括海象資訊e化服務系統整體規劃；歷史波浪、暴潮資料統計及復現期分析；臺灣近岸海域與離島藍色公路圖資之建置；近岸海域災害、防災技術資料庫之建立等工作項目。執行過程需整合其他防災科技研發模式，轉化成可落實應用於防災業務的技術，並結合政府相關部門，有系統地推動海象e化資訊服務系統，以提供相關單位執行救災業務之依據。現階段的中央氣象局網站中的「即時海況」、「藍色公路」、及「颱風暴潮預報圖」等網頁皆是上述研究的成果。

交通部運輸研究所港灣技術研究中心也在2003年規劃五年發展建置「臺灣環島海象預報系統」—TaiCOMS (Taiwan Coastal Operational Modeling System)，包括數值預報模式之建立與驗證、觀測網的架設及資料庫整合，有關臺灣海域模式系統部分規劃涵蓋風場、波浪、水位、流場及擴散等模擬，風場預報則由中央氣象局提供即時預報資訊。該系統已於2003年建立臺灣海域風浪模式及區域性風浪模式，於2004年建立水位模式，2005年度建立三維全域水動力模式，2006年建立近岸港區污染物擴散數值模式，2007年達成即時模擬之目標。港灣技術研究中心在後續年度完成港灣環境資訊網 (<http://isohe.ihmt.gov.tw/>)，提供基隆港、蘇澳港、花蓮港、高雄港、臺中港、臺北港、安平港、澎湖、布袋港、金門及馬祖的海象觀測資訊、海象模擬資訊、港區影像資訊、港區地震資訊、海嘯模擬資訊及港埠基本資料等服務給一般民眾及專家學者。

港灣環境資訊網在2019/2/25改版，整合港灣技術研究中心海氣象即時觀測、數值模擬及港埠相關之資料收集、模擬與研究資訊，利用網頁結合Google地圖，整合空間與屬性資訊提

供分析、展示、儲存、管理及之應用支援系統，以及進行多元化的資訊展示。2022年開始的海氣象預測模擬系統之維運與精進四年計畫，將分別精進基隆、高雄及台北海域之海象預報。

臺灣海洋科技中心的「海洋環境資料庫」TOPS海象模擬及數值模式資料均有展示計算的西北太平洋及臺灣海域之波高、週期、湧浪等資訊，還有臺灣四周的海流資訊。不過目前因應人員調整已停止運作。

國內提供海象資訊的另一個單位是水利署，該單位委託成功大學近海水文中心製作海岸水情系統，提供即時的近海水文觀測網站資料，包括波高、風速、風向、氣壓、氣溫、水溫、及水位等資料。

另外，海洋大學的海洋工程科技中心針對離岸風力發電及海洋能源開發，亦積極發展三度空間的大氣及海洋預報模式(3D-AtOM)，包括降尺度的HiRAM大氣模式、WWM III及近岸海流模式。

1-3 計畫工作項目與內容

1-3-1 第一年度之工作項目及成果

第一年度完成已完成「NWW3 作業化波浪資料同化模式建置(1/3)」、「菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立(1/3)」、「藍色公路預報系統更新及生活氣象資訊系統、系集預報系統維護」等三大工作項目，並在 2021/5/25 參加 VOTE II 線上會議討論與 PAGASA 合作之波浪預報系統，2021/6/15-17 參加第四屆臺灣與西北太平洋全球預報系統發展研討會之線上會議，其中在 Marine Modeling and Assimilation 領域發表關於在臺灣海域應用 LETKF 資料同化之波浪模擬，2021/10/13-15 舉行 PAGASA 波浪模式訓練線上會議，2021/10/28 參加 110 年天氣分析與預報研討會，並發表論文「波浪數值模擬在作業化海象預報之應用及衍生產品之商業應用」，2021/10/20 至 11/20 進行預報模式在氣象局計算平台的遷移(FX10 移置 FX100)，及參與新機器 FX1000 的模式測試等，其他成果說明如下：

(1).NWW3作業化波浪資料同化模式建置(1/3)

已完成觀測資料格式轉換及向前因子轉化程式設計、LETKF 輸入程式 YAML 測試、grb2 格式轉換及 ww3_uprstr 測試等工作，並利用 WRF 風場驅動系集成員，同時測試整個模組的串聯(圖 11 及圖 12)。並以 0.25 度的單一網格進行實際案例測試，2021/7/19~8/9 為計算時間，包含煙花颱風(IN-FA)、盧碧(LUPIT)二個颱風及中間之季風期，並以數個統計參數量化成果，如式(1)至式(4)，結果顯示模式對於颱風的預報偏低，與源項的係數偏低有關(表 2)，調高源項係數可以稍微改進颱風預報偏低的現象，但也增加 BIAS(表 3)。

而近岸地形及島嶼效應的解析能力不足導致模式偏高只有從採用巢狀網格來克服;統計參數顯示同化僅在馬祖與彌陀測站絕對較優，都屬於較外海測站，而同化的結果都高於未同化應與衛星普遍提供之正的觀測增量有關；調高源項係數有助於 DA 的效應且降低觀測增量，而在馬祖測站變得更優(圖 13 至圖 15)。而使用人工增長因子之不同選項看不出明顯差異。

統計參數包括 BIAS、RMSE、BIAS、SI(scatter index)等，其中 P_i 為模式計算值， $\bar{P}$ 計算平均， O_i 為觀測值， $\bar{O}$ 觀測平均， N 為觀測資料個數。

$$BIAS = \frac{1}{N} \sum (P_i - O_i) \quad (1)$$

$$RMSE = \left[\frac{1}{N} \sum (P_i - O_i)^2 \right]^{1/2} \quad (2)$$

$$CR = \frac{\sum (P_i - \bar{P})(O_i - \bar{O})}{\{\sum (P_i - \bar{P})^2 \sum (O_i - \bar{O})^2\}^{1/2}} \quad (3)$$

$$SI = \frac{\left[\frac{1}{N-1} \sum (P_i - O_i - BIAS) \right]^2}{\bar{O}} \quad (4)$$

表 2、0-5 小時預報之各測站統計參數比較表($\beta_{max}=1.33$)

測站		CR		BIAS(m)		RMSE(m)		SI	
		DA	NODA	DA	NODA	DA	NODA	DA	NODA
東海岸									
龍洞	St01	0.925	0.926	0.493	0.350	0.702	0.607	0.392	0.390
龜山島	St04	0.923	0.923	0.678	0.529	0.855	0.754	0.473	0.489
蘇澳	St03	0.912	0.914	0.575	0.422	0.785	0.677	0.431	0.426
花蓮	St02	0.876	0.891	0.561	0.411	0.762	0.637	0.475	0.449
成功	St16	0.591	0.594	1.007	0.864	1.091	0.966	0.684	0.704
台東	St26	0.810	0.867	-0.038	-0.205	0.380	0.380	0.223	0.189
蘭嶼	St27	0.580	0.562	1.450	1.217	1.655	1.473	0.683	0.708
西海岸									
富貴角*	St19	0.944	0.944	0.629	0.510	0.785	0.692	0.407	0.406
新竹	St08	0.818	0.823	0.272	0.204	0.389	0.341	0.294	0.290
七股	St11	0.840	0.846	0.208	-0.017	0.447	0.386	0.244	0.238
彌陀	St22	0.808	0.793	0.087	-0.164	0.497	0.527	0.255	0.261
鵝鑾鼻	St09	0.517	0.547	0.162	-0.099	0.898	0.874	0.404	0.397
西岸離島									
馬祖	St25	0.950	0.945	-0.171	-0.292	0.504	0.569	0.238	0.246
澎湖	St06	0.847	0.874	0.613	0.451	0.664	0.518	0.261	0.260
金門	St12	0.863	0.871	0.086	-0.061	0.213	0.199	0.167	0.162

表 3、0-5 小時預報之各測站統計參數比較表($\beta_{\max}=1.53$)

測站		CR		BIAS(m)		RMSE(m)		SI	
		DA1	NODA	DA1	NODA	DA1	NODA	DA1	NODA
東海岸									
龍洞	St01	0.924	0.926	0.534	0.460	0.737	0.686	0.399	0.400
龜山島	St04	0.923	0.922	0.718	0.639	0.915	0.890	0.517	0.564
蘇澳	St03	0.910	0.916	0.617	0.536	0.817	0.749	0.432	0.422
花蓮	St02	0.878	0.895	0.592	0.512	0.782	0.701	0.475	0.444
成功	St16	0.590	0.595	1.056	0.949	1.157	1.062	0.768	0.776
台東	St26	0.824	0.866	-0.014	-0.110	0.366	0.343	0.215	0.191
蘭嶼	St27	0.563	0.592	1.502	1.365	1.715	1.594	0.708	0.705
西海岸									
富貴角*	St19	0.941	0.942	0.679	0.625	0.854	0.831	0.449	0.475
新竹	St08	0.816	0.818	0.321	0.276	0.430	0.399	0.303	0.306
七股	St11	0.843	0.838	0.219	0.054	0.446	0.396	0.240	0.242
彌陀	St22	0.802	0.779	0.099	-0.085	0.502	0.522	0.256	0.268
鵝鑾鼻	St09	0.539	0.505	0.187	0.017	0.891	0.910	0.398	0.416
西岸離島									
馬祖	St25	0.951	0.948	-0.129	-0.193	0.473	0.483	0.229	0.223
澎湖	St06	0.861	0.875	0.634	0.519	0.685	0.587	0.265	0.280
金門	St12	0.873	0.870	0.089	-0.014	0.208	0.191	0.161	0.163

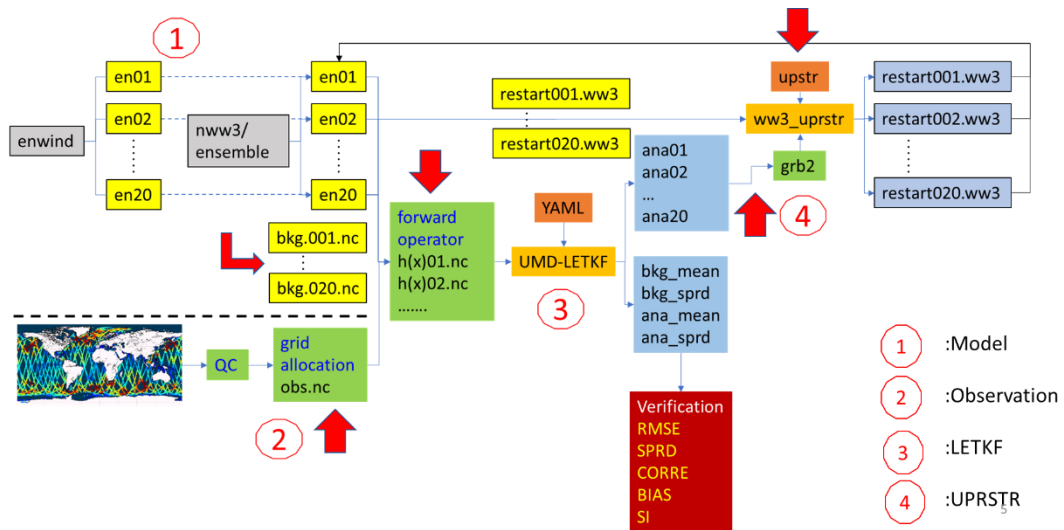


圖 11、資料同化系統架構

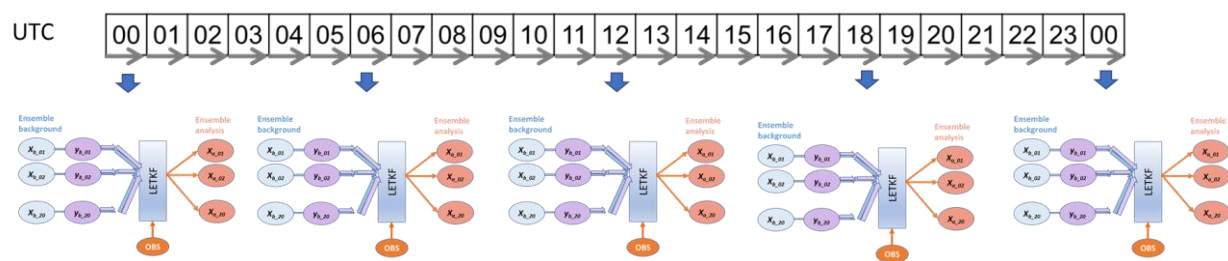


圖 12、資料同化流程示意圖

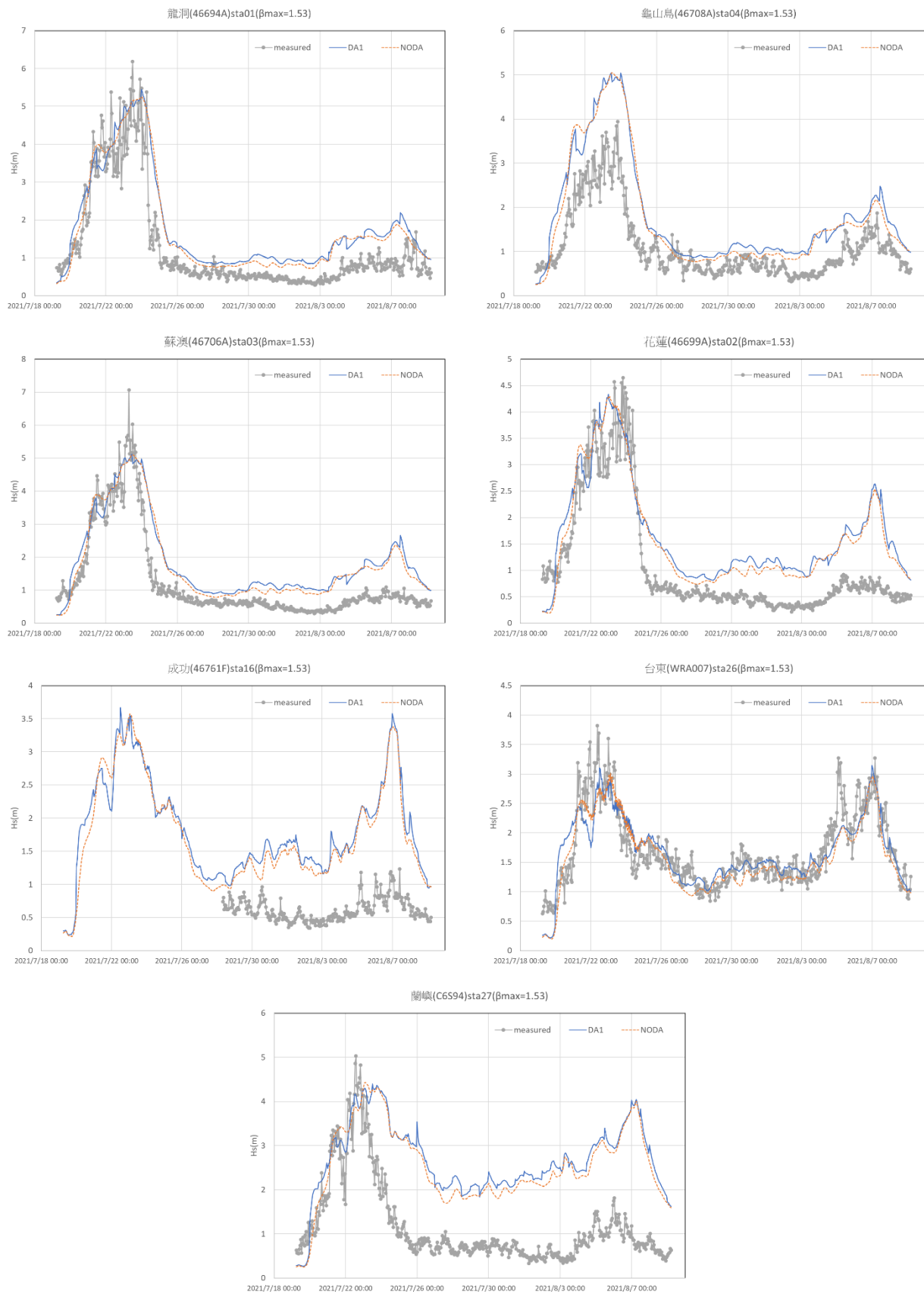


圖 13、0-5 小時預報之時序列比較圖(東海岸測站)($\beta_{\max}=1.53$)

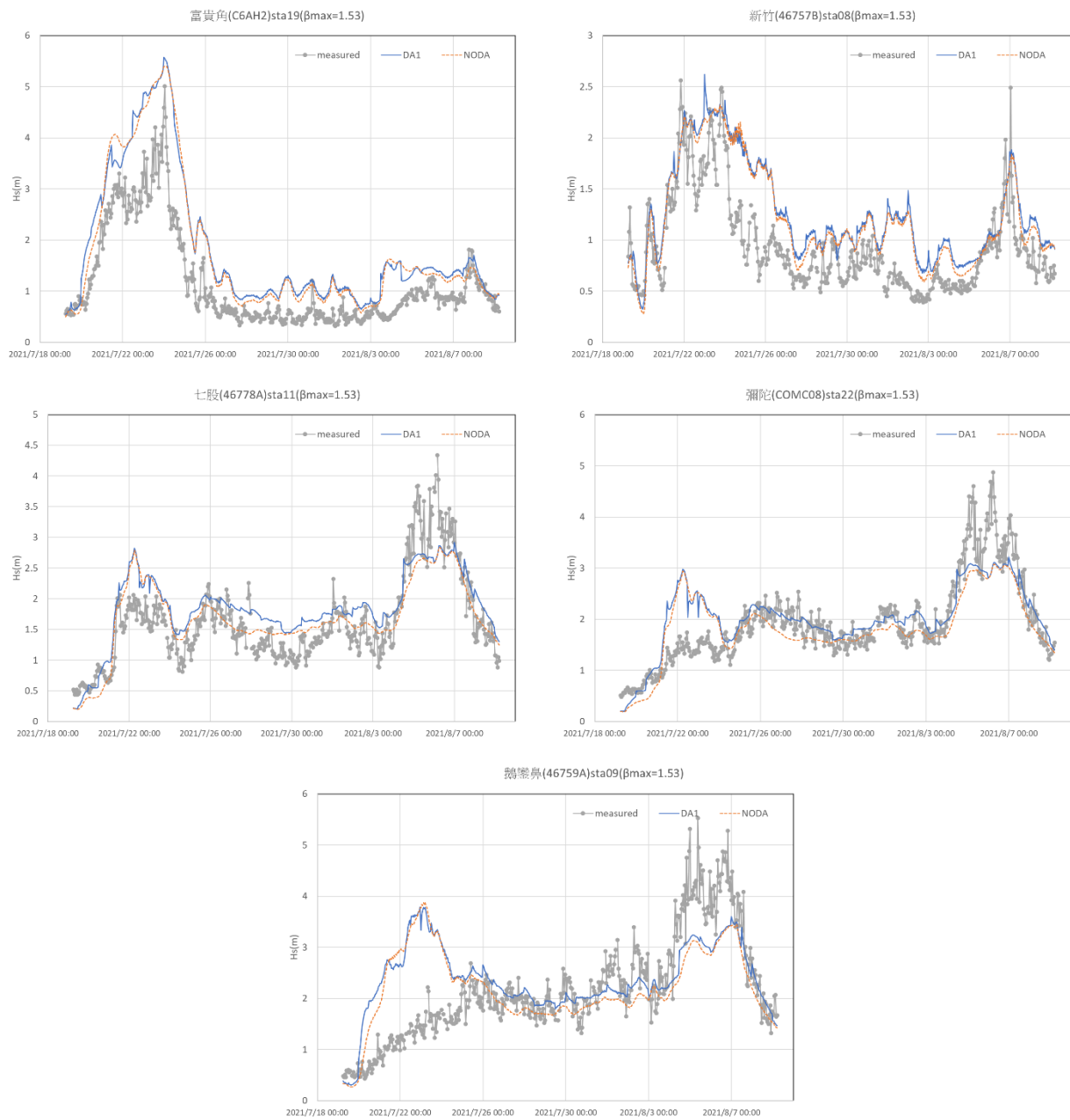


圖 14、0-5 小時預報之時序列比較圖(西海岸測站)($\beta_{\max}=1.53$)

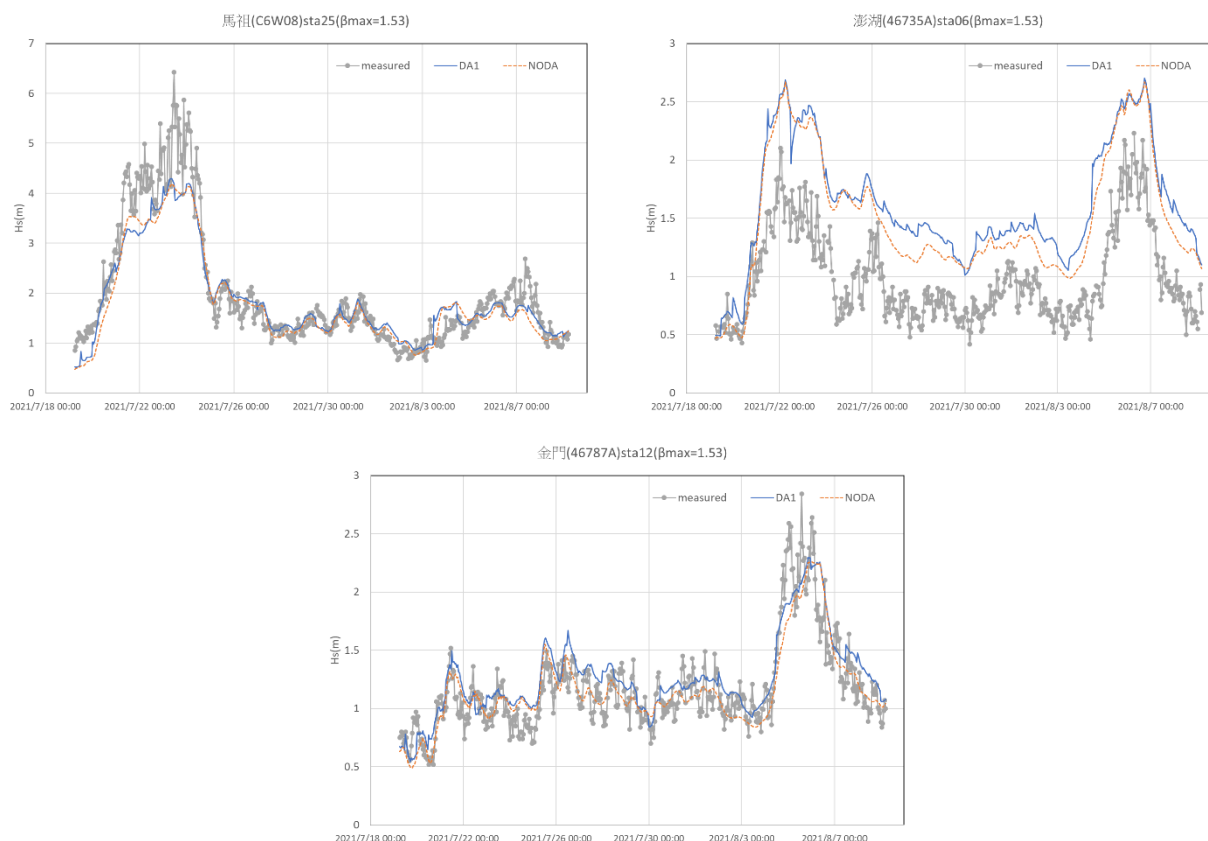


圖 15、0-5 小時預報之時序列比較圖(離島測站)($\beta_{\max}=1.53$)

(2).菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立(1/3)

完成 2018 年氣象局 WRF 風場之蒐集，並作為西北太平洋及菲律賓海域之驅動風場，此為彌補原預報中心 10 公里網格之預報範圍未能涵蓋至菲律賓海域，而單獨使用單一 CFSR 的風場又無法提供菲律賓海域有較為滿意的計算成果，因此另外選用氣象局之 WRF 風場。統計參數除了 BIAS 和 RMSE 外，另加入 NRMSE(normalized RMSE)，計算結果顯示加入 WRF 風場的菲律賓海域全球模式已較原僅使用 CFSR 風場模式有較佳的準確性，且影響範圍也包括蘇祿海在內(圖 16)，而低緯度南海的情形亦有改善(圖 17)，對於未來菲律賓的波浪預報會有正面效益。

$$NRMSE = \sqrt{\frac{\sum (P_i - O_i)^2}{\sum O_i^2}} \quad (5)$$

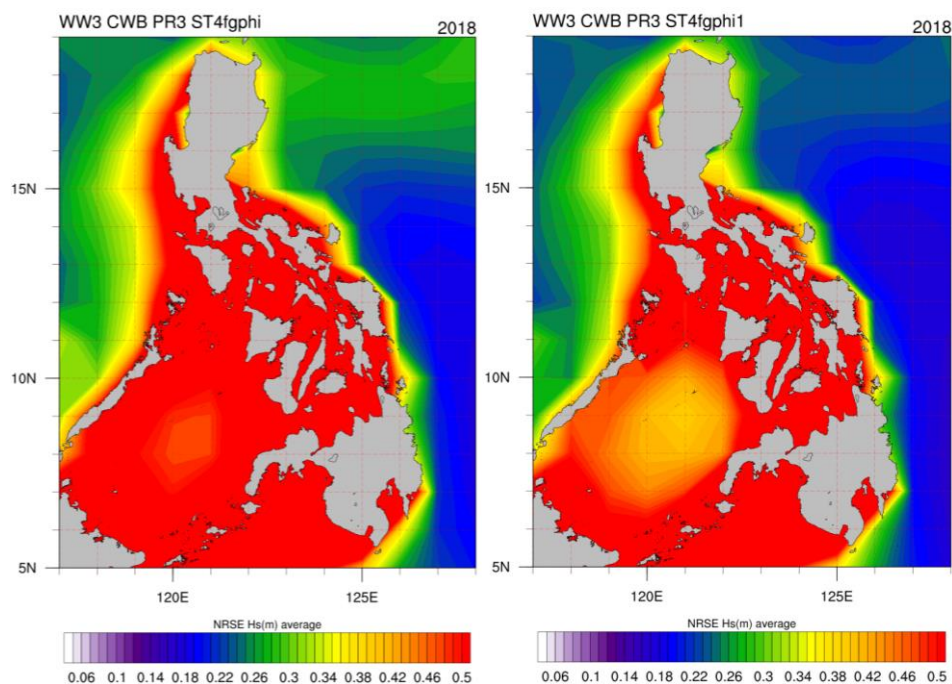


圖 16、2 分網格菲律賓海域之波高 NRMSE 分布(左圖為僅使用 CFSR 之菲律賓海域全球模式，右圖為另加入 WRF 驅動之菲律賓海域全球模式)

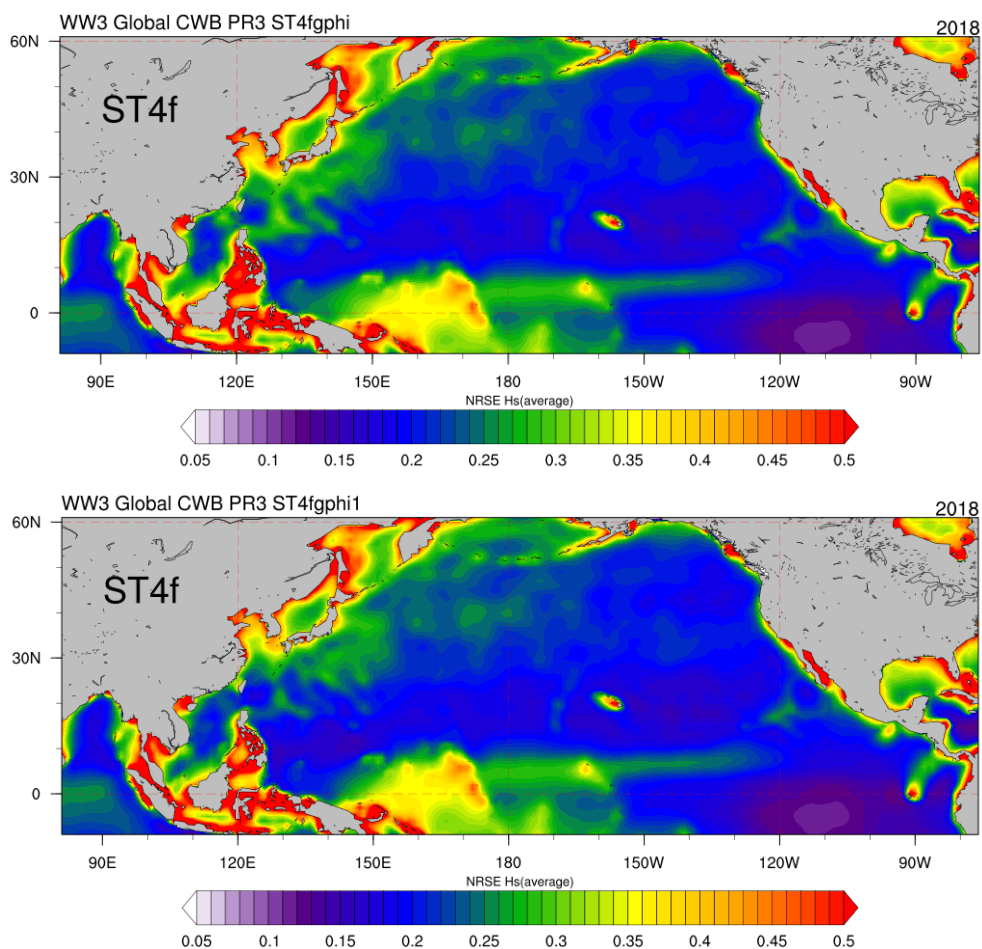


圖 17、波高與衛星波高之 NRMSE 分布(上圖為僅使用 CFSR 之菲律賓海域全球模式，下圖為另加入 WRF 驅動之菲律賓海域全球模式)

(3).藍色公路預報系統更新及生活氣象資訊系統、系集預報系統維護

除了持續確保藍色公路海氣象預報系統、生活休閒海象預報系統、及藍色公路端點校驗系統之正常運轉外，並進行部分功能更新，亦維持波浪系集預報展示系統的運維及更新。此外並完成增加 19 個浮潛預報點位及 10 個衝浪預報點位的 XML 內容(圖 18)，以及完成藍色公路端點校驗展示系統利用 API 截取觀測資料之更新。在藍色公路海氣象預報系統資料庫指向更新方面已完成 135 主伺服器與 156 備援伺服器相關程式更新。模式部分，由於預報中心新的風場延遲上線無法更新，目前已完成 EC 風場作業化讀取及作業化波浪模式之建置(圖 19)，及新的 10 公里及 1 公里新風場對應之波浪網格水深及島嶼障礙物之建置。而原藍色公路預報時數之延長亦已完成，採用四層全球模式、NWW3 5.16 版及 ST4f 之源項設定。



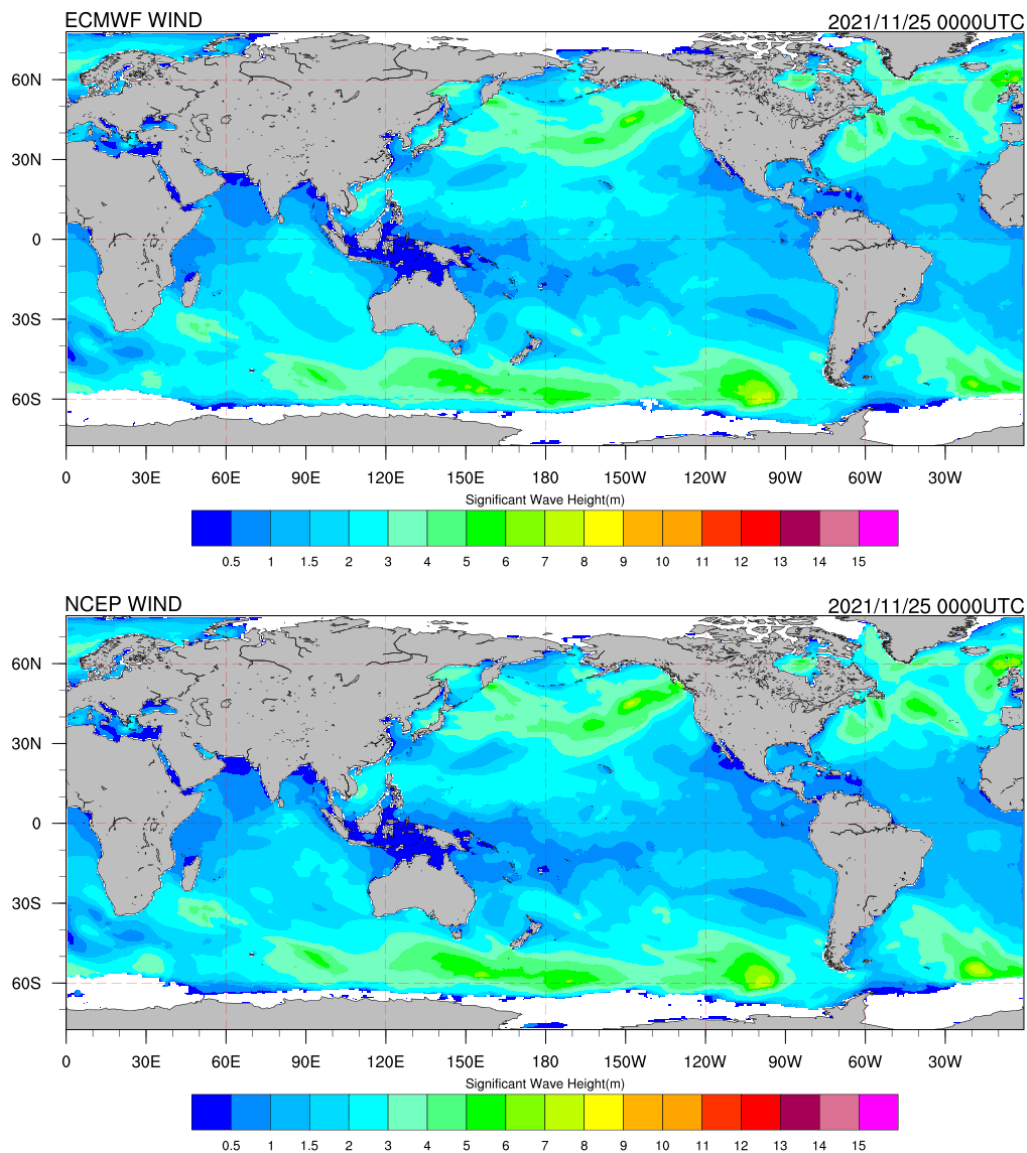


圖 19、ECMWF 風場驅動波高(上)、NCEP 風場驅動波高(下)，UTC 2021/11/25 00:00

1-3-2 第二年度(本年度)之工作項目

(1).NWW3作業化波浪資料同化模式建置(2/3)

依據前一年測試之系集同化架構及即時觀測，配合規劃之輸出需求及目前可用之硬體設備(cluster)，進行作業化資料同化預報系統之建置及測試。

多重網格的計算除了減少在深海區不必要的計算時間，也可以兼顧近岸區較為複雜的地形水深變化，然而 UMD-LETKF 目前在 NOAA 僅發展全球模式的應用，因此對於多重網格的應用還未測試，但對於臺灣四周海域而言，勢必使用多重網格的計算機制，因此需要針對 UMD-LETKF 的多重網格資料同化機制進行測試，以便真正應用到臺灣海域。此外對於資料同化的展示系統進行初步的規劃。

(2).菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立(2/3)

波浪遇到逆流會產生阻滯作用(blocking effect)，波高會變高、波長變短，造成波浪尖銳度變大，這會使得船隻劇烈震動，對於中小型船隻(包括漁船)的影響較大，而波浪遇到順流，則波高會變小，波長會變長，波浪尖銳度亦會變小(圖 20)。NWW3 可以考慮表面流的影響，結合已知之海流資訊，評估海流對於波浪模擬之影響研究

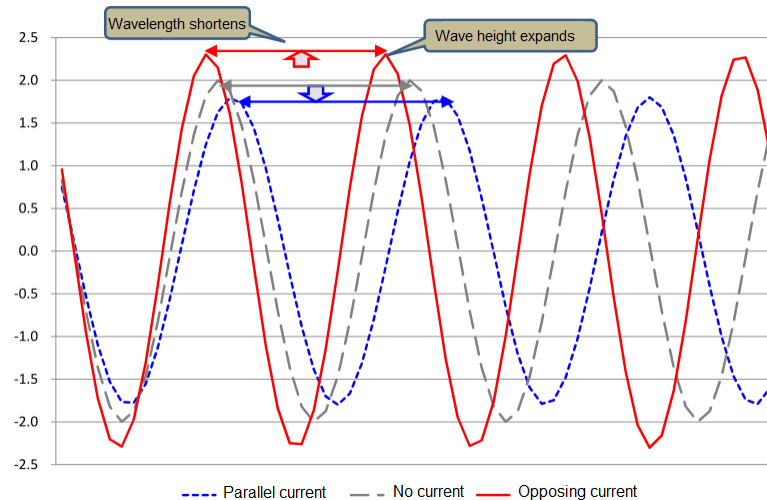


圖 20、波浪受到順流及逆流之波高變化示意圖

(3).藍色公路預報系統、生活氣象資訊系統與系集波浪預報系統維運及更新

第二年度將持續進行藍色公路系統、生活氣象資訊系統及波浪系集預報系統之正常運作及功能更新，並配合業務單位對於相關系統功能及預報航線及點位的變更。該年度並將進行先前年度撰寫的系統操作使用手冊之更新，確保新增加的功能與系統變更有被完整記錄下來，以利後續系統可能之移轉與變動。

1-3-3 第三年度之工作項目

(1). NWW3作業化波浪資料同化模式建置(3/3)

資料同化系統預報成果的準確度需要作進一步的分析，以確認同化預報方法的正確性，並作為未來改善策略研擬之參考。多重網格資料同化預報系統之測試及建立，以符合臺灣海域之模擬需求，提升現階段藍色公路預報之準確性。

(2).菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立(3/3)

臺灣中西部海域、金門及馬祖潮差大，漲潮時水深變深，波高有機會變大，退潮時水深變淺，波高即會降低。NWW3 可以考慮表面潮汐的影響，結合已知之潮汐水位資訊，評估潮汐對於波浪模擬之影響研究。

(3).藍色公路預報系統、生活氣象資訊系統與系集波浪預報系統維運及更新

第三年度將持續進行藍色公路系統、生活氣象資訊系統及波浪系集預報系統之正常運作及功能更新，並配合業務單位對於相關系統功能及預報航線及點位的變更。該年度並將持續進行第二年度開始更新的系統操作使用手冊，確保在第三年度新增加的功能與系統變更有被完整記錄下來，以利後續系統可能之移轉與變動。

1-4 工作流程

本計畫全程之工作流程圖如圖21所示，第二年之工作流程則如圖22所示，執行過程中將定期赴中央氣象局開會討論工作執行內容。

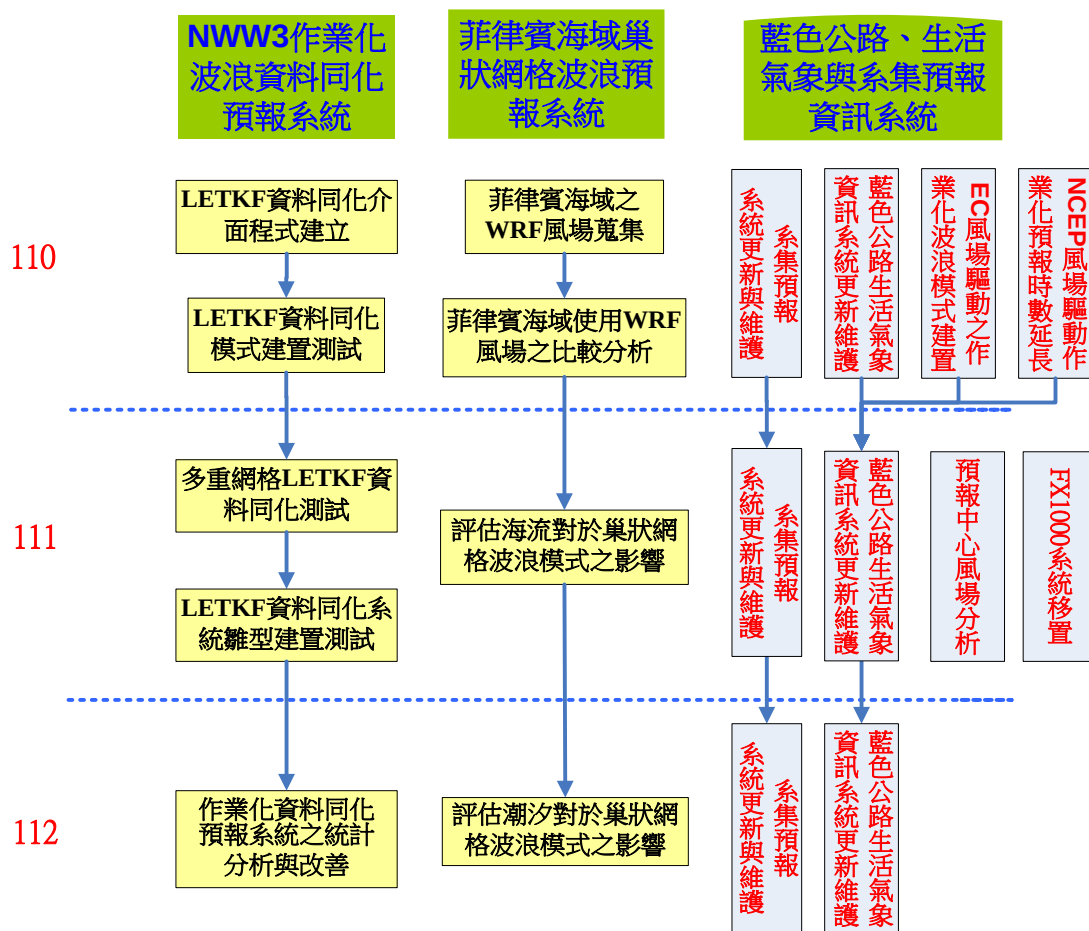
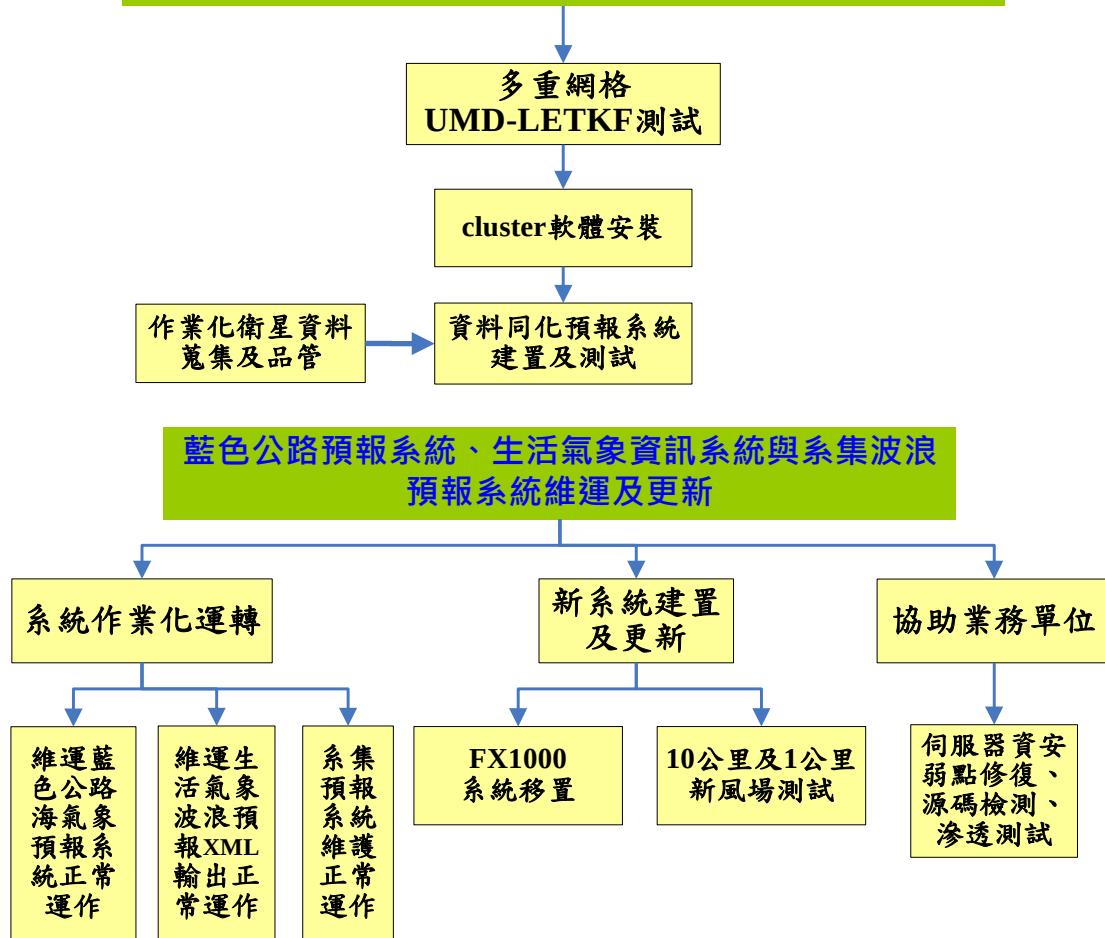


圖 21、計畫全程之工作流程

NWW3作業化波浪資料同化模式建置(2/3)



菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立(2/3)

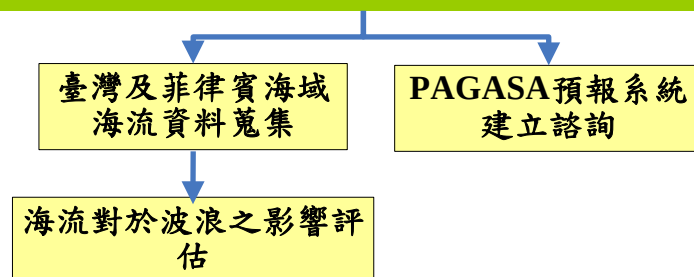


圖 22、第二年之工作流程

1-5 工作時程

月份 工作項目	決標 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 (期末) 月	備 註
1. NWW3 作業化波浪資料同化模式建置(2/3)												
(1) 多重網格 UMD-LETKF 測試												
(2) 降尺度同化測試												
(3) NWW3 6.07 版安裝												
(4) LETKF 系統安裝												
(5) 作業化資料同化預報系統建置及測試												
2. 菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立(2/3)												
(1) 臺灣及菲律賓海域海流資料之蒐集建置												
(2) 評估海流對於波浪模擬之影響研究												
(3) 協助 PAGASA 建置波浪預報系統												
3. 藍色公路預報系統、生活氣象資訊系統與系集波浪預報系統維運及更新												
(1) 藍色公路系統維護正常運作												
(2) 系集預報系統維護正常運作												
(3) 生活休閒海氣象預報系統更新維運												
(4) 預報中心 10 公里及 1 公里新風場測試												
(5) FX1000 系統移置												
(8) 伺服機器作業系統之資安弱點修復等												

4.期中報告撰寫												
5.期末報告撰寫												
工作進度估計百分比 (累積數)		5	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
預 定 查 核 點	第 1 季:完成臺灣海域海流資料之蒐集、FX1000 系統移置 第 2 季:完成菲律賓海域海流資料之蒐集、多重網格 UMD-LETKF 測試、藍色公路預報系統與端點校驗系統操作維護手冊更新、opendata 格式修正、期中報告撰寫 第 3 季:完成降尺度同化測試、cluster 軟體安裝測試、評估海流對於波浪模擬之影響研究 第 4 季:完成 LETKF 波浪資料同化系統雛形建置、預報中心 10 公里及 1 公里新風場測試、生活氣象預報系統操作維護手冊更新、波浪系集展示系統操作維護手冊更新、期末報告撰寫											
說明：(1) 工作項目請視計畫性質及需要自行訂定。預定進度以粗線表示其起訖日期。 (2) 「工作進度百分比」欄係為配合管考作業所需，累積百分比請視工作性質就以下因素擇一估計訂定：1.工作天數 2.經費之分配 3.工作量之比重 4.擬達成目標之具體數字。 (3) 每季之「預定查核點」，請在條形圖上標明※號，並在「預定查核點」欄具體註明關鍵性工作要項。												

1-6 計畫產品名稱及驗收標準

表 4、期末交付產品名稱及驗收標準

	交付項目	初稿日期	完成日期	驗收標準
	1. 依合約規定，至政府研究資訊 (GRB)系統完成相關填報工作。		決標次日起3工作天內	依合約規定之工作時程上網登入政府研究資訊系統(GRB)，登錄本計畫相關資料。
期中	2. 配合本局不定期之查訪	111/07/01 (含)前	111/8/5 (含)前	本局將不定期對本計畫進行工作進度查訪，廠商至少應於 111 年 4 月、6 月各進行 1 次工作進度報告(簡報或會議型式)。
	3. 藍色公路預報系統更新及生活氣象資訊系統、系集預報系統維護			1. FX1000系統移置 2. 藍色公路預報系統與端點校驗系統維護 3. 生活氣象預報系統維護 4. 波浪系集展示系統維護 5. 系統維護報告 6. 藍色公路預報系統與端點校驗系統操作維護手冊更新
	4. 菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立(2/3)			臺灣及菲律賓海域海流資料之蒐集建置
	5. NWW3作業化波浪資料同化模式建置(2/3)			多重網格 LETKF 架構測試
	6. 期中報告修正版			繳交期中報告修正版
期末	7. 配合本局不定期之查訪	111/12/2 (含)前	111/12/31 (含)前	本局將不定期對本計畫進行工作進度查訪，廠商至少應於 111 年 8 月、10 月各進行 1 次工作進度報告(簡報或會議型式)。

8. 藍色公路預報系統更新及生活氣象資訊系統、系集預報系統維護	111/12/2	111/12/31	1. 預報中心10公里及1公里新風場測試 2. 藍色公路預報系統與端點校驗系統維護 3. 生活氣象預報系統維護 4. 波浪系集展示系統維護 5. 系統維護報告 6. 生活氣象預報系統操作維護手冊更新 7. 波浪系集展示系統操作維護手冊更新
9. 菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立(2/3)			評估海流對於波浪模擬之影響研究
10. NWW3作業化波浪資料同化模式建置(2/3)			多重網格 LETKF 波浪資料同化比較分析及作業化雛形建置
11. 廠商於期末報告需附上績效報告1份。			期末績效報告 1 份（依照科技部格式）。
12. 期末報告修正版			繳交期末報告修正版
13. 因應本局的資安政策與各項檢測，並依照本局作業需求，協助伺服機器作業系統之資安弱點修復、源碼檢測、滲透測試、硬碟儲存空間檢查(61.56.11.135、61.56.11.156、61.56.11.99、61.56.11.136)、opendata 格式符合氣象領域資料標準。			

第二章、NWW3 作業化波浪資料同化模式建置(2/3)

第一年度已針對實際案例(110年7月19日~8月9日，包含煙花颱風(IN-FA)、盧碧(LUPIT)二個颱風及中間之季風期)，蒐集系集風場(15km解析度)及0.25度解析度之波浪模式，利用 LETKF 每6小時同化一次衛星波浪觀測資料，結果顯示模擬架構建立正確，但因僅使用單一粗網格，結果可以預見與近岸測站之差異較大，網格太粗與同化效應都是造成差異的原因，但無法確認孰輕孰重(詳細說明請見前節第一年研究成果或去年研究報告)。本年度採用原系集預報系統的架構，使用三層網格進行計算，同時納入單一測站加入同化，以同樣時段進行分析。由於三層網格無法確定同化期間都會有衛星經過，將採用逐層個別進行同化，若範圍內無衛星資料，該層將不進行同化，假若此種方式效果不佳或造成程式爆掉無法繼續執行，再採用委員建議僅同化最外層，再採用降尺度(downscaling)的方式取得較小網格的分析場。

2-1 LETKF

資料同化技術通常可以分為二種方法，序列法(sequential)及變分法(variational)。前者依據估計理論(estimation theory)，利用統計方法，結合所有與系統相關且有用的知識來預測系統變數，包括在現場量測與理論模式方面；而先驗(a priori)假說(已知觀測與系統誤差)及估計準則在估計的過程中，決定了量測值及計算值對於估計值的影響。後者依據控制理論(control theory)，針對模式預報值，從空間與時間進行全面性的調整至觀測值，屬於解決平滑化的問題；而使用控制理論的結果主要在於加到目標函數(objection function, cost function)之先驗控制權重(a priori control weights或稱Lagrange乘數)及補償數(penalty number)。LETKF源自於系集卡門濾波法(Ensemble Kalman Filter, EnKF)，屬於序列法的一種，EnKF以K個有限隨機樣本來估計協方差矩陣(P_k^f 為k時間之預報誤差協方差矩陣)，並且以蒙地卡羅法(Monte Carlo method)求解模式相應機率密度的連續方程式稱為Fokker-Planck方程式或稱為Kolmogorov方程式。

$$P_k^f \simeq S_k^f (S_k^f)^T \quad (6)$$

$$\text{其中 } S_{i,k}^f = \frac{1}{\sqrt{K-1}} (X_{i,k}^f - \bar{X}_k^f) \quad \bar{X}_k^f = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^K X_{i,k}^f$$

$X_{i,k}^f$ 為系統變數向量預報值($i=1, K$)， $\bar{X}_k^f$ 為系統變數向量預報值的平均。觀測更新方程式如式(7)，其中 G_k 為最佳增益或卡門增益矩陣(kalman gain)， M_k 為觀測算符， $X_{i,k}^a$ 為系統變數向量分析值， $Z_{i,k}$ 觀測值進行k個隨機取樣(加擾動)。求解卡門增益時，利用奇異值分解(singular value decomposition, SVD)來求取式(8)的倒矩陣內部部分的計算式，其中 R_k 為觀測誤差協方差矩陣。EnKF使用擾動觀測法，針對觀測值進行擾動，但此法引入了額外的採樣誤差源，降低了分析誤差協方差的準確性，並增加了低估分析誤差協方差的可能性(曾，2006)，同時最大的

問題在於對於大樣本量，樣本均值和協方差矩陣的估計值中的統計誤差下降得非常緩慢 (Heemink et al. 2001)。

$$X_{i,k}^a = X_{i,k}^f + G_k [Z_{i,k} - M_k X_{i,k}^f] \quad (7)$$

$$G_k = P_k^f M_k^T [M_k P_k^f M_k^T + R_k]^{-1} \quad (8)$$

解決方法即不對觀測值進行擾動(稱為確定性法)，其採用系集平方根濾波器(ensemble square root filter)的方式，將偏差和平均數分開使用不同的更新方程式，則式(7)會回到標準KF的方式，如式(9)。偏差的部分，如何串聯 S_k^f 及 S_k^a ，以得到系統變數向量分析之偏差值，加回到分析的平均值即可得到各個成員的分析解，求解過程中可以簡要的求得 G_k ，提供作為式(9)計算平均值。而使用確定性法的方法很多，例如EAKF(Ensemble adjustment Kalman Filter)(Anderson, 2001)、ETKF (Ensemble Transform Kalman Filter)(Bishop et al., 2001)、SEIK (Singular Evolutive Interpolated Kalman filter)(Pham, 1997)、LEKF (Local Ensemble Kalman Filter)(Ott et al., 2004)、LETKF等。式(10)為分析誤差協方差矩陣之觀測更新方程式，LETKF使用 $S_k^a = S_k^f W_a$ 的假設，同時將原本求 D_0 的反矩陣部分轉化已知的觀測誤差協方差矩陣 R_k ，並利用特徵值分解求得 W_a ，如式(15)。

$$\bar{X}_k^a = \bar{X}_k^f + G_k [Z_k - M_k \bar{X}_k^f] \quad (9)$$

$$P_k^a = P_k^f - P_k^f M_k^T (M_k P_k^f M_k^T + R_k)^{-1} M_k P_k^f \quad (10)$$

$$\text{令 } V = (M_k S_k^f)^T \quad D_0 = (M_k P_k^f M_k^T + R_k) = V^T V + R_k$$

$$S_k^a (S_k^a)^T = S_k^f (I - V D_0^{-1} V^T) (S_k^f)^T \quad (11)$$

利用Woodbury恆等式，得

$$(I - V D_0^{-1} V^T) = (I + V R_k^{-1} V^T)^{-1} \quad (12)$$

令 $C \Gamma C^T$ 為 $V R_k^{-1} V^T$ 的特徵值分解

$$V R_k^{-1} V^T = C \Gamma C^T \quad (13)$$

$$\text{則 } (I - V D_0^{-1} V^T) = (I + V R_k^{-1} V^T)^{-1} = (I + C \Gamma C^T)^{-1} = C (I + \Gamma)^{-1} C^T \quad (14)$$

$$S_k^a = S_k^f C (I + \Gamma)^{-1/2} = S_k^f W_a \quad (15)$$

由於考慮K個系集成員會使得大部分的分析發生在K次空間，這表示LETKF僅能代表或修正在K次空間的誤差，意味著分析無法考慮更高次的不確定性。為解決此一問題，採用局地化(localization)的方式，據研究指出，在足夠小的區域，更高次的不確定性的行為表現和低次不確定性的行為表現類似，意即讓其僅考慮在小範圍之內的觀測點就可以克服此問題。此外為了克服小的系集組合會低估不確定性，因此在每次計算分析協方差矩陣時，使用人工增長(variance inflation)因子的方式乘以預報協方差矩陣。

UMD-LETKF，係改寫原始由Hunt(2007)發展、Miyoshi(2005)撰寫的程式碼，Steve Penny增加撰寫海洋的部分。其具有模式通用函式庫、物件導向設計、多重網格強烈耦合的特性，容易藉由獨立IO設計完成資料同化的計算，然而也因為使用變得簡單，模式建立時即需使用時下流行的軟體建置。除了原有的fortran編譯軟體(版本需求gfortran >= 5.0, Intel >= 16.0)、MPI、BLAS及LAPACK數值函式庫外，還包括Github(版本1.8.3.1)、CMake(版本3.18.2)、NetCDF4 w/API for Fortran、WGRIB2 API(版本2.07)、YAML、Python等。

2-2 計算條件說明

系集風場採用氣象局WEPS 2.0之15公里及3公里系集預報風場，共20個系集成員，由於系集風場並未再處理成分析場，故係以當下公布之預報場當作輸入條件，資料蒐集包括一天4次預報，每次預報至預報24小時為止。NWW3模式使用ST4f($\beta_{\max}=1.53$)的源項設定，而氣象局波浪系集預報系統則採用ST2及ST3($\beta_{\max}=1.2$)之設定(各10個成員)，其中ST3類似ST4但消散公式不同。此外目前三層之網格大小分別為0.25度(約25公里)、0.1度(約10公里)、0.025度(約2.5公里)。

計算時間內包含煙花、盧碧二個颱風。煙花颱風7月18日2時於菲律賓東方海面生成，7月20至21日向西南西移動，緩慢通過琉球南方海域。21日20時30分發布海上颱風警報，22日於宮古島南方海域緩慢轉北北西移動。24日凌晨中心通過宮古島近海及其暴風圈掠過臺灣東北部海域後，於同日11時30分解除海上颱風警報。然而煙花颱風當下的預報路徑與最後之實際路徑差異甚大，一度還預估會登陸臺灣，顯示預報的差異甚大，如圖23所示。盧碧(LUPIT)颱風8月3日8時於南海北部海面生成後向東移動，8月4日轉向北北東移動接近臺灣海峽南部海域，於14時30分發布海上颱風警報。5日午間於廣東沿海登陸，17時30分解除海上颱風警報，其預報與最後實際路徑偏差就相對較小，如圖24所示。

計算結果與氣象局提供之近岸測站比較，並以如前式(1)至式(4)所示之統計指標量化成果，另參考美國陸軍工兵團提出之PS(performance Score)來判識計算值與觀測值之相關程度(Chawla et al, 2009)，其係結合BIAS、RMSE、SI等參數轉換成無因次參數，使之更容易辨別計算和觀測之相關性，如式(19)，1代表完美的相關，0無相關。

測站位置資料及位置圖如表5及圖25所示，所有測站均離岸非常近，除了東引東側之馬祖測站勉強可以算是外海測站外，而離岸最遠的是彌陀測站，離岸6.6公里。過去研究(氣象局，2019)曾經提出測站太靠近岸邊會受到突出地形遮蔽的影響，若網格不夠小會導致無法解析合理的遮蔽效應。

$$\widehat{RMSE} = \frac{RMSE}{O_{rms}} \quad O_{rms} = \left[\frac{1}{N} \sum (O_i)^2 \right]^{1/2} \quad (16)$$

$$\widehat{BIAS} = \frac{|BIAS|}{O_{rms}} \quad (17)$$

$$\hat{SI} = (1 - SI) \quad (18)$$

$$PS = \frac{\widehat{RMSE} + \widehat{SI} + \widehat{BIAS}}{3} \quad (19)$$

表 5、氣象局測站資料一覽表

站名	測站代碼	水深(m)	離岸(km)
龍洞資料浮標	46694A	27	0.26
龜山島資料浮標	46708A	28	0.8
蘇澳資料浮標	46706A	20	5
花蓮資料浮標	46699A	21	0.3
成功浮球	46761F	28	0.7
台東資料浮標	WRA007	30	1
蘭嶼資料浮標	C6S94	29	0.9
富貴角資料浮標	C6AH2	34	0.57
新竹資料浮標	46757B	25	6
七股資料浮標	46778A	18	2.5
彌陀資料浮標	COMC08	23	6.6
鵝鑾鼻資料浮標	46759A	40	3
馬祖資料浮標	C6W08	58	2
澎湖資料浮標	46735A	26.6	1
金門資料浮標	46787A	25	4
台中資料浮標	C6F01	21	5.3

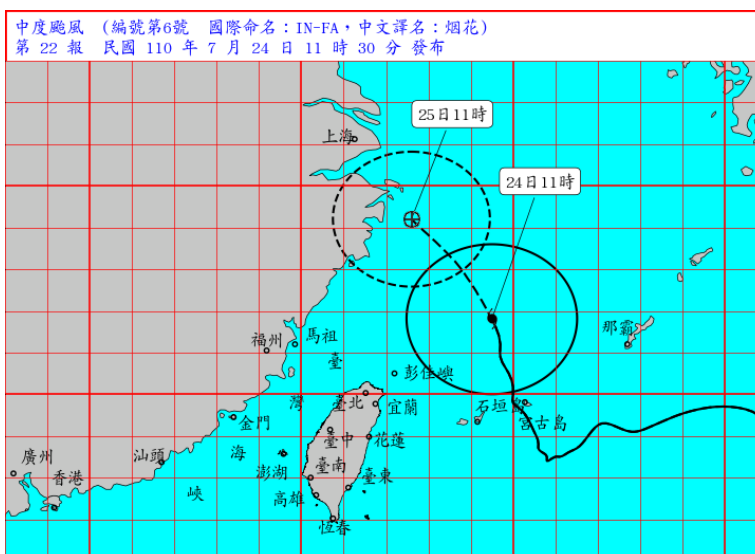
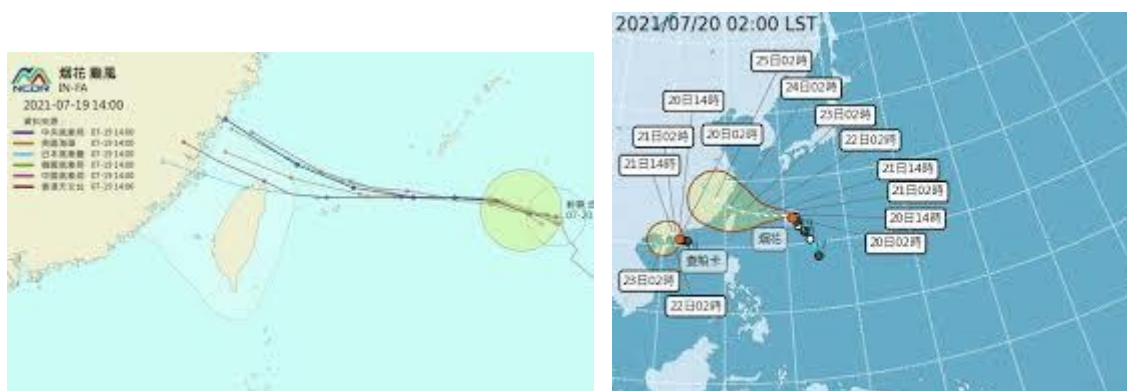


圖 23、颱風(IN-FA)之預報路徑資料

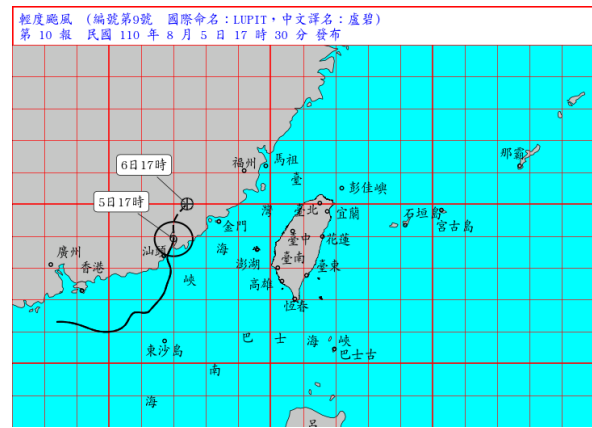
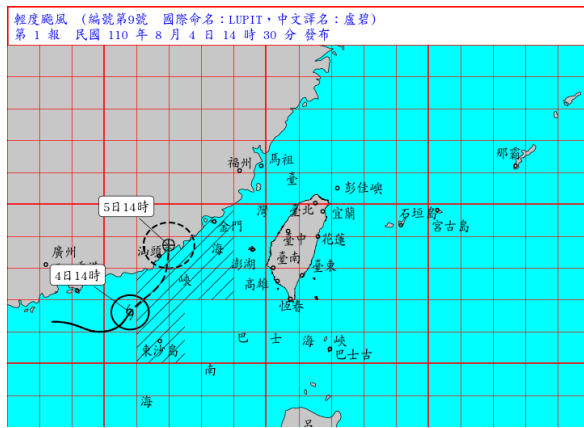


圖 24、盧碧(LUPIT)颱風之預報路徑資料

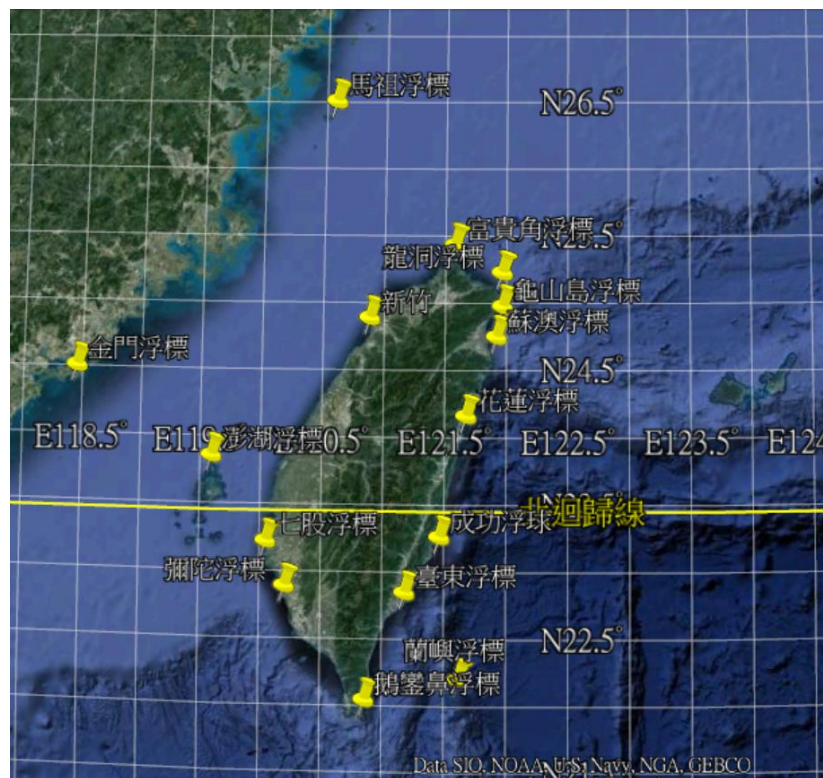


圖 25、氣象局測站分布圖

2-3 計算結果分析

2-3-1 巢狀網格逐層各自同化

系集風場(15公里)從預報0-24小時作為輸入條件時，模式計算第6小時之計算結果會當作下一個0-24小時預報之起始條件，而模式每6小時計算一次，當開始計算之時刻有觀測值出現時即進行資料同化，再將結果作為初始條件進行24小時之預報計算。

由於三層網格無法確定同化期間都會有衛星經過，採用逐層個別進行同化，若範圍內無衛星資料，該層將不進行同化。整個模擬過程未遭遇到模擬中斷的情形，或許同化後的變化量在屬於弱非線性的波浪模擬而言，網格間的不一致波高，對於後續的模擬似乎未產生太大

的影響，選取三種狀況之模擬說明如后:三層皆有觀測資料(圖26至圖29)、最外二層有觀測資料(圖30至圖33)、僅最外層有觀測資料等(圖34至圖37)。未同化前之背景場因為多重網格計算的雙向回饋(two-way)特性，不同網格間的差異本就不大，雖然受到前6小時同化的影響，可能導致分析場不同網格間的差異，但在下一個同化發生時，透過6小時雙向的計算，似乎有漸趨一致的特性(NWW3的雙向計算，首先由大網格開始，提供給小網格邊界條件進行計算，小網格計算完後再逐層回饋給較大網格)，但由於NWW3對於不同的起始條件在風場相同情形下，具有約24小時即可一致的特性(即起始條件的差異影響不大)，因此這種同化的差異對於不同網格的計算在經過6小時計算後，差距已不明顯，故採用原訂的同化方式似乎可行。

將每6個小時一次計算之第0-5小時預報篩選出來的計算結果如圖38至圖40所示，其中DA1為只有一層的計算結果，DA為三層的計算結果，圖中顯示三層模式明顯改善了部分受地形影響而必須使用小網格的方式計算，然而還無法確定同化的影響程度。

若再加上馬祖浮標觀測資料進入同化(DA(+buoy))，則前述在小範圍可能會無觀測資料的情形將會不存在，每一層都會同化發生，圖41為馬祖測站加入馬祖浮標同化之波高分布，顯示加入該站同化後會比未加入該測站同化更符合觀測值；圖42為蘭嶼測站計算結果，該站在加入三層計算後，因最小網格2.5公里仍然過粗，對於島嶼阻擋能量的效應可用X、Y方向的投影比例設定在二方向的阻擋比例，此透過程式產出仍然不夠準確，故人工調整部分島嶼外型的能量阻隔，圖中顯示已可較為符合觀測。而衛星軌跡波高及同化前後之波高差距如圖43至圖46所示，圖中顯示單點浮標對於同化的影響程度，模式已可以加入浮標資料進行同化。

從以上分析得知，三層的網格規劃可解決測站過於近岸的問題(此與波浪系集面臨的問題相同)，若採用每一層單獨同化的方式，將衍生小範圍缺乏衛星資料無法同化的情形發生，若加入小範圍內的觀測資料，則可避免上述問題。

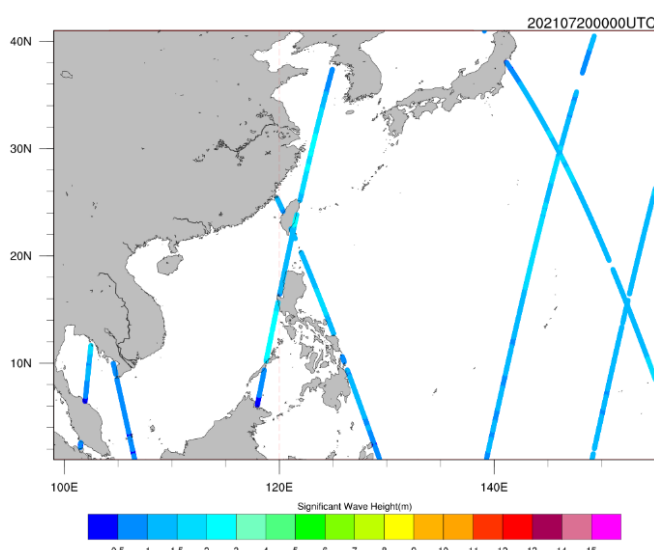


圖 26、CMEMS 衛星軌跡波高分布圖(UTC 2021/07/20 0000 ±1.5 小時)

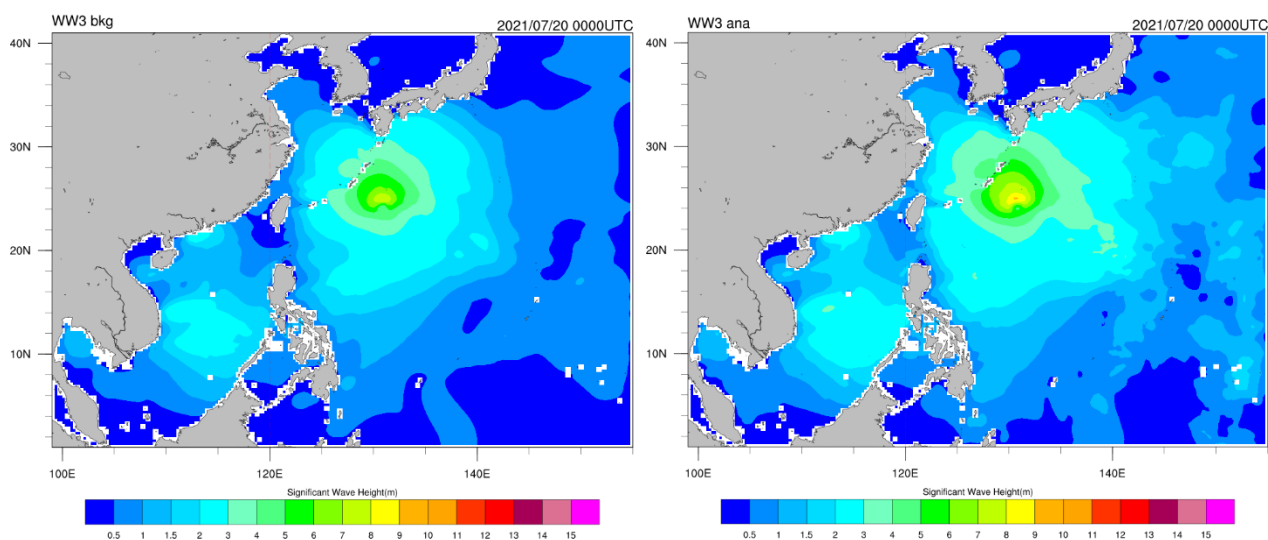


圖 27、0.25 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/20 0000)(左:同化前，右:同化後)

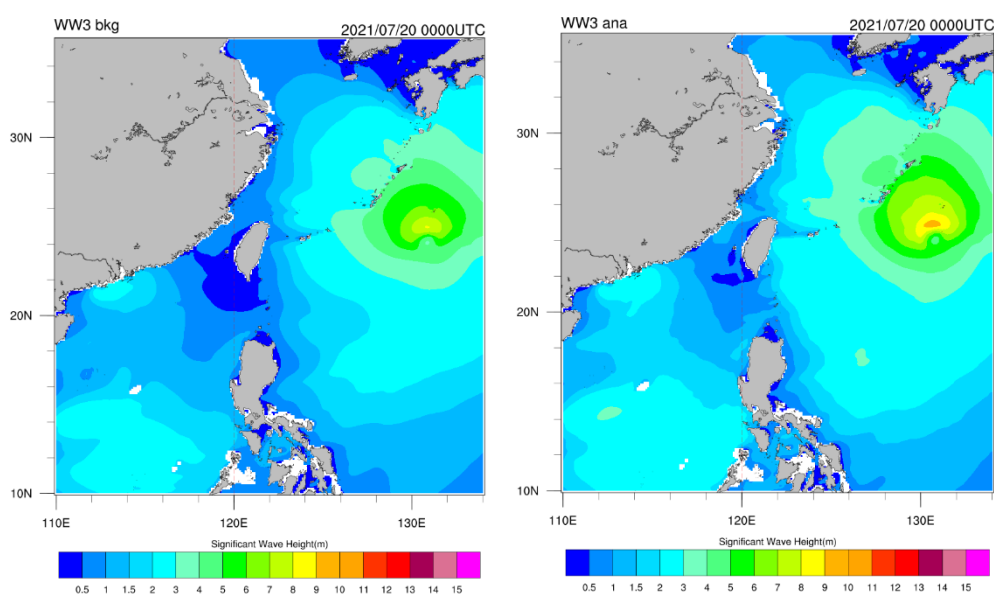


圖 28、0.1 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/20 0000)(左:同化前，右:同化後)

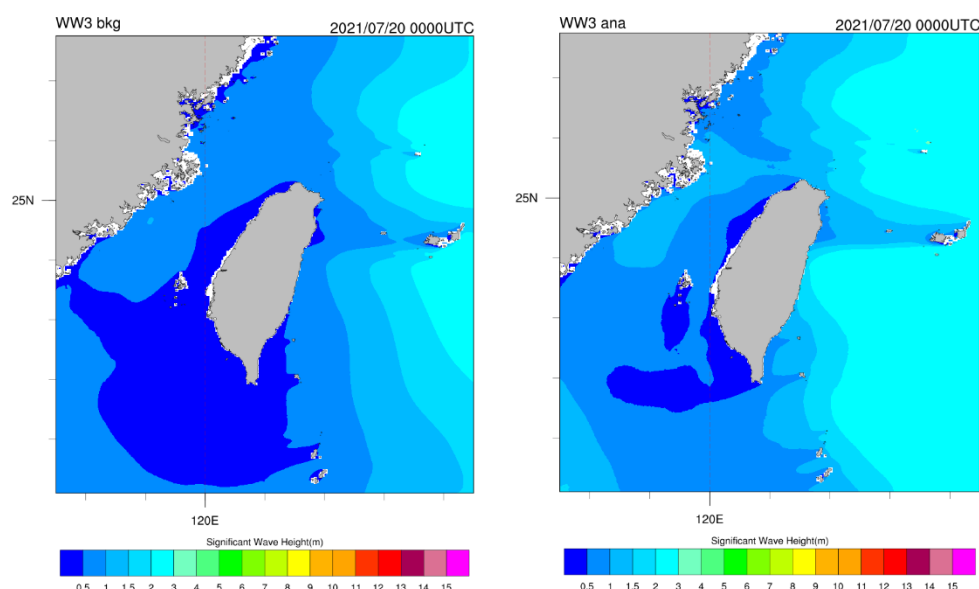


圖 29、0.025 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/20 0000)(上:同化前，下:同化後)

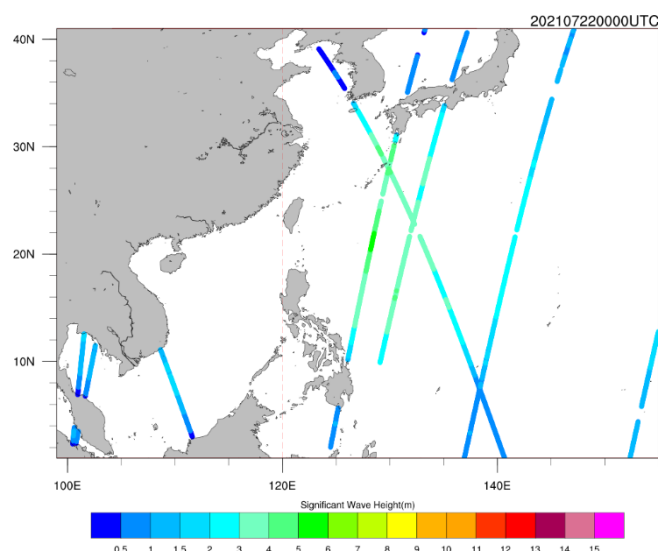


圖 30、CMEMS 衛星軌跡波高分布圖(UTC 2021/07/22 0000 ± 1.5 小時)

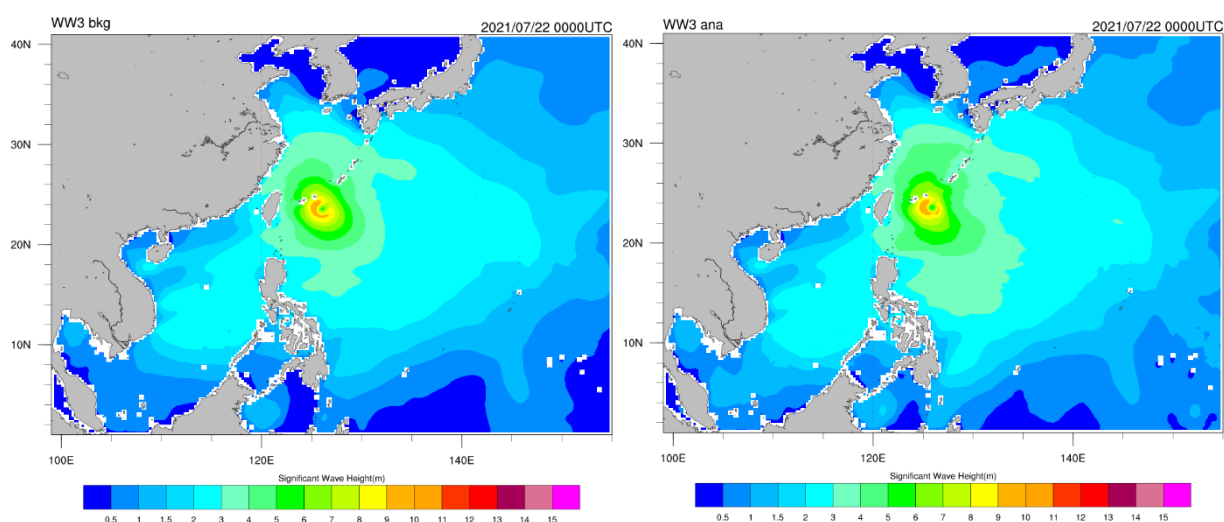


圖 31、0.25 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/22 0000)(左:同化前，右:同化後)

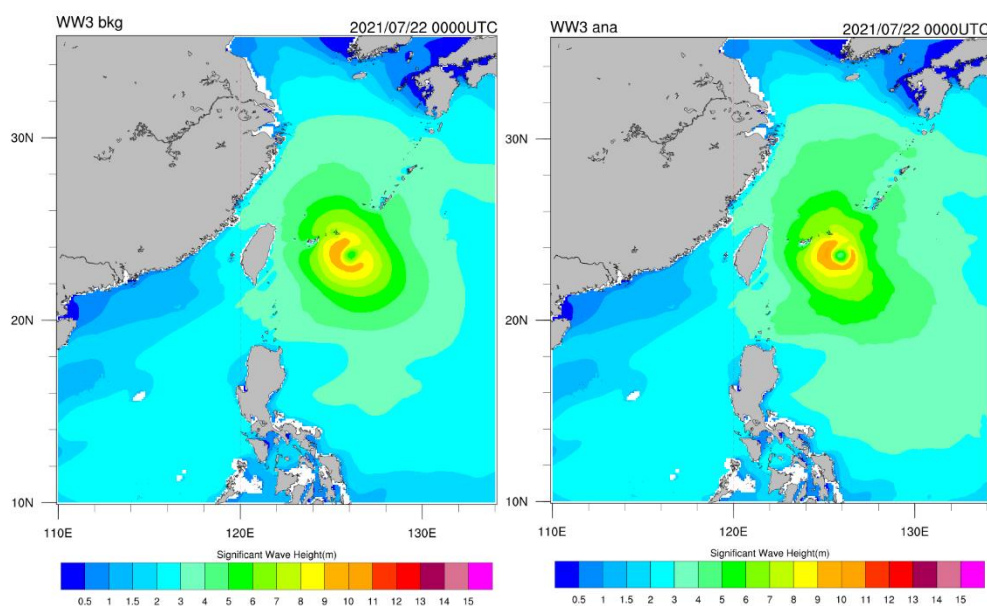


圖 32、0.1 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/22 0000)(左:同化前，右:同化後)

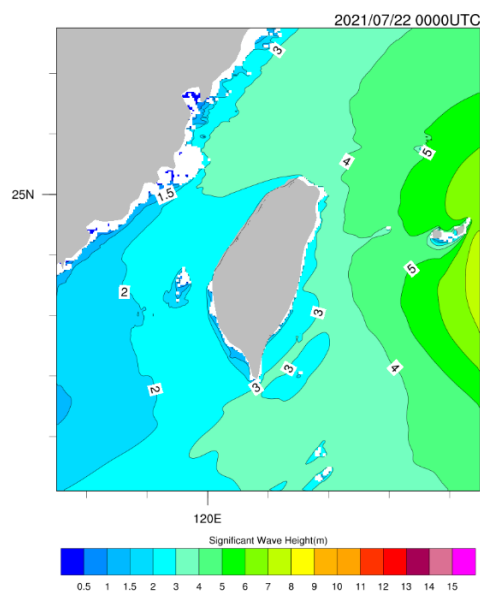


圖 33、0.025 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/22 0000)(未同化，範圍內無觀測)

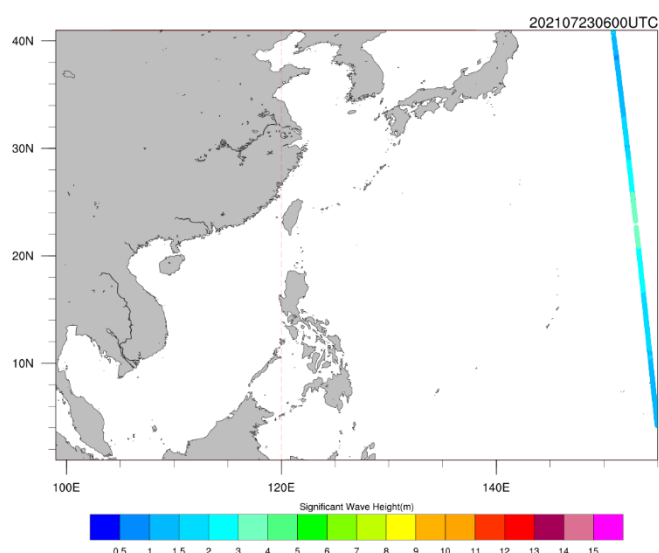


圖 34、CMEMS 衛星軌跡波高分布圖(UTC 2021/07/23 0600 $\pm$ 1.5 小時)

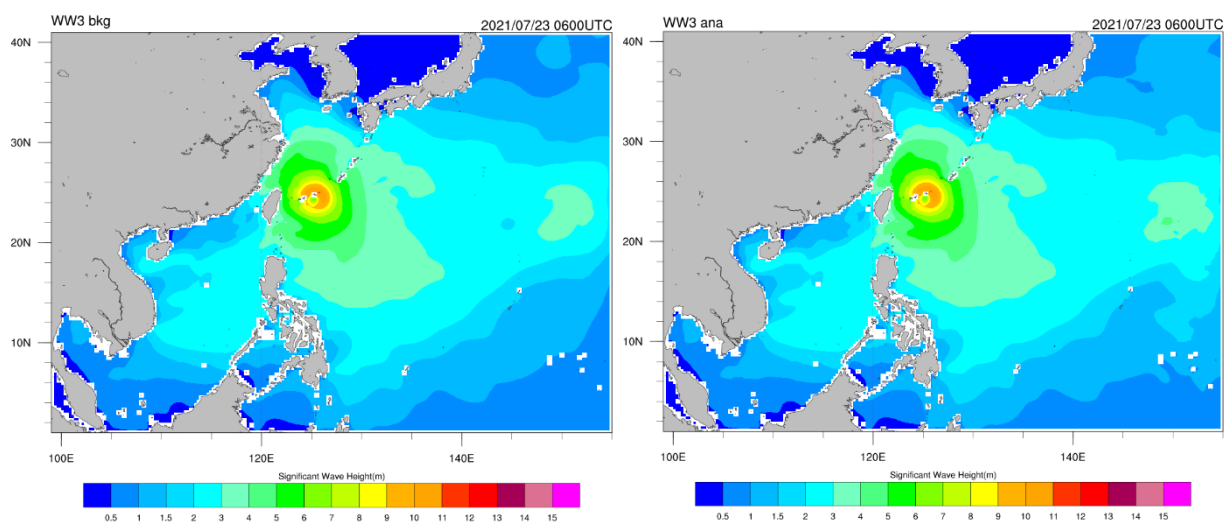


圖 35、0.25 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/23 0600)(上:同化前，下:同化後)

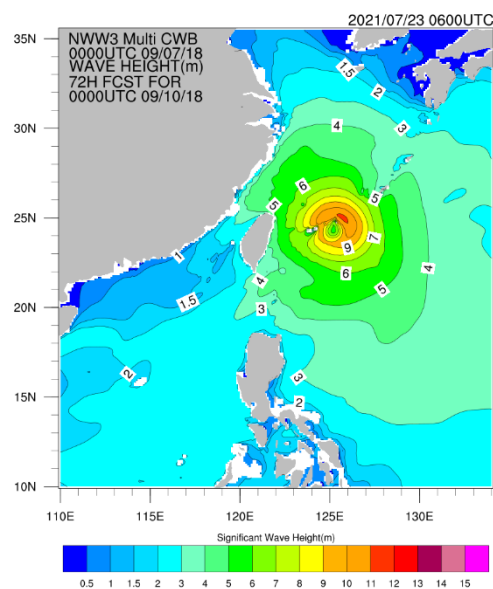


圖 36、0.1 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/23 0600)(未同化，範圍內無觀測)

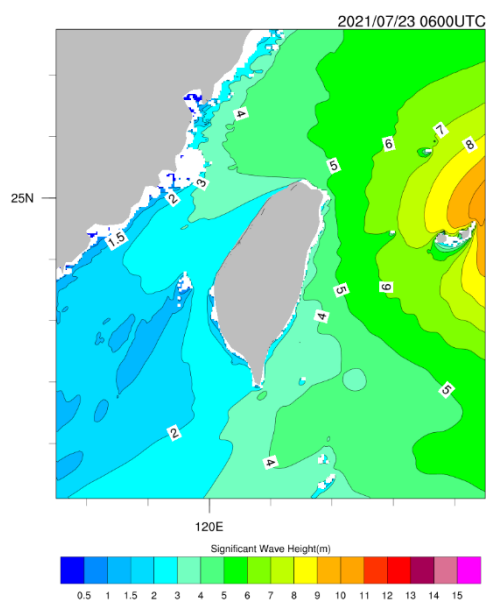


圖 37、0.025 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/23 0600)(未同化，範圍內無觀測)

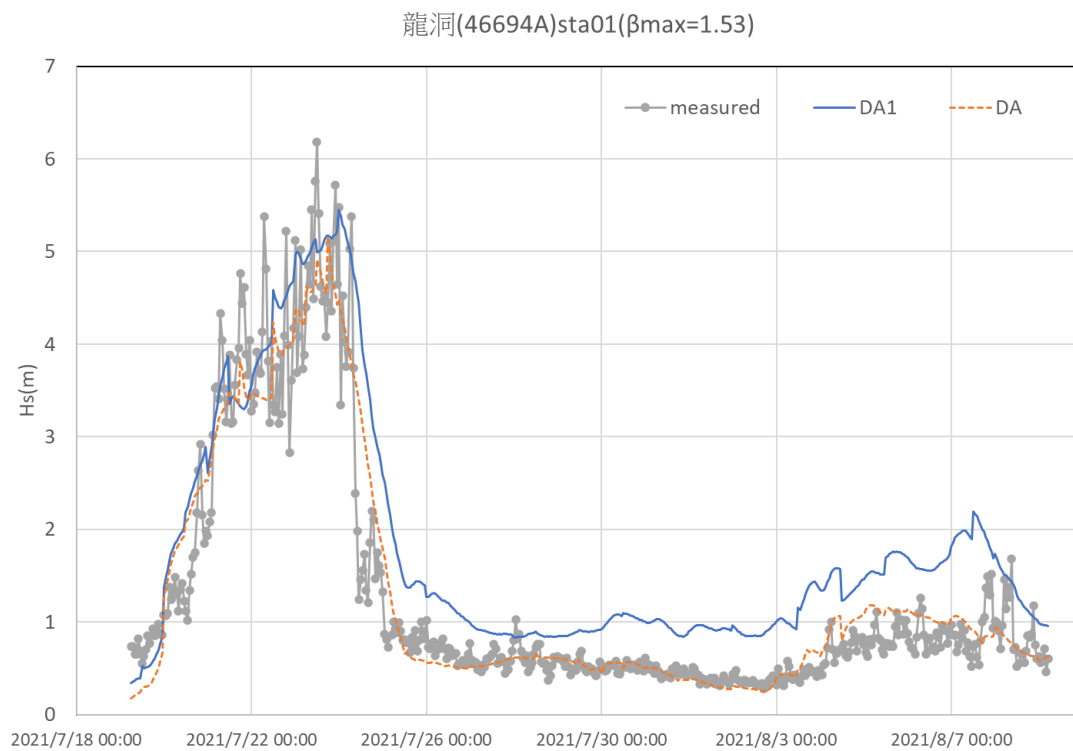


圖 38、0-5 小時預報之時序列比較圖(龍洞)($\beta_{\max}=1.53$)

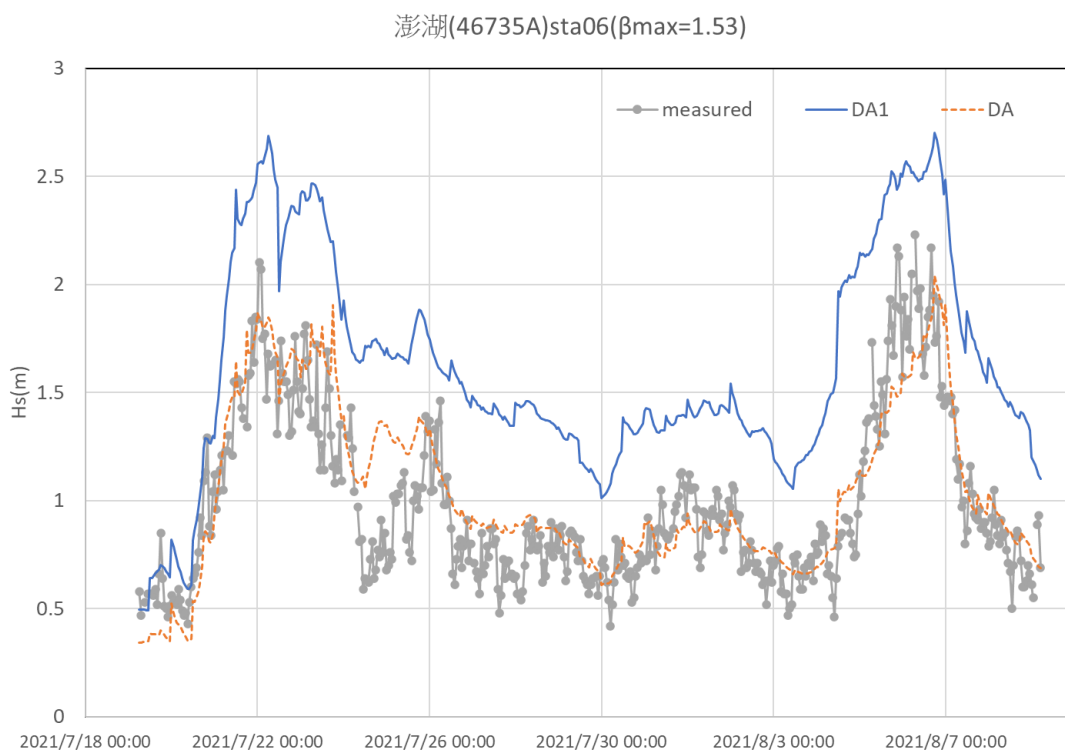


圖 39、0-5 小時預報之時序列比較圖(澎湖)($\beta_{\max}=1.53$)

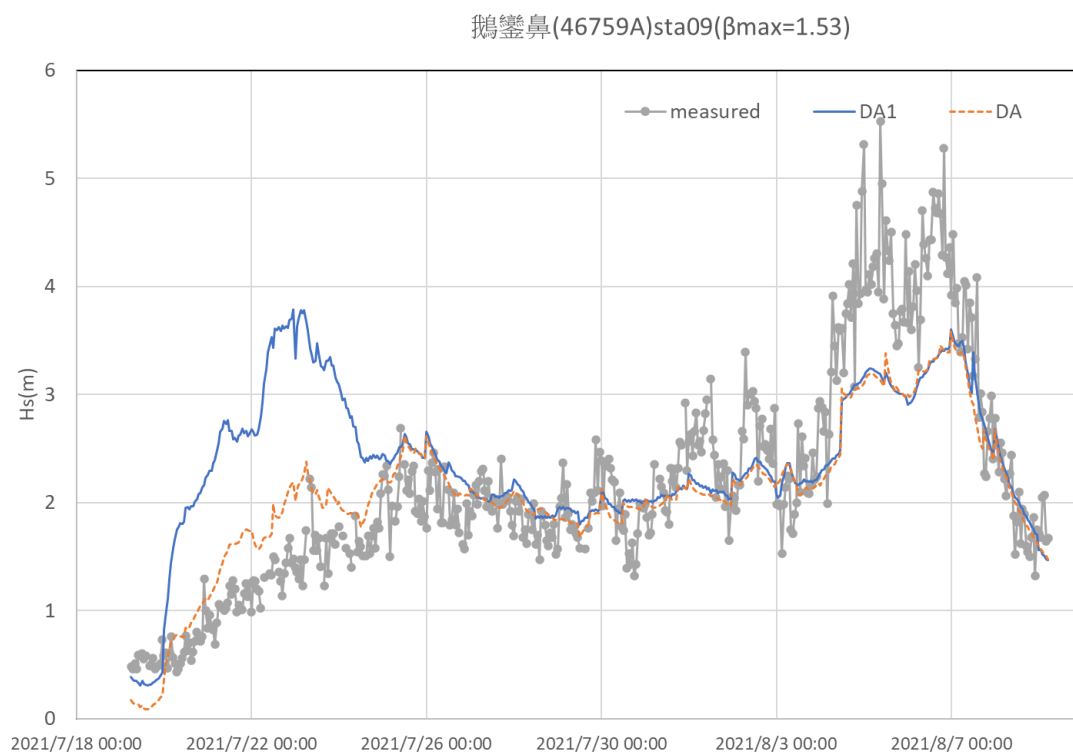


圖 40、0-5 小時預報之時序列比較圖(鵝鑾鼻)($\beta_{\max}=1.53$)

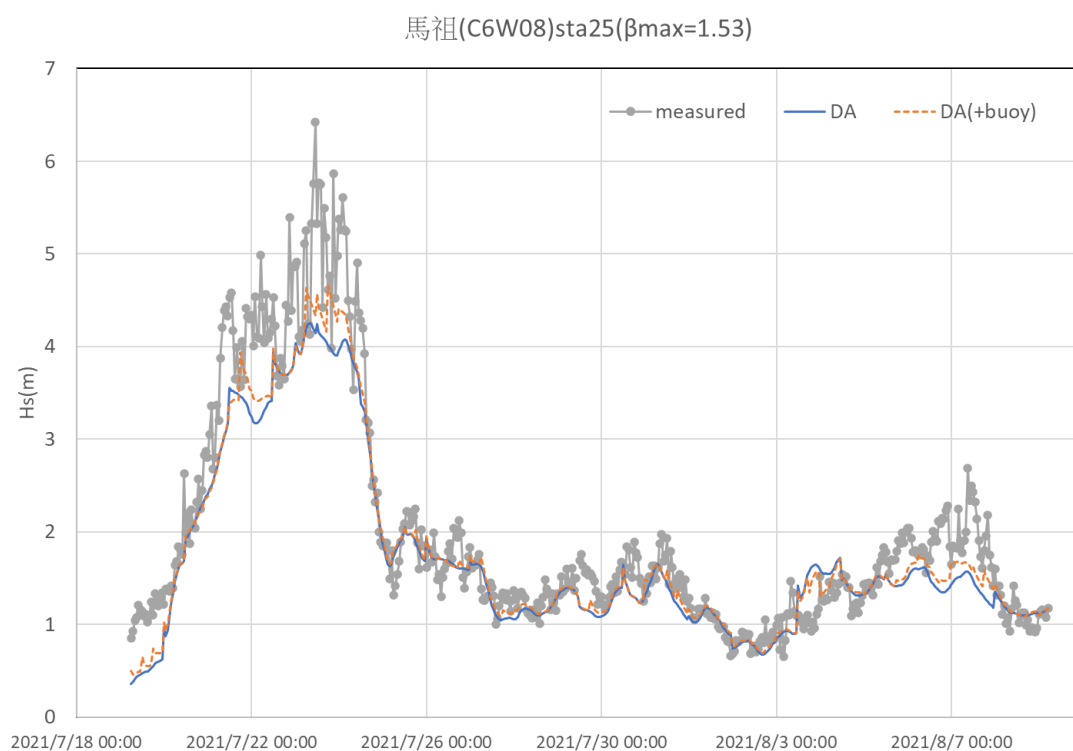


圖 41、0-5 小時預報之時序列比較圖(馬祖)($\beta_{\max}=1.53$)

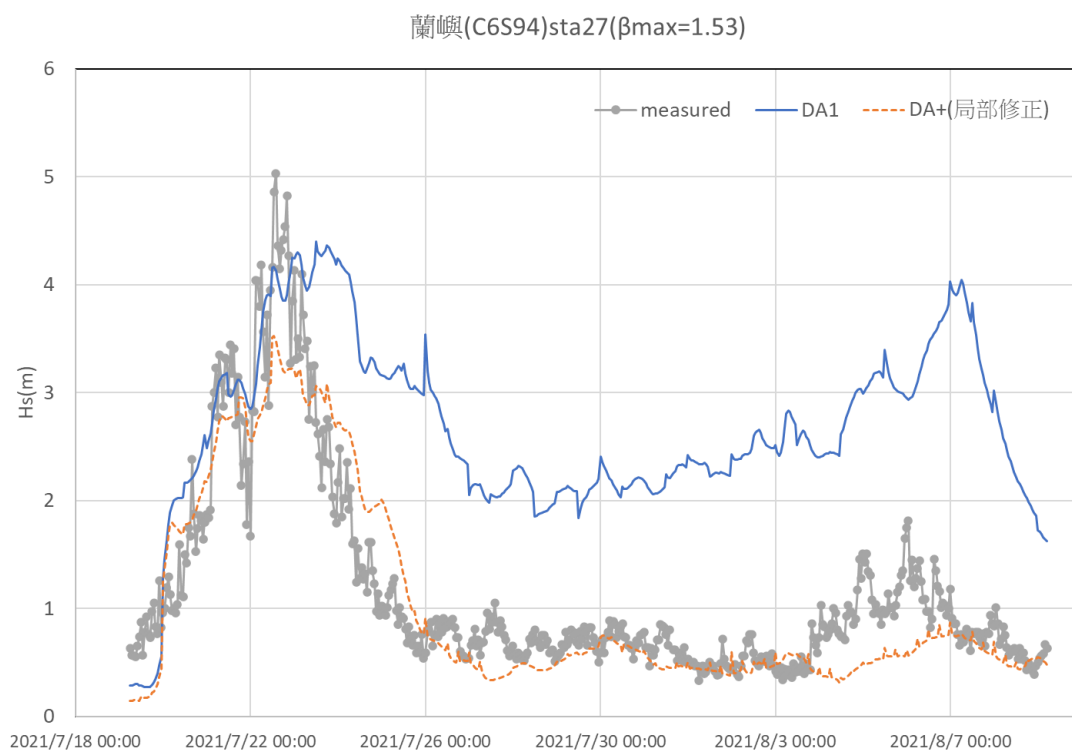


圖 42、0-5 小時預報之時序列比較圖(蘭嶼)($\beta_{\max}=1.53$)

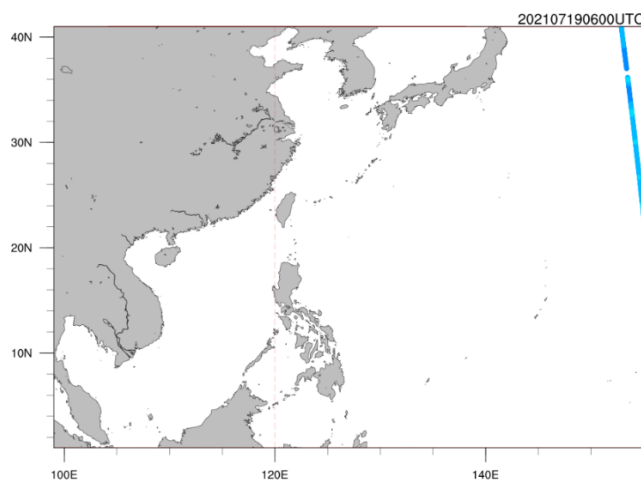


圖 43、CMEMS 衛星軌跡波高分布圖及馬祖浮標(UTC 2021/07/19 0600 ± 1.5 小時)

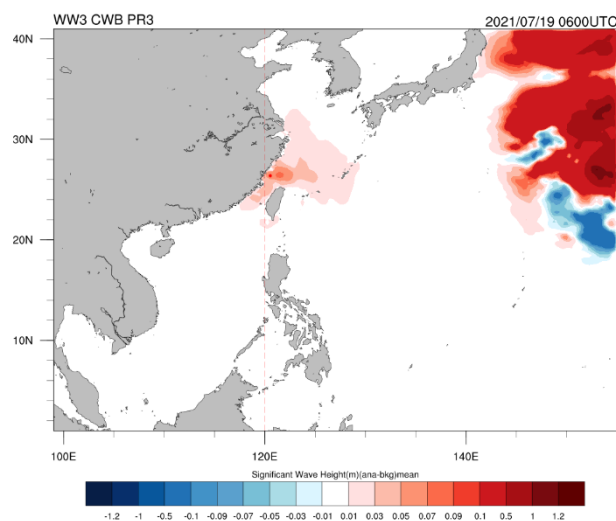


圖 44、0.25 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/19 0600)(同化後-同化前)

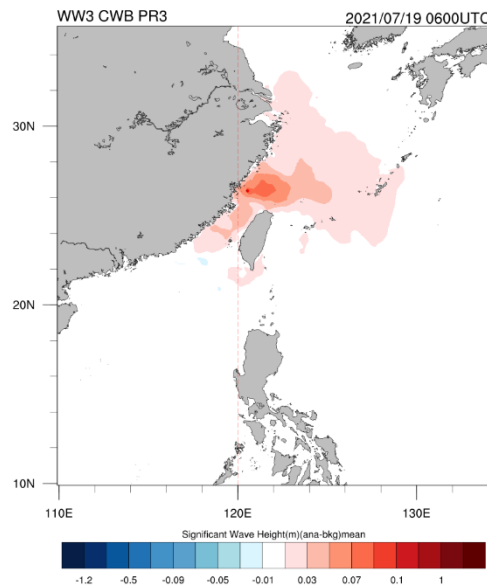


圖 45、0.1 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/19 0600)(同化後-同化前)

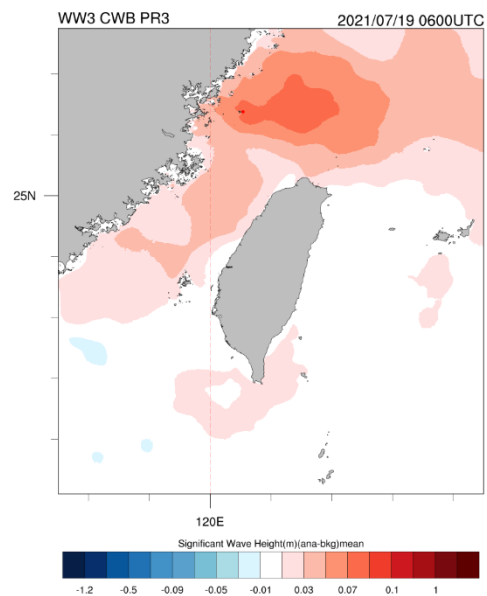


圖 46、0.025 度系集平均波高分布圖(UTC 2021/07/19 0600)(同化後-同化前)

2-3-2 同化分析

根據前節之結論，採用三層巢狀網格分別獨立同化觀測值，觀測值除了衛星資料再加上馬祖浮標觀測資料(主要根據前節結論，同化馬祖觀測資料比未同化佳，且可免於第三層部分時段缺乏觀測資料的現象)，風場除了前節採用WEPS 2.0之15公里風場外，在最小網格改採用WEPS 2.0之3公里系集風場，計算結果再與藍色公路決定性預報之分析場進行比較，而本研究也一併將系集預報系統的結果納入比較分析。

藍色公路決定性預報採用四層網格，最外層為全球模式，第二層與本研究最外層網格相同，第三層和第四層則與本研究第二層和第三層的範圍有點差異，主因取決於風場範圍，原則上均配合風場大小設計波浪網格，決定性預報的第一層及第二層採用NCEP風場，而第三層和第四層採用預報中心10公里和2.5公里網格風場，源項的設定為ST2。

系集預報系統目前也已經作業化定時運轉，提供機率性預報，同樣使用WEPS2.0的系集風場(15公里、3公里)，網格設計與同化一樣，但不進行同化，且因其需要涵蓋預報的不確定性，故其系集分歧(ensemble spread)必須足夠，因此其模式設定使用二種不同的源項(ST2+ST3)，而其NWW3的版本仍屬於舊版，同化的設定係根據2019年NWW3 5.16版的測試成果，在臺灣附近最佳的設定為ST4f。

表6為同化結果、決定性預報與觀測浮標比較之統計指標成果，表7則為同化結果、系集預報與觀測浮標比較之統計指標成果，同化及系集預報均為系集平均，統計指標包括相關係數(CR)、BIAS、RMSE、SI、PS，圖47至圖62為各測站之前述三種計算結果比較圖(藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報)。表中顯示聯合聯合BIAS、RMSE、SI的PS指標，同化結果均優於決定性預報(除富貴角測站)，而CR有高低並未全面優於決定性預報，應該跟同化時間趨近於觀測值導致出現明顯上下震盪有關，在馬祖測站因為加入同化，亦顯著優於決定性預報；而與系集預報比較，PS部分，同化結果在測站個數仍優於系集預報，相關係數部分則以系集預報較優，顯示二者差距不大，馬祖測站因為同化，亦顯著優於系集預報。

由時序圖看出，每6小時同化一次導致其變化未如系集預報平滑，但二者的趨勢較為接近；根據2019年針對決定性預報之不同源項的分析(風場相同)，目前藍色公路決定性預報的源項設定，其整體誤差是偏大的，但因使用的風場和WEPS 2.0不同，難以斷定何者(源項或風場)為主要原因。圖中顯示煙花颱風期間，同化與系集預報與觀測值較為接近，但在盧碧颱風期間(8月)，藍色公路決定性預報值在許多測站均高於觀測值，而同化與系集預報則偏小(鵝鑾鼻、七股、金門、彌陀、馬祖、台東)，由於盧碧颱風離臺灣較遠，西部測站受影響的程度較大。

同化的理論基礎均設定誤差為無偏，不管是模式誤差或觀測誤差，此段測試期間在第三層網格之觀測增量($Z_k - M_k \bar{X}_k^f$)如圖63所示，排除範圍內僅存在馬祖浮標的時段及有類似分布，此範圍內之觀測增量有正有負，單獨考慮馬祖浮標站，其觀測增量平均為0.23m，相對於 $O_{rms}=2.22m$ ，約占1/10，與同化統計的BIAS=-0.206m接近，而此時段主要考慮到連續二個颱風時段，屬於特殊海象型態，以系集預報的長期統計結果，其在平時的BIAS較小，颱風時期較大，對照同化，若長期統計應該會接近無偏的情形(未來在作業化累積長期資料時再加以分析)。

此外在最外層的計算範圍，其邊界條件無法考慮自外進來的風浪，若風為東風，則波浪需要一段延時和風域才能成長，故邊界附近都容易偏低，這也是藍色公路決定性預報為何會再另外加一層全球模式的主要原因，可以顯見當衛星在此範圍接近東邊界內，觀測增量正偏差是可以預期的，系集預報過去均針對臺灣附近海域的測站進行比較，最遠曾比較台東外洋浮標(21°45'59"N 124°04'27"E)，顯現出其機率預報的能力，但對於以東之海域則未曾與衛星進行比較。而同化會用到離臺灣較遠的衛星，在此條件下，可能觀測增量正偏差的情形會容易出現，對於臺灣附近海域的測站會有多大的影響，需要再進一步探討之。當然此邊界條件的

問題，可以設定較大區域，一如藍色公路決定性預報，但前提是必須要有更外層的系集風場；若採用藍色公路決定性預報的結果當邊界條件，則每一個系集均設定相同的邊界條件，再由各自風場驅動；或可由其他模式提供，例如NCEP的全球系集同化，但需考慮不同系集成員(member)的對接。

圖64為第三層網格之分析增量($\bar{X}_k^a - \bar{X}_k^f$)，相應圖63的觀測增量，配合局部化影響半徑的設定，圖中可以發現觀測增量對於整個臺灣海域都存在影響，然而這樣的結果是否合理，例如在臺灣海峽的觀測波浪其是否會影響到臺灣東部？仍需要再深入探討。目前UMD-LETKF的影響半徑設計為同一緯度均相同，若要隨著位置或觀測資料種類而異，需要更改程式原始碼。

整體來說，本研究已測試完成三層各自同化的可行性，觀測除了衛星資料還可以加上浮標資料，而測試案例顯示同化結果優於藍色公路，與系集預報則差距較小。過去在模擬颱風時或大陸鋒面快速移動出海時，常有臺灣北部海面波高模擬不足的情形，這也是資料同化擬解決的問題，目前為止，主要還是改善臺灣海域附近測站的預報為主。波浪模式屬於弱非線性的控制方程式，當起始條件不同，若風場一致，則影響的時間長短，依據海象狀況的不同約需24~48小時即會趨於相同，因此作業化同化的意義，適用於同化二天內之效益。

表 6、0-5 小時預報之各測站統計參數比較表($\beta_{\max}=1.53$)(同化與決定性預報)

測站		CR		BIAS(m)		RMSE(m)		SI		PS	
		DA	Deter.	DA	Deter.	DA	Deter.	DA	Deter.	DA	Deter.
東海岸											
龍洞	St01	0.951	0.949	0.028	0.010	0.410	0.464	0.321	0.363	0.813	0.793
龜山島	St04	0.943	0.899	0.151	0.362	0.325	0.507	0.262	0.460	0.794	0.631
蘇澳	St03	0.950	0.929	0.054	0.024	0.410	0.526	0.327	0.422	0.805	0.758
花蓮	St02	0.938	0.898	0.093	-0.049	0.388	0.486	0.349	0.448	0.778	0.735
成功	St16	0.627	0.567	0.509	0.716	0.564	0.831	0.309	1.352	0.308	-0.258
台東	St26	0.784	0.789	-0.395	-0.377	0.562	0.543	0.236	0.313	0.746	0.730
蘭嶼	St27	0.887	0.888	-0.087	-0.201	0.447	0.485	0.376	0.410	0.756	0.713
西海岸											
富貴角*	St19	0.936	0.940	0.270	0.200	0.455	0.396	0.317	0.343	0.731	0.752
新竹	St08	0.855	0.859	0.016	-0.056	0.244	0.245	0.258	0.261	0.832	0.818
台中	St13	0.931		-0.016		0.225		0.219		0.859	
七股	St11	0.867	0.858	-0.025	-0.124	0.378	0.421	0.233	0.259	0.847	0.811
彌陀	St22	0.878	0.906	-0.139	0.138	0.440	0.472	0.217	0.244	0.827	0.822
鵝鑾鼻	St09	0.883	0.924	-0.144	-0.375	0.562	0.597	0.248	0.273	0.820	0.775
西岸離島											
馬祖	St25	0.960	0.906	-0.206	-0.037	0.435	0.557	0.193	0.280	0.844	0.822
澎湖	St06	0.850	0.872	0.063	0.323	0.217	0.412	0.212	0.421	0.840	0.627

金門	St12	0.857	0.860	0.007	0.189	0.200	0.389	0.171	0.332	0.887	0.733
----	------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

表 7、0-5 小時預報之各測站統計參數比較表($\beta_{\max}=1.53$)(同化與系集預報)

測站		CR		BIAS(m)		RMSE(m)		SI		PS	
		DA	系集	DA	系集	DA	系集	DA	系集	DA	系集
東海岸											
龍洞	St01	0.951	0.950	0.028	-0.083	0.410	0.425	0.321	0.322	0.813	0.801
龜山島	St04	0.943	0.942	0.151	0.042	0.325	0.268	0.262	0.241	0.794	0.843
蘇澳	St03	0.950	0.956	0.054	-0.058	0.410	0.405	0.327	0.338	0.805	0.802
花蓮	St02	0.938	0.951	0.093	-0.028	0.388	0.385	0.349	0.350	0.778	0.794
成功	St16	0.627	0.599	0.509	0.414	0.564	0.496	0.309	0.439	0.308	0.384
台東	St26	0.784	0.828	-0.395	-0.532	0.562	0.650	0.236	0.219	0.746	0.711
蘭嶼	St27	0.887	0.718	-0.087	0.858	0.447	1.080	0.376	0.554	0.756	0.389
西海岸											
富貴角*	St19	0.936	0.938	0.270	0.158	0.455	0.375	0.317	0.290	0.731	0.785
新竹	St08	0.855	0.820	0.016	0.047	0.244	0.273	0.258	0.283	0.832	0.805
台中	St13	0.931	0.928	-0.016	-0.114	0.225	0.271	0.219	0.238	0.859	0.814
七股	St11	0.867	0.909	-0.025	-0.150	0.378	0.362	0.233	0.203	0.847	0.837
彌陀	St22	0.878	0.929	-0.139	-0.265	0.440	0.434	0.217	0.179	0.827	0.830
鵝鑾鼻	St09	0.883	0.920	-0.144	-0.235	0.562	0.540	0.248	0.222	0.820	0.819
西岸離島											
馬祖	St25	0.960	0.951	-0.206	-0.324	0.435	0.556	0.193	0.225	0.844	0.800
澎湖	St06	0.850	0.866	0.063	-0.059	0.217	0.206	0.212	0.202	0.840	0.849
金門	St12	0.857	0.879	0.007	-0.064	0.200	0.199	0.171	0.161	0.887	0.875

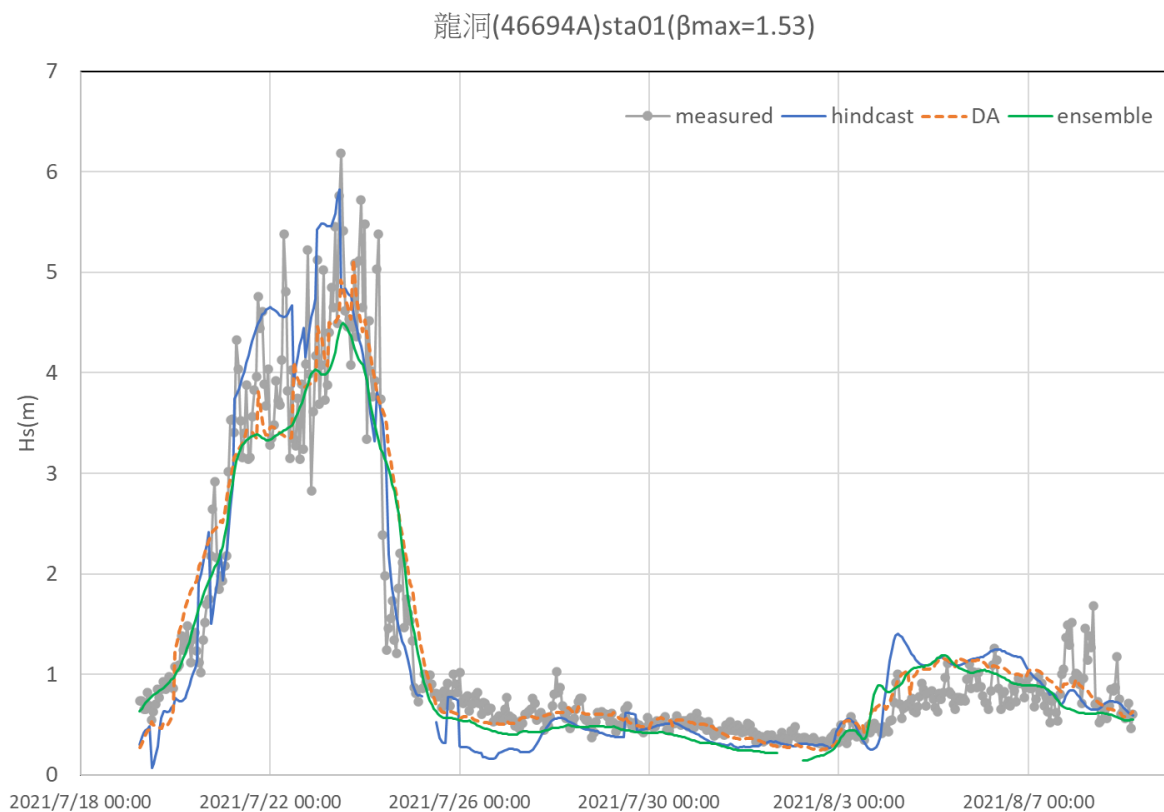


圖 47、0-5 小時預報之時序列比較圖(龍洞)($\beta_{\max}=1.53$)(藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報)

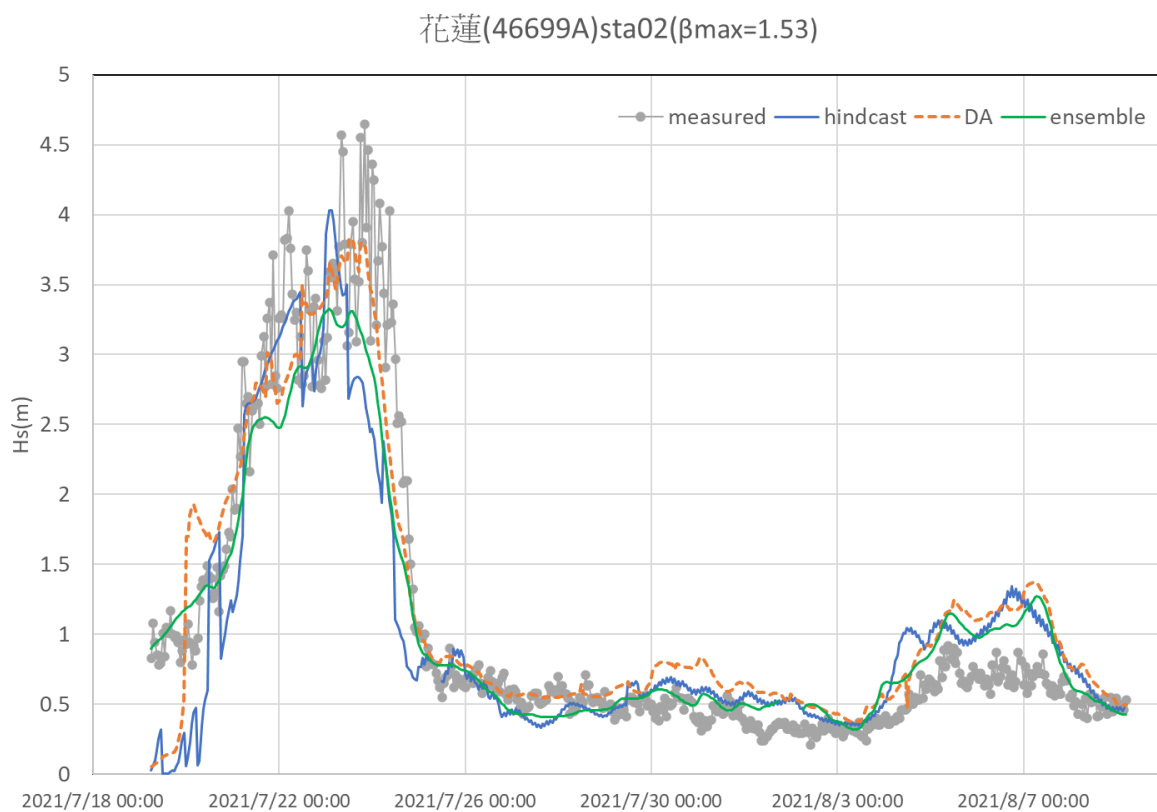


圖 48、0-5 小時預報之時序列比較圖(花蓮)($\beta_{\max}=1.53$)(藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報)

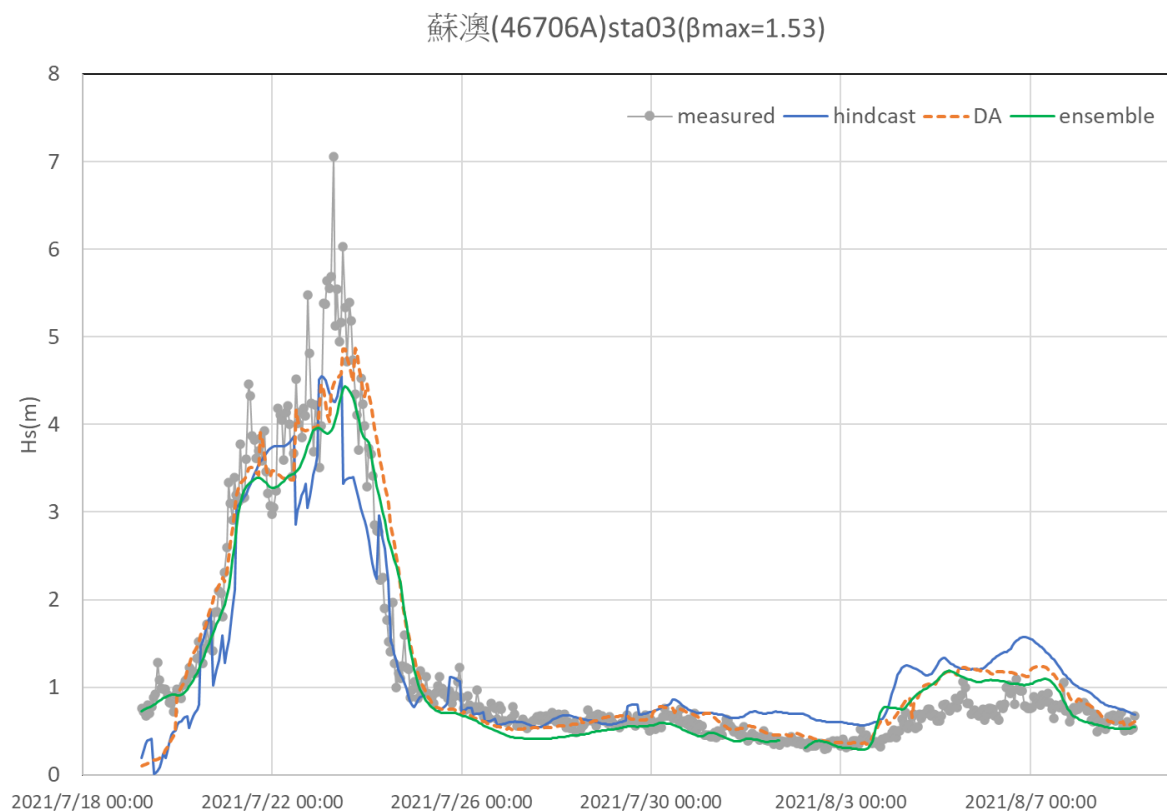


圖 49、0-5 小時預報之時序列比較圖(蘇澳)($\beta_{\max}=1.53$)(藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報)

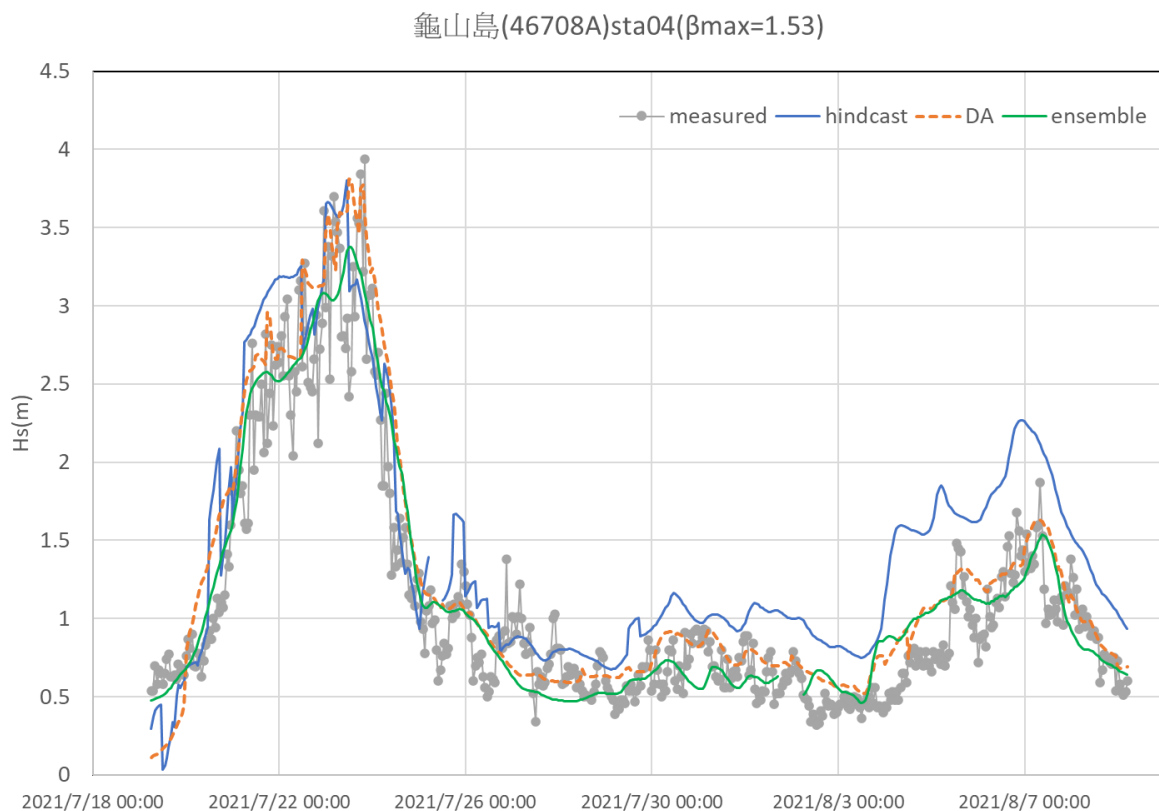


圖 50、0-5 小時預報之時序列比較圖(龜山島)($\beta_{\max}=1.53$)(藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報)

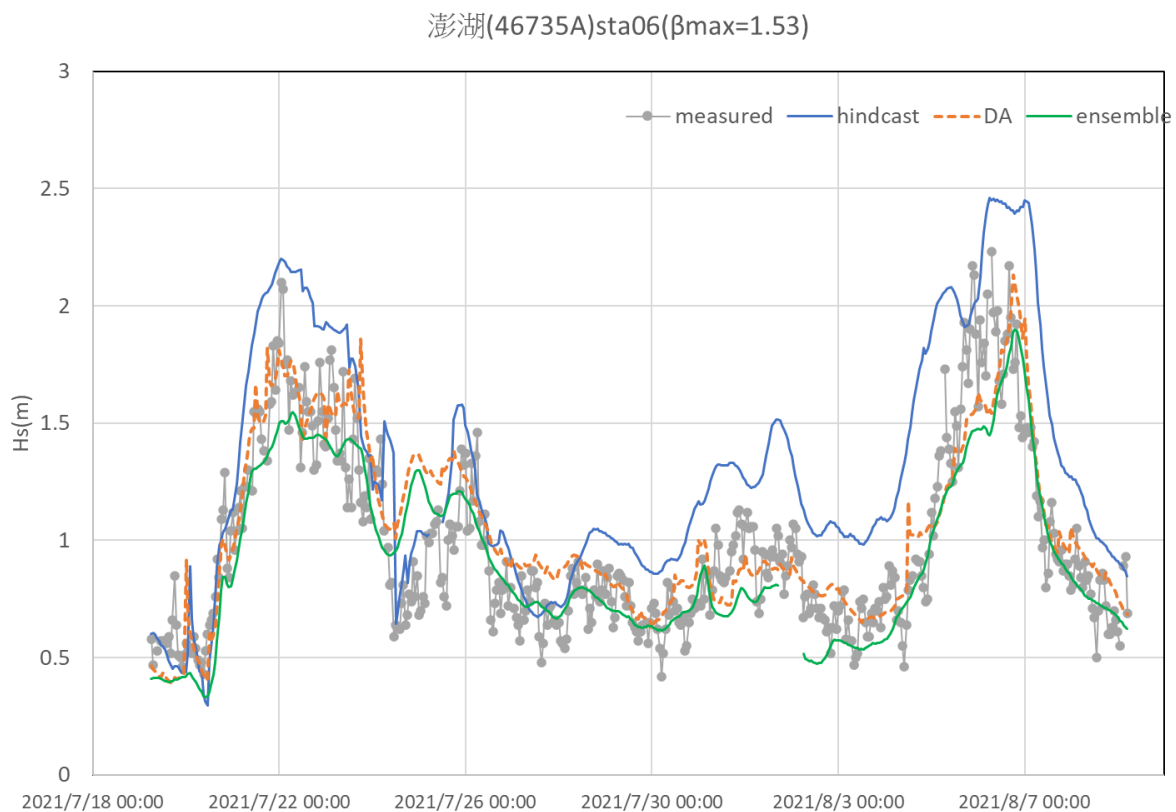


圖 51、0-5 小時預報之時序列比較圖(澎湖)($\beta_{\max}=1.53$) (藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報)

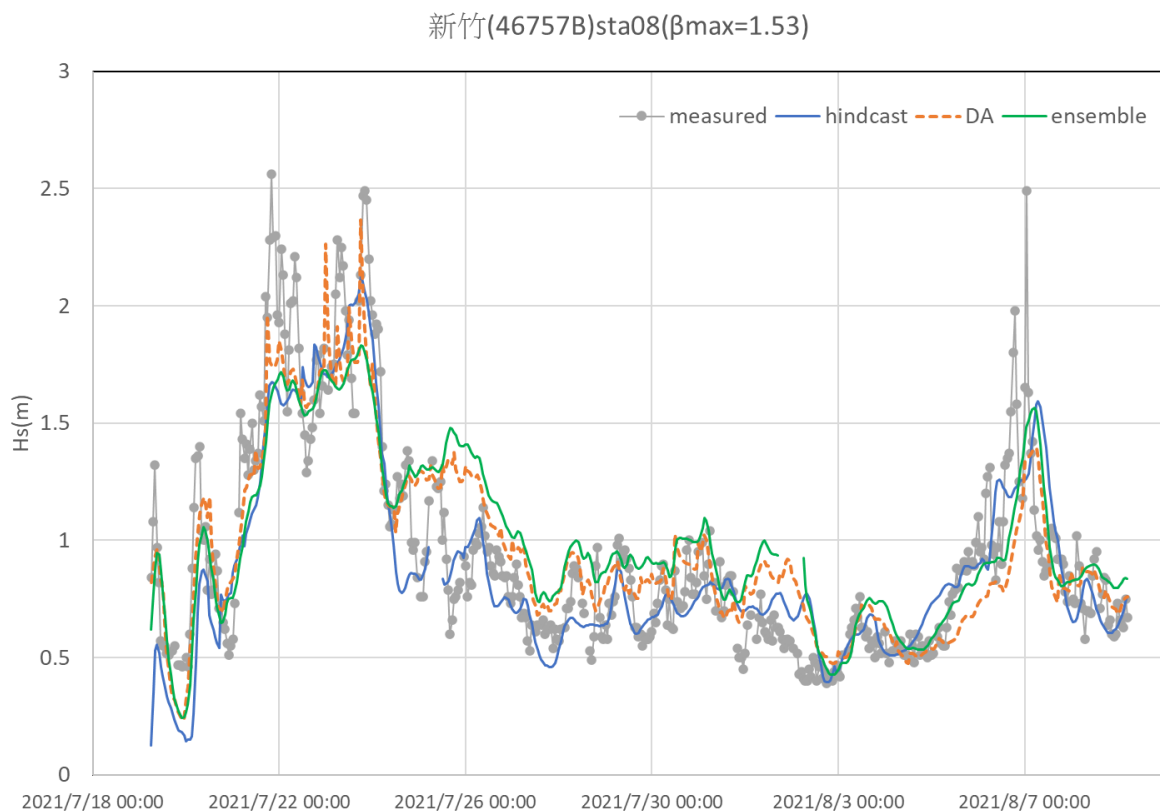


圖 52、0-5 小時預報之時序列比較圖(新竹)($\beta_{\max}=1.53$) (藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報)

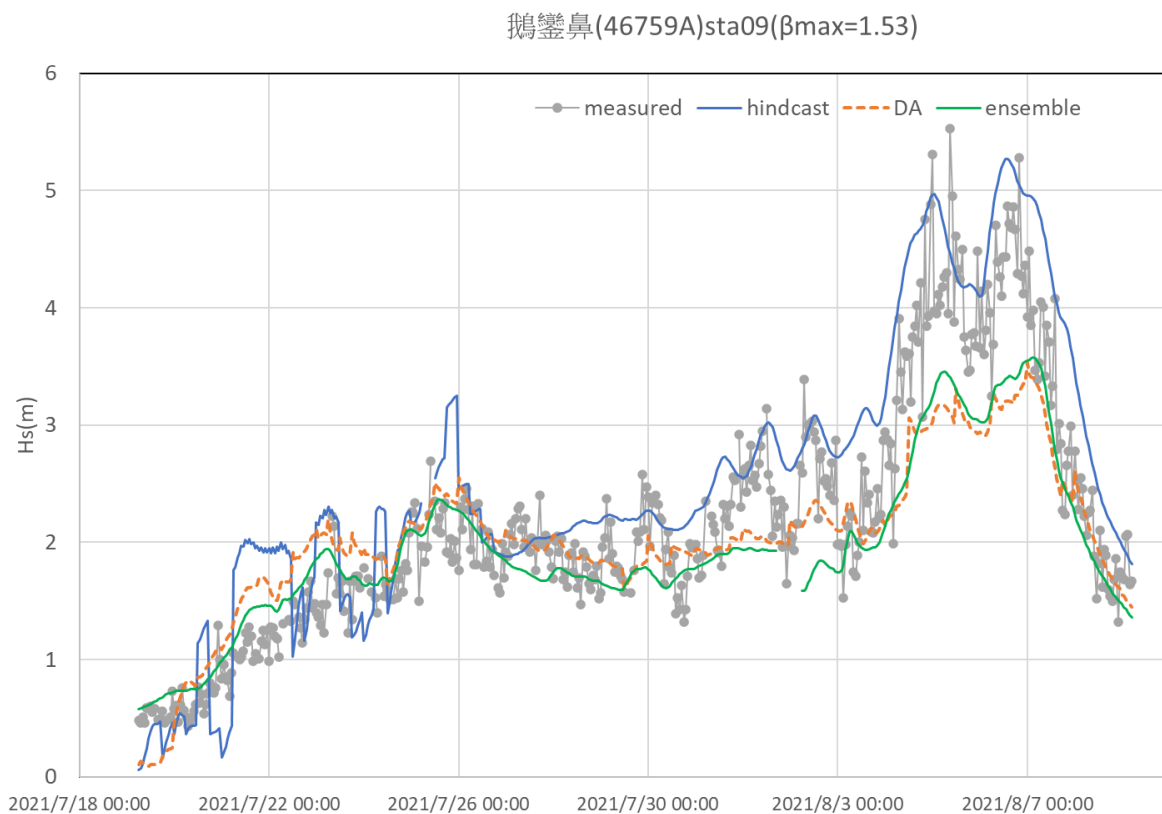


圖 53、0-5 小時預報之時序列比較圖(鵝鑾鼻)($\beta_{\max}=1.53$) (藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報)

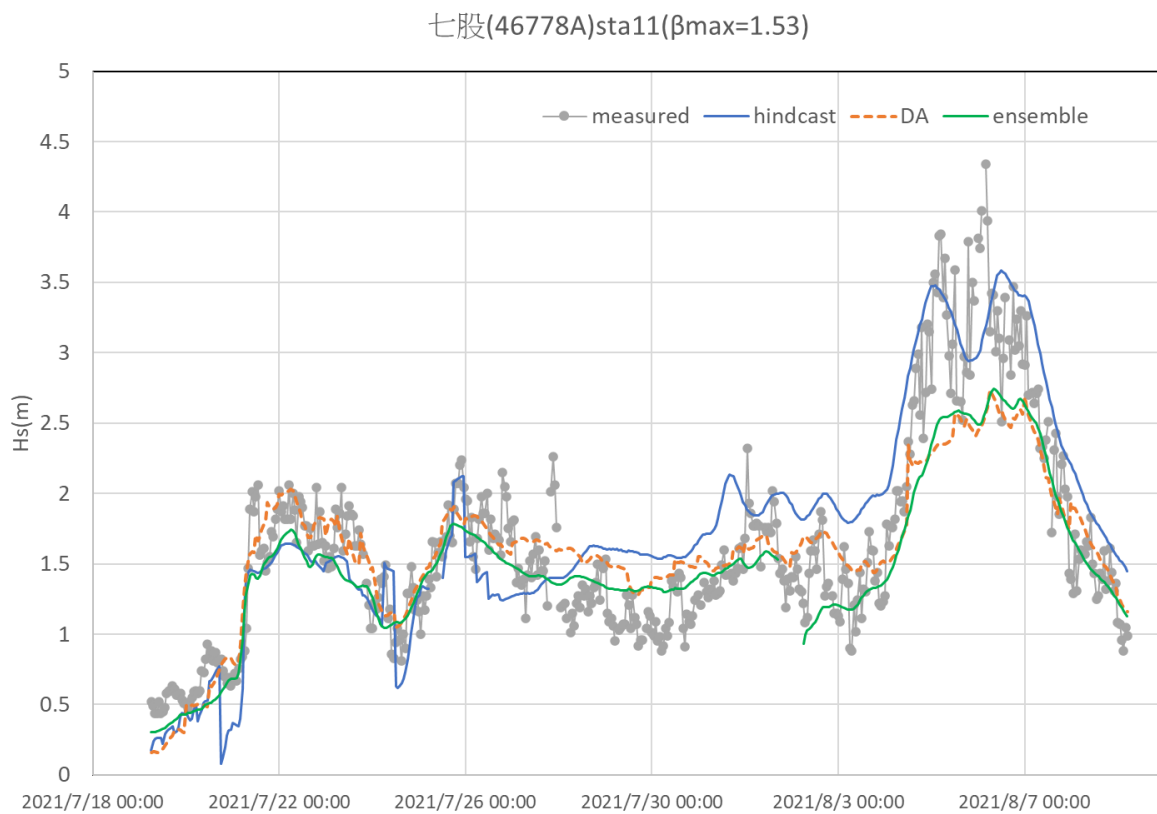


圖 54、0-5 小時預報之時序列比較圖(七股)($\beta_{\max}=1.53$) (藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報)

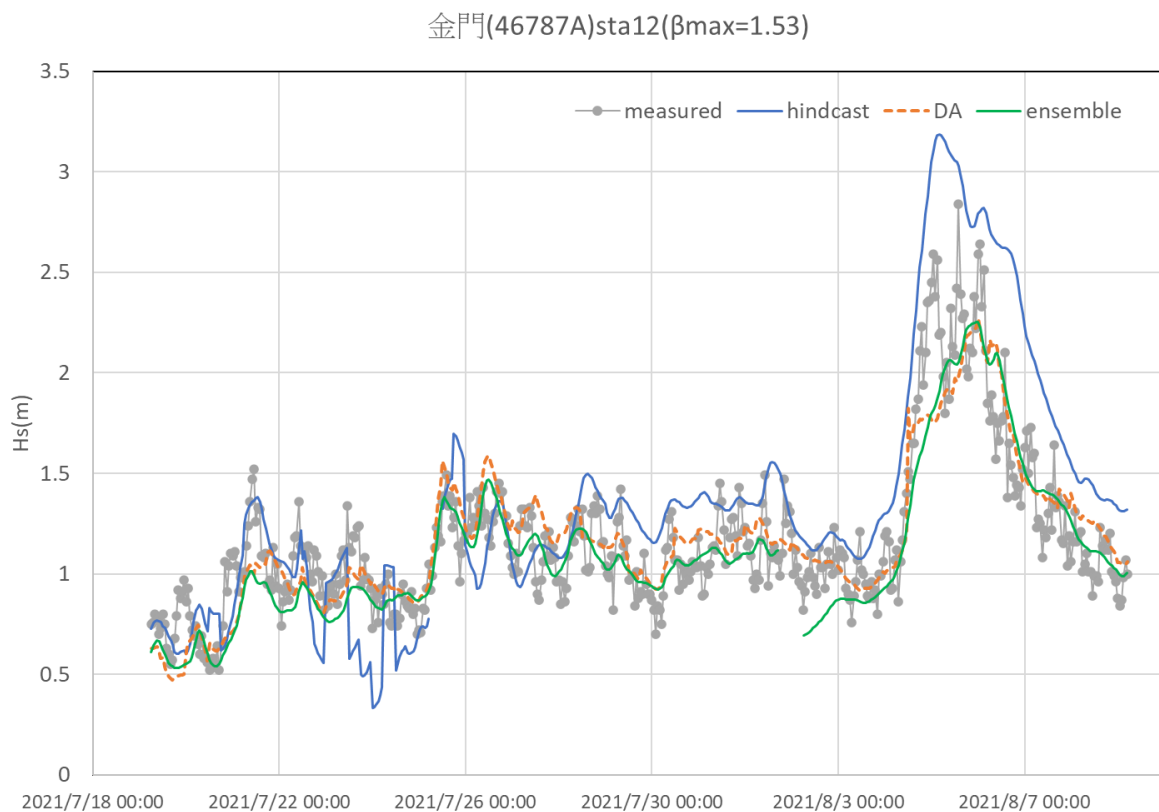


圖 55、0-5 小時預報之時序列比較圖(金門)($\beta_{\max}=1.53$) (藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報)

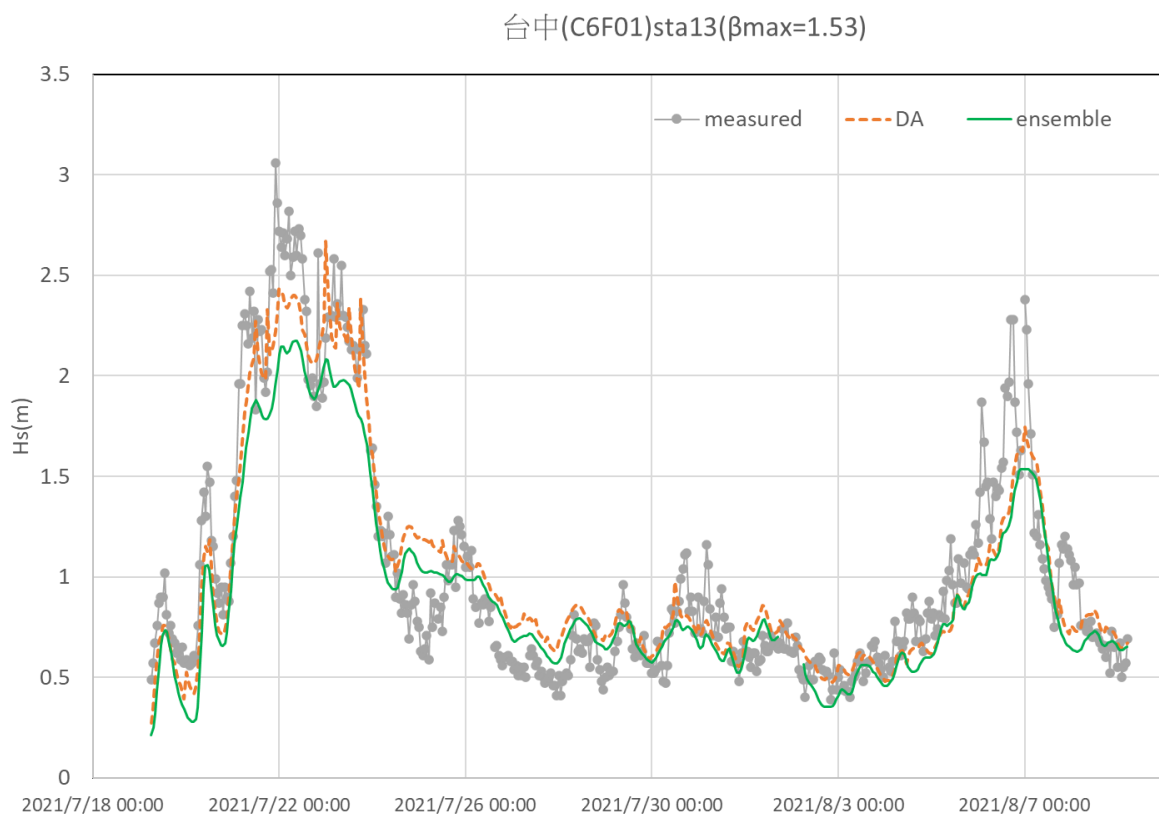


圖 56、0-5 小時預報之時序列比較圖(台中)($\beta_{\max}=1.53$) (藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報)

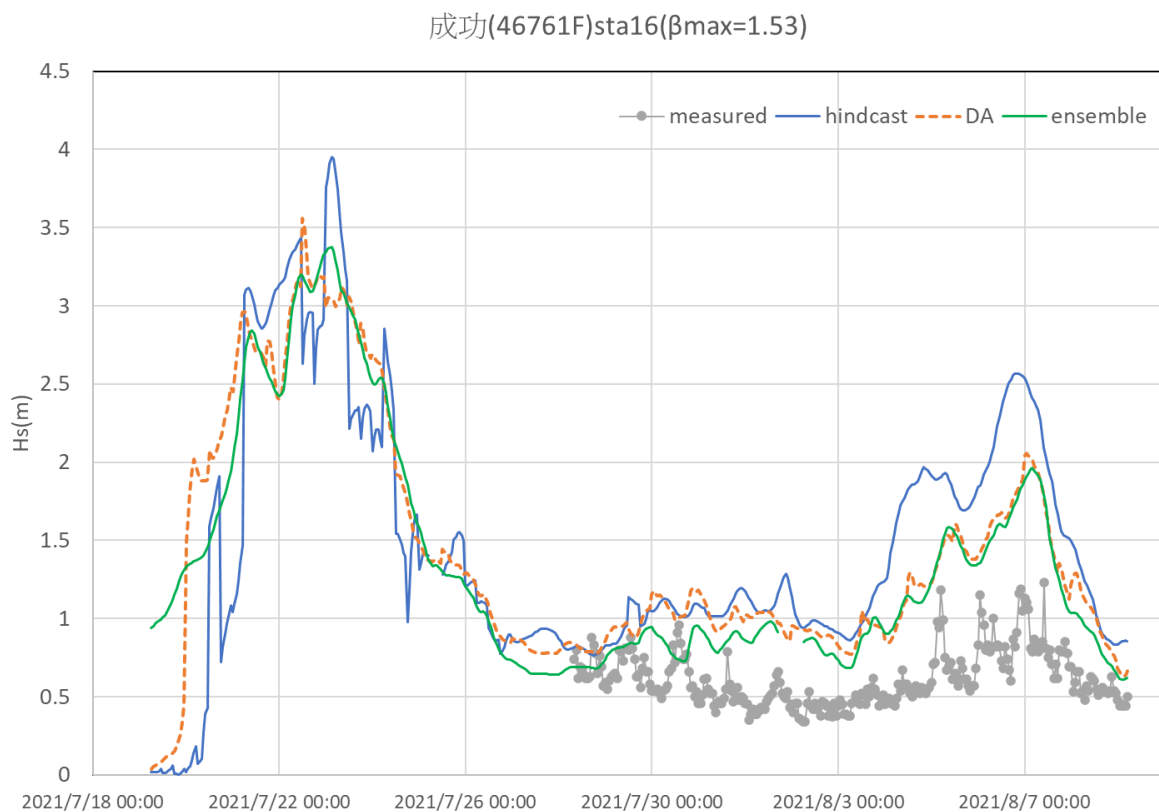


圖 57、0-5 小時預報之時序列比較圖(成功)($\beta_{\max}=1.53$) (藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報)

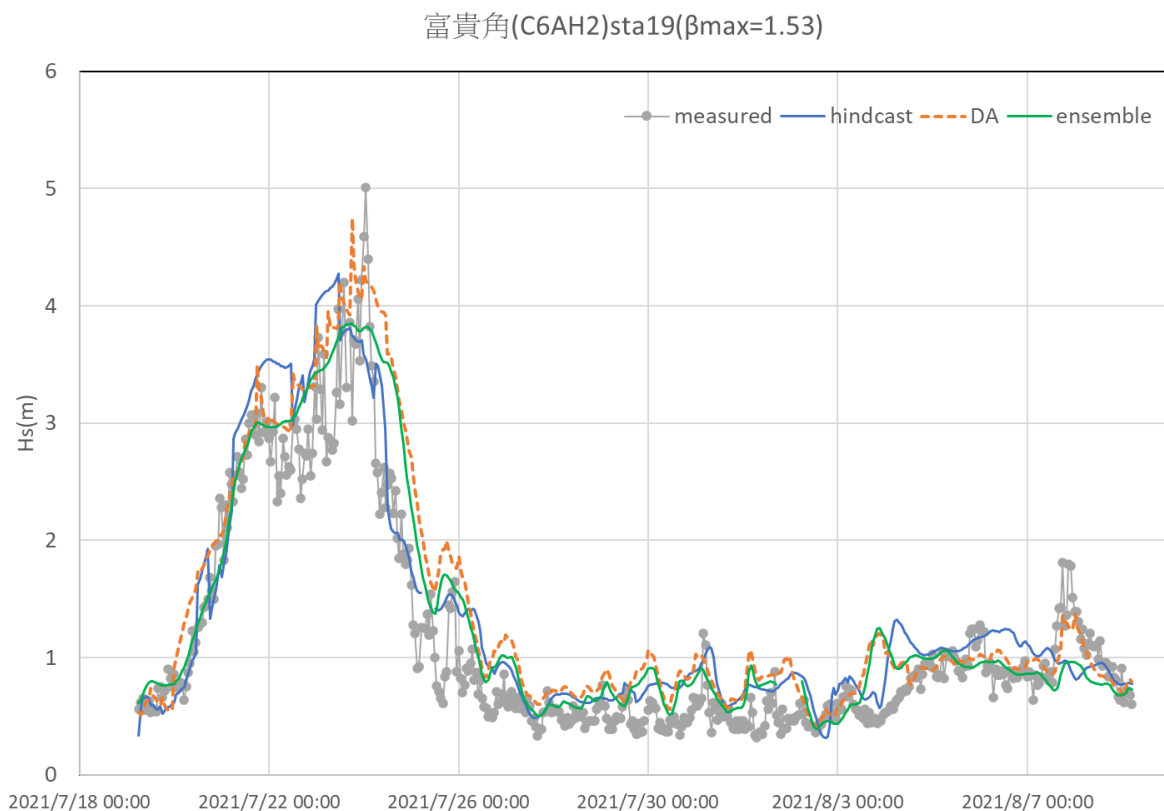


圖 58、0-5 小時預報之時序列比較圖(富貴角)($\beta_{\max}=1.53$) (藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報)

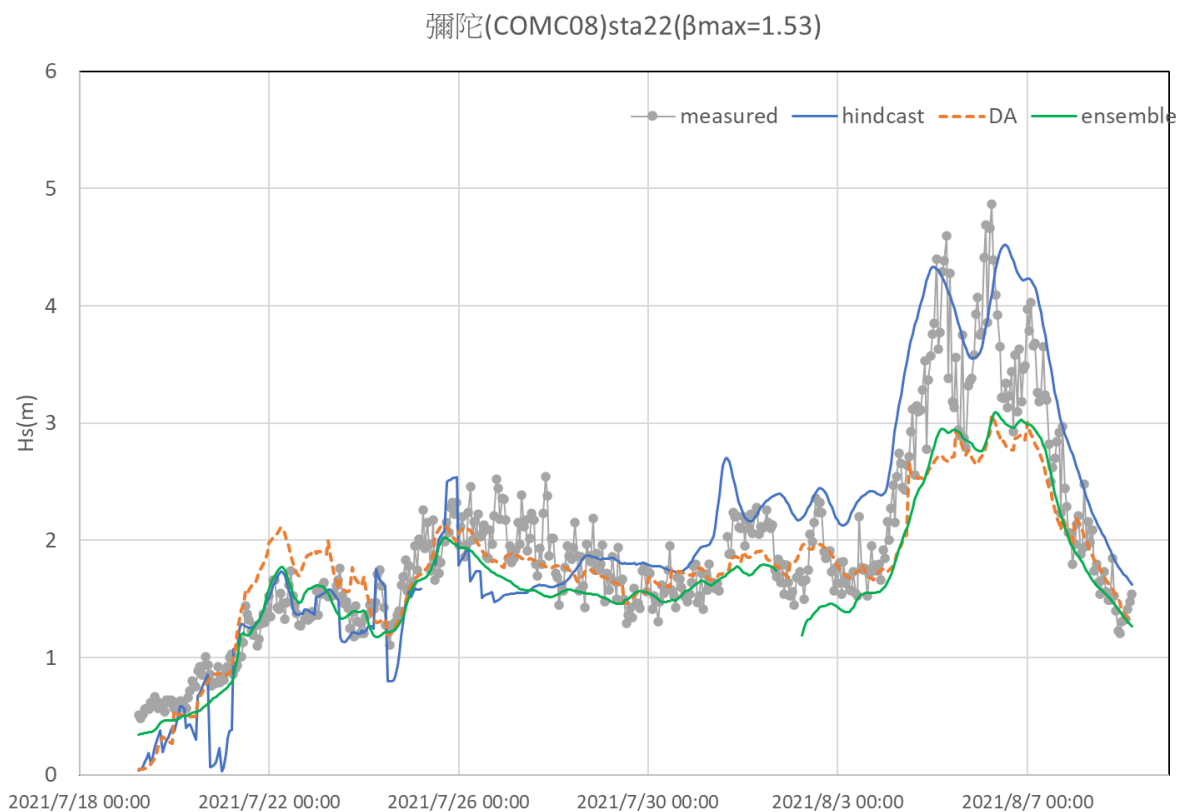


圖 59、0-5 小時預報之時序列比較圖(彌陀)($\beta_{\max}=1.53$) (藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報)

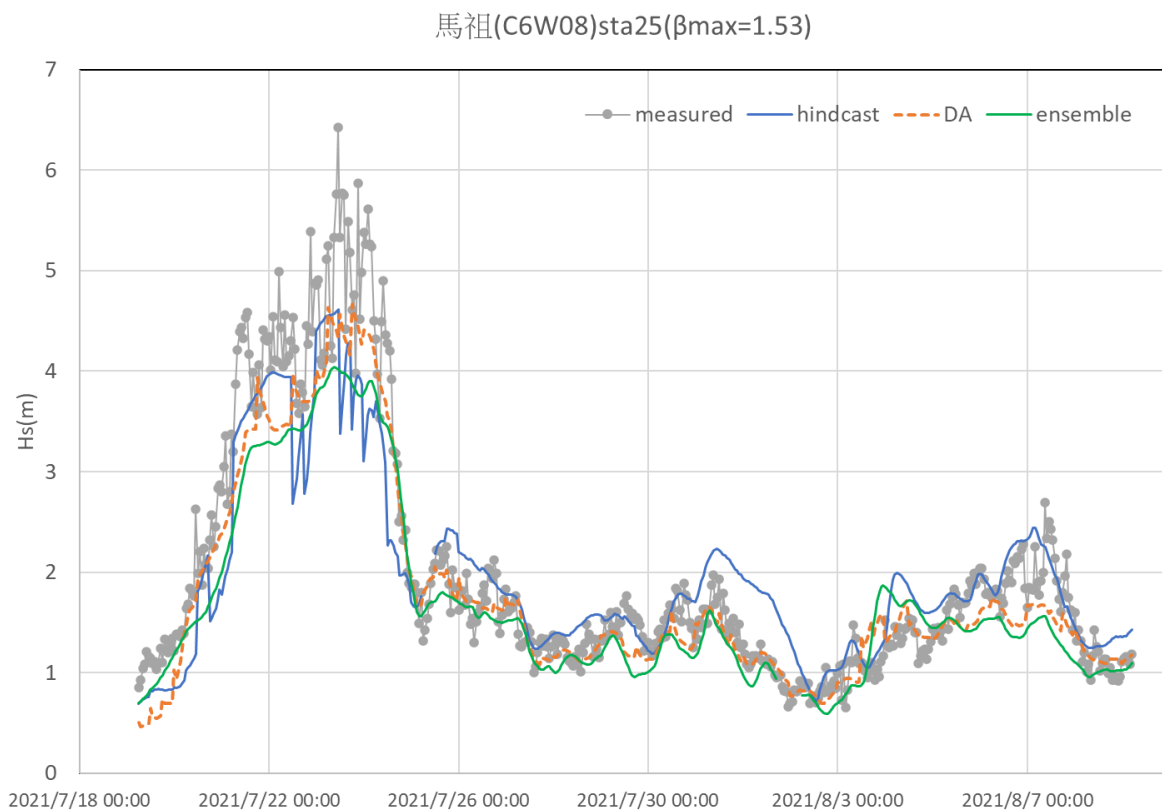


圖 60、0-5 小時預報之時序列比較圖(馬祖)($\beta_{\max}=1.53$) (藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報)

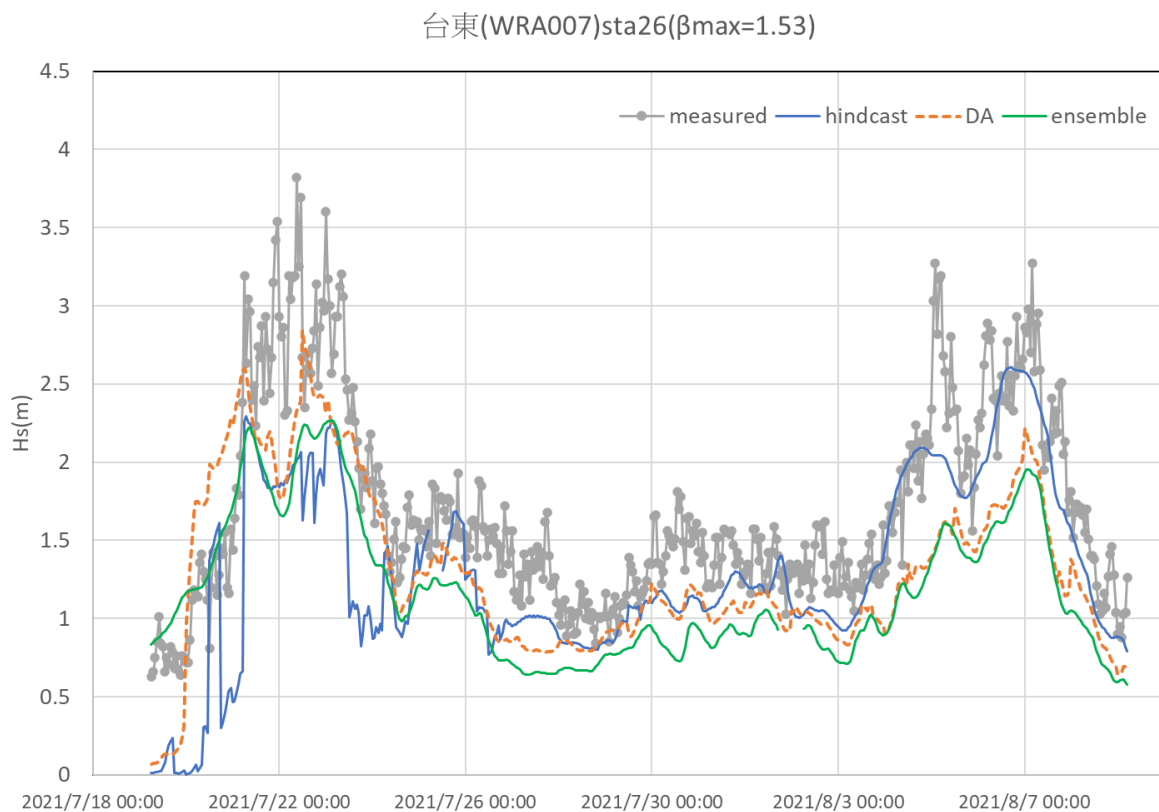


圖 61、0-5 小時預報之時序列比較圖(台東)($\beta_{\max}=1.53$) (藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報)

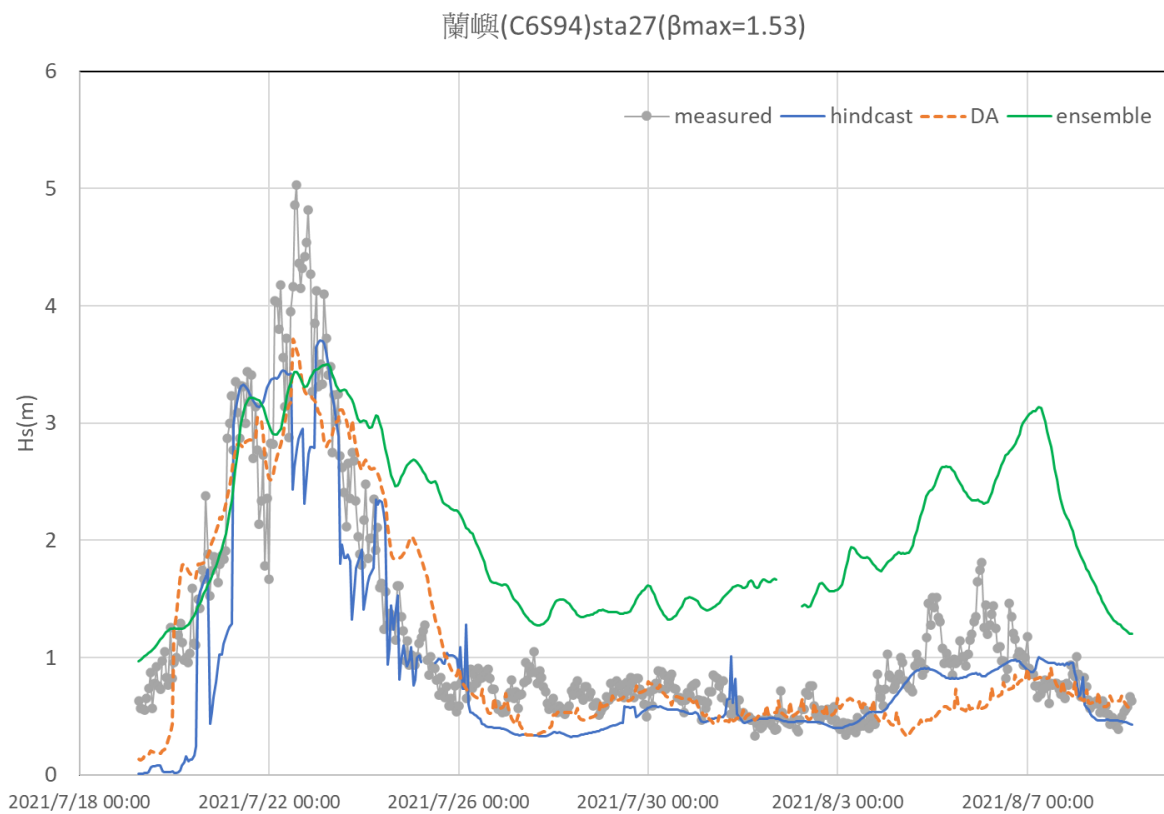


圖 62、0-5 小時預報之時序列比較圖(蘭嶼)($\beta_{\max}=1.53$) (藍線:決定性預報、橘虛線:同化、綠線:系集預報)

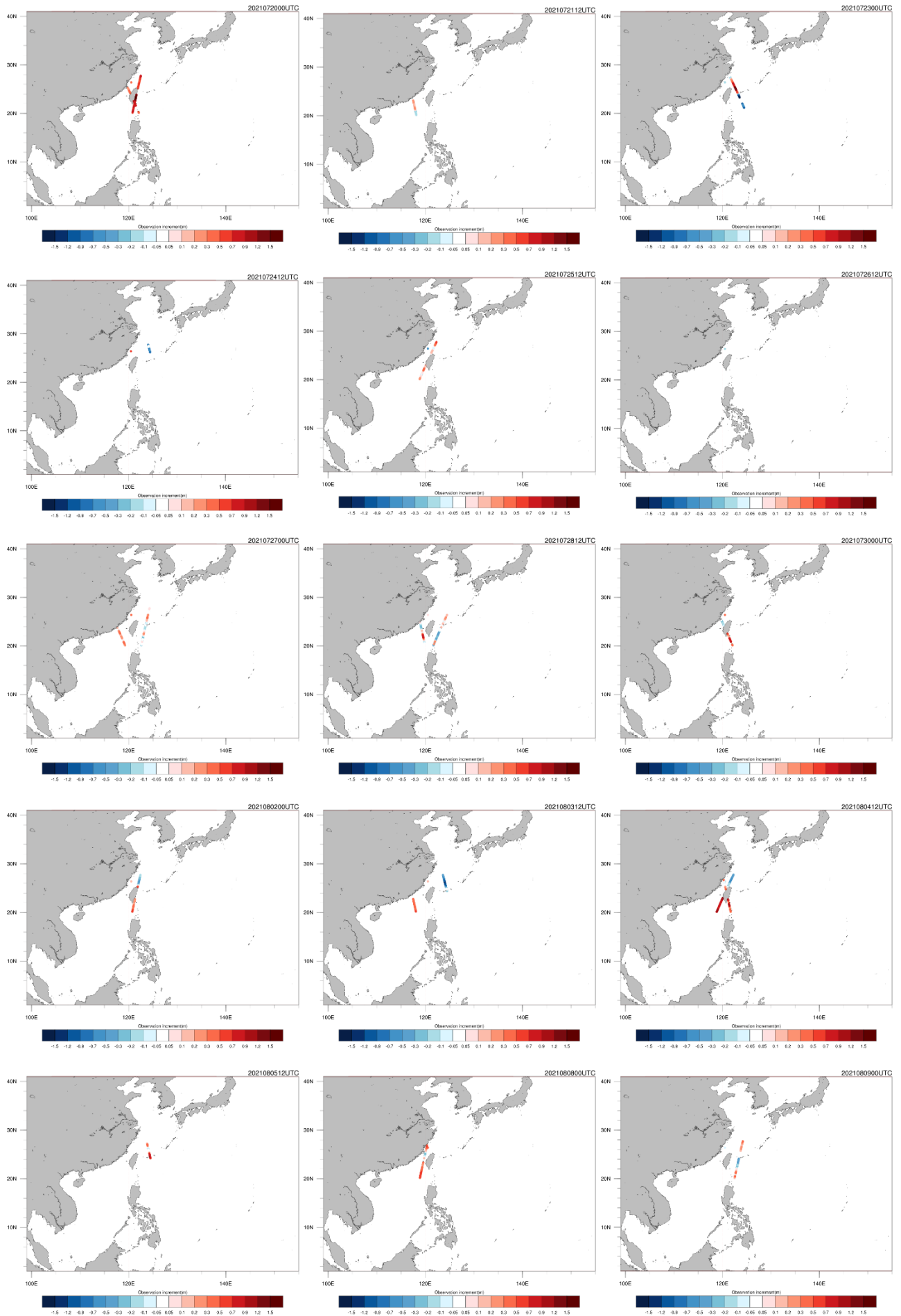


圖 63、觀測增量(第三層網格)

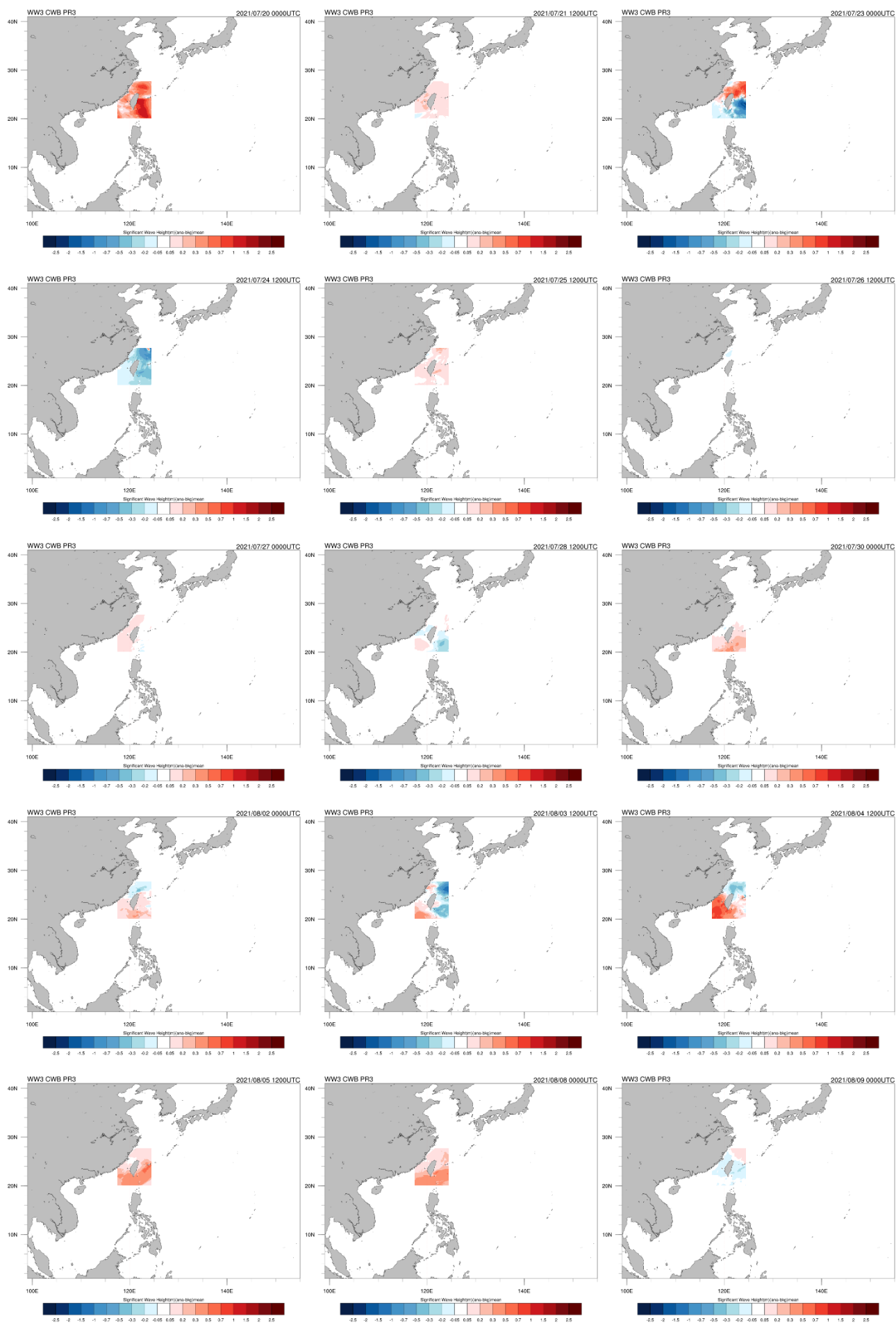


圖 64、分析增量(第三層網格)

2-3-3 作業化雛形建置

LETKF需要安裝在CWB的電腦上，目前原有系集預報系統已成功移植至Fujitsu的FX1000上，而受限於目前該版LETKF僅可使用gfortran及Intel編譯，而目前FX1000的gfortran版本較新已符合要求，為了能和系集預使用相同的WEPS 2.0系集風場，資料同化預報系統將安裝於FX1000上，目前NWW3 6.07版已安裝完成，並使用Fujitsu之frtpx compiler，而相關之三層網格及相關資料均已準備完畢。而系集目錄如下設定，共含20個系集成員。而整體之作業化程序如圖11之同化架構，與系集預報不同的是起始條件必須先同化，因此控制成員必須控制同化後才能去驅動各自的成員，最後再整合處理各系集成員的計算結果。

```
/mmc/mmca351/WW3-6.07.1/model/daensemble/en01~en20
```

觀測資料部分，浮標資料已定期蒐集，衛星資料則須從PCC轉移過來，相關網路與介面仍須重新調整。

而UMD-LETKF編譯使用gfortran，除需要BLAS及LAPACK數值函式庫外，還包括CMake(版本3.18.2)、NetCDF4 w/API for Fortran、WGRIB2 API(版本2.07)、YAML等，部分需要系統權限灌入軟體，目前具系統管理員權限之氣象局人員仍在努力嘗試中。

第三章、菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立(2/3)

3-1 臺灣及菲律賓海域海流資料之蒐集建置

NWW3可以考慮表面流的影響，本研究擬評估海流對於波浪模擬之影響，蒐集氣象局作業化之SCHISM流場模式2018年1、8月表面流場(其中1/4、1/6、1/14、8/3整天都缺資料)，而NWW3模式將使用全球4層之決定性預報為範圍(圖65)，並僅在2.5公里最內層網格考慮表面流的影響，而計算條件以ST4f的源項設定為主，選定具代表性之1、8月流場進行差別分析，並以氣象局浮標資料作為比較的基準。菲律賓海域之流場資料，因氣象局作業化之SCHISM流場模式之範圍(圖66)，無法涵蓋菲律賓模式之最小範圍，因此經過六月份的會議結論，將先討論臺灣海域的流場對波浪的影響。

波浪遇到逆流會產生阻滯作用(blocking effect)，波高會變高、波長變短，造成波浪尖銳度變大，而波浪遇到順流，則波高會變小，波長會變長，波浪尖銳度亦會變小。圖67及圖68為8月15日00:00及23:00之未受流作用之波高及波向、受流作用之波高及波向、當下之流場、波高及波向受流作用之差異等，以流場而言，臺灣東部黑潮始終沿岸向北，西岸北部向北，而此時波向一樣往北，故在這二區之波高有變小的趨勢，臺灣北部波向與流向相反，故波高變大，變大的幅度最高介於0.2~0.3m，相較於原波高2m以下，可達約**10%**的增幅，波向的部分，北部區域稍微明顯些，其餘則差異並不明顯；圖69及圖70為1月7日00:00及23:00之未受流作用之波高及波向、受流作用之波高及波向、當下之流場、波高及波向受流作用之差異等，如前所述，因為1/6日缺乏流速資料，故在1/7 00:00受流的影響並不明顯，而在23:00的時間，此時波向為往西，臺灣海峽向南，故在臺灣東南部、南部及臺灣海峽等海域波向均與流向相反，導致波高增加，增高幅度最大亦介於0.2~0.3m，相較於原波高1.5m以下，可達約**20%**的增幅。

與氣象局的觀測浮標進行比較，並利用CR、BIAS、RMSE、SI、PS等指標檢視二者的差異，圖71及圖72為1月之波高、週期在各測站之比較圖，圖73及圖74為8月之波高、週期在各測站之比較圖，同時將不同測站劃分為離島、澎湖群島、臺灣西部及臺灣東部進行分析。波高部分，1月份僅東部測站之龜山島(46708A)、台東(WRA007)、蘭嶼(C6S94)相關係數變差，其餘測站相關係數均變佳，PS部分，龜山島(46708A)、龍洞(46699A)、七股(46778A)、新竹(46757B)、澎湖(46735A)均變差，8月份臺灣東、西部除新竹測站外相關係數均變差，離島及澎湖群島除馬祖(C6W08)外均變佳，PS部分，離島及澎湖群島僅金門(46787A)及七美(C6W10)變差，東部龍洞(46699A)、花蓮(46699A)變差，西部僅新竹(46757B)變好。週期部分，1月份相關係數僅金門(46787A)、蘭嶼(C6S94)站變差，PS部分，金門(46787A)、富貴角(C6AH2)、彌陀(COMC08)、小琉球、台東(WRA007)、花蓮(46699A)均變佳，8月相關係數，離島均變佳，澎湖群島僅七美變佳，西部七股(46778A)、彌陀(COMC08)、鵝鑾鼻(46759A)變差，東部龍洞

(46694A)、蘇澳(46706A)、蘭嶼(C6S94)變差，PS部分，新竹(46757B)、龜山島(46708A)、花蓮(46699A)、台東(WRA007)變佳，餘皆變差。

再以指標差距的多寡判定顯著，加上PS和相關係數均顯著的條件分析，在波高部分，1月以鵝鑾鼻(46759A)顯著變佳，8月則以龍洞(46694A)顯著變差，週期部分，1月以小琉球(46714D)顯著變佳，8月則以新竹(46757B)顯著變佳。

整體來說，波浪模擬考慮海流因素會產生最大有10~20%的差距，與浮標的比較部分，在不同季節(1月和8月)，波高及週期的差異並不隨著地域而有明顯變差或改善，海流變化趨勢與地區特性有關外，受到局部地形的影響甚大，在此很難與觀測資料進行差異性分析(流的觀測甚少)，以了解流的正確性，故雖然認知其對於波浪一定有影響，只是較無法真正反映在提升波浪模擬的準確度部分。

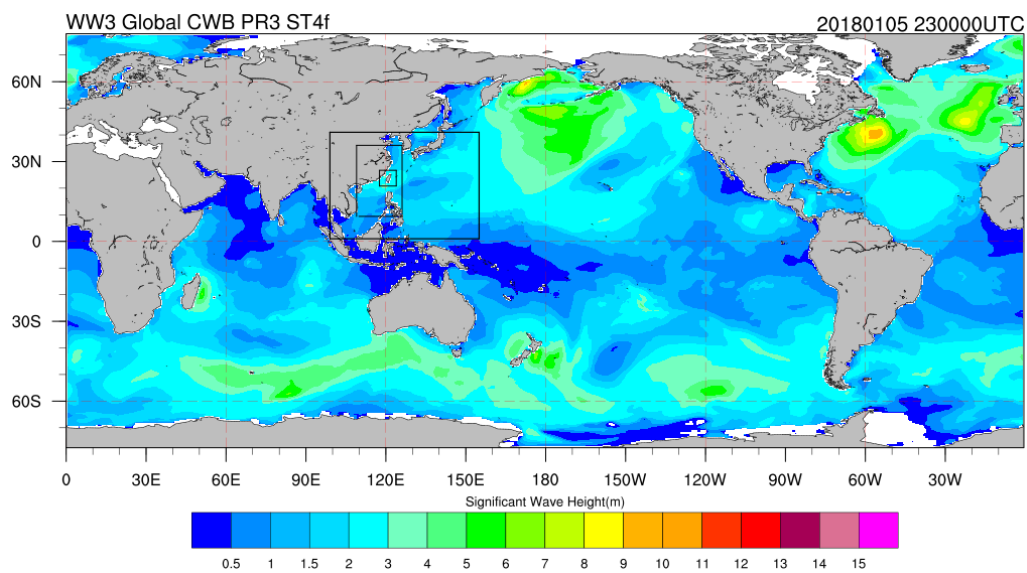


圖 65、臺灣海域模式之全球計算網格示意圖

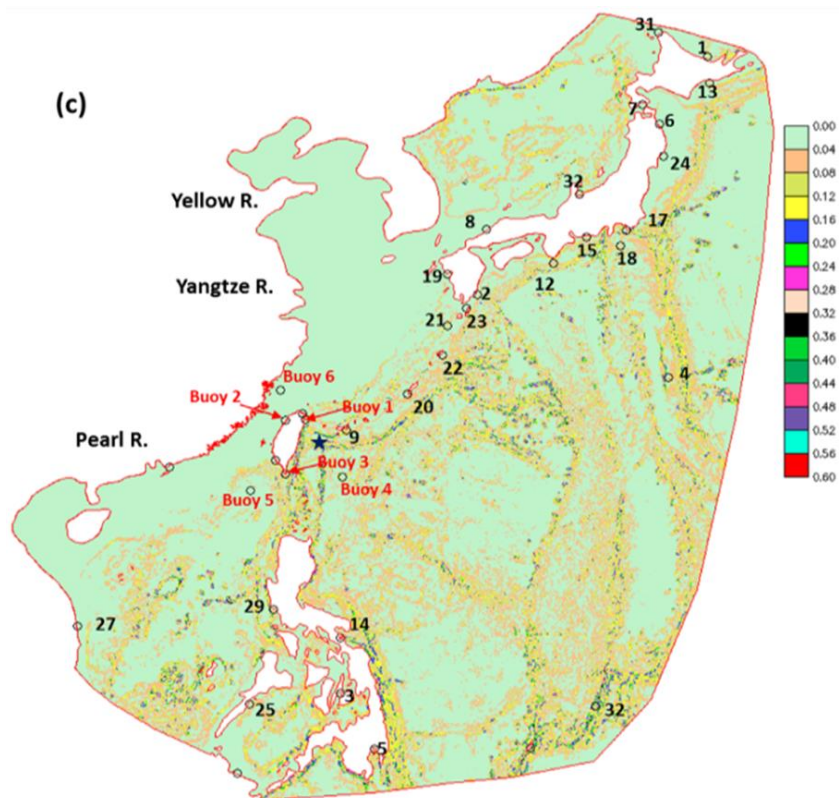


圖 66、氣象局 SCHISM 流場模式計算範圍

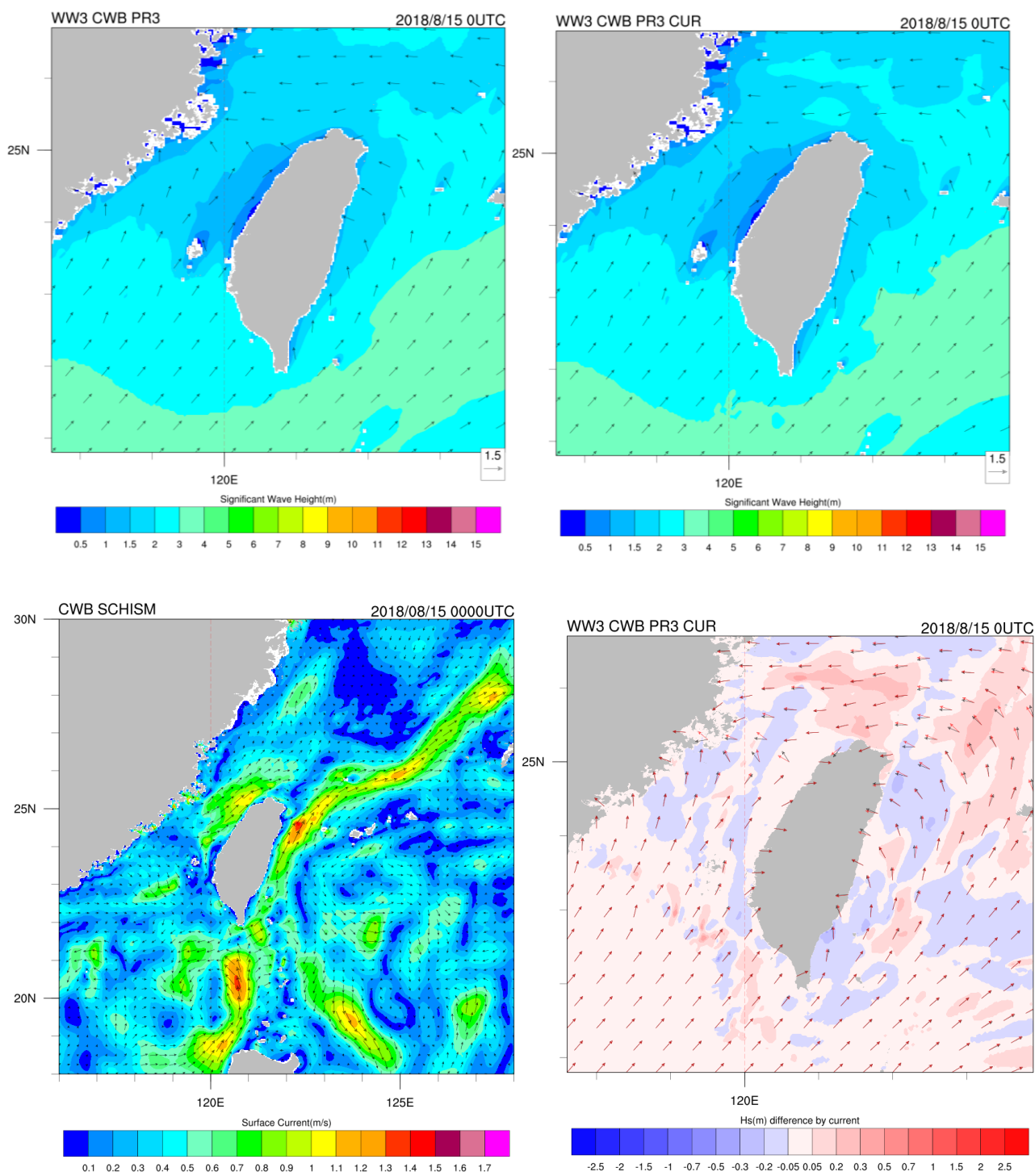


圖 67、波浪受流影響之波高變化(2018/08/15 00:00) (上左:未受流作用之波高及波向 上右:受流作用之波高及波向 下左: SCHISM 流場 下右:受流作用之波場及波向變化)

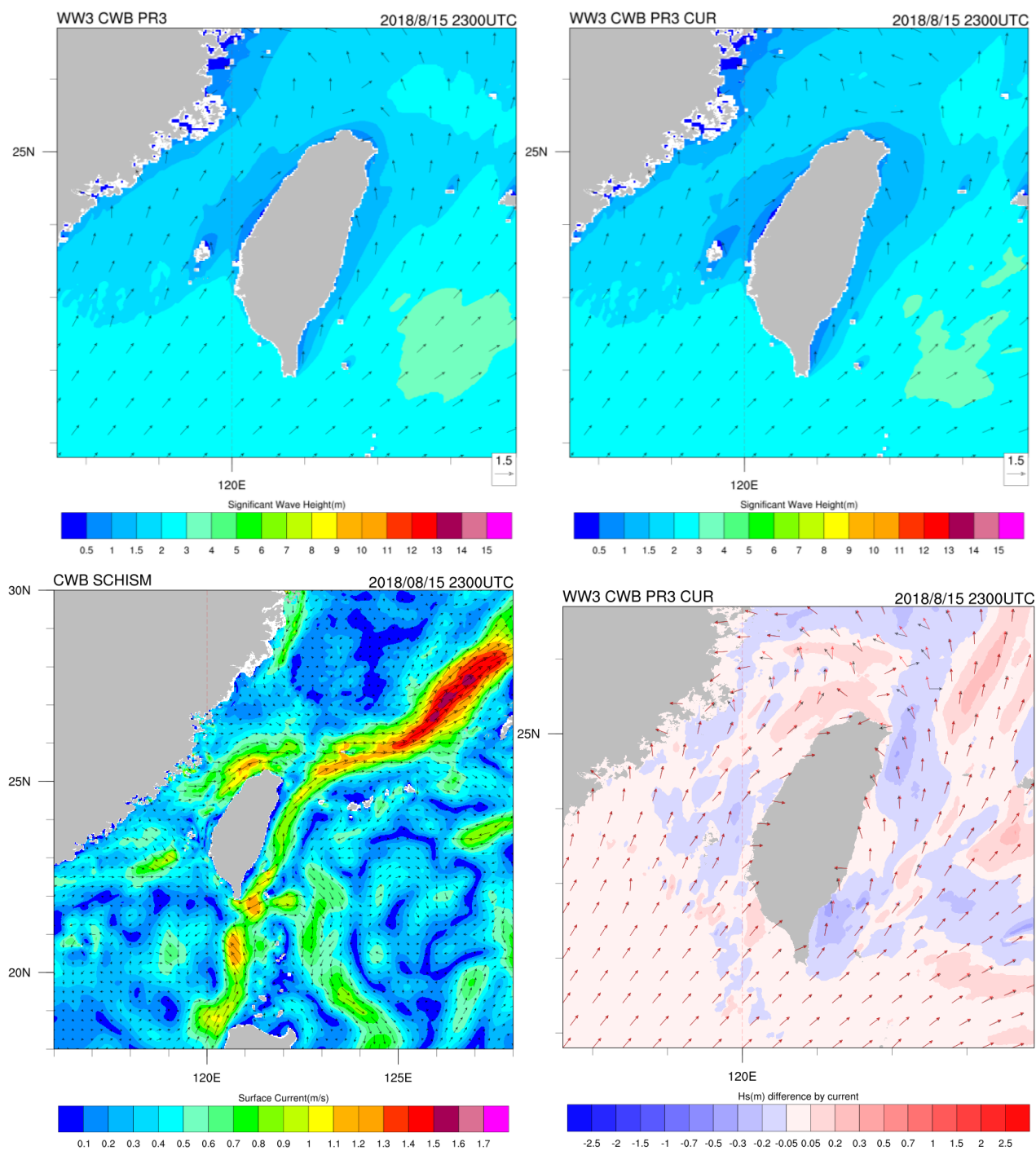


圖 68、波浪受流影響之波高變化(2018/08/15 23:00)(上左:未受流作用之波高及波向 上右:受流作用之波高及波向 下左: SCHISM 流場 下右:受流作用之波場及波向變化)

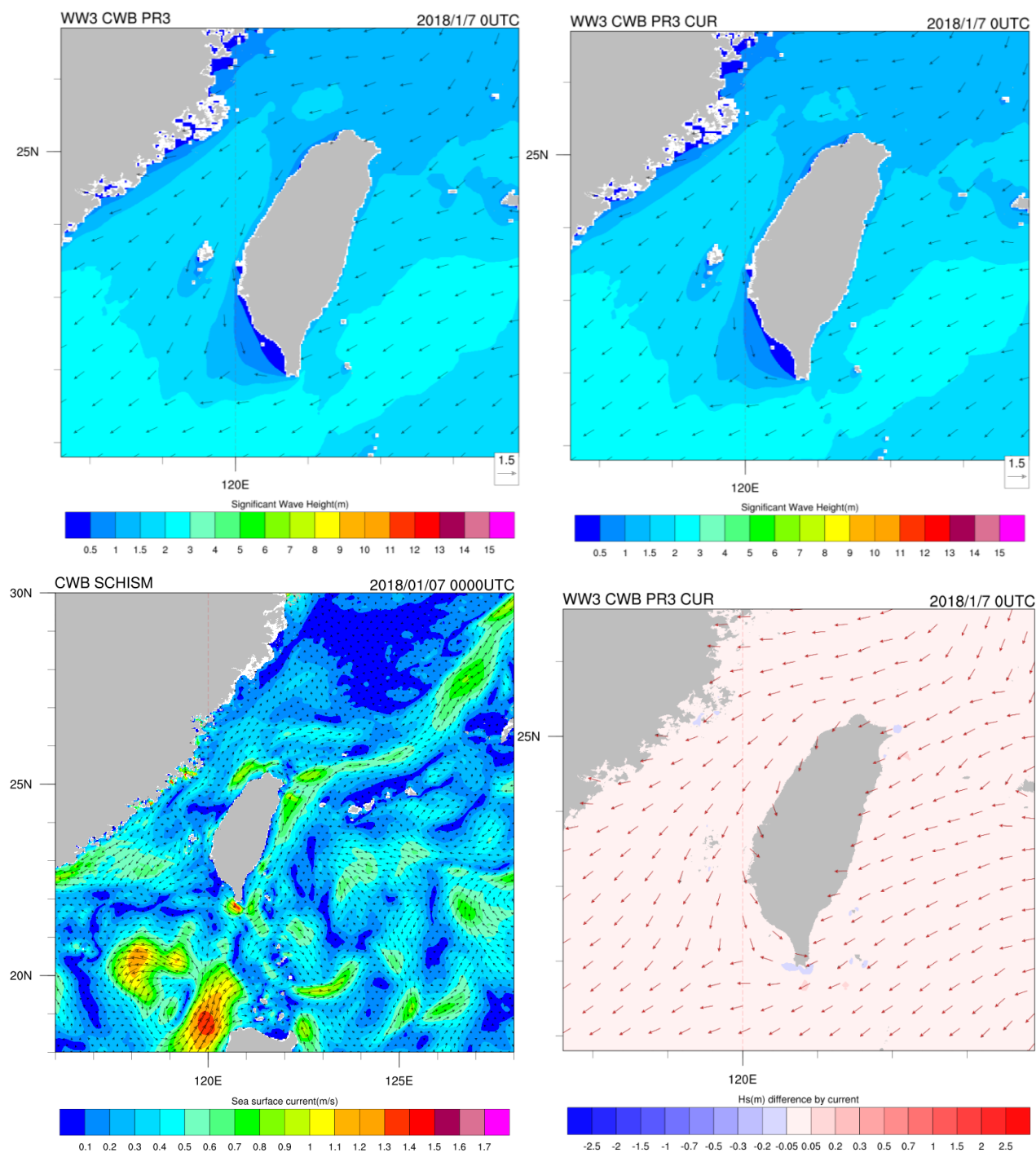


圖 69、波浪受流影響之波高變化(2018/01/7 00:00)(上左:未受流作用之波高及波向 上右:受流作用之波高及波向 下左: SCHISM 流場 下右:受流作用之波場及波向變化)

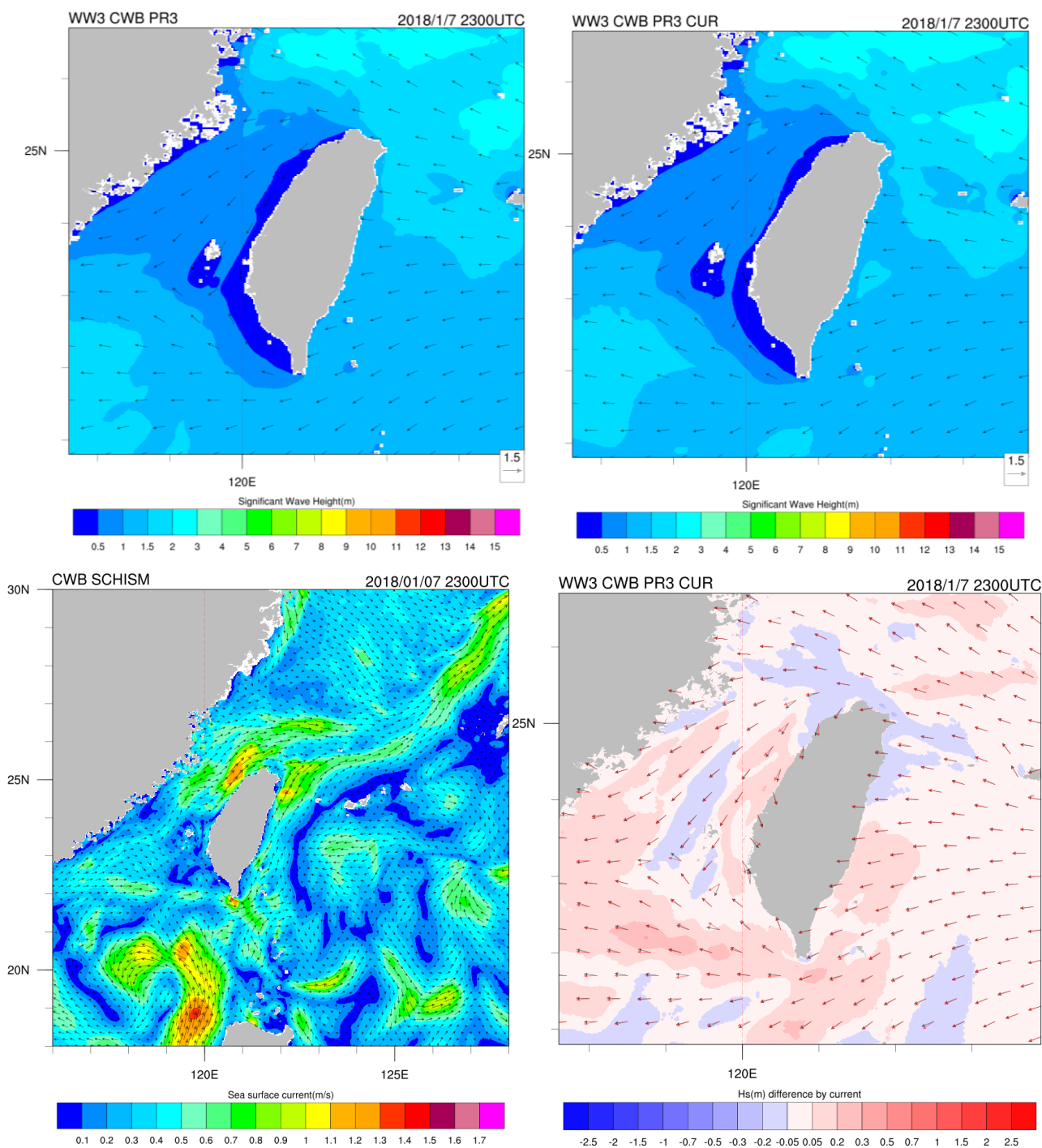


圖 70、波浪受流影響之波高變化(2018/01/7 23:00)(上左:未受流作用之波高及波向 上右:受流作用之波高及波向 下左: SCHISM 流場 下右:受流作用之波場及波向變化)

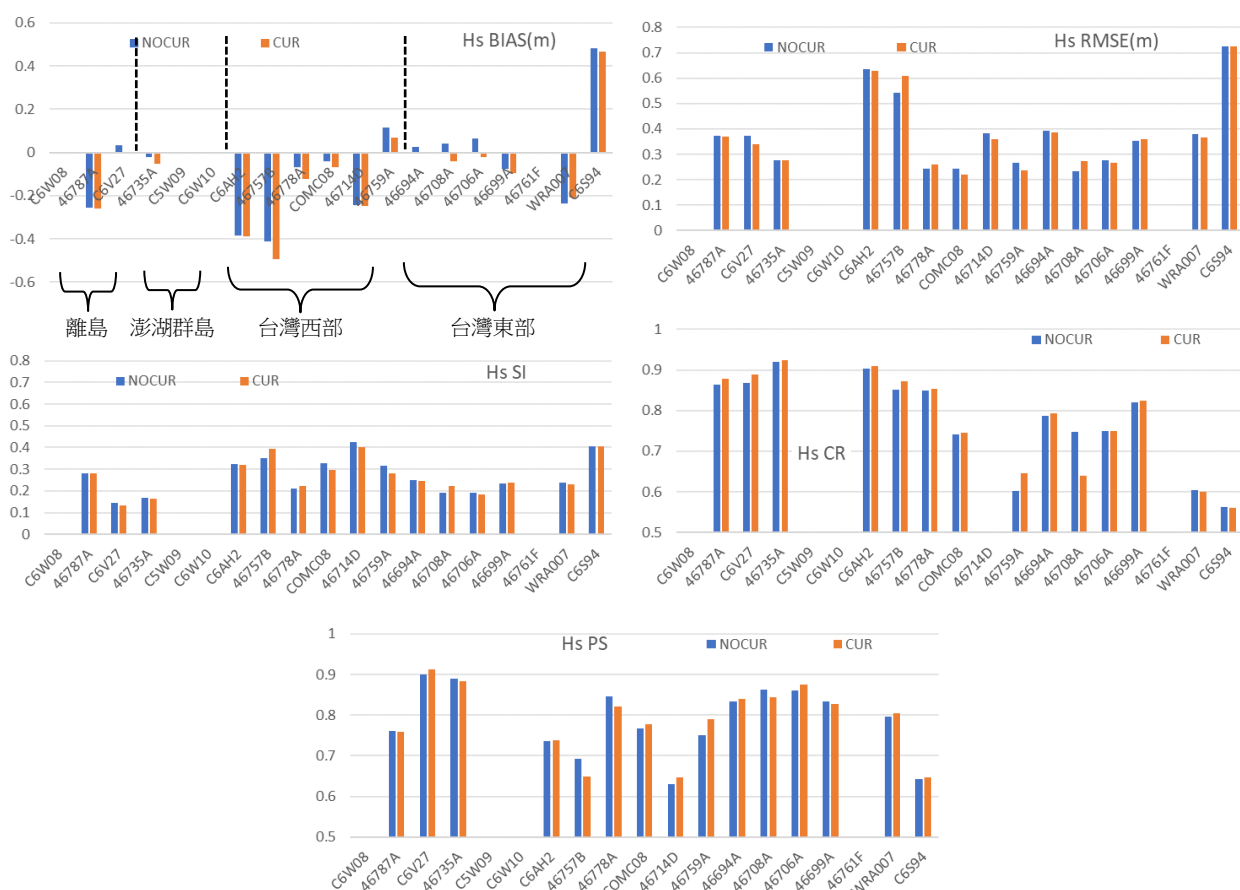


圖 71、氣象局觀測站之波高比較圖(2018/1)

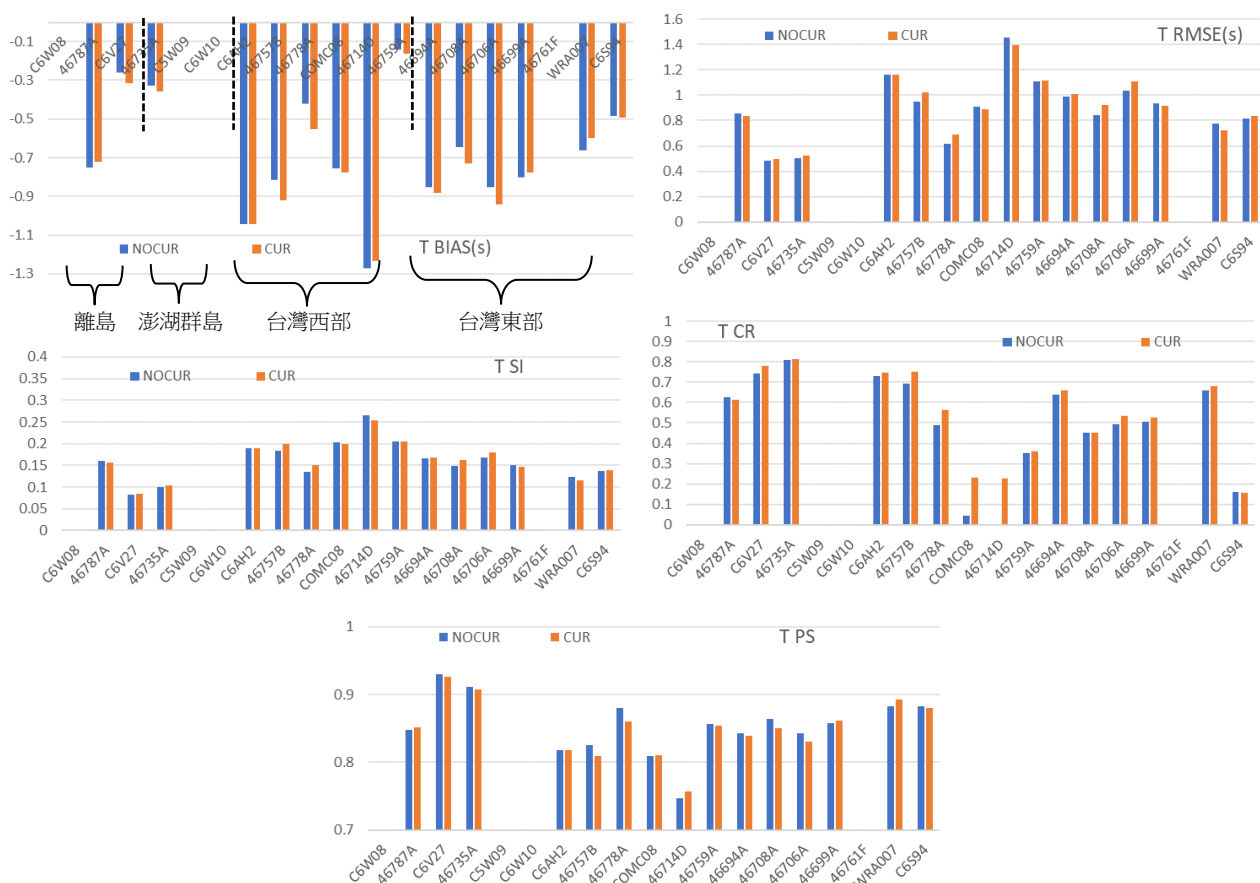


圖 72、氣象局觀測站之週期比較圖(2018/1)

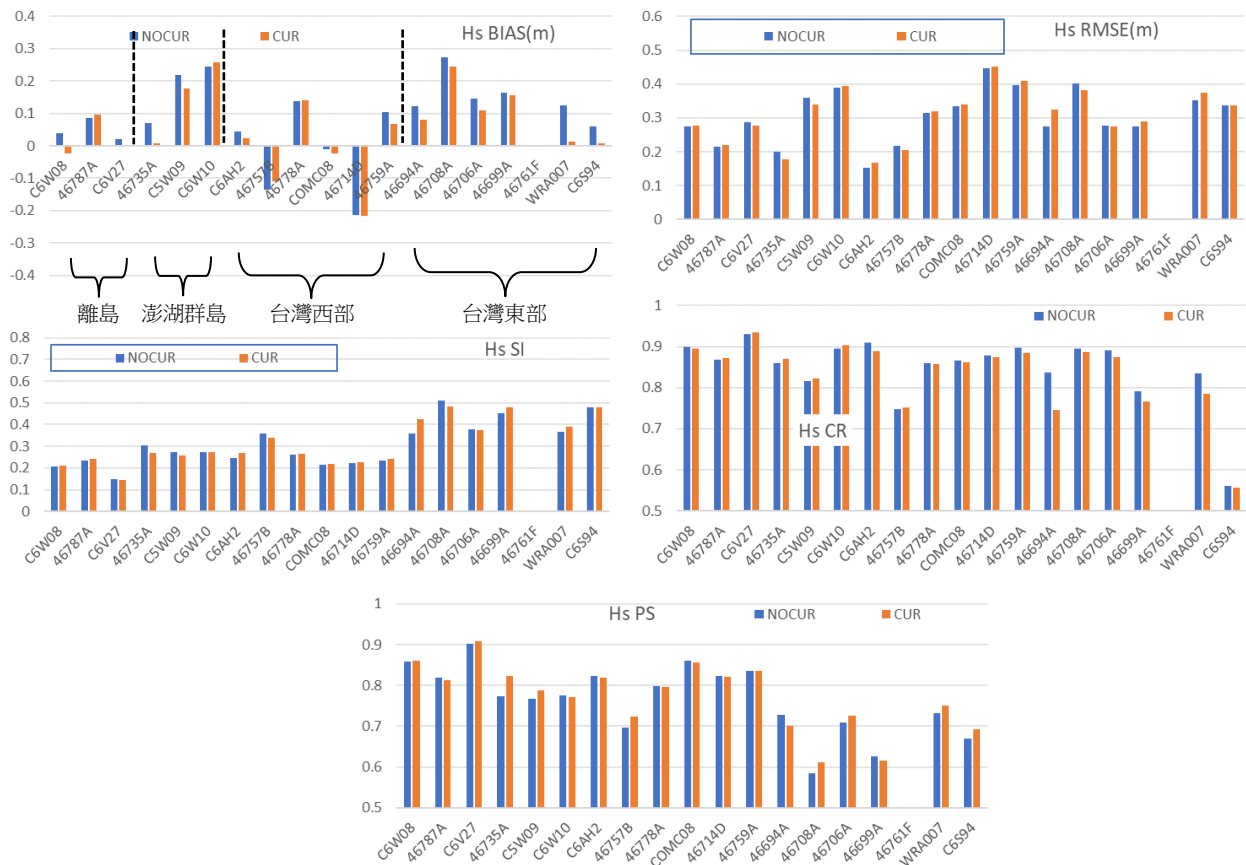


圖 73、氣象局觀測站之波高比較圖(2018/8)



圖 74、氣象局觀測站之週期比較圖(2018/8)

3-2 與 PAGASA 合作

5月23日下午參加VOTE II線上會議討論與PAGASA合作之波浪預報系統(圖75)，檢視工作進度，參與人員如表8，會中除了花費主要時間簡報雙方成果外，剩餘時間僅討論到目前PAGASA的需求，對方簡報在風場比較上成果挺為豐碩，但在波浪模式部分甚少進度，因此對方提出需再有訓練課程，會後再提出相關議題，6月24日PAGASA已提出訓練需求，且希望在9月舉辦5天訓練課程。唯此工作之發展情形，原本希望能直接建完模式後移轉PAGASA，然而額外的訓練可能隨著建置階段到維護階段都需要協助，此情形和由CWB建置執行，只提供相關預報資料的作法不同，後者相關協助問題將減少。此將由CWB共同討論二單位的合作模式後下決策，究竟是持續技術支援還是由CWB建置完成僅發送資料提供使用。

9月12~16日的線上訓練課程，由研究團隊依據需求辦理，課程內容如表9所示，上課最後一天合影如圖76。課程除了再次以目前氣象局作業化模式作為範本，說明模式設定等架構，主要還是解決其面臨的問題，例如Matlab版本的差異導致function的無作用、local端執行序差異等，雖然線上解決了不少問題，但離可以真正獨立作業仍然有差距，因此最後提出一些建議，1.硬體仍然不夠理想，編譯軟體無法提供MPI，望其改善 2.建議其可與NCEP合作颱風議題，在其東岸或西岸佈放浮標，提供更詳細的資訊 3.專責人員制，始看到成效。

表 8、VOTE II 線上會議參與人員

Breakout Room 4 <https://meet.google.com/zej-kski-qwz>

Room#4	
PROJECT 1 SUB-COMP D: Improvement of wave prediction system	
Philippines	Taiwan
Ms. Maria Cristina C. Uson (Chair)	Dr. Chuen-Teyr Terng (Chair)
Ms. Jehan Fe S. Panti	Mr. Chi-Hao Chu
Mr. John Mark Dolendo	Ms. Fan-ju Lin
Mr. Darwin Alejos, Jr.	Dr. Heng-Wen Chang
Ms. Alyssa V. Valerio	

表 9、2022 年 9 月 12~16 日 NWW3 線上訓練課程表

	Time	Agenda	speaker
Day 1	10:00-12:00	Grid generation (Domain) and multi-grid Nested Structured / Unstructured Grids WW3 set up	Heng-Wen Chang (Dr. Kevin)
	14:00-16:00	PAGASA's input files (Grids, Switch, Packages e.g., ST2, ST2+STAB2)	PAGASA
Day 2	10:00-12:00	Field output & point output Wave Spectra Outputting / plotting Wind sea and swell characterization	Heng-Wen Chang (Dr. Kevin)
	14:00-16:00	Observation Satellite data pre-processing and quality control	Heng-Wen Chang (Dr. Kevin)
Day 3	10:00-12:00	PAGASA present downloaded satellite observation datasets	PAGASA
	14:00-16:00	WW3 set up for hindcast	Heng-Wen Chang (Dr. Kevin)
Day 4	10:00-12:00	PAGASA's Plans for WW3 set up for hindcast	PAGASA
	14:00-16:00	Present / Discuss the CWB WW3 operational script	Heng-Wen Chang (Dr. Kevin)
Day 5	10:00-12:00	PAGASA's bash scripts	PAGASA
	14:00-16:00	Current and future WW3 set up for hindcast and forecast processing	Heng-Wen Chang (Dr. Kevin)

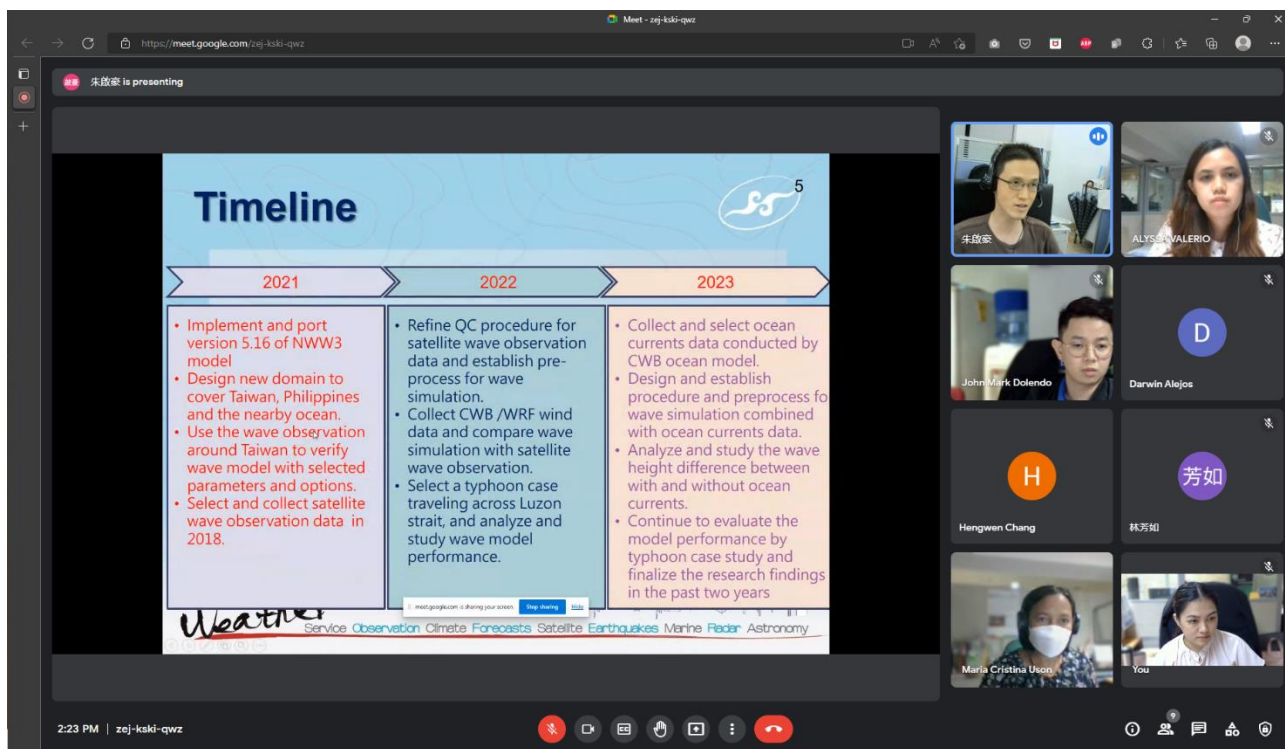


圖 75、VOTE II 線上會議(5 月 23 日)

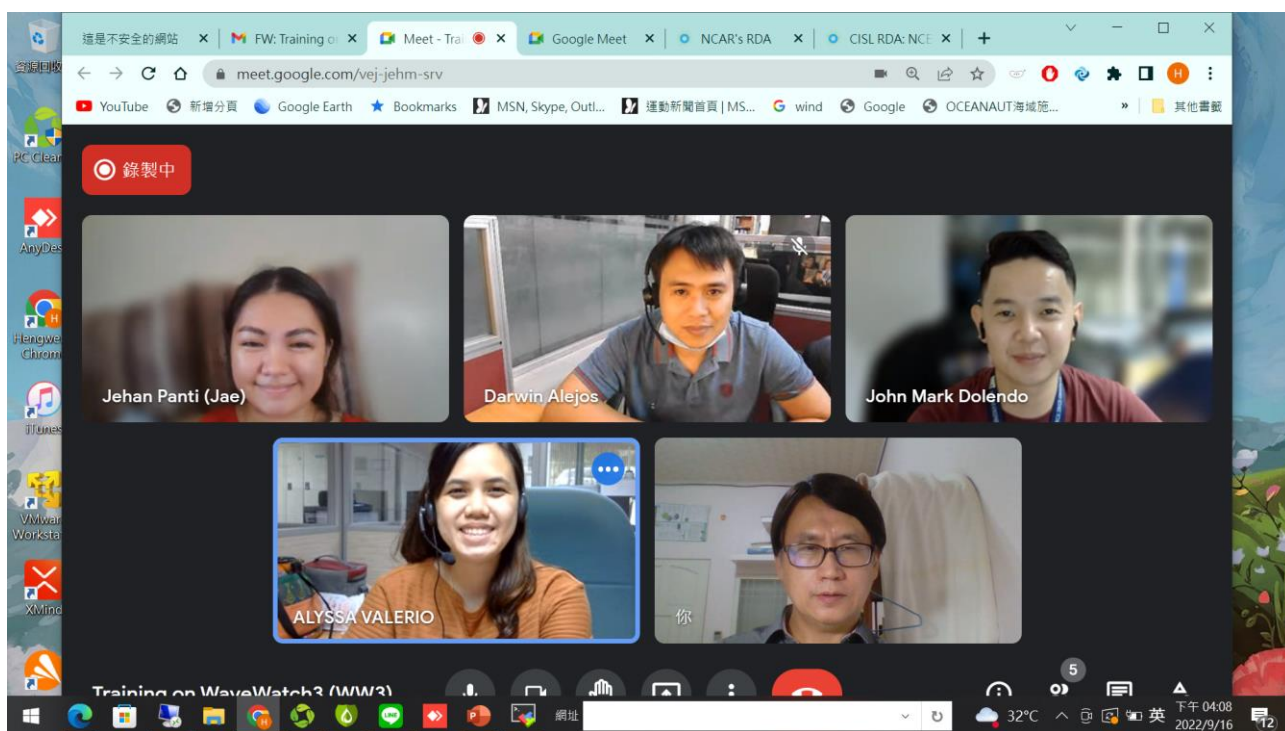


圖 76、2022 線上訓練課程

第四章、藍色公路預報系統更新及生活氣象資訊系統、系集預報系統維護

為延續先前年度所建立的藍色公路海氣象預報系統及波浪系集預報展示系統，本年度持續進行藍色公路海氣象預報系統的運維及功能更新，以及波浪系集預報展示系統的運維及更新。在藍色公路海氣象預報系統方面將進行藍色公路航線XML檔案及Opendata檔案的作業化產生及傳輸、運維透過API建立浮標觀測資料的擷取功能，同時會進行藍色公路端點校驗展示系統利用API截取觀測資料之更新運維。在生活休閒海象預報系統方面持續進行海水浴場、主要港口、休閒漁港、衝浪、浮潛及海釣的XML檔案的作業化產生及傳輸。在波浪系集預報展示系統方面，持續運維波浪系集預報展示系統，確保系統可以正常運作，並且每月更新Spread及RMS圖。本年度更新藍色公路海氣象資訊系統操作維護手冊、波浪系集預報展示系統操作維護手冊，並單獨製作藍色公路端點海象預報校驗系統操作維護手冊以及首次撰寫生活休閒海象預報系統操作維護手冊。上半年度完成藍色公路海氣象資訊系統操作維護手冊的更新(附件三)及藍色公路端點海象預報校驗系統操作維護手冊的製作(附件四)。在下半年度完成波浪系集預報展示系統操作維護手冊(附件五)及生活休閒海象預報系統操作維護手冊(附件六)。在下半年度還完成未列入期初工作項目的藍色公路預報延長作業，初步將藍色公路預報自48小時延長到120小時。

4-1 藍色公路預報系統維護

4-1-1 維運藍色公路海氣象預報系統

先前年度建立的藍色公路海氣象預報系統已經作業化正常運轉，現階段系統的架構如圖77所示，產生XML檔的主伺服器為新的135伺服器，而資料庫則是讀取IP為61.56.11.99 的VM。而備份系統現階段的架構則如圖78所示。109年度已經完成自觀測課的API直接截取海氣象觀測資料，融入XML產生程式中，因此不需要在預報課的資料庫中再複製維運buoy資料表。

111年度持續使用已建置的系統來進行維護與功能擴充，並與業務單位保持密切聯繫，隨時提報系統運作情形與編修現況。由於每次赴中央氣象局海象測報中心進行系統建置與維護相關作業時皆有填寫維護紀錄，並將維護紀錄分季合併成一覽表方便閱覽查詢，確保系統問題有確實解決而新建功能可以符合業務單位的需求。現在也可利用遠端特定IP的電腦，透過行動裝置上的MOTP(Mobile One Time Password)認證，連結到中央氣象局的VM，然後再透過遠端桌面連到藍色公路海氣象預報系統所在的伺服器，進行藍色公路相關程式的編修維運。

2月14日通知因為局內資安要求，觀測課API網址變更為加密網址 <https://mmcobs-api.cwb.gov.tw>，相關藍色公路及生活氣象的XML產生程式(有含觀測資料的)皆需要編修。關於使用API讀取觀測資料在程式修改的部分主要是使用VB.NET的HttpWebRequest去呼叫API (https://mmcobs-api.cwb.gov.tw/open_api/ObservData?station_id=xxx&startTime=xxx&endTime=xxx)。呼叫時帶入station_id、startTime、endTime的值後，會回傳JSON格式的觀測資料，再透過Newtonsoft.Json函數解碼相關資料去進行模式結果的修正及建置最後的XML檔案。

在擷取觀測資料前，需要用同樣的方式先擷取測站在各觀測項目的狀態，若該項目的status回傳「1」則擷取到的值是在儀器正常運作下所測到的值，呼叫的API是「https://mmcobs-api.cwb.gov.tw/open_api/Station/ObsVariableStatus?station_id=xxx&startTime=xxx&endTime=xxx」。帶入station_id然後擷取最新的三筆資料透過GetResponseStream傳回json格式的資料，再透過Newtonsoft.Json下的函數來解析出各觀測項目的狀態。

由於沒有事先通知關於API加密及網址變更的情況，藍色公路網頁一度停止更新，經過緊急編修產生藍色公路XML檔的程式後，藍色公路網頁隨即恢復正常。

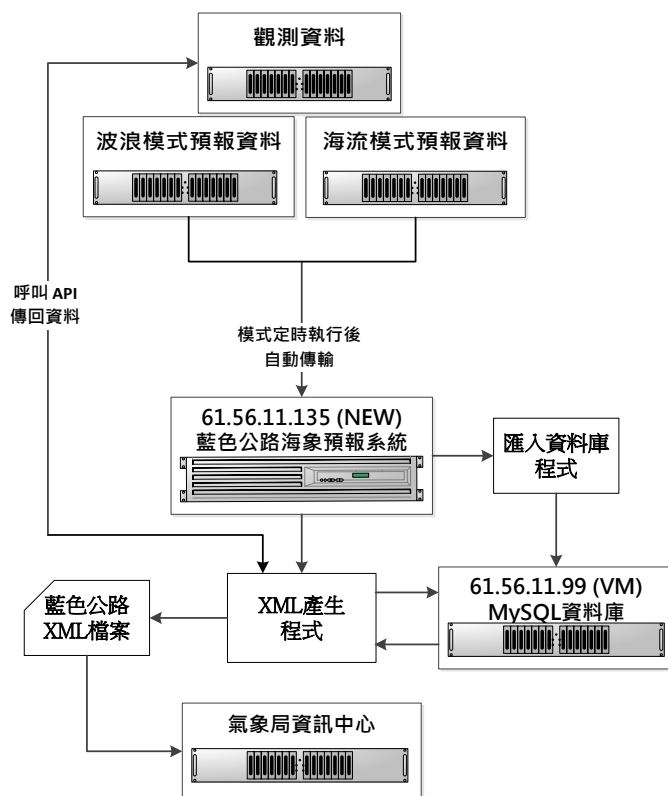


圖 77、藍色公路海氣象預報系統作業化架構

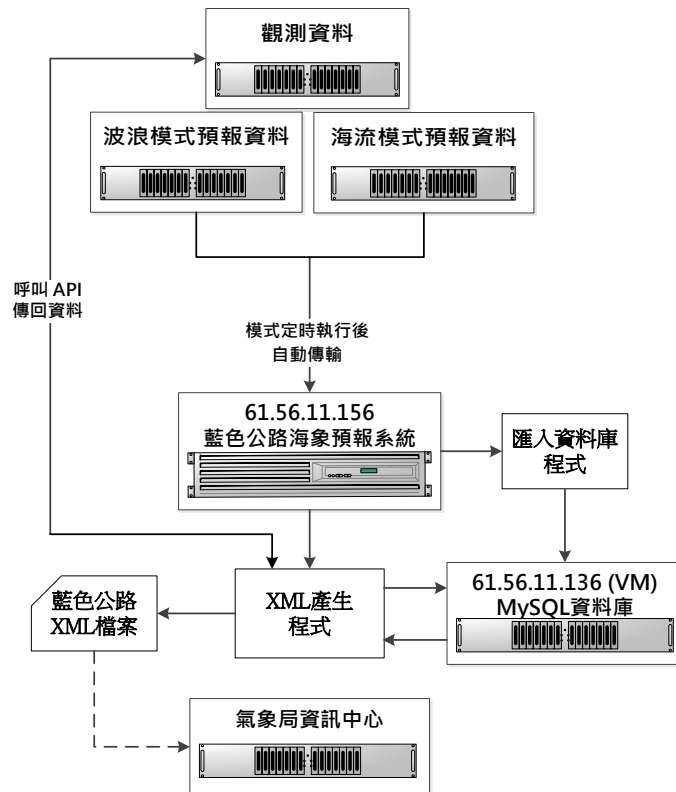


圖 78、藍色公路海氣象預報系統段備援系統架構

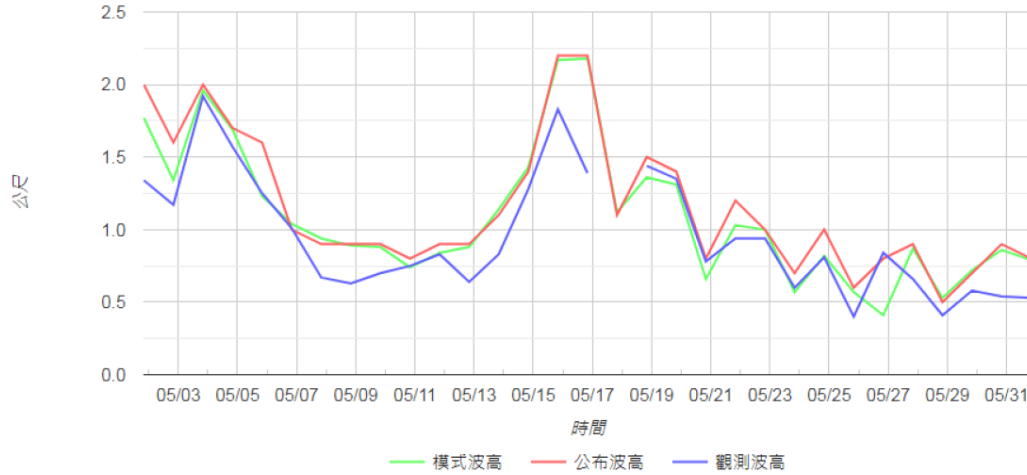
4-1-2 藍色公路端點校驗展示系統更新運維

藍色公路端點校驗展示系統是一套web-based自動化校驗程式，在106年度已經建置完成，直接讀取資料庫內的觀測資料、模式資料、及修正後對外公布的資料進行校驗比對繪圖與統計數據計算。該系統透過網頁的方式讓業務單位可以經由瀏覽器輕易的看到校驗比對的結果，完全不需要以手動的方式複製到Excel中進行繪圖及計算。校驗系統使用Google Chart為網路繪圖開發工具 (<https://developers.google.com/chart/>)。藍色公路校驗系統介面如圖79所示，系統架構如圖80所示。

藍色公路校驗

航線: AG 烏石龜山島	年: 2022	月: 5月	起迄點: ☒ 起點 ☐ 迄點	模式RUN: 00	+HOURS: 12	開始校驗
-----------------	------------	----------	--	--------------	---------------	------

烏石龜山島航線 (1航段)
起點(AG01) 對 烏石漁港(OAC005)
00RUN+12H
2022年05月



預報						觀測									
route	section	dt	waveh	validdt	web	stid	datetime	Hs	Hd	Tp	Ws	Wd			
AG	01	22050120	1.77	22050100	2	OAC005	2022-05-01 20:00:00	1.34	78	6.2	8	8			
AG	01	22050220	1.34	22050200	1.6	OAC005	2022-05-02 20:00:00	1.17	90	6.5	4.8	5			
AG	01	22050320	1.96	22050300	2	OAC005	2022-05-03 20:00:00	1.92	90	5.9	5.8	35			
AG	01	22050420	1.69	22050400	1.7	OAC005	2022-05-04 20:00:00	1.57	90	5.8	2.5	131			
AG	01	22050520	1.23	22050500	1.6	OAC005	2022-05-05 20:00:00	1.25	123	6.5	3.6	13			
AG	01	22050620	1.04	22050600	1	OAC005	2022-05-06 20:00:00	1.01	67	6.8	4.7	352			
AG	01	22050720	0.94	22050700	0.9	OAC005	2022-05-07 20:00:00	0.67	123	5.4	4.1	7			
AG	01	22050820	0.89	22050800	0.9	OAC005	2022-05-08 20:00:00	0.63	101	5.8	4.3	348			
AG	01	22050920	0.88	22050900	0.9	OAC005	2022-05-09 20:00:00	0.7	101	5.3					
AG	01	22051020	0.74	22051000	0.8	OAC005	2022-05-10 20:00:00	0.75	123	5.4	2.2	316			
AG	01	22051120	0.84	22051100	0.9	OAC005	2022-05-11 20:00:00	0.83	157	5.4	1.9	340			
AG	01	22051220	0.88	22051200	0.9	OAC005	2022-05-12 20:00:00	0.64	112	5.6	2	128			
AG	01	22051320	1.14	22051300	1.1	OAC005	2022-05-13 20:00:00	0.83	157	5.8	5.4	347			
AG	01	22051420	1.43	22051400	1.4	OAC005	2022-05-14 20:00:00	1.28	78	6	6.4	9			
AG	01	22051520	2.17	22051500	2.2	OAC005	2022-05-15 20:00:00	1.83	78	6.7	5.8	16			
AG	01	22051620	2.18	22051600	2.2	OAC005	2022-05-16 20:00:00	1.39	67	6.7	6	20			
AG	01	22051720	1.12	22051700	1.1	OAC005	2022-05-17 20:00:00				3.4	9			
AG	01	22051820	1.36	22051800	1.5	OAC005	2022-05-18 20:00:00	1.44	101	5.3	5.2	138			
AG	01	22051920	1.31	22051900	1.4	OAC005	2022-05-19 20:00:00	1.35	90	5.9	2.5	254			
AG	01	22052020	0.66	22052000	0.8	OAC005	2022-05-20 20:00:00	0.78	112	5.6	5.4	16			
AG	01	22052120	1.03	22052100	1.2	OAC005	2022-05-21 20:00:00	0.94	78	6	5.7	355			
AG	01	22052220	1	22052200	1	OAC005	2022-05-22 20:00:00	0.94	78	6	1.7	242			
AG	01	22052320	0.57	22052300	0.7	OAC005	2022-05-23 20:00:00	0.6	101	5.7	4.6	280			
AG	01	22052420	0.82	22052400	1	OAC005	2022-05-24 20:00:00	0.81	101	6.9					
AG	01	22052520	0.57	22052500	0.6	OAC005	2022-05-25 20:00:00	0.4	90	5					
AG	01	22052620	0.41	22052600	0.8	OAC005	2022-05-26 20:00:00	0.84	78	5.2	4.1	26			
AG	01	22052720	0.87	22052700	0.9	OAC005	2022-05-27 20:00:00	0.66	78	5.8					
AG	01	22052820	0.53	22052800	0.5	OAC005	2022-05-28 20:00:00	0.41	157	5.1	1.2	246			
AG	01	22052920	0.72	22052900	0.7	OAC005	2022-05-29 20:00:00	0.58	135	5.1	1.4	321			
AG	01	22053020	0.86	22053000	0.9	OAC005	2022-05-30 20:00:00	0.54	146	5	1.3	270			
AG	01	22053120	0.79	22053100	0.8	OAC005	2022-05-31 20:00:00	0.53	123	4.9					

校驗項目	相關係數 (CR)	均方差 (RMSE)	平均偏差 (BIAS)	有效對數
觀測 vs 模式	0.8963	0.25	0.13	30
觀測 vs 對外公佈	0.9238	0.28	0.21	30

圖 79、藍色公路波浪預報校驗系統結果展示

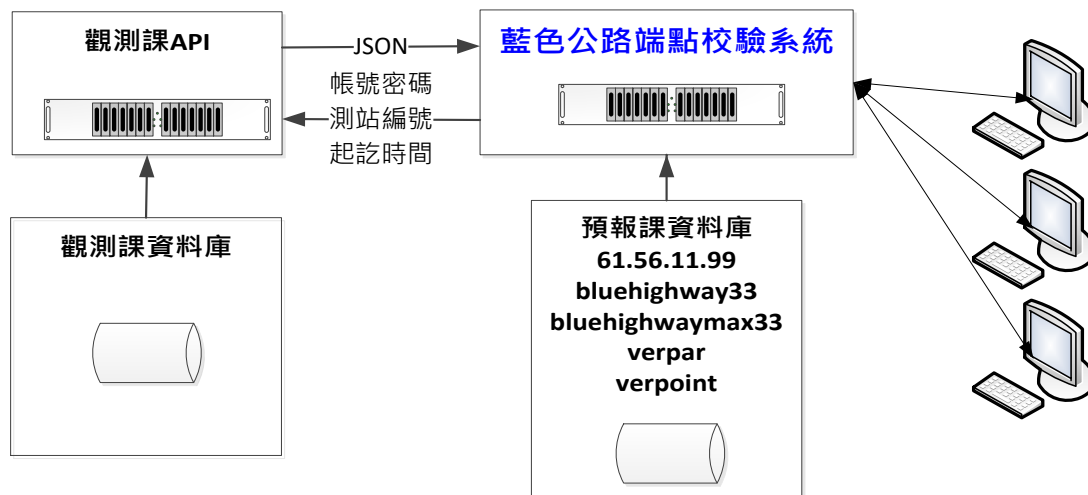


圖 80、藍色公路波浪預報校驗架構圖

在建置藍色公路校驗系統前，需要先建立校驗端點資料庫，由於近年來航線數自20條增加到33條，因此校驗端點資料庫內容在先前年度更新如表10所示。灰底色欄位為現階段無觀測站或是暫停自港灣技術研究中心取得資料之端點，在系統操作時會顯示無觀測資料的訊息。AU、AV、AW三條航線為對岸提供之藍色公路預報資料，因此不納入此系統中。在今年上半年如前述因為在烏石龜山島航線增加了蜜月灣浮標觀測資料，因此pro資料庫內的verpoint資料表格內容需要編修以增加編號OAC005的蜜月浮標。

蜜月灣測站OAC005增加至烏石龜山島航線預報於5月5日完成，雖然蜜月灣離烏石漁港直線距離約8公里，但因為現在烏石港沒有觀測資料，因此用蜜月灣的資料放入藍色公路預報中。由於烏石龜山島航線只有一個航段，所以在觀測資料修正預報資料的作業上是使用兩個端點觀測資料的最大值來修正。

在5月5日正式增加蜜月灣測站後，如圖81所示可以看見官網上10:00藍色公路在烏石龜山島航線的預報值應該使用了蜜月灣浮標資料與龜山島浮標資料的最大值來修正模式預報，龜山島浮標在5月5日09:00的觀測值為1.09公尺，而烏石漁港(蜜月灣浮標)09:00的觀測值為1.53公尺，經查詢模式預報點(121.889, 24.858)在2022/05/05 00 RUN的第2小時波高為1.528公尺(表11)，小於蜜月灣的觀測值因此在產生XML的程式有啟動用蜜月灣的觀測值作為最後對外公布的波高，不過由於最後官網顯示的預報波高只有小數點1位，因此取代與否最終結果是一樣的。

另外如前述因為局內資安要求，觀測課API網址變更為加密網址 <https://mmcoobs-api.cwb.gov.tw>，藍色公路端點校驗系統在擷取觀測資料部分也要進行變更，但是與藍色公路海氣象資訊系統不同的是此系統是使用php程式，相關加密傳輸會導致原先程式無法正常傳輸呼叫API後產生的資料，經檢視查詢需要變更CURLOPT_SSL_VERIFYHOST及CURLOPT_SSL_VERIFYPEER參數設定。經設定完成後，藍色公路端點海象校驗系統已可以正常運作。

表 10、藍色公路校驗系統端點資料表

航線	名稱	航段數	起段編號	起點 觀測站名	起點 觀測站號	終段 編號	終點 觀測站名	終點 觀測站號
AA	基隆馬祖	8	1	基隆港	0001	6	馬祖浮標	C6W08
AB	臺中馬公	2	1	台中港	0005	2	澎湖浮標	46735A
AC	高雄馬公	4	1	高雄港	0004	4	澎湖浮標	46735A
AD	東港小琉球	1	1	-	-	1	小琉球浮標	46714D
AE	臺東綠島	1	1	臺東浮標	WRA007	1	-	-
AF	布袋馬公	2	1	臺西平台	46748H	2	澎湖浮標	46735A
AG	烏石龜山島	1	1	-	-	1	龜山島浮標	46708A
AH	臺中平潭	3	1	臺中港	0005	3	-	-
AI	臺東蘭嶼	3	1	臺東浮標	WRA007	3	-	-
AJ	後壁湖蘭嶼	2	1	鵝鑾鼻浮標	46759A	2	-	-
AK	基隆龍洞	1	1	基隆港	0001	1	龍洞浮標	46694A
AL	龍洞龜山島	2	1	龍洞浮標	46694A	2	龜山島浮標	46708A
AM	基隆臺中	5	1	基隆港	0001	5	臺中港	0005
AN	基隆臺州	4	1	基隆港	0001	4	-	-
AO	臺中高雄	5	1	臺中港	0005	5	高雄港	0004
AP	臺中金門	4	1	臺中港	0005	4	金門浮標	46787A
AQ	高雄花蓮	7	1	高雄港	0004	7	花蓮港	0003
AR	花蓮基隆	6	1	花蓮港	0003	6	基隆港	0001
AS	花蓮蘇澳	3	1	花蓮港	0003	3	蘇澳港	0002
AT	臺北港平潭	3	1	臺北港	0006	3	-	-
AX	安平東吉島	1	1	七股	46778A	1	東吉島	C5W09
AY	蘇澳石垣島	4	1	蘇澳港	0002	4	-	-
AZ	萬里彭佳嶼	4	1	-	-	4	彭佳嶼浮標	C6B01
BA	基隆南竿	8	1	基隆港	0001	8	-	-
BB	南竿東引	2	1	-	-	2	馬祖浮標	C6W08
BC	南竿莒光	1	1	-	-	1	-	-
BD	北竿黃岐	1	1	-	-	1	-	-
BE	將軍東吉	1	1	-	-	1	東吉島	C5W09
BF	鳳鼻頭小琉球	1	1	-	-	1	小琉球浮標	46714D
BG	馬公望安七美	2	1	澎湖浮標	46735A	2	-	-

表 11、烏石龜山島航線點 2022/05/05 00 RUN

% Time	Xp	Yp	Hsig	Period	Wlen	Dir	X-Windv	Y-Windv
% []	[degr]	[degr]	[m]	[sec]	[m]	[degr]	[m/s]	[m/s]
%								
20220505.000000	121.715	25.256	1.588	5.91	78.8	178.4	-1.5799	0.7981
20220505.000000	121.517	25.438	1.635	5.45	73.5	181.6	-3.7190	-2.6040
20220505.000000	121.278	25.646	1.807	4.73	57.3	201.4	-6.0449	-8.9619
:	:	:	:	:	:	:	:	:
20220505.000000	121.889	24.858	1.620	5.85	78.3	169.3	0.5712	0.1007
:	:	:	:	:	:	:	:	:
20220505.010000	121.715	25.256	1.574	5.90	78.6	178.8	-3.1830	-0.2114
20220505.010000	121.517	25.438	1.640	5.35	72.2	184.0	-4.5804	-4.4698
20220505.010000	121.278	25.646	1.815	4.72	56.9	203.0	-5.7232	-9.1589
:	:	:	:	:	:	:	:	:
20220505.010000	121.889	24.858	1.575	5.87	77.4	169.8	1.0746	-0.7665
:	:	:	:	:	:	:	:	:
20220505.020000	121.715	25.256	1.563	5.86	78.2	179.4	-3.8166	-2.6035
20220505.020000	121.517	25.438	1.676	5.13	68.9	189	-4.9017	-6.6484
20220505.020000	121.278	25.646	1.817	4.72	56.5	204.4	-5.4	-9.3531
:	:	:	:	:	:	:	:	:
20220505.020000	121.889	24.858	1.528	5.88	76.6	170.5	-0.2592	-2.386
:	:	:	:	:	:	:	:	:

航線名稱
烏石龜山島航線 確定

航段海象預報表

出發時間
05/05 10:00 各航段未來48小時預報

烏石 > 龜山島 龜山島 > 烏石

航段時間	浪高 (m)	浪向	週期	風速 (m/s)	風級	風向	流速 (m/s)	流向	天氣
一 05/05 10:00	1.5	←	5.8	1.8	2	↓	0.2	↑	-

即時觀測

龜山島浮標 烏石浮標

時間	07時	08時	09時
浪高 (m)	1.78	1.58	1.53
浪向	←	←	←
週期	6.2	5.7	6.1
風速 (m/s)	3.0	1.6	-
風級	2	2	-
風向	↑	↓	-
流速 (m/s)	-	-	-

航線名稱
烏石龜山島航線 確定

航段海象預報表

出發時間
05/05 10:00 各航段未來48小時預報

烏石 > 龜山島 龜山島 > 烏石

航段時間	浪高 (m)	浪向	週期	風速 (m/s)	風級	風向	流速 (m/s)	流向	天氣
一 05/05 10:00	1.5	←	5.8	1.8	2	↓	0.2	↑	-

即時觀測

龜山島浮標 烏石浮標

時間	07時	08時	09時
浪高 (m)	1.29	1.32	1.09
浪向	←	←	←
週期	5.3	5.5	5.6
風速 (m/s)	2.6	1.7	1.6
風級	2	2	2
風向	↑	↓	↓
流速 (m/s)	-	-	-

圖 81、藍色公路烏石龜山島航線海氣象預報網頁(2022/05/05 10:00)

4-1-3 藍色公路端點校驗結果評估

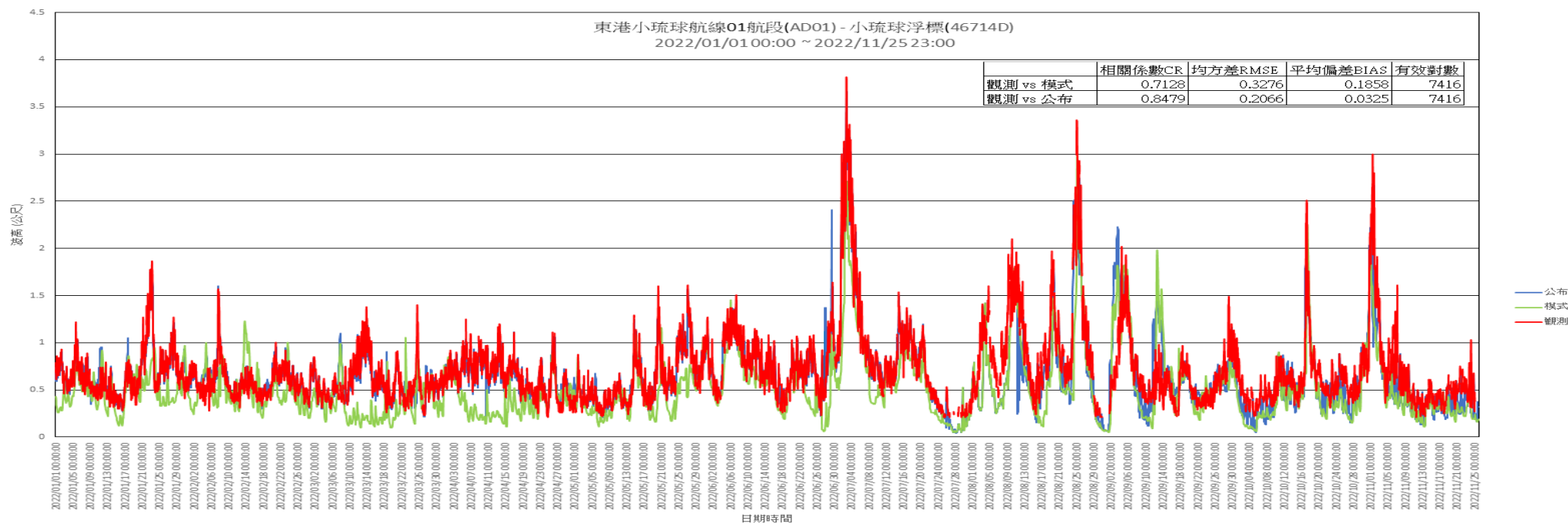
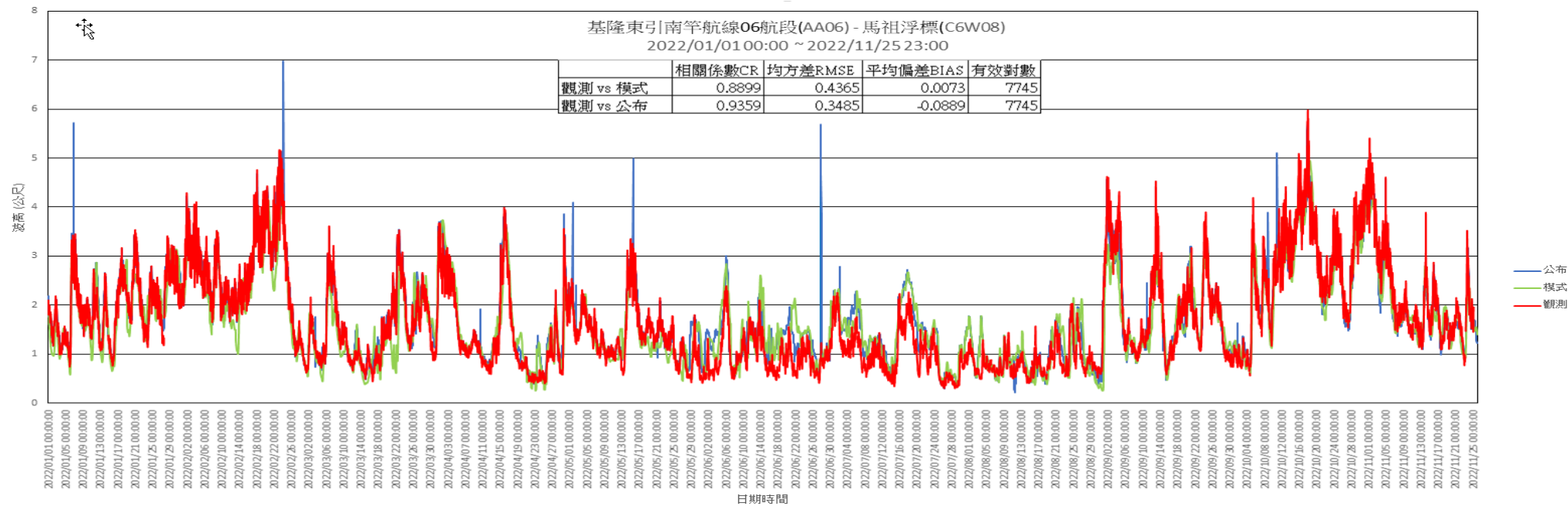
作業化藍色公路預報建置有端點校驗的展示系統，隨時可以看出差異，本計畫並未列入準確度比對的工作項目，為因應期中委員之建議，因此在期末增加部分測站的比對結果。這些航線端點與對應的浮標資料如表12所示。比對結果觀測資料與發布資料的相關係數多比觀測資料與模式資料高，而均方差也是觀測資料與發布資料表現較好。比對結果如表13所示。圖82顯示藍色公路端點校驗時序列圖。

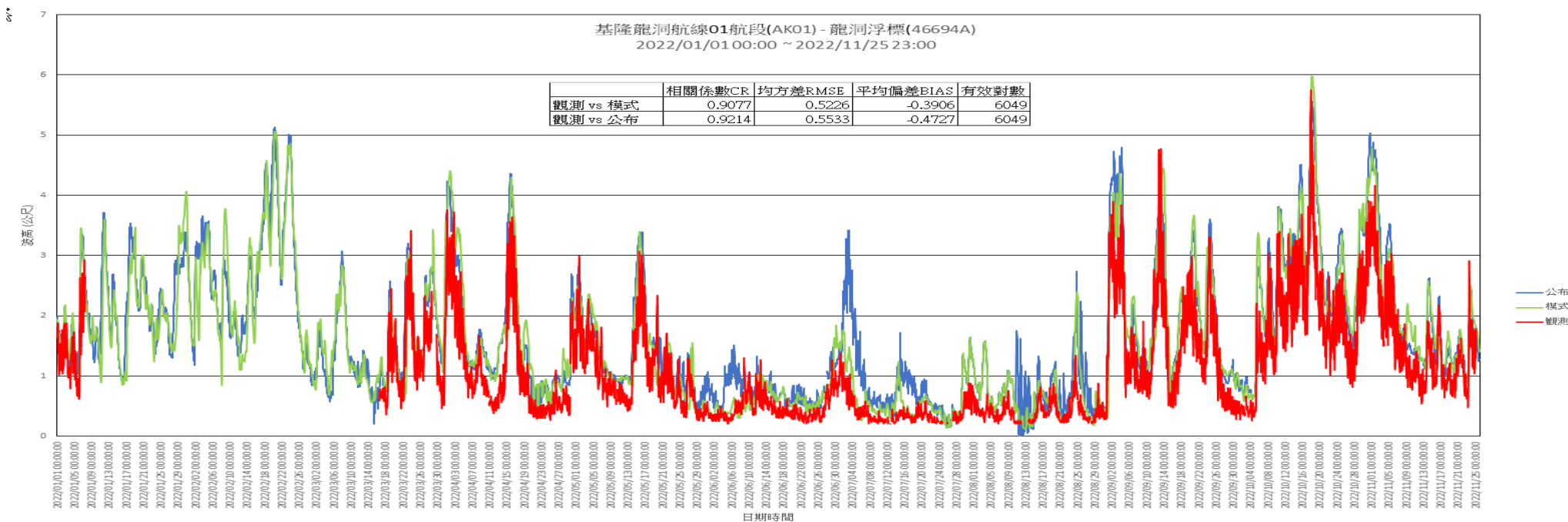
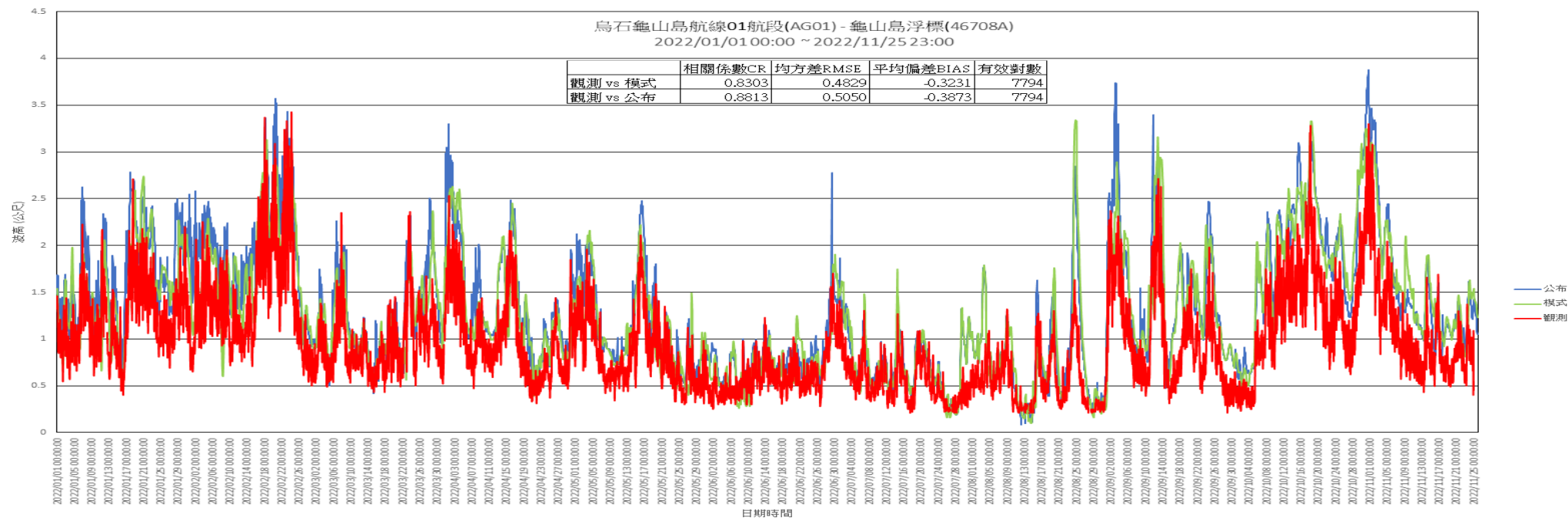
表 12、藍色公路端點對應一覽表

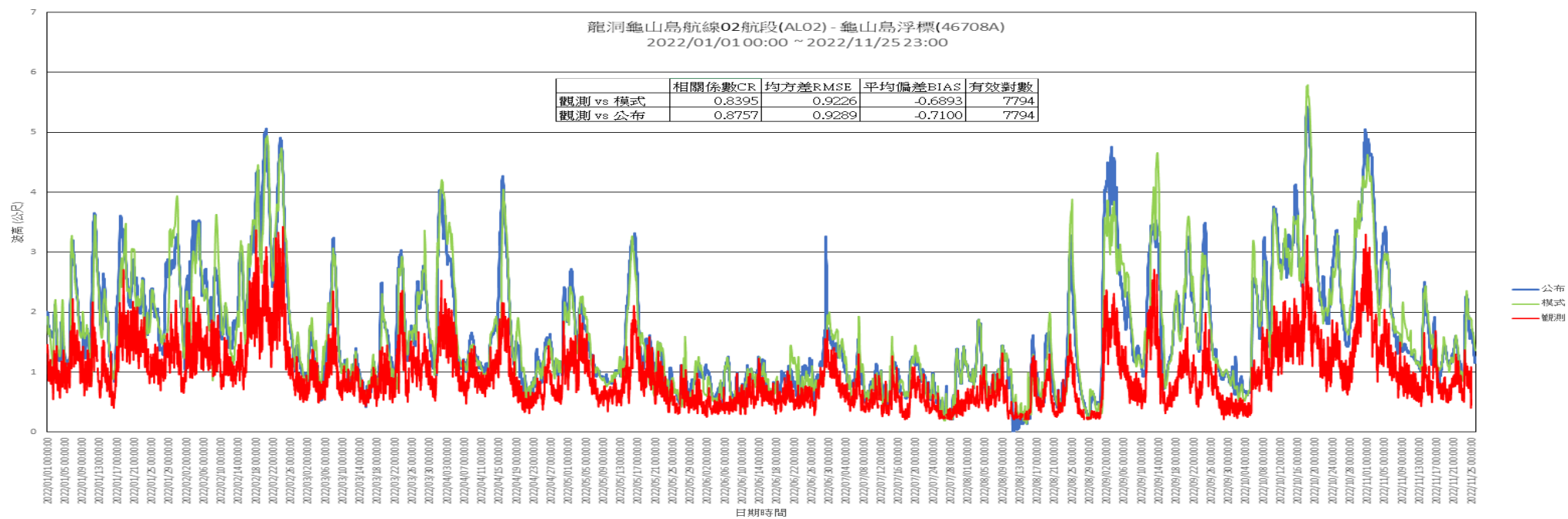
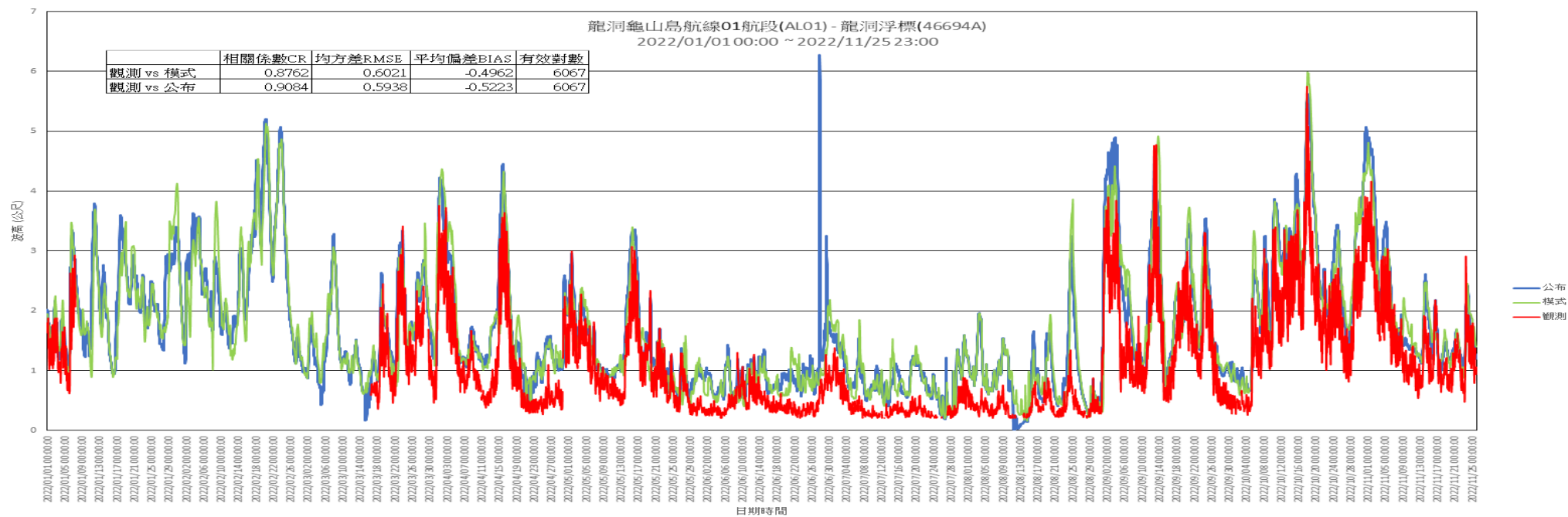
航線	名稱	航段數	航段編號	觀測站名	觀測站號
AA	基隆東引南竿	8	6	馬祖浮標	C6W08
AD	東港小琉球	1	1	小琉球浮標	46714D
AG	烏石龜山島	1	1	龜山島浮標	46708A
AK	基隆龍洞	1	1	龍洞浮標	46694A
AL	龍洞龜山島	2	1	龍洞浮標	46694A
AL	龍洞龜山島	2	2	龜山島浮標	46708A
AZ	萬里彭佳嶼	4	4	彭佳嶼浮標	C6B01
BB	南竿東引	2	2	馬祖浮標	C6W08

表 13、藍色公路端點校驗結果

航段編號	名稱	測站編號	觀測站名	比對項目	相關係數CR	均方差RMSE	平均偏差BIAS	有效對數
AA06	基隆東引南竿	C6W08	馬祖浮標	觀測 vs 模式	0.8899	0.4365	0.0073	7745
				觀測 vs 公布	0.9359	0.3485	-0.0889	7745
AD01	東港小琉球	46714D	小琉球浮標	觀測 vs 模式	0.7128	0.3276	0.1858	7416
				觀測 vs 公布	0.8479	0.2066	0.0325	7416
AG01	烏石龜山島	46708A	龜山島浮標	觀測 vs 模式	0.8303	0.4829	-0.3231	7794
				觀測 vs 公布	0.8813	0.5050	-0.3873	7794
AK01	基隆龍洞	46694A	龍洞浮標	觀測 vs 模式	0.9077	0.5226	-0.3906	6049
				觀測 vs 公布	0.9214	0.5533	-0.4727	6049
AL01	龍洞龜山島	46694A	龍洞浮標	觀測 vs 模式	0.8762	0.6021	-0.4962	6067
				觀測 vs 公布	0.9084	0.5938	-0.5223	6067
AL02	龍洞龜山島	46708A	龜山島浮標	觀測 vs 模式	0.8395	0.9226	-0.6893	7794
				觀測 vs 公布	0.8757	0.9289	-0.7100	7794
AZ04	萬里彭佳嶼	C6B01	彭佳嶼浮標	觀測 vs 模式	0.7658	0.6247	-0.5992	3783
				觀測 vs 公布	0.8201	0.6199	-0.6351	3783
BB02	南竿東引	C6W08	馬祖浮標	觀測 vs 模式	0.8733	0.5659	0.2844	7745
				觀測 vs 公布	0.9322	0.3540	0.0591	7745







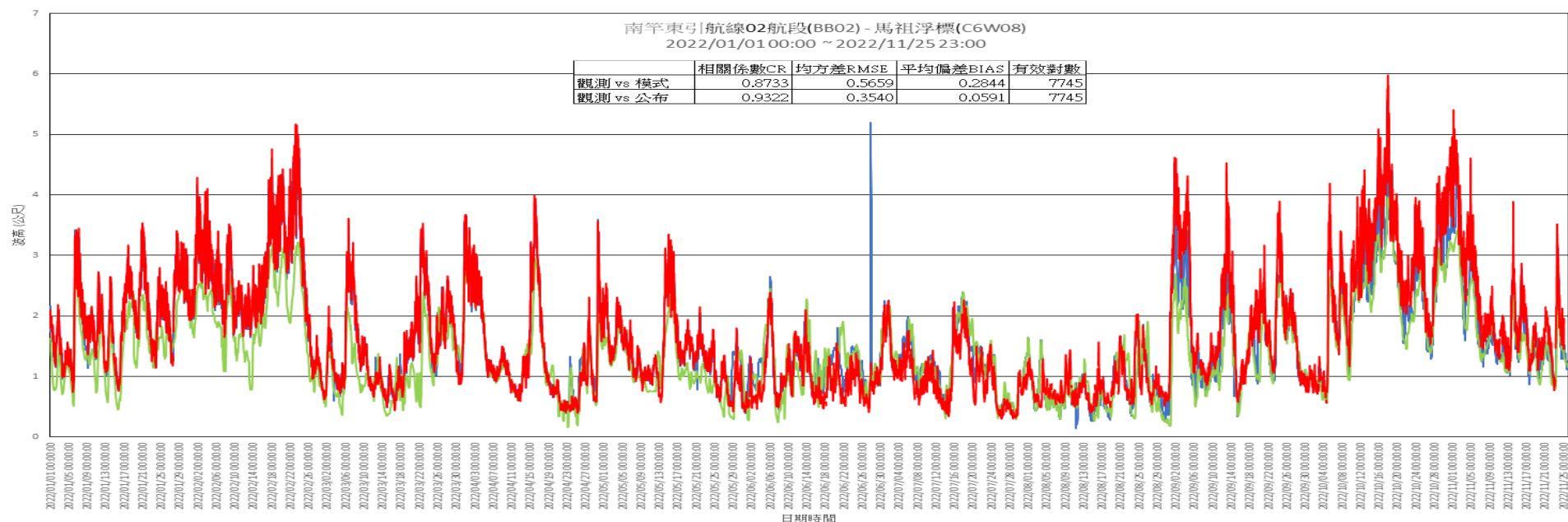
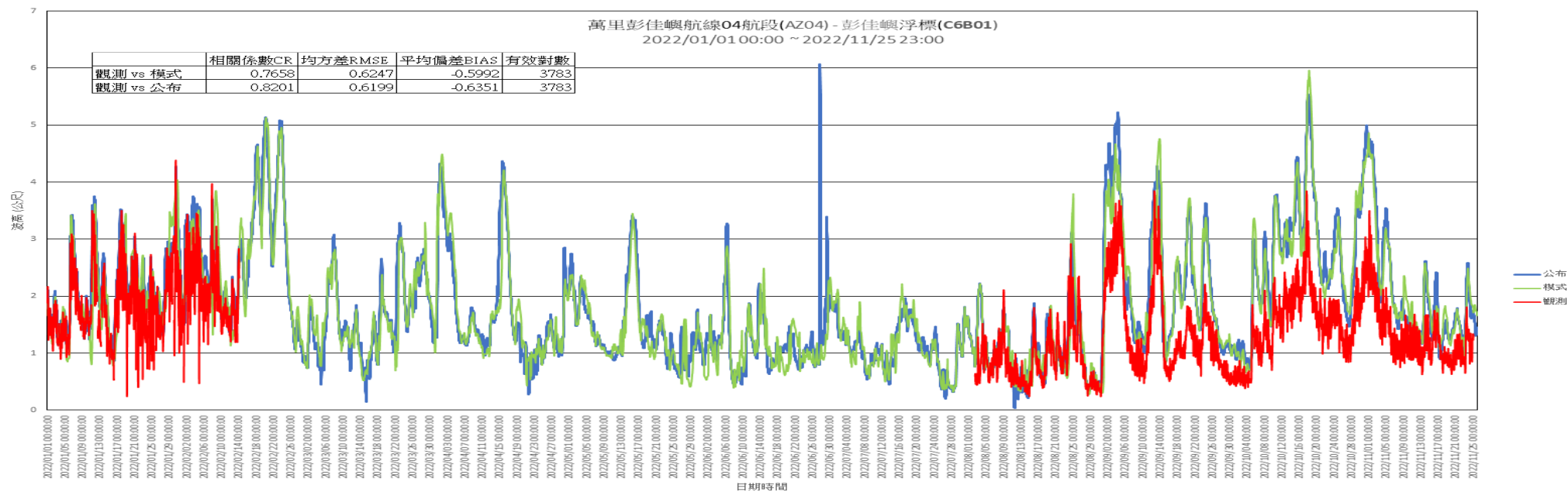


圖 82、藍色公路端點校驗時序列圖

4-1-4 藍色公路預報延長

在下半年度還額外完成未列入期初工作項目的藍色公路預報延長作業，初步將藍色公路預報自48小時(2日)延長到120小時(5日)。由於預報模擬會有延遲，因此在模式執行方面需要將輸出延長為7日，再透過XML產生程式產出5日的XML檔。

現階段藍色公路預報延長已經初步完成並進行作業化測試。此延長作業的工作敘述如下：

- (1) 延長的模擬輸出資料已自安管內正常自動傳輸至安管外的 135 伺服器的 D:\swan\ferryv4 目錄內。
- (2) 在 10 月 14 日完成作業化排程運轉，自動產生 5 日之 XML 檔案。
- (3) 建置新資料表格 bluehighway337 及 bluehighwaymax337 才不會與作業化 2 日藍色公路預報混淆。
- (4) 建置匯入資料庫新程式 D:\ferry\modeltosql337\，才不會與作業化 2 日藍色公路預報混淆。
- (5) 建置產生 XML 檔的新程式 D:\ferry\blue 中文\BlueHighwayITRI13520220920\。
- (6) 建置新 log 目錄 D:\ferry\log337。
- (7) 建置新 XML 檔目錄 D:\ferry\xml33N7。
- (8) 編修已有 3 日匯入資料庫排程 ferryall.bat，加入執行 7 日匯入資料庫執行檔。
- (9) 編修已有產生 XML 檔排程 bluehighwayexe33.bat，加入 120 小時 XML 檔產生執行檔。
- (10) 海流預報現階段為每日預報 96 小時，因此整點 120 小時 XML 檔中海流預報資料會從缺 24 小時資料逐漸增加到缺 48 小時資料。此現象要等海流模擬也同時增加到 168 小時方可解決。
- (11) 在 10 月 25 日工作會議中，海象測報中心滕主任希望此藍色公路延長能夠對外發佈到 7 日，即波浪與海流模式皆要輸出到 9 日的預報結果，再由 XML 輸出程式輸出 7 日的 XML 預報檔。此項工作規劃在下年度執行。

4-1-5 藍色公路海氣象預報系統操作維護手冊更新

在上半年度依照中央氣象局「一般常態操作標準作業程序」標準格式 v1.0，完成藍色公路海氣象預報系統操作維護手冊更新(附件三)。主要更新項目有伺服器及資料庫IP變更、IP 設定功能、藍色公路航線數增加到33條、API擷取觀測資料、端點觀測站變更、作業流程變更、排程變更、刪除端點海象預報校驗系統操作維護說明等。

4-1-6 藍色公路端點海象校驗展示系統操作維護手冊製作

先前的藍色公路端點海象校驗展示系統操作維護說明是包含在藍色公路海氣象預報系統操作維護手冊中，但由於系統有其獨立性，且本年度有多處變更，因此在上半年度依據依照中央氣象局「一般常態操作標準作業程序」標準格式 v1.0，單獨撰寫完成藍色公路端點海象校驗展示系統操作維護手冊(附件四)。

4-2 生活休閒旅遊海象預報系統

4-2-1 維運生活休閒旅遊海象預報系統

110年度已經完成多重網格模式之166個海水域場、主要港口、休閒漁港、及海釣點位輸出建置，以及作業化輸出符合opendata格式的XML檔。由於波浪模式與海流模式皆要另外輸出模式結果檔案，因此在135伺服器及備援156伺服器上另外建置「wave_rec」、「wave_town」、「current_rec」、「current_town」目錄接收波浪模式與海流模式的輸出，再建置「modeltosqlwaverectown」及「modeltosqlcurrenttown」兩個VB.NET的程式，將模式的結果匯入「waverectown」及「currentrectown」兩個「pro」資料庫的資料表格中。

在產生休閒娛樂與沿海鄉鎮海氣象預報XML檔案方面，有根據opendata格式來建置輸出程式，每3小時輸出48小時的休閒娛樂海氣象預報XML檔，透過建置作業化排程將檔案傳到資訊中心的伺服器上，以顯示在中央氣象局網頁上(圖83)。

111年度的工作主要在維運生活氣象產製XML程式正常運作，包括自波浪與海流模式輸出的文字檔作業化匯入資料庫中，以及產製符合opendata格式的XML檔，並自動傳送到網頁小組的伺服器上，並建置錯誤的偵測，避免不齊或錯誤的XML檔傳送到網頁小組造成困擾。現階段生活休閒預報點位數量已增加到166個點位，本年度亦將依業務單位之可能需求，增加生活休閒海氣象預報的點位，相關的XML檔及Opendata資料產生程式也將進行更新編輯。新增生活休閒預報點位執行流程如圖84所示。

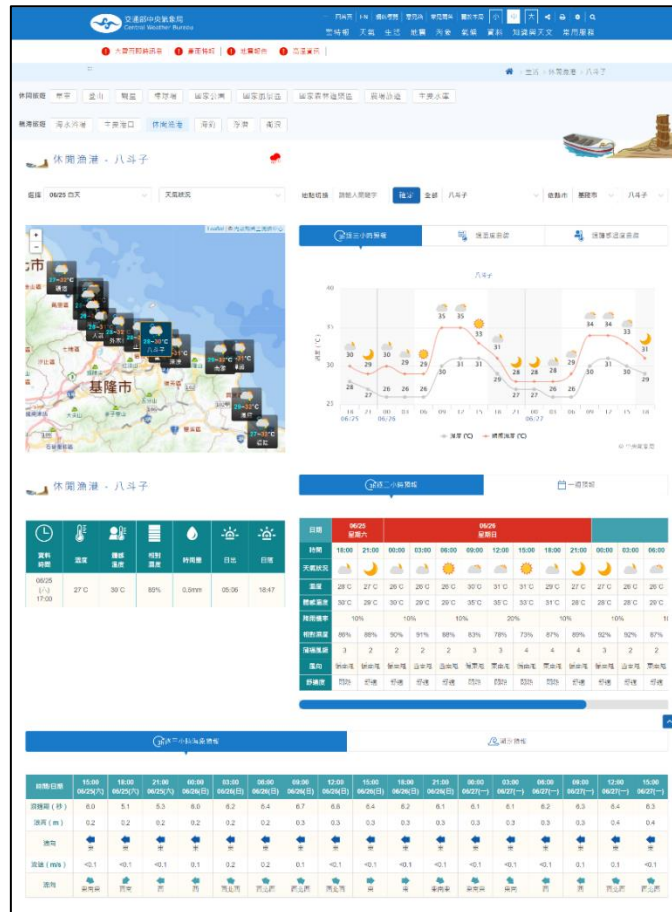


圖 83、主要港口預報網頁下方的海象逐 3 小時預報

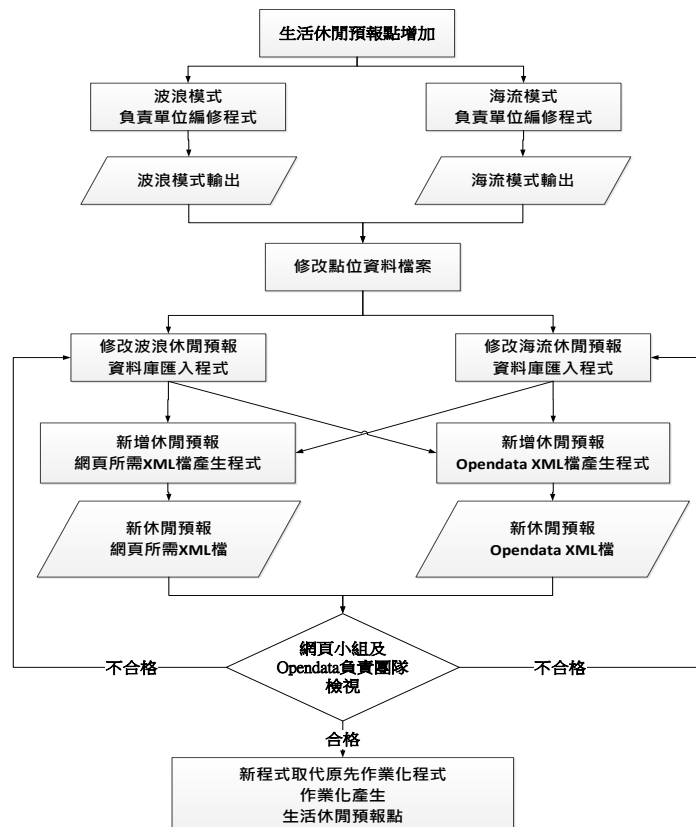


圖 84、新增生活休閒預報點位執行流程

4-2-2 生活休閒旅遊海象預報系統操作維護手冊

在下半年度進行了生活休閒旅遊海象預報系統操作維護手冊的撰寫，由於先前年度從未製作生活休閒旅遊海象預報系統操作維護手冊，因此本次將依據中央氣象局「一般常態操作標準作業程序」標準格式 v1.0，撰寫生活休閒旅遊海象預報系統操作維護手冊如附件五。

4-3 系集預報展示系統維護

4-3-1 維運系集預報展示系統

海氣象系集預報展示系統在103年6月後即開始作業化運作，同年建立雛形展示系統，104年完成建置海氣象系集預報展示系統。105年度海氣象系集預報展示系統新增加Talagrand Rank Histogram、Reliability Diagram、Relative Operating Characteristics Diagram、Spread and RMS Diagram、及Brier Skill Score Diagram等之系集預報評估結果展示。106年度使用已建置的系統來進行維護與功能擴充，系統包括二層網格(viewernewd.htm)、三層網格(viewernew2.htm)及二層網格24個成員(viewernew3.htm)。107年度新增加三層網格24個成員的網頁，名稱為viewernew4.htm。108年度延長系集預報時間至96小時，已透過程式迴圈的增加完成展示系統程式的修改，並加入波向的驗證項目。109年完成系統英文介面及界面改善。

110年度持續與業務單位保持密切聯繫，隨時提報系統運作情形現況。並與藍色公路海氣象預報系統一樣在每次赴中央氣象局海象測報中心進行系統建置與維護相關作業時，或是透過行動裝置上的MOTP認證，連結到中央氣象局的VM進行遠端維護，皆會填寫維護紀錄，並將維護紀錄分季合併成一覽表方便閱覽查詢，確保系統問題有確實解決而新建功能可以符合業務單位的需求。110年度依業務單位的需求，由於系集預報時間尚未進行拉長，因此系集預報展示系統的相關介面並未針對預報時間拉長進行更新，但是有編修展示Spread及RMS圖的選單，增加2021年各月的選單。

111年度持續運維海氣象系集預報展示系統，並進行系統內圖資的管理與刪除以及每月更新Spread及RMS圖，並確保系統能夠正常運作。另外在上半年度有依規定協助海象測報中心打包海氣象系集預報展示系統程式，提供局內例行資安規範中的原碼檢測。

4-3-2 海氣象系集預報展示系統操作維護手冊更新

本年度依中央氣象局「一般常態操作標準作業程序」標準格式 v1.0，進行海氣象系集預報展示系統操作維護手冊更新。在下半年度完成海氣象系集預報展示系統操作維護手冊更新如附件六所示。

4-4 系統維護紀錄

本年度針藍色公路海項資訊系統、生活休閒海象資訊系統、及波浪系集預報展示系統共執行16次主要系統維護如表14所示，相關維護紀錄詳細說明請見附件二的維護報告。

表 14、藍色公路與系集預報系統維護紀錄一覽表

季別	項次	日期	維護項目	處理結果
第一季	1	111/02/02	藍色公路網頁未更新，fx100 效能不佳，模式 delay。	06 RUN 執行後，網頁恢復正常。
	2	111/02/14	藍色公路網頁未更新，因為觀測資料 API 網址變更。兩岸航線預報無法取得。	緊急編修產生 XML 的程式後恢復正常。 聯繫相關人員。
	3	111/03/02	藍色公路網頁未更新，因為 12 Z 及 18 Z 風場有問題。	待風場資料取得而 00 RUN 正常執行完成後，網頁恢復正常。
	4	111/03/10	資料庫硬碟空間可用比例偏低。	聯繫衛星中心協助加大備援系統資料庫所在硬碟空間，可用率達 94%。
	5	111/03/17	監控簡訊不正常發送。	135 伺服器 ftp 指令執行變慢，重新開機後簡訊不會一直發送。
	6	111/03/25	生活休閒海象網頁未更新。	135 伺服器被登出導致排程無法執行，保持登入狀態並手動補執行排程。
	7	111/03/29	135 主系統資料庫所在硬碟空間不足。	備援系統正常執行一段時間後，請衛星中心協助增加主系統硬碟空間後可用率達 92%。
第二季	8	111/05/05	增加烏石龜山島航線起點觀測站資料。	完成增加蜜月灣測站資料至產生 XML 程式中。
	9	111/05/08	藍色公路網頁未更新，產生 XML 程式卡住，影響後續排程執行。	排除卡住排程，並手動補執行 XML 產生程式。
	10	111/05/21	藍色公路網頁未更新。	兩岸航線預報資料沒有取得，導致程式卡住。資料恢復取得後，網頁即恢復正常。
	11	111/06/21	藍色公路網頁未更新。	調整排程強制中止時間限

			XML 壓縮有錯誤產生導致檔案大小有問題，傳輸失敗。	制，去除不必要排程。另更新壓縮軟體及重新編修指令，讓檔案壓縮作業更有效率。
第三季	12	111/08/11	避免波浪模式偶有當報沒有執行問題。	編修產生程式，遇到模式沒有執行時，會自動搜尋資料庫使用同一時間前一報的資料
	13	111/08/15	資安檢查。	打包壓縮波浪系集預報展示系統程式供原碼檢測。
	14	111/09/11	流資料短缺。	知海流中山大學團隊處理完成。頁恢復正常
第四季	15	111/10/14	藍色公路預報延長。	新增資料表格、修改相關程式、進行作業化測試。
	16	111/10/20	藍色公路預報網頁沒有更新。	BUOY 檔沒有傳到 135，原因為安內檔案傳出時會 permission denied。波浪模式團隊處理後已收到檔案，重跑排程後網頁恢復正常。

4-5 資安檢測

本項工作因應中央氣象局的資安政策與各項檢測，依照中央氣象局作業需求，協助伺服器作業系統之資安弱點修復、源碼檢測、滲透測試、硬碟儲存空間檢查(61.56.11.135、61.56.11.156、61.56.11.99、61.56.11.136)、opendata 格式符合氣象領域資料標準。本年度配合海象測報中心要求在8月15日有進行打包壓縮波浪系集預報展示系統程式供原碼檢測，將在61.56.11.156伺服器內的D:\ens\viewernew4.htm網頁程式及D:\ens\images\目錄下的圖檔打包成ZIP檔，提供海象測報中心進行原碼檢測。本年度並未接到資安弱點需要進行修復的工作，工作團隊會隨時待命配合海象測報中心進行資安相關的檢測與修復。

在硬碟儲存空間方面，現階段各相關實體伺服器與VM伺服器的儲存空間狀況如表15所示，除備援伺服器硬碟可用空間較少外，其他伺服器皆有充裕的空間可供使用。

表 15、相關伺服器硬碟空間一覽表

工作	主系統 IP	主系統作業系統	主要硬碟可用空間	主要硬碟可用百分比
藍色公路及生活休閒作業化正常執行	61.56.11.135 (實體)	Windows Server 2016 Standard	C: 143 GB D: 800 GB	C: 71.5% D: 87.3%
藍色公路及生活休閒作業化備援執行	61.56.11.156 (VM)	Windows Server 2016 Standard	C: 13.8 GB D: 62.6 GB	C: 13.9% D: 20.9%
系集展示系統	61.56.11.156 (VM)	Windows Server 2016 Standard		
主系統資料庫	61.56.11.99 (VM)	CentOS Linux release 7.5.1804	193.7 GB	90%
備援系統資料庫	61.56.11.136 (VM)	CentOS Linux release 7.5.1804	268.4 GB	93%

4-6 FX1000 系統移置及預報系統維護

2021年氣象局預報平台已從FX10轉至FX100，今年再從FX100轉至FX1000，而轉換的工作包括參與FX1000的驗收工作及移置相關的作業化預報模式，作業化預報模式包括藍色公路三層及四層模式，安管外系集預報模式，5.16版建置之ECMWF及NCEP驅動之全球模式等。FX1000為全新的平台，不像模式從FX10轉至FX100，只有移置、確認效能及記憶體等，除了所有目錄移置外，還必須重新編譯程式，而FX1000的硬體仍然不足，雖然效能提升，但仍然無法完全滿足作業化及研究的需求，因此導致資源需全面調度，相互協調之下也需重新更改作業化啟動時間，表16為最終模式起始及終止時間、計算資源列表。而FX1000的驗收工作，係由研究單位提供風場及波浪計算結果，供廠商在FX1000進行測試，並將其計算結果與研究單位提供之波浪計算結果進行比較，低於某個誤差下代表通過。

完成移置新平台作業化系統後的計算結果，成果展示如圖85至圖89所示，部分圖中含有與原FX100之比較，由於相關模式的風場也在FX1000執行，故其數值也會改變，較無法具體評估中間差異性，因此僅就大致的分布特性進行比較，藉此判釋是否移置成功。

自作業化波浪預報系統移置FX1000以來，由於系統計算資源尚未全部建置完成，除了需配合資源調度外，系統尚有許多的問題需要調整，因此自七月以來，常有安內或安外停機需要調整的公告通知(圖90)，因此為了維護線上資料提供順暢，常需配合安內、安外的系統切換以利資料的傳輸。

表 16、FX1000 作業化模式計算時間

1. 96 小時預報(NCEP)4 層(北太平洋)、3 層			
預報	起始時間	終止時間	計算資源
00	14:18	15:13	3 nodes(144 cores)
06	20:18	21:13	3 nodes(144 cores)
12	02:18	03:13	3 nodes(144 cores)
18	08:18	09:13	3 nodes(144 cores)
2. 168 小時預報(NCEP)4 層(全球) 5.16 版			
預報	起始時間	終止時間	計算資源
00	13:25	15:15	8 nodes(128 cores)
06	19:25	21:15	8 nodes(128 cores)
12	01:25	03:15	8 nodes(128 cores)
18	07:25	09:15	8 nodes(128 cores)
或 4 odes(64cores)+2openmp			
3. 168 小時預報(ECMWF)4 層(全球) 5.16 版			
預報	起始時間	終止時間	計算資源
00	15:20	17:10	8 nodes(128 cores)
06	20:40	21:45	8 nodes(128 cores)

12	03:15	05:15	8 nodes(128 cores)
18	08:40	09:45	8 nodes(128 cores)

或 4 nodes(64cores)+2openmp

4. 96 小時預報(NCEP)4 層(北太平洋)、安外備援(規劃中)

預報	起始時間	終止時間	計算資源
00	13:30	14:45	3 nodes(144 cores)
06	19:44	20:45	3 nodes(144 cores)
12	01:44	02:45	3 nodes(144 cores)
18	07:44	08:45	3 nodes(144 cores)

5. 96 小時系集預報(WRF)3 層、安外

預報	起始時間	終止時間	計算資源
00(en02-en20)	18:01~05	18:40	4 nodes(192 cores)*19
06(en02-en20)	00:01~05	00:40	4 nodes(192 cores)*19
12(en02-en20)	06:01~05	06:40	4 nodes(192 cores)*19
18(en02-en20)	12:01~05	12:40	4 nodes(192 cores)*19
預報	起始時間	終止時間	計算資源
00(en21-en24)	15:42	16:00	2 nodes(96 cores)*4
06(en21-en24)	21:42	22:00	2 nodes(96 cores)*4
12(en21-en24)	03:35	04:00	2 nodes(96 cores)*4
18(en21-en24)	09:41	10:00	2 nodes(96 cores)*4
預報	起始時間	終止時間	計算資源
00(en01)	18:10	19:10	3 nodes(144 cores)
06(en01)	00:10	01:10	3 nodes(144 cores)
12(en01)	06:10	07:10	3nodes(144 cores)
18(en01)	12:10	13:10	3nodes(144 cores)

en01 控制 run(除第一個系集成員，負責繪圖)、en02-en24 其他系集成員

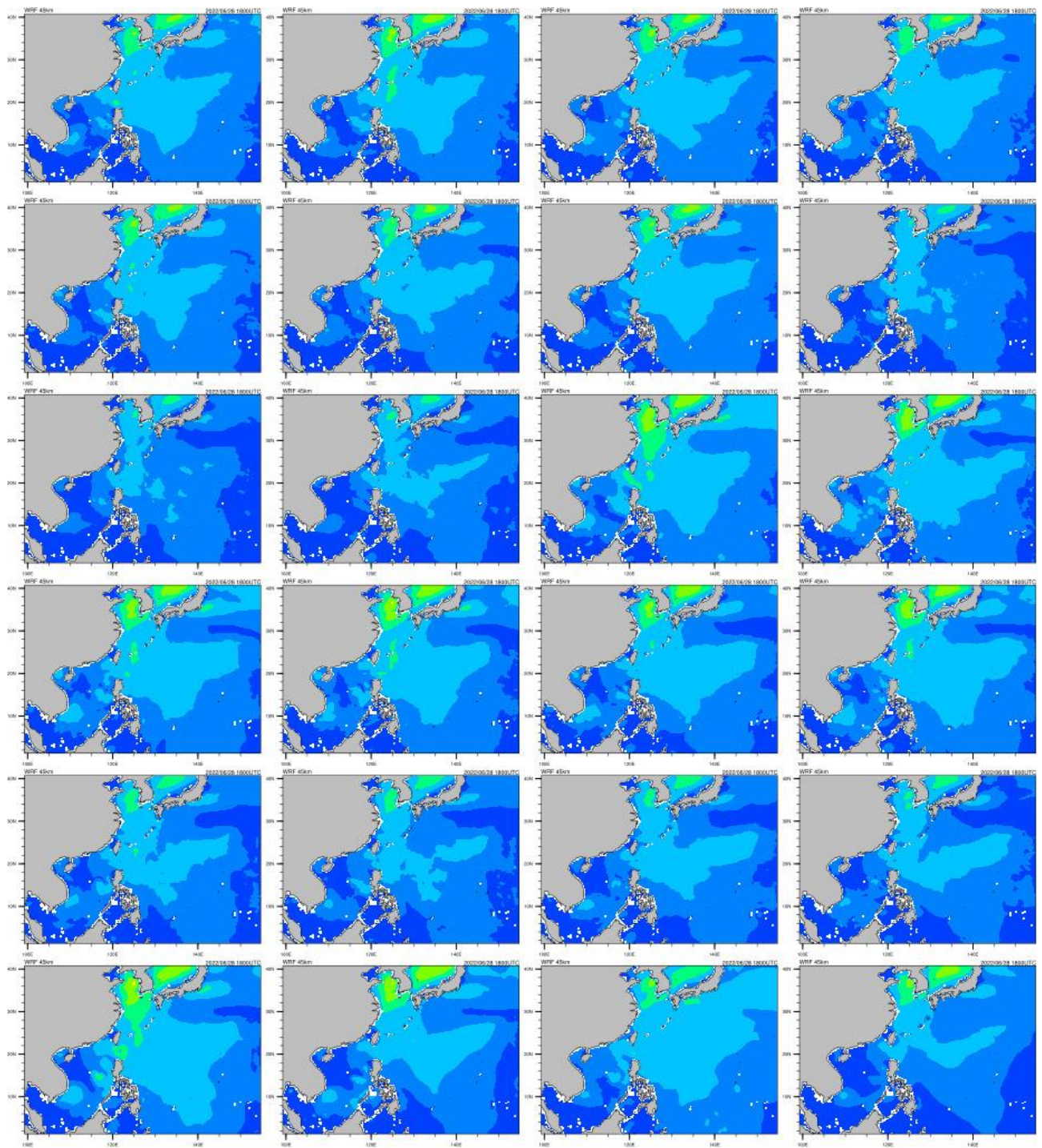


圖 85、24 個系集成員(2022/06/28:18:00) (FX1000 平台)

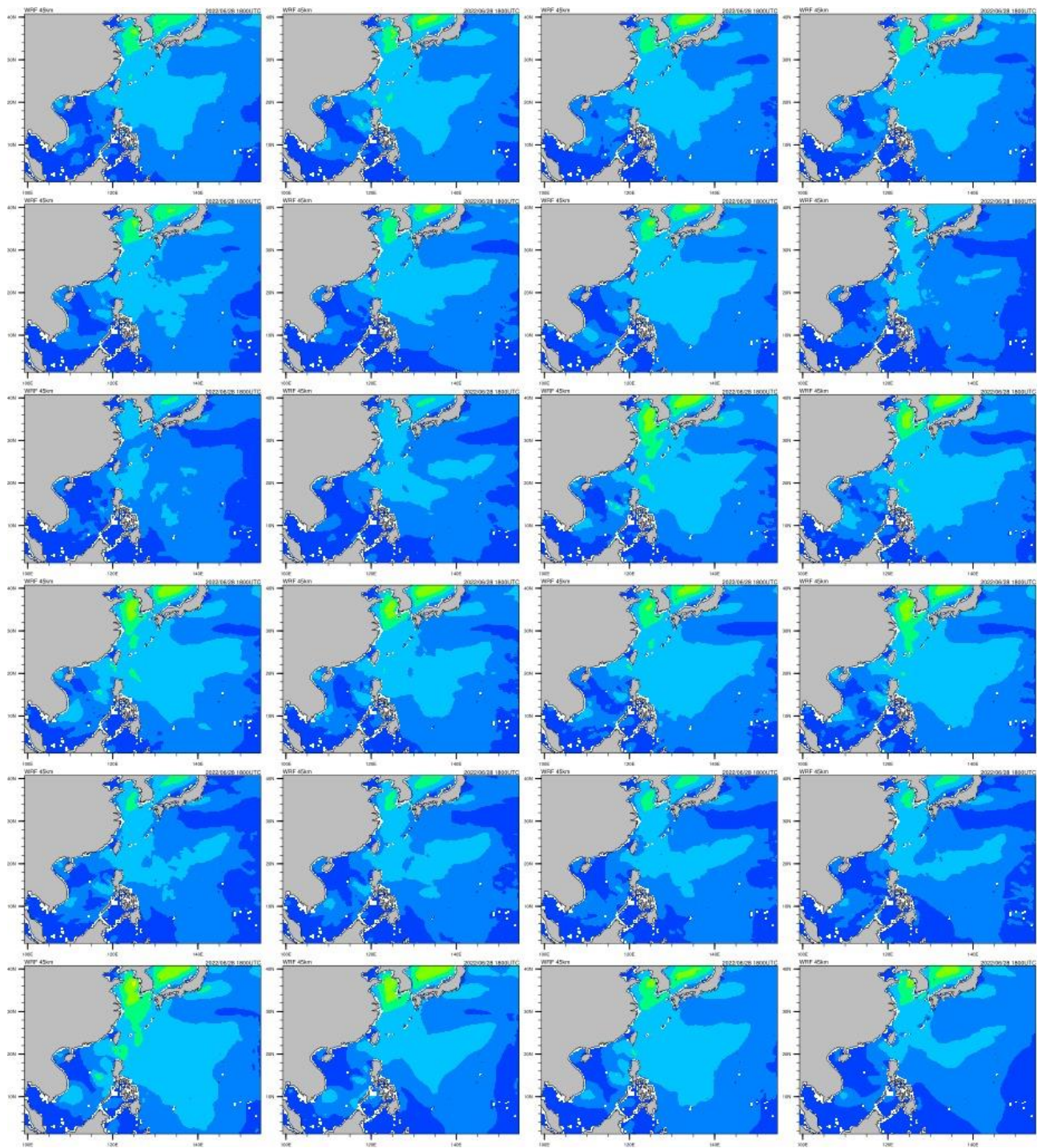


圖 86、24 個系集成員(2022/06/28/18:00) (FX100 平台)

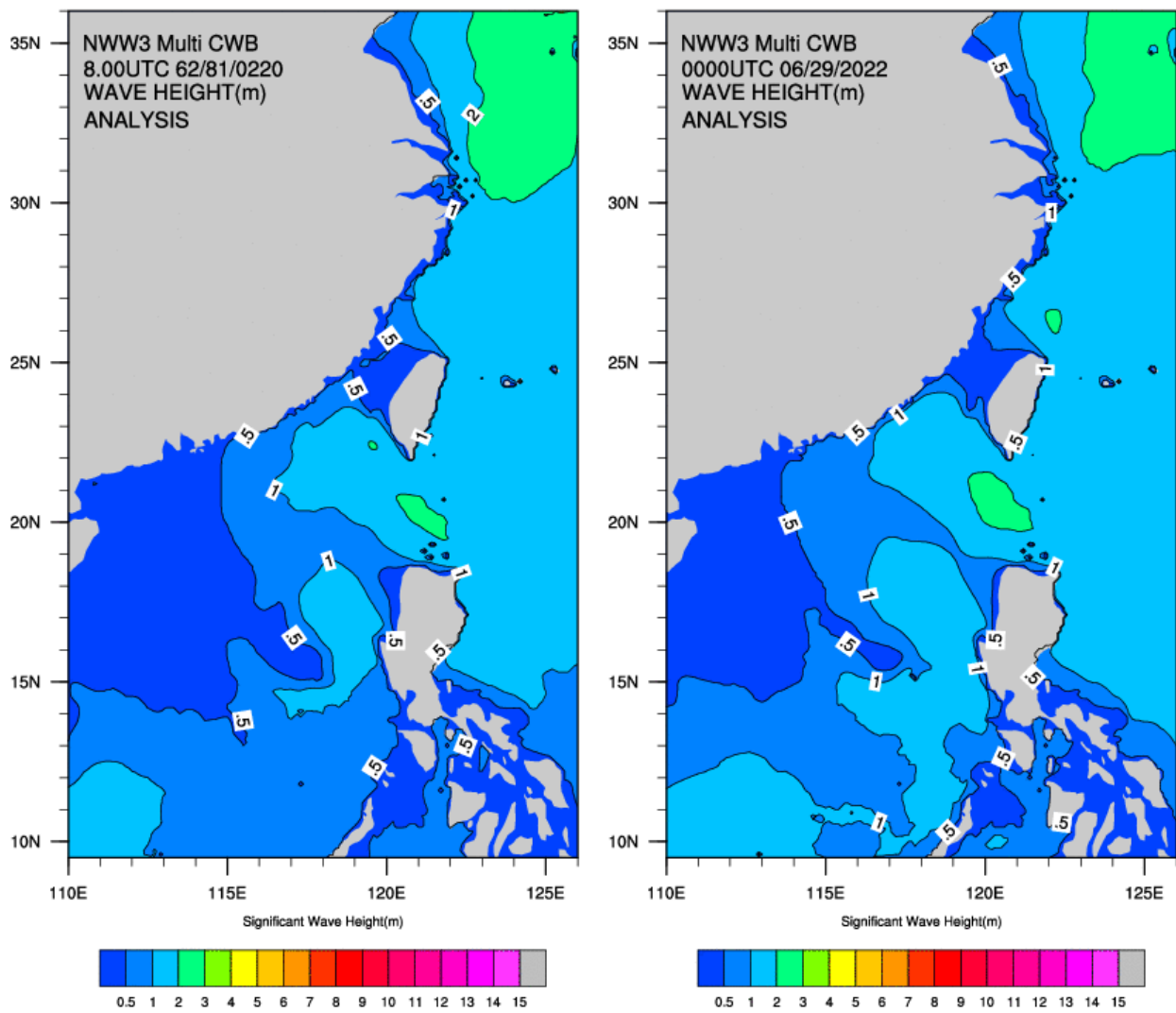


圖 87、4 層預報模式(2022/06/29/00:00) (5.16 版)(FX1000 平台) (左:ECMWF 驅動，右: NCEP 驅動)

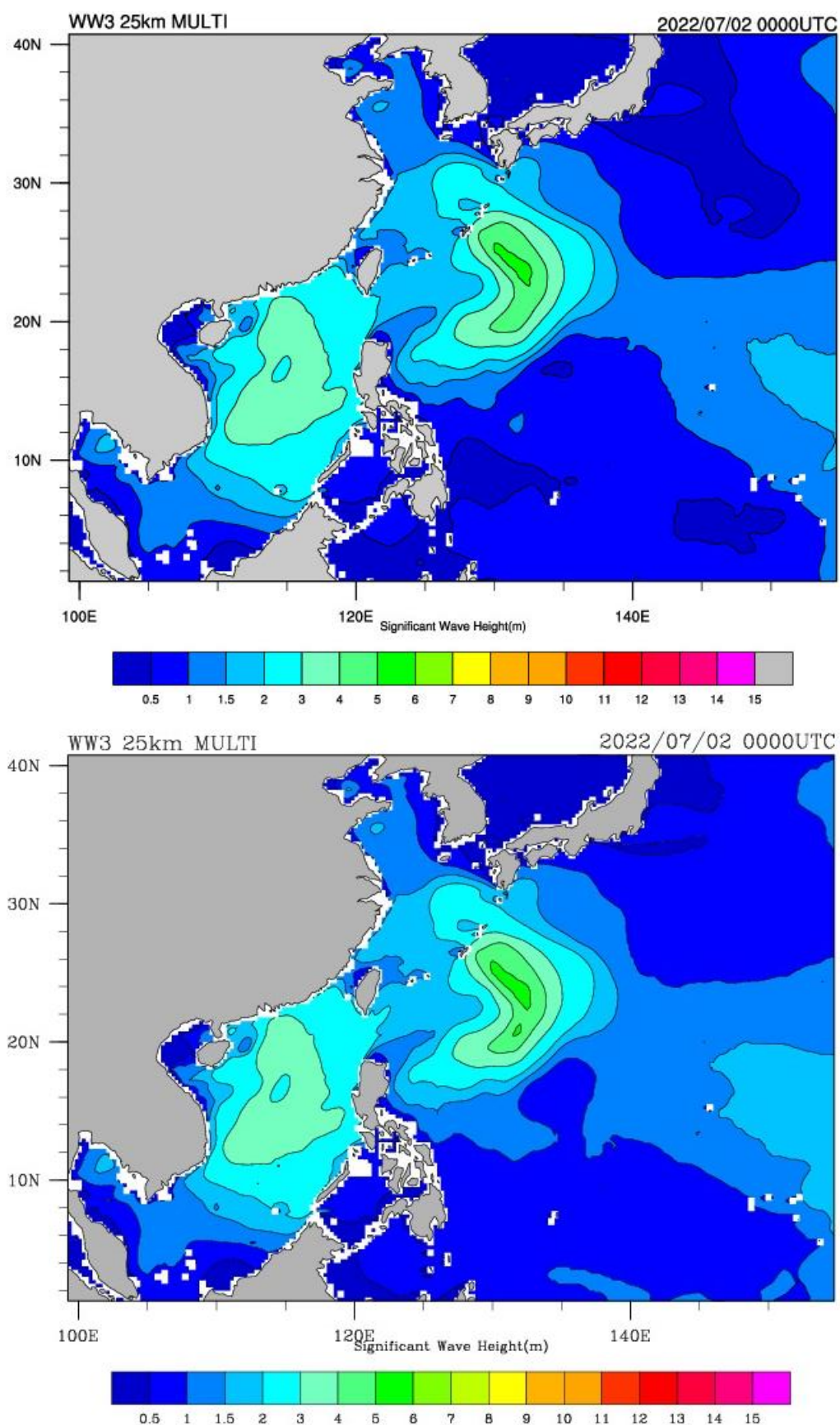


圖 88、藍色公路 4 層預報模式(2022/06/29/00 72 小時預報(上:FX1000 平台 下:FX100 平台))

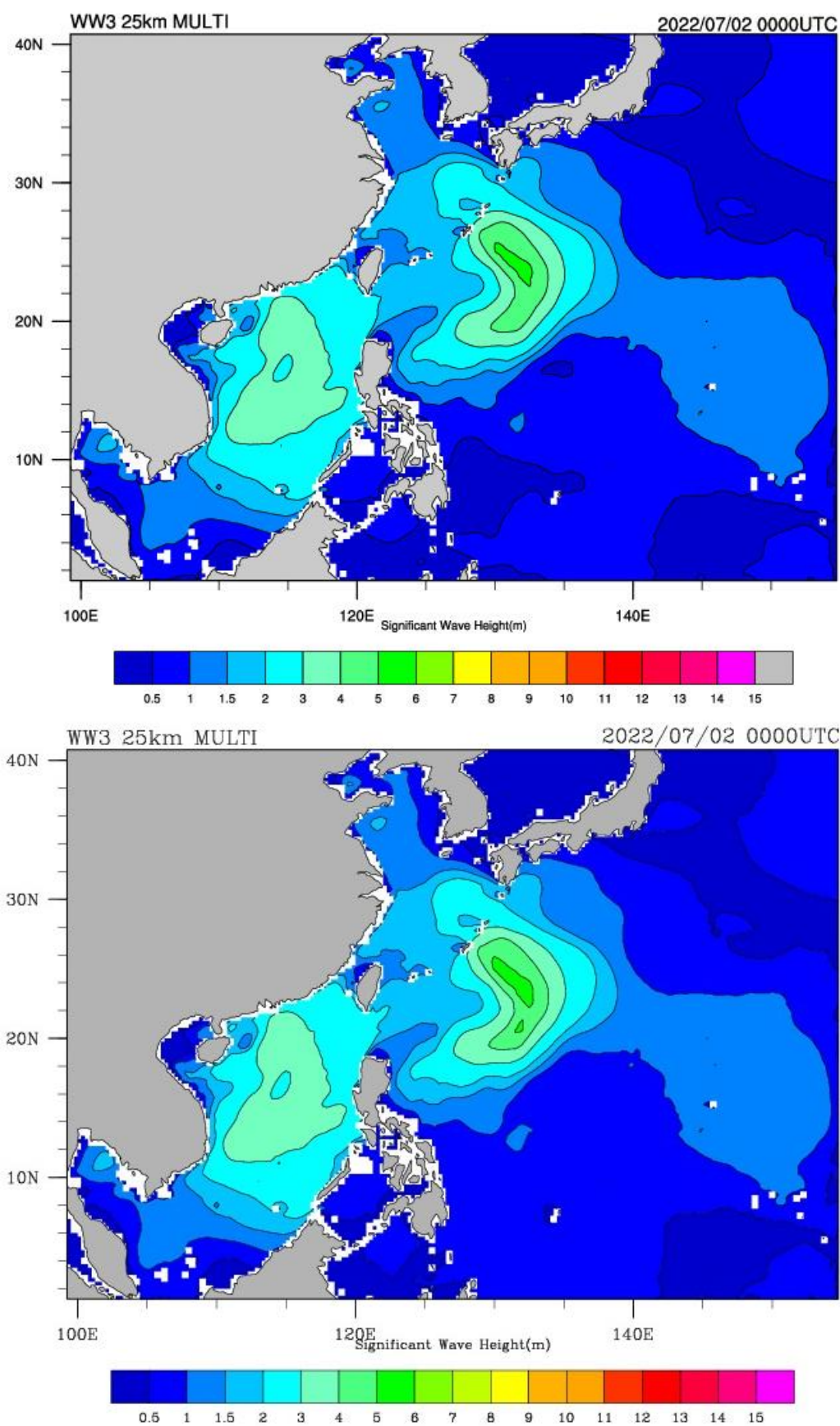


圖 89、藍色公路 3 層預報模式(2022/06/29/00 72 小時預報(上:FX1000 平台 下: FX100 平台))

Subject: NWP作業控制小組通知 --- 因應 HPCG6停機施工，部分作業將於11/02(三)上午9:00切換至安外運行

各位長官及同仁大家好，

經與預報中心確認後，安內HPC將於11/02(三)進行停機施工(詳細說明請參考下方信件內容)，因應本次施工，下列之數值天氣預報作業將切換至安外運行：

全球模式：GFS_MNH、GFS_EKG、EFS_M00

區域模式：WRF_M03(caa)、WRF_M04(WRFD)、WRF_M05(TWRF)、WRF_M06、WRF_LDA02、TYP_M00、TYP_M04

其餘模式於安內HPC停機期間皆無產品供應，若有變動將另行通知。

實際影響趟次請參考附件【1102NWP作業受安內HPC停機施工影響統整】

作業切換的時間規劃如下：

11/01(二) 9:00，將開啟安外備援作業，並與安內作業平行運作

(請有資料改接需求的長官及同仁進行改接測試)

11/02(三) 9:00，安內HPC將進行關機，並改由安外HPC發送notify

11/04(五) 9:00，將關閉安外HPC備援作業，並改回從安內HPC發送notify

**若安內作業提早復歸完成，將於11/03(四)中午12:00將作業切回安內運行，屆時將於11/03上午以信件通知。

如有問題請洽本中心數值預報課陳亭安(1271)，謝謝。

謹此通知

NWP作業控制小組

圖 90、HPC FX1000 平台停機施工公告

4-7 預報中心 10 公里及 1 公里新風場測試

預報中心建構之10公里及2.5公里解析度之風場(圖91及圖92)，為目前藍色公路預報模式之主要驅動風場。未來改版為10公里及1公里解析度之風場(圖93)，範圍並不相同。

目前藍色公路預報系統之計算網格方布共有4層，計算網格分別為 0.5° 、 0.25° 、 0.1° 及 0.025° 之網格大小。新舊風場範圍的比較如圖94所示，圖中顯示10公里解析度之風場變大，已接近原來 0.25° 之北邊計算範圍($N1\sim 41^\circ$ 、 $E99\sim 155^\circ$)，而1公里解析度之風場範圍較原有之2.5公里解析度、在經度方向及南邊邊界縮小，而北邊邊界略為增加(如紅色虛線)，因此原波浪模式10公里解析度之範圍亦須調整，為避免與 0.25° 的邊界太過接近，10公里新波浪場之計算北邊邊界往南調整 1° ，而原2.5公里之網格範圍與1公里之範圍差異不大，僅調整為1公里的計算網格，調整後之波浪計算範圍如紅色實線。

目前預報中心對於新風場的上線日期並未確定，可能是2023年或2024年，與FX1000的硬體資源不夠有關，目前僅提供測試檔使用，而其格式為HDF5(.h5)，與過去使用DMS key不同。HDF5英文名為Hierarchical Data Format 5，它是一種資料模型、函式庫與儲存資料的檔案格式，非常適合儲存大量科學計算或是觀測數據。然而可能產出並非標準格式，NCL和HDFView軟體讀取均有錯誤，最後透過Python解決，並利用NCL繪製如圖95至圖98所示，其中包括10公里(左)及1公里(右)解析度，大致趨勢相同，其中圖98之1公里解析度風場，在臺灣東北角小於2m/s的等速線似乎藏有預報員手工繪製的痕跡。

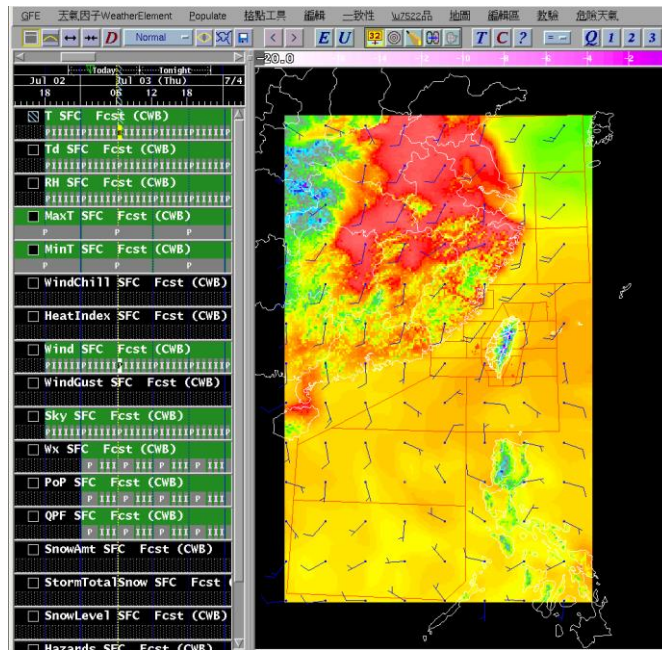


圖 91、10 公里解析度之風場模式計算範圍(格點左下角經緯度 9.6N, 110.0E，格點右上角經緯度 35.99N, 126.65E)

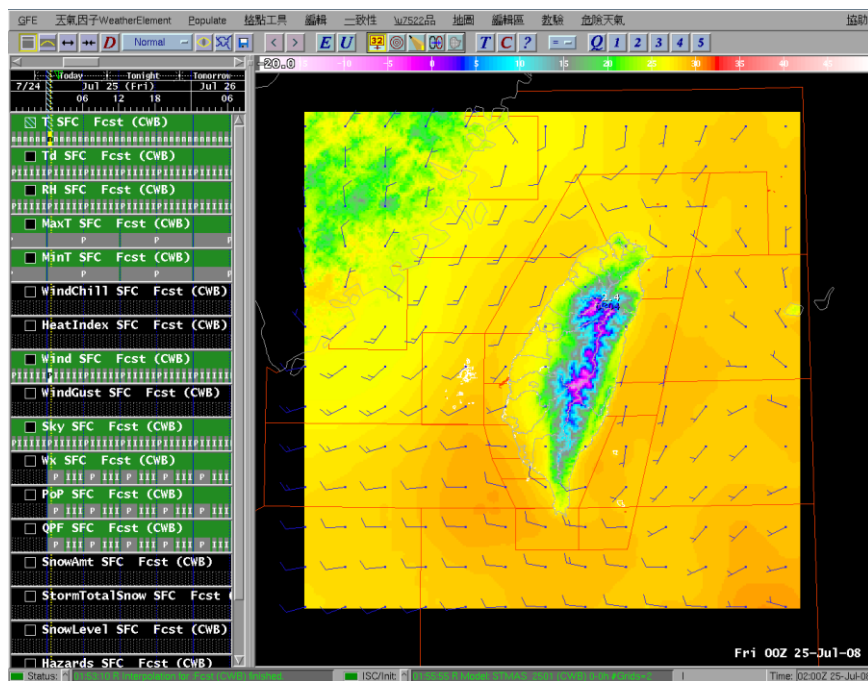


圖 92、2.5 公里解析度之風場模式計算範圍(格點左下角經緯度 20.79N, 117.55E，格點右上角經緯度 26.66N, 123.92E)

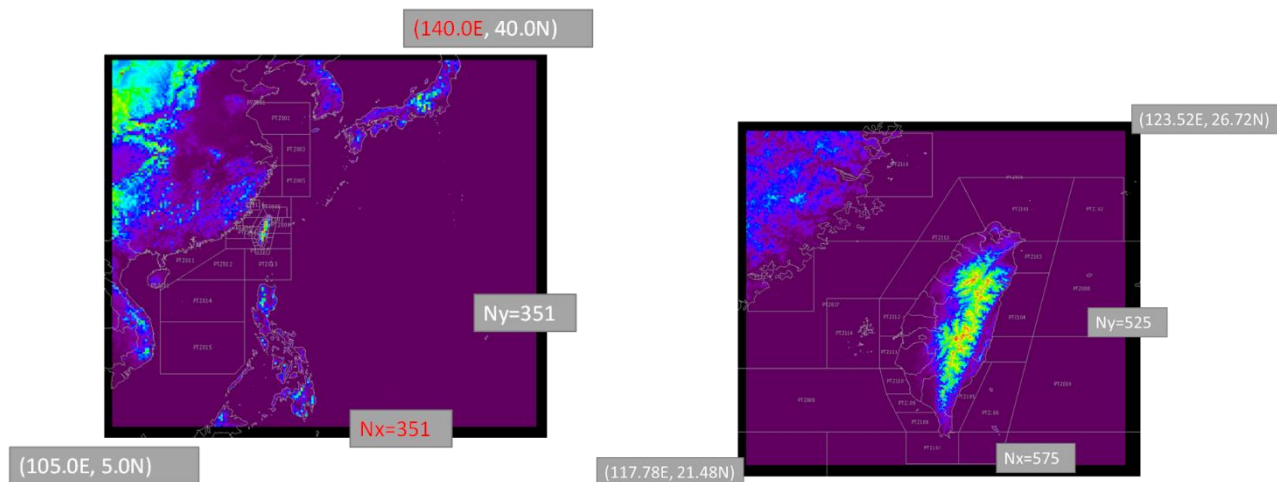


圖 93、預報中心 10 公里解析度(左)及 1 公里解析度(右)之風場範圍

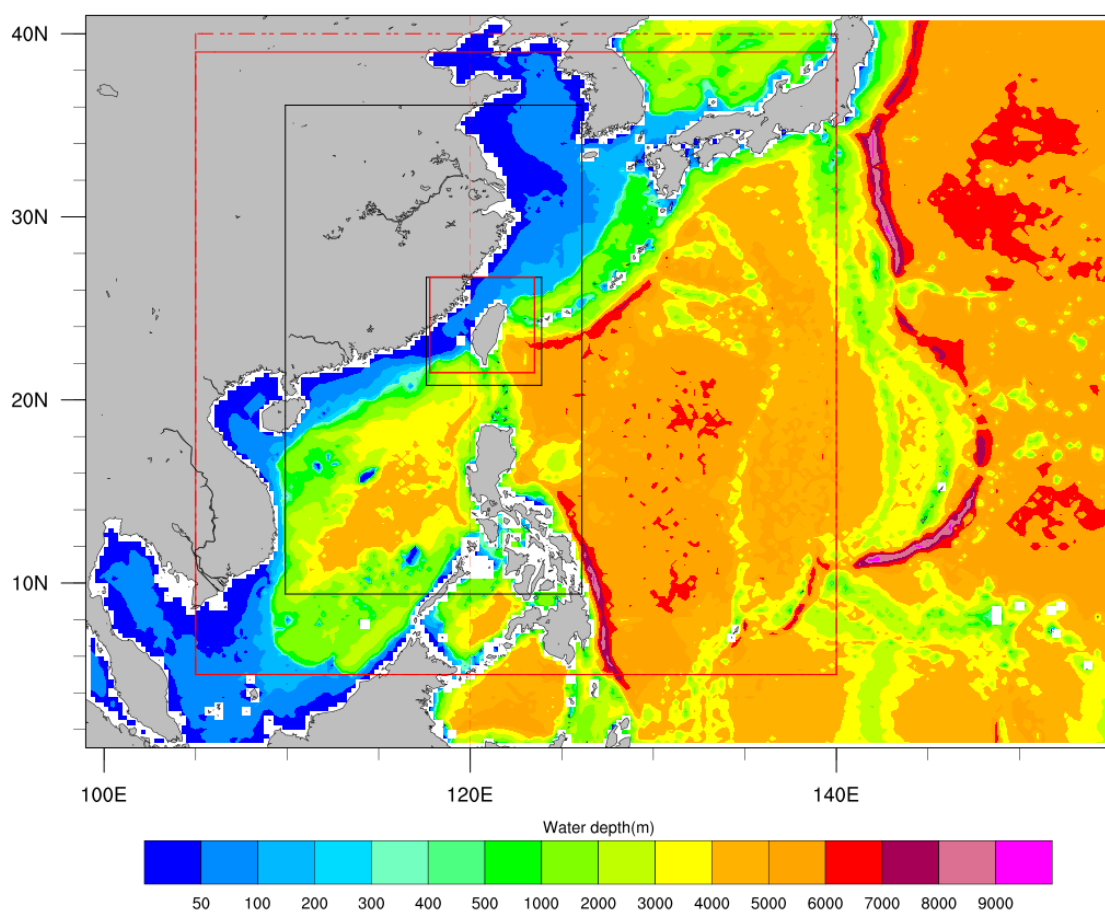


圖 94、預報中心 10 公里及 1 公里新風場範圍(紅色虛線)，10 公里及 2.5 公里舊風場範圍(黑色)，紅色實線為 NWW3 之計算範圍

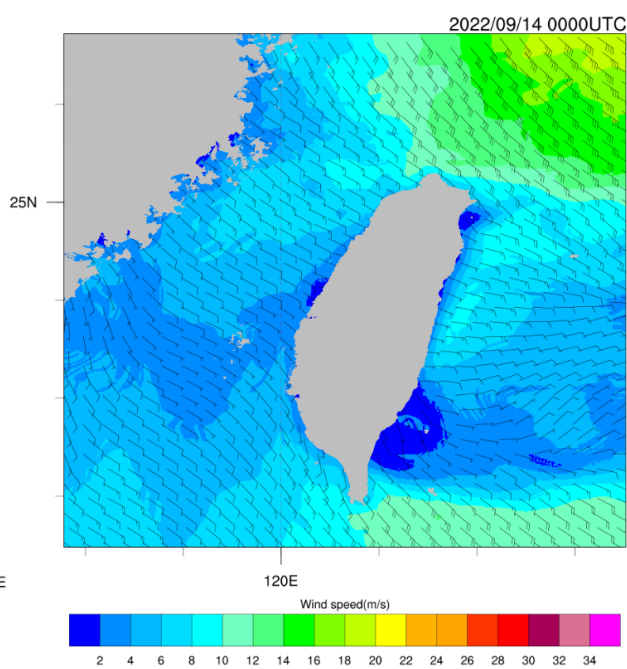
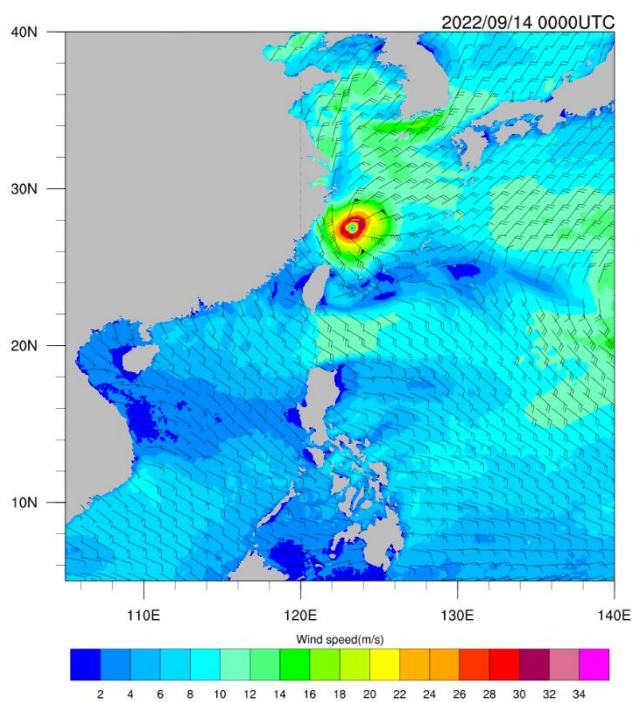


圖 95、預報中心 10 公里(左)及 1 公里(右)新風場(2022/09/14 00)

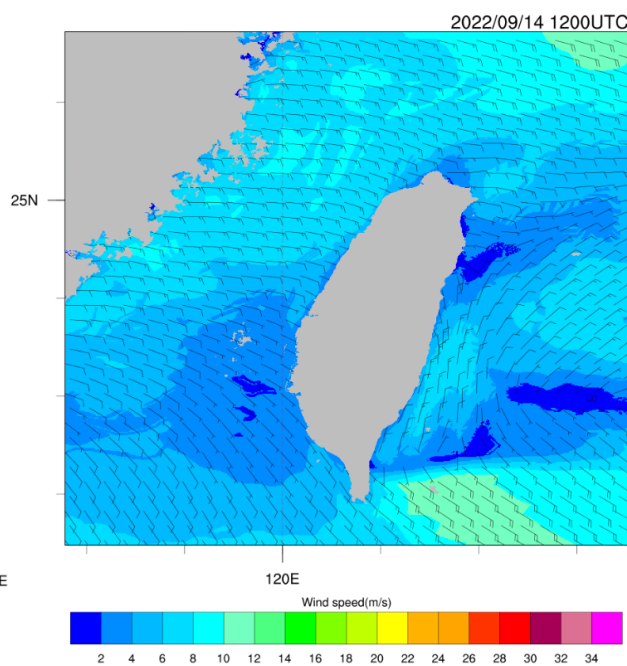
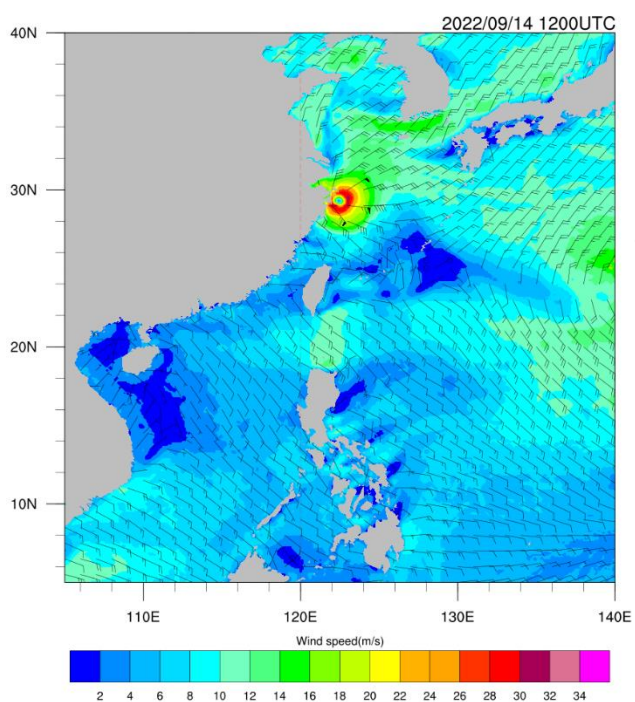


圖 96、預報中心 10 公里(左)及 1 公里(右)新風場(2022/09/14 12)

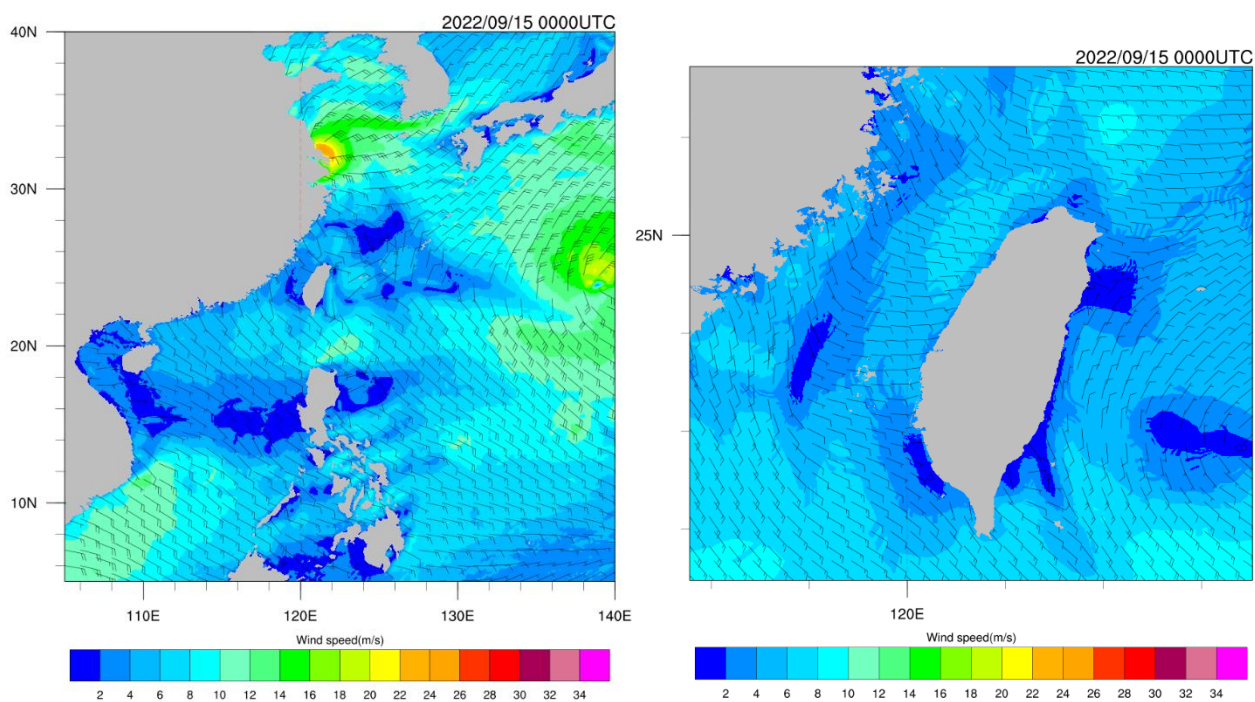


圖 97、預報中心 10 公里(左)及 1 公里(右)新風場(2022/09/15 00)

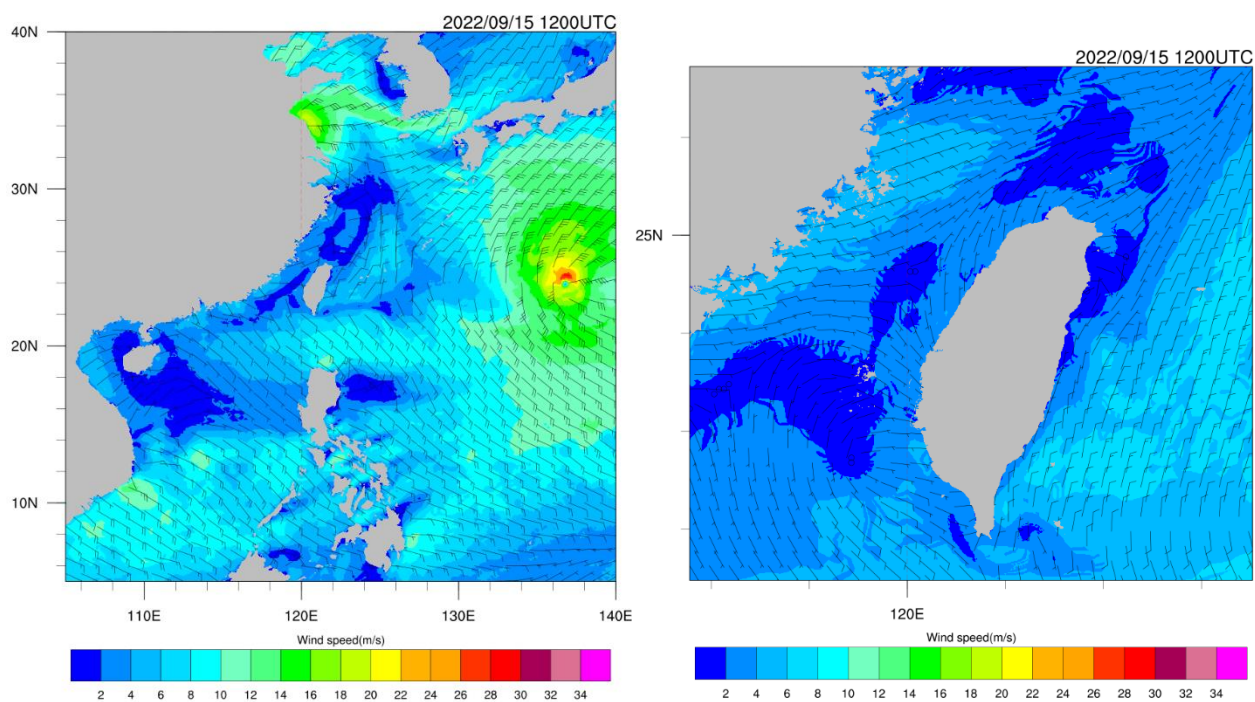


圖 98、預報中心 10 公里(左)及 1 公里(右)新風場(2022/09/15 12)

第五章、結論及建議

本計畫自 3 月 9 日開始，期間在 5 月 23 日下午參加 VOTE II 線上會議討論與 PAGASA 合作之波浪預報系統，檢視工作進度，同時與海象中心合作投稿 AOGS2022(Asia Oceania Geosciences Society)第 19 屆年會，會議時間為 8 月/1-5 日，其中在 AS63(Atmospheric Sciences)領域之 Monitoring, Analysis, and Prediction of Typhoon and Climate Affecting Taiwan and the Philippines，發表「The Application of Wave Watch III Wave Model in Philippines Sea Area」，另於 6 月 8 日 111 年天氣分析與預報研討會發表「NWW3 非結構巢狀網格之應用-以澎湖海域為例」論文，9 月 12~16 日完成 PAGASA 之線上 NWW3 訓練課程。此外，除了持續維護三套資訊系統正常運作外，主要針對資料同化之多重網格測試、表面海流資料的蒐集與加入 NWW3 模式測試，移置所有波浪模式至 FX1000 平台，預報中心新的風場測試等，並獲致以下之結論及建議：

一、結論：

1. NWW3 作業化波浪資料同化模式建置(2/3):已完成三層的同化測試及加入單點浮標的同化測試，並使用 WEP2.0 之 15 公里及 3 公里風場，而三層網格解決測站過於近岸的問題，同化方式若採用每一層單獨同化，將衍生小範圍缺乏衛星資料無法同化的情形發生，若加入小範圍內的浮標觀測資料，則可避免上述問題。測試案例選擇衛星及馬祖浮標等觀測資料，及各層分別同化的方式，結果顯示同化結果優於藍色公路，與系集預報則差距較小，同化馬祖測站，明顯優於決定性預報及系集預報，顯示同化的效益。作業化雛型已建立在 FX1000 安管外的平台，唯衛星讀取仍需從 PCC 移植，而 UMD-LETKF 仍需系統管理者安裝相關程式，並協助安裝。
2. 菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立(2/3)：已完成 2018 年 1 月及 8 月氣象局 SCHISM 流場模式資料之蒐集，並加入 0.025 度網格大小之第三層波場計算，結果顯示，波浪模擬考慮海流因素會產生最大有約 10~20%的差距，與浮標的比較部分，在不同季節(1 月和 8 月)，波高及週期的計算結果並不隨著地域而有明顯變差或改善；因目前使用 SCHISM 流場，然而流的觀測甚少，在無法掌握海流計算準確度的情形下，明知其對於波浪一定有影響，仍無法反映在提升波浪模擬的準確度。與 PAGASA 合作的部分，持續與其進行必要的技術支援，包括該區 200 公尺水深之 NetCDF 格式轉換、NWW3 產製水深及島嶼阻隔效應產製之問題、NWW3 計算資源評估，計算範圍討論等，並完成線上 5 天訓練課程，內容包括巢狀網格計算、問題解決、衛星資料蒐集驗證、作業化 shell script files 介紹等。

3. 藍色公路預報系統更新及生活氣象資訊系統、系集預報系統維護：本年度在藍色公路預報系統方面持續確保藍色公路海氣象預報系統、生活休閒海象預報系統、及藍色公路端點校驗系統之正常運轉，並進行部分功能更新，亦維持波浪系集預報展示系統的運維及更新。主要更新部分為：

- (1) 因應局內資安要求，觀測課 API 網址變更導致相關藍色公路及生活氣象的 XML 產生程式(有含觀測資料的)以及藍色公路端點校驗系統皆需要編修。
- (2) 在上半年度有請衛星中心協助加大備援系統的資料庫(61.56.11.136)硬碟空間，使用百分比約由 80%降為 6%。備援系統執行一段時間皆正常運作後，再加大主要系統的資料庫(61.56.11.99)硬碟空間，使用百分比約由 85%降為 6%。
- (3) 在上半年度也完成增加國海院蜜月灣測站 OAC005 至烏山龜山島航線預報。
- (4) 在資安部分有進行波浪系集預報展示系統程式供原碼檢測及填寫委外廠商資訊安全稽核評估表。
- (5) 改善系統連接資料庫時的不穩定現象及提升藍色公路 XML 檔傳送前壓縮作業的效率，減少錯誤發生機率。
- (6) 在下半年度建置資料表格、修改相關資料匯入資料庫程式、及 XML 檔產生程式，完成作業化測試產生藍色公路預報對外發布之 5 日 XML 檔。

4. 數值模式部分，今年 6 月底已全部移植至 FX1000 系統，唯因系統資源不夠且似乎仍不穩定，下半年度常出現安內、外輪流停機的情形，導致資訊輸出會需要安內外切換；此外，預報中心新 10 公里及 1 公里風場在未來 1~2 年才有機會上線，目前提供 HDF5 格式的風場測試檔，已利用 Python 程式完成讀取測試無誤。

二、建議:

1. NWW3 作業化波浪資料同化模式建置(2/3)：。由於系集計算動用資源相當龐大，長期評估計算效益，將採用與系集預報相同的處理方式，待其作業化完成後蒐集資料進行後續評估，作為下一階段改善之參考。目前為止，僅同化馬祖測站，未來可再加入東沙島遠洋測站。
2. 菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立(2/3)：NWW3 模式加入流場計算證實可行，唯結果與近岸浮標比較並不必然變好，與流場精度必然相關，而 SCHISM 模式應可以提供流

方面的驗證說明，來整體判斷誤差來源。而與 PAGASA 合作部分，訓練需求必然會持續提出，因此相關的投入勢必無法避免。

3. 藍色公路預報系統更新及生活氣象資訊系統、系集預報系統維護：將持續運維藍色公路海氣象與休閒娛樂 XML 檔的作業化程式，以持續產生 33 條航線的 XML 檔及 166 個生活休閒預報點。完成生活氣象預報系統操作維護手冊更新及波浪系集展示系統操作維護手冊更新。另外根據模式更新的期程及海象測報中心的需求，配合更改藍色公路 XML 檔產生的程式，讓藍色公路海氣象資訊系統可展示 5 日預報，但由於海流模式的延長尚未完成，因此待海流模式開始輸出 7 日預報時，即可完成完整的 5 日藍色公路海象預報作業，至於延長到對外發布 7 天預報則規劃在下年度完成。

參考文獻

1. 曾忠一，2006。大氣科學中的反問題，國立編譯館。
2. 江琇瑛、洪景山，2016。系集平均場置換在系集雷達資料同化之研究，105年天氣分析與預報研討會，A2-32。
3. 交通部中央氣象局，2021。波浪資料同化系統與菲律賓波浪預報系統建置研究計畫(1/3)，社團法人臺灣地球觀測學會，中華民國110年12月。
4. 交通部中央氣象局，2020。波浪資料同化系統與菲律賓波浪預報系統建置前期研究計畫，社團法人臺灣地球觀測學會，中華民國109年12月。
5. 交通部中央氣象局，2019。發展波浪資料同化技術及強化波浪系集預報系統（4/4），社團法人臺灣地球觀測學會，中華民國108年12月。
6. 交通部中央氣象局，2018。發展波浪資料同化技術及強化波浪系集預報系統（3/4），社團法人臺灣地球觀測學會，中華民國107年12月。
7. 交通部中央氣象局，2017。發展波浪資料同化技術及強化波浪系集預報系統（2/4），社團法人臺灣地球觀測學會，中華民國106年12月。
8. 交通部中央氣象局，2016。發展波浪資料同化技術及強化波浪系集預報系統（1/4），社團法人臺灣地球觀測學會，中華民國105年12月。
9. 李至昕、洪景山、曹嘉宏，2012。區域系集預報系統設計之初步研究。
10. 李至昕、洪景山，2011。區域系集預報系統研究：物理參數化擾動。大氣科學，39，95-115。
11. 交通部中央氣象局，2015。建構波浪系集預報系統（4/4），工業技術研究院，中華民國104年12月
12. 交通部中央氣象局，2014。建構波浪系集預報系統（3/4），工業技術研究院，中華民國103年12月。
13. 交通部中央氣象局，2013。建構波浪系集預報系統（2/4），工業技術研究院，中華民國102年十二月。
14. 交通部中央氣象局，2012。建構波浪系集預報系統（1/4），工業技術研究院，中華民國101年12月。
15. 交通部中央氣象局，2011。發展鄉鎮逐時天氣預報系統—高解析度波浪模式委外開發案，工業技術研究院，2011。中華民國100年12月。

16. 交通部中央氣象局，2011。整合與建置海象資訊e化服務系統（4/4），中華民國海洋及水下技術協會，中華民國100年12月。
17. 交通部中央氣象局，2010。發展鄉鎮逐時天氣預報系統-高解析度波浪模式網格分析與預報系統99年度軟體委外開發，工業技術研究院，中華民國99年12月。
18. 交通部中央氣象局，2010。整合與建置海象資訊e化服務系統（3/4），中華民國海洋及水下技術協會，中華民國99年12月。
19. 交通部中央氣象局，2009。整合與建置海象資訊e化服務系統（2/4），中華民國海洋及水下技術協會，中華民國98年12月。
20. 交通部中央氣象局，2008。整合與建置海象資訊e化服務系統（1/4），中華民國海洋及水下技術協會，中華民國97年12月。
21. 交通部中央氣象局，2007。海象資訊在近海觀光、防災救難及航行安全之應用研究（3/3），工業技術研究院，中華民國96年12月。
22. 交通部中央氣象局，2006。海象資訊在近海觀光、防災救難及航行安全之應用研究（2/3），工業技術研究院，中華民國95年12月。
23. 交通部中央氣象局，2005。海象資訊在近海觀光、防災救難及航行安全之應用研究（1/3），工業技術研究院，中華民國94年12月。
24. 交通部科技顧問室，2005。沿海遊憩安全資訊與監測系統之建立（2/2），工業技術研究院，中華民國94年8月。
25. 陳亞嵐，2004，近岸風浪推算資料同化之研究，成功大學水利及海洋工程學系碩士論文。
26. 邱永芳、蘇青和、李忠潘、陳陽益、于嘉順、許泰文、張憲國、劉景毅、王兆璋，2005。近岸數值模擬系統之建立，港灣技術研究中心研究成果輯要，第132頁至136頁，中華民國94年2月。
27. 交通部科技顧問室，2004。沿海遊憩安全資訊與監測系統之建立（1/2），工業技術研究院，中華民國93年3月。
28. 交通部科技顧問室，2003。海象災害預警雛型系統建置（II），中華民國92年4月。
29. 行政院，2003。挑戰2008：國家發展重點計畫（2002-2007），中華民國92年1月。
30. 交通部中央氣象局，2002。颱風期間海岸災害調查與展示系統建置，工業技術研究院，中華民國91年12月。
31. 交通部科技顧問室，2002。海象災害預警雛型系統建置（I），中華民國91年4月。

32. 交通部，2002。交通政策白皮書:總論，第六章，中華民國91年1月。
33. 王國榮，2002。ASP.NET網頁製造教本，旗標出版社。
34. 林煌樟，2001。ASP.NET程式設計實務基礎篇，華彩軟體股份有限公司。
35. 交通部中央氣象局，2001。海岸地區海水倒灌調查與分析，工業技術研究院，中華民國90年12月。
36. 海科中心，2000。「臺灣海峽即時預報模式計畫（TSNOW）」網頁，
"<http://duck2.oc.ntu.edu.tw/tsnow/new/>".
37. 行政院環境保護署，1996。國內建立SEAWATCH海洋環境自動監測系統可行性評估，中華民國85年6月。
38. 陳禹辰、歐陽崇榮，1991。決策支援與專家系統，全華科技圖書股份有限公司。
39. Aikman, F. A. III and D. B. Rao, 1999. A NOAA Perspective on a Coastal Ocean Forecast System, Coastal Ocean Prediction, Ed . C. Mooers, American Geophysical Union, pp. 467-499.
40. Aikman, F. A. III, G. L. Mellor, D. Sheinin, P. Chen, L. Breaker, K. Bosley and D. B. Rao, 1996. Towards an Operational Nowcast/Forecast System for the U.S. East Coast, Modern Approaches to Data Assimilation in Ocean Modeling, 61, Ed. P. Malanotte-Rizzoli, Elsevier Publishers, pp. 347-376.
41. Aikman, F., G. L. Mellor, D. B. Rao and M. P. Waters, 1994. A Feasibility Study of a Coastal Nowcast/Forecast System, Abstracts, Spring Meeting of the American Geophysical Union (AGU), Baltimore, MD, AGU, 197.
42. Almeida, S., Rusu, L. & Guedes Soares, C., 2016. Data assimilation with the ensemble Kalman filter in a high-resolution wave forecasting model for coastal areas. Journal of Operational Oceanography. 9(2), pp. 103–114.
43. Bedford, K. W. and D. J. Schwab, 1991. The Great Lakes Forecasting System-Lake Erie Nowcasts/Forecasts, Proceedings, Marine Technology Society Annual Conference (MTS '91), Marine Technology Society, Washington, DC, pp 260-264.
44. Bedford, K. and D. Schwab, 1990. Preparation of Real-Time Great Lakes Forecasts, Cray Channels, Cray Res. Inc., MN, Summer issue, pp. 14-17.

45. Bedford, K., C.-C. Yen, J. Kempf, D. Schwab, R. Marshall and C. Kuan, 1990. A 3D-Stereo Graphics Interface for Operational Great Lakes Forecasts, Coastal and Estuarine Modeling, Ed. M. Spaulding, Amer. Soc. Of Civil Eng., New York, NY, pp. 248-257.
46. Blumberg, A. F. and G. L. Mellor, 1987. A Description of a Three-Dimensional Coastal Ocean Circulation Model, Three-Dimensional Coastal Ocean Models, Vol. 4, Ed. N.Heaps, American Geophysical Union, Washington, DC, pp.1-16.
47. Booij, N., et al., 1999. A third-generation wave model for coastal regions, Part I, Model description and validation, J. Geoph. Research, C4, 104, 7649-7666.
48. Caires S, Marseille GJ, Verlaan M, Stoffelen A, 2018. North Sea wave analysis using data assimilation and mesoscale model forcing winds. J Waterw Port Coast Ocean Eng 144 (4), [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WW.1943-5460.0000439](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WW.1943-5460.0000439)
49. Cao, D., H. L. Tolman, H. S. Chen, A. Chawla, V. M. Gerald, 2009. Performance of the ocean wave ensemble forecast system at NCEP.
50. Chawla, A., H. L. Tolman, J. L. Hanson, E.-M. Devaliere, V. M. Gerald, 2009. Validation of a Multi-Grid WWATCH III™ Modeling system.
51. Etala, P., and P. Echevarria, 2013. Ensemble Kalman filter based data assimilation in wave models. Proc., 13th Wave Workshop <http://waveworkshop.org/13thWaves/Papers/Etala.pdf>.
52. European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, 2013. Wave Ensemble, http://www.ecmwf.int/products/forecasts/guide/Wave_EPSgrams.html
53. Guedes Soares C, Rusu L, Bernardino M, Pilar P. 2011. An operational wave forecasting system for the Portuguese continental coastal area. J Oper Oceanogr. 4(2):17–27. doi: 10.1080/1755876X.2011.11020124
54. Harlim, J. and Hunt, B. R., 2005. Local Ensemble Transform Kalman Filter: An Efficient Scheme for Assimilating Atmospheric Data, preprint.
55. Heemink, A. W., M. Verlaan, and A. J. Segers, 2001. Variance reduced ensemble Kalman filtering. Mon. Wea. Rev., 129, 1718–1728.
56. Hunt, B. R., E. J. Kostelich and I. Szunyogh, 2007. Efficient Data Assimilation for Spatiotemporal Chaos: A Local Ensemble Transform Kalman Filter. Physica D, 230, 112-126. doi: 10.1016/j.physd.2006.11.008.

57. Komen, G. J., L. Cavaleri, M. Donelan, K. Hasselmann, S. Hasselmann, and P. A. E. M. Janssen, 1994. Dynamics and Modelling of Ocean Waves, 532 pp., Cambridge Univ. Press, New York.
58. Lefevre J. M. and L. Aouf, 2012. Latest developments in Wave in Data Assimilation, in ECMWF workshop.
59. Lionello, P., H. G. nther and P.A.E.M. Janssen, 1992. Assimilation of altimeter data in a global third-generation wave model. J. Geophys. Res. 97, 14453-14474.
60. Lionello, P., H. G. nther and B. Hansen, 1995. A sequential assimilation scheme applied to global wave analysis and prediction. J. Marine Syst. 6, 87-107.
61. Mastenbroek, C., V. K. Makin, A. C. Voorrips and G. J. Komen, 1994. Validation of ERS-1 altimeter wave height measurements and assimilation in a north sea wave model. The Glob. Atm. Oc. system, Vol. 2. 143-161.
62. National Aeronautics and Space Administration, 2008. AVISO and PODAAC User Handbook, ftp://podaac.jpl.nasa.gov/allData/jason1/L2/gdr_c/docs/Handbook_Jason_v4-1.pdf
63. National Aeronautics and Space Administration, 2016. JASON-2 Data, <ftp://data.nodc.noaa.gov/pub/data.nodc/jason2/gdr/gdr/>
64. National Centre for Space Studies, 2016. AVISO+ Products, <http://www.aviso.oceanobs.com/en/data/products/index.html>
65. National Centre for Space Studies, 2015. OSTM/Jason-2 Products Handbook, http://www.aviso.altimetry.fr/fileadmin/documents/data/tools/hdbk_j2.pdf
66. National Weather Service, 2016. WAVEWATCH III version 5.16, <http://polar.ncep.noaa.gov/waves/wavewatch>.
67. NOAA, 2006. Understanding Global Ecosystems to Support Informed Decision-Making -A 20-Year Research Vision, NOAA.
68. NOAA, 2005. Toward Understanding and Predicting Earth's Environment -A five-Year Plan: FY 2005-2009, NOAA.
69. NOAA Coastal Ocean Forecast System Homepage, 2000. "<http://polar.wwb.noaa.gov/cofs/>".
70. Oceanor Homepage, 2000. "<http://www.oceanor.no>".
71. Pendergrass, A. G. and K. L. Elmore, 2004. Ensemble Forecast Bias Correction, (consulted 09/10/04).

72. Rogers, E., D. Parrish and G. DiMego, 1999. Changes to the NCEP Operational Eta Analysis, NWS Technical Procedures Bulletin, National Weather Service, p. 5.
73. Rogers, R., M. Baldwin, T. Black, K. Brill, F. Chen, G. DiMego, J. Gerrity, G. Manikin, F. Mesinger, K. Mitchell, D. Parrish and Q. Zhao, 1998. Changes to the NCEP Operational 'Early' Eta Analysis/Forecast System, NWS Technical Procedures Bulletin (Draft) , p. 31.
74. Shulman, I., C. -R. Wu, J. K. Lewis, J. D. Paduan, L. K. Rosenfeld and S. R. Ramp, 2001. High-frequency radar data assimilation in the Monterey Bay. 7th International conference on Estuarine and Coastal modeling, St. Pete Beach, Florida, AMS, 5-7 Nov.
75. The SWAN team, 2009. SWAN Cycle III Version 40.72 User manual. Delft University of Technology.
76. The WAVEWATCH III® Development Group (WW3DG), 2019. User manual and system documentation of WAVEWATCH III® version 6.07. Tech. Note 333, NOAA/NWS/NCEP /MMAB, College Park, MD, USA, 465 pp. + Appendices.
77. Tolman, H. L., 2009. User Manual and System Documentation of WAVEWATCH-III Version 3.14, NOAA/NWS/AVN/MMAB TN. 276, p. 194.
78. Trenberth, K. E., J. G. Olson, and W. G. Large, 1989. A global ocean wind stress climatology based on ECMWF analyses, NCAR Tech. Note NCAR/TN-338+STR, 93 pp., Natl. Cent. for Atmos. Res., Boulder, Colo.
79. Vested, H. J., J. W. Nielsen, H. R. Jensen and K. B. Kristensen, 1995. Skill assessment of an operational hydrodynamic forecast system for the North Sea and Danish Belts. Quantative Skill Assessment for Coastal ocean models, Coastal and Estuarine Studies, 47, 373-396, American Geophys. Union, Washington DC.
80. Voorrips, A. C. and C. de Valk, 1997. A comparison of two operatioanl wave assimilation methods. Preprint 97-06, Royal Netherlands Meteorological Institute (KNMI). Accepted for publication in Global Atmos. Ocean Syst.
81. Voorrips, A. C. and V. K. Hasselmann, 1997. Assimilation of wave spectrum from pitch-and-roll buoys in a North Sea wave model, J. Geophys. Res. C 102 (3) 5829-5849.
82. Voorrips, A. C., 1999. Spectral wave data assimilation for the prediction of waves in the North Sea. Coastal Eng., 37, 455-469.

83. Waters J., L. R. Wyatt, J. Wolf, A. Hines, 2013. Data assimilation of partitioned HF radar wave data into Wavewatch III, *Ocean Modelling*. 72, 17–31.
84. Yen, C.-C. J., J. G. W. Kelley and K. W. Bedford, 1994. Daily Procedure for GLFS Nowcasts, *Proceedings of the 1994 National Conference on Hydraulic Engineering*, August 1-5, 1994, Buffalo, N. Y., pp202-206.
85. Yen, C.-C. J., K. W. Bedford, and D. J. Schwab, 1992. Nowcast Protocol for the Great Lakes Forecasting System, *Proceedings, 2nd International Conference on Estuarine and Coastal Modeling*, Eds. M. L. Spaulding, K. Bedford, A. Blumberg, R. Cheng, and C. Swanson, Amer. Soc. Civil Eng., Somerset, NJ, pp. 140-148.
86. Yen, C.-C. J., K. W. Bedford, J. Kempf and R. Marshall, 1990. A Three-dimensional/Stereoscopic Display and Model Control System for Great Lakes Forecasts, *Proc. Of IEEE Visualization '90*, San Francisco, CA., Oct 23-26, 1990, ed. A. Kaufman, pp. 194-201.

**附件一、波浪資料同化系統與菲律賓波浪預報系統建置前期
研究 111 年度會議記錄**

波浪資料同化系統與菲律賓波浪預報系統建置研究計畫(2/3)

111 年度工作會議記錄

壹、時間：中華民國 111 年 4 月 13 日（星期三）下午 2 時 0 分

貳、地點：視訊會議

參、主持人：林芳如

肆、出席人員：朱啟豪、施景峯、楊天瑋、張恆文、顏厥正

伍、記錄：張恆文

陸、會議結論：

一、進度報告

1. FX1000 之 NWW3 驗收初步完成。而 FX100 轉移 FX1000，目前已完成安管內移置，但早期單向模擬仍尚未完成，安管外系集移置仍在測試。
2. 投稿 AOGS2002 之摘要已被接受(3/23)，題目為 AS63-A011 The Application of Wave Watch III Wave Model In philippines Sea Area，註冊與繳費需在 5/18 前完成，後續將由朱啟豪技正協助報名繳費相關事宜。
3. 5/23 預計召開與菲律賓之工作會議，之前最後與 PAGASA 聯繫討論之日期為 2/10。
4. 資料同化部分，已採用三層網格及 WEPS 2.0 之 15 公里風場輸入，並用衛星資料進行比對，初步比較各層網格之同化結果合理。目前正在加入馬祖觀測資料進行資料同化，初步檢視結果，也尚合理。
5. 藍色公路系統部分，3/10 請衛星中心協助加大備援系統的資料庫 (61.56.11.136) 硬碟空間，由原本的 20G 增加到 286G，使用百分比約由 80% 降為 6%。3/29 再請衛星中心協助加大主要系統的資料庫 (61.56.11.99) 硬碟空間，由原本的 20G 增加到 216G。
6. 2/14 被通知因為局內資安要求，觀測課 API 網址變更為加密網址 <https://mmcobs-api.cwb.gov.tw>，相關藍色公路及生活氣象的 XML 產生程式(有含觀測資料的)皆已編修完成。而藍色公路端點校驗系統在擷取觀測資料部分也要進行變更。
7. 工作變更部分，為因應預報需要，擬增加藍色公路預報時間至 6 天，DA 作業化系統上線延至明年。

陳院長

技士施景峯
0418/0815

課長林芳如
0418/0816

副主任林燕璋
0418/0817

主任滕春燕
0418/1800

波浪資料同化系統與菲律賓波浪預報系統建置研究計畫(2/3)

111 年度工作會議記錄

壹、時間：中華民國 111 年 6 月 13 日（星期一）上午 10 時 0 分

貳、地點：視訊會議

參、主持人：滕春慈

肆、出席人員：林芳如、施景峯、楊天瑋、朱啟豪、張恆文、顏厥正

伍、記錄：張恆文

陸、會議結論：

一、進度報告

1. FX1000 之模式移置安管內已完成，尚餘檔案傳輸測試，唯因硬體資源有限，前日調查計算所需資源後，NCEP 及 ECMWF 風場驅動 168 小時模擬，因記憶體問題，故仍須至少 8 個 nodes，而 cores 數大小依據使用權限將可到 48*8。安管外主要為系集預報，正密集趕工中。
2. 5/23 召開與菲律賓之會議，雙方展示目前進度，最後結論 PAGASA 仍有使用 NWW3 的問題，將提出未來訓練課程大綱。唯此作法可能造成需求無止盡，最佳作法應是由局內提供相關預報成果，將先調查其他中心作法再定奪。
3. 資料同化部分，已採用三層網格及 WEPS 2.0 之 15 公里風場輸入，並用衛星資料及馬祖觀測資料進行資料同化，目前採取各層均同化該層涵蓋之觀測資料，並未造成如計算擾動等問題，且結果也甚合理。Downscaling 的作法只同化最外層，或加入各層之觀測增量等作法可在期中審查會議中討論。
4. 「菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立」工作項目之期中驗收標準，依據期初計畫申請書擬採用氣象局 SCHISM 流場，唯此模式計算區域在菲律賓海域過小無法滿足已建置之菲律賓海域波浪模式，建議先將測試案例集中在台灣海域，也有測站可供比較有無考慮海流的差別。
5. 5 月 5 日完成增加國海院蜜月灣測站 OAC005 至烏石龜山島航線預報，使用與龜山島兩個端點觀測資料的最大值來修正模式

預報。備援系統也完成編修。

6. 主任指示清查國海院其他測站是否有納入港研中心測站及觀測課 API 系統中，以加入藍色公路預報中，填補無法直接自港研中心取得的觀測資料。
7. 資訊安全部分，打包波浪系集預報展示系統程式供原碼檢測。填寫委外廠商資訊安全稽核評估表。
8. 最近比較常發生連接不上 99 資料庫，造成排程卡住，已調整若排程執行超過 15 分鐘則強制中止，以減少排程卡住的問題。

陳國長

技士施景峯
0615/1130

課長林芳如
0619/1500

主任滕春慈
0615/1340

111 年度工作會議記錄

壹、時間：中華民國 111 年 8 月 26 日（星期五）下午 2 時 0 分

貳、地點：視訊會議

參、主持人：林芳如

肆、出席人員：施景峯、朱啟豪、張恆文、顏厥正

伍、記錄：張恆文

陸、會議結論：

一、進度報告

1. FX1000 安管外藍色公路 4 層備援模式測試完成，cold start 的過程中，ww3_strt.inp 需更改為\$5 from calm sea 才能避免熱機條件過長，包括系集預報都更改 cold start 設定。與以往 FX10 及 FX100 的情形不同。
2. 9/12~16 訓練安排 PAGASA 線上會議，內容已與 PAGASA 討論過。
3. 10 公里及 1 公里新風場之比較測試，經洽預報中心，擬於 9 月提供。
4. 資料同化部分，UMD-LETKF 軟體灌入 FX1000 仍尚未完成，後續將由廠商逕自與系統管理者聯繫。目前 UMD-LETKF 進度在加入 WRF3 公里系集風場。
5. 處理 SCHISM 流場資料加入 NWW3 模式測試中。
6. 目前藍色公路均由 FX1000 傳至 W8，再傳到 135，由於 W8 屆齡退休，似乎應評估由 FX1000 傳至 135 之可行性。
7. 系集預報產品擬輸出至官網，列為明年之工作項目。
8. 11/4 局內需簡報波浪系集同化成果約 15 分鐘。
9. 協助指導海洋大學暑期生進行藍色公路海象預報校驗，除在 7 月 19 日在海象測報中心說明相關系統現況及可以進行的工作外，後續透過 email 提供相關資料及進行方式與示範程式，及 8 月 10 日進行的線上視訊討論。8 月 12 日暑期生向局內進行報告，8 月 16 日有 email 給暑期生說明她在報告時長官詢問的一些問題。
10. 網頁小組反映 6 月 21 日左右發送的藍色公路預報 XML 的 zip 檔大小常有問題，經檢查發現在壓縮 33 條航線預報的 XML 時，會發生錯誤導致壓縮不完全。重新下載並安裝最新版的 7-Zip 程式，並且修

改 zip 的指令，讓執行更有效率，減少出錯。

11. 8 月 11 日編修完成藍色公路 XML 產生程式，遇到模式沒有執行時，會自動搜尋資料庫使用同一時間前一報的資料（只回溯到前一報）。

12. 8 月 15 日打包波浪系集預報展示系統程式供原碼檢測。

陳閱長

閱

陳瑞成

0912/1130

張長林芳如
0912/1143

主任 滕森德
0912/1200

111 年度工作會議記錄

壹、時間：中華民國 111 年 10 月 25 日（星期二）上午 10 時 0 分

貳、地點：視訊會議

參、主持人：滕春慈

肆、出席人員：施景峯、朱啟豪、林芳如、楊天璋、張恆文、顏厥正

伍、記錄：張恆文

陸、會議結論：

進度報告：

1. 9/12~16 PAGASA 線上訓練已完成。唯(1) PAGASA 應該建立波浪模式種子教師 以後本局只訓練波浪模式種子教師(2)請 PAGASA 與美方或其他國家協力合作布放浮標 可以供波浪模式進行校驗使用(3)請 PAGASA 提升該局電腦計算規格，本局會提供相關規格，請該局務必先提升規格，才能順利計算與模擬波浪模式，進而建置波浪預報作業系統
2. 海流模擬已經完成 2018/1、8 月之模擬，大致顯示出來當波浪去向約與流向一致時，波高變小，反之則變大，對於沿岸浮標之統計分析將於期末報告提出。
3. 10 公里及 1 公里新風場之比較測試，預報中心提出之檔案格式為 HDF5，此造成 NCL 讀取的問題，疑格式 group 出現"."的問題，請協助解決或提供讀取程式。若此非最後產出之格式，是否協調轉換成其他資料格式(ex. NetCDF、GRIB2)或 DMS。
4. 資料同化部分，需要 UMD-LETKF 軟體灌入 FX1000 仍尚未完成，請協助申請安管外帳號(mmcaaw351)，WW3 ver. 6.07 需要新的帳號。而目前 UMD-LETKF 進度加入 WRF 的 3 公里系集風場模擬已經完成。
5. 目前作業化 XML 為 5 天(7 天預報)，業務單位希望能夠產出延長至 7 天的 XML。唯海流的部分及網頁部分仍須配合，待後續年度再編入工作項目。

3 月 25 日 張恆文

技士施景峯
1104/1515

課長林芳如
1104/1534

陸

主任滕春慈

附件二、藍色公路及波浪系集資訊系統維護記錄



工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

波浪系集預報展示系統、 藍色公路海象資訊系統、及生活休閒海象資訊系統 維護紀錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心

連絡人：施景峯

電話：(02)2349-1198

地址：台北市公園路 64 號

日期：111 年 02 月 02 日

維護內容：

藍色公路海象資訊系統：

1. 網頁未更新

(1) 藍色公路網頁沒有更新。

(2) 波浪模式 2 月 2 日 06 RUN 沒有資料。

(3) 由於 fx100 效能不佳，所有模式都 delay。

(4) 06 RUN 執行後，在 21:00 網頁恢復正常。

到達時間：

離開時間：遠端維護

客戶簽名：課長林芳如

維護人員簽名：顏 敬正



工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

波浪系集預報展示系統、 藍色公路海象資訊系統、及生活休閒海象資訊系統 維護紀錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心

連絡人：施景峯

電話：(02)2349-1198

地址：台北市公園路 64 號

日期：111 年 02 月 14 日

維護內容：

藍色公路海象資訊系統：

1. 網頁未更新

(1) 藍色公路停在 10:00。觀測課 API 網址變更導致觀測資料無法取得，變更成

https://mmcoobs-api.cwb.gov.tw/open_api/ObservData?...。

(2) 已完成變更，網頁恢復正常。

2. 藍色公路端點校驗系統維護

(1) 由於 API 網址變動，藍色公路端點校驗系統在擷取觀測資料部分也要進行

變更，由於是使用 php 程式，相關加密傳輸會導致原先程式無法正常傳輸

呼叫 API 後的資料，經檢視查詢需要變更 CURLOPT_SSL_VERIFYHOST

及 CURLOPT_SSL_VERIFYPEER 參數設定。已設定完成可以正常運作。

3. 兩岸航線預報無法取得

(1) 網站有拒絕存取訊息，已聯絡對方。

(2) 兩岸航線恢復連結可以擷取預報資料匯入資料庫中。

到達時間：

離開時間：遠端維護

客戶簽名：

課長林芳如

維護人員簽名：

顏啟正



工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

波浪系集預報展示系統、 藍色公路海象資訊系統、及生活休閒海象資訊系統 維護紀錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：施景峯	電話：(02)2349-1198
地址：台北市公園路 64 號		日期：111 年 03 月 02 日
維護內容：		
藍色公路海象資訊系統：		
1. 網頁未更新		
(1) 藍色公路停在 05:00。		
(2) 因為 12Z 及 18Z 風場有問題，導致波浪模式 3 月 1 日 12 及 18 RUN 沒有執行。可能與模式所在伺服器儲存空間有關，已進行清除作業。		
(3) 等 3 月 2 日 00 RUN 執行後，在 18:00 網頁才恢復正常。		
到達時間：		
離開時間：遠端維護		

客戶簽名：

課長林芳如

維護人員簽名：顏 啟正



工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

波浪系集預報展示系統、 藍色公路海象資訊系統、及生活休閒海象資訊系統 維護紀錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：施景峯	電話：(02)2349-1198
地址：台北市公園路 64 號		日期：111 年 03 月 10 日
維護內容：		
藍色公路海氣象資訊系統：		
1. 資料庫硬碟空間		
(1) 99 資料庫空間使用已達 85%，136 資料庫空間使用已達 80%。		
(2) 海象測報中心聯繫衛星中心後，於今日先進行 136 備援系統資料庫所在硬碟的空間增加，由原本的 20 G 增加到 286 G，使用百分比約由 80% 降為 6%。		
(3) 系統重啟後會造成 phpMyAdmin 無法連接，經確定是因為 Apache httpd 服務沒有正常啟動，經修復後已恢復正常。		
到達時間：		
離開時間：遠端維護		

客戶簽名：

課長林芳如

維護人員簽名：顏 顯 正



工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

波浪系集預報展示系統、 藍色公路海象資訊系統、及生活休閒海象資訊系統 維護紀錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心

連絡人：施景峯

電話：(02)2349-1198

地址：台北市公園路 64 號

日期：111 年 03 月 17 日

維護內容：

藍色公路海氣象資訊系統：

1. 簡訊不正常發送

(1) 監控藍色公路海氣象資訊系統的簡訊發送功能一直發送簡訊，但是網頁是正常的。

(2) 簡訊發送系統有問題，從 135 ftp 到簡訊發送伺服器的執行非常慢卡住，來不急檢測程式讀取新的檔案，所以一直發簡訊，可能由於 135 dos 指令變慢，重新開機就改善問題。

到達時間：

離開時間：遠端維護

客戶簽名：林芳如

維護人員簽名：顏正

波浪系集預報展示系統、
藍色公路海象資訊系統、及生活休閒海象資訊系統
維護紀錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：施景峯	電話：(02)2349-1198
地址：台北市公園路 64 號		日期：111 年 03 月 25 日
維護內容：		
生活休閒海象資訊系統：		
1. 逐 3 小時海象網頁未更新		
(1) 生活休閒逐 3 小時海象網頁停在 24 日下午。		
(2) 因為 135 伺服器被登出導致排程沒有執行。		
(3) 已重新登入並手動執行排程，網頁恢復正常。		
到達時間：		
離開時間：遠端維護		

客戶簽名:

維護人員簽名: 顏 慶正



工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

波浪系集預報展示系統、 藍色公路海象資訊系統、及生活休閒海象資訊系統 維護紀錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心

連絡人：施景峯

電話：(02)2349-1198

地址：台北市公園路 64 號

日期：111 年 03 月 29 日

維護內容：

藍色公路海氣象資訊系統：

1. 資料庫空間

(1) 備援系統執行一段時間皆正常運作後，在 3 月 29 日再請衛星中心協助加大

主要系統的資料庫(61.56.11.99)硬碟空間，由原本的 20G 增加到 216G。衛

星中心在加大根目錄硬碟時無法增加成功（備援資料庫並未發生此現象），

經衛星中心專家使用開機檔案重新開機後，將原先的根目錄變成一般硬碟

後，方能增加成功，然後再重新開機即可，成功將使用百分比約由 85%降

為 8%。

(2) 系統重啟後同樣會造成 phpMyAdmin 無法連接，已修復可以正常運作。

到達時間：

離開時間：遠端維護

客戶簽名：

課長林芳如

維護人員簽名：

顏顯正



工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

波浪系集預報展示系統、 藍色公路海象資訊系統、及生活休閒海象資訊系統 維護紀錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心

連絡人：施景峯

電話：(02)2349-1198

地址：台北市公園路 64 號

日期：111 年 05 月 05 日

維護內容：

藍色公路海氣象資訊系統：

1. 增加觀測站

(1) 完成增加國海院蜜月灣測站 OAC005 至烏山龜山島航線預報，使用與龜山

島兩個端點觀測資料的最大值來修正模式預報。備援系統也完成編修。

(2) 將清查國海院其他測站是否有納入港研中心測站及觀測課 API 系統中，以

加入藍色公路預報中，填補無法直接自港研中心取得的觀測資料。

(3) 官網上已可看到烏石港(蜜月灣)觀測資料，但航線圖上沒有標示浮標圖示，

在基隆彭佳嶼航線圖上也沒有標示彭佳嶼浮標圖示，已請網頁中心一併修

改。

到達時間：

離開時間：遠端維護

客戶簽名：

課長林芳如

維護人員簽名：

顏頌正



工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

波浪系集預報展示系統、 藍色公路海象資訊系統、及生活休閒海象資訊系統 維護紀錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：施景峯	電話：(02)2349-1198
地址：台北市公園路 64 號		日期：111 年 05 月 08 日
維護內容：		
藍色公路海氣象資訊系統：		
1. 網頁未更新		
(1) 藍色公路停在 7 日 19:00。		
(2) 因為產生 xml 程式卡住，影響後面程式執行。		
(3) 已排除卡住的排程，網頁在 7:00 恢復正常。		
到達時間：		
離開時間：遠端維護		

客戶簽名：

課長林芳如

維護人員簽名：顏正



工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

波浪系集預報展示系統、 藍色公路海象資訊系統、及生活休閒海象資訊系統 維護紀錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心

連絡人：施景峯

電話：(02)2349-1198

地址：台北市公園路 64 號

日期：111 年 05 月 21 日

維護內容：

藍色公路海氣象資訊系統：

1. 網頁沒有更新

(1) 藍色公路網頁停在 5 月 20 日 20:00。

(2) 兩岸航線預報資料沒有取得，導致的程式卡住，已排除，網頁恢復正常。

到達時間：

離開時間：遠端維護

客戶簽名：

課長林芳如

維護人員簽名：

顏 展 正



工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

波浪系集預報展示系統、 藍色公路海象資訊系統、及生活休閒海象資訊系統 維護紀錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：施景峯	電話：(02)2349-1198
地址：台北市公園路 64 號		日期：111 年 06 月 21 日
維護內容：		
藍色公路海氣象資訊系統：		
1. 網頁沒有更新		
(1) 近期比較常發生連接不上 99 資料庫，造成排程卡住，已調整若排程執行超過 15 分鐘則強制中止，以減少排程卡住的問題。		
(2) 去除一些不必要的系統排程減少對自動作業排程的干擾。		
(3) 另外網頁小組反映最近發送的藍色公路預報 XML 的 zip 檔大小常有問題，經檢查發現在壓縮 33 條航線預報的 XML 時，會發生錯誤導致壓縮不完全。		
(4) 已重新下載並安裝最新版的 7-Zip 程式，並且修改 zip 的指令，讓執行更有效率，減少出錯。		
到達時間：		
離開時間：遠端維護		

客戶簽名： 課長林芳如

維護人員簽名：顏厥正

波浪系集預報展示系統、
藍色公路海象資訊系統、及生活休閒海象資訊系統
維護紀錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：施景峯	電話：(02)2349-1198
地址：台北市公園路 64 號		日期：111 年 08 月 11 日
維護內容：		
藍色公路海氣象資訊系統：		
1. 網頁更新		
(1) 為避免波浪模式偶有當報沒有執行問題，於 8 月 11 日編修完成藍色公路 XML 產生程式，遇到模式沒有執行時，會自動搜尋資料庫使用同一時間前一報的資料（只回溯到前一報）。		
(2) 在產生 XML 檔時，系統會判斷若資料表格內無該報資料，會將 validdt 參數減 6 小時後，搜尋前一報的資料來建置 XML 檔。		
到達時間：遠端維護		
離開時間：		

客戶簽名: 譚長林芳如

維護人員簽名: 郭顯正



工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

波浪系集預報展示系統、
藍色公路海象資訊系統、及生活休閒海象資訊系統
維護紀錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：施景峯	電話：(02)2349-1198
地址：台北市公園路 64 號		日期：111 年 08 月 15 日
維護內容：		
波浪系集預報展示系統：		
1. 資安檢查		
(1) 8 月 15 日打包壓縮波浪系集預報展示系統程式供原碼檢測。		
到達時間：遠端維護		
離開時間：		

客戶簽名： 課長林芳如

維護人員簽名： 郭顯正



工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

波浪系集預報展示系統、
藍色公路海象資訊系統、及生活休閒海象資訊系統
維護紀錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：施景峯	電話：(02)2349-1198
地址：台北市公園路 64 號		日期：111 年 09 月 11 日
維護內容：		
藍色公路海象資訊系統與生活休閒海象資訊系統：		
1. 海流資料短缺		
(1) 9 月 10 日機房通知海象中心海流圖有缺。		
(2) 9 月 11 日藍色公路及生活氣象缺海流資料。		
(3) 通知海流中山大學團隊處理完成。		
(4) 網頁恢復正常。		
到達時間：遠端維護		
離開時間：		

客戶簽名：

課長林芳如

維護人員簽名：賴顯正



工業技術研究院

Industrial Technology
Research Institute

波浪系集預報展示系統、
藍色公路海象資訊系統、及生活休閒海象資訊系統
維護紀錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：施景峯	電話：(02)2349-1198
地址：台北市公園路 64 號		日期：111 年 10 月 14 日
維護內容：		
藍色公路海象資訊系統：		
1. 藍色公路預報延長至 7 日		
(1) 延長資料在 135 D:\swan\ferryv4 內，已正常自動傳輸。		
(2) 10 月 14 日完成作業化排程運轉：		
a. 建置新資料表格 bluehighway337 及 bluehighwaymax337。		
b. 建置匯入資料庫新程式 D:\ferry\modeltosql337\。		
c. 建置產生 XML 檔的新程式 D:\ferry\blue 中文\BlueHighway\TRI13520220920\。		
d. 建置新 log 目錄 D:\ferry\log337。		
e. 建置新 XML 檔目錄 D:\ferry\xml33N7。		
f. 編修已有匯入資料庫排程 ferryall.bat，加入執行匯入資料庫執行檔。		
g. 編修產生 XML 檔排程 bluehighwayexe33.bat，加入 120 小時 XML 檔產生執行檔。		
h. 海流預報現階段為每日預報 96 小時，因此整點 120 小時 XML 檔中海流預報資料		
會從缺 24 小時資料逐漸增加到缺 48 小時資料。		
到達時間：遠端維護		
離開時間：		

客戶簽名：

林芳如

維護人員簽名：顏 啟正

波浪系集預報展示系統、
藍色公路海象資訊系統、及生活休閒海象資訊系統
維護紀錄表

客戶：中央氣象局海象測報中心	連絡人：施景峯	電話：(02)2349-1198
地址：台北市公園路 64 號		日期：111 年 10 月 20 日
維護內容：		
藍色公路海象資訊系統：		
1. 網頁沒有更新		
(1) 10 月 20 日藍色公路網頁沒有更新，BUOY 資料停在 22101818。		
(2) 模式執行 ok 但 BUOY 檔沒有傳到 135，波浪模式團隊處理後已收到檔案，重跑排程後網頁恢復正常。		
(3) 可能原因為安內檔案傳出時會 permission denied。		
(4) 海象中心檢查處理後，資料傳輸恢復正常。		
到達時間：遠端維護		
離開時間：		

客戶簽名:

課長林芳如

維護人員簽名:

維護人員簽名: 顏 正

附件三、藍色公路海氣象預報資訊系統操作維護手冊

交通部中央氣象局



Central Weather Bureau

藍色公路海象資訊系統標準作業程序v 2.0

預報課

中央氣象局 海象測報中心

中華民國 111年7月

發行序號：00

文件名稱	藍色公路海象資訊系統標準作業程序		
文件編號			
文件增修	預報課	文件修訂 協助檢視	資安
權責暨維護 單位	預報課	文件核准	主任
機密等級	限閱	是否上網	☒ 是 ☐ 否
限閱對象	海象測報中心人員及其他授權人員		
發行份數	1	發行序號	00
發行日期	111年07月01日	發行章	簽章
註銷日期	年 月 日	註銷章	簽章
持有者	簽章		
備註			

版本修訂紀錄

[illegible]

目錄

1. 依據.....	1
2. 目的.....	1
3. 簡介.....	1
3.1 適用範圍.....	1
3.2 適用對象.....	1
3.3 權責分工.....	1
4. 名詞解釋	1
4.1 藍色公路 (BLUE HIGHWAY)	1
4.2 波浪預報 (WAVE PREDICTION).....	1
4.3 海流預報 (CURRENT PREDICTION).....	1
4.4 風場預報 (WIND PREDICTION).....	1
5. 作業介紹	1
5.1 一般常態性作業	3
5.1.1 作業流程圖.....	3
5.1.2 網路或通訊之操作與檢查.....	4
5.1.2.1 檢視項目其標準值.....	4
5.1.2.2 查詢/操作項目	4
5.1.2.3 記錄.....	4
5.1.3 硬體之操作與檢查	4
5.1.3.1 操作步驟.....	4
5.1.3.2 紀錄.....	4
5.1.3.3 查詢項目	4
5.1.3.4 檢視項目及標準	4
5.1.4 系統與資料操作與檢查	4
5.1.4.1 檢視項目	4
5.1.4.2 波浪模式匯入資料庫.....	4
5.1.4.3 海流模式匯入資料庫.....	5
5.1.4.4 兩岸藍色公路 XML 檔擷取與匯入步驟.....	5
5.1.4.5 網頁 XML 檔產生步驟.....	5
5.1.4.6 觀測資料 API 呼叫方式	5
5.1.4.7 網頁 XML 檔傳輸步驟.....	6
5.1.4.8 Opendata XML 檔產生步驟	6
5.1.4.9 Opendata XML 檔傳輸步驟	6

5.1.4.10 紀錄.....	7
5.1.4.11 查詢項目.....	7
5.1.4.12 檢視項目及標準.....	7
5.1.5 環境（含環境設備）監控及操作與檢查.....	7
5.1.5.1 操作步驟.....	7
5.1.5.2 紀錄.....	7
5.1.5.3 查詢項目(含步驟).....	7
5.1.5.4 檢視項目及標準.....	7
5.1.6 交接事項.....	7
5.1.7 其他注意事項.....	7
5.2 異常處理策略.....	7
5.2.1 異常作業處理流程.....	8
5.2.2 異常作業處理程序.....	8
5.2.2.1 異常狀況、處理與通知.....	8
5.2.2.2 異常判斷與分析.....	8
5.2.2.3 異常處理.....	8
5.2.2.4 通報原則.....	8
5.2.2.5 異常紀錄及追蹤處理.....	8
5.3 相關文件及表單.....	9
5.3.1 系統環境安裝.....	9
5.3.2 系統排程及程式與資料的關聯.....	9

圖目錄

圖 1、藍色公路海象資訊系統作業流程圖.....	3
圖 2、波高空間的修正量與時間的修正量示意圖	10
圖 3、波高修正流程	11

表目錄

表 1、33 條藍色公路一覽表.....	2
表 2、系統的排程及程式與資料的關聯一覽表	12

1. 依據

本作業規範依據「中央氣象局資通安全政策」規定辦理，提供藍色公路海氣象預報值班人員作業參考，以利藍色公路海氣象預報業務順利進行。

2. 目的

為使本中心執行藍色公路海氣象預報人員熟悉藍色公路海氣象預報系統運作，製作此標準作業程序。

3. 簡介

3.1 適用範圍

本操作手冊適用於藍色公路海氣象預報輪值人員，包含藍色公路海氣象預報系統運作注意事項。

3.2 適用對象

本中心負責藍色公路海氣象預報輪值人員。

3.3 權責分工

權責分工依據海象測報中心的規定辦理。

4. 名詞解釋

4.1 藍色公路 (blue highway)

行駛於台灣各港口及兩岸之海上航線。

4.2 波浪預報 (wave prediction)

波浪場包括波高、波向、及週期的預報。

4.3 海流預報 (current prediction)

海流流場包括流速及流向的預報。

4.4 風場預報 (wind prediction)

風場包括風速、風向、及風級的預報。

5. 作業介紹

藍色公路海況系統於 2010 年納入海象 e 化服務系統一般版即時海況模組當中開始建置。2010 年的計畫進行了藍色公路示範區之系統規劃建置，包括預報模擬網格數值之評估與綜合考量及離型測試，在評估過後以符合現有海象需求為前提進行系統開發建置，完成氣象局對外網頁在高雄至馬公、東港至小琉球、基隆至馬祖、台東至綠島、及台中至馬公等 5 條航線，各航線又以約一小時航程劃分成不同航段之未來 24 小時的浪高、浪向、風

級、風向等預報資訊的展示。藍色公路海象預報網頁於 100 年 2 月 1 日正式上線提供民眾查詢。101 年建置觀測資料修正預報資料的功能，另外還增加了四條航線的預報。102 年增加 10 條藍色公路預報，並配合資訊中心的需求，建置了可輸出 20 條藍色公路海象預報 XML 檔案的程式，以平行作業化執行及自動傳輸的方式提供給資訊中心。網頁輸出也增加了花蓮蘇澳航線共 11 條航線的網頁程式提供資訊中心。103 年由於藍色公路海象資訊系統網頁已由中央氣象局資訊中心負責，因此原有的系統只需要產生 XML 檔，傳給資訊中心及電子看板的伺服器即可。另增加波浪週期之 XML 格式內容更新。104 年擷取中國大陸廈門海洋預報台的廈門到金門、泉州到金門、及馬尾到馬祖的藍色公路海氣象預報 XML 檔案，建立自動下載及放入資料庫的程式，並建立與修改程式將這三條航線與原先 20 條藍色公路海氣象預報一同產生未來網頁所需的 48 小時含週期資料的 XML 檔案，提供資訊中心在氣象局對外網站上展示。105 年增加安平到東吉島航線，而 106 年增加蘇澳到石垣島及萬里到彭佳嶼航線。107 年度配合各方要求，藍色公路航線增加到 33 條，原先使用一碼英文字母來辨識航線已不夠用，因此所有相關的程式都需要進行編修，將航線的代碼由 1 碼英文字母增加到 2 碼英文字母。原先的航線編號改為 AA~AZ，而新增的 7 條藍色公路則為 BA~BG。現階段 33 條藍色公路一覽表如下：

表 1、33 條藍色公路一覽表

ID	代碼	航線 名稱	航段 數目	起點	終點	左端點 觀測站名	左端點 觀測站碼	右端點 觀測站名	右端點 觀測站碼
1	AA	基隆馬祖	8	基隆	馬祖	馬祖浮標	C6W08	基隆港	0001
2	AB	臺中馬公	2	臺中	馬公	澎湖浮標	46735A	臺中港	0005
3	AC	高雄馬公	4	高雄	馬公	澎湖浮標	46735A	高雄港	0004
4	AD	東港小琉球	1	東港	小琉球	小琉球浮標	46714D	N/A	N/A
5	AE	臺東綠島	1	臺東	綠島	臺東浮標	WRA007	N/A	N/A
6	AF	布袋馬公	2	布袋	馬公	澎湖浮標	46735A	N/A	N/A
7	AG	烏石龜山島	1	烏石	龜山島	蜜月灣浮標	OAC005	龜山島浮標	46708A
8	AH	臺中平潭	3	臺中	平潭	N/A	N/A	臺中港	0005
9	AI	臺東蘭嶼	3	臺東	蘭嶼	臺東浮標	WRA007	N/A	N/A
10	AJ	後壁湖蘭嶼	2	後壁湖	蘭嶼	鵝鑾鼻浮標	46759A	N/A	N/A
11	AK	基隆龍洞	1	基隆	龍洞	基隆港	0001	龍洞浮標	46694A
12	AL	龍洞龜山島	2	龍洞	龜山島	龍洞浮標	46694A	龜山島浮標	46708A
13	AM	基隆台中	5	基隆	臺中	臺中港	0005	基隆港	0001
14	AN	基隆港台州	4	基隆港	台州	N/A	N/A	基隆港	0001

15	AO	臺中高雄	5	臺中	高雄	高雄港	0004	臺中港	0005
16	AP	臺中金門	4	臺中	金門	金門浮標	46787A	臺中港	0005
17	AQ	高雄花蓮	7	高雄	花蓮	高雄港	0004	花蓮港	0003
18	AR	花蓮基隆	6	花蓮	基隆	花蓮港	0003	基隆港	0001
19	AS	花蓮蘇澳	3	花蓮	蘇澳	花蓮港	0003	蘇澳港	0002
20	AT	臺北港平潭	3	臺北港	平潭	N/A	N/A	臺北港	0006
21	AU	金門廈門	1	金門	廈門	N/A	N/A	金門浮標	46787A
22	AV	金門泉州	1	金門	泉州	N/A	N/A	金門浮標	46787A
23	AW	馬祖馬尾	2	馬祖	馬尾	N/A	N/A	馬祖浮標	C6W08
24	AX	安平東吉島	1	安平	東吉島	東吉島波浪站	C5W09	七股浮標	46778A
25	AY	蘇澳石垣島	4	蘇澳	石垣島	蘇澳	0002	N/A	N/A
26	AZ	萬里彭佳嶼	4	萬里	彭佳嶼	N/A	N/A	彭佳嶼浮標	C6B01
27	BA	基隆南竿	8	基隆	南竿	馬祖浮標	C6W08	基隆港	0001
28	BB	南竿東引	2	南竿	東引	N/A	N/A	馬祖浮標	C6W08
29	BC	南竿莒光	1	南竿	莒光	N/A	N/A	N/A	N/A
30	BD	北竿黃岐	1	北竿	黃岐	N/A	N/A	N/A	N/A
31	BE	將軍東吉	1	將軍	東吉	東吉島波浪站	C5W09	N/A	N/A
32	BF	鳳鼻頭小琉球	1	鳳鼻頭	小琉球	小琉球浮標	46714D	N/A	N/A
33	BG	馬公望安七美	2	馬公	七美	N/A	N/A	澎湖浮標	46735A

5.1 一般常態性作業

5.1.1 作業流程圖

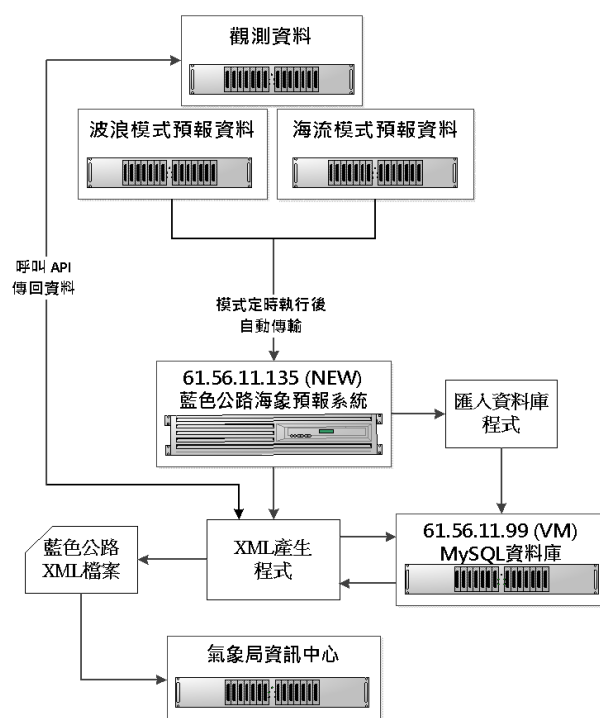


圖 1、藍色公路海象資訊系統作業流程圖

5.1.2 網路或通訊之操作與檢查

5.1.2.1 檢視項目其標準值

檢查藍色公路海氣象預報系統主機與資料庫主機網路連線是否正常。

5.1.2.2 查詢/操作項目

分別執行 ping 61.56.11.135 及 ping 61.56.11.99，檢查是否有回應。

5.1.2.3 記錄

若網路無法連線，值班人員應立刻通知系統維護人員處理，並記錄於工作日誌中，紀錄項目應包含異常事項、時間、處理方式。

5.1.3 硬體之操作與檢查

5.1.3.1 操作步驟

無。

5.1.3.2 紀錄

無。

5.1.3.3 查詢項目

無。

5.1.3.4 檢視項目及標準

無。

5.1.4 系統與資料操作與檢查

5.1.4.1 檢視項目

中央氣象局藍色公路預報網頁（首頁>海象>藍色公路>選擇航線）。

5.1.4.2 波浪模式匯入資料庫

排程自動於 05:28、11:28、17:28、23:28 執行 D:\ferry\ferryall.bat，將 33 條藍色公路波浪模擬結果及生活休閒波浪模擬結果匯入資料庫中。由於 opendata 的資料仍保留原先 23 條藍色公路的編碼，舊的資料庫仍要維持，因此在上述批次檔中也會將波浪預報資料放入

bluehighwaytest4 資料表格中。

5.1.4.3 海流模式匯入資料庫

排程自動於 13:50 及 15:50 執行 D:\ferry\modeltosqlcurrent\modeltosqlcurrent.bat，將 23 條藍色公路海流模擬結果匯入 current 資料表中。另外在 13:55 及 15:55 執行 D:\ferry\modeltosqlcurrent33\modeltosqlcurrent33.bat，將 30 條藍色公路海流模擬結果匯入 current33 資料表中。

5.1.4.4 兩岸藍色公路 XML 檔擷取與匯入步驟

排程自動於 12:40 及 13:10 開始執行 D:\ferry\cn\cnnew.bat，至 <http://120.42.36.228:81> 網站下載馬祖馬尾、金門五通、金門石井航線預報資料，然後匯入 cnblue 資料表中，爾後每 6 小時會執行 1 次，將每次下載完成的 xml 檔案匯入資料庫中。

5.1.4.5 網頁 XML 檔產生步驟

藍色公路 XML 檔是由每小時 03 分執行 D:\ferry\operation\bluehighwayexe33.bat 來產生。其中包括執行兩岸的 3 條藍色公路 XML 檔的產生及其它 30 條藍色公路 XML 檔的產生。

5.1.4.6 觀測資料 API 呼叫方式

關於使用 API 讀取觀測資料在程式修改的部分主要是使用 VB.NET 的 HttpWebRequest 去呼叫 API (https://mmcobs-api.cwb.gov.tw/open_api/ObservData?station_id=xxx&startTime=xxx&endTime=xxx)。呼叫時帶入 station_id、startTime、endTime 的值後，會回傳 JSON 格式的觀測資料，再透過 Newtonsoft.Json 函數解碼相關資料去進行模式結果的修正及建置最

後的 XML 檔案。

在擷取觀測資料前，需要用同樣的方式先擷取測站在各觀測項目的狀態，若該項目的 status 回傳「1」則擷取到的值是在儀器正常運作下所測到的值，呼叫的 API 是「https://mmcobs-api.cwb.gov.tw/open_api/Station/ObsVariableStatus?station_id=xxx&start Time=xxx& endTime=xxx」。帶入 station_id 然後擷取最新的三筆資料透過 GetResponseStream 傳回 json 格式的資料，再透過 Newtonsoft.Json 下的函數來解析出各觀測項目的狀態。

5.1.4.7 網頁 XML 檔傳輸步驟

上述排程執行的批次檔最後也會進行 XML 檔案的傳輸。產生好的 XML 透過上述批次檔中執行 D:\ferry\operation_ftp\Bluewayxml_ftp.bat 將 33 條藍色公路的 XML 使用 7-Zip 壓縮成 micbluehighway.zip 檔後，傳到網頁服務小組 IP。現階段傳送到 172.17.66.8 及 172.17.66.29 兩個 IP。

5.1.4.8 Opendata XML 檔產生步驟

藍色公路 Opendata XML 檔是每日自 05:11 開始每 6 小時執行 D:\ferry\operation\BlueHighway_opendata.exe 來產生。現階段共產生 23 條藍色公路 Opendata XML 檔。

5.1.4.9 Opendata XML 檔傳輸步驟

Opendata XML 檔傳輸的批次檔為 D:\ferry\operation_ftp\Bluewayxml_ftp_opendata.bat，每日自 05:58 開始每 6 小時執行一次將產生好的 Opendata XML 檔，傳到網頁服務小組 IP。現階段傳送到 10.6.1.91 及 10.6.1.92 兩

個 IP。

5.1.4.10 紀錄

藍色公路波浪模擬結果匯入資料庫時會產生 log 檔，在匯入 bluehighwaytest4 資料表格時產生的 log 檔在 D:\ferry\log4\ 目錄中，在匯入 bluehighway33 資料表格時產生的 log 檔在 D:\ferry\log33\ 目錄中。

產生 Opendata XML 檔的紀錄存放在 D:\ferry\opendata\log\ 的目錄下。

傳送 XML 檔至網頁小組的紀錄存放在 D:\ferry\operation_ftp\log\ 的目錄下。

5.1.4.11 查詢項目

無。

5.1.4.12 檢視項目及標準

確認藍色公路預報網頁有顯示檢視當時(03 分以後)的整點預報。

5.1.5 環境（含環境設備）監控及操作與檢查

5.1.5.1 操作步驟

無。

5.1.5.2 紀錄

無。

5.1.5.3 查詢項目(含步驟)

無。

5.1.5.4 檢視項目及標準

無。

5.1.6 交接事項

交接事項依據海象測報中心的規定辦理。

5.1.7 其他注意事項

其他注意事項依據海象測報中心的規定辦理。

5.2 異常處理策略

5.2.1 異常作業處理流程

網頁上沒有出現藍色公路海氣象預報數值模式最新一次執行的產品：首先確認波浪模式是否正確執行，若在 135 伺服器 D:\ferry\swan\ferryv3 目錄下有更新檔則可能為每 6 小時執行一次的資料庫匯入程式有問題，請執行模式的負責人檢查。若模式結果檔案有正常產生，而 99 資料庫內有沒有正確時間的資料，或是資料庫有正確資料而沒有產生更新的 XML 檔則可能是資料匯入階段，或是產生 XML 檔階段發生問題，請執行匯入資料庫及產生 XML 檔的負責人確認。

5.2.2 異常作業處理程序

5.2.2.1 異常狀況、處理與通知

官網上藍色公路的海氣象預報時間(第一筆)與現在整點時刻不相同。

5.2.2.2 異常判斷與分析

官網上藍色公路的觀測資料時間(現在時間的前 3 個小時)與預報資料時間 (現在整點到未來 48 小時)沒有正確顯示。

5.2.2.3 異常處理

若官網藍色公路海氣象預報時間停滯，需檢查 135 伺服器 D:\ferry\swan\ferryv3 目錄下是否有更新檔，再檢查 135 伺服器的 D:\ferry\xml33N\ 目錄下是否有 bluehighway33AA.xml ~ bluehighway33BG.xml 檔案。

5.2.2.4 通報原則

官網藍色公路海氣象預報未更新：通知相關系統負責人。

5.2.2.5 異常紀錄及追蹤處理

重新啟動排程手動執行 D:\ferry\operation\bluehighwayexe33.bat 批次檔，持續確認藍色公路海氣象預報之 XML 檔可

以正常產生，若仍無法產生則應持續進行異常處理程序。

5.3 相關文件及表單

5.3.1 系統環境安裝

系統安裝如下：

1. 主系統及備援系統程式在 61.56.11.135 及 61.56.11.156 d:\ferry
2. 建立目錄: operation, operation_ftp
3. 在 135 上的系統 VB.NET 程式為：
 - 波浪匯入資料庫-D:\ferry\modeltosql33\ 及 D:\ferry\modeltosql20141106\
 - 海流匯入資料庫-D:\ferry\modeltosqlcurrent33\ 及 D:\ferry\modeltosqlcurrent\
 - 產生 XML 檔-D:\ferry\blue 中文\BlueHighway_ITRI13520211019\
4. 在 156 備援系統上的 VB.NET 程式為：
 - 波浪匯入資料庫-D:\ferry\modeltosql33\ 及 D:\ferry\modeltosql20141106\
 - 海流匯入資料庫-D:\ferry\modeltosqlcurrent33\ 及 D:\ferry\modeltosqlcurrent\
 - 產生 XML 檔-D:\ferry\blue 中文\BlueHighway_ITRI13520211019\
5. 135 及 156 的 D:\Swan\ferryv3\ 已由中心定時放入模式結果檔案
6. 資料庫 IP 變數檔案:
135 及 156 資料庫指向 IP 檔案皆為各自伺服器的 D:\ferry\operation\prodatabase.txt，檔案中第一行為資料庫 IP，第二行為資料庫帳號，第三行為資料庫密碼。

5.3.2 系統排程及程式與資料的關聯

藍色公路海氣象預報資訊系統的排程及程式與資料的關聯方式如表 2 所示。為了要讓波浪預報資料在各航線端點不會小於航線端點的觀測資料，101 年度建置完成藍色公路預報結合觀測資料的預報

修改功能。修正的方式分為空間的修正量與時間的修正量如圖 2 所示。藍色公路波高修正流程如圖 3 所示。在 61.56.11.99 伺服器上的藍色公路資料庫中為了記錄所有的修正值因此增加 wavehadj00 到 wavehadj23 欄位紀錄調整值及 web00 到 web23 欄位記錄每小時對外公布的 48 小時波高，還有增加 wavehobs1 及 wavehobsr 欄位紀錄當時的觀測值，以便日後查證所需。

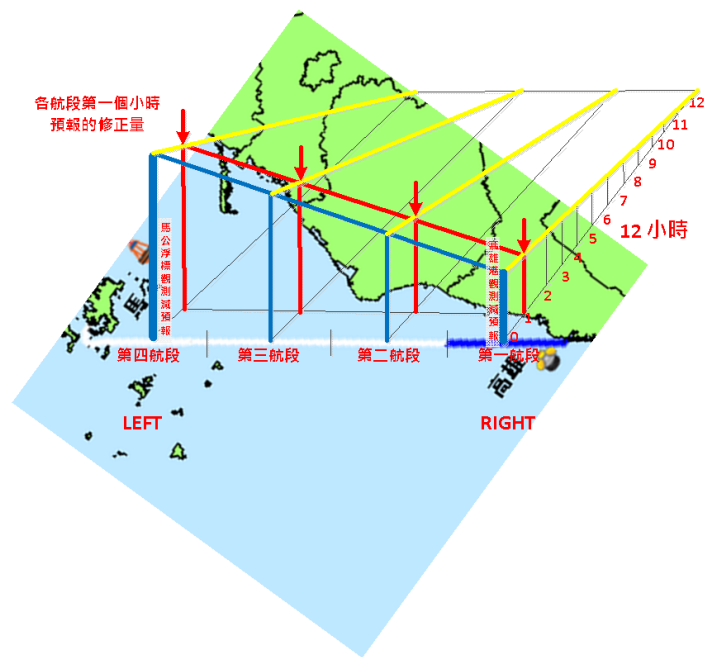


圖 2、波高空間的修正量與時間的修正量示意圖

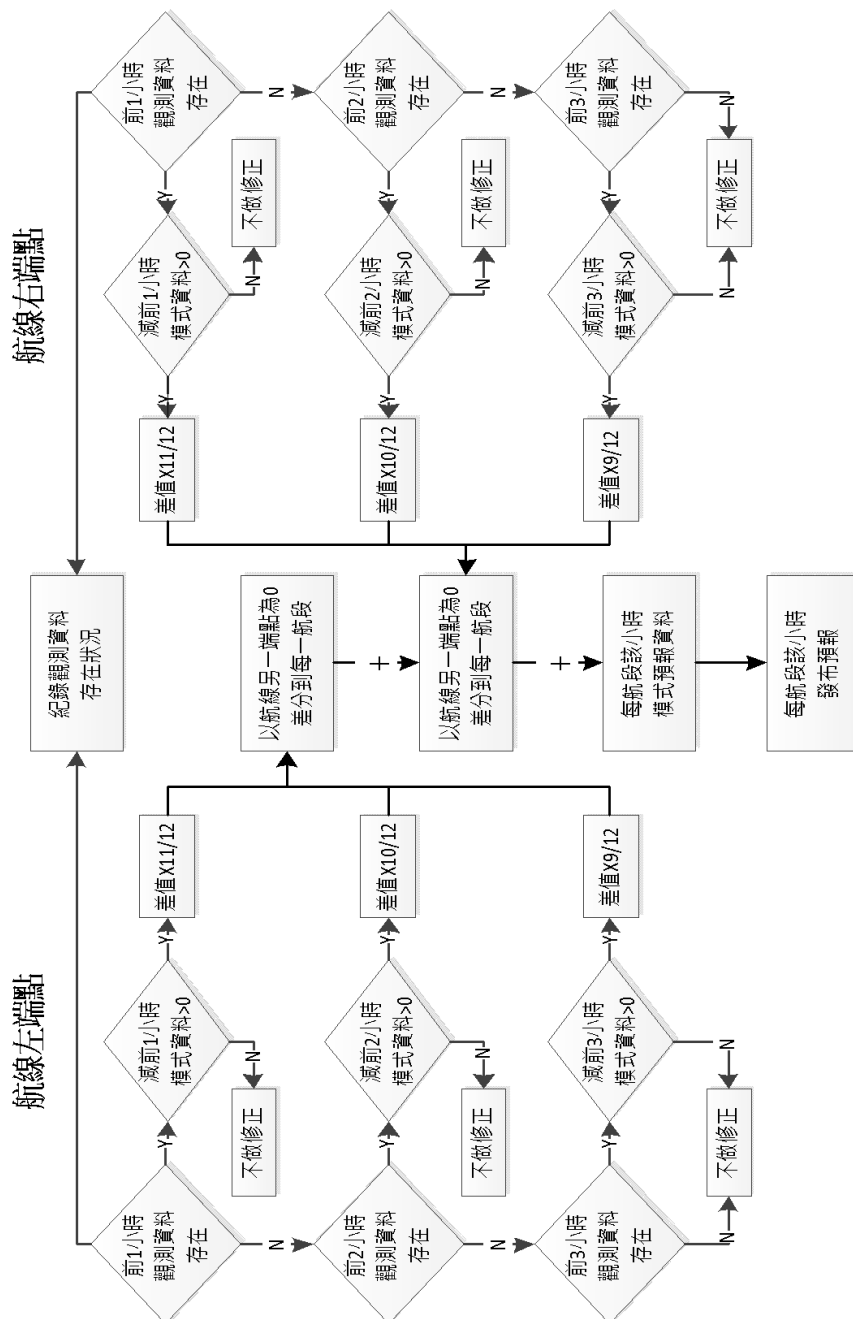


圖 3、波高修正流程

表 2、系統的排程及程式與資料的關聯一一覽表

作業	排程名稱	執行時間	重複性	執行程式	工作敘述	程式所在目錄	輸入檔案	輸出檔案	輸入資料庫表格	輸出資料庫表格	Log 檔名稱
藍色公路	ferryall	05:28	每 6 小時	D:\ferry\ferryall.bat	讀取波浪模式的 BUOY 資料寫入資料庫中	- D:\ferry\modeltosql20141106\3\ - D:\ferry\modeltosql3\	D:\swan\ferry\3\YYMDDDDHH.000.BUOY ~ YYMDDDDHH.084.BUOY	無	- pro.sea_route2033 - pro.sea_route33	- pro.bluehighwaytest4 - pro.bluehighway33	- D:\ferry\log4\ - D:\ferry\ferryall.log
	current2 current3 current233 current333	13:50 15:50 13:55 15:55	每日	- D:\ferry\modeltosqlcurrent.bat - D:\ferry\modeltosqlcurrent33\modeltosqlcurrent33.bat	海流模擬結果匯入資料庫	- D:\ferry\modeltosqlcurrent\ - D:\ferry\modeltosqlcurrent33\	D:\swan\current\YYMDDDDHH.000.OCM ~ YYMDDDDHH.084.OCM	無	pro.current33	無	無
	BlueHighway_opendata	05:11	每 6 小時	D:\ferry\operation\BlueHighway_opendata.exe	產生符合 OPEN DATA 格式之 XML 檔	D:\ferry\blue 中文\BlueHighway_opendata202111019\	無	D:\ferry\operation\BlueHighway_opendata202111019\yfnlp.xml	- pro.sea_routee20 - pro.bluehighwaytest4	無	d:\ferry\opendata\log\YYMDDDDHH.log
	藍色公路 exe33	06:03	每 1 小時	D:\ferry\operation\bluehighway.exe33.bat	- 產生 CWB 網頁所需之 XML 檔 - 將其 zip 起來然後 ftp 到網頁小組	- D:\ferry\blue 中文\BlueHighway_ITR115520211019\ - D:\ferry\operation_fip\Bluewayxml_fip.bat	無	D:\ferry\bluehighway.zip	- pro.sea_route33 - pro.Bluehighwaytest4 - pro.Bluehighway33	- pro.Bluehighwaytest4 - pro.Bluehighway33	D:\ferry\operation_fip\log\
兩岸藍色公路預報	cnblue cnblue2	12:40 13:10	每 6 小時	D:\ferry\cn\cnnew.bat	三條藍色公路 XML 檔下載及資料庫寫入資料庫	D:\ferry\cnget\	C:\Users\admin\me\Downloads\22_48.xml	無	無	pro.cnblue	無
	(包含在藍色公路 exe33 排程內)	06:03	每 1 小時	D:\ferry\cnget\cnblue33\bin\Release\cnblue33.exe	產生三條藍色公路符合網頁的 XML 檔	D:\ferry\cnget\cnblue33\	無	D:\ferry\cnget\cnblue33\bin\Release\cnblue33.exe	pro.cnblue	無	無

附件四、藍色公路海象預報端點校驗系統操作維護手冊

交通部中央氣象局



Central Weather Bureau

藍色公路海象預報端點校驗系統操作維護
標準作業程序v 1.0

預報課

中央氣象局 海象測報中心

中華民國 111年7月

發行序號：00

文件名稱	藍色公路海象預報端點校驗系統操作維護標準作業程序		
文件編號			
文件增修	預報課	文件修訂 協助檢視	資安
權責暨維護 單位	預報課	文件核准	主任
機密等級	限閱	是否上網	☒ 是 ☐ 否
限閱對象	海象測報中心人員及其他授權人員		
發行份數	1	發行序號	00
發行日期	111年07月01日	發行章	簽章
註銷日期	年 月 日	註銷章	簽章
持有者	簽章		
備註			

版本修訂紀錄

版次	修訂日期	主 要 修 訂 內 容	備註欄
1.0	111/07/01	初版	

目錄

1. 依據.....	1
2. 目的.....	1
3. 簡介.....	1
3.1 適用範圍.....	1
3.2 適用對象.....	1
3.3 權責分工.....	1
4. 名詞解釋.....	1
4.1 藍色公路 (blue highway).....	1
4.2 波浪預報 (wave prediction).....	1
4.3 端點校驗 (endpoint verification).....	1
5. 作業介紹.....	1
5.1 一般常態性作業.....	5
5.1.1 作業流程圖.....	5
5.1.2 網路或通訊之操作與檢查.....	5
5.1.2.1 檢視項目其標準值.....	5
5.1.2.2 查詢/操作項目.....	5
5.1.2.3 記錄.....	5
5.1.3 硬體之操作與檢查.....	5
5.1.3.1 操作步驟.....	5
5.1.3.2 紀錄.....	6
5.1.3.3 查詢項目.....	6
5.1.3.4 檢視項目及標準.....	6
5.1.4 系統與資料操作與檢查.....	6
5.1.4.1 檢視項目.....	6
5.1.4.2 校驗方式.....	6
5.1.4.3 資料庫串接.....	7
5.1.4.4 觀測資料 API 呼叫方式.....	8
5.1.4.5 紀錄.....	8
5.1.4.6 查詢項目.....	8
5.1.4.7 檢視項目及標準.....	8
5.1.5 環境（含環境設備）監控及操作與檢查.....	8
5.1.5.1 操作步驟.....	8
5.1.5.2 紀錄.....	9
5.1.5.3 查詢項目(含步驟).....	9
5.1.5.4 檢視項目及標準.....	9
5.1.6 交接事項.....	9

5.1.7 其他注意事項	9
5.2 異常處理策略.....	9
5.2.1 異常作業處理流程.....	9
5.2.2 異常作業處理程序.....	9
5.2.2.1 異常狀況、處理與通知	9
5.2.2.2 異常判斷與分析.....	9
5.2.2.3 異常處理	9
5.2.2.4 通報原則	9
5.2.2.5 異常紀錄及追蹤處理	10
5.3 相關文件及表單.....	10
5.3.1 系統環境安裝	10
5.3.2 相關資料表單	10

圖目錄

圖 1、藍色公路波浪預報校驗架構圖	2
圖 2、藍色公路海象預報端點校驗系統介面與結果展示	4
圖 3、藍色公路海象預報端點校驗系統作業流程圖	5
圖 4、藍色公路波浪預報與利用觀測資料來修正的時間關係圖	7

表目錄

表 1、藍色公路校驗系統端點資料表	3
表 2、verpar 資料表格內容.....	10
表 3、verpoint 資料表格內容	11

1. 依據

本作業規範依據「中央氣象局資通安全政策」規定辦理，提供藍色公路海氣象預報值班人員作業參考，以利藍色公路海象預報端點校驗業務順利進行。

2. 目的

為使本中心執行藍色公路海氣象預報人員熟悉藍色公路海象預報端點校驗系統運作，製作此標準作業程序。

3. 簡介

3.1 適用範圍

本操作手冊適用於藍色公路海象預報輪值人員及藍色公路海象預報端點校驗作業所需，包含藍色公路海象預報端點校驗系統運作注意事項。

3.2 適用對象

本中心負責藍色公路海氣象預報輪值人員及進行藍色公路海象預報端點校驗作業人員。

3.3 權責分工

權責分工依據海象測報中心的規定辦理。

4. 名詞解釋

4.1 藍色公路 (blue highway)

行駛於台灣各港口及兩岸之海上航線。

4.2 波浪預報 (wave prediction)

波浪場包括波高、波向、及週期的預報。

4.3 端點校驗 (endpoint verification)

取得各航線兩個端點的觀測資料(如果有測站)與各航線頭尾航段各個 run 的 12、24、36、48 時的預報波高進行統計分析與時序列繪圖。

5. 作業介紹

在 106 年度已建置完成 web-based 自動化校驗程式，直接讀取資料庫內的資料進行校驗比對繪圖與統計數據計算，再透過網頁的方式讓業務單位可以經由瀏覽器輕易的看到校驗比對的結果，完全不需要以手動的方式複製到 Excel 中進行繪圖及計算。歷年來系統持續更新及維護配合藍色公路航線的增加的相關新

增的測站。

校驗系統使用 Google Chart 為網路繪圖開發工具 (<https://developers.google.com/chart/>)，校驗系統架構如圖 1 所示。在建置藍色公路校驗系統前，需要先建立校驗端點資料庫，資料內容如表 1 所示，除基隆馬祖航線由於資料浮標設置的位置非航線的終段外，其餘航線的終段皆為該航線的最後一個航段。

藍色公路海象端點校驗系統如圖 2 所示。使用者只要選擇(1)航線、(2)年、(3)月，(4)起迄點、(5)RUN、及(6)幾小時後的預報，然後按"開始校驗"即可展示該月的模式、公佈、及觀測的時序列圖。系統會判斷所要比較資料的存在與否，空出沒有資料的時間點，避免有錯移的現象發生，有效的對數即會自動計算相關的統計值展示在網頁上。若使用者選取無端點觀測資料的航段或是該月無任何觀測資料，則系統會顯示相關訊息提醒使用者。

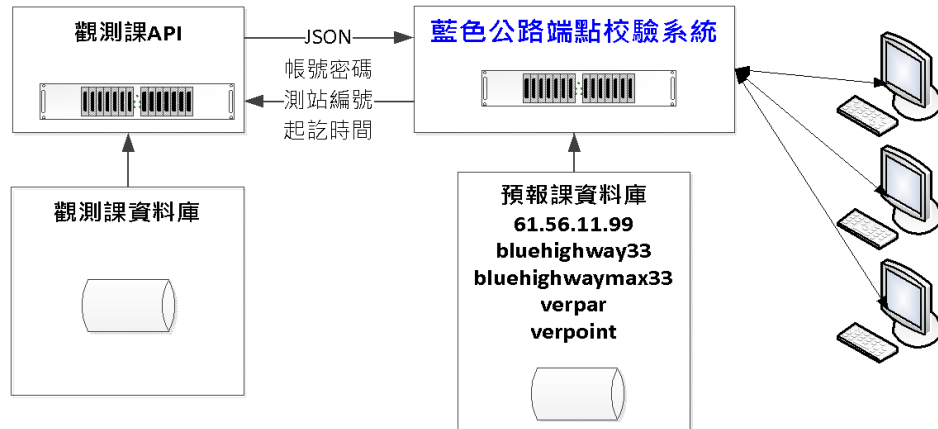


圖 1、藍色公路波浪預報校驗架構圖

表 1、藍色公路校驗系統端點資料表

航線	名稱	航段數	起段編號	起點 觀測站名	起點 觀測站號	終段 編號	終點 觀測站名	終點 觀測站號
AA	基隆馬祖	8	1	基隆港	0001	6	馬祖浮標	C6W08
AB	臺中馬公	2	1	台中港	0005	2	澎湖浮標	46735A
AC	高雄馬公	4	1	高雄港	0004	4	澎湖浮標	46735A
AD	東港小琉球	1	1	-	-	1	小琉球浮標	46714D
AE	臺東綠島	1	1	臺東浮標	WRA007	1	-	-
AF	布袋馬公	2	1	臺西平臺	46748H	2	澎湖浮標	46735A
AG	烏石龜山島	1	1	蜜月灣浮標	OAC005	1	龜山島浮標	46708A
AH	臺中平潭	3	1	臺中港	0005	3	-	-
AI	臺東蘭嶼	3	1	臺東浮標	WRA007	3	-	-
AJ	後壁湖蘭嶼	2	1	鵝鑾鼻浮標	46759A	2	-	-
AK	基隆龍洞	1	1	基隆港	0001	1	龍洞浮標	46694A
AL	龍洞龜山島	2	1	龍洞浮標	46694A	2	龜山島浮標	46708A
AM	基隆臺中	5	1	基隆港	0001	5	臺中港	0005
AN	基隆臺州	4	1	基隆港	0001	4	-	-
AO	臺中高雄	5	1	臺中港	0005	5	高雄港	0004
AP	臺中金門	4	1	臺中港	0005	4	金門浮標	46787A
AQ	高雄花蓮	7	1	高雄港	0004	7	花蓮港	0003
AR	花蓮基隆	6	1	花蓮港	0003	6	基隆港	0001
AS	花蓮蘇澳	3	1	花蓮港	0003	3	蘇澳港	0002
AT	臺北港平潭	3	1	臺北港	0006	3	-	-
AX	安平東吉島	1	1	七股	46778A	1	東吉島	C5W09
AY	蘇澳石垣島	4	1	蘇澳港	0002	4	-	-
AZ	萬里彭佳嶼	4	1	-	-	4	彭佳嶼浮標	C6B01
BA	基隆南竿	8	1	基隆港	0001	8	-	-
BB	南竿東引	2	1	-	-	2	馬祖浮標	C6W08
BC	南竿莒光	1	1	-	-	1	-	-
BD	北竿黃岐	1	1	-	-	1	-	-
BE	將軍東吉	1	1	-	-	1	東吉島	C5W09
BF	鳳鼻頭小琉球	1	1	-	-	1	小琉球浮標	46714D
BG	馬公望安七美	2	1	澎湖浮標	46735A	2	-	-

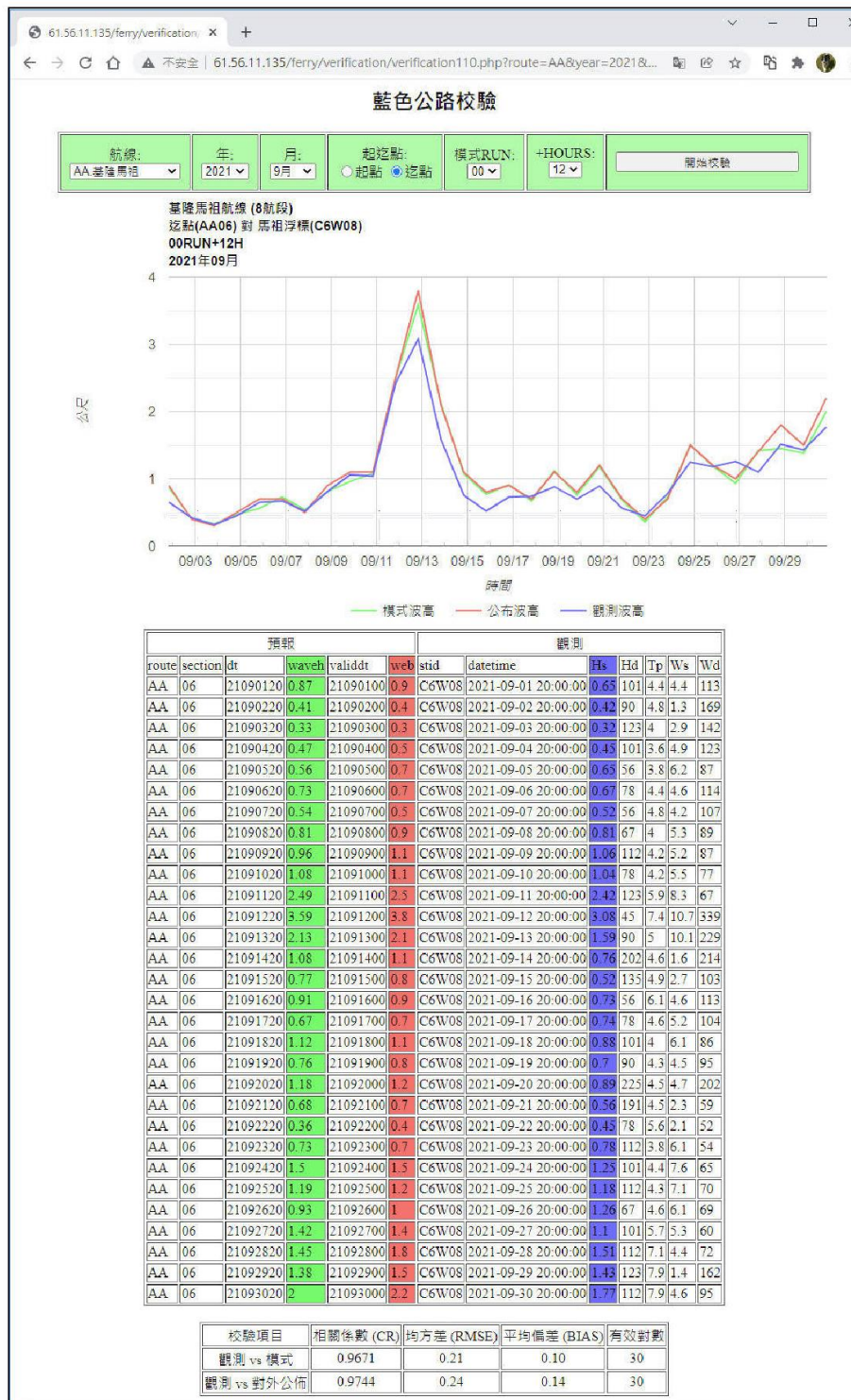


圖 2、藍色公路海象預報端點校驗系統介面與結果展示

5.1 一般常態性作業

5.1.1 作業流程圖



圖 3、藍色公路海象預報端點校驗系統作業流程圖

5.1.2 網路或通訊之操作與檢查

5.1.2.1 檢視項目其標準值

檢查藍色公路海象預報端點校驗系統主機
(61.56.11.135)與資料庫主機(61.56.11.99)網路
連線是否正常。

5.1.2.2 查詢/操作項目

分別執行 ping 61.56.11.135 及 ping
61.56.11.99，檢查是否有回應。

5.1.2.3 記錄

若網路無法連線，值班人員應立刻通知系統維
護人員處理，並記錄於工作日誌中，紀錄項目
應包含異常事項、時間、處理方式。

5.1.3 硬體之操作與檢查

5.1.3.1 操作步驟

無。

5.1.3.2 紀錄

無。

5.1.3.3 查詢項目

無。

5.1.3.4 檢視項目及標準

無。

5.1.4 系統與資料操作與檢查

5.1.4.1 檢視項目

使用瀏覽器連線到 <http://61.56.11.135/ferry/verification/verification111.php>。

5.1.4.2 校驗方式

根據先前建立的藍色公路波浪預報與觀測資料的驗證標準作業程序，製作簡易操作的流程與指令自資料庫中讀取先前儲存的各種數據包括各航段起訖點波浪模式的原始輸出，修正過後的波浪數值及起訖點的觀測值，進行時序列圖的繪製及相關統計數據的計算，讓海象測報中心人員可以輕易的瞭解各航線波浪預報的準確性。

在海象測報中心指示下，由於每小時預報資料要隨觀測調整，因此預報會隨著之前的觀測資料調整共 6 次，而所要比較的就是該次預報在 12 小時、24 小時、36 小時、及 48 小時的模式原始值與第 6 次調整的網頁預報值以及觀測值之間的 CR 及 RMS。顯示驗證時間，灰色為觀測資料，深藍色為實際應用到的模式預報，而黃色則為受到每小時根據觀測資料修正作業影響到的 12 小時修正結果(圖 4)，根據上述的比較方式，黑色框即為每個 run 所要比較的時間點。由於每個 run 只會修正 6 次，因此第 36 小時及第 48 小時對外發布的數據與模式輸

出值是相同的。這樣的比對方式將以每月為單位進行該月所有 00、06、12、18run 個加上 12 小時、24 小時、36 小時、及 48 小時的結果比較。

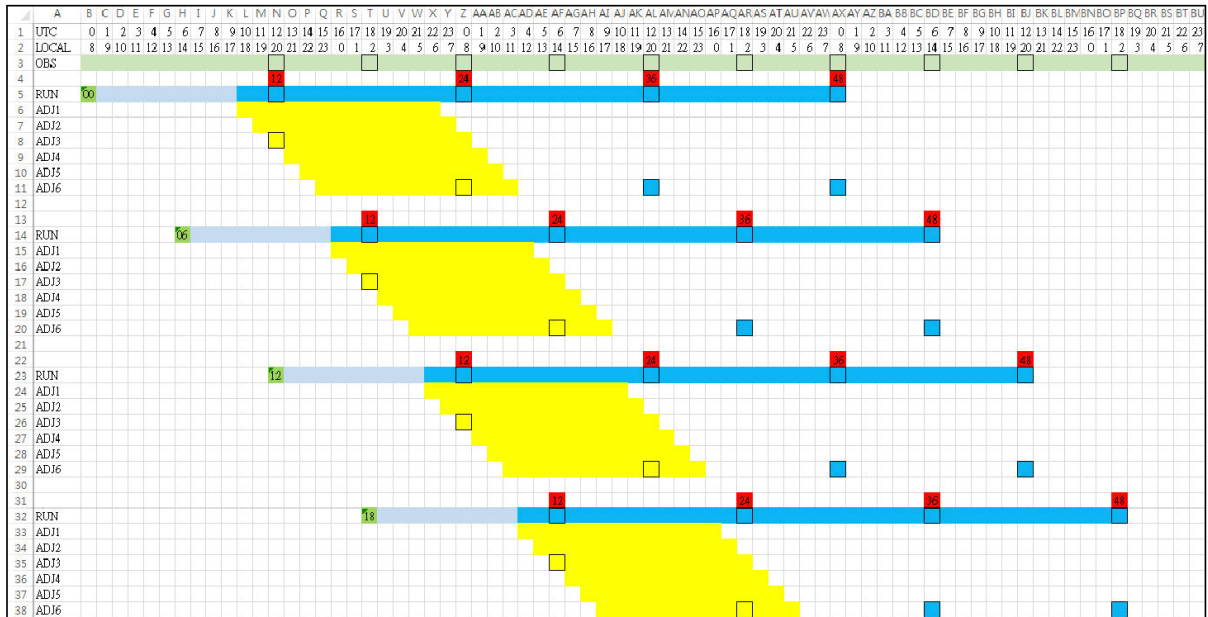


圖 4、藍色公路波浪預報與利用觀測資料來修正的時間關係圖

5.1.4.3 資料庫串接

藍色公路校驗系統需要自資料庫讀取觀測資料，原先的預報課自行設立資料庫，由資料課協助將資料複寫到預報課的資料庫中，自 109 年度起，為求資料的一致性及減少資料重複使用電腦儲存資源，因此在 109 年度更新藍色公路系統取得浮標觀測資料的方式，直接透過資料課的 API 讀取浮標觀測資料，藍色公路端點校驗系統也使用 PHP 程式語言進行類似的修改。預報課資料庫內 bluehighway33 是存放模式資料的資料表格，而 bluehighwaymax33 是存放預報公布資料的地方，verpar 是資料擷取

時所需的參數存放的位置，而 verpoint 是存放錯誤！找不到參照來源。資料的資料表。

5.1.4.4 觀測資料 API 呼叫方式

關於使用 API 讀取觀測資料在程式修改的部分主要是使用 curl_init、curl_setopt、curl_exe 等 PHP 函數去呼叫 API (https://mmcobs-api.cwb.gov.tw/open_api/ObservData?station_id=xxx&startTime=xxx&endTime=xxx)。呼叫時帶入 station_id、startTime、endTime 的值後，會回傳 JSON 格式的觀測資料，再透過 json_decode 函數擷取成矩陣資料到展示與統計程式中以展示時序列圖及統計結果。

在擷取觀測資料前，需要用同樣的方式先擷取測站在各觀測項目的狀態，若該項目的 status 回傳「1」則擷取到的值是在儀器正常運作下所測到的值，呼叫的 API 是「https://mmcobs-api.cwb.gov.tw/open_api/Station/ObsVariableStatus?station_id=xxx&startTime=xxx&endTime=xxx」。在上述的呼叫過程中都要使用 curl_setopt 函數去設定帳號及密碼。

5.1.4.5 紀錄

無。

5.1.4.6 查詢項目

無。

5.1.4.7 檢視項目及標準

確認藍色公路海象預報端點校驗系統沒有顯示任何錯誤訊息。

5.1.5 環境（含環境設備）監控及操作與檢查

5.1.5.1 操作步驟

無。

5.1.5.2 紀錄

無。

5.1.5.3 查詢項目(含步驟)

無。

5.1.5.4 檢視項目及標準

無。

5.1.6 交接事項

交接事項依據海象測報中心的規定辦理。

5.1.7 其他注意事項

其他注意事項依據海象測報中心的規定辦理。

5.2 異常處理策略

5.2.1 異常作業處理流程

若網頁無法顯示，請檢查網路是否暢通，在確認在 99 伺服器上的 MySQL 資料庫是否有正確執行。

5.2.2 異常作業處理程序

5.2.2.1 異常狀況、處理與通知

藍色公路端點波浪預報校驗系統是否可以正常顯示相關介面，並在各選項完成執行「開始校驗」按鈕後，可以展示該航線觀測資料、模式資料、及最後公布資料的統計分析資訊。

5.2.2.2 異常判斷與分析

若執行時有錯誤訊息顯示且無法正確顯示相關數據的分析，則可判斷為系統異常。

5.2.2.3 異常處理

由於藍色公路端點海象預報校驗系統非作業化系統，因此若有異常發生不需緊急處理，只要通知系統負責人進行檢視與編修即可。

5.2.2.4 通報原則

合理時間內通報系統負責人即可。

5.2.2.5 異常紀錄及追蹤處理

填寫維護紀錄。

5.3 相關文件及表單

5.3.1 系統環境安裝

系統安裝如下：

1. 主系統程式在 61.56.11.135
D:\ferry\verification\verification111.php
2. 資料庫所在伺服器 IP 為 61.56.11.99，資料庫名稱為 pro，相關資料表格有 verpar、verpoint，以及藍色公路海氣象預報系統的資料表格 bluehighway33、bluehighwaymax33。
3. IIS 設定虛擬目錄為 ferry，並啟用匿名驗證。
4. PHP 版本為 7.3.7，目錄在 C:\Program Files\PHP\w7.3\

5.3.2 相關資料表單

1. pro 資料庫中 verpar 資料表格內容如下：

表 2、verpar 資料表格內容

RUN	PAR	H12	H24	H36	H48
0	getadj	20	23	23	23
0	gethour	20	8	20	8
0	runplus	20	108	120	208
6	getadj	2	5	5	5
6	gethour	2	14	2	14
6	runplus	96	108	196	208
12	getadj	8	11	11	11
12	gethour	8	20	8	20
12	runplus	96	108	196	208
18	getadj	14	17	17	17
18	gethour	14	2	14	2
18	runplus	96	184	196	284

2.pro 資料庫中 verpoint 資料表格內容如下:

表 3、verpoint 資料表格內容

route	section	sroute	sstart	sno	eroute	eend	eno
AA	8	1	基隆港	0001	6	馬祖浮標	C6W08
AB	2	1	台中港	0005	2	澎湖浮標	46735A
AC	4	1	高雄港	0004	4	澎湖浮標	46735A
AD	1	1	NULL	NULL	1	小琉球浮標	46714D
AE	1	1	臺東浮標	WRA007	1	NULL	NULL
AF	2	1	臺西平臺	46748H	2	澎湖浮標	46735A
AG	1	1	蜜月灣浮標	OAC005	1	龜山島浮標	46708A
AH	3	1	臺中港	0005	3	NULL	NULL
AI	3	1	臺東浮標	WRA007	3	NULL	NULL
AJ	2	1	鵝鑾鼻浮標	46759A	2	NULL	NULL
AK	1	1	基隆港	0001	1	龍洞浮標	46694A
AL	2	1	龍洞浮標	46694A	2	龜山島浮標	46708A
AM	5	1	基隆港	0001	5	臺中港	0005
AN	4	1	基隆港	0001	4	NULL	NULL
AO	5	1	臺中港	0005	5	高雄港	0004
AP	4	1	臺中港	0005	4	金門浮標	46787A
AQ	7	1	高雄港	0004	7	花蓮港	0003
AR	6	1	花蓮港	0003	6	基隆港	0001
AS	3	1	花蓮港	0003	3	蘇澳港	0002
AT	3	1	臺北港	0006	3	NULL	NULL
AX	1	1	七股	46778A	1	東吉島	C5W09
AY	4	1	蘇澳港	0002	4	NULL	NULL
AZ	4	1	NULL	NULL	4	彭佳嶼浮標	C6B01
BA	8	1	基隆港	0001	8	NULL	NULL
BB	2	1	NULL	NULL	2	馬祖浮標	C6W08
BC	1	1	NULL	NULL	1	NULL	NULL
BD	1	1	NULL	NULL	1	NULL	NULL
BE	1	1	NULL	NULL	1	東吉島	C5W09
BF	1	1	NULL	NULL	1	小琉球浮標	46714D
BG	2	1	澎湖浮標	46735A	2	七美浮標	C6W10

附件五、生活休閒旅遊海象預報系統操作維護手冊

交通部中央氣象局



Central Weather Bureau

生活休閒旅遊海象預報系統標準作業程序v 1.0

預報課

中央氣象局 海象測報中心

中華民國 111年12月

發行序號：00

文件名稱	生活休閒旅遊海象預報系統標準作業程序		
文件編號			
文件增修	預報課	文件修訂 協助檢視	資安
權責暨維護 單 位	預報課	文件核准	主任
機密等級	限閱	是否上網	☒ 是 ☐ 否
限閱對象	海象測報中心人員及其他授權人員		
發行份數	1	發行序號	00
發行日期	111年12月02日	發行章	簽章
註銷日期	年 月 日	註銷章	簽章
持有者	簽章		
備 註			

版本修訂紀錄

版次	修訂日期	主 要 修 訂 內 容	備註欄
1.0	111/12/02	初版	

目錄

1. 依據.....	1
2. 目的.....	1
3. 簡介.....	1
3.1 適用範圍.....	1
3.2 適用對象.....	1
3.3 權責分工.....	1
4. 名詞解釋	1
4.1 生活氣象 (LIFE WEATHER).....	1
4.2 波浪預報 (WAVE PREDICTION).....	1
4.3 海流預報 (CURRENT PREDICTION).....	1
5. 作業介紹	1
5.1 一般常態性作業	3
5.1.1 新增點為作業流程圖	3
5.1.2 網路或通訊之操作與檢查.....	3
5.1.2.1 檢視項目其標準值	3
5.1.2.2 查詢/操作項目	3
5.1.2.3 記錄	3
5.1.3 硬體之操作與檢查	3
5.1.3.1 操作步驟.....	4
5.1.3.2 紀錄	4
5.1.3.3 查詢項目	4
5.1.3.4 檢視項目及標準	4
5.1.4 系統與資料操作與檢查	4
5.1.4.1 檢視項目	4
5.1.4.2 波浪模式匯入資料庫.....	4
5.1.4.3 海流模式匯入資料庫	4
5.1.4.4 網頁 XML 檔產生步驟.....	4
5.1.4.5 Opendata XML 檔產生步驟	4
5.1.4.6 網頁 XML 檔傳輸步驟.....	5
5.1.4.7 紀錄	5
5.1.4.8 查詢項目	6
5.1.4.9 檢視項目及標準	6
5.1.5 環境（含環境設備）監控及操作與檢查.....	6

5.1.5.1 操作步驟.....	6
5.1.5.2 紀錄.....	6
5.1.5.3 查詢項目(含步驟).....	6
5.1.5.4 檢視項目及標準	6
5.1.6 交接事項	6
5.1.7 其他注意事項.....	6
5.2 異常處理策略	6
5.2.1 異常作業處理流程	6
5.2.2 異常作業處理程序	7
5.2.2.1 異常狀況、處理與通知.....	7
5.2.2.2 異常處理.....	7
5.2.2.3 通報原則.....	7
5.2.2.4 異常紀錄及追蹤處理.....	7
5.3 相關文件及表單	7
5.3.1 系統環境安裝.....	7
5.3.2 系統排程及程式與資料的關聯.....	12

圖目錄

圖 1、休閒漁港預報網頁下方的海象逐 3 小時預報	2
圖 2、新增生活休閒預報點位執行流程	3

表目錄

表 1、生活休閒旅遊海象預報點位資料一覽表	8
表 2、系統的排程及程式與資料的關聯一覽表	13

1. 依據

本作業規範依據「中央氣象局資通安全政策」規定辦理，提供生活休閒旅遊海象預報值班人員作業參考，以利生活休閒旅遊海象預報業務順利進行，讓官網的親海旅遊在海水浴場、主要港口、休閒漁港、海釣、衝浪、浮潛等活動的預報可以正常顯示。

2. 目的

為使本中心執行生活休閒旅遊海象預報人員熟悉生活休閒旅遊海象預報系統運作，製作此標準作業程序。

3. 簡介

3.1 適用範圍

本操作手冊適用於生活休閒旅遊海象預報輪值人員，包含生活休閒旅遊海象預報系統運作注意事項。

3.2 適用對象

本中心負責生活休閒旅遊海象預報輪值人員。

3.3 權責分工

權責分工依據海象測報中心的規定辦理。

4. 名詞解釋

4.1 生活氣象 (life weather)

生活休閒旅遊之海氣象預報。

4.2 波浪預報 (wave prediction)

波浪場包括波高、波向、及週期的預報。

4.3 海流預報 (current prediction)

海流場包括流速及流向的預報。

5. 作業介紹

中央氣象局官網的「生活」中的「親海旅遊」中與海象預報較有關聯的項目如「海水浴場」、「主要港口」、「休閒漁港」、「海釣」、「衝浪」、及「浮潛」等的點位以 XML 檔的輸出方式，建置程式作業化輸出 XML 檔案。現階段 166 預報點位座標由海象測報中心提供，由於先前波浪模式輸出檔案中已預留輸出點位，但因為本次新增的點位超過當初預留的數量，因此波浪模式的主程式也要進行變更，另外「生活氣象」中的「親海旅遊」網頁所須要讀取的 XML 格式與藍色公路 XML 檔案格式有很大的不同，

5.1 一般常態性作業

5.1.1 新增點為作業流程圖

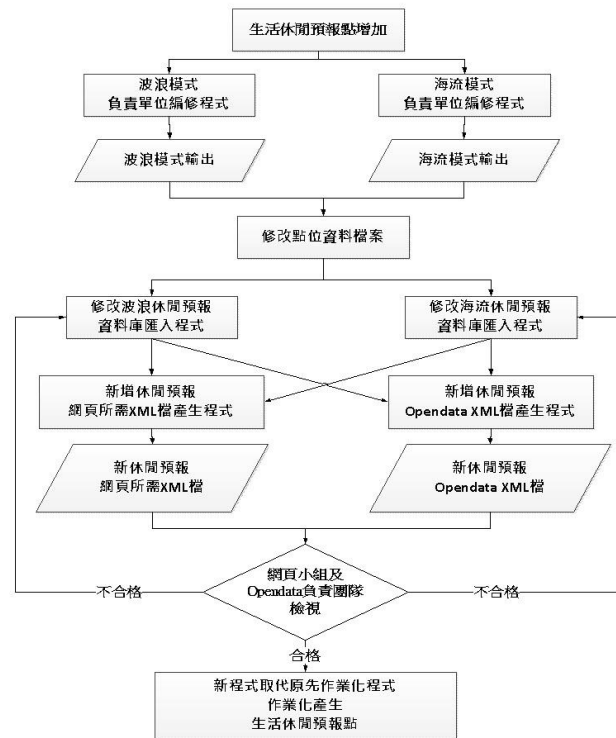


圖 2、新增生活休閒預報點位執行流程

5.1.2 網路或通訊之操作與檢查

5.1.2.1 檢視項目其標準值

檢查生活休閒旅遊海象預報系統主機與資料庫主機網路連線是否正常。

5.1.2.2 查詢/操作項目

分別執行 ping 61.56.11.135 及 ping 61.56.11.99，檢查是否有回應。

5.1.2.3 記錄

若網路無法連線，值班人員應立刻通知系統維護人員處理，並記錄於工作日誌中，紀錄項目應包含異常事項、時間、處理方式。

5.1.3 硬體之操作與檢查

5.1.3.1 操作步驟

無。

5.1.3.2 紀錄

無。

5.1.3.3 查詢項目

無。

5.1.3.4 檢視項目及標準

無。

5.1.4 系統與資料操作與檢查

5.1.4.1 檢視項目

中央氣象局生活預報網頁 (首頁>生活>親海旅遊>選擇海水浴場、主要港口、休閒漁港、海釣、衝浪、浮潛等活動)。

5.1.4.2 波浪模式匯入資料庫

排程自動於 05:28、11:28、17:28、23:28 執行 D:\ferry\ferryall.bat，將生活休閒 166 點的波浪模擬結果匯入資料庫 waverectown 資料表中。

5.1.4.3 海流模式匯入資料庫

排程自動於 13:52 及 15:52 執行 D:\ferry\modeltosqlcurrentrectown\modeltosql\bin\Release\modeltosql.exe，將 166 點的海流模擬結果匯入 currentrectown 資料表中。

5.1.4.4 網頁 XML 檔產生步驟

生活休閒旅遊海象預報 XML 檔是自 2:58 起每 3 小時執行 D:\ferry\rectown\recreation.bat 來產生。

5.1.4.5 Opendata XML 檔產生步驟

生活休閒旅遊海象預報要傳入 Opendata 的 XML 檔是自 0:08 起每 6 小時執行 D:\ferry\rectown\rec2iisi.bat 來產生。

5.1.4.6 網頁 XML 檔傳輸步驟

上述 XML 檔產生的排程執行的批次檔最後也會進行 XML 檔案的傳輸。產生好的 XML 透過上述批次檔中執行 D:\ferry\operation_ftp\recxml_ftp.bat 將 166 點生活氣象 XML 使用 7-Zip 壓縮成 mmcrecreation.zip 檔後，傳到網頁服務小組 IP。現階段傳送到 172.17.66.8、61.60.103.175、172.17.66.29、10.6.1.48、10.6.1.107 共 5 個 IP。上述 opendata XML 檔產生的排程執行的批次檔最後也會進行 opendata XML 檔案的傳輸。Opendata 的 XML 則是執行 D:\ferry\operation_ftp\recxml_ftp_iisi.bat 將 D:\ferry\rectown\iisi\MarineRecreationForecasts_YMMDDHH.xml，傳到 61.56.11.132。

5.1.4.7 紀錄

生活休閒旅遊海象預報模擬結果匯入資料庫時會產生 log 檔，在匯入 waverection 資料表格時產生的 log 檔在 D:\ferry\logwaverection\ 目錄中，在匯入 currentrectown 資料表格時產生的 log 檔在 D:\ferry\logcurrentrectown\ 目錄中。

產生 XML 檔的紀錄存放在 D:\ferry\rectown\log\ 的目錄下。

傳送 XML 檔至網頁小組以及 opendata 的紀錄存放在 D:\ferry\operation_ftp\log\ 的目錄下，命名方式為 recftpwbYYYYMMDDHHNN.log 及 recftpiisiYYYYMMDDHHNN.log。

5.1.4.8 查詢項目

無。

5.1.4.9 檢視項目及標準

確認生活預報網頁有顯示檢視當時的逐 3 小時海象預報。

5.1.5 環境（含環境設備）監控及操作與檢查

5.1.5.1 操作步驟

無。

5.1.5.2 紀錄

無。

5.1.5.3 查詢項目(含步驟)

無。

5.1.5.4 檢視項目及標準

無。

5.1.6 交接事項

交接事項依據海象測報中心的規定辦理。

5.1.7 其他注意事項

其他注意事項依據海象測報中心的規定辦理。

5.2 異常處理策略

5.2.1 異常作業處理流程

網頁上沒有出現生活休閒旅遊海象預報數值模式最新一次執行的產品：首先確認波浪模式是否正確執行，若在 135 伺服器 D:\ferry\swan\wave_rec 目錄下有更新檔則可能為每 6 小時執行一次的資料庫匯入程式有問題，請執行模式的負責人檢查。若模式結果檔案有正常產生，而 99 資料庫內有沒有正確時間的資料，或是資料庫有正確資料而沒有產生更新的 XML 檔則可能是資料匯入階段，或是產生 XML 檔階段發生問題，請執行匯入資料庫及產生 XML 檔的負責人確認。同樣狀況在海流部分要檢查在

D:\ferry\swan\current_rec 目錄下有無更新檔。

5.2.2 異常作業處理程序

5.2.2.1 異常狀況、處理與通知

官網上生活休閒的海象預報時間與現在整點時刻相差超過 3 小時。

5.2.2.2 異常處理

若官網生活休閒旅遊海象預報時間停滯，需檢查 135 伺服器 D:\ferry\swan\wave_rec 及 D:\ferry\swan\current_rec 目錄下是否有更新檔，再檢查 135 伺服器的 D:\ferry\rectown\ 目錄下是否有產生 MMC-recreation.xml 及 mmcrecreation.zip 檔案。而在 D:\ferry\rectown\iisi 目錄下是否有最新的 MarineRecreationForecasts_YYMMDDHH.xml 檔。

5.2.2.3 通報原則

官網生活休閒旅遊海象預報未更新：通知相關系統負責人。

5.2.2.4 異常紀錄及追蹤處理

重新啟動排程手動執行 D:\ferry\rectown\recreation.bat 批次檔，持續確認生活休閒旅遊海象預報之 XML 檔可以正常產生，若仍無法產生則應持續進行異常處理程序。

5.3 相關文件及表單

5.3.1 系統環境安裝

系統安裝如下：

1. 主系統及備援系統程式在 61.56.11.135 及 61.56.11.156 d:\ferry
2. 建立目錄: operation, operation_ftp
3. 在 135 上的系統 VB.NET 程式為：
 - 波浪匯入資料庫-
D:\ferry\modeltosqlwaverection\

- 海流匯入資料庫-
D:\ferry\modeltosqlcurrentrectown\
 - 產生網頁 XML 檔-
D:\ferry\rectown\recreation.bat 及 D:\ferry\blue 中文
\BlueHighway_rectown_20201015\ 目錄下程式。
 - 產生 Opendata XML 檔-
D:\ferry\rectown\rec2iisi.bat 及 D:\ferry\blue 中文
\BlueHighway_rectown_new_20201015\ 目錄下程
式。
4. 在 156 備援系統上的 VB.NET 程式相對位置與
135 伺服器相同。
 5. 135 及 156 的 D:\swan\wave_rec\ 及
D:\swan\current_rec 已由中心定時放入模式結果
檔案
 6. 資料庫 IP 變數檔案:
135 及 156 資料庫指向 IP 檔案皆為各自伺服器的
D:\ferry\operation\prodatabase.txt，檔案中第
一行為資料庫 IP，第二行為資料庫帳號，第三
行為資料庫密碼。
 7. 預報點位資料:

表 1、生活休閒旅遊海象預報點位資料一覽表

項次	活動	點位	編號	緯度	經度
1	海水浴場	頭城	A00100	24.85	121.85
2	海水浴場	磯崎	A00200	23.7	121.57
3	海水浴場	墾丁	A00300	21.92	120.78
4	海水浴場	南灣	A00400	21.92	120.75
5	海水浴場	小灣	A00500	21.92	120.8
6	海水浴場	崎頂	A00600	24.73	120.85
7	海水浴場	通霄	A00700	24.5	120.65
8	海水浴場	西子灣	A00800	22.62	120.25
9	海水浴場	旗津海岸公園	A00900	22.6	120.25
10	海水浴場	和平島	A01000	25.17	121.75
11	海水浴場	三條崙	A01100	23.67	120.12
12	海水浴場	新金山	A01200	25.23	121.65
13	海水浴場	鹽寮	A01300	25.05	121.95
14	海水浴場	龍洞南口	A01400	25.1	121.93
15	海水浴場	翡翠灣	A01500	25.2	121.7
16	海水浴場	龍門公園	A01600	25.05	121.95
17	海水浴場	福隆	A01700	25.05	121.95

18	海水浴場	龍洞灣公園	A01800	25.12	121.93
19	海水浴場	杉原	A01900	22.83	121.2
20	海水浴場	吉貝海園	A02000	23.73	119.62
21	海水浴場	馬沙溝	A02100	23.23	120.05
22	海水浴場	大安	A02200	24.4	120.57
23	海釣	蘇澳港南防波堤靠內港側	B00100	24.5893	121.8777
24	海釣	東澳粉鳥林漁港	B00200	24.5	121.85
25	海釣	東澳烏石鼻	B00300	24.48	121.88
26	海釣	芭崎牛寮坑	B00400	23.73	121.57
27	海釣	石梯港	B00500	23.5	121.53
28	海釣	東港南堤	B00600	22.45	120.43
29	海釣	鹽埔漁港	B00700	22.45	120.43
30	海釣	高雄港旗后山一港口護岸	B00800	22.616	120.2654
31	海釣	西子灣	B00900	22.62	120.25
32	海釣	外木山	B01000	25.17	121.72
33	海釣	和平島	B01100	25.17	121.75
34	海釣	深澳	B01200	25.15	121.82
35	海釣	瑞濱隧道與水溝洞之間	B01300	25.15	121.82
36	海釣	臺中港 100 號碼頭	B01400	24.2223	120.4843
37	海釣	梧棲港	B01500	24.3	120.5
38	海釣	三仙台	B01600	23.12	121.43
39	海釣	長濱界橋	B01700	23.2	121.43
40	海釣	成功港	B01800	23.08	121.38
41	海釣	臺北港北防坡堤	B01900	25.1574	121.3637
42	海釣	基隆港東岸防坡堤	B02000	25.1622	121.7548
43	海釣	臺中港北防波堤	B02100	24.2964	120.4947
44	海釣	高雄港第 10 船渠	B02200	22.5503	120.3203
45	海釣	布袋商港釣魚示範區	B02300	23.3845	120.1278
46	海釣	安平港北防波堤	B02400	22.9699	120.1525
47	海釣	安平港南防波堤	B02500	22.9622	120.1566
48	海釣	澎湖港馬公碼頭區	B02600	23.5615	119.5646
49	海釣	澎湖港龍門尖山碼頭區	B02700	23.5595	119.672
50	海釣	花蓮港東堤垂釣區	B02800	23.9767	121.6325
51	漁港	烏石	I00100	24.85	121.85
52	漁港	八斗子	I00200	25.15	121.8
53	漁港	新竹	I00300	24.88	120.93
54	漁港	將軍	I00400	23.23	120.05
55	漁港	安平	I00500	22.98	120.12

56	漁港	興達	I00600	22.85	120.18
57	漁港	旗津	I00700	22.57	120.28
58	漁港	鼓山	I00800	22.62	120.25
59	漁港	金樽	I00900	22.95	121.3
60	漁港	新港	I01000	23.08	121.38
61	漁港	七美	I01100	23.17	119.43
62	漁港	吉貝	I01200	23.73	119.62
63	漁港	大果葉	I01300	23.6	119.47
64	漁港	沙港西	I01400	23.62	119.7
65	漁港	通樑	I01500	23.67	119.55
66	漁港	後寮	I01600	23.7	119.55
67	漁港	赤崁	I01700	23.7	119.62
68	漁港	馬公	I01800	23.55	119.5
69	漁港	龍門	I01900	23.55	119.68
70	漁港	歧頭	I02000	23.7	119.62
71	漁港	大里	I02100	24.95	121.93
72	漁港	梗枋	I02200	24.9	121.88
73	漁港	南方澳	I02300	24.58	121.88
74	漁港	粉鳥林	I02400	24.5	121.85
75	漁港	大武壠	I02500	25.17	121.72
76	漁港	外木山	I02600	25.17	121.75
77	漁港	正濱	I02700	25.17	121.75
78	漁港	望海巷	I02800	25.15	121.82
79	漁港	淡水第二	I02900	25.2	121.4
80	漁港	礮港	I03000	25.25	121.65
81	漁港	野柳	I03100	25.23	121.68
82	漁港	萬里	I03200	25.2	121.7
83	漁港	龜吼	I03300	25.2	121.7
84	漁港	東澳	I03400	25.2	121.7
85	漁港	深澳	I03500	25.15	121.85
86	漁港	南雅	I03600	25.15	121.9
87	漁港	鼻頭	I03700	25.15	121.93
88	漁港	福隆	I03800	25.05	121.95
89	漁港	澳底	I03900	25.08	121.95
90	漁港	永安	I04000	25	121
91	漁港	外埔	I04100	24.65	120.75
92	漁港	龍鳳	I04200	24.73	120.85
93	漁港	梧棲	I04300	24.3	120.5
94	漁港	崙尾灣	I04400	24.1	120.4
95	漁港	台子村	I04500	23.55	120.1

96	漁港	金湖	I04600	23.58	120.1
97	漁港	箔子寮	I04700	23.62	120.1
98	漁港	五條港	I04800	23.7	120.12
99	漁港	布袋	I04900	23.4	120.1
100	漁港	東石	I05000	23.42	120.1
101	漁港	下山	I05100	23.15	120.03
102	漁港	彌陀	I05200	22.75	120.22
103	漁港	白沙崙	I05300	22.92	120.15
104	漁港	小港臨海新村	I05400	22.55	120.3
105	漁港	琉球新	I05500	22.32	120.38
106	漁港	枋寮	I05600	22.35	120.57
107	漁港	紅柴坑	I05700	21.98	120.7
108	漁港	後壁湖	I05800	21.92	120.78
109	漁港	伽藍	I05900	22.77	121.2
110	漁港	綠島	I06000	22.65	121.45
111	漁港	花蓮	I06100	24	121.65
112	漁港	石梯	I06200	23.5	121.53
113	漁港	沙港東	I06300	23.6	119.7
114	漁港	菜園	I06400	23.52	119.5
115	漁港	前寮	I06500	23.55	119.5
116	漁港	鎮港	I06600	23.65	119.68
117	漁港	新湖	I06700	24.42	118.4
118	漁港	福澳	I06800	26.15	119.97
119	漁港	白沙	I06900	26.2	119.95
120	漁港	竹圍	I07000	25.117	121.241
121	漁港	通霄	I07100	24.497	120.673
122	漁港	前鎮	I07200	22.57	120.313
123	漁港	永新	I07300	22.82	120.208
124	漁港	蚵仔寮	I07400	22.726	120.254
125	漁港	中芸	I07500	22.484	120.4
126	漁港	水利村	I07600	22.418	120.513
127	漁港	東港鹽埔	I07700	22.472	120.437
128	主要港口	臺北港	H00100	25.154453	121.377811
129	主要港口	基隆港	H00200	25.131773	121.74323
130	主要港口	臺中港	H00300	24.255889	120.523853
131	主要港口	高雄港	H00400	22.624372	120.269804
132	主要港口	花蓮港	H00500	23.980316	121.619556
133	主要港口	蘇澳港	H00600	24.596873	121.857191
134	主要港口	布袋港	H00700	23.38	120.14
135	主要港口	安平港	H00800	22.9674	120.1731

136	主要港口	澎湖港(馬公)	H00900	23.5599	119.5598
137	主要港口	澎湖港(龍門)	H01000	23.5564	119.6722
138	浮潛	東澳漁港與龜吼漁港	N00100	25.198	121.692
139	浮潛	龍洞灣水域 B 區北側	N00200	25.118	121.919
140	浮潛	龍洞灣水域 B 區南側	N00300	25.114	121.918
141	浮潛	龍洞南口水域 C 區	N00400	25.102	121.921
142	浮潛	杉原海域	N00500	22.828	121.194
143	浮潛	豆腐岬水域	N00600	24.584	121.873
144	浮潛	後壁湖航道西側	N00700	21.938	120.746
145	浮潛	後壁湖遊艇港東側	N00800	21.946	120.747
146	浮潛	第三核能發電廠出水口	N00900	21.931	120.748
147	浮潛	眺石	N01000	21.957	120.767
148	浮潛	船帆石	N01100	21.931	120.823
149	浮潛	萬里桐	N01200	21.995	120.706
150	浮潛	紅柴坑	N01300	21.972	120.715
151	浮潛	小灣	N01400	21.94	120.804
152	浮潛	後灣	N01500	22.041	120.694
153	浮潛	柴口海域	N01600	22.7	121.475
154	浮潛	哈巴狗海域	N01700	22.65	121.525
155	浮潛	龜灣海域	N01800	22.625	121.475
156	浮潛	石朗海域	N01900	22.65	121.45
157	衝浪	中角沙珠灣	O00100	25.237	121.636
158	衝浪	東澳漁港與龜吼漁港間海域	O00200	25.198	121.692
159	衝浪	福隆鹽寮水域 F 區	O00300	25.024	121.958
160	衝浪	港澳水域遊憩活動範圍 A、C 區	O00400	24.88	121.846
161	衝浪	大安海水域場 B 區	O00500	24.388	120.584
162	衝浪	白砂	O00600	21.933	120.719
163	衝浪	南灣	O00700	21.959	120.761
164	衝浪	大灣	O00800	21.944	120.795
165	衝浪	風吹砂	O00900	21.949	120.842
166	衝浪	港口	O01000	21.989	120.848

5.3.2 系統排程及程式與資料的關聯

生活休閒旅遊海象預報資訊系統的排程及程式與資料的關聯方式如表 2 所示。

表 2、系統的排程及程式與資料的關聯一覽表

作業	排程名稱	執行時間	重複性	執行程式	工作敘述	程式所在目錄	輸入檔案	輸出檔案	輸入資料	輸出資料庫表格	Log 檔名稱
生活休閒旅遊海象預報	ferryall	05:28	每 6 小時	D:\ferry\ferryall.bat	讀取波浪模式的 RECR 資料寫入資料庫中	D:\ferry\modeltosql\waverectown\	D:\swan\wave_re\c\YYMMDDHH.000 RECR~YYMMDDHH.084 RECR	無	D:\ferry\rectown\new3_1060608_UTIF8_new3.csv D:\ferry\rectown\new3_1060608_new3.csv	pro.waverectown	D:\ferry\logwaverectown\
	currentrectown2 currentrectown3	13:52 15:52	每日	D:\ferry\modeltosql\currentrectown\modeltosql\bin\Release\modeltosql.exe	讀取海流模擬結果 OCM 資料匯入資料庫	D:\ferry\modeltosql\currentrectown\modeltosql\	D:\swan\current_rect\YYMMDDHH.000.OCM~YYMMDDHH.084.OCM	無	D:\ferry\rectown\new3_1060608_UTIF8_new3.csv D:\ferry\rectown\new3_1060608_new3.csv	pro.currentrectown	D:\ferry\logcurrentrectown\
	recreation	02:58	每 3 小時	D:\ferry\rectown\recreation.bat D:\ferry\operation_fftp\recxml_fftp.bat	產生 CWB 網頁所需之 XML 檔，將其 zip 起來然後 ftp 到網頁小組。	D:\ferry\blue 中文\BlueHighway_rectown_20201015\	無	D:\ferry\rectown\recreation.zip	pro.waverectown	無	D:\ferry\rectown\log\og\recftpwbYYYYMMDDHHNN.log
	rec2lisi	00:08	每 6 小時	D:\ferry\rectown\rec2lisi.bat D:\ferry\operation_fftp\recxml_fftp_lisi.bat	產生 opendata 所需之 XML 檔，然後 ftp 到 Opendata。	D:\ferry\blue 中文\BlueHighway_rectown_new_20201015\	無	D:\ferry\rectown\lisi\MarineRecreationForecast YYMMDDHH.xml	pro.currentrectown	無	D:\ferry\operation_fftp\og\recftpisiYYYYMMDDHHNN.log

附件六、海氣象系集預報展示系統操作維護手冊

交通部中央氣象局



Central Weather Bureau

海氣象系集預報展示系統操作標準作業程序v 2.0

預報課

中央氣象局 海象測報中心

中華民國 111年12月

發行序號：00

文件名稱	海氣象系集預報展示系統操作標準作業程序		
文件編號			
文件增修	預報課	文件修訂 協助檢視	資安
權責暨維護 單位	預報課	文件核准	主任
機密等級	限閱	是否上網	☒ 是 ☐ 否
限閱對象	海象測報中心人員及其他授權人員		
發行份數	0	發行序號	00
發行日期	111年12月02日	發行章	簽章
註銷日期	年 月 日	註銷章	簽章
持有者	簽章		
備註			

版本修訂紀錄

[illegible]

目錄

1. 依據.....	1
2. 目的.....	1
3. 簡介.....	1
3.1 適用範圍	1
3.2 適用對象	1
3.3 權責分工	1
4. 名詞解釋	1
5. 作業介紹	1
5.1 一般常態性作業	2
5.1.1 作業流程圖	2
5.1.2 網路或通訊之操作與檢查	5
5.1.3 硬體之操作與檢查	5
5.1.4 系統操作與檢查	5
5.1.5 環境（含環境設備）監控及操作與檢查	8
5.1.6 交接事項	8
5.1.7 其他注意事項	8
5.2 異常處理策略	9
5.2.1 異常作業處理流程	9
5.2.2 異常作業處理程序	9
5.3 相關文件及表單	9
5.3.1 系統程式語言	9
5.3.2 程式與資料的關聯	10

圖目錄

圖 1、海氣象系集預報展示系統功能架構.....	3
圖 2、海氣象系集預報展示系統首頁	3
圖 3、海氣象系集預報展示系統系集預報評估結果展示	4
圖 4、系統登入畫面	6
圖 5、海氣象系集預報展示系統全英文介面.....	8

表目錄

表 1、系集預報結果圖檔種類及命名方式.....	11
表 2、系集預報評估結果圖檔名及說明	11

1. 依據

本作業規範依據「中央氣象局資通安全政策」規定辦理，提供海氣象系集預報值班人員作業參考，以利海氣象預報業務順利進行。

2. 目的

為使本中心執行海氣象系集預報人員熟悉海氣象系集預報展示系統運作，製作此標準作業程序。

3. 簡介

3.1 適用範圍

本操作手冊適用於海氣象預報輪值人員，包含海氣象系集預報展示系統運作注意事項。

3.2 適用對象

本中心負責海氣象預報輪值人員。

3.3 權責分工

權責分工依據海象測報中心的規定辦理。

4. 名詞解釋

4.1 系集預報 (ensemble forecast)

透過不同的輸入條件進行重複的數值模擬以產生多個模擬結果的預報方法。

4.2 系集預報評估 (ensemble forecast evaluation)

為了解系集預報的準確性及其分散性所進行的評估作業如 Talagrand Ranking Histogram、Reliability Diagram、Relative Operating Characteristics Diagram、Spread and RMS Diagram、及 Brier Skill Score Diagram 等。

5. 作業介紹

為方便預報員進行系集預報結果的判釋，104 年度完成建置系集預報結果展示系統。系集預報展示系統可以讓預報員透過網際網路即可輕易看到作業化系集預報的結果。由於系集預報作業系統是在氣象局安管內的超級電腦執行，因此要透過定期排程將系集預報結果傳輸到安管外的伺服器上。而透過伺服器上建置的 HTML 及 Javascript 網頁程式，即可讓使用者利用網路使用瀏覽器檢視系集預報的結果。105 年度波浪系集預報展示系統新增加 Talagrand Rank Histogram、Reliability Diagram、Relative

Operating Characteristics Diagram、Spread and RMS Diagram、及 Brier Skill Score Diagram 等之系集預報評估結果展示。106 年度使用已建置的系統來進行維護與功能擴充，系統包括二層網格(viewernewd.htm)、三層網格(viewernew2.htm)及二層網格 24 個成員(viewernew3.htm)。107 年度新增加三層網格 24 個成員的網頁，名稱為 viewernew4.htm。108 年度延長系集預報時間至 96 小時，已透過程式迴圈的增加完成展示系統程式的修改，並加入波向的驗證項目。109 年完成系統英文介面及界面改善。110~111 年度完成系統的維運並更新介面及增加 Spread 及 RMS 圖的展示功能。

5.1 一般常態性作業

5.1.1 作業流程圖

海氣象系集預報展示系統其功能架構如圖 1 所示，使用者進入系統後可直接檢視含觀測資料的單點圖，再透過選單可以選擇檢視系集平均圖、機率圖、Spaghetti 圖、超越機率圖、系集分歧圖、及 20 張系集圖。使用者連結到展示系統後，程式會依當時的時間自動判斷最新完成的預報及前面 48 報(288 小時)顯示在網頁的選項上。首頁的左方選單可以選取各種系集預報產品，上方有詳細的選單可以選取不同的起始時間、不同的網格、不同的條件、或是不同的測站等，系統會依現在的展示狀況進行有效選單的切換。動畫上方按鈕可以控制動畫展示的方向、快慢、暫停及單頁展示。視窗中每張圖的檔案名稱皆會顯示在圖形下方。

105 年度波浪系集預報展示系統新增加 Talagrand Rank Histogram、Reliability Diagram、Relative Operating Characteristics Diagram、Spread and RMS Diagram、及 Brier Skill Score Diagram 等之系集預報評估結果展示。在系統左邊的操作介面也隨者展示項目的增加而有所變更。另外由於在最右邊選單要依據展示的項目進行即時更改，因此當使用者選擇展示「系集預報評估」的相關項目時，該選單要改成「風場」與「波浪場」的選項(圖 2)。圖 3 顯示新增系集預報評估控制介面及系集預報評估結果。

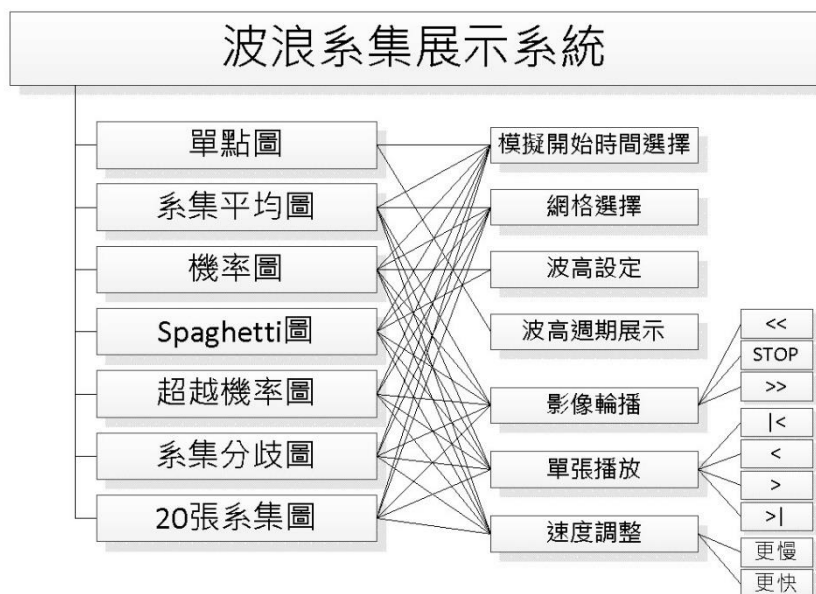


圖 1、海氣象系集預報展示系統功能架構

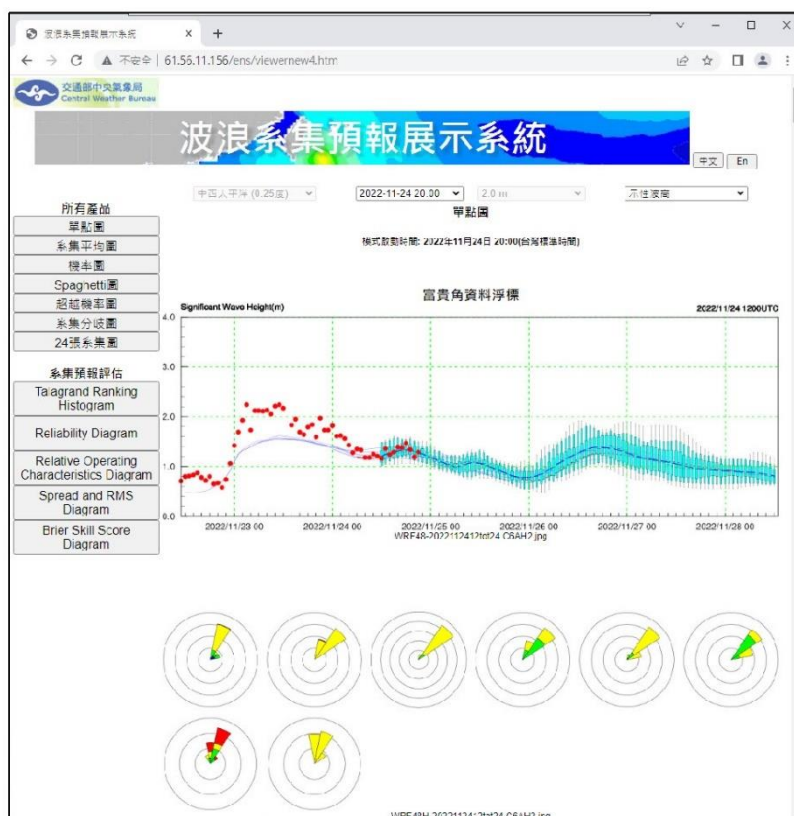


圖 2、海氣象系集預報展示系統首頁

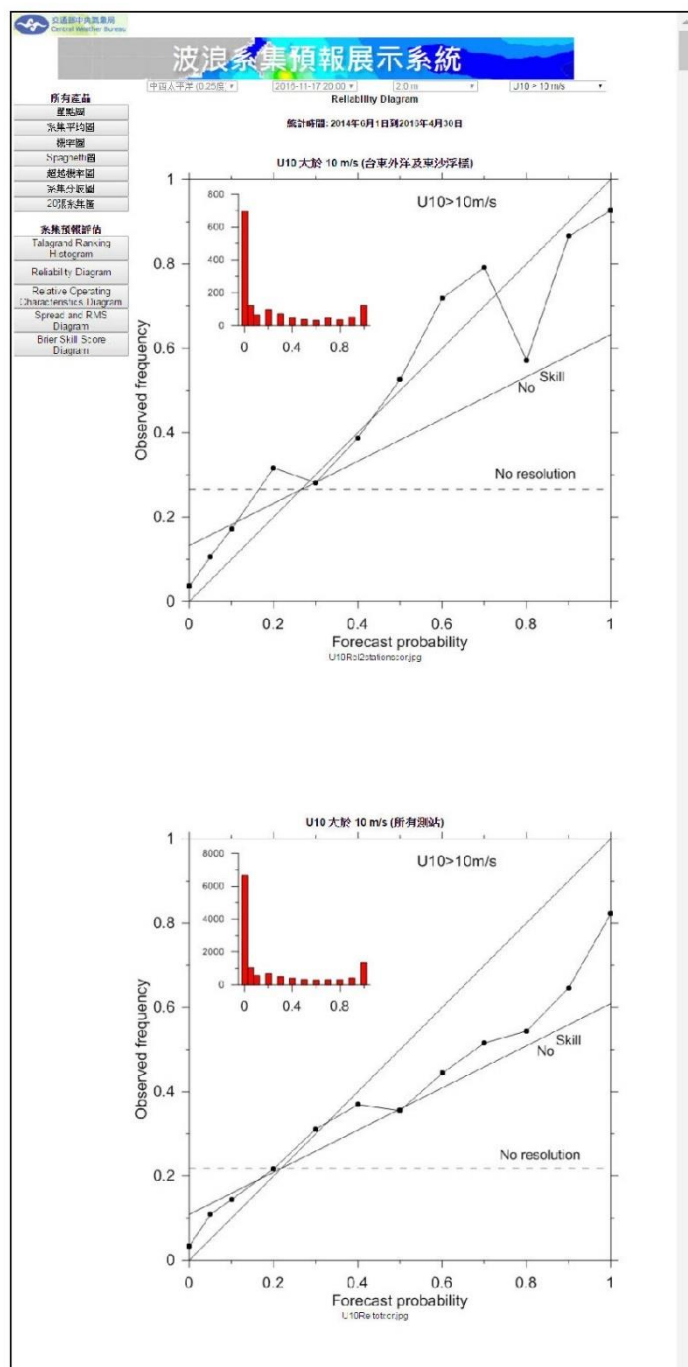


圖 3、海氣象系集預報展示系統系集預報評估結果展示

5.1.2 網路或通訊之操作與檢查

5.1.2.1 檢視項目其標準值

檢查海氣象系集預報展示系統主機網路連線是否正常。

5.1.2.2 查詢/操作項目

執行 ping 61.56.11.156，檢查是否有回應。

5.1.2.3 記錄

若網路無法連線，值班人員應立刻通知系統維護人員處理，並記錄於工作日誌中，紀錄項目應包含異常事項、時間、處理方式。

5.1.3 硬體之操作與檢查

5.1.3.1 操作步驟

無。

5.1.3.2 紀錄

無。

5.1.3.3 查詢項目

無。

5.1.3.4 檢視項目及標準

無。

5.1.4 系統操作與檢查

5.1.4.1 檢視項目

海氣象系集預報展示系統網頁。

5.1.4.2 系統操作

使用者須使用 Chrome 瀏覽器連結到 <http://61.56.11.156/ens/viewernew4.htm> 後，使用者驗證畫面即會展示(圖 4)，輸入帳號密碼通過認證後系統首頁即會展示。



圖 4、系統登入畫面

系統操作方式非常簡單，操作方式說明如下：

1. 使用者可以點選系統首頁左方選單選擇所要展示的產品。
2. 上方選單會依現在的展示狀況進行有效選單的切換，使用者可以選取不同的起始時間、不同的網格、不同的條件、或是不同的測站等。
3. 可用下拉選單選取「中西太平洋(0.25度)」、「西太平洋(0.1度)」、或「台灣四周(0.025度)」以展示第一層網格、第二層網格、或是第三層網格的預報結果，相對應的各種圖形動畫也會隨著改變。
4. 時間下拉選單可以選取欲展示的系集預報起始時間，然後系統就會進行往後 96 小時的動畫展示。
5. 波高選單用於機率圖及 Spaghetti 圖展示的時候，有 1、2、3、4、5.5、7、及 9 公尺波高可以選擇。
6. 預報站選單用於單點圖展示時，顯示單點

圖時動畫相關的選單會隱藏起來，而專屬的選單會顯示，讓使用者選取要展示單點預報站的示性波高、平均週期、風場、示性波高驗證、平均週期驗證、波場圖例說明、風場圖例說明。

7. 使用者可以點選圖形上方的按鈕包括「影像輪播」、「單張播放」、及「速度調整」以便調整動畫的展線方式。
8. 使用者可以在系統左邊的操作介面選擇各項系集預報評估結果如下: Talagrand Rank Histogram、Reliability Diagram、Relative Operating Characteristics Diagram、Spread and RMS Diagram、及 Brier Skill Score Diagram。
9. 欲展示各月的 Spread 及 RMS 圖的選單，使用者只要點選左方「Spread and RMS Diagram」下拉選單，再使用右上方下拉選單即可。
10. 系統可以切換成英文介面，使用者只要點選右上角「En」按鈕即可展示全英文介面如圖 5 所示。

5.1.4.3 紀錄

無。

5.1.4.4 查詢項目

無。

5.1.4.5 檢視項目及標準

無。

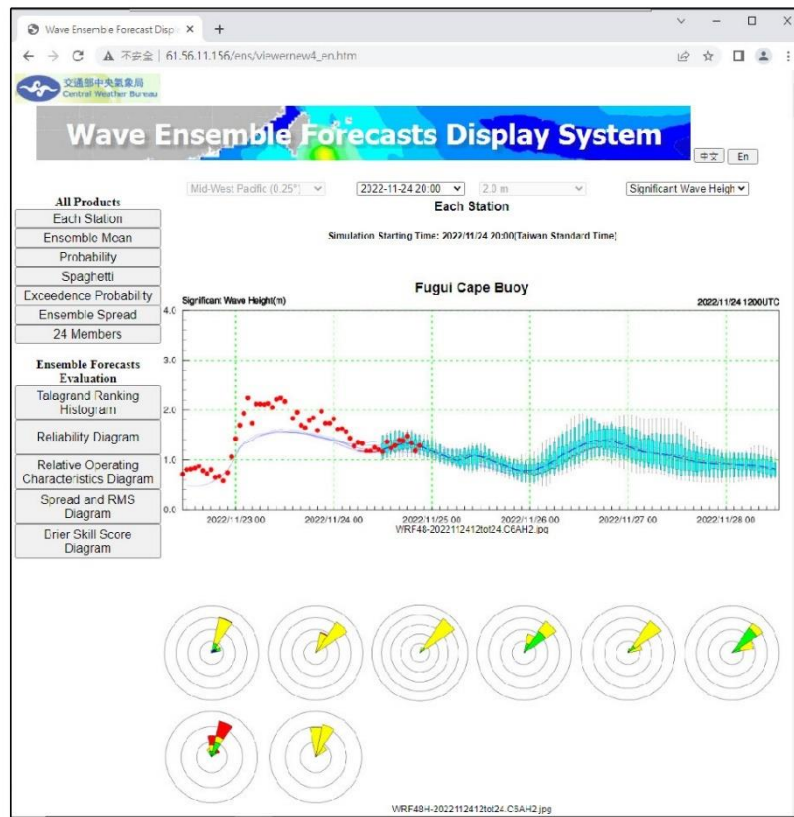


圖 5、海氣象系集預報展示系統全英文介面

5.1.5 環境（含環境設備）監控及操作與檢查

5.1.5.1 操作步驟

無。

5.1.5.2 紀錄

無。

5.1.5.3 查詢項目(含步驟)

無。

5.1.5.4 檢視項目及標準

無。

5.1.6 交接事項

交接事項依據海象測報中心的規定辦理。

5.1.7 其他注意事項

其他注意事項依據海象測報中心的規定辦理。

5.2 異常處理策略

5.2.1 異常作業處理流程

網頁上沒有出現海氣象系集預報最新一次執行的產品：首先確認海氣象系集預報展示系統是否正確執行，若系統正確執行而無法顯示圖檔，則表示該模擬結果並不存在，可重新設定前 6 個小時展示，若仍無法展示，請系統負責人確認。

5.2.2 異常作業處理程序

5.2.2.1 異常狀況、處理與通知

圖檔無法顯示。

5.2.2.2 異常判斷與分析

系統無法展示結果，應該是系集模擬失敗。

5.2.2.3 異常處理

若無法顯示圖檔，需檢查 156 伺服器

D:\ensemble4\ 目錄下是否有更新檔。

5.2.2.4 通報原則

各測站時序列圖無法顯示：通知系統負責人。

5.2.2.5 異常紀錄及追蹤處理

持續確認海氣象系集預報展示系統之相關圖檔可以正常顯示，若仍無法產生則應持續進行異常處理程序。

5.3 相關文件及表單

5.3.1 系統程式語言

此系統是使用 ASP 伺服器端網頁程式及客戶端 Javascript 程式撰寫。伺服器端的 ASP 程式主要是在讀取網頁連結的時間，以決定顯示作業化波浪系集預報模擬該完成的圖檔，即時顯示在網頁上。使用者接下來的操作及選項則是利用客戶端的 Javascript 程式來顯示正確的圖檔。系統展示的方式係參考美國 NOAA National Weather Center 下 Environmental Modeling Center 的

National Centers for Environmental Prediction (NCEP)/美國海軍 The Fleet Numerical Meteorology and Oceanography Center (FNMOC) 波浪系集產品展示 (Wave Ensemble Product Viewer) 網頁來建置，點的部分則參考 ECMWF 盒鬚圖的方式配合觀測資料進行套疊。NOAA Wave Ensemble Product Viewer 網站動畫部分是使用 BASTaRT 1996 年的「jsImagePlayer 1.0」javascript 程式來達到動畫的效果，由於該程式歡迎公開使用，因此系集預報結果展示系統也將採用同樣的程式來展示系集預報的結果。使用者連結到展示系統後，程式會依當時的時間自動判斷最新完成的預報及前面 12 日，顯示在網頁的選項上。為簡化系統所用的程式語言，因此新版的展示系統不再使用 ASP 程式來判斷當時的時間，乃利用 Javascript 本身具備的函數，來讀取客戶端電腦的時間來建構選單的選項，由於各選項有 6 小時的差異，因此並不需要精準的讀取伺服器端的時間，亦不需要在伺服器端執行的 ASP 程式。

5.3.2 程式與資料的關聯

系統建置在 61.56.11.156 伺服器上，主要程式 viewernewd.htm 位於 D:\ens\ 目錄中，網頁中的固定圖檔存放在 D:\ens\images\ 目錄下，而所有的波浪系集預報圖檔則傳輸儲存到 D:\ensemble4\ 目錄中。系集預報結果圖檔命名方式如錯誤! 找不到參照來源。所示。YYYY 為 4 碼西元年，MM 為 2 碼月份，DD 為 2 碼日期，HH 為 2 碼小時，hhh 為自模式時間開始的 3 碼模擬時數，站號為中央氣象局的測站編號，網格為「grd1」(0.25 度)、「grd2」(0.1 度)、及「grd3」(0.025 度)。後續年度新增波浪系集預報評估結果 Talagrand Rank Histogram、Reliability Diagram、Relative Operating Characteristics Diagram、Spread and RMS Diagram、及

Brier Skill Score Diagram 的展示功能。系集預報評估結果圖檔名及說明如表 2 所示。

表 1、系集預報結果圖檔種類及命名方式

圖檔種類	圖檔命名方式	範例	備註
單點圖	WRF48-YYYYMMDDHHtot.站號.jpg	WRF48-2015121406tot.C6AH2.jpg	
系集平均圖	WRFen-YYYYMMDDHH.hhh.網格.jpg	WRFen-2015121406.072.grd1.jpg	0.25 度網格
機率圖	WRFpro1-YYYYMMDDHH.hhh.網格.jpg	WRFpro1-2015121406.072.grd2.jpg	0.1 度網格
Spaghetti 圖	WRFspa1-YYYYMMDDHH.hhh.網格.jpg	WRFspa1-2015121406.072.grd3.jpg	0.025 度網格
超越機率圖	WRFproe-YYYYMMDDHH.hhh.網格.jpg	WRFproe-2015121406.072.grd1.jpg	
系集分歧圖	WRFensprd-YYYYMMDDHH.hhh.網格.jpg	WRFensprd-2015121406.072.grd1.jpg	
20 張系集圖	WRF-YYYYMMDDHH.hhh.網格.jpg	WRF-2015121406.072.grd1.jpg	
單點圖	WRF48-YYYYMMDDHHtot24.站號.jpg	WRF48-2015121406tot24.C6AH2.jpg	24 成員

表 2、系集預報評估結果圖檔名及說明

圖檔種類	風場圖檔名	風場圖檔說明	波浪場圖檔名	波浪場圖檔說明
Talagrand Ranking Histogram	rank2stationsw.jpg	風場統計結果 (台東外洋及東沙浮標)	rank2stations.jpg	波浪場統計結果 (台東外洋及東沙浮標)
Reliability Diagram	U10Rel2stationscor.jpg	風場統計結果 (台東外洋及東沙浮標 U10 大於 10 m/s)	H2Rel2stations.jpg	波浪場統計結果 (台東外洋及東沙浮標 Hs 大於 2 m)
	U10Reltotcor.jpg	風場統計結果 (所有測站 U10 大於 10 m/s)	H2Reltot.jpg	波浪場統計結果 (所有測站 Hs 大於 2 m)
	U12Rel2stationscor.jpg	風場統計結果 (台東外洋及東沙浮標 U10 大於 12 m/s)	H3Rel2stations.jpg	波浪場統計結果 (台東外洋及東沙浮標 Hs 大於 3 m)
	U12Reltotcor.jpg	風場統計結果 (所有測站 U10 大於 12 m/s)	H3Reltot.jpg	波浪場統計結果 (所有測站 Hs 大於 3 m)
Relative Operating Characteristics Diagram	ROC2sU.jpg	風場統計結果 (台東外洋及東沙浮標)	ROCHs2.jpg	波浪場統計結果 (台東外洋及東沙浮標)
	ROCtotU.jpg	風場統計結果 (所有測站)	ROCtotH.jpg	波浪場統計結果 (所有測站)
Spread and RMS Diagram	windRMSspread2stations.jpg	風場統計結果 (台東外洋及東沙浮標)	YYYYMMmmsspread1.jpg	波浪場統計結果 (18 個測站)
Brier Skill Score Diagram	scorewind.jpg	風場統計結果	scorewave.jpg	波浪場統計結果

附件七、期初審查意見回覆

臧效義委員	
1.P. 9 關於藍色公路 2018-2022 有何可以增加宣傳?	1.已補充說明如第 9 頁。
2.針對離岸風力區域的藍色公路資訊是否足夠?	2.藍色公路預報系統主要針對離島與本島之特定航線預報使用，也在生活氣象預報網頁提供大眾在海水浴場、休閒漁港、海釣、主要港口、浮潛及衝浪共 166 個地點逐三小時的海象預報，同時提供 72 小時之面輸出的預報，另系集預報系統的預報資料則傳輸至 Safe see e 平台，提供系集平均波高展出及船級舒適度之查詢應用，同時提供系集預報波高及風速資料至離岸風機施工運維船舶派遣與追蹤決策支援系統，作為海上風力發電施工與運維之參考。
3.藍色公路預報系統與港研中心預報系統重疊區域之預報結果是否互相比較。	3.目前為止，氣象局有持續提供邊界資料給港研中心進行更細網格之預報使用。
4.針對菲律賓的預報系統之合作工作，是否今年會有國外出差的需要，以及編列國外出差費的額度?(因應疫情的可能緩解封)	4.由於差旅編列國外差旅，若因故無法執行，可能衍生問題，因此採較保守的態度編列，且疫情狀況仍不明，若真有需要再於工作會議上提出。
謝志敏委員	
1.研究方法可行、人力配置合適，執行團隊在去年執行氣象局「波浪資料同化系統與菲律賓波浪預報系統檢視研究計畫(1/3)」計畫成果豐碩，從執行團隊歷年執行波浪預報經驗應該有能力勝任此計畫。	1.感謝肯定。
2.多層網格要到幾層才是最佳化(精確度提升、計算效率提升)，是否能在期中報告中說明?計畫第二年工作項目編列多重網格 UMD-LETKF 測試，建議期中報告詳細說明此項目的測試結果，讓未來想了解此部分技術的研究人員有所依據。	2.由於氣象局測站大都位於近岸，而考量到計算資源和預報時效，及物理現象，目前已建置四層多重網格，然而還是有部分的測站可能有架設安全性的考慮，例如蘭嶼，受到更小島嶼的影響，需要更小解析度以反應遮蔽效應，此為未來的改進方向，也已在系集預報研究中提及，本期計畫著重在 DA，將以測試多重網格為主，並詳加說明，類似蘭嶼測站的問題將延後處理，以避免花費在模式執行測試的時間過久。
3.與菲律賓跨國合作並且技術輸出，值得肯定。建議與菲律賓合作要有明確的合作工作項目，才能檢核是否計畫達標。	3.感謝肯定。至於合作項目的確定，仍請局內與 PAGASA 進一步洽商。

4.國外文獻已經有數據同化導入 AI 技術，不曉得貴團隊是否將來考慮此方法。	4.目前已有規劃。
5.今年的計畫工作項目比去年更多，因為有跨國合作，今年編列經費是否足夠？	5.預報系統愈來愈多，維護和研發新的技術都需要更多人力投入，希冀經費可以適當調高。
滕春慈委員	
1.P48，FX1000 的甘梯圖請補	1.已填補。
2.P35，業務單位是否可以滿足，有無其他替代方案	2.UMD-LETKF 在二年前曾經測試安裝在氣象局 cluster 上，並使用 gfortran 來 compile，但沒有成功。後續將改使用 intel compiler 進行編譯。
3.藍色公路及其它點預報是否可以進行 BIAS FREE 的後處理	3.可行。可以在後續計畫中列入工作項目。
4.資料同化是否使用有浮標資料？	4.目前沒有，但可加入。
5.資料同化前，是否進行 BIAS FREE 的處理，有無考慮使用耦合器以利以後和海流、大氣模式耦合	5.波浪模式的 BIAS FREE 的處理，是需要持續的觀測資料，就目前波浪狀況，除了觀測浮標是具有此特性之外，衛星的軌跡均不相同，但若僅使用觀測浮標點位進行 BIAS FREE 的處理，對於後續之同化影響會如何，似乎仍需要進行測試。
6.6.07 版本的測試，可無規劃測試案例，以及測試比較	6.目前並未規畫，僅因同化的相關程式須使用到此版本開發的程式，故採用 6.07 版。而任何新的版本，NOAA 均會提供簡單到複雜的測試案例，以確保模式的正確性。
7.可否增加衛星觀測資料的校驗	7.衛星資料若經過浮標上空，可以適當的進行校驗。
連國淵委員	
1.計畫書撰寫完整，內容合適。	1.感謝肯定。
2.關於 LETKF 波浪資料同化系統的部分： 1.多重網格 LETKF 資料同化技術的變數較大，但能帶來的額外效益尚未知，若發現有一定技術困難，應慎重考慮如降尺度預報（僅對單一外層網格做資料同化，預報前以內插初始化內層網格）等其他替代方案。	2.遵照辦理。
3.除了關注多重網格預報系統的建置外，前一年實驗中所發現的衛星觀測浪高與模式背景場浪高間的系統性正偏差，可能對同化表現有相當大的影響，亦應注重。	3.感謝建議。

附件八、期中審查意見回覆

臧效義委員	
1.論文發表與成果報告應注意智財的歸屬與論文比對的要求。	1.遵照辦理。智權屬中央氣象局，比對部分，因屬報告成果，故論文係摘自報告成果。
2. 1-1-3 案例舉證應針對時間前後依次列出。	2.遵照辦理。唯前半段改為敘述海上災難，後半段敘述海上活動，以凸顯海上活動的頻繁及對於波浪預報的依賴。
3.2-2 計算條件說明的參數設定應在期末報告做明確的統一結論。	3.遵照辦理。
4.與測站的比對結果應以表格列出每個計算案例所得的 CR 與 RI 值。此外，建議增加台中浮標測站資料。	4.後續處理會以指標參數列出計算結果。將納入台中浮標測站之比對。
5.藍色公路的預報，應定期做準確度的比對。	5.作業化藍色公路預報建置有端點校驗的展示系統，隨時可以看出差異，本計畫未列入準確度比對的工作項目，期末將增加此系統的說明。
謝志敏委員	
1.報告內文編輯建議 P19~P21: 圖 12~圖 15，圖形的品質不是很清晰，建議修改。 P35: 表 5 建議表格在同一頁上 P49: 表 6 建議表格在同一頁上 P38: 內文中的 字體大小不一致，建議格式一致。 P49: 在 3-2 節中，報告中文字「圖 51」字體大小不一致，建議格式一致。	1.遵照辦理修正。
2.本計畫與菲律賓 PAGASA 之合作項目，總算可以技術輸出值得嘉許，但合作方向似乎仍未確定，究竟是要技術移轉或結果輸出，應該是氣象局需要盡早與菲方確定。	2.配合局內政策執行。
3.系集資料同化應該是與決定性預報來作比較，系集預報也可以是另一個比較的參考。	3.資料同化之目的是將觀測資料納入分析以求得較佳之起始值，改進決定性預報的精度，因此需要與決定性預報進行比較。
4.今年的工作項目如下： 1. NWW3 作業化波浪資料同化模式建置 (1)多重網格 LETKF 資料同化測試、(2) 評估海流對於巢狀網格波浪模式之影響 2.菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立 3.藍色公路預報系統 今年持續維護三套資訊系統正常運作，成功	4.謝謝委員指教。本計畫主要研究重點還是在資料同化的研究建置部分，目標則是將其自 NOAA 移轉並應用在臺灣海域上。流對於波浪的影響是第二個研究主題，維持作業化模式及相關系統的運作攸關於網頁輸出的正常化，雖然較不具學術價值，但其重要性不言可喻。

移轉到 Fujitu 的 FX1000 新系統上，新的系統移置看的出來工作量很大，顯示作業化模式的維護難度。此計畫工作項目繁多，研究團隊要思索如何聚焦呈現出今年的亮點？	
5.計畫報告中 P43~ P45，圖 38 ~圖 42 中採用兩種 DA 方式，實線 DA1 與 虛線 DA(+buoy) 結果很明顯不同，建議能在報告內詳述這兩種方法處理的差異。	5.遵照辦理。
滕春慈委員	
1.請詳述巢狀網格的資料同化實驗設計。	1.將與委辦單位討論後於期末報告說明。
2.報告書中缺公式(1)-(3)。	2.已修正。
3.公式(4)有變數未定義，公式(6)的 R_k ，(8)的 R ，(10)的 R 是相同的定義嗎？請增加公式內的變數說明。	3.已修正。
4.是否可以增加內層的分析增量由最外層的增值內插實驗設計？並比較三層均執行資料同化的差異。	4.將與委辦單位討論後於期末報告說明。
5.期末報告請增加有無局地浮標資料除對資料同化的效果外，在預報的成效？	5.期末報告會增加有無浮標之差異說明。
6.資料同化比較，是否可以比較分析增量和觀測增量，可以更直觀判斷資料同化的效果。	6.遵照辦理。
7.表 10 可以再說明各欄的意義，以及最終作業需要多少執行資源以及時間的說明？	7.此為模式遷入 FX1000 後與平台管理單位協調模式作業時間的規劃。最終作業時間將補充說明。
8.程式集內有 SVD 的計算嗎？可以獨立運算嗎？	8. LETKF 的求解會用到 SVD，至於獨立抽出來運算或使用需要額外檢視原始程式碼。
9.可否加入評選會議委員的意見及回覆。	9.遵照辦理。
10.可否增加英文名詞對照表供查閱，以利報告書閱讀。	10. 將與委辦單位討論後於期末報告補充。
朱啟豪委員	
1.P38「可以預見在邊界上的值與接近邊界的差距」這句是何意？	1.已修正。
2.P44 馬祖測站在加入 DA 後，和觀測極大值還是有差距，請問這是系集平均和觀測比嗎？	2.是的。系集資料同化受限於觀測數據較為缺乏及計算量大，無法像其他資料同化法逐時進行同化，因此每 6 小時進行一次，此圖將預報 1 至 5 小時同時繪製在內，故在部分未同化時間內，即預報 1 至 5 小時會產生較

	大差距。
連國淵委員	
1.計畫執行良好。感謝執行單位在本局多套作業系統的維運及移植上的貢獻。	1.感謝肯定。
2.關於 LETKF 波浪資料同化系統發展: 1.模式改用與現有系集預報系統相同的 3 層巢狀網格，且以成功執行多重網格 LETKF 同化，是相當好的進展。	2.感謝肯定。
3.目前在資料同化影響上的探討仍很初步，未來在同化工作目標的設定(期望的產品、校驗方式等)、同化策略的選定(如同化資料的種類等)上應進一步思考與探討。	3.目前進度僅到測試多重網格的可行性及單點浮標與衛星同時納入同化測試，其他規劃例如同化的資料包括衛星及外海浮標資料，而同化目標即為改進決定性預報(藍色公路預報)的精度，同化產品包括點輸出和平面圖的輸出，而校驗亦選擇與臺灣附近浮標之觀測值進行比較，以統計指標作為準確度的參考。

附件九、期末審查意見回覆

臧效義委員	
1.P40 與圖 42 針對蘭嶼的採用外型能量阻隔方式的修正，請補充相關作法。	1.已補充說明。
2.請考慮在後續研究中將模式與 DA 搭配，以圖示表示。	2.模式與 DA 的系統架構如圖 11 所示。
3.P51 圖 47-62 都是 DA 修正而得的 hindcast 結果，請考慮在後續研究中採用 hindcast 的結果建立模式，再用 forecast 風場進行預測，再後續以實測值進行比較。	3.遵照辦理。
4.針對流場的考慮，應慎選比較的測站資料，建議以大洋中完全開放的浮標站為主。	4.那較符合條件的僅有馬祖、東沙島二個測站而已，本案例剛好都缺。
謝志敏委員	
1.本計畫執行工作項目很多，期末報告內容充實完整，上次在期中報告書提及的審查意見，執行團隊都已經回覆，並已在期末報告書內修正，感謝執行團隊的用心與辛勞。	1.感謝委員肯定。
2.報告內文編輯建議 (1)請注意內文排版(例如第二部分章節的標題 P22 和 P24 請修改至合適位置)，內文 P26~P27 圖 19，圖 19 建議在同一頁上 (2)建議參考文獻的格式要統一 (3)P35 提及 Evensen, (1994) 和曾(2006)文獻，請增列此文獻於參考文獻內，請檢查文獻是否全部引用。	2.(1)(2) 遵照辦理。(3) 已刪除 Evensen, (1994)，曾(2006)在參考文獻第一篇。
3.資料同化 (Data Assimilation, DA) 的意義在提供較佳的起始值，讓後續的預報可以更加準確，執行單位所蒐集的日本氣象學會 (Japan Weather Association, JWA) 主張同化效果可以維持至約 10 小時，而韓國 (Kim et al., 2021) 的文章號稱 DA 可以持續 12 小時，請問這樣的效益是可以接受的嗎?有無方法可以延長效益?請問目前的成果可以延長多久?	3.對於起始條件不同、風場相同的條件下，類似 cold start 的情形，因此波浪預報模擬 DA 的效果應該是在短期的效益，視起始值與觀測的差距而定，約在 2 天之內。而同化離岸較遠處持續的觀測值，應該會提升 DA 的有效期。目前成果尚未分析預報效益。
4.與 PAGASA 的合作，簡報中已預約明年五月在台北的訓練課程，顯然 PAGASA 的需求十分殷切，感覺訓練一直在做，是否計畫一定要撥時間為菲律賓他們訓練?會不會妨礙到本計畫其他方面的執行?	4.本計畫此工作項目重點還是在支持菲律賓方，雖然一定會影響計畫本質，但只能配合。
5.計算外圍的觀測增量都是正的，有何解決	5.計算外圍的正觀測增量，可能與模式邊界

方案?	條件設定有關，因其無法考慮到來自範圍外的波浪，故易造成波浪偏小，導致正觀測增量，解決方案應可用較大範圍的模式產出邊界。
滕春慈委員	
1.報告書有詳細說明各服務建議書中各工項，審查通過。	1.感謝委員肯定。
2.37 頁，公式 16 有無錯誤?	2.正確無誤。
3.0-6 小時的觀測給 06 分析使用?	3.4.5-7.5 給 06 分析使用。
4.由於模式的解析度影響波浪的模擬，是否考慮使用非均勻網格，增加沿岸解析度?	4.針對模式的解析度影響波浪模擬，擬規劃局部 1 公里網格，但前提是需要有詳細的地形資料配合，若無，即便使用到三角網格也是枉然，更何況三角網格會很耗時。
5.未來有無考慮使用 HINDCAST 加上 DA，以確定大誤差主要是由於風場導致?	5.hindcast 加上 DA 常用在波浪的再分析模擬上，一般可作為長期統計分析及回歸週期推算等，而風場一直以來都是波浪模擬最大的誤差來源。
6.藍色公路修正後的大值原因，未來計畫可以分析。	6.藍色公路修正後的大值原因，未來計畫可以分析。 在 6 月 29 日左右由於波浪模式因為換平台造成波浪輸出出現不正確的極值，由於藍色公路若模式大於觀測就以模式值公布出去而造成時序列圖中出現極大值，在下年度預計加入偵錯功能若發現預報值大於觀測值超過合理範圍，以及波高預報值在短時間內增加過巨，皆會用最近的觀測值來對外公布。
7.波、流影響，是否可以未來分析和流大小、波大小、水位高低有無影響。	7.文獻提到主要是水位加上流速對於波高的影響比較大，相對而言，水位比流速容易找得到資料驗證，邏輯而言，逆流加大波高，順流減少波高，水位高波高增大，水位低波高減小。
朱啟豪委員	
1.文章中的「藍色公路」預報系統請改成決定性預報。	1.容後續討論再決定之。
2.P46，圖 41 加入馬祖浮標同化後，離極大值還有差距，是否改 ST6。另報告中沒寫哪些 buoy 加入同化?	2.在 108 年計畫中已討論過，ST6 沒有比較好。僅同化馬祖浮標。
3.圖 38-40 是否只用衛星同化，no buoy。	3.是的

4.請用彩色圖。	4.紙本報告採用彩色列印會著重在部分重點，且分階段有所不同，以減少紙本印刷的汙染和成本。
5.P40 意指有無同化，在 24 hr 皆無差異，：（因為）初始場會被 damp。	5.對於起始條件不同、風場相同的條件下，類似 cold start 的情形，約在 24 小時之內即會一致，視起始值與觀測的差距而定，
連國淵委員	
1.計畫執行良好。感謝執行單位在本局多套作業系統維運，以及與 PAGASA 國際合作業務的貢獻。	1.感謝肯定。
2.已完成 NWW3-LETKF 波浪資料同化作業系統的雛型，分析與短期預報表現良好，並已對資料同化狀態做充分的探討與校驗。	2.感謝肯定。
3.衛星波高資料之觀測增量有正偏差的問題，已獲得良好的解釋。未來應評估減緩模式場在（東）側邊界附近波高偏低的方法；若此問題不易解決，可考慮在模式側邊界一定距離內不做資料同化。	3.計算外圍的正觀測增量的問題，解決方案應可用較大範圍的模式產出邊界。至於在模式側邊界一定距離內不作資料同化，意味著不使用那個範圍的觀測資料，當然這是一個處理方式，但衛星資料已經夠少，若再採取此種措施，可能更不易凸顯 DA 的效益。
4.鼓勵同化更多浮標觀測資料。	4.考慮嘗試看看。

附件十、政府科技計畫成果效益報告

111 年度政府科技發展計畫

績效報告書

(D006)

計畫名稱：

波浪資料同化系統與菲律賓波浪預報系統建置研究計畫(2/3)

執行期間：

全程：自 110 年 4 月 6 日至 112 年 12 月 31 日止

本期：自 111 年 3 月 9 日至 111 年 12 月 31 日止

主管機關：交通部

執行單位：中央氣象局

中華民國 111 年 12 月 2 日

目 錄

【108 年度政府科技發展計畫 績效報告書 (D006)】	1
【分年階段性目標達成情形與重要成果摘要表】	3
第一部分	6
<u>壹、 目標與架構</u>	7
<u>一、 目標與效益</u>	7
<u>(一) 目標</u>	7
<u>(二) 效益</u>	7
<u>貳、 主要內容</u>	9
<u>一、 執行內容</u>	9
<u>二、 遭遇困難與因應對策</u>	9
<u>參、 已獲得之主要成果與重大突破(含量化 output) (E003)</u>	10
第二部分	21
<u>壹、 主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)</u>	224
<u>一、 學術成就(科技基礎研究)</u>	22
<u>二、 技術創新(科技技術創新)</u>	23
<u>三、 經濟效益(經濟產業促進)</u>	23
<u>四、 社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)</u>	23
<u>五、 其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等)</u>	23
<u>貳、 檢討與展望</u>	24
<u>附表、佐證資料表-----務必填報</u>	25

【分年階段性目標達成情形與重要成果摘要表】

年度	階段性目標達成情形 (每年度以 300 字為限)	重要成果摘要說明 (每年度以 600 字為限，過程性結果請免列)
110	為提高模式預報的準確度，利用觀測資料進行資料同化為可行的方法之一。考量模式及觀測誤差，在最小二次方誤差的限制下可得到最佳的預測起始值，本研究目的即在使用新版 NWW3(Ver. 6.07)模式及 LETKF 同化技術建置作業化同化系統，以降低決定性預報的誤差。 第二部分係建立菲律賓海域的波浪預報模式，擬評估使用氣象局 WRF 風場之改善程度。 第三部份主要針對氣象局海象測報中心已建置完成的藍色公路海象資訊系統、生活氣象資訊系統及波浪系集預報系統，進行系統的維護，俾使三套系統在氣象局網站上可以正常運作，吸引民眾點選並提供完善的資訊提供服務。並建置使用 EC 風場之預報模式，10 公里及 1 公里新風場作業化建置測試及延長藍色公路預報時數供預報中心參考。	● 完成觀測資料格式轉換及向前因子轉化程式設計、LETKF 輸入程式 YAML 測試、grb2 格式轉換及 ww3_uprstr 測試等工作，並利用 WRF 風場驅動系集成員，同時測試整個模組的串聯。實際案例以 0.25 度的單一網格測試，模擬 2021/7/19~8/9，包含煙花颱風、盧碧二個颱風，結果顯示模式對於颱風的預報偏低，應與源項的係數偏低有關，調高源項係數可以稍微改進颱風預報偏低的現象，但也增加 BIAS。而近岸地形及島嶼效應的解析能力不足導致模式偏高只有從採用巢狀網格來克服；統計參數顯示同化僅在馬祖與彌陀測站絕對較優，都屬於較外海測站，而同化的結果都高於未同化應與衛星普遍提供之正的觀測增量有關，調高源項係數有助於 DA 的效應且降低觀測增量，而在馬祖測站變得更優。使用人工增長因子不同選項看不出明顯差異。 ● 完成蒐集 2018 年 WRF 風場作為西北太平洋及菲律賓海域之驅動風場，全球模式仍使用 CFSR 的風場。計算結果顯示加入 WRF 風場的菲律賓海域全球模式已較原僅使用 CFSR 風場模式有較佳的準確性，且影響範圍也包括蘇祿海在內，而低緯度南海的情形亦有改善，對於未來菲律賓的波浪預報會有正面效益。 ● 持續確保藍色公路海氣象預報系統、生活休閒海象預報系統及藍色公路端點校驗系統、系集預報系統之正常運轉，並持續系統之功能更新。此外已完成增加 19 個浮潛預報點位及 10 個衝浪預報點位的 XML 內容，以及完成藍色公路端點校驗展示系統利用 API 截取觀測資料之更新。模式部分，由於預報中心新的風場無法在今年上線，因此在小區域部分仍維持舊有的風場，目前已完成 EC 風場作業化讀取及作業化波浪模式之建置，及新的 10 公里及 1 公里新風場對應之

		波浪網格水深及島嶼障礙物之建置。而原藍色公路預報時數之延長亦已完成，將採用四層全球模式、NWW3 5.16 版及 ST4f 之源項設定。
111	1.NWW3 作業化波浪資料同化模式建置，持續進行同化的測試，並建立作業化雛形 2.菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立，進行流場對於波浪的影響測試，協助 PAGASA 建置波浪模式與訓練 3.藍色公路預報系統更新及生活氣象資訊系統、系集預報系統維護等，另包括 FX1000 新系統的模式移置與預報中心新風場的測試。	● 完成三層各層分別同化的測試及加入單點浮標的同化測試，並採用 WEP2.0 之 15 公里及 3 公里風場，測試案例選擇衛星及馬祖浮標觀測資料，結果顯示同化結果優於藍色公路，與系集預報則差距較小，同化馬祖測站，明顯優於決定性預報及系集預報，顯示同化的效益。作業化雛型已建立在 FX1000 安管外的平台，唯衛星讀取仍需從 PCC 移植，而 UMD-LETKF 仍需系統管理者安裝相關程式，並協助安裝。 ● 完成 2018 年 1 月及 8 月氣象局 SCHISM 流場模式加入 0.025 度波場之計算，結果顯示，波浪模擬考慮海流因素會產生最大有約 10~20% 的差距，與浮標的比較部分，在不同季節(1 月和 8 月)，波高及週期的計算結果並不隨著地域而有明顯變差或改善。持續與 PAGASA 進行必要的技術資源，並完成線上 5 天的訓練課程。 ● 持續維護藍色公路預報系統及生活氣象資訊系統、系集預報系統之正常運轉，並進行部分功能更新，包括 XML 產生程式(有含觀測資料的)以及藍色公路端點校驗系統、加大備援系統的資料庫硬碟空間、增加國海院蜜月灣測站 OAC005 至烏山龜山島航線預報、系統原碼檢測及填寫委外廠商資訊安全稽核評估表、改善系統連接資料庫時的不穩定現象及提升藍色公路 XML 檔傳送前壓縮作業的效率。模式部分已完成 FX1000 之移置作業及預報中心 10 公里及 1 公里新風場測試。

第一部分

目標與架構

目標與效益

目標

整體計畫分為三個部分，包括 NWW3 作業化波浪資料同化模式建置、菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立，與藍色公路預報系統更新及生活氣象資訊系統、系集預報系統維護等。

為提高模式預報的準確度，利用觀測資料進行資料同化為可行的方法之一。考量模式及觀測誤差，在最小二次方誤差的限制下可得到最佳的預測起始值，本研究目的即在使用新版 NWW3(Ver. 6.07) 模式及 LETKF 同化技術建置作業化同化系統，以降低決定性預報的誤差。

第二部分係建立菲律賓海域的波浪預報模式，擬評估海流對於波浪的影響，協助 PAGASA 建置波浪預報系統。

第三部份主要針對氣象局海象測報中心已建置完成的藍色公路海象資訊系統、生活氣象資訊系統及波浪系集預報系統，進行系統的維護，俾使三套系統在氣象局網站上可以正常運作，吸引民眾點選並提供完善的資訊提供服務。並移置所有波浪預報模式至新的 FX1000 平台，測試 10 公里及 1 公里新風場。

效益

透過本計畫與 NOAA 之合作研究，可提升本局風浪同化模擬之研發能力，強化臺灣地區風浪預報指引資訊，提高氣象局官方發布之預報精細度。經由資料同化預報技術的研發工作和學術論文的發表，以及與國內外研究單位交流，將可以提升本局風浪預報能力。另外精緻化波浪資訊的產生，配合相關技術的落實與應用，可以廣泛優質化海洋資訊範疇的生活產業，將可有效提升國內本土化產業的國際競爭力。作業化軟體的建置與網路版資訊軟體的升級有助於作業化預報效率之提昇與相關資訊的傳播，可加速拓展服務層面，使得相關有用資訊可以服務更多使用者。

本計畫另藉由擴展藍色公路展示系統之應用，使沿海遊憩區及海上航行船隻，均能預先獲得準確之即時與預測之海氣象狀態，可有效增進海上交通及沿海遊憩之安全。

● 國際比較與分析

(如有計畫執行前後之國際比較，請列出，並以表格方式呈現為佳。)

比較項目或 計畫產出成果	計畫執行前	計畫執行後
LETKF 波浪同 化系統引進	無	與 NOAA 同步使用 UMD-LETKF，且應 用於多重網格。

主要內容

執行內容

1. 三層網格獨立同化之可行性分析。
2. LETKF 波浪資料同化之比較分析。
3. 加入 SCHISM 流場於波場計算中之比較分析。
4. 協助 PAGASA 解決波浪模式建置問題，並提供 5 天波浪模式訓練課程。
5. 維護藍色公路海氣象預報系統正常運作及維護手冊更新。
6. 維護生活休閒海氣象預報系統正常運作及維護手冊更新。
7. 維護系集預報展示系統正常運作及維護手冊更新。
8. 維護藍色公路端點校驗系統正常運作及維護手冊更新。
9. 系統維護紀錄報告。
10. 從 FX100 至 FX1000 之波浪模式移轉。
11. 預報中心新風場(10、1 公里網格)之測試。

遭遇困難與因應對策

類別	說明	因應措施與建議
執行困難	原NOAA人員熟悉LETKF業務者已離職，致原合作單位無法調出適當人員協助訓練移轉。	進階三層多重網格的獨立測試，研究團隊將自行研發。
執行落後	無	

已獲得之主要成果與重大突破(含量化 output) (E003)

填寫說明：

1. 績效指標之「原訂目標值」應與原綱要計畫書一致，惟因 105 年度績效指標項目修正，部分績效項目整併或分列，機關得依績效項目之調整配合修正原訂指標項目與原訂目標值，惟整體而言，不得調降原訂目標值。
2. 得因計畫實際執行增列指標項目以呈現計畫成果。
3. 如該績效指標類別之各項績效指標項目之目標值、達成值均為 0，請刪除該績效指標類別，以利閱讀。
4. 如績效指標有填列實際達成情形，均須附佐證資料，佐證資料另以附表上傳。

屬性	績效指標類別	績效指標項目		110 年度		效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破
				原訂目標值	實際達成值		
學術成就 (科技基礎研究)	A. 論文	期刊論文	國內(篇)		0	發表 2 篇會議論文。	整理歷年成果呈現
			國外(篇)				
		研討會論文	國內(篇)	1	1		
			國外(篇)	1	1		
		專書論文	國內(篇)				
			國外(篇)				
	B. 合作團隊 (計畫)養成	機構內跨領域合作團隊(計畫)數				針對波浪系集預報、藍色公路預報之展示與校驗等，造就海象資訊專業顧問團隊。	臺灣地球觀測學會、工業技術研究院、與中央氣象局密切合作
		跨機構合作團隊(計畫)數			1		
		跨國合作團隊(計畫)數					
		簽訂合作協議數					

學術成就 (科技基礎研究)		形成研究中心數				
		形成實驗室數				
	C. 培育及延攬人才	博士培育/訓人數	0	0	資料同化 LETKF 之平台引進	
		碩士培育/訓人數				
		學士培育/訓人數				
		學程或課程培訓人數	1	1		
		延攬科研人才數				
		國際學生/學者交換人數				
		培育/訓後取得證照人數				
	D1. 研究報告	研究報告篇數	1	1	研究報告提送政府單位採行，提送各學術研究機關參考，並製作成光碟供各界查詢使用。	
	D2. 臨床試驗	新藥臨床試驗件數				
		醫療器材臨床試驗件數				
	E. 辦理學術活動	<u>國內</u> 學術會議、研討會、論壇次數				
		<u>國際</u> 學術會議、研討會、論壇次數				
		<u>雙邊</u> 學術會議、研討會、論壇次數				
		出版論文集數量				
	F. 形成課程/教材/手冊/軟體	形成課程件數			效益說明可包含課程、教材、手冊、軟體被引用情形，或其他個人或團體之加值	
		製作教材件數				
		製作手冊件數				

		自由軟體授權釋出教材件數			利用情形等。	
	其他					

技術創新 (科技技術創新)	G. 智慧財產	申請中	國內	發明專利(件)	0		效益說明可包含智慧財產應用、引用、授權情形等。	
				新型／設計專利(件)				
				商標(件)				
				品種(件)				
			國外	發明專利(件)				
				新型／設計專利(件)				
				商標(件)				
				品種(件)				
		已獲准	國內	發明專利(件)	0			
				新型／設計專利(件)				
				商標(件)				
				品種(件)				
			國外	發明專利(件)				
				新型／設計專利(件)				
				商標(件)				

			品種(件)				
		專書著作	國內(件)				
			國外(件)				
		與其他機構或廠商合作智財件數					

技術創新 (科技技術創新)	H. 技術報告及檢驗方法	新技術開發或技術升級開發之技術報告篇數				效益說明可包含技術或檢驗方法獲得國際認證情形、授權情形等。	
		新檢驗方法數					
	I1. 辦理技術活動	辦理技術研討會場次				效益說明可包含技術活動參與人次、主辦國際重要技術活動場次等。	
		辦理技術說明會或推廣活動場次					
		辦理競賽活動場次					
	I2. 參與技術活動	發表於國內外技術活動(包含技術研討會、技術說明會、競賽活動等)場次				效益說明可包含於國際重要技術活動發表、競賽活動獲獎情形等	
	J1. 技轉與智財授權	技轉或授權件數	技術(含先期技術)移轉 <u>國內</u> 廠商或機構件數			效益說明可包含技轉與智財授權情形、商品化情形等。	
			技術(含先期技術)移轉 <u>國外</u> 廠商或機構件數				
			專利授權 <u>國內</u> 廠商或機構件數				
			專利授權 <u>國外</u> 廠商或機構件數				

			自由軟體授權件數				
			其他授權件數				

技術創新（科技技術創新）		技轉或授權金額	技術(含先期技術)移轉 <u>國內</u> 廠商或機構之授權或權利金(千元)				
			技術(含先期技術)移轉 <u>國外</u> 廠商或機構之授權或權利金(千元)				
			專利授權 <u>國內</u> 廠商或機構之授權或權利金(千元)				
			專利授權 <u>國外</u> 廠商或機構之授權或權利金(千元)				
			其他授權或權利金(千元)				
	J2. 技術輸入	引進技術件數				效益說明可包含引進技術之應用情形。	
		引進技術經費(千元)					
	S1. 技術服務 (含委託案及工業服務)	技術服務件數				效益說明可包含技術服務收入等。	
		技術服務家數					
		技術服務金額(千元)					
	S2. 科研設施 建置及服務	設施建置項數				效益說明可科研設施服務收入、服務滿意度等。	
		設施運轉穩定度(%)					
		設施運轉效率(%)					
		設施服務項目數					
		設施使用人次					
		設施服務件數					

		設施服務時數				
		設施服務收入				
	其他					

經濟效益 (經濟產業促進)	L. 促成投資	促成廠商投資件數	3		1. 結合藍色公路預報，帶動景點周邊觀光，提升民間投資意願，促進地方經濟。將多元化的藍色公路與海域遊憩活動於中央氣象局海象測報模組中完整呈現。 2. 可促進船舶航運相關公司投資航線預報系統研發。 3. 可促成民間公司進行加值服務，提供海事工程業參考。	
		促成生產投資金額(千元)				
		促成研發投資金額(千元)				
		促成新創事業投資金額(千元)				
		促成產值提升或新創事業所推出新產品產值(千元)				
	M. 創新產業或模式建立	成立營運總部數			效益說明可包含增加臺灣產業運籌電子化擴散面積、衍生公司投資金額、創新模式衍生新產品產值、環境改善或體系建立等提高產品競爭力、促進產業發展效益。	
		衍生公司家數				
		建立產業發展環境、體系或營運模式件數				
		參與產業發展環境、體系或營運模式之產業團體數				
		促成企業聯盟家數				
		創新模式衍生新產品上市項數				
		促成產值提升或創新模式衍生新產品產值(千元)				
經濟	N. 協助提升我國產業全球地	建立國際品牌或排名提升		3 項	1. 透過整合性藍色公路預報資訊服務，提供不同語言解說，藉此宣傳我國海	
		相關產業產品產值世界排名提升				

效益 (經濟產業促進)	位	促成國際互惠合作件數				洋資源，提高國際能見度。 2. 確保我國於來往兩岸港口之海上航行安全，建立海上觀測資料與預報資料通報與交流管道。 3. 機率性預報，提供風險概念產品。	
		促進國際廠商在台採購(千元)					
	O. 共通/檢測技術服務及輔導	輔導廠商或產業團體技術或品質提升、技術標準認證、實驗室認證、申請與執行主導性新產品及關鍵性零組件等	件數				
			廠商家數				
			廠商配合款(千元)				
		技術、作業準則等教育訓練人次					
		提供國家級校正服務件數					
	P. 創業育成	新公司或衍生公司家數					
	T. 促成與學界或產業團體合作研究	媒合與推廣活動辦理次數				1. 藍色公路預報服務系統推廣延續工研院與海下協會合作成果。 2. 波浪系集預報與工研院合作。 3. 提供邊界條件給港研中心進行港口附近波浪預報。 4. 提供決定性預報、系集預報至 safe see 平台，促成多樣性平台服務。 5. 延伸預報至 168 小時。	
		促成合作研究件數			2 項		
		廠商研究配合款金額(千元)					
		合作研究產品上市項數					
	U. 促成智財權資金融通	輔導診斷家數					
		案源媒合家數					
		協助廠商取得融資家數					

			協助廠商取得融資金額(千元)				
	AC. 減少災害損失		開發災害防治技術與產品數				
			建立示範區域或環境觀測平台數				
			建築或橋梁補強數				
			輔導廠商建立安全相關生產或驗證機制之件數				
			預估降低環境危害風險或成本(千元)				
	其他						
社會影響	AB. 科技知識普及		科普知識推廣與宣導次數			。	
			科普知識推廣與宣導觸達人數				
			新聞刊登或媒體宣傳數量				
	Q. 資訊服務		設立網站數		2	1. 建立 2 個系統 藍色公路海象預報與校驗系統 系集波浪預報系統 2. 藍色公路海氣象預報等之資訊擴散人數達到每年 220,000 人次以上 3. 建立 23 條藍色公路海氣象預報 Open Data 4. Safe see e 平台之系集產品展出及船級舒適度之查詢應用	
			提供客服件數				
			知識或資訊擴散(觸達)人次		220,000		
			開放資料(Open Data)項數		23		
			提供共用服務或應用服務項目數				
			線上申辦服務數				
			服務使用提升率				
	R. 增加就業		廠商增聘人數				

社會影響	社會福祉提升	W. 提升公共服務	減少二氧化碳排放量(公噸)			2	1. 提供快速、清楚的藍色公路海象預報資訊，提升海域航行安全，減少海難發生的機率，減少社會因海難不幸事件所付出的成本。 2. 建構波浪預報系集預報作業，提升波浪預報的可信度與準確性，可應用於未來風力發電海事工程之排程服務。 3. 移轉建立資料同化系統，提升未來決定性預報之準確度。	
			運輸耗能節省金額(千元)					
			公共服務					
		X. 提高人民或業者收入	受益人數					
			增加收入(千元)					
		XY. 人權及性別平等促進	人權、弱勢族群或性別平等促進活動場次					
			活動參與人數					
		其他						
	環境安全永續	V. 提高能源利用率及綠能開發	技術或產品之能源效率提升百分比(%)					
			技術/產品達成綠色設計件數					
			減少二氧化碳排放量(公噸)					
			提升新能源及再生能源產出量					
		Z. 調查成果	調查筆數					
			調查圖幅數					
			調查面積					
			影像資料筆數					
			調查物種數					

	其他					
其他效益（科技政策管理及其他）	K. 規範/標準或政策/法規草案制訂	參與制訂政府或產業技術規範/標準件數				
		參與制訂之政策或法規草案件數				
		草案被採納或認可通過件數				
		草案公告實施或發表件數				
	Y. 資訊平台與資料庫	新建資訊平台或資料庫數			Pro 一個資料庫共 13 個資料表格。藍色公路海象預報每日增加 8040 筆，系集波浪預報每日增加 8040 筆。	
		更新資訊平台功能項目		2		
		更新或新增資料庫資料筆數		8040		
		資訊平台或資料庫使用人次		520,000	波浪模式匯入資料庫中，經過網頁產生程式的讀取，產生藍色公路海象預報網頁及波浪系集預報網頁服務社會大眾。	
	AA. 決策依據	新建或整合流程數			■102年5月中央氣象局與航港局、運研所、臺灣港務公司簽訂合作意向書，目前網頁上已有33條航線資訊	
		提供政策建議或重大統計訊息數				
		政策建議被採納數				

		決策支援系統及反應加速時間(%)			供參，氣象局全球資訊網提供33條國內和兩岸藍色公路海氣象預報。 ■在100年11月10日交通部第1483次部務會報對於氣象局所開發的藍色公路海象預報系統，在維護海上客輪之安全給予肯定，期勉氣象局要與時俱進，繼續努力。 ■依據96年1月5日公佈行政院科技顧問會議結論：「加強延攬優秀科技人才從事科技研發工作及科技與人文並重，並鼓勵社會領域學者專家與使用者參與，以及借重民間智庫資源。」對海洋科技之推動、落實與發展，奠定良好基礎。 ■依據96年1月5日公佈之全國科學技術會議(國家科學技術發展計畫)結論：「規劃科技人力發展之中長程計畫目標、加強科技人才之培育及加強資訊及網路科技教育。」 ■90年3月政府公佈海洋政策白皮書，作為各相關機關研擬訂相關海洋事務發展之依據，明白指出應健全海域觀光遊憩系統。	
	其他					

111 年度計畫績效指標實際達成與原訂目標差異說明：

無差異

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、主要成就及成果之價值與貢獻度(outcome)

(請說明計畫所達成之主要成就與成果，以及其價值與貢獻度；若綱要計畫為多年期計畫，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。)

學術成就(科技基礎研究)

1. NWW3 作業化波浪資料同化模式建置(2/3):已完成三層的同化測試及加入單點浮標的同化測試，並使用 WEP2.0 之 15 公里及 3 公里風場，而三層網格解決測站過於近岸的問題，同化方式若採用每一層單獨同化，將衍生小範圍缺乏衛星資料無法同化的情形發生，若加入小範圍內的浮標觀測資料，則可避免上述問題。測試案例選擇衛星及馬祖浮標等觀測資料，及各層分別同化的方式，結果顯示同化結果優於藍色公路，與系集預報則差距較小，同化馬祖測站，明顯優於決定性預報及系集預報，顯示同化的效益。作業化雛型已建立在 FX1000 安管外的平台，唯衛星讀取仍需從 PCC 移植，而 UMD-LETKF 仍需系統管理者安裝相關程式，並協助安裝。
2. 菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立(2/3):已完成 2018 年 1 月及 8 月氣象局 SCHISM 流場模式資料之蒐集，並加入 0.025 度網格大小之第三層波場計算，結果顯示，波浪模擬考慮海流因素會產生最大有約 10~20%的差距，與浮標的比較部分，在不同季節(1 月和 8 月)，波高及週期的計算結果並不隨著地域而有明顯變差或改善;因目前使用 SCHISM 流場，然而流的觀測甚少，在無法掌握海流計算準確度的情形下，明知其對於波浪一定有影響，仍無法反映在提升波浪模擬的準確度。與 PAGASA 合作的部分，持續與其進行必要的技術支援，包括該區 200 公尺水深之 NetCDF 格式轉換、NWW3 產製水深及島嶼阻隔效應產製之問題、NWW3 計算資源評估，計算範圍討論等，並完成線上 5 天訓練課程，內容包括巢狀網格計算、問題解決、衛星資料蒐集驗證、作業化 shell script files 介紹等。
3. 藍色公路預報系統更新及生活氣象資訊系統、系集預報系統維護:本年度在藍色公路預報系統方面持續確保藍色公路海氣象預報系統、生活休閒海象預報系統、及藍色公路端點校驗系統之正常運轉，並進行部分功能更新，亦維持波浪系集預報展示系統的運維及更新。主要更新部分為:(1)因應局內資安要求，觀測課 API 網址變更導致相關藍色公路及生活氣象的 XML 產生程式(有含觀測資料的)以及藍色公路端點校驗系統皆需要編修。(2)在上半年度有請衛星中心協助加大備援系統的資料庫(61.56.11.136)硬碟空間，使用百分比約由 80%降為 6%。備援系統執行一段時間皆正常運作後，再加大主要系統的資料庫(61.56.11.99)硬碟空間，使用百分比約由 85%降為 6%。(3)在上半年度也完成增加國海院蜜月灣測站 OAC005 至烏山龜山島航線預報。(4)在資安部分有進行波浪系集預報展示系統程式供原碼檢測及填寫委外廠商資訊安全稽核評估表。(5)改善系統連接資料庫時的不穩定現象及提升藍色公路 XML 檔傳送前壓縮作業的效率，減少錯誤發生機率。(6)在下半年度建置資料表格、修改相關資料匯入資料庫程式、及 XML 檔產生程式，完成作業化測試產生藍色公路預報對外發布之 5 日 XML 檔。
4. 數值模式部分，今年 6 月底已全部移植至 FX1000 系統，唯因系統資源不夠且似乎仍不穩定，下半年度常出現安內、外輪流停機的情形，導致資訊輸出會需要安內外切換;此外，預報中心新 10 公里及 1 公里風場在未來 1~2 年才有機會上線，目前提供 HDF5 格式的風場測試檔，已利用 Python 程式完成讀取測試無誤。

技術創新(科技技術創新)

UMD-LETKF 多重網格資料同化模式建立

經濟效益(經濟產業促進)

1. 精緻化波浪資訊的產生，配合相關技術的落實與應用，可以廣泛優質化海洋資訊範疇的生活產業，將可有效提升國內本土化產業的國際競爭力。
2. 在資訊系統的輸出推廣下，可由網路、個人通訊、船舶通訊及景點展示等技術將預報海象資訊落實於一般大眾，以達到資訊推廣的目的，將使得社會大眾更易掌握即時與預報之最新資訊，可作為遊憩活動規劃之參考依據，大大提升國人使用海洋資訊的機會，當可促進海洋觀光產業的發展。
3. 系集預報系統可提供機率預報指引，對於工程應用將更為重要，國內離岸風電施工滯留海上時間拉長，若能針對需求提供風機輪穀高度(ex.90m)之風速將會更有幫助，同時海面邊界層之研究，對於整個離岸風電之設計、施工及運維均很有幫助，氣象局為大氣及海洋預報之專責單位，建議應加強研發海氣象 coupling 及邊界層之研究。
4. 港灣船隻進出頻繁，港務調度的效率為業務提升的不二法門，然而船隻進出港航行安全的控管則為港務最重要的一環，藍色公路預報系統的準確度提升將有助於其業務的掌控，使得進出港之調度更為流暢，港務單位一直非常重視藍色公路產品，不時的督促也成為我們研究團隊成長的動力。

社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

1. 提供快速、清楚的藍色公路海象預報資訊，提升海域航行安全，減少海難發生的機率，減少社會因海難不幸事件所付出的成本。
2. 建構波浪預報系集預報作業，提升波浪預報的可信度與準確性，可應用於未來風力發電海事工程之工作排程服務。

其他效益(科技政策管理、人才培育、法規制度、國際合作、推動輔導等)

檢討與展望

檢討：

1. NWW3 作業化波浪資料同化模式建置(2/3)：NOAA 全球波浪資料同化系統是目前唯一使用 LETKF 的作業化系統，而適合臺灣的多重網格模式同化系統並未有案例產生，依據 Dr. Stylianios 的說明，後續仍有許多次系統需要建立以符合臺灣海域資料同化應用的需求，但由於 Dr. Stylianios 已經離開 NOAA，目前並無適切人員可以協助系統的建立，完全需要研究團隊自行努力，在 UMD-LETKF 的使用者不多的情形下，亦增難度。
2. 菲律賓海域巢狀網格波浪預報系統建立(2/3)：本工作項目之目標為協助 PAGASA 建置菲律賓海域之波浪預報系統，根據與 PAGASA 教育訓練課程的討論，對方擬建立自己的團隊建立自己的模式，其較需要顧問類的諮詢，而顧問類的諮詢與氣象局整體對 PAGASA 的交流方式似乎頗為一致，也只能配合之。
3. 藍色公路預報系統更新及生活氣象資訊系統、系集預報系統維護：將持續運維藍色公路海氣象與休閒娛樂 XML 檔的作業化程式，以持續產生 33 條航線的 XML 檔及 166 個生活休閒預報點。在明年度將規劃波浪系集預報結果放置到官網，讓波浪系集預報的結果為更多人使用。目前藍色公路均透過 W8 再傳輸至 135，未來應該可以直接由 FX1000 傳輸至 135。模式部分，每遇到新的風場改變，為了因應作業化需求，下游端常無時間檢視設定參數，就急著上線，似乎違背正常之建置順序。

展望：

1. 將持續自行發展適合臺灣海域的多重網格模式同化系統，並期盼 NOAA 可以推出適切人員協助系統的建立。
2. 菲律賓方擬自行建立波浪預報系統，本計畫將持續支持，拓展技術外交。
3. 展望明年將波浪系集預報結果放置到官網，以便機率預報產品可以讓民眾有更多的選擇及了解。

附表、佐證資料表

【A 論文表】

題 名	第一作者	發表年(西元年)	文獻類別
The Application of Wave Watch III Wave Model in Philippines Sea Area	張恆文	2022	F
NWW3 非結構巢狀網格之應用-以澎湖海域為例	張恆文	2022	E

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

【AA 決策依據表】

名稱	內容	類別	是否被採納
交通部第 1483 次部務會報	在 100 年 11 月 10 日交通部第 1483 次部務會報對於氣象局所開發的藍色公路海象預報系統，在維護海上客輪之安全給予肯定，期勉氣象局要與時俱進，繼續努力。	B	B

註：類別分成 A 新建或整合流程、B 重大統計訊息或政策建議報告；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

【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)
海氣象預報	中央氣象局、工業技術研究院	簽署備忘錄	技術研究與作業化執行	2010

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

【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
波浪資料同化系統與菲律賓波浪預報系統建置研究計畫(2/3)	張恆文、顏厥正、劉進金、馬名軍、李科豎、胡哲魁、林宛瑩	2022	B

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

【Q 資訊服務表】

網站或服務名稱	服務對象	服務人次/年	服務收入(千元)
中央氣象局網站(藍色公路預報)	社會大眾	220,000	無
中央氣象局網站(生活休閒預報)	社會大眾	300,000	無
系集波浪預報網站	社會大眾	20000	無

【R 增加就業表】

廠商名稱	廠商統一編號	增加員工人數	增加之年度
工業技術研究院	02750963		

【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)
中央氣象局網站內的藍色公路預報	藍色公路航運業者、船舶運輸業者	a、b	避免可能發生之船難經額 無法估算
中央氣象局系集波浪預報	風力發電海上施工業者 船長 海上工作者	a、b	無

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)

【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
藍色公路預報資料庫	藍色公路波高、週期、波向、風速、風向、波高修正值、觀測值、流速、流向	Numerical	每日增加 8040 筆
系集機率預報資料庫	24 個系集波高、週期、波向、風速、風向、觀測值	Numerical	每日增加 8040 筆
Safe see 資訊平台	決定性預報及系集波浪預報	Numerical	每日增加 16080 筆

註：類別分成 Bibliography、Numerical、Factual、Multimedia、Text