

109 年度政府科技發展計畫
績效報告書
(D006)

計畫名稱：

建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統(4/4)

執行期間：

全程：自 106 年 01 月 01 日 至 109 年 12 月 31 日止

本期：自 109 年 01 月 01 日 至 109 年 12 月 31 日止

主管機關：交通部

執行單位：中央氣象局

目 錄

第一部分.....	10
壹、 目標與架構 (系統填寫).....	11
一、 總目標及其達成情形	11
二、 架構 (系統產出，不另行填寫).....	19
三、 細部計畫與執行摘要	24
貳、 經費執行情形.....	31
一、 經資門經費表 (E005)	31
二、 經費支用說明	32
三、 經費實際支用與原規劃差異說明	32
參、 主要產出與關鍵效益 (E003)	33
第二部分.....	43
壹、 成果之價值與貢獻度	44
一、 學術成就(科技基礎研究).....	44
二、 技術創新(科技技術創新).....	62
三、 經濟效益(經濟產業促進).....	91
四、 社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)	98
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).....	103
貳、 檢討與展望.....	108
參、 其他補充資料.....	111
一、 跨部會協調或與相關計畫之配合	111
二、 大型科學儀器使用效益說明	111
三、 其他補充說明(分段上傳).....	112
四、 參考文獻	112
附表、佐證資料表.....	114

【109 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】

審議編號	109-1502-02-17-01					
計畫名稱	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統 (4/4)					
主管機關	交通部					
執行單位	中央氣象局海象測報中心					
計畫主持人	姓名	滕春慈	職稱	主任		
	服務機關	中央氣象局海象測報中心				
計畫類別	<input type="checkbox"/> 政策計畫 <input checked="" type="checkbox"/> 一般計畫					
重點政策項目	<input type="checkbox"/> 亞洲·矽谷 <input type="checkbox"/> 智慧機械 <input type="checkbox"/> 綠能產業 <input type="checkbox"/> 生技醫藥 <input type="checkbox"/> 國防產業(資安、微衛星) <input type="checkbox"/> 新農業 <input type="checkbox"/> 循環經濟圈 <input type="checkbox"/> 晶片設計與半導體前瞻科技 <input type="checkbox"/> 數位經濟與服務業科技創新 <input type="checkbox"/> 文化創意產業科技創新 <input type="checkbox"/> 其他_____					
前瞻項目	<input type="checkbox"/> 綠能建設 <input type="checkbox"/> 數位建設 <input type="checkbox"/> 人才培育促進就業之建設					
計畫群組及比重	生命科技___% 環境科技 <u>100%</u> 資通電子___% 工程科技___% 人社科服___% 科技政策___% 請依群組比重填寫，需有比重最高之群組，且加總須 100%。					
執行期間	109 年 1 月 1 日至 109 年 12 月 31 日					
全程期間	106 年 1 月 1 日至 109 年 12 月 31 日					
資源投入 (以前年度 請填決算數)	年度	經費(千元)		人力(人/年)		
	106	133,000		33		
	107	109,227		30		
	108	109,272		30		
	109	103,808		30		
	合計	455,307		123		
	109 年度	經常門	經費項目	預算數(千元)	決算數(千元)	執行率(%)
		經常門	人事費	0	-	-
			材料費	0	-	-
			其他經常支出	2,400	2,400	100
	小計		2,400	2,400	100	
	資本	土地建築	0	-	-	
		儀器設備	0	-	-	

	門	其他資本支出	101,408	101,298	99.89
		小計	101,408	101,298	99.89
		經費合計	103,808	103,698	99.89
政策依據	<p>一、PRESTSAIP-0106DG0401020208：數位國家・創新經濟發展方案：4.2.2.8 防救災系統資訊整合</p> <p>二、EYGUID-01080110000000：行政院 108 年度施政方針：十、強化海洋巡護，捍衛國家海域主權，保障我國漁民作業安全與權利；深化海洋保育觀念，永續利用海洋資源；健全海洋產業發展，推動海洋科學研究；精進海上搜救效能與災害防救量能，維護人民生命財產安全。</p> <p>三、EYGUID-01080309000000：行政院 108 年度施政方針：九、發展耐逆境育種、防災減災技術與設施設備，強化氣候變遷因應能力；建構智慧農業及綠能設施，打造創新節能型循環農業；推動農產品國際行銷，拓展海外新興市場；深化區域農業合作，落實「新南向政策」。</p> <p>四、其他政策依據：</p> <p>(一)交通部中程施政計畫（106 至 109 年）：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 持續整建觀測設施；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。 2. 將天氣、氣候、地震、海嘯資訊納入災害風險管理機制；拓展防救災的客製化氣象監測預（警）報資訊應用服務、開創多元化生活氣象資訊及傳播服務、深化科普教育宣導；推廣跨機關的氣候資訊應用。 <p>(二)災害防救法、第五屆行政院災害防救專家諮詢委員會、黃金十年國家願景、第九次全國科技會議總結報告、海洋政策白皮書（2006）、行政院提升颱風及豪雨預報準確率會議結論、行政院災害防救應用科技方案。</p> <p>(三)計畫提報流程概述如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 103 年 2 月 17 日中央災害防救委員會第 20 次會議，行政院毛副院長指示：「建置海域環境災防服務系統」及「建置 				

	<p>遙測災防服務系統」等 2 案循科技預算辦理，請權責部會優予考量。</p> <p>2. 本局「強化臺灣海象暨氣象災防環境監測計畫」奉行政院 103 年 6 月 5 日院臺交字 1030031990 號函核可，依國家發展委員會會商結論，此計畫以流域綜合治理計畫特別預算、公共建設預算、科技預算三類分別支應。爰此，本「建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統」子計畫由科技預算支應。</p>
<p>與國家科學技術發展計畫之關聯</p>	<p>NSTP-20170203040000：國家科學技術發展計畫(民國 106 年至 109 年)：4.發展智慧防災科技</p>
<p>本計畫在機關施政項目之定位及功能</p>	<p>中央氣象局(以下簡稱本局)業務涵蓋氣象、海象、地震及天文等領域，職掌全國氣象與海象之監測及預報、地震之監測及預警等相關業務。依據業務職掌及交通部科技施政目標，規劃本局「推動現代化氣象觀測」、「發展精緻化氣象預報」、「開創多元化氣象服務管道」及「防災減災及促進經濟發展」四大科技施政目標。同時針對總統治國理念、行政院施政主軸、交通發展願景及當前社會狀況及未來發展需要的考量，擬定「預報精緻化與活用化」、「觀測現代化與災防化」、「服務多元化與口語化」三大工作重點。</p> <p>「建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統」計畫(以下簡稱本計畫)依據本局施政目標及工作重點，上承現代化海象及氣象觀測，下接多元化氣象務管道，位氣象局中堅的科技施政位置。計畫整合各種海洋、大氣與陸地觀測數據資料、預報及災防資訊，研發海象與氣象相關應用技術及災防預警產品，以擴大海象及氣象資訊之使用社群，強化海象與氣象災防產品之服務及增值應用。本計畫所建立之海象及氣象環境巨量數據資料庫與海象及氣象環境災防產品，除提供權責機關及學研界更為豐富多元的海象、氣象資訊，在專業領域研發效能與應用價值，另一方面，亦可增進對災害性氣象與海象狀況之即時監測及預報能力。達成創新海象及氣象災防資訊之社會公眾服務，延續先進海象及氣象技術研發，以提升海象與氣象災防資訊的應用價值及服務效能的總目標。</p>
<p>計畫重點描述</p>	<p>一、建置近岸區域海象預報整合子系統</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 持續發展浪潮耦合技術，建置 3 維波耦合暴潮模式。 2. 建置暴潮系集預報離型系統。 3. 建置暴潮預報作業監控系統。 4. 新增暴潮機率預報產品。

	<p>二、建置西北太平洋海象資料庫與臺灣海象災防服務平臺</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 新增年度大潮極端暴潮線、海平面變化趨勢 2 項資訊，改善 8 項海象災防環境資訊服務，推廣災防機關使用。 2. 改善臺灣海象災防環境資訊平台與客製化行動定位版網站服務。 3. 完成西北太平洋海象資料庫與品管作業化，新增 12 項國內外海流、波浪、潮位、風、海溫或海水位高度等地理資訊圖層、網路 API 介接與資料索取服務。 4. 持續發展異常海水溫預警、海難漂流預報、海洋熱含量變異分析及相關觀測儀器發展技術。 <p>三、開發新式衛星與雷達衍生產品</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 引進新式衛星、雷達資料處理演算技術，發展大氣與海洋環境等多元即時環境監測衍生產品及應用領域。 2. 新增海洋葉綠素(Ocean Chlorophyll)、高解析衛星降雨估計 2 項衛星增值應用產品，並完成第 2 項對流起始偵測之作業化產品。 3. 統計分析雷達長期觀測資料以建立模糊邏輯演算法所需之各相關函數。 4. 發展模糊邏輯演算法以進行非天氣回波辨別及濾除之技術。 <p>四、發展未來 1 小時災害性天氣之對流機率預報技術</p> <p>進行梅雨或颱風等強綜觀系統影響下，未來 1 小時之高解析網格強對流機率預報的研發與上線作業。</p> <p>五、強化本局衛星產品對外服務平臺功能</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 擴增本局衛星對外提供之服務產品數與顯示功能優化。 2. 遙測數據資料儲存系統暨其相關設備之後續擴充。 3. 完成繞極軌道衛星數據資料之作業化應用程式。
<p>主要績效指標</p>	<p>原設定</p> <ol style="list-style-type: none"> 一、學術成就-國內外期刊或研討會論文 7 篇、合作團隊養成跨領域團隊 5 個、培育及延攬人才博士生 3 人與碩士生 6 人、研究報告 2 份、教材手冊 6 份。 二、技術創新-技術報告 6 份、辦理技術活動 1 場、參與技術活動 1 場。 三、社會影響-資訊服務:提供 12 項海象地理資訊資料；提升公共服務:(1)發展與建置臺灣地區(含金門、馬祖)之 3 維波潮耦合暴潮模式，建置與發展颱風系集路徑，新增 2 項暴潮機率預報產品。(2)新增年度大潮極端暴潮、海平面變化趨勢等 2 項資訊產品服務。(3)新增衛星海洋葉綠素

		<p>與衛星定量降雨估計等 2 項產品。(4)發展以模糊邏輯演算法濾除雷達非天氣雜波。(5)發展綜合型天氣之未來 1 小時之強對流機率預報產品。</p> <p>四、其他效益-資訊平台與資料庫：完成擴充與建置暴潮預報系統監控功能、更新臺灣海象災防環境資訊平臺、推廣災防資訊產品供其他機關應用累計 24 個、擴充西北太平洋海象資料庫、更新並強化之衛星產品整合對外服務平臺顯示與操作功能、新增 2 項衛星服務產品、新增每 10 分鐘之衛星對流起始偵測之對流深度作業化產品。</p>
	<p>達成情形</p>	<p>一、學術成就-國內外期刊或研討會論文 33 篇、合作團隊養成跨領域團隊 10 個、培育及延攬人才博士生 8 人與碩士生 8 人、研究報告 3 份、形成課程/教材/手冊 30 份。</p> <p>二、技術創新-技術報告 8 份、辦理技術活動 7 場、參與技術活動 7 場。</p> <p>三、社會影響-減少災害損失：更新海流模式版本，提升預報計算效率，並精進近岸淡水河及基隆河感潮河段解析度，發展複合性暴潮提升預報技術；建置臺灣地區 3 維波潮耦合暴潮模式作業化測試並將 2 維波潮耦合暴潮模式上線預報作業化運行；發展湧升流數值預報雛型系統；新增海象預報子系統提供官網辨色力異常及純浪高波浪分析預報圖 2 項產品；新增年度大潮極端暴潮、海平面變化趨等 2 項資訊產品服務；建構南灣低溫預警機制；新增海洋葉綠素、衛星定量降雨估計等 2 項應用產品；完成以模糊邏輯演算法濾除雷達非天氣雜波與雷達三維風場(WISSDOM)上線作業；完成弱綜觀與混合型天氣之未來 1 小時之機率預報產品與 0-3 小時定量降水預報之融合技術。資訊服務：新增西北太平洋海象資料庫 15 項，4 年累積 55 項海象地理資訊圖資。</p> <p>四、其他效益-資訊平台與資料庫：建置臺灣地區 3 維波潮耦合暴潮模式作業化測試並將 2 維波潮耦合暴潮模式上線預報作業化運行；更新臺灣海象災防環境資訊平臺，新增年度大潮極端暴潮、海平面變化趨等 2 項資訊產品服務；舉辦</p>

		<p>臺灣海象災防環境資訊平臺資訊應用講習會，計 87 個產官學研單位參與、赴相關機關辦理推廣會議 4 場次；新增西北太平洋海象資料庫 15 項；完成強化氣象局衛星產品整合平臺之管理、網頁操作與產品監控等功能，並新增以電子地圖顯示雲頂溫度、氣溶膠厚度與海溫等數據資料；新增海洋葉綠素與高解析衛星降雨估計等 2 項衛星應用產品；完成每 10 分鐘產製衛星對流深度之作業化產品。</p>
<p>計畫效益與重大突破</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成建置臺灣海象災防環境資訊平台，透過海象災防網站 (https://ocean.cwb.gov.tw)，提供風、浪、流、潮、霧、天氣、潮間帶、各國經濟海域與海水位高度等 55 項西北太平洋地理圖資，以及海洋溢油、海難漂流預報、漁業海溫預警、航行海象、海岸潮線預報、區域波候、海洋熱含量監測、海平面變化、極端暴潮線、海域災害資料庫等 10 項災防加值應用，除協助應變機關提升海域救災效率，並推廣於離島海運航安、海域遊憩、海上施工、海洋綠能經營與學研使用。 2. 精進海流預報模式方面，更新海流模式版本，提升預報計算效率，並精進近岸淡水河及基隆河感潮河段解析度，發展近岸複合性暴潮之技術；建置 3 維波潮耦合暴潮模式作業化測試並將 2 維波潮耦合暴潮模式上線預報作業化運行，提供波浪預報資訊；發展湧升流數值預報雛型系統。 3. 建置及增進近岸區域海象預報整合子系統方面，發展暴潮系集預報技術，發展暴潮系集預報產品，提供多樣化近岸地區暴潮預報資訊，提升本局暴潮預報能力，降低沿岸地區遭受颱風暴潮之威脅。109 年度持續發展建置與發展颱風系集路徑暴潮預報技術，強化本局暴潮預報能力。 4. 海象預報子系統提供官網新增辨色力異常及純浪高波浪分析預報圖兩項產品，提供弱勢族群對於中央氣象局官更加友善閱讀的環境；建立暴潮模式監控，使相關人員於能於第一時間內發現問題，避免預報作業中斷。 5. 航行海象作業技術發展方面，由於前人文獻指出僅用示性波高、週期及波向等預報參數無法完全描述海域的潛在危險範圍，包括異常浪、交錯波及逆流區等，故本計畫引用日本氣象廳之相關標準來劃定交錯波及逆流區之潛在危險區域，提醒注意航行安全。 6. 海岸遊憩作業技術發展方面，完成自定警戒值與潛水海況的展示設計，並根據 swellmap 網站以及國內衝浪者的意見，研定衝浪指數，提供海岸管理機關便於運用本平台管理及推廣轄區內

	<p>海域遊憩活動。</p> <p>7. 海嘯監測分析技術發展方面，精進海嘯監測分析作業技術，即時提供海嘯海水位監測，提供決策者知道海嘯波到達甚麼程度，有利提供救災單位有效的救援因應。</p> <p>8. 颱風海象作業技術發展方面，提供何時何地可能發生惡劣海況，同步監看即時與歷史颱風波浪與暴潮資料。</p> <p>9. 海平面變化趨勢分析技術發展方面，選擇氣象局資料較佳與時間較長的潮位站，以改良傳統調和方法分析海平面變化趨勢，供政府、學界與民眾參考。</p> <p>10. 新增產製海洋葉綠素、高解析衛星降雨估計與對流深度等衛星加值產品。</p> <p>11. 完成以模糊邏輯演算法濾除及辨別非天氣雷達回波之技術，改善雷達回波及定量降水估計品質。</p> <p>12. 開發多都卜勒雷達 3 維風場合成技術。</p> <p>13. 開發結合雷達外延與數值預報兩者優點之融合技術，提高 0-3 小時定量降水預報準確度，預報時效由未來 1 小時逐步增加至未來 3 小時。</p> <p>14. 本計畫衛星領域所產製之各項影像與格點數據資料，配合氣象局開放資料(open data)政策，提供相關單位參考運用，達到政府資訊公開、強化公民參與等目標。</p>
<p>遭遇困難與 因應對策</p>	<p>無遭遇困難或落後。</p>
<p>後續精進措施</p>	<p>1. 建置暴潮系集預報系統方面，未來將探討潮汐預報之長期平均誤差納入產品，以解決案例分析中系集成員無法涵蓋所有的觀測資料之問題，另透過颱風事件後最佳路徑及氣象場參數，分析模擬與觀測差距，評估後續精進方向；此外亦可增加參數系集成員方式精進。</p> <p>2. 提升海象預報技術系統方面，未來將以 python 語言改寫部分程式，提升管理者執行管理效率；而為提升預報準確度，未來可加入氣象場之表層通量參數之敏感度分析，亦或是開發資料同化模組。</p> <p>3. 浪潮耦合暴潮模式系統方面，新增如淡水河、基隆河與愛河河川流域數值預報模擬系統。</p> <p>4. 臺灣海域湧升流數值預報雛型系統方面，未來將考慮氣候變遷因素，精進臺灣海域湧升流預報系統。</p> <p>5. 本計畫於衛星與雷達領域除培育 2 位博士在職生外，並透過與國內相關大學與研究中心等團隊合作發展相關技術，進行對衛星、雷達資料處理與應用之專業人才訓練。</p>

	6. 未來將持續改善與開發衛星、雷達之加值應用產品，提高相關產品之準確性，強化對劇烈天氣之監測能力，提供參考性更高之預警資訊予政府防災單位進行災害決策之應用。			
計畫連絡人	姓名	陳進益	職稱	技士
	服務機關	中央氣象局海象測報中心		
	電話	02-23491316	電子郵件	chenji@cwb.gov.tw

第一部分

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

壹、 目標與架構 (系統填寫)

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

一、 總目標及其達成情形

1. 全程總目標：

「建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統」(以下簡稱本計畫)依據本局施政目標及工作重點，並配合我國對自然與生活環境安全保障、增進民生福祉之環境科技發展、精進防災科技減少災害衝擊等相關發展政策，並透過產、學、研的跨界合作鏈結，達到強化科研創新生態體系的目標。

計畫執行上，整合本局現有觀測資料與陸續建置之新一代氣象衛星、降雨雷達、岸基波流儀、陣列式長程風波流儀、剖風儀、海面浮標與自動雨量站之各種海洋、大氣與陸地觀測數據資料、預報及災防資訊，研發臺灣海象與氣象災防預警產品及相關應用技術，以擴大海象及氣象資訊之使用社群，強化海象與氣象災防產品之服務及增值應用。本計畫所建立之海象與氣象環境資料庫及各項災防產品，除提供權責機關及學研界更為豐富多元的海象、氣象資訊，在專業領域研發效能與應用價值。另一方面，亦可增進對災害性氣象與海象狀況之即時監測及預報能力。達成創新海象及氣象災防資訊之社會公眾服務，延續先進海象及氣象技術研發，提升海象與氣象災防資訊的應用價值及服務效能的總目標。

根據行政院國家災害防救科技中心 2013 年報統計指出，全球天然災害，共 543 件天然災害事件，有 55% 災害事件主要發生在亞洲地區，其中亞洲地區有 46% 屬於颱風之洪泛災害。世界氣象組織(WMO) 副秘書長 Jerry Lengoasa 於 2013 年的聯合國氣候變遷會議中表示，颱風造成的強風巨浪才是導致死傷的原因，他並引用 IPCC 的報告補充說：「現階段我們當然無法將單一颱風歸咎於氣候變遷，但可以確定的是，增高的海平面讓沿海居民完全暴露於颱風和隨之而來的狂風巨浪之中。」亞洲地區相較其他地區而言，不論颱風造成山洪暴發、暴潮溢淹，還是地震、乾旱等，仍是發生災害密集地區。2014 年 11 月瑞士再保險公司 (Swiss Re-insurance Company) 針對天然災害對全球都會區的威脅排名調查結果顯示，全球最危險的都會區都集中於亞洲的「日本、大陸、臺灣和菲律賓」。近 20 年來因上述氣象災害所造

成的直接財物損失年平均達新臺幣 174 億元，且有持續升高的趨勢，在經濟上的間接損失更是難以估計。隨著國家經濟的繁榮，氣象災害對社會、民生各層面影響程度則愈來愈為深廣。

同時，面對氣候變遷影響，所引起的劇烈天氣頻率增加，臺灣暴露於氣候變遷導致的諸多風險中，不僅高溫、暴雨等極端氣候事件加劇，來自海上的潮濕氣流或颱風所引起的暴雨、湧浪及暴潮等現象，亦將危及本島陸域及海域的安全，社會大眾與政府防救災權責單位對於各種即時的海象及氣象資訊需求亦與日俱增。未來各種高時間、高空間解析度的衛星、雷達等遙測系統與浮標、剖風儀等多元海象及氣象觀測資料源，可每日不間斷地接收海洋、大氣與陸地環境變化的訊息，並且提供即時且準確的海象及氣象環境監測資訊。因此，整合並提供即時的海象與氣象資訊服務，可增加政府執行各項災害性海象與氣象事件的預警與防災能力，方可有效降低各種災害之損失。

本局執掌全國氣象、海象監測和預報業務，長期致力於觀測技術、科技研究、預報服務等領域之作業發展。依據前述未來環境的預測及問題評析，亟需增進災害性天氣系統之即時監測及預警能力，並強化臺灣鄰近海域監測與預報技術，促進海域遊憩活動及航行安全，配合各級政府單位執行防救災措施所需之各種海象及氣象資訊，以增加本局在災防環境的服務效能，提振人民對政府救災之信心，促進社會安定及社會經濟繁榮發展。爰此，為利用各種觀測資料源，建立海象及氣象產品研發技術與應用，本局規劃「建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統」中長程計畫，在加強「提供即時海象、氣象環境監測與預警資訊服務」的大目標之下，預定提升「海域環境災防服務」與「遙測災防服務」2 大分項目標，並由推展 6 項工作主軸落實整體計畫的執行(如圖 1)，提升海象與氣象災防資訊在專業領域應用效能及價值外，當政府面臨災害防救重大決策時，能夠即時獲得正確資訊。提升防災服務品質，減少人民生命及社會經濟的損失。

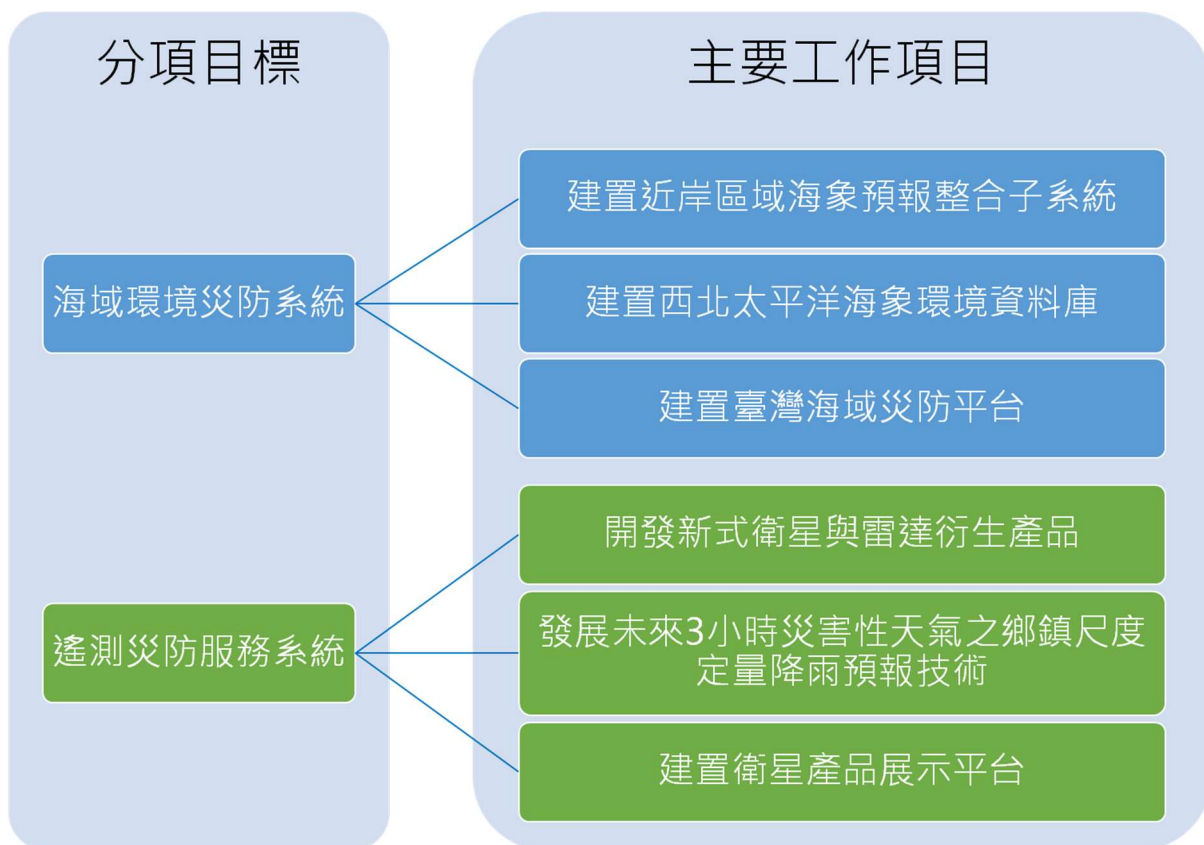


圖 1：本計畫分項目標與工作項目架構圖。

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

年度	分年目標*	達成情形&
第一年 (106 年)	<p>一、建置及增進近岸區域海象預報整合子系統，完成 2 維波、潮耦合暴潮離型模式；建置波浪與海流預報作業監控系統。</p> <p>二、初步建置臺灣海象災防環境資訊平臺，發展海象災防應用技術、異常海水溫預報技術，完成西北太平洋資料庫 7 種資料與地理資訊服務，海洋溢油漂流預報、漁業海溫寒害預警 2 項跨領域災防環境資訊上線服務。</p> <p>三、開發新式衛星與雷達衍生產品：完成 2 項衛星增值應用產品、1 項對流起始偵測測試性產品。</p>	<p>一、2 維波潮耦合暴潮模式，是國內第 1 個具備波、潮耦合的預報模式，可改進單一暴潮模式模擬誤差；發展與建置海象預報作業監控系統，監控波浪與海流作業流程及預報產品輸出狀態，可提升海象預報作業效率。</p> <p>二、西北太平洋資料庫完成世界氣象組織漂流浮標觀測海溫、國際 DART 浮標海嘯預警、美國 OSCAR 衛星遙測海流、美國 MODIS 衛星遙測海溫、美國 HYCOM 海流預報、國家實驗研究院環臺岸基雷達觀測海流、氣象局海象浮標站觀測，7 種資料不間斷匯整與地理資訊服務，流浮標觀測、岸基雷達觀</p>

年度	分年目標*	達成情形&
	<p>四、發展未來 3 小時災害性天氣之鄉鎮尺度定量降雨預報技術：暖季午後對流及強綜觀系統影響下，未來 0 至 1 小時鄉鎮尺度對流啟始可能性預報之強化。</p> <p>五、建置衛星產品展示平臺：完成本局(內部)衛星產品整合平臺介面、衛星應用產品磁碟陣列儲存主系統，及地球同步衛星數據資料應用程式階段性測試介面。</p>	<p>測海流 2 種海象資料即時品管技術，促進海象資料的跨領域應用。建置臺灣海象災防環境資訊平臺，提供海洋溢油漂流預報服務，推廣環保署、臺灣中油公司使用，可協助災防應變單位擬定海洋汙染救災決策，提升救災效率；提供漁業海溫寒害預警服務，推廣漁業署使用，可協助澎湖海域養殖漁業防災措施，減少經濟損失。發展海洋熱含量分析技術，未來可應用於改善颱風預報結果。發展海難漂流預報服務，未來可應用於改善人員落海之搜救與搜尋效率。</p> <p>三、新一代衛星多頻道霧區與低雲演算技術，可改善同步衛星之日夜間霧區偵測能力，提供天氣、交通與航運等重要分析資訊，擴大衛星產品的應用價值；衛星紅綠藍(RGB)影像處理與衛星數據統計分析技術，可提升分析人員研判能力；日本向日葵 8、9 號(Himawari-8/9)同步衛星之影像追蹤與各頻道亮度溫度分析方法，可增進豪大雨之即時監測能力；新增建雷達回波資料可整合至臺灣整合回波產品並對外提供。</p> <p>四、針對暖季午後產製包含時間及空間不確定性之對流啟始位置之預報產品；引進綜合天氣型態(mixed regime)的即時預報技術，自動化產製對流生成之可能性(likelihood)預報。</p> <p>五、完成衛星產品瀏覽與管理介面之設計，供使用者登入查詢；完成衛星指定資料格式轉換功能便利資料存取；完成衛星產品展示系統高效能磁碟陣列儲存主系統建置，提升儲存空間，並強化資料存取效能。</p>
<p>第二年 (107 年)</p>	<p>一、持續發展波潮耦合預報技術，建置 2 維波潮耦合暴潮模式，建</p>	<p>一、在地化建置與測試 2 維波潮耦合暴潮預報系統，並進行不同</p>

年度	分年目標*	達成情形&
	<p>立颱風系集路徑鏈結暴潮預報技術，更新波浪預報系統監控功能。</p> <p>二、發展西北太平洋海象資料庫、品管程序及格式標準化，並開放數據；新增 12 種地理資訊圖資；臺灣海象災防環境資訊平臺網站上線運作；建置海運區域波候、海岸潮線預報、颱風波浪統計預報應用資訊產品。</p> <p>三、開發新式衛星與雷達衍生產品：完成衛星日間飛機積冰警示產品、衛星雲頂相態產品上線作業，並完成衛星對流起始作業化產品。</p> <p>四、發展未來 3 小時災害性天氣之鄉鎮尺度定量降雨預報技術：發展與測試自動即時預報系統綜及天氣型態未來 0 至 1 小時對流啟始可能性預報技術。</p> <p>五、建置衛星產品展示平臺與相關資料處理、儲存系統。</p>	<p>參數風場、雨量、2 維與 3 維模式靈敏度分析，提升本局暴潮預報技術。</p> <p>二、西北太平洋海象資料庫擴充 18 個國際資料，結合開放地圖展示 24 種國內外波、流、潮、海溫及海水位等地理資訊圖資，提供 9 項開放資料與 API 應用程式介面、2 項內政部臺灣地理資訊服務雲服務平台(Taiwan Geospatial One Stop, TGOS)圖資，促進海象資料在民間機構、學研單位與政府應用；完成海運區域波候、海岸潮線預報、颱風波浪統計預報、海岸長浪海溫、海洋溢油漂流預報等災防服務上線，推廣至航港局、臺灣港務公司、海巡署、海軍、觀光局、國家公園、海洋保育署、中油公司等災防機關應用，提升政府對海域災害防救效率。</p> <p>三、利用日本新一代同步衛星近即時、高解析觀測資料，產製日間飛機積冰、雲頂相態與對流起始產品，提供航空器飛行路線產生積冰可能性，增進飛航安全，增進遙測資料之應用效能與服務。完成新增建臺中南屯防災降雨雷達即時觀測資料導入、掃描測試及掃描策略參數研擬。本計畫產生之雷達定量降雨估計等相關產品，皆有透過本局劇烈天氣監測系統(QPESUMS)防災版、水利署等客製化網頁，供防救災單位參考，或已提供數據資料予防救災單位(如水利署等)進行後端應用。</p> <p>四、發展未來 3 小時災害性天氣之鄉鎮尺度定量降雨預報技術：完成自動即時預報系統(ANC)綜合天氣型態未來 0 至 1 小時對流啟始可能性預報技術發展及測試。另開發即時預報產品顯示網頁，完成 0 至 1 小時對流啟始可能性預報產品顯</p>

年度	分年目標*	達成情形&
		<p>示。</p> <p>五、完成衛星產品整合之對外服務應用平臺與高效率、大容量之處理及儲存磁帶館主系統相關設備建置，有效彙整本局大氣、海洋與陸地環境監測產品，提供政府機構與學術研究單位參考使用，提升海象與氣象防災資訊的應用價值及服務。</p>
<p>第三年 (108年)</p>	<p>一、續發展波潮耦合技術，建置波潮耦合暴潮模式；建置與發展颱風系集路徑暴潮預報技術；建置暴潮系集預報模式；強化海象預報作業與擴充監控功能。</p> <p>二、擴增西北太平洋範圍海象預報、監測、遙測資料庫，新增 8 項地理資訊與開放資料服務；改善臺灣海象防災環境資訊平臺、區域海象防災行動版網站；建置海難漂流預報、海嘯監測等防災應用資訊服務，改善海洋溢油漂流預報、漁業海溫預警、帆船風浪潮流、颱風波浪暴潮、海岸潮線預報、超級大潮預警、海平面變化等作業技術。</p> <p>三、開發新式衛星與雷達衍生產品，引進新式衛星、雷達資料處理演算技術，發展大氣與海洋環境等多元即時環境監測衍生產品及應用領域；新增綠色植被指標、熱帶氣旋強度輔助分析 2 項衛星增值應用產品，並完成第 2 項對流起始偵測之測試產品；新增建之降雨雷達資料顯示與回波及降水產品整合；發展預警性雷達監測產品。</p> <p>四、發展未來 3 小時災害性天氣之鄉鎮尺度定量降雨預報技術，進行颱風、西南氣流等強綜觀系統影響下，未來 0 至 1 小時鄉鎮尺度對流啟始可能性預報之發展並上線作業。</p> <p>五、本局衛星產品服務平臺系統強化與功能新增；進行遙測數據資料處理與儲存磁碟陣列備援</p>	<p>一、完成以 WEPS 系集成員的暴潮系集預報系統作業化測試，以及開發以決定性預報之颱風參數及報誤差統計參數為基礎之系集成員產生法；提升 3 維海流預報模式作業化系統客製化產品需求、更新 SCHISM 海流模式版本及網格優化、增加近岸河口海域解析度網格，持續發展海流校驗系統及作業化預報成果分析並配合災防平臺成果展示。</p> <p>二、西北太平洋海象資料庫擴充 16 種國內外波、流、潮、海溫及海水位等物理量，結合開放地圖累計展示 40 種地理資訊圖資，提供 TGOS 平臺波候圖資，促進海象資料在民間機構、學研單位與政府應用，新增船級舒適度、海難漂流預報、海嘯監測分析、海洋熱含量變異 4 項防災資訊產品，改善海洋溢油漂流預報、漁業海溫預警、海岸潮線預報、颱風波浪統計預報、海運區域波候 5 項防災資訊產品，海象防災環境資訊平臺推廣至各主管機關、教育機關、產業、綠能及一般民眾之服務，合計共 58 個產官學研單位，提升政府對海域災害防救效率。</p> <p>三、利用日本新一代同步衛星近即時、高解析觀測資料，產製綠色植被指標、熱帶氣旋強度輔助分析 2 項衛星增值應用產品，及完成對流深度之測試產品。開發雷達預警性監測產品，應用於淹水潛勢預估及土壤可容</p>

年度	分年目標*	達成情形&
	<p>系統建置及主系統後續擴充；完成繞極軌道衛星數據資料應用程式階段性測試介面。</p>	<p>的含水量預測，提供防洪及救災業務相關單位，做為土石流、洪水預警及防救災決策參考。另，完成新增建高雄林園防災降雨雷達即時觀測資料顯示與回波及降水產品整合。本計畫產生之雷達定量降雨估計等相關產品，皆透過本局劇烈天氣監測系統，提供相關單位參考運用。</p> <p>四、完成綜合天氣型態(mixed regime)的即時預報技術，自動化產製對流生成之可能性(likelihood)預報。另，強化即時預報網頁管理功能，以利網頁產品的呈現及操作便利性，提供技術發展人員更便利的診斷工具，提供即時預報及校驗產品予預報作業參考。</p> <p>五、完成衛星產品整合平臺主機與磁碟陣列備援系統，提升系統的穩定性與資料安全性，並強化平臺網頁操作介面與後端管理，並完成繞極數據資料應用程式階段性的測試介面與相關規劃。</p>
<p>第四年 (109年)</p>	<p>一、持續發展波潮耦合技術，建置3維波耦合暴潮模式；建置暴潮系集預報離型系統；建置暴潮預報作業監控系統；新增暴潮機率預報產品。</p> <p>二、建置西北太平洋海象資料庫與臺灣海象防災服務平臺，新增年度大潮極端暴潮線、海平面變化趨勢2項資訊，改善8項海象防災環境資訊服務，推廣防災機關使用；改善臺灣海象防災環境資訊平台與客製化行動定位版網站服務；完成西北太平洋海象資料庫與品管作業化，新增12項國內外海流、波浪、潮位、風、海溫或海水位高度等地理資訊圖層、網路API介接與資料索取服務；持續發展異常海水溫預警、海難漂流預報、海洋熱含量變異分析及</p>	<p>一、更新海流模式版本，提升預報計算效率，建置臺灣地區(含金門、馬祖)之3維波潮耦合暴潮模式作業化測試；完成以誤差機率分布系集成員的暴潮系集預報系統作業化測試；發展與建置海象預報作業監控系統，監控暴潮模式作業流程及預報產品輸出狀態，可提升海象預報作業效率。</p> <p>二、西北太平洋海象資料庫更新7個資料源，新增15項，4年累計55項國內外海流、波浪、潮位、風、海溫、霧、天氣、潮間帶、各國經濟海域與海水位高度等地理資訊圖層；新增年度大潮極端暴潮線與海平面變化趨勢防災應用資訊，4年累計10項防災加值應用；海象防災環境資訊平臺推廣至各主管機關、</p>

年度	分年目標*	達成情形&
	<p>相關觀測儀器發展技術。</p> <p>三、開發新式衛星與雷達衍生產品，引進新式衛星、雷達資料處理演算技術，發展大氣與海洋環境等多元即時環境監測衍生產品及應用領域；新增海洋葉綠素(Ocean Chlorophyll)、高解析衛星降雨估計 2 項衛星增值應用產品，並完成第 2 項對流起始偵測之作業化產品；統計分析雷達長期觀測資料，以建立模糊邏輯演算法所需之各相關函數；發展模糊邏輯演算法以進行非天氣回波辨別及濾除之技術。</p> <p>四、發展未來 1 小時災害性天氣之對流機率預報技術，進行梅雨或颱風等強綜觀系統影響下，未來 1 小時之高解析網格強對流機率預報的研發與上線作業，並開發融合雷達外延方法與數值預報之 0 至 3 小時定量降水預報之技術。</p> <p>五、強化本局衛星產品對外服務平臺功能，擴增本局衛星對外提供之服務產品數與顯示功能優化；遙測數據資料儲存系統及其相關設備之後續擴充；完成繞極軌道衛星數據資料之作業化應用程式。</p>	<p>教育機關、產業、綠能及一般民眾之服務，合計共 87 個產官學研單位，提升政府對海域災害防救效率。</p> <p>三、新增海洋葉綠素與高解析衛星降雨估計 2 項衛星增值應用產品，並完成對流深度產品之作業化；完成運用統計分析雷達長期觀測資料建立模糊邏輯演算法所需之各相關函數與發展非天氣回波辨別及濾除之技術。開發多都卜勒雷達 3 維風場合成技術(WISSDOM)。</p> <p>四、完成弱綜觀與混合型天氣系統之未來 1 小時之對流機率預報系統，並發展結合雷達外延與數值預報兩者優點的融合技術，提高 0-3 小時定量降水預報準確度。</p> <p>五、強化本局衛星整合平臺管理與網頁操作及產品監控等功能，擴充資料儲存設備，並完成以電子地圖顯示雲頂溫度、氣溶膠光學厚度(AOD)與海溫等數據資料。</p>

備註：

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

*目標：請依計畫書規劃撰寫，質量化皆可。

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

說明：

二、架構 (系統產出，不另行填寫)

細部計畫		主持人	執行機關	細部計畫目標	本年度效益、影響、重大突破
名稱	預算數/ (決算數) (千元)				
一、建置海域環境 災防服務系統	57,258/ (57,148)	滕春慈	交通部中央 氣象局	<p>1. 建置近岸區域海象預報整合子系統。</p> <p>1.1 持續發展波潮耦合技術，建置3維波潮耦合暴潮模式。</p> <p>1.2 建置暴潮系集預報雛型系統。</p> <p>1.3 建置暴潮預報作業監控系統。</p> <p>1.4 新增暴潮機率預報產品。</p> <p>2. 建置西北太平洋海象資料庫與臺灣海象災防服務平臺。</p> <p>2.1 新增年度大潮極端暴潮線、海平面變化趨勢等2項資訊，改善8項海象災防環境資訊服務，推廣災防機關使</p>	<p>1. 建置及增進近岸區域海象預報整合子系統方面，更新海流模式版本，提升預報計算效率，並精進近岸淡水河及基隆河感潮河段解析度，發展複合性暴潮提升預報技術；建置臺灣地區(含金門、馬祖)3維波潮耦合暴潮模式作業化測試並將2維波潮耦合暴潮模式上線預報作業化運行；已完成之暴潮系集預報系統，可以進行颱風預報強度和路徑等不確定因素下之暴潮水位預報，可涵蓋颱風預報強度和路徑等不確定因素下之暴潮預報，建立臺灣專有之暴潮系集預報系統，提供決定性預報結果以外的機率預報答案，更為精準地替臺灣區域進行暴潮預報，除計算準確且快速地替臺灣沿海地區進行潛在之暴潮預報外；建立暴潮模式監控，使相關人員於能於第一時間內發現問題，避免預報作業中斷。</p>

				<p>用。</p> <p>2.2 改善臺灣海象災防環境資訊平台與客製化行動定位版網站服務。</p> <p>2.3 完成西北太平洋海象資料庫與品管作業化，新增 12 項國內外海流、波浪、潮位、風、海溫或海水位高度等地理資訊圖層、網路 API 介接與資料索取服務。</p> <p>2.4 持續發展異常海水溫預警、海難漂流預報、海洋熱含量變異分析與相關觀測儀器發展技術。</p>	<p>2. 持續擴建臺灣海象災防環境資訊平台(https://ocean.cwb.gov.tw)，新增 15 項，4 年累計 55 項國內外海流、波浪、潮位、風、海溫、霧、天氣、潮間帶、各國經濟海域與海水位高度等地理資訊圖層、網路 API 介接與資料索取服務；新增年度大潮極端暴潮線與海平面變化趨勢防災應用資訊，4 年累計建構包含海洋溢油、海難漂流預報、漁業海溫預警、航行海象、海岸潮線預報、區域波候、海洋熱含量監測、海域災害資料庫等 10 項災防加值應用，除協助應變機關提升海域救災效率，並推廣於離島海運航安、海域遊憩、海上施工、海洋綠能經營與學研使用；在異常海水溫預警方面除精進澎湖低溫預警機制外，另著手開發南灣地區低溫預警架構；海難漂流預報上，將成果整合至資訊平台，並持續研究島嶼尾流對預報上之影響；海洋熱含量變異分析方面，持續改進海上即時影像、波浪儀、溫濕度計等儀器，精進即時觀測系統，建構有效率的標準作業程序；航行海象作業技術發展方面，因示性波高、週期及波向等參數無法完全描述海域的潛在危險，包括異常浪、交錯波及逆流區</p>
--	--	--	--	--	---

					<p>等，故本工作引用日本氣象廳之相關標準來劃定交錯波及逆流區之潛在危險區域，提醒注意航行安全；海岸遊憩作業技術發展方面，完成自定警戒值與潛水海況的展示設計，並根據 swellmap 網站以及國內衝浪者的意見，研定衝浪指數，提供海岸管理機關便於運用本平台管理及推廣轄區內海域遊憩活動；海嘯監測分析技術發展方面，精進海嘯監測分析作業技術，即時提供海嘯海水位監測，有利救災單位有效因應；海平面變化趨勢分析技術發展方面，選擇氣象局資料較佳與時間較長的潮位站，以改良傳統調和方法分析海平面變化趨勢，供政府、學界與民眾參考。</p>
建置遙測災防服務系統	46,550/ (46,550)	陳嘉榮	交通部中央氣象局	<p>1. 開發新式衛星與雷達衍生產品。</p> <p>1.1 引進新式衛星、雷達資料處理演算技術，發展大氣與海洋環境等多元即時環境監測衍生產品及應用領域。</p> <p>1.2 新增海洋葉綠素 (Ocean Chlorophyll)、高</p>	<p>藉由新世代高觀測精度、高時間密度與高空間解析度的衛星觀測資料，配合新的衛星資料反演技術，產製解析度 0.5 至 2 公里之高時空降雨估計、海洋葉綠素監測產品，提供臺灣周遭海域大範圍降雨型態與海洋葉綠素優氧化狀態，提高對環境監測與調查能力；完成衛星對流深度產品作業化，提供對流發展高度之即時資訊；完成以模糊邏輯演算法辨別及濾除非天氣之雷達回波，改</p>

			<p>解析衛星降雨估計 2 項衛星增值應用產品，並完成第 2 項對流起始偵測之作業化產品。</p> <p>1.3 統計分析雷達長期觀測資料以建立模糊邏輯演算法所需之各相關函數。</p> <p>1.4.發展模糊邏輯演算法以進行非天氣回波辨別及濾除之技術。</p> <p>2. 發展未來 1 小時災害性天氣之對流機率預報技術。</p> <p>2.1 進行梅雨或颱風等強綜觀系統影響下，未來 1 小時之高解析網格強對流機率預報的研發與上線作業。</p> <p>3. 強化本局衛星產品對外服務平臺功能。</p> <p>3.1 擴增本局衛星對外提供之服務產品數與顯示功能化。</p> <p>3.2 遙測數據資料儲存</p>	<p>進雷達回波及其定量降水估計等產品質，並結合雷達外延與數值預報兩者優點的融合技術，改善 0-3 小時定量降水預報準確度，提供災害性天氣鄉鎮尺度定量降雨預報指引，其預報時效由未來 1 小時逐步增加至未來 3 小時，以支援本局發展精緻化即時預報作業。同時，本計畫所產製之各項影像與格點數據資料，配合電子化政府計畫及本局開放資料(open data)政策，提供氣象基礎資料，達到政府資訊公開、強化公民參與等目標。</p> <p>本年度完成強化建置衛星產品展示平臺之操作與管理介面及新增產品監控功能，並結合電子地圖顯示時間序列及區域平均之數據資料。展示平臺每 10 至 15 分鐘更新衛星各項應用產品，可提供政府防、救災決策單位相關即時資訊。災前可縮短災害之整備及預警應變時效；臨災時掌控隨時空演變之情資，災後可提供各相關單位救災或復原業務所需之資訊，提升海象與氣象災防資訊的應用價值及服務效能。</p>
--	--	--	--	--

			系統及其相關設備之後 續擴充。 3.3 完成繞極軌道衛星 數據資料之作業化應用 程式。	
--	--	--	---	--

三、細部計畫與執行摘要

本段落請以摘要方式呈現，完整執行內容請以附件上傳方式提供

細部計畫 1	建置海域環境災防服務系統	計畫性質	公共服務
主持人	滕春慈	執行機關	中央氣象局
細部計畫目標	<p>一、建置近岸區域海象預報整合子系統</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 持續發展波潮耦合技術，建置 3 維波潮耦合暴潮模式。 2. 建置暴潮系集預報雛型系統。 3. 建置暴潮預報作業監控系統。 4. 新增暴潮機率預報產品。 <p>二、建置西北太平洋海象資料庫與臺灣海象災防服務平臺。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 新增年度大潮極端暴潮線、海平面變化趨勢等 2 項資訊，改善 8 項海象災防環境資訊服務，推廣災防機關使用。 2. 改善臺灣海象災防環境資訊平台與客製化行動定位版網站服務。 3. 完成西北太平洋海象資料庫與品管作業化，新增 12 項國內外海流、波浪、潮位、風、海溫或海水位高度等地理資訊圖層、網路 API 介接與資料索取服務。 4. 持續發展異常海水溫預警、海難漂流預報、海洋熱含量變異分析與相關觀測儀器發展技術。 		
計畫投入 (Inputs)			
預算數 (千元) / 決算數 (千元) / 執行率	57,258/57,148/99.81%	總人力 (人年) 實際 / (規劃)	17 人年 / (17 人年)
其他資源投入			
主要工作項目	本年度重要成果		主要成果使用者/服務對象/合作對象

<p>建置及增進近岸區域海象預報整合子系統</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 更新海流模式版本，提升預報計算效率，並精進近岸淡水河及基隆河感潮河段解析度，發展複合性暴潮提升預報技術。 2. 建置臺灣地區(含金門、馬祖)3維波潮耦合暴潮模式作業化測試並將2維波潮耦合暴潮模式上線預報作業化運行。 3. 發展湧升流數值預報離型系統。 4. 發展暴潮系集預報技術，發展暴潮系集預報產品，提供多樣化近岸地區波浪與暴潮預報資訊，提升本局暴潮預報能力，降低沿岸地區遭受颱風暴潮之威脅。 	<p>防災機關/學研單位/一般民眾</p>
<p>建置西北太平洋海象資料庫與臺灣海象防災平臺</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成建置臺灣海象防災環境資訊平台目標(106至109年)，建置海象防災網站(https://ocean.cwb.gov.tw)，提供風、浪、流、潮、霧、天氣、潮間帶、各國經濟海域與海水位高度等55項西北太平洋地理圖資，以及海洋溢油、海難漂流預報、漁業海溫預警、航行海象、海岸潮線預報、區域波候、海洋熱含量監測、海平面變化、極端暴潮線、海域災害資料庫等10項防災加值應用，除協助應變機關提升海域救災效率，並推廣於離島海運航安、海域遊憩、海上施工、海洋綠能經營與學研使用。 2. 新增衝浪指數預報應用、岸遊憩模組潛點等功能。 3. 新增衛星遙測海表溫度、鄉鎮區域年度大潮線、交錯波浪、HYCOM水下10米海流等GIS圖資服務。 4. 改善颱風海象鄉鎮暴潮圖海象防災平台資料下載、海洋熱含量海象觀測站、海運區域波候、漁業海溫預警應用功能。 5. 完成評估海上航線優選系統技術。 6. 完成初始版本南灣低溫預警機制。 	<p>防災機關/學研單位/一般民眾</p>

	7. 完成推廣 10 個海域災防機關使用臺灣海象災防環境資訊平台。 8. 完成海象災防平台金圖獎之申請，達到實質推廣之效果。	
主要績效指標 KPI 達成情形		
原規劃	1. 建置颱風系集路徑暴潮預報技術。 2. 新增海洋熱含量異常、海平面變化趨勢 2 項海象災防應用資訊產品服務。 3. 新增 12 項 GIS 圖層、網路 API 介接與資料索取服務。	達成情形 1. 更新海流模式，精進近岸淡水河及基隆河感潮河段解析度，波潮耦合暴潮模式 2 維預報作業化上線與 3 維波潮作業化測試。開發決定性預報之颱風參數及報誤差統計參數為基礎之系集成員產生系統；發展與建置海象預報作業監控系統及預報產品輸出。 2. 完成年度大潮極端暴潮線、海平面變化趨勢 2 項災防應用資訊服務。 3. 完成 15 項 GIS 圖層、網路 API 介接與資料索取服務。
補充說明	經費實際支用與原規劃無差異。	
本年度效益、影響、重大突破		
<p>1. 建置及增進近岸區域海象預報整合子系統方面，更新海流模式版本，提升預報計算效率，並精進近岸淡水河及基隆河感潮河段解析度，發展複合性暴潮提升預報技術；建置臺灣地區(含金門、馬祖)3 維波潮耦合暴潮模式作業化測試並將 2 維波潮耦合暴潮模式上線預報作業化運行；已完成之暴潮系集預報系統，可以進行颱風預報強度和路徑等不確定因素下之暴潮水位預報，可涵蓋颱風預報強度和路徑等不確定因素下之暴潮預報，建立臺灣專有之暴潮系集預報系統，提供決定性預報結果以外的機率預報答案，更為精準地替臺灣區域進行暴潮預報，除計算準確且快速地替臺灣沿海地區進行潛在之暴潮預報外；建立暴潮模式監控，使相關人員於能於第一時間內發現問題，避免預報作業中斷；利用即時觀測資料開發相關即時預報校驗產品，可透過海象災防服務資訊系統，即時提供全國民眾和災防權責單位預報結果，將可有效降低因暴潮所帶來之災害和財產損失，並保沿海區域居民之生命財產安全。</p> <p>2. 持續擴建臺灣海象災防環境資訊平台(https://ocean.cwb.gov.tw)，新增 15 項，4 年累計 55 項國內外海流、波浪、潮位、風、海溫、霧、天氣、潮間帶、各國經濟海域與海水位高度等地理資訊圖層、網路 API 介接與資料索取服務；新增年度大潮暴潮線與海平面</p>		

變化趨勢防災應用資訊品，4年累計建構包含海洋溢油、海難漂流預報、漁業海溫預警、航行海象、海岸潮線預報、區域波候、海洋熱含量監測、海域災害資料庫等10項災防加值應用，除協助應變機關提升海域救災效率，並推廣於離島海運航安、海域遊憩、海上施工、海洋綠能經營與學研使用；在異常海水溫預警方面除精進澎湖低溫預警機制外，另著手開發南灣地區低溫預警架構；海難漂流預報上，將成果整合至資訊平台，並持續研究島嶼尾流對預報上之影響；海洋熱含量變異分析方面，持續改進海上即時影像、波浪儀、溫濕度計等儀器，精進即時觀測系統，建構有效率的標準作業程序；航行海象作業技術發展方面，因示性波高、週期及波向等參數無法完全描述海域的潛在危險，包括異常浪、交錯波及逆流區等，故本工作引用日本氣象廳之相關標準來劃定交錯波及逆流區之潛在危險區域，提醒注意航行安全；海岸遊憩作業技術發展方面，完成自定警戒值與潛水海況的展示設計，並根據swellmap網站以及國內衝浪者的意見，研定衝浪指數，提供海岸管理機關便於運用本平台管理及推廣轄區內海域遊憩活動，提供年度大潮線與極端暴潮線之氣候地理資訊，有利海岸暴潮防災應用；海平面變化趨勢分析技術發展方面，選擇氣象局資料較佳與時間較長的潮位站，以改良傳統調和方法分析海平面變化趨勢，供政府、學界與民眾參考。

遭遇困難與因應對策

無。

細部計畫 2	建置遙測災防服務系統	計畫性質	公共服務
主持人	陳嘉榮	執行機關	中央氣象局
細部計畫目標	<p>一、開發新式衛星與雷達衍生產品</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 引進新式衛星、雷達資料處理演算技術，發展大氣與海洋環境等多元即時環境監測衍生產品及應用領域。 2. 新增海洋葉綠素(Ocean Chlorophyll)、高解析衛星降雨估計2項衛星加值應用產品，並完成對流深度之作業化產品。 3. 統計分析雷達長期觀測資料以建立模糊邏輯演算法所需之各相關函數。 4. 發展模糊邏輯演算法以進行非天氣回波辨別及濾除之技術。 <p>二、發展未來3小時災害性天氣之鄉鎮尺度定量降雨預報技術</p>		

	<p>進行颱風、西南氣流等強綜觀系統影響下，未來 0 至 1 小時對流啟始可能性預報之發展並上線作業，並開發 0-3 小時鄉鎮尺度之定量降水預報。</p> <p>三、強化本局衛星產品展示平臺</p> <p>1.擴增本局衛星對外提供之服務產品數與顯示功能優化。</p> <p>2.進行遙測數據資料儲存系統暨其相關設備之後續擴充。</p> <p>3.完成繞極軌道衛星數據資料之作業化應用程式。</p>		
計畫投入 (Inputs)			
預算數 (千元) / 決算數 (千元) / 執行率	46,550/46,550/100%	總人力 (人年) 實際 / (規劃)	13 人年 / (13 人年)
其他資源投入			
主要工作項目	本年度重要成果		主要成果使用者/服務對象/合作對象
開發新式衛星與雷達衍生產品	<p>新增海洋葉綠素與高解析衛星降雨估計 2 項衛星增值應用產品，並完成對流深度產品之作業化；運用統計分析雷達長期觀測資料建立模糊邏輯演算法所需之各相關函數，完成發展非天氣回波辨別及濾除之技術，並開發多都卜勒雷達 3 維風場合成技術 (WISSDOM)。</p>		<p>防災機關/學研單位/一般民眾</p>
發展未來 3 小時災害性天氣之鄉鎮尺度定量降雨預報技術	<p>完成弱綜觀與混合型天氣系統未來 1 小時之對流機率預報系統，並發展結合雷達外延與數值預報兩者優點之融合技術，提高 0-3 小時定量降水預報之準確度。</p>		
建置衛星產品展示平臺	<p>強化本局衛星產品整合平臺之管理、網頁操作與產品監控等功能，並擴充資料儲存設備，完成以電子地圖顯示雲頂溫度、氣溶膠</p>		

厚度與海溫等數據資料之時間序列及區域平均值。		
主要績效指標 KPI 達成情形		
原規劃	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新增高時、空間解析度之衛星降雨估計與海洋葉綠素(Ocean Chlorophyll)2 項衛星加值應用與對流起始之對流深度作業化產品。 2. 提供梅雨或颱風等強綜觀系統影響下，未來 1 小時之高解析網格強對流機率預報作業產品。 3. 新增模糊邏輯演算法之雷達資料品質控制技術。 	<p style="text-align: center;">達成情形</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 完成海洋葉綠素、高解析衛星降雨估計等衛星加值產品與對流深度上線作業。 2. 完成弱綜觀與混合型天氣系統之未來 1 小時機率預報系統作業產品，並開發雷達外延與數值預報之融合技術，提高 0-3 小時定量降水預報準確度。 3. 完成以模糊邏輯演算法發展非天氣回波辨別及濾除之技術，並開發多都卜勒雷達 3 維風場合成技術。
補充說明	經費實際支用與原規劃無差異。	
本年度效益、影響、重大突破		
<ol style="list-style-type: none"> 1. 藉由新世代高觀測精度、高時間密度與高空間解析度的衛星觀測資料，配合新的衛星資料反演技術，產製解析度 0.5 至 2 公里之海洋葉綠素、高解析衛星降雨估計與對流深度等衛星加值產品；提供臺灣周遭海域大範圍降雨型態與海洋葉綠素優氧化狀態，增加對環境監測與調查能力，完成以模糊邏輯演算法濾除及辨別非天氣雷達回波之技術，改善雷達回波及定量降水估計品質，並完成多都卜勒雷達 3 維風場合成技術(WISSDOM)，開發結合雷達外延與數值預報兩者優點之融合技術，提高 0-3 小時定量降水預報準確度，提供鄉鎮尺度定量降雨預報之客觀指引，將預報時效由未來 1 小時逐步增加至未來 3 小時，以支援本局發展精緻化即時預報作業。 2. 強化衛星產品整合平臺(https://satimage.cwb.gov.tw)之操作與管理介面及新增產品監控功能，並結合電子地圖顯示雲頂溫度、氣溶膠光學厚度(AOD)與海溫等數據資料。該平臺每 10 至 15 分鐘更新衛星各項應用產品，可提供政府防、救災決策單位相關即時資訊。災前可縮短災害之整備及預警應變時效；臨災時掌控隨時空演變之情資，災後可提供各相關單位救災或復原業務所需之資訊，提升海象與氣象災防資訊的應用價值及服務效能。同時，本計畫所產製之各項影像與格點數據資料，配合本局開放資料 (open data) 政策，提供相關單位參考運用，達到政府資訊公開、強化公民參與等目標。 		
遭遇困難與因應對策		
無。		

貳、 經費執行情形

一、 經資門經費表 (E005)

1. 初編決算數：因績效報告書繳交時，審計機關尚未審定 108 年度決算，故請填列機關編造決算數。
2. 實支數：係指工作實際已執行且實際支付之款項，不包含暫付數。
3. 保留數：係指因發生權責關係經核准保留於以後年度繼續支付之經費。
4. 109 年度預算數：如立法院已通過 109 年度總預算，則填寫法定預算數；如立法院尚未通過總預算，則填寫預算案數。

單位：千元；%

	109 年度				執行率 (d/a)	110 年度 預算數	111 年度 申請數	備註
	預算數 (a)	初編決算數						
		實支數 (b)	保留數 (c)	合計 (d=b+c)				
總計	103,808	103,698	0	103,698	99.89			
一、經常門小計	2,400	2,400	0	2,400	100			
(1)人事費	0	-	-	-	-			
(2)材料費	0	-	-	-	-			
(3)其他經常支出	2,400	2,400	0	2,400	100			
二、資本門小計	101,408	101,298	0	101,298	99.89			
(1)土地建築	0	-	-	-	-			
(2)儀器設備	0	-	-	-	-			
(3)其他資本支出	101,408	101,298	0	101,298	99.89			

		107 年度 決算數	108 年度 決算數	109 年度 決算數 (執行率)	110 年度 預算數	111 年度 申請數	備註
綱要計畫總計		109,227	109,271	103,698 (99.89%)			
一、建置海域環境災 防服務系統	小計	60,272	60,271	57,148 (99.81%)			
	經常支出	0	0	0			
	資本支出	60,272	60,271	57,148 (99.81%)			
二、建置遙測災防服 務系統	小計	48,955	49,000	46,550 (100%)			
	經常支出	1,455	2,400	2,400 (100%)			
	資本支出	47,500	46,600	44,150 (100%)			

二、經費支用說明

本計畫屬性為一般科技施政計畫，經費需求見表 E005，109 年度總經費需求為 103,808 千元，分別為「建置海域環境災防服務系統」57,258 千元、「建置遙測災防服務系統」46,550 千元。其中部分有關海洋與遙測衍生產品之研發，須透過與國內、國際學術界及研究單位合作的方式，引進新的海洋與遙測資料反演技術，擴大海象及氣象災防產品應用價值與範疇，並可逐步建立本局自行開發海象及氣象產品研發能力。

三、經費實際支用與原規劃差異說明

經費實際支用與原規劃無差異。

參、主要產出與關鍵效益 (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 109 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		109 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)	7	1	本計畫之專家學者於國際期刊發表論文共 5 篇，包括：異常海水溫預警技術研究論文 1 篇(SCI:3.559)、海象災防應用技術系統論文 1 篇(SCI:3.745)、颱風暴潮系集預報系統論文 2 篇(SCI:2.59、1.71)、開發新式衛星與雷達衍生產品論文 1 篇(SCI:2.950)，另有發展未來災害性天氣之鄉鎮尺度定量降雨預報技術國內期刊 1 篇；另各項工作成果於國內研討會發表論文 22 篇，國外討會發表論文 5 篇。	本年度發表 5 篇 SCI 論文。		
			國外(篇)		5				
		研討會論文	國內(篇)		22				
			國外(篇)		5				
		專書論文	國內(篇)		0				
			國外(篇)		0				
	B.(計畫)養成	機構內跨領域合作團隊(計畫)數		5	7			1. 國立中央大學水文與海洋科學研究組成之暴潮預報合作團隊。 2. 國立中央大學太空及遙測研究中心	新增國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系之海洋水色應用技術發
		跨機構合作團隊(計畫)數							
		跨國合作團隊(計畫)數							

屬性	績效指標類別	績效指標項目	109 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		
		簽訂合作協議數			組成衛星遙測技術團隊。 3. 國立成功大學近海水文中心組成海象災防應用技術發展團隊。 4. 國立臺灣大學海洋研究所之異常海水溫災防應用技術發展團隊。 5. 國立中山大學海洋環境及工程學系組成之海氣象模擬系統預報合作團隊。 6. 國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系組成海洋水色應用技術發展團隊。 7. 資拓宏宇國際股份有限公司之海象災防應用技術發展團隊。 8. 美國威廉與瑪麗學院維吉尼亞海洋科學研究所海岸資源管理中心合作成立發展資料同化耦合海流模式系統技術團隊。 9. 美國 NOAA 所屬海嘯研究中心組成海嘯預報跨國合作團隊。 10. 美國 NOAA 所屬氣象衛星合作研究所組成衛星遙測技術發展跨國合作團隊。	展團隊與美國 NOAA 所屬海嘯研究中心之海嘯預報跨國合作團隊。
		形成研究中心數				
		形成實驗室數				
學術成就 (科技)	C. 培育及延攬人才	博士培育/訓人數	9	8	培育博士(含博士生)與碩士生共 16 人, 鑽研海象災防技術研發、海氣象模擬系統、波潮耦合暴潮、複合性暴潮及湧升流預報機制、暴潮模擬、海嘯即時分析、雷達定量降水估計與預報與雷達風場同化等技術。	
		碩士培育/訓人數		8		
		學士培育/訓人數				
		學程或課程培訓人數				
		延攬科研人才數				

屬性	績效指標類別	績效指標項目	109 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		
基礎研究)		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	2	3	11. 「建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統-109 年度海氣象災防環境服務作業系統建置(4/4)」-近岸區域波潮耦合暴潮子系統期末報告。 12. 臺灣海域湧升流數值預報雛形系統評估及分析報告。 13. 「暴潮系集預報系統發展暨波浪與暴潮校驗系統建置 (4/4)」期末報告書。	新增湧升流數值預報研究報告。
	F. 形成課程/教材/手冊/軟體	形成課程件數	6	8	1. 「異常海水溫與海難漂流預報技術發展(4/4)」教育訓練課程與教材。 2. 「109 年度海象災防環境資訊系統環境」教育訓練教材與操作手冊。 3. 海象災防應用技術發展(4/4)教育訓練教材。 4. 海象災防應用技術發展資訊應用講習教材。 5. 「近岸區域波潮耦合暴潮子系統」西北太平洋 3 維海流模式子系統教育訓練課程與教材。 6. 「近岸區域波潮耦合暴潮子系統」臺灣海域波浪子系統教育訓練課程與教材。 7. 「近岸區域波潮耦合暴潮子系統」臺灣海域波潮耦合暴潮子系統教育訓	
	製作教材件數	10				
	製作手冊件數	12				
		自由軟體授權釋出教材件數				

屬性	績效指標類別	績效指標項目	109 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		
					練課程與教材。 8. 「西北太平洋 3 維海流模式子系統新版系統操作手冊 (含程序(shell)說明)」。 9. 「臺灣海域波潮流耦合暴潮子系統新版系統操作手冊(含程序 (shell)說明)」。 10. 臺灣海域暴潮系集預報系統操作訓練課程與說明手冊。 11. 臺灣海域暴潮校驗系統操作訓練課程與說明手冊。 12. 臺灣海域風速校驗系統操作訓練課程與說明手冊。 13. 臺灣海域波浪校驗系統操作訓練課程與說明手冊。 14. 海洋水色反演與校正系統手冊(教材)。 15. 衛星產品整合顯示系統手冊(教材)。 16. 強化臺灣自動化即時預報系統手冊(教材)。 17. WISSDOM 系統作業化流程建置手冊(教材)。 18. 0-3 小時數值模式與雷達外延融合技術報告書。	
	其他					

屬性	績效指標類別	績效指標項目	109 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		
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	6	8	1. 異常海水溫與海難漂流預報技術發展(4/4)期末報告。 2. 建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫-109 度海象災防應用技術發展(4/4)期末報告書。 3. 109 年度「海象災防環境資訊系統環境建置」期末工作報告。 4. 109 年海洋水色反演與校正系統報告書。 5. 109 年衛星產品整合顯示系統報告書。 6. 109 年強化臺灣自動化即時預報系統報告書。 7. 109 年 WISSDOM 系統作業化流程建置報告書。 8. 0-3 小時雷達外與數值模式融合技術報告書。	
		新檢驗方法數				
	II. 辦理技術活動	辦理技術研討會場次	1	7	舉辦臺灣海象災防環境資訊平臺資訊應用講習會 3 場次(馬祖、北部、南部 3 場次計 87 個產官學研單位,156 人次參與)、赴相關機關辦理推廣會議 4 場次(海巡署東部分署、東管處、航港局、海洋保育署 4 場次計 44 人次參與),共計 200 人次參與。	舉辦 3 公開場次講習會,主動至 4 個海氣象災防機管進行推廣。
		辦理技術說明會或推廣活動場次				
辦理競賽活動場次						

屬性	績效指標類別	績效指標項目	109 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		
	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	2	7	1. 參與 2020 European Geosciences Union 國際研討會發表 1 篇報告。 2. 參與 2020 American Geophysical Union, Ocean Science Meeting 國際研討會發表 2 篇報告。 3. 參與 2020 American Geophysical Union Fall Meeting 國際研討會發表 1 篇報告。 4. 參與 2020 UND Workshop in Malaysia 國際研討會發表 1 篇報告。 5. 參加 109 年天氣分析與預報研討會。 6. 參加第 42 屆海洋工程研討會。 7. 參加 109 年水下技術研討會。	參與國際研討會，發表 5 篇報告，與國際接軌。
經濟效益 (AC. 減少災害損失	開發災害防治技術與產品數	8	13	1. 更新海流模式版本，提升預報計算效率，並精進近岸淡水河及基隆河感潮河段解析度，發展複合性暴潮提升預報技術。 2. 建置臺灣地區(含金門、馬祖)3 維波潮耦合暴潮模式作業化測試並將 2	提升海流模式精確度與解析度、建構 3 維波潮耦合暴潮模式作業化、增加災防加值資訊產品數量、新增南灣低溫預警機制、提升小尺
		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				

屬性	績效指標類別		績效指標項目	109 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		
經濟產業促進)			預估降低環境危害風險或成本(千元)			維波潮耦合暴潮模式上線預報作業化運行。 3. 發展湧升流數值預報離型系統。 4. 新增海象預報子系統提供官網辨色力異常及純浪高波浪分析預報圖 2 項產品。 5. 新增年度大潮極端暴潮、海平面變化趨、海洋熱含量 3 項資訊產品服務。 6. 建構南灣低溫預警機制 7. 新增衛星海洋葉綠素、衛星定量降水估計與衛星對流深度之遙測應用產品。 8. 開發結合雷達外延與數值預報兩者優點的融合技術，提供鄉鎮尺度定量降雨預報客觀指引，預報時效由未來 1 小時逐步增加至未來 3 小時。	度定量降雨預報時效。
	其他						
社會影響	社會福祉提升	AB. 科技知識普及	科普知識推廣與宣導次數			1. 原 KPI 目標值為「推廣應用產品供其他機關數」，修改在此。 2. 推廣應用產品供其他機關數舉辦臺灣海象災防環境資訊平臺資訊應用講習會，計 87 個產官學研單位參與。	
			科普知識推廣與宣導觸達人數	24	87		
			新聞刊登或媒體宣傳數量				
	Q. 資訊服務	設立網站數			新增西北太平洋海象資料庫 15 項地理資訊圖資，包含鄉鎮沿海預報、最	臺灣海象災防環境資訊平台 4 年累積 55 項	
提供客服件數							

屬性	績效指標類別	績效指標項目	109 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		
社會福祉提升		知識或資訊擴散(觸達)人次			大暴潮增水預報、JASON-3 衛星遙測-浪高、風速站氣候統計、海溫站氣候統計、西北太平洋各國經濟海域範圍線、港灣潮流預報、鄉鎮天氣預報、國內潛水地點圖資、水下 10 米海流-RTOFS 模式預報、水下 10 米海流-HYCOM 模式預報、衝浪指標、鄉鎮區域年度大潮線、縣市區域極端暴潮線、鄉鎮區域暴潮潛勢線。	海象地理資訊圖資。
		開放資料(Open Data)項數				
		提供共用服務或應用服務項目數	12	15		
		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				
	W. 提升公共服務	旅行時間節省(換算為貨幣價值,千元)				
		運輸耗能節省金額(千元)				
		減少二氧化碳排放量(公噸)				
	X. 提高人民或業者收入	受益人數			效益說明可包含受益人數、受益者每人年平均增加收入等。	
		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			效益說明可包含性別或弱勢族群之受益比例等。	
活動參與人數						
其他						
環境	V. 提高能源利	技術或產品之能源效率提升百分比(%)				

屬性	績效指標類別		績效指標項目	109 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		
	安全永續	用率及綠能開發	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		新建資訊平臺或資料庫數					
		更新資訊平臺功能項目	7	9			
		更新或新增資料庫資料筆數					
		資訊平台或資料庫使用人次					

屬性	績效指標 類別	績效指標 項目	109 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		

109 年度計畫績效指標實際達成與原訂目標差異說明：(若 KPI 目標值有修改，亦須在此說明)

第二部分

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

壹、 成果之價值與貢獻度

一、 學術成就(科技基礎研究)

(一) 學術發表

1. 國內期刊 1 篇

第二作者：本計畫細項計畫執行人員氣象局唐玉霜技士
論文名稱：中央氣象局兩滴譜儀觀測網資料品管與分析
投稿期刊：大氣科學

2. 國外期刊 5 篇

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者鄭宇昕(Yu-Hsin Cheng)

論文名稱：Submesoscale eddy and frontal instabilities in the Kuroshio interacting with a cape south of Taiwan
投稿期刊：Journal of Geophysical Research Oceans
(Impact Factor:3.559)

通訊作者：本計畫細項計畫執行專家學者謝志敏(Chih-Min Hsieh)

論文名稱：Long Short-Term Memory Recurrent Neural Network for Tidal Level Forecasting
投稿期刊：IEEE Access
(Impact Factor:3.745)

第一作者：本計畫細項計畫執行人員楊潔(Jie Yang)

論文名稱：Effects of Island Topography on Storm Surge in Taiwan Strait during Typhoon Maria
投稿期刊：Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering
(Impact Factor:1.71)

第一作者：本計畫細項計畫執行人員蔡育霖(Yu-Lin Tsai)

論文名稱：Discrepancies on Storm Surge Predictions by Parametric Wind Model and Numerical Weather Prediction Model in a Semi-Enclosed Bay: Case Study of Typhoon Haiyan

投稿期刊：Water
(Impact Factor:2.59)

第二作者：本計畫細項計畫執行人員氣象局方偉庭(Wei-Ting Fang)技士

論文名稱：Influence of wind induced antenna oscillations on radar observations and its mitigation

投稿期刊：Weather and Forecasting
(Impact Factor:2.950)

3. 國內研討會 22 篇

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者范揚洺

論文名稱：即時海象資料在海域航行與遊憩之應用

研討會名稱：109 年天氣分析與預報研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者范揚洺

論文名稱：全球海洋水文資訊整合系統在海洋事務之應用

研討會名稱：第 42 屆海洋工程研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者謝志敏

論文名稱：應用潮位資料推估臺灣海平面上升趨勢之研究

研討會名稱：第 42 屆海洋工程研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者鄭宇昕

論文名稱：南灣海水週期性溫降之特性與預警

研討會名稱：109 年天氣分析與預報研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者張凱富

論文名稱：應用行動裝置之加速度感應器測量波浪

研討會名稱：109 年水下技術研討會

第一作者：中央氣象局海象中心氣象局朱啟豪技正

論文名稱：中央氣象局波潮耦合暴潮模式模擬案例分析

研討會名稱：109 年天氣分析與預報研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者周姿吟

論文名稱：台灣海域 3 維海流作業化預報模式與 ARGO 觀測資料校驗分析

研討會名稱：109 年天氣分析與預報研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者周姿吟

論文名稱：臺灣海域 3 維海流作業化預報模式降雨對表層鹽度之敏感度分析

研討會名稱：第 42 屆海洋工程研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者徐誌壕

論文名稱：A development of prediction method applies in coastal upwelling around Taiwan

研討會名稱：109 年天氣分析與預報研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者徐誌壕

論文名稱：臺灣湧升流預報系統之開發

研討會名稱：第 42 屆海洋工程研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者王啟竑

論文名稱：波潮耦合模式作業化及案例分析

研討會名稱：第 42 屆海洋工程研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行人員許家鈞

論文名稱：發展風暴潮影響強度法並重建 1845 雲林口湖風暴潮事件

研討會名稱：109 年天氣分析與預報研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行人員許家鈞
論文名稱：以影響強度法分析與重建 1845 雲林口湖風暴潮事件
研討會名稱：第 42 屆海洋工程研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行人員曾博森
論文名稱：發展印度洋風暴潮速報系統
研討會名稱：109 年天氣分析與預報研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行人員曾博森
論文名稱：以 COMCOT-SS 預報印度洋之風暴潮
研討會名稱：第 42 屆海洋工程研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行人員林君蔚
論文名稱：颱風暴潮假想路徑系集預報系統之開發與評估
研討會名稱：109 年天氣分析與預報研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行人員林君蔚
論文名稱：以颱風路徑分布法建構臺灣颱風暴潮系集預報系統
研討會名稱：第 42 屆海洋工程研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行人員氣象局王忠斌專任助理
論文名稱：模糊邏輯分類演算法於臺灣雷達作業資料品質控制
之應用
研討會名稱：109 年天氣分析與預報研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行人員氣象局劉郁青技佐
論文名稱：PDF Matching 衛星定量降水估計技術可用性評估
研討會名稱：109 年天氣分析與預報研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者廖宇慶
論文名稱：多都卜勒氣象雷達 3 維風場合成技術作業化應用結
果說明

研討會名稱：109 年天氣分析與預報研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行人員氣象局楊傳琮技士

論文名稱：對流起始用於夏天午後對流偵測

研討會名稱：109 年天氣分析與預報研討會

第二作者：本計畫細項計畫執行專家學者陳奕翰

論文名稱：極短期強對流機率預報系統發展現況

研討會名稱：109 年天氣分析與預報研討會

4. 國際研討會 5 篇

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者范揚洺

論文名稱：Geovisualization prevention warning information service for maritime disaster

研討會名稱：European Geosciences Union 2020

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者鄭宇昕

論文名稱：Propagation Speeds of Shoaling Internal Solitary Waves in the South China Sea: A satellite Investigation and Theoretical Interpretation

研討會名稱：2020 American Geophysical Union, Ocean Science Meeting

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者張凱富

論文名稱：Typhoon observations from the surface buoys in the western North Pacific subtropical ocean

研討會名稱：2020 American Geophysical Union, Ocean Science Meeting

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者尤皓正

論文名稱：Ocean forecast system around Taiwan and its data assimilation prototype

研討會名稱：2020 American Geophysical Union Fall Meeting

第一作者：本計畫細項計畫專家學者吳祚任

論文名稱：Storm Surge Case Study and Simulation Tool

研討會名稱：UND Workshop in Malaysia, January 15-17 2020,
Kuala Lumpur, Malaysia

(二) 科技基礎研究之內容、價值與貢獻度

1. 精進海流預報作業系統

(1) 升級海流模式與評估近岸高解析網格系統

更新海流模式版本，優點為參數的輸入及輸出均為 netcdf 檔，節省 binary 轉檔的時間，結合每個參數為一個檔案，減少原本每日資料與參數之整合時間，且可使用排程管理系統的派送指令，分配至各計算節點，提高計算效率，計算時間減少約 30 分鐘，預報產品計算時間也減少，下游廠商產品提供時間可提前。完成近岸(淡水河及基隆河感潮河段)50 公尺網格系統之測試評估，使用科技部海洋資料庫 200 公尺解析度之地形與水利署水文年報之長年流量分析，發展複合性暴潮預報技術。

(2) 持續進行客製化海流資訊服務並維護海流模式校驗系統

進行 ARGO 浮標、GHRSSST 與漂流浮標校驗及案例分析報告，擴充海流比對資料來源(AVISO)，量化海流參數並預計設立校驗評分標準。客製化海流資訊服務：官網鄉鎮預報海流資訊擴充港口、近岸堤岸 28 點位，新增澎湖海域表層與底層海溫、溫躍層、鹽度及流速資訊。

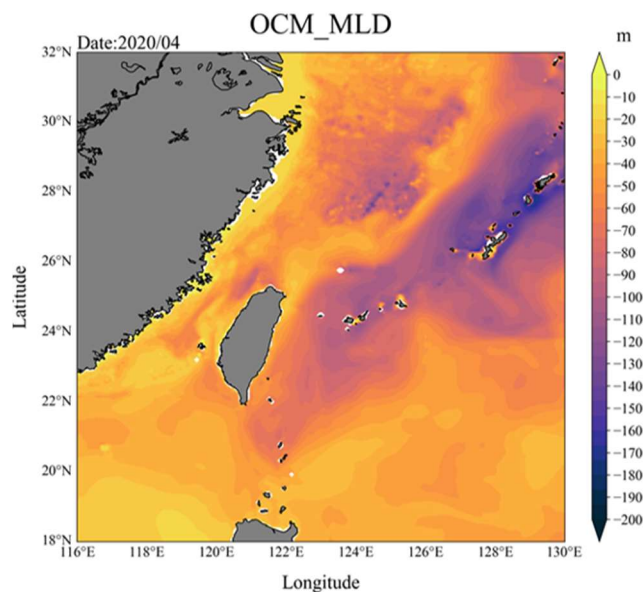


圖 2：2002~2017 年臺灣周遭海域平均溫躍層分布圖。

2. 建置波潮耦合暴潮模式

建置臺灣地區(含金門、馬祖)3 維波潮耦合暴潮模式作業化測試，分別建置天文潮模式、暴潮模式及波潮耦合暴潮模式，提供 2017 年尼莎颱風案例，探討颱風路徑附近測站之水位，模式預報結果與測站水位觀測值接近，且使用參數化風場之暴潮抬升明顯。且 2 維波潮耦合暴潮模式上線預報作業化運行，使用歐洲 IFREMER 初始場與邊界場、中央氣象局 WRF 氣象場及潮汐驅動計算現報 2 天及預報 2 天，每日提供 3 組波浪預報資訊。

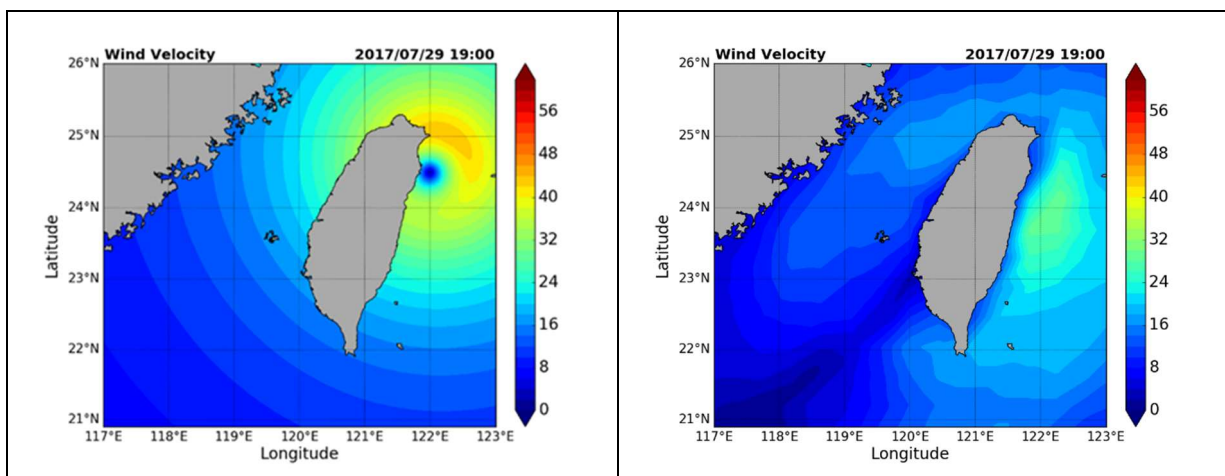


圖 3：尼莎颱風波潮耦合暴潮模式。(左：參數化風場、右：中央氣象局預報風場)。

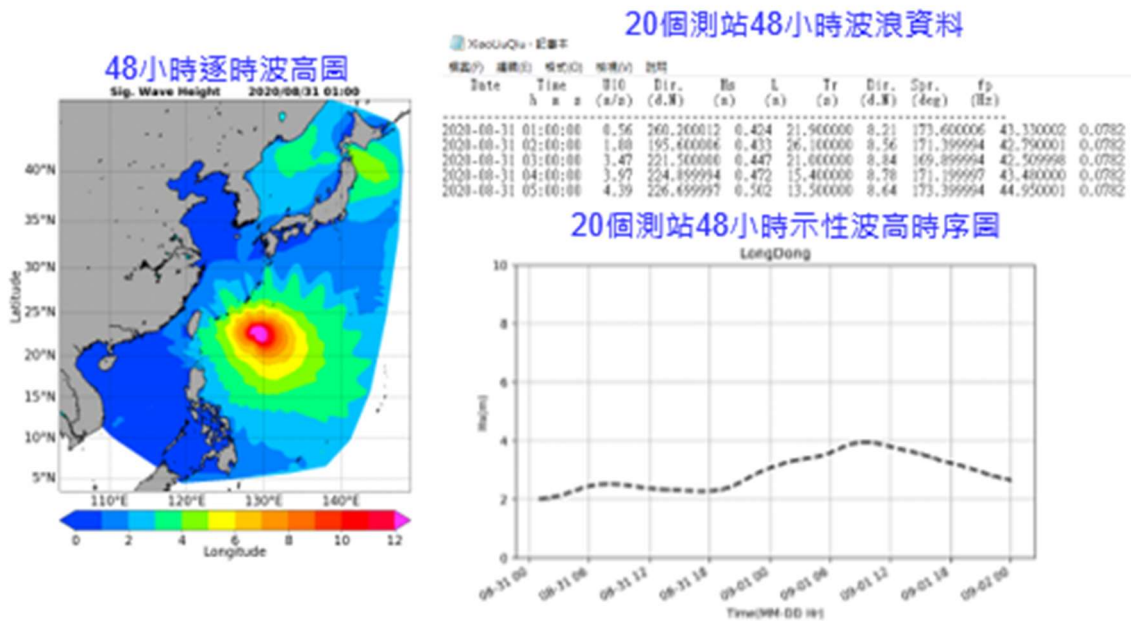


圖 4：模式波浪預報資訊。

3. 海象災防應用技術系統

(1) 發展資料品管技術

「西北太平洋海象資料庫」整合之國內外海洋資料及海象環境資料，將進行品管規劃以及資料提供服務。故於資料發布與展示前，須建置海象環境資料品管準則與作業技術發展、開發救災環境資料即時品管技術，透過歷史防災資料的檢校，建立海象觀測資料的品管規範。本資料品管技術是針對海象的觀測資料，而非預報資料進行驗證。

除了使用氣象局固有資料，仍有其他國內外可公開下載之海象資料，將針對不同資料來源進行品管技術發展，確保海象資料的品質與正確性，提供政府與決策機關參考。若是其來源已有可信的品管規範也將調查參考評估本案「西北太平洋海象資料庫」的適用性，例如美國國家海洋暨大氣總署的整合海洋觀測系統即提供多種觀測資料的品管操作手冊。

本計畫之品管程序，主要係進行檔案格式檢驗及資料統計性品管分析。除了判斷檔案欄位及格式之正確性外，主要利用以下三類品管分析方法進行分析。

甲、合理性資料品管

合理性的檢驗考量下三類因素，一是「儀器限制」，指海

氣象觀測數據不應超過量測儀器的測量範圍；另一則是「物理限制」，指觀測量不應超過量測地點的海氣象臨界條件，否則即視為不合理；第三類則參考歷年觀測極值，以訂定更合乎實際狀況之物理標準。

乙、連續性資料品管

由於自然現象的變化都是漸進且連續的，所以連續性的檢驗認為各種觀測物理量在時間上及空間上都必須存在連續的變化，也就是說其時空的變化量應落在合理的範圍內，如果在時間上的改變量超過某一限度，或是在空間上相鄰測點的資料無法以物理觀點解釋，都可視為可疑資料。時間連續性品管分析的首要步驟為彙整分析資料，再進一步計算資料的 $t=1$ 單位間距差值，若有 N 個分析數據，則將會有 $N-1$ 個連續時間之差值，將上述差值樣本經分組排序後，計算各組樣本所對應的發生機率，然後以統計理論之密合度試驗(goodness-of-fit)決定樣本資料最適合之機率分布函數。

丙、關聯性資料品管

關聯性檢驗是檢驗所量測之資料與其他相關物理量之關係是否有異常現象，海氣象特性往往受到外在環境的影響而改變(例如風與浪之關係)，利用不同物理量間之關聯性，可互相檢驗資料的品質。此外，同一物理量使用不同量測儀器或是相同儀器同時量測，除了可明顯的比較資料正確性，對於儀器老化或毀損，更可顯示出其偏差量。一般關聯性之比對係以同一位置、同一時間的兩組數值進行比對分析，但本計畫取得的資料僅有一組資料，故無法進行關聯性分析。潮位資料是唯一可進行的項目，因具有週期性之特性，一般狀態下，潮位主要受天體運動影響，可藉由調和分析求得其天文潮，再以此與實測資料相互比對檢測觀測，計算兩者測值的容許差值作為品管標準，以進行品管程序。

109 年度配合「西北太平洋海象資料庫」發展港灣測站-觀測資料(海流、海溫、風速、波浪、海水位及能見度)、氣象局潮位站(海溫、風速)、水利署潮位站(海水位、風速)之資料品管準則與品管程序。以下以表 1 潮位資料品管準則作展示範例。

表 1：潮位資料品管標準(單位：公尺)。

站名	水利署 站碼	氣象局 站碼	合理性		關聯性	連續性		
			上限	下限	天文潮差值	6 分	12 分	18 分
林邊	4B	04Q01	1.4	-0.6	0.5152	0.04	0.06	0.08
綠島	4C	04S04	1.2	-1.2	0.2137	0.06	0.11	0.17
大武	4D	04S01	1.4	-0.8	0.2260	0.07	0.12	0.17
石梯	4H	04T01	1.4	-1.2	0.2321	0.06	0.12	0.18
小港	4I	04S03	1.6	-1.4	0.2705	0.08	0.14	0.20
富岡	4J	04S02	1.4	-1.2	0.2196	0.06	0.11	0.17
料羅	4L	04W02	3.2	-3.4	0.5454	0.23	0.46	0.68
蟬廣嘴	4N	04Q02	1.2	-0.6	0.1988	0.04	0.06	0.10
四草	4S	04N01	1.4	-0.6	0.2532	0.04	0.07	0.10
永安	4U	04P01	1.2	-0.6	0.2158	0.05	0.07	0.10
麥寮	4V	04J01	2.6	-2.0	0.3208	0.17	0.34	0.49
水頭	4W	04W01	3.4	-3.4	0.5890	0.24	0.48	0.71

(2) 航行海象作業技術發展

航行海象主要提供航行需要的海氣象資訊，服務民眾從事海上交通、作業及遊憩的人，選擇「安全回家的路」。能提供漁船、遊艇業者及海巡署執業或救難巡防時之安全資訊，提早規劃因應措施，亦可以提升海域航行的安全，減少航行災難的發生。本項技術包括船級作業風險、船級舒適度、交錯波浪等，可提供漁船、遊艇業者及海巡署執業或救難巡防時之安全資訊，提早規劃因應措施，亦可以提升海域航行的安全，減少航行災難的發生。

船級舒適度功能的資料處理程序係使用氣象局 NWW3 波浪模式之預報波高與 TWRF 做為資料源，基於考慮不同船隻之耐浪波高及風速作為船級舒適度指標。本研究蒐集國內外漁船、動力小船、海巡署船艦、遊艇等耐浪性資料，訂定出不同船隻海上之

航行警示條件，依據不同船隻之尺寸與耐浪級數將示性波高資料轉換為資訊，提供交通船及遊艇的舒適、顛簸或劇烈顛簸的船級舒適度警示資訊。船級作業風險提供工作船隻巡防艇、漁船及動力小船的高風險或低風險的警示資訊。然而，僅以示性波高與平均週期為依據仍有不足，有必要再加上大洋常見之交錯波浪與近岸海域因地形等因素所形成之逆流等危險因子，方能降低航行危險。

由於不同方向波浪成分的組合容易造成複雜浪況，也容易產生異常波浪的機率，日本氣象廳提出交錯波浪 (cross wave) 之警示標準，並發布在開放海域 (即大洋海域) 的預報波浪圖 (Open Sea Prognostic Wave Charts, FWPNs)，如圖 5，圖中紅色圈選出來黑色斜線部分表示有交錯波浪，此外，圖中還包括產生波高、週期 (數字呈現) 及波向 (箭頭呈現)。此警示標準與異常浪的警示標準不同，且交錯浪況未必會產生異常浪，但已可能對航行船隻的安全造成影響。本計畫蒐集日本氣象廳給予交錯波之航行警示標準，利用本研究推演之波浪分量及波向規劃提醒警示的函數如式(1)，透過直覺式設計提供交錯波浪資訊(圖 6)所示，圖中粉紅色的區塊表示 40 呎至 80 呎的遊艇在此區塊內航行會有顛簸的海況情形，但尚未達到劇烈顛簸。然後將交錯波浪計算後並套疊加在介面上，發現部分區域雖然只有顛簸等級，但可能會出現交錯波浪容易造成船隻翻覆的風險。

考量波浪的特性，將交錯波浪 (cross wave) 的警示標準條件包括波浪的分量 (wave components)、風浪及湧浪，其中湧浪還依據其波高大小分為主湧 (primary swell 或稱第一湧浪)、次湧 (secondary swell 或稱第二湧浪)、第三湧浪、第四湧浪等。而前項日本氣象廳提出的條件僅包括波浪前三大的分量波高，由大排到小的波高為 $Hw1$ 、 $Hw2$ 、 $Hw3$ ，滿足 $Hw2/Hw1 \geq 0.6$ 或 $Hw3/Hw1 \geq 0.45$ 的條件，且波浪分量之間的角度差異必須大於 30° 。該研究亦指出此臨界條件的數值為試誤法 (Trial and Error) 產出的，然而相關資訊的使用卻得到許多單位有價值的回饋，包括航運公司，海船相關組織和漁業組織等，顯然該資訊的展現在實際應用上是具有價值的。

在實際研究成果的部分，採用氣象局 NWW3 波浪模式所產出之示性波高 HS、風浪波高及波向、主湧波高及波向、次湧波高及波向。依據前項交錯波浪警示標準分析波浪模式資料，結果如(圖 6)所示，以 80 呎遊艇為例，其中垂直線的部分即為交錯波浪的發

生區域，顯示雖然對於 80 呎的遊艇而言，波高小於 4.8m、大於 1m 的區域為注意範圍，但仍會有交錯波浪的產生，對於航行安全仍然會有影響。透過分析結果證實即便海況並非危險等級，但部分區域可能出現交錯波浪，對於航行安全仍然會有影響，本年度所完成之交錯波浪研究及介面設計後，於臺灣海象災防環境資訊平台進行展示並供使用，其介面展示如(圖 7)。

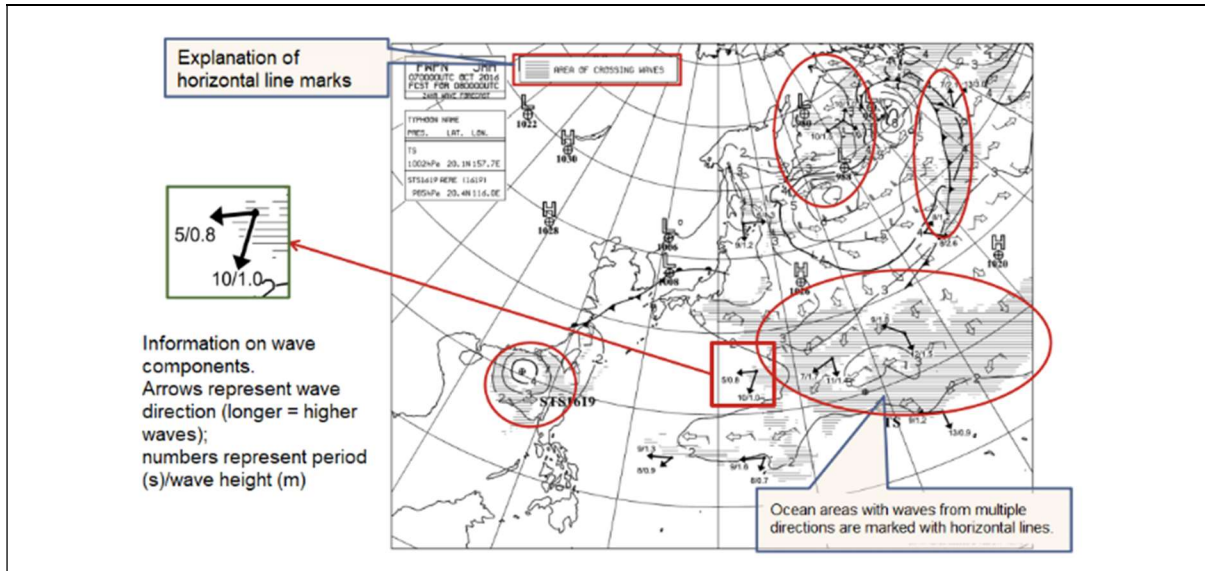


圖 5：日本氣象廳之交錯波浪航行警示範圍。

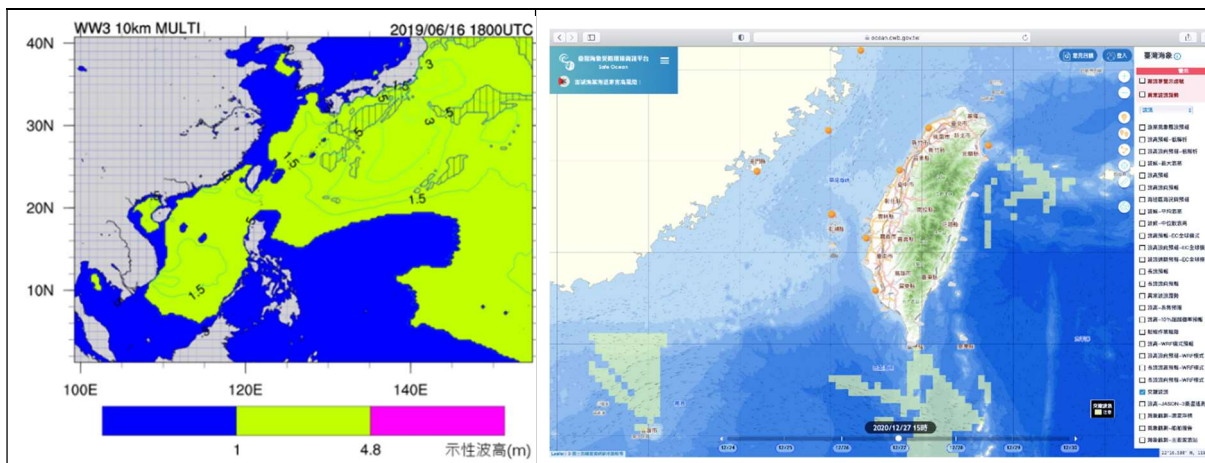


圖 6：交錯波之航行警示範圍與航行安全警示標準套疊。

圖 7：臺灣海象災防環境資訊平台之交錯波浪介面展示

4. 異常海水溫預警技術研究

由於每個海域的環境特性不同，因此理想的預警機制也會不同，此 4 年計畫中完成了兩套預警機制，分別針對澎湖與屏東南灣兩個海域的低溫進行預警。其中澎湖的低溫預警系統已經整合到「臺灣

海象災防環境資訊平台」為大眾進行服務。南灣預警系統則還需要更多的實際案例進行驗證。以下分別對兩個預警機制內容進行說明。

(1) 澎湖低溫預警機制

針對澎湖地區水產寒害進行環境觀測資料分析，其中包含海溫、流速、氣溫與風速等環境因子。以科學方法定義異常冷水事件，解析其中物理機制(圖 8)，研究成果顯示可以根據 Ocean Nino Index 與過去數天的平均風速當預測指標(表 2)。

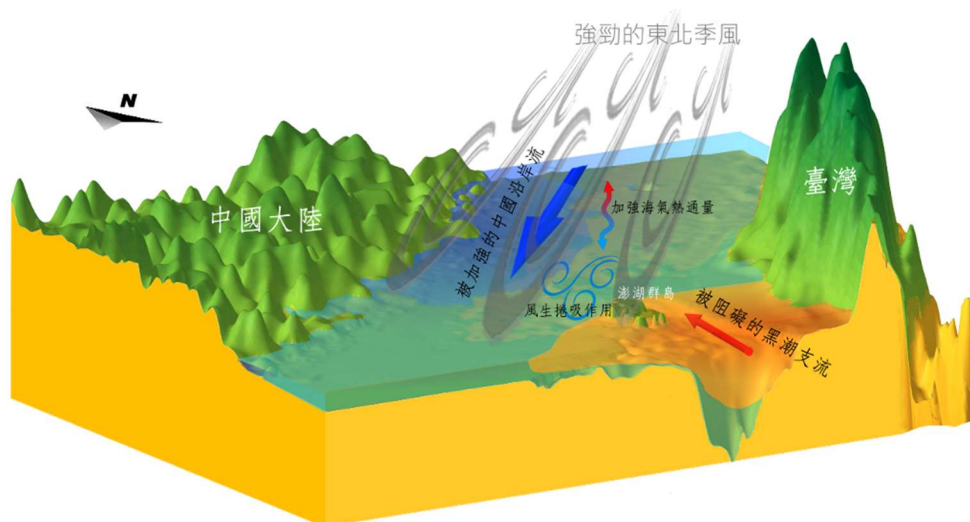


圖 8：造成澎湖異常冷水之物理機制示意圖。

表 2：澎湖地區異常海水溫預警條件及分級燈號。

燈號	燈號意義	條件	可能發生時間	發生機率
黃燈	警告	$ONI \leq -0.9$	未來 30 天	50%
橘燈	危險	$ONI \leq -0.9$ & $V_{10} \geq 11.5$ m/s	未來 15 天	60%
紅燈	非常危險	$ONI \leq -0.9$ & $V_{20} \geq 12.5$ m/s	未來 5 天	75%

註 1： V_{10} = 10 天平均風速； V_{20} = 20 天平均風速。

註 2：該預警系統只會在每年的 1-2 月啟動，其餘月份並不適用。

(2) 南灣低溫預警機制

南灣海域發生異常低溫的機制與澎湖並不相同，該海域的低溫現象主要是受到因地形所產生的背流渦漩與外海傳來的內潮所影響，而這兩個機制所引發的低溫變化具有明顯的週期性，主要

是因為兩個現象都和當地的潮汐有關，南灣的異常低溫的觸發主要是在上述週期性溫降的條件下，更進一步的溫降所引發，然而當前有紀錄的異常低溫事件只有 2008 夏季與 2016 年冬季，這段期間的觀測資料也略顯不足，因此發展預警機制稍有窒礙。根據目前的研究成果制定了一個測試版本的預警機制如下：

表 3：南灣地區測試版預警等號與條件。

預警燈號	預警條件
第一級預警燈號(黃燈)	當水位差與海溫異常資料落在離群值區域時(圖 9 中 98%等值線以外的區域)。*註
第二級預警燈號(橘燈)	當達到一級燈號標準後，且水位差大於 1 公尺時。
第三級預警燈號(紅燈):	在以上兩個預警燈號都亮起後，且水溫異常值小於-4°C時。

*註：可藉由以下公式帶入水位差(SLD)推算水溫異常閾值(STAc)，當觀測的水溫異常值低於水溫異常閾值，就亮預警燈號。

$$STAc = -5.032SLD^6 + 30.73SLD^5 - 65SLD^4 + 59.71SLD^3 - 22.87SLD^2 + 0.4022SLD - 1.707$$

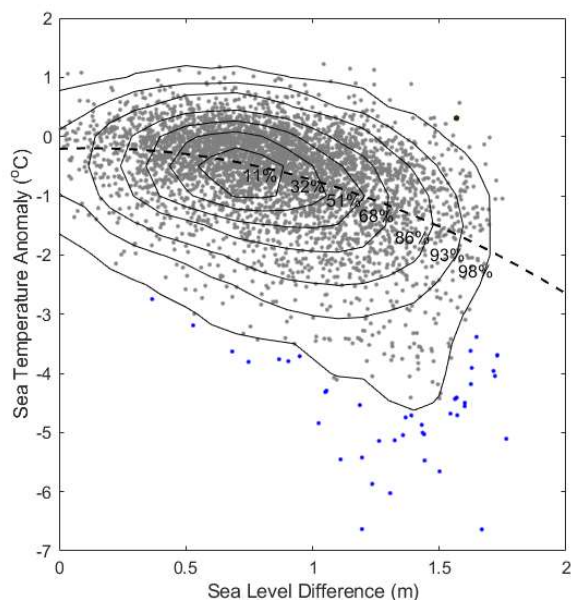


圖 9：水位差與海表溫異常值關係圖。百分比表示資料密度等值線內資料點占整體資料數量的比率。

5. 海難漂流預報技術研究

本研究建立了海面漂流浮球(drifter)座標與海溫資料品質的標準操作程序(圖 10)，發展了 Lagrangian Method 漂流軌跡演算法對海面漂流物進行路徑推估，其成果如圖 11，更將此技術應用在實際人員落海搜救使用，也已將以上技術整合到「臺灣海象災防環境資訊平台」為大眾進行服務，搜救歷史個案的比對也可於該平台上查找調閱。

同時，由於臺灣東部大小島嶼眾多且海岸地形崎嶇多變，海流受地形影響所引起的流場變動往往複雜且多變，當前坊間作業化的數值模擬海流資料並無法確實重現出實際海流現象，因此本計畫也借助臺灣海洋研究船的探測能力與技術，對臺灣東南海域進行實際海況的觀測與調查，且發展更高時間與空間解析度的區域海流模式，其結果顯示當黑潮流經綠島或鵝鑾鼻海岬時，由於流受到地形的阻擋，在島嶼的背流側會形成迴流區且產生渦漩，該現象稱為尾渦流，使得島嶼背流側流場較為雜亂。綠島為臺灣的潛水勝地，而屏東佳樂水則為國際知名衝浪海灣，兩地皆以海洋觀光產業為主軸，每年前往旅遊的海內外觀光客絡繹不絕，細部海流的觀測與解析，有助於提高海洋數值模擬的準確度與提供區域海流相關特性，爭取黃金救援時間，達到協助海上救援之目的。

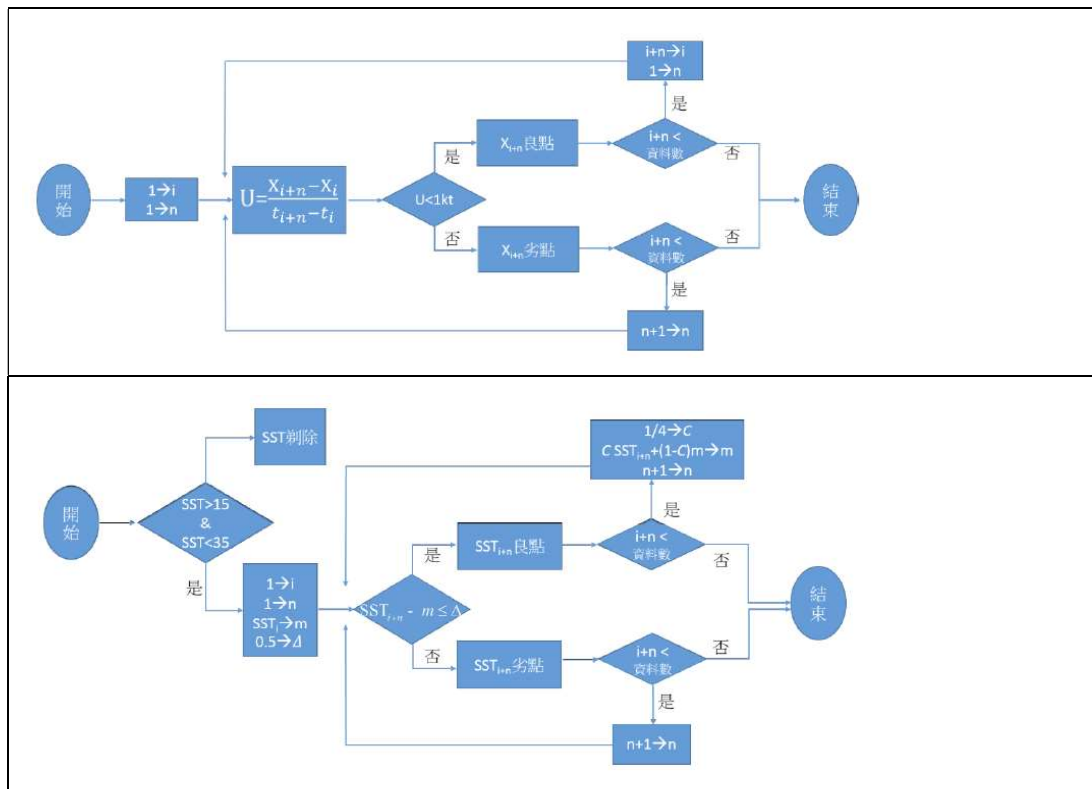


圖 10：資料品質篩選流程图(上)。海洋表面溫度篩選程序(下)。

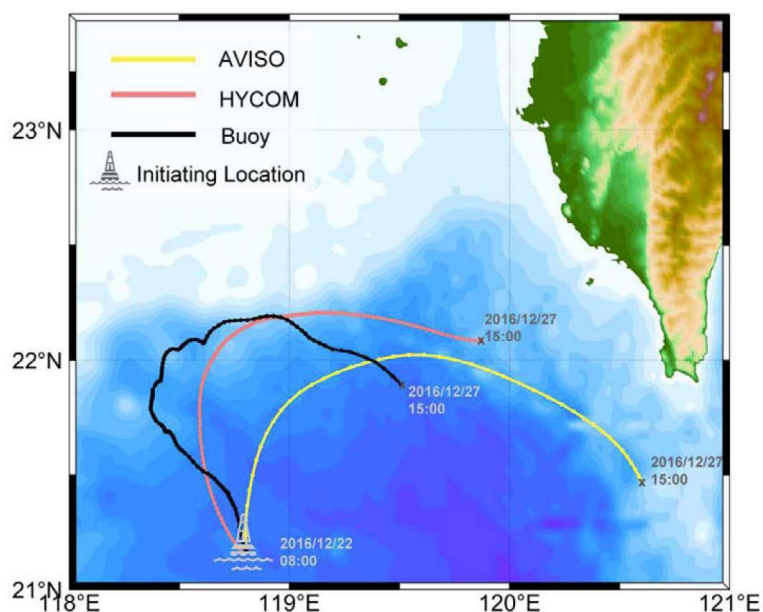


圖 11：2016.12.22 東沙海氣象浮標實際漂流軌跡(黑色線)與使用各式海流資料推估結果。衛星高度計反演海流(黃色線)，全球數值模式(粉紅色線)。

6. 海洋熱含量變異特性分析技術研究

從 2015 年 6 月 11 日至 6 月 19 日的浮標觀測資料中可看到中尺度渦漩對 UOHC 的影響，暖渦的經過造成上層 500 公尺海溫增加，UOHC 顯著地上升。因此，我們比較 2015 年至 2018 年之上層海洋熱含量與衛星高度異常值，可以看到兩者有一定程度的相關性存在。

海氣熱量通量的分析部分，對於熱通量正負值的定義是若能量由大氣輸入海洋則為正值；若由海洋提供給大氣則為負值。從 2015 年到 2018 年的完整時間序列資料中看到在颱風靠近之前，淨長波輻射量和可感熱通量每日的變化量是非常小的，總體熱量通量的改變主要是受到淨短波輻射量和潛熱通量的影響，其中，短波輻射量約占總體熱量通量的 7 成，大氣提供給海洋的能量占多數，而在颱風影響期間，淨長波輻射量會因為海氣溫差減弱、雲量增多使得其值較平常還要小；而淨短波輻射量則是因為雲層遮蔽進到海表的太陽光，使海面接收到的短波輻射量遠小於非颱風影響期間，而隨著風速的增加，潛熱通量與可感熱通量逐漸增大，因此在颱風影響期間，總體熱量通量的變化是以潛熱通量與可感熱通量為主，且能量傳輸方向是由海洋提供給大氣。

因臺灣周邊海域無長時間佈放之浮標，提供上層 500 公尺溫度資料以供上層海洋熱含量的計算，因此本計畫中要探討長時間的上

層海洋熱含量變化時，選用了 ARGO 浮標資料與 NOAA 世界海洋統計圖集資料庫之中長期歷史資料來進行分析。由於 Argo 屬於非定點觀測，但是是我們少數可取得之大範圍且有水下資訊之資料，因此為分析其在上層海洋熱含量方面之可信度，我們將其與長時間且定點的 TAO buoy 做比對。比較方式為選取 Argo 資料中與 TAO buoy 所在相同經緯度之網格，比較 Argo 和 Buoy 在同樣的時空下所得出的結果是否有較高的相關性，藉以推測 Argo 資料使用上之可信度。分析結果為 Buoy 和 Argo 的水溫資料在表層所觀測到的數值較為相似，但隨著深度加深，部分的網格位置出現了較大的差異性，這會造成在計算海洋上層熱含量時有更大的差異。是以若要在臺灣附近海域以 Argo 資料取代沒有放置 Buoy 的網格點來計算海洋上層熱含量，必須經過嚴謹的比對與分析，以確定其可信度。而分別將 Buoy 和 Argo 所計算出的 UOHC 會製成時間序列並加以比較，Buoy 和 Argo 所計算出的 UOHC 的相關係數大約為 0.5，對應上文中提到 Buoy 和 Argo 所量測到的海溫有差異，便可以應證 UOHC 的相關係數也相對不高。

本計畫中使用 ARGO 浮標資料繪製了臺灣周邊海域的年、季、月平均的 UOHC 分布圖。由分析資料中可以看到臺灣西部和北部海域並無資料分布，可能是因為水深較淺之處（如臺灣海峽區域），將不利於 Argo 的下潛，是以在部分區域並沒有資料可供分析。分析結果均顯示臺灣東南部海域的 UOHC 高於臺灣西南部海域，這是因為黑潮主流沿臺灣東南部海域流經臺灣東部，快速向北傳送較溫暖的海水，黑潮深度約 700 公尺，影響 UOHC 計算所選取的 500 公尺內的海溫，又黑潮有時會隨著季節變化或年際變動入侵南海，是以巴士海峽一帶的 UOHC 平均值是介於南海和黑潮所帶來的暖海水之間。此外，因臺灣周邊海域海溫和氣溫一樣受太陽移動造成之季節變化影響，故夏季的 UOHC 較冬季的大。而在 WOA 的資料部分有相同的趨勢。

本研究中定義 ENSO 事件，是參考海洋聖嬰指數(Oceanic Niño Index, ONI)，該指數計算方式為取赤道中太平洋海域(5°N-5°S,120°-170°W)之海表面海溫異常值，並取三個月的滑動平均而得。ONI 為正即為該月較平均暖，當指數大於 0.5 時，代表聖嬰事件發生，而當指數小於 0.5 時，代表反聖嬰事件發生。比較臺灣周邊海域之 UOHC 與 ONI 之關係，發現臺灣西南部海域之 UOHC 距平值與 ONI 之相關係數較東部海域來的高，但相關性不強，甚至缺乏相關，合理推測無法由 ENSO 事件來判定臺灣周邊海域之 UOHC 變化。

(三) 合作團隊養成

除科學基礎研究與應用上的價值，本計畫亦對培育氣象人才有重要貢獻。本計畫透過與美國 NOAA 所屬氣象先進技術研發單位合作，引進新技術，並由合作過程培訓自主遙測科技人才；與國內學研單位密切合作，包括國立中央大學、國立成功大學、國立臺灣大學等，進行雷達/衛星觀測應用與產品開發等相關新技術的發展，並由博、碩士生參與計畫，以共同培育國內氣象人才。本計畫透過細部計畫培養之跨領域團隊包括：

1. 國立中央大學水文與海洋科學研究組成之暴潮預報合作團隊。
2. 國立中央大學太空及遙測研究中心組成衛星遙測技術團隊。
3. 國立成功大學近海水文中心組成海象災防應用技術發展團隊。
4. 國立臺灣大學海洋研究所之異常海水溫災防應用技術發展團隊。
5. 國立中山大學海洋環境及工程學系組成之海氣象模擬系統預報合作團隊。
6. 國立臺灣海洋大學海洋環境資訊系組成海洋水色應用技術發展團隊。
7. 資拓宏宇國際股份有限公司之海象災防應用技術發展團隊。
8. 美國威廉與瑪麗學院維吉尼亞海洋科學研究所海岸資源管理中心合作成立發展資料同化耦合海流模式系統技術團隊。
9. 美國 NOAA 所屬海嘯研究中心組成海嘯預報跨國合作團隊。
10. 美國 NOAA 所屬氣象衛星合作研究所組成衛星遙測技術發展跨國合作團隊。

(四) 教材/手冊

將計畫所開發之作業系統及研究成果，彙集成教育訓練教材與手冊，以供知識分享與傳承。包括：

1. 「異常海水溫與海難漂流預報技術發展(4/4)」教育訓練教材。
2. 「109 年度海象災防環境資訊系統環境」教育訓練教材與操作手冊。
3. 海象災防應用技術發展(4/4)教育訓練教材。
4. 海象災防應用技術發展資訊應用講習教材。
5. 「近岸區域浪潮耦合暴潮子系統」西北太平洋 3 維海流模式子系統教育訓練教材。

6. 「近岸區域波潮耦合暴潮子系統」臺灣海域波浪子系統教育訓練教材。
7. 「近岸區域波潮耦合暴潮子系統」臺灣海域波潮耦合暴潮子系統教育訓練教材。
8. 「西北太平洋 3 維海流模式子系統新版系統操作手冊 (含程序(shell)說明)」。
9. 「臺灣海域波潮流耦合暴潮子系統新版系統操作手冊 (含程序(shell)說明)」。
10. 臺灣海域暴潮系集預報系統操作說明手冊。
11. 臺灣海域暴潮校驗系統操作說明手冊。
12. 臺灣海域風速校驗系統操作說明手冊。
13. 臺灣海域波浪校驗系統操作說明手冊。
14. 海洋水色反演與校正系統手冊(教材)。
15. 衛星產品整合顯示系統手冊(教材)。
16. 強化臺灣自動化即時預報系統手冊(教材)。
17. WISSDOM 系統作業化流程建置手冊(教材)。
18. 0-3 小時數值模式與雷達外延融合技術報告書。

二、技術創新(科技技術創新)

(一) 近岸區域海象預報整合子系統

1. 精進海流預報作業系統

3 維海流預報模式作業化系統已於本局高速計算電腦系統上線運行，作業化包含檔案傳輸與前、後處理等工具，每日可提供現報及預報產品。雖然目前此系統並未納入資料同化的功能，但是使用 HYCOM 與 RTOFS 預報產品做為每日計算作業的初始場與邊界條件，提供類資料同化方法進行預報，然而，發展本土作業預報系統之自有同化功能仍有其必要性，同時，為維持每日預報作業執行順暢，現有海流系統仍須持續維護、校驗並發展改進，以提供更為可靠之預報產品。除了發展資料同化系統，同時也隨著美國 VIMS 之 SCHISM 海流模式開發更新版本，優點為參數的輸入及輸出均為 netcdf 檔，節省 binary 轉檔的時間，結合每個參數為一個檔案，減少參數整合時間，且可使用排程管理系統的派送指令，提高計算效率，提升每日海流預報作業及提供下游產品執行效率。並開發 3 維波流耦合暴潮模式，現行 2 維波潮耦合暴潮模式上線預報作業化運行，使用歐洲 IFREMER 初始場與邊界場、中央氣象局 WRF 氣象場及潮

汐驅動計算現報 2 天及預報 2 天，每日提供三組波浪預報資訊。精進淡水河及基隆河感潮河段逐步完成近岸細網格系統，同時使用科技部海洋資料庫 200 公尺解析度之地形與水利署水文年報之長年流量分析，發展複合性暴潮預報技術，期待提升作業化模式預報能力。客製化海流資訊服務，包含官網鄉鎮預報海流資訊擴充港口、近岸堤岸 28 點位，新增澎湖海域表層與底層海溫、溫躍層、鹽度及流速資訊。

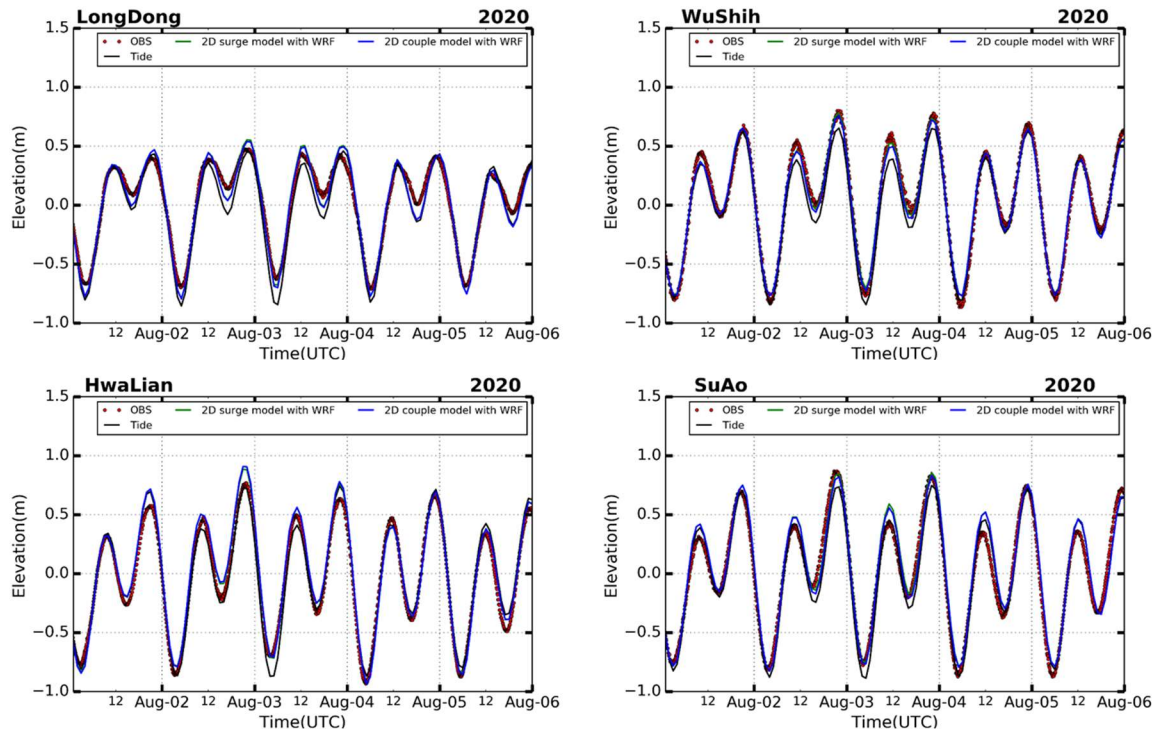


圖 12：020 年 8 月哈格比颱風期間之龍洞(LongDong 左上)、烏石(WuShih 右上)、花蓮(HwaLian 左下)、蘇澳(SuAo 右下)測站水位時序圖。

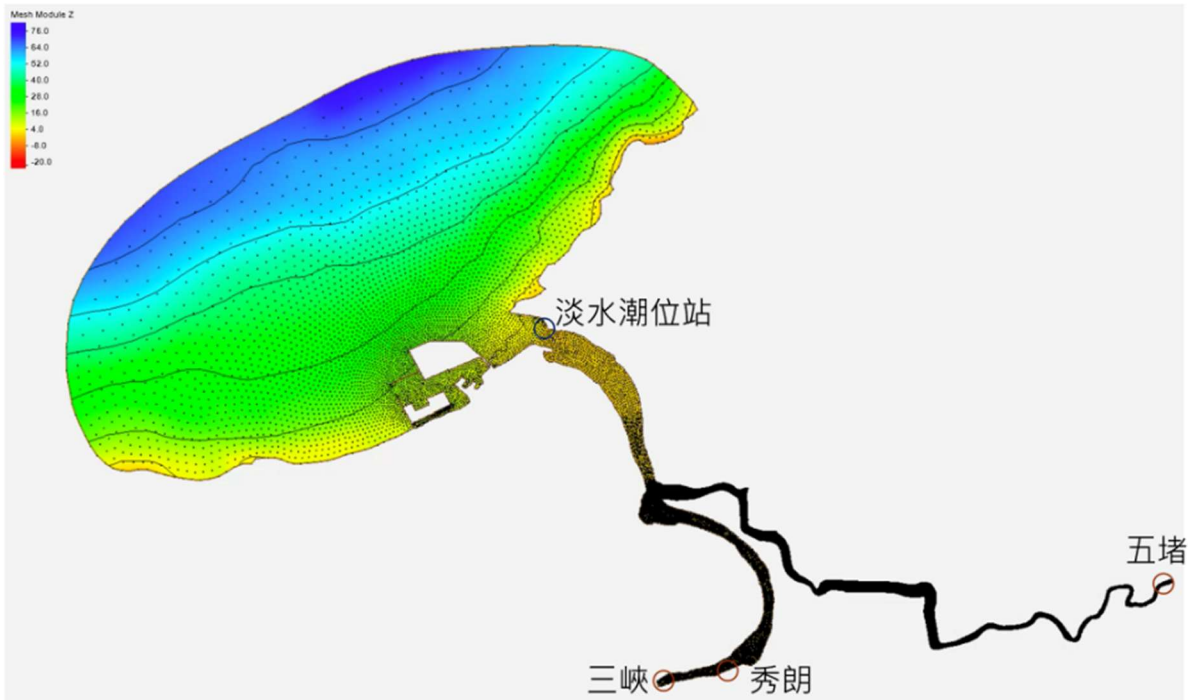


圖 13：淡水河及基隆和感潮河段細網格系統。

2. 颱風暴潮系集預報系統開發、作業化測試與案例分析

(1) 暴潮系集誤差機率分布路徑成員預報系統作業化上線測試

本年度於執行系統作業化測試期間，因本年度侵臺颱風案例強度有限，故作業化測試結果中大部分機率產品展示颱風引起之暴潮災害較不明顯。以黃蜂颱風為例，本次事件中，受限於颱風氣象場相對微弱，模式預報水位及相關產品展示資料主要由潮汐水位組成，主要的預報誤差來源為潮汐模式預報水位與觀測資料水位之間的誤差。

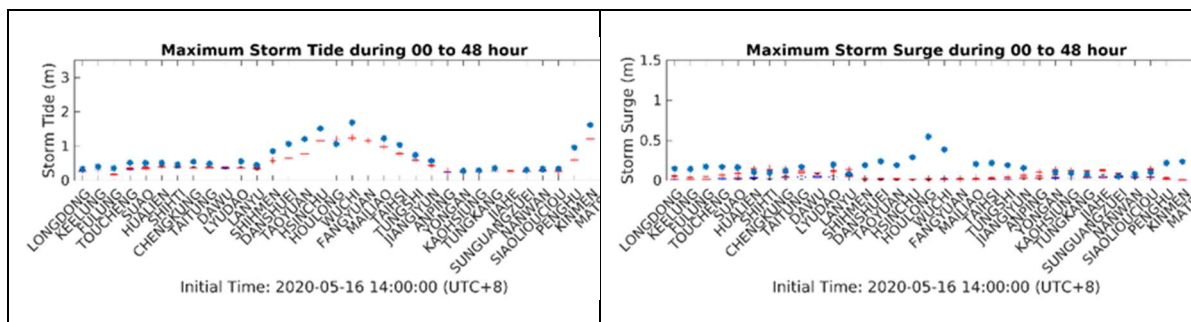


圖 14：預報時間 00-48 小時之總水位盒鬚圖及暴潮偏差水位盒鬚圖。

(2) 台灣之歷史案例誤差機率分布路徑系集分析

提出成員之最佳組成方式及數量，並以曾經登陸且造成災情之兩個歷史颱風進行案例分析。於暴潮系集預報模式案例分析、

比對與校驗中，本年度案例分析重點在於如何在系集成員分布法中選用合適的系集成員組合，首先透過將系集預報水位時序資料與中央氣象局所提供之潮位觀測值進行直接比對，以判斷何種系集路徑組成能較完整的涵蓋觀測值。從各個颱風案例的各個測站水位時序分布圖中，我們發現，隨著系集預報路徑誤差分布成員的密集程度增加，預報水位的最大/最小值包絡線涵蓋的範圍會有一定程度的擴展。在僅考慮垂直路徑誤差成員的情況下，預報水位的包絡線會通常會有水位峰值的高低變化；在僅考慮平行路徑誤差成員的情況下，預報水位的包絡線會通常會有高水位持續時間的長短變化，顯示這兩種路徑誤差的考量方式不可偏廢。通常在垂直路徑誤差及平行路徑誤差皆考慮超過 3 至 5 組，系集成員數達 25 組以上後，各系集成員於總水位預報的包絡線便大致相近，水位預報最大值的盒鬚圖分布也有類似情形。

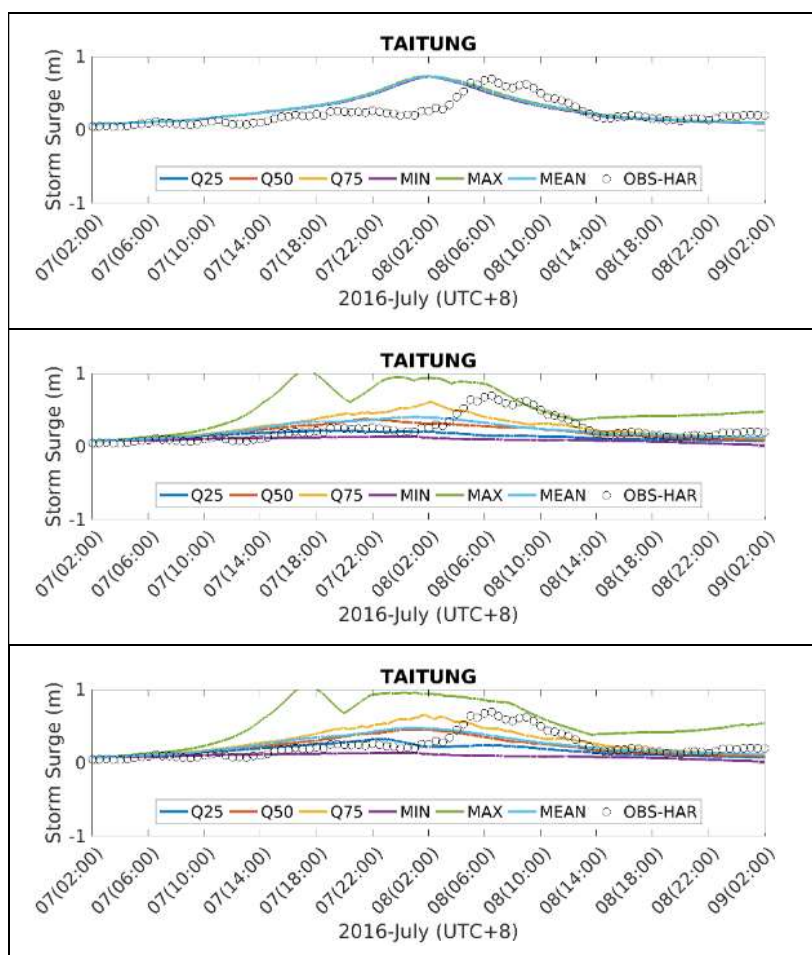


圖 15：臺東測站之系集預報暴潮偏差水位與觀測總水位扣除調和分析後殘差值時序資料比對結果。圖由上至下依序為考量 01 組、25 組、81 組之系集路徑成員組成。系集成員圖之不同色線表現對應之統計參數：藍、紅、黃、紫、綠、亮藍色分別代表下四分位、中位數、上四分位、

最小值、最大值、平均值；黑色圓圈表示觀測總水位扣除調和分析後殘差值。

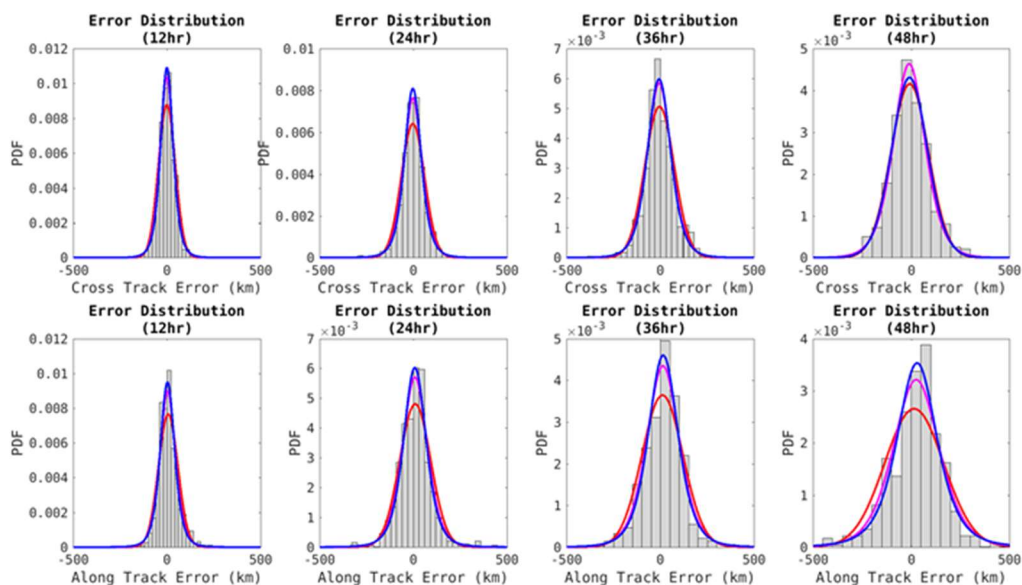


圖 16：2014 年至 2019 年颱風預報路徑誤差分布及各項機率密度函數擬合資料情形。

表 4：2014 年至 2019 年各項機率密度函數分布曲線所需之參數。

誤差 種類	預 報 小 時	Normal Distribution		Logistic Distribution		T Location-scale Distribution		
		μ	σ	μ	σ	μ	σ	ν
垂直 路徑 誤差 (CTE)	12	-0.267	45.474	-0.890	24.098	0.000	34.680	4.689
	24	-2.256	62.271	-2.501	32.754	-2.563	46.653	4.508
	36	-3.785	78.885	-5.647	42.770	-5.914	63.746	5.507
	48	-7.387	96.007	-10.09	53.898	-8.431	91.498	21.922
平行 路徑 誤差 (ATE)	12	6.937	52.212	4.007	27.879	3.030	39.799	4.517
	24	10.263	83.069	8.508	43.834	8.090	62.707	4.602
	36	12.076	109.535	14.788	57.531	15.780	82.175	4.593
	48	15.038	150.344	25.468	77.857	30.014	105.851	3.794

(3) 近 5 年暴潮系集誤差機率分布路徑成員產品產製系統建置

作業員可透過誤差機率分布路徑成員產製系統，在每年颱風季來臨前收集往年颱風最佳路徑及歷史預報產置新的預報誤差之機率分布曲線，以讓系集預報之氣象場掌握能力隨氣象預報能力更新。

(4) 暴潮展示系統 Vue.js 架構系統開發

Vue.js 為目前業界流行的 JavaScript 前端框架，透過該框架讓前端與後端串接的 API、程式撰寫風格、邏輯及架構更加統一，進而提升未來系統相關開發及維護工作的便利性。

(二) 臺灣海象災防環境資訊平臺

海象災防應用技術系統是建立災防應用技術，應用巨量數據的分析技術，及海洋科學的專業知能，針對資料開發油污漂流、海難漂流、船舶航行、颱風波浪、暴潮、海嘯、海岸潮線、異常海水溫、海溫熱含量及海平面變化趨勢等加值應用，製作海象預報產品，提供臺灣海域海洋環境預報或預警資訊。除提供臺灣海域監測預報平台應用、產製預警產品外，並開放海洋領域相關研究使用，包含提供政府開放資料、地理標記資料等共通應用程式介面服務，將資料提供下游服務平台，結合地理資訊系統進行資料展示並允許使用者可以遠端存取資料，建立系統資料供應機制，透過資料存取協定提供多種開放資料格式。

其中本年度針對海嘯即時分析作業技術進行了優化，內容包含完成降低水位擾動計算分析程序整合、強化自動修正水位功能及海嘯波演算法，並以水位觀測資料進行正反向驗證。透過演算流程和門檻值之調校及測試，進一步提升精確度，達到提升適用性之目的。綜觀 15 秒潮位資料進行自動化修正水位基準的干擾來源可分為「預測值誤差」和「觀測值的隨機突波」，前者主要起因於觀測值水位除天文潮外，尚含有其他(非)週期性之訊號；後者則來自量測儀器本身或量測環境造成之結果。前述影響水位基準修正之干擾可透過「計算水位無因次化方均根差(NRMSE)於一段時間的變化」、「潮位連續性及關聯性品管」和「水位基準修正回測」的方式進行，藉此達到提升「修正非自然水位

基準移動」準確性之目的。

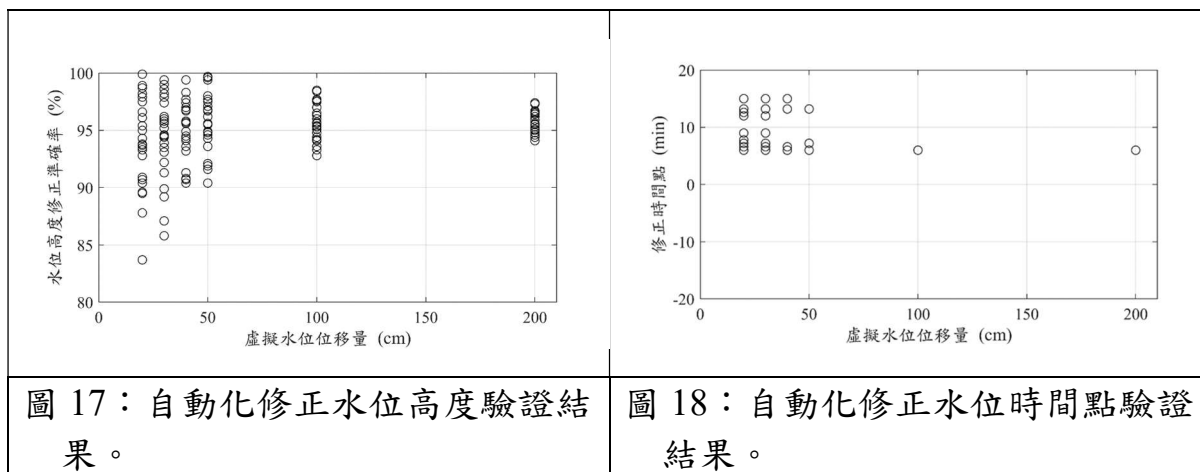
為確保海嘯模組的適用性，需了解本演算法對於海嘯訊號的判識能力，本年度完成「自動化建立天文潮預測值」和「海嘯水位分析」兩個部分，分述如下：

1. 自動化建立天文潮預測值功能

「自動化建立天文潮預測值功能」是將歷史水位資料進行調和分析後，建立天文潮預測值。然而，非自然的基準水位移動會對天文潮預測值之結果造成影響。因此，為減少基準水位移動造成的影響，故需先對歷史資料進行處理。為此，本模組開發「自動修正水位高程功能」進行處理。

為確認修正水位高程功能的適用性，故將目前歷史水位資料較完整的 12 個測站，於特定時間點後加上一虛擬水位位移，測試使用的虛擬水位位移包含 ± 20 、 ± 30 、 ± 40 、 ± 50 、 ± 100 和 ± 200 公分，共 12 種模擬程式實際運作時的運算流程，差異在於此處之水位資料為包含已知的虛擬水位位移。

研究結果(圖 17)顯示以 12 個水位測站資料搭配 12 種不同虛擬位移，共 144 個測試的結果，顯示水位高度修正正確率超過 90% 的共有 138 個(約為總數的 96%)，超過 85% 的更高達 143 個(約為總數的 99%)，正確率最低為 84%。另一方面，自動化程式在判識修正時間位置上的分析結果如圖 18 所示。分析結果顯示，修正時間點差異在 10 分鐘內的共計 132 個(約為總數的 92%)，最大的誤差為 15 分鐘。需要注意到，此結果不僅包含正向驗證(成功判識並修正)，亦同時顯示出程式無誤判之情形(反向驗證)。另一方面，以現有測站含有基準水位移動之測站進行正向驗證，顯示自動化運行之程式能適切的對水位進行修正，如圖 19 和圖 20 所示。



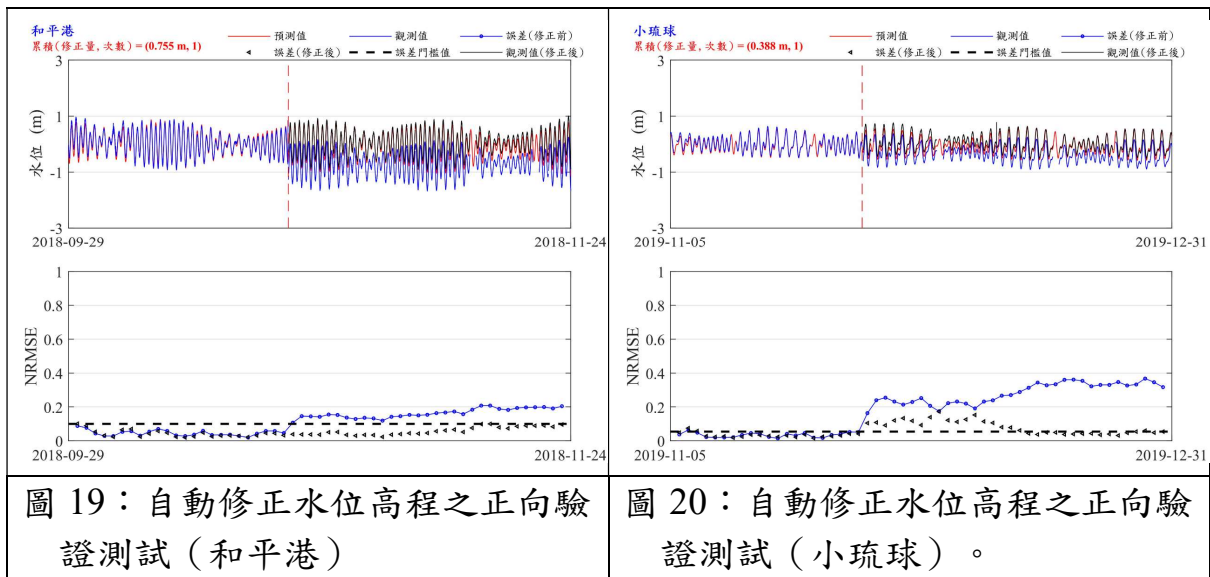


圖 19：自動修正水位高程之正向驗證測試（和平港）

圖 20：自動修正水位高程之正向驗證測試（小琉球）。

2. 海嘯水位分析功能

將 15 秒潮位站的合成水位資料進行分析後，建立水位差值，藉此分析海嘯水位訊號。為確認海嘯水位分析功能的適用性，故將目前歷史水位資料較完整的 12 個測站中無海嘯事件期間的水位資料作為輸入值進行運算，即反向驗證。為了降低無海嘯事件期間的水位差值變化造成的影響，以 108 年度計畫建立的演算架構為基礎進行調整。本年度試以 1 分鐘移動中值濾波（4 點取中值）取代原本的 1 分鐘移動平均濾波（4 點取平均值），並按海嘯資料呈現之需求分別進行 15 秒和 1 分鐘（每 4 筆資料取一次平均值）輸出資料的水位差值分析。

以海嘯水位分析功能分析 12 個測站於 108 年 1 月 1 日至 109 年 3 月 31 日的水位差值累積次數變化如表 5 和圖 21 所示。本年度提出之方式在輸出資料為 15 秒一筆的情況下可將水位差值超過 5 cm 的累積次數從 4.8% 降至 3.5%。另一方面，當輸出資料改為 1 分鐘一筆時，超過 5 cm 的累積數量則大幅減少超過 2%。以水位差值超過 20 cm 的次數來看，則可發現本年度所提之方式可小幅度的減少超過 20 cm 的次數，而以 1 分鐘輸出 1 筆的方式則可顯著降低其次數（差異超過 4 倍）。

另一方面，為了確認模組於海嘯發生期間的適用性，則需以真實海嘯事件發生期間之訊號進行測試，即正向驗證。然而，目前全球重大的歷史海嘯傳至臺灣潮位站的波高皆較小。因此，本案蒐集政府間海洋學委員會（Intergovernmental Oceanographic Commission, IOC）於全球重大海嘯事件發生時靠近海嘯源區的潮位觀測資料作

為正向驗證的海嘯波形來源。因 2010 智利海嘯事件 (Mw 8.8) 和 2011 日本 311 海嘯事件 (Mw 9.1) 所蒐集到的國外潮位站資料較為完整，共計 9 個測站。將測站的合成水位資料以帶通濾波的方式萃取出海嘯波訊號，可獲得 9 種不同的海嘯波形，如圖 22 和圖 23 所示。表 6 和表 7 整理了這 9 種海嘯水位訊號的海嘯最高和最低水位，整體來看，水位最大變化幅度的為 Hanasaki 測站 (約 4 m)，3 個測站的變化幅度落在 2 m 左右 (Arica、Omaezaki 和 Tosashimizu 測站)，落在 1 m 至 1.5 m 區間的有 2 個測站 (Caldera 和 Naha 測站)，不到 1 m 的測站則有 3 個 (Iquique、San Felix 和 Ishigakijima 測站)。

將萃取出來之海嘯水位訊號以線性疊加的方式與國內各測站的潮位站資料結合，建立含有海嘯訊號的虛擬合成水位，藉此進行正向驗證並可同時了解海嘯模組分析國內測站於較大海嘯訊號發生時之適用性。9 種海嘯情境分別與 12 個測站合成後的分析結果顯示其無因次方均根差在 2% 至 7% 之間，代表透過海嘯模組的即時海嘯水位分析能成功萃取出海嘯水位訊號。

109 年度已完成海嘯監測分析其降低水位擾動計算分析程序之整合，以及自動化修正水位高程功能和海嘯波演算法之調校。研究結果顯示透過導入潮位資料品管，以及回測和水位差值之無因次化誤差(NRMSE)變異量，修正水位高程功能已達良好的準確率。另一方面，透過移動中值濾波的方式降低了無海嘯其間的水位差值變動，並以 9 種歷史海嘯水位訊號進行驗證分析，研究結果顯示海嘯分析模組在計算水位差值之演算方式有良好的適用性，對於科技基礎有顯著的參考價值。

表 5：海嘯潮位站水位差值累計次數分析。

方法 (輸出資料)	水位差值超過 X (cm) 的累積次數			
	X = 5	X = 10	X = 15	X = 20
108 年度 (15 s)	1,487,210	154,037	34,370	9,280
109 年度 (15 s)	1,073,525	124,644	28,444	8,521
108 年度 (1 min)	353,558	36,187	7,923	2,071
109 年度 (1 min)	255,738	28,360	6,341	1,824

表 6：2010 智利海嘯事件之海嘯波水位訊號。

	Arica 測站	Caldera 測站	Iquique 測站	San Felix 測站
海嘯情境編號	1	2	3	4
海嘯最高水位(m)	1.07	0.70	0.42	0.37
海嘯最低水位(m)	-0.95	-0.57	-0.40	-0.25

表 7：2011 日本 311 海嘯事件之海嘯波水位訊號。

	Hanasaki 測站	Ishigakijima 測站	Naha 測站	Omaezaki 測站	Tosashimizu 測站
海嘯情境 編號	5	6	7	8	9
海嘯最高 水位(m)	2.51	0.22	0.60	1.19	1.01
海嘯最低 水位(m)	-1.84	-0.31	-0.53	-1.05	-1.01

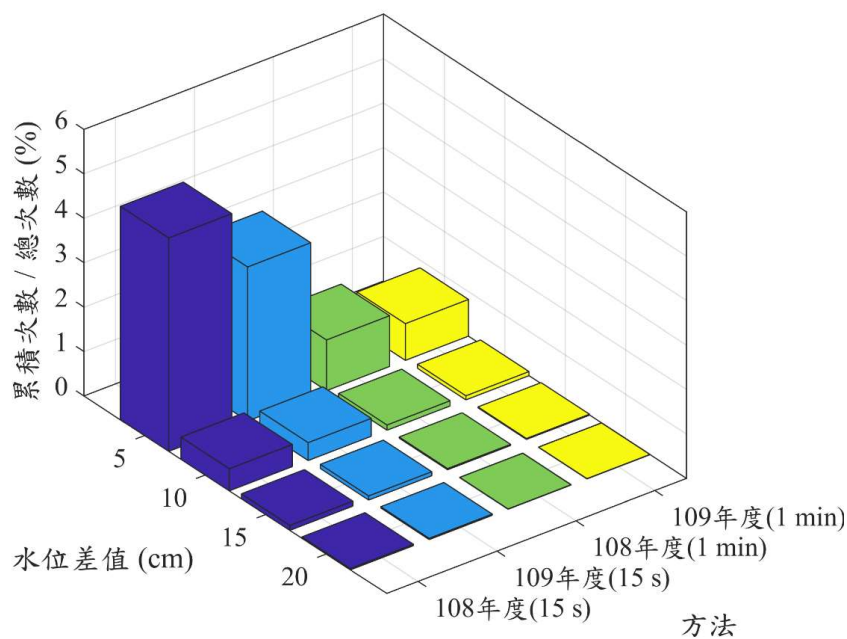
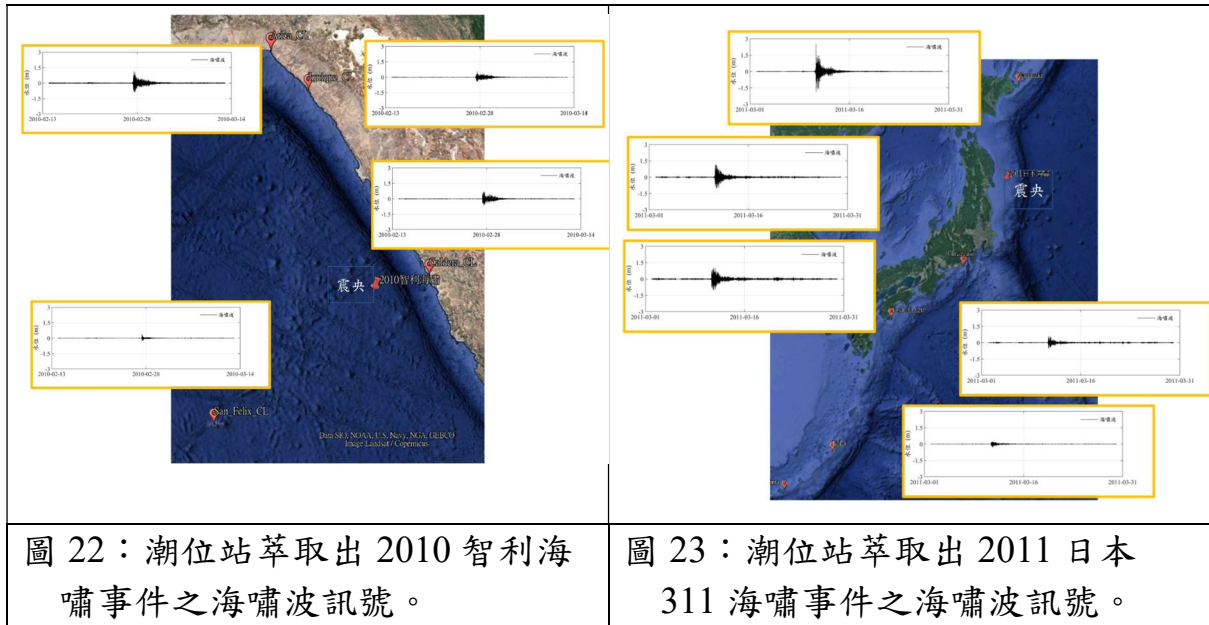


圖 21：不同海嘯水位分析方法在無海嘯發生期間的水位差值累積數量變化。



(三) 海洋熱含量觀測系統

1. 海洋熱含量觀測系統整合測試

在執行計畫期間，完成了雙衛星遙控功能、無線電遙控功能、省電型波浪儀之開發與測試、即時影像傳輸功能開發與溫濕度計開發。

在衛星遙控功能的部分，系統包含重新啟動、調整資料回傳頻率、控制無線電功能開啟或關閉 3 種功能。而無線電遙控功能的部分，包含重新啟動、調整資料回傳頻率、下載資料。而同時開發這兩種遙控功能主要是因為要搭配不同的使用時機，當浮標佈放或回收時，船隻在會在其周邊，可透過無須付費的無線電遙控功能，進行系統的開啟與關閉，讓浮標開始或結束收集資料。或者是當有安排航次進行浮標維護時，可透過無線電功能進行資料的下載，可先將相對寶貴的資料下載下來，避免浮標在海上期間發生其他突發狀況，以致資料無法下載。而衛星遙控功能則是在船隻不在浮標附近時使用，其不受天候、距離影響，例如颱風靠近浮標前後需調整觀測頻率，或是當系統臨時出現異常，船期無法配合，可先進行重啟，確認系統狀況，在以上情況發生時皆可使用衛星遙控功能。

省電型波浪儀(圖 24)之開發分為兩個部分，一個是將美國 SeaView 公司所開發之波浪觀測晶片，將其整合到與浮標中控系統相容之電路。此省電式波浪儀體積小，能有效降低風阻，減少斷纜之風險。此波浪儀使用之觀測晶片名為 SVS-603 Wave Sensor，該晶片相當精巧面積只有約 25 平方公分大，可透過 RS-232 或 USB 接頭

輸出波浪相關資訊，亦可安裝 micro-SD card 記錄觀測到之資料。該晶片的觀測原理是運用六軸加速度感應元件為主體，可感應上下、左右、前後的加速度，在透過內嵌於晶片上之計算法，轉出符合美國大氣海洋局運算標準的波浪資訊，包含主波周期、主波波向、示性波高、最大波高等。而第二種是使用恩智浦半導體(NXP Semiconductors)公司所生產的六軸加速度感應元件作為主體，使用自行開發之資料運算法，使之與外購晶片有相同功能。

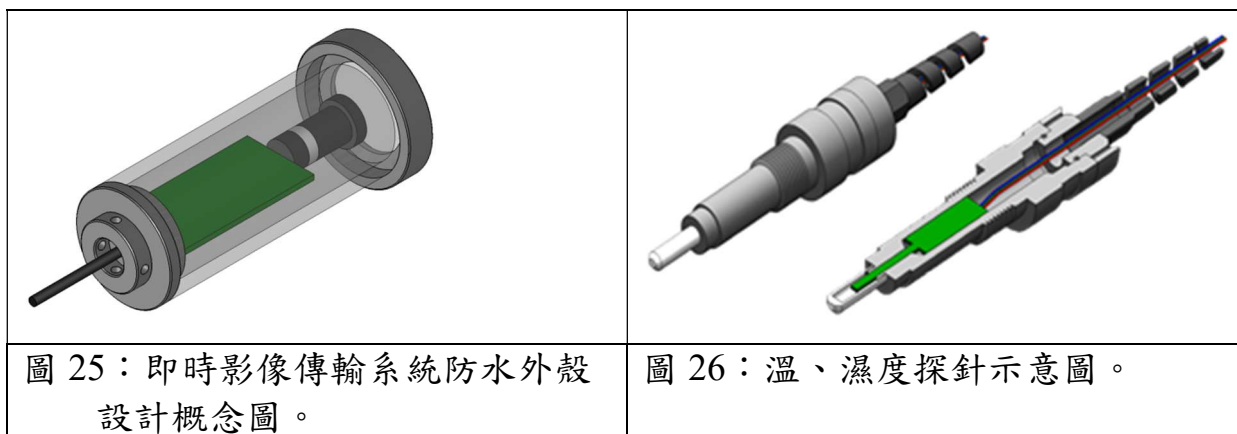
在即時傳輸影像系統的部分，已完成了系統概念建置、傳輸量與耗電量評估、陸上測試。此系統的資料傳輸是使用 skywave 的衛星模組，透過 INMARSAT 衛星來傳輸資料，首先將圖片用 Base64 的方式編碼，INMARSAT 在傳輸時會將編碼再次轉換成 Hex 格式傳輸，接收資料後需再將 Hex 轉換成 ASCII 格式，然後再將轉為 ASCII 的編碼轉回圖片，即完成。而此系統的運作機制為，利用本計畫開發之電路板，用遠端遙控方式控制，當資料出現異常，或有劇烈天氣發生時，使其回傳當時最近一張照片，讓我們以肉眼方式，判讀資料之正確性。此系統之防水外殼的設計概念圖請見圖 25，圖的右方為石英玻璃，石英玻璃具有優異的光學性能，不僅可見光透光度特別好，而且透紫外線，紅外線；同時還具有耐宇宙放射線，和不透原子核裂變產物的性質。除此之外石英玻璃亦是良好的耐酸材料且耐高溫，耐熱震，熱膨脹係數非常小。其堅硬不易霧化之特性，能使系統在海上拍照時，有良好的照片品質，而系統內部則是用架子固定控制之電路板與鏡頭，使其不易晃動，而外殼部分可使用不鏽鋼或是鋁，使其有較好的散熱效果，不過在其上方需加遮陽罩，避免過度加熱。而電路板與外部供電銜接的部分，則是使用水下接頭，達良好的水密效果。

直接採購之溫、濕度探針在海上觀測遇到惡劣的海況時，探針外殼因無防水設計，容易使電路板進水受潮，以致資料品質不佳，為改善此狀況，臺大海研所開發一組自製溫濕度計(圖 26)，運用外購之晶片搭配自主設計之防水外殼，改善資料品質。該外殼材質選用聚氯乙烯 (Polyvinyl Chloride，縮寫：PVC)，將晶片放入後，使用 3M 的 AB 膠將其固定，再搭配向 VAISALA 公司購買之鐵氟龍濾蓋。使用 PVC 外殼，是因其足夠堅硬且具有防水性。而灌膠是為了使內部填滿，讓晶片不會受到搖晃而導致線路鬆脫，並同時有防水之效果，選用此種膠是因為其彈性較佳，凝固之後不會破壞電路系統。而此款濾蓋使用於 VAISALA 公司銷售之溫濕度計上，品質有一定的保證，其耐酸鹼，不易被腐蝕；耐日照且在大氣中有較低的滲

透性，可使氣體通過但水分子無法進入長期暴露於大氣中，表面及性能保持不變。



圖 24：省電型波浪儀之外觀。



2. 海洋觀測系統實地作業

在執行計畫的 4 年期間，每年都會將海洋熱含量相關觀測系統開發之新功能整合於臺大浮標系統上進行實海域測試。臺大浮標系統運用先前所開發的海、氣象資料之密集同步觀測技術之中控系統，搭配適合且現有的觀測儀器，可近乎即時將氣象及水下 500 公尺的溫、鹽、海流、螢光、溶氧資料透過衛星回傳至地面作業單位，中控系統的電路部分具有精小、省電、穩定等優點。在圖 27 中展示了浮標示意圖，可從圖中知道浮標的外觀與各探針相對位置。

此浮標是採用玻璃纖維材質的浮體，浮體之上，安裝氣象儀器與中控系統，氣象儀器與中控系統係直接由電線連結，而浮體之下則是連接絕緣鋼纜，此鋼纜是感應式傳導數據機(Inductive Modem, IM)的傳輸導體，將其與中控系統間利用感應傳導耦合器(Inductive Cable Couple)連接或是直接連接水下鋼纜，再於鋼纜上安裝具有感應式傳導功能之水下儀器，藉由電磁感應的方式將資料傳送至海面。且因為整條鋼纜皆為導體，故可在任意選定的深度安裝儀器，使得

實驗設計較為彈性。而儀器安裝部分為避免惡劣海況與漁線破壞，我們自行開發了 stopper 與刀片之設計，可有效避免儀器滑動與漁線破壞。而中控系統主要可以分成 2 大部分：氣象資料收集單元 (Meteorological data Acquisition Unit, MAU) 以及控制與通訊單元 (Control and Communication Unit, CCU)。其運作過程為，當 CCU 命令 MAU 開始依指定頻率採樣後，MAU 會持續收集氣象資料，而水下儀器則是由 CCU 控制啟動時間與採樣頻率，接著 CCU 會定時向水下探針和 MAU 發送命令，使其回傳最新一筆的海、氣象資料，收到的資料會存在 CCU 的快閃記憶體中並且同時藉由銜衛星通訊數據機，將資料以電子郵件的方式傳送到作業單位，除此之外，海象部分的探針均有自計的功能，而氣象探針的部分，則是在 MAU 部分有快閃記憶體，可儲存氣象資料。

因在海上作業各種情況難以預測，在此計畫中亦建立浮標資料接收系統與即時資料展示網頁，此網頁可彙整收集到隻資料並將其展示在網頁中，藉此一方面可快速進行初步資料處理與分析，另一方面也可監測儀器運作狀況，若有重大狀況發生，也可快速進行搶救。因在海上作業時狀況多變，為使大家都能在安全且不因暈船造成思緒混亂的狀態下工作，亦建立海上浮標維修作業程序 SOP，期望按此 SOP 運作，就能讓系統在維修過後順利運作。

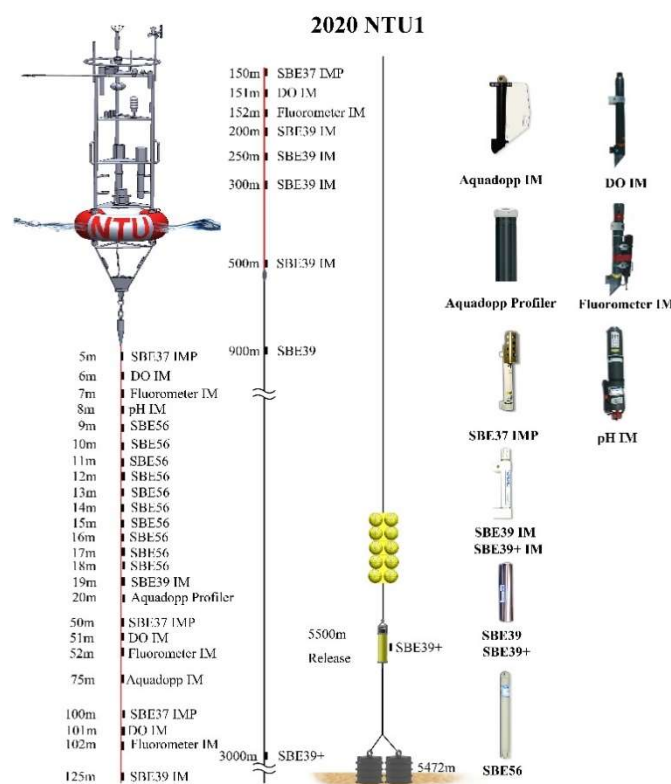


圖 27：海氣象即時傳輸浮標示意圖。

(四) 衛星海洋葉綠素

氣象局自 108 年與海洋大學共同發展高時空解析度之衛星海洋葉綠素估計產品，回顧文獻關於海洋水色演算法有很多種方式估算，其中以地球同步水色衛星 GOCI (Geostationary Ocean Color) 探討，發現在白天的遙測反射率的不確定性，並以波段比值與 CI (Color Index) 演算法探討對生地化參數的影響。其他學者以 SeaWiFS 及 MODIS 的紅藍綠三個波段的反射率所建立的水色指標 (Color Index, CI) 的葉綠素反演法，對低葉綠素海域受葉綠素的後向散射特性及非浮游植物的吸收特性干擾的影響比波段比值方式更好。NASA 發展的海洋水色產品，主要以可見光及近紅外光波段觀測海洋水色、浮游植物及生地化等海洋參數，廣為學術界所引用參考。NASA 科學家利用波段比值的演算法，以 MODIS Aqua 觀測的藍光(488nm)及綠光(547nm)波段遙測反射率 (Remote sensing reflectance, Rrs) 比值，以頻道比值法推算海水中的葉綠素濃度如以下兩式獲得。

$$R = \log_{10}\left(\frac{Rrs(\lambda_{blue})}{Rrs(\lambda_{green})}\right) \quad (1)$$

$$\log_{10}(Chla) = 0.25 - 2.4752 * R + 1.4061 * R^2 - 2.8233 * R^3 + 0.5405 * R^4 \quad (2)$$

另外在海洋水色網站 (oceancolor.gsfc.nasa.gov) 提供海洋水色指標法 (Color Index, CI) 的三波段反射率差值求得：

$$CI = Rrs(\lambda_2) - [Rrs(\lambda_1) + (\lambda_2 - \lambda_1) / (\lambda_3 - \lambda_2 * (Rrs(\lambda_3) - Rrs(\lambda_1)))] \quad (3)$$

其中 λ_1 , λ_2 , 及 λ_3 分別為 MODIS 觀測儀器的 443, 555, 與 670nm 波段。

氣象局以美國太空總署的 MODIS 資料反演海洋水色前述兩種方法，建立向日葵 8 號的海洋水色演算法。前處理階段選取從 2020 年 1 月到 9 月選取共 18 次臺灣附近晴空海域較多的觀測資料，進行 MODIS 與向日葵資料的時間與空間匹配，每幅隨機選取臺灣附近晴空海域 1000 個點的時空配對資料集。運用統計法求得海洋水色演算法的相關係數。首先讀取向日葵 8 號衛星的 B1-4、B7 及 B13 波段的反射率、向日葵衛星資料觀測點的經緯度及 MERRA 2 大氣參數資料 (MERRA-2 是 NASA 結合衛星數據同化的大氣再分析模式，用於進行歷史氣候分析。資料下載官網網址：<https://disc.gsfc.nasa.gov/>)，透過濾雲法辨識雲及晴空區，於晴空海域的反射率值濾除太陽反輝區，並將具有向日葵 8 各波段反應函數的反射率進行瑞利散射校正。

分別運用 MODIS 水色(Chla)與向日葵 8 號反射率之時空配對資料集，求得向日葵 8 號的水色估計法的相關係數，包含三波段反射率差值(CI)演算法與兩波段比值(Band Ratio)演算法，演算法建立後，將向日葵 8 號觀測資料研發海洋水色估算法，進行晴空海域辨識，依觀測時間與位置及感測器的波段進行太陽反輝校正，以及計算可見光頻道的瑞利散射值與修正，經修正後的反射率估算更接近來自海面的水色資訊。離水面的反射率資料帶入前處理階段的統計迴歸式，求得向日葵 8 號衛星資料的海洋水色演算法。兩種水色演算法的作業處理流程如圖 28。

圖 29 為 2020 年 7 月 23 日從 02:00Z~07:00TUC 的本局向日葵 8 衛星資料，估算的向日葵 8 海洋水色資料。圖 30 為同一時段的日本 JAXA 的向日葵 8 號繪製成臺灣附近海域的海洋水色圖。顯示本局向日葵 8 海洋水色分布與日本 JAXA 的水色資料分布一致，但 JAXA 的水色資料多一些，且在近陸地海域的葉綠素濃度值略高於本研究的向日葵 8 海洋水色的葉綠素濃度值。其原因可能是由於日本 JAXA 的水色資料是時間解析度有 1 小時、1 天及 1 個月，而空間解析度為 5 公里。圖 30 為每小時組合成空間解析度為 5 公里的产品。圖 29 為本局向日葵 8 海洋水色資料為每 10 分鐘觀測一次的資料，保留原始資料的空間解析度(1km)。

運用本局海洋水色初級產品比對 MODIS 海洋水色與日本 JAXA 的海洋水色資料(圖省略)，結果顯示目前向日葵 8 號資料的海洋水色分布有一致性，本研究成果在定性分析已具有可用性參考，未來將在定量上精進。目前只針對向日葵 8 號可見光各波段進行具反應函數影響的瑞利散射反射率移除的大氣校正，若能考量其他大氣校正例如海水的白浪花、氣膠散射等，應可提升海洋水色資料更接近於 MODIS 和 JAXA 的海洋水色資料。也可以參考 NASA 的海洋水色資料或日本 JAXA 的方式以每小時或一天的組合，以較低空間解析度減少受雲的影響以增加水色資料。

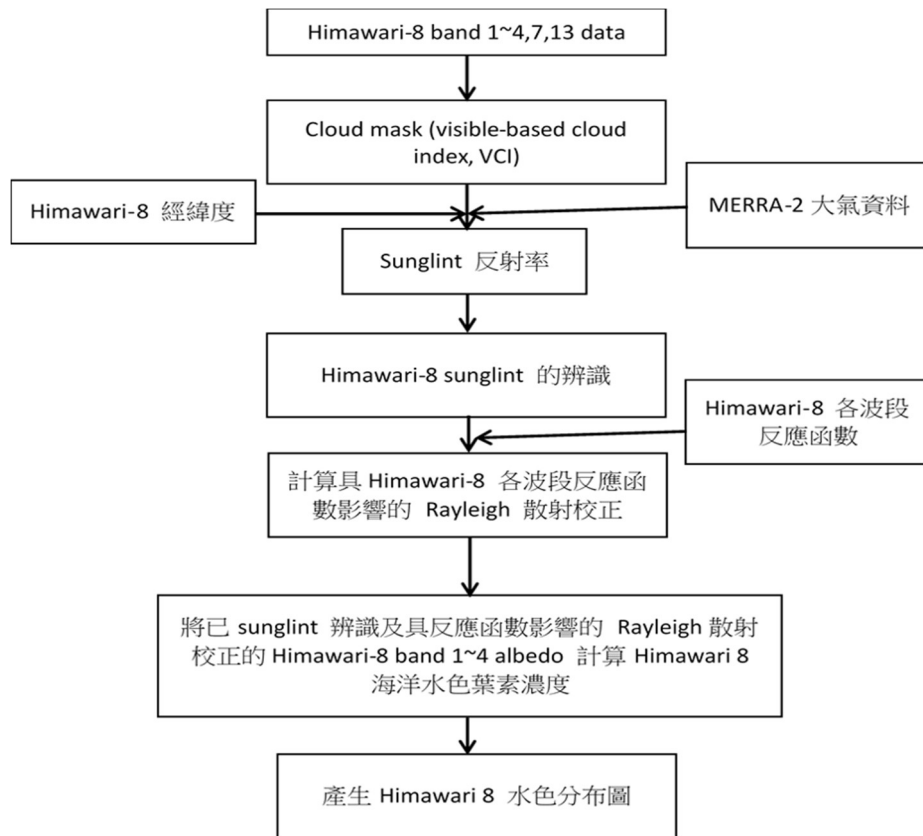


圖 28：海洋水色演算法之步驟流程。

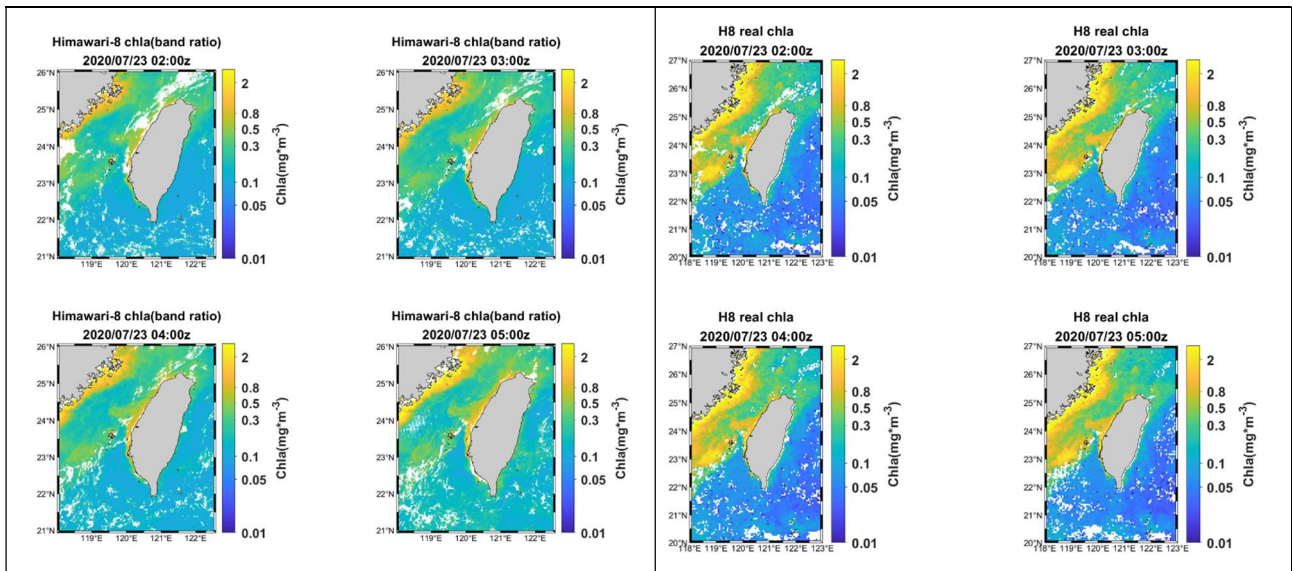


圖 29：2020 年 7 月 23 日 02 至 05UTC 本局向日葵 8 號之海洋水色分布。

圖 30：與圖 29 時間同，惟是日本 JAXA 向日葵 8 號海洋水色分布。

(五) 發展高時空解析度之衛星定量降水估計

氣象局自 108 年起開始與美國氣象衛星合作研究所(Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies, CIMSS)，開發高時空解析度

之衛星定量降水估計產品，利用日本地球同步衛星向日葵八號(HIMAWARI-8)之多頻道及高解析度資料，與 CLAVRx (The Clouds from AVHRR Extended processing System)反演之雲水含量、雲相態及雲頂高度等參數，將可建立與雷達降雨率之可能的相關性，藉由 Wentz and Spencer (1998) 及 Roebeling and Hollemann (2009) 發展的 Precipitation Properties 法 (後簡稱 PP 法)，針對臺灣地區進行參數的調校與訓練，而訓練資料參考本局雷達反演之瞬時降雨率(mm/h)，為找最大化準確率，109 年特在演算法中加入「隨機欠取樣」(Random UnderSampling Boosting, 後簡稱 RUSboost)，藉由隨機減掉多數的樣本，使少數與多數的樣本數目相當的方式，提高分類模型的效能，並得到更好的降雨估計值。

圖 31 是 2019 年 5 月 18 日之降雨個案，其中(a)的黃色部分為雷達反演降雨率 $>0.25\text{mm/hr}$ 的區域，(b)的黃色部分為 PP 法判別之降水格點，顯示加入 RUSboost 的 PP 法反演之降雨格點與雷達資料相近，而從其準確率隨著時間的變化(圖 32)看來，夜晚少了可見光提供之雲微物理特性資訊，有雨格點判別的準確率降至 0.8 以下，不如白天(0.9-0.95)表現理想。在量值方面，強降雨個案仍有極值低估的情形。

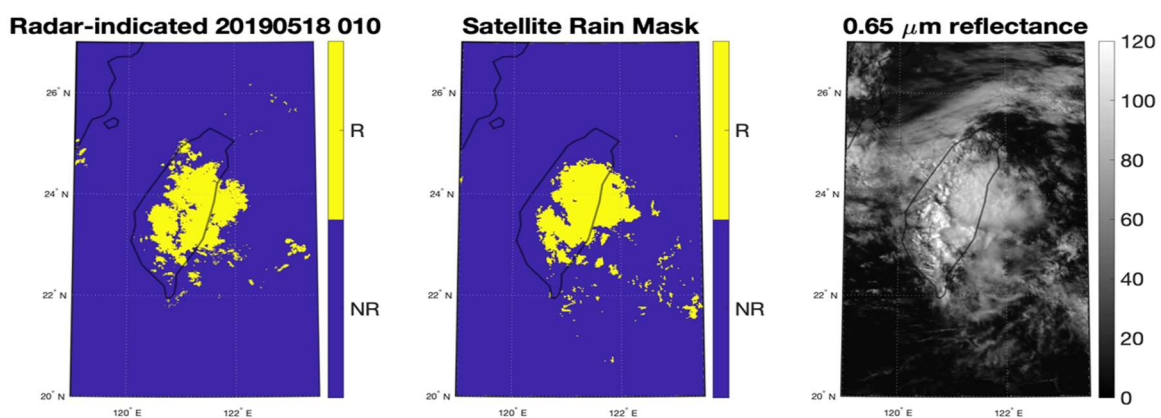


圖 31：2019 年 5 月 18 日，降雨率 $>0.25\text{mm/hr}$ 之空間分布圖。(a)雷達;(b)PP 法;(c)可見光雲圖。

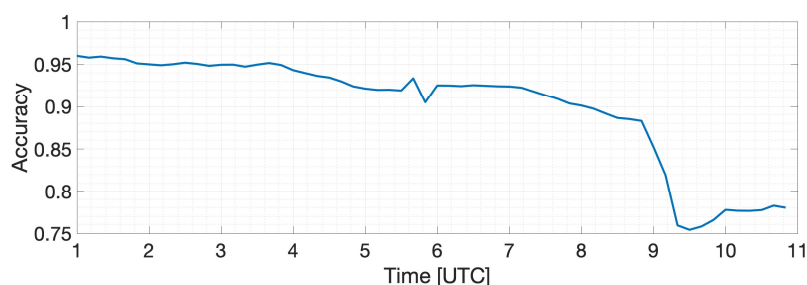


圖 32：降雨格點判別準確率的逐時變化。

為改善夜間因無可見光資訊而影響降雨估計的準確性，故嘗試利用機器學習方法，導入卷積神經網路(Convolutional Neural Network, CNN)至衛星降雨估計技術上。利用與 CIMSS 發展之 PP 法類似的資料集，再調整並新增頻道差值及 CLAVR-x 之雲底高、雲頂氣壓等資料，測試 PERSIANN-CWB (Sadeghi et al., 2019)及 U-Net-CWB (Ronneberger et al., 2015)兩種方法，並與雷達反演降雨率進行降雨估計訓練，圖 33 是 2019 年 8 月 11 日的雷達日累積雨量降雨估計，可以觀察到，當日在臺灣北部的雪山山脈及中央山脈南部有大規模的降雨現象(圖 33a)，模型的衛星降雨推估(圖 33 之 b 至 d)明顯在降雨量及分布上，比現有的衛星降雨產品(圖 33 之 e 至 g)有較佳的表現。

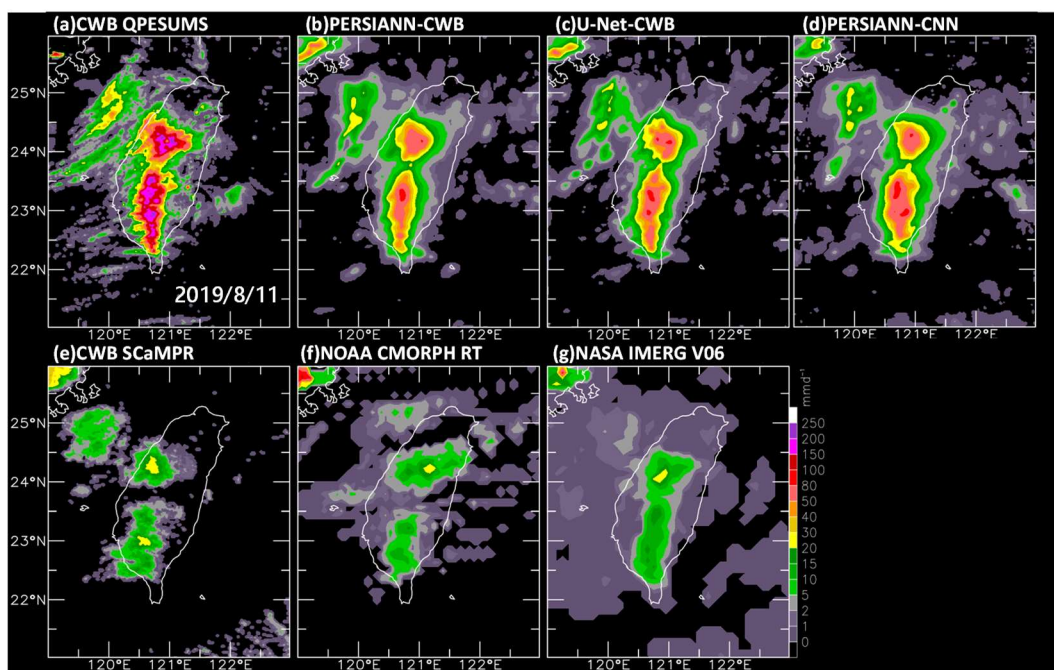


圖 33：2019 年 8 月 11 日，日累積雨量：(a)CWB QPESUMS，(b) PERSIANN-CWB，(c) U-Net-CWB，(d) PERSIANN-CNN，(e) CWB ScAMPR，(f) NOAA CMORPH RT，(g) NASA IMERG V06。

(六) 發展模糊邏輯演算法進行非天氣回波辨別及濾除技術

在雷達觀測資料與應用中，資料品質控制一直是改善雷達定量降雨估計最重要的一環。雷達資料中觀測到的非氣象降水回波，可導致降水估計場的大量偏差，進而嚴重影響下游相關氣象與水文之研究與應用，因而發展能偵測並濾除非氣象降水回波之方法，對提升雷達資料之正確性，及運用至雷達定量降雨估計及預報或水文防災相關產品之準確度，能有相當程度之改善。109 年主要針對五分山(RCWF)雷達干擾回波與花蓮(RCHL)雷達因雷達老舊以致故障所造成的環狀雜波

雷達，發展一可自動化進行雷達資料品質控制之模糊邏輯分類演算法。模糊邏輯分類演算法必須由特徵參數建立其頻率分布函數以及條件機率函數，以架構其隸屬函數，進而由權重函數進行分配來取得為非降水回波之機率值，進而進行資料品質控制。

特徵參數之選取，除觀測參數回波值(Reflectivity)外，其餘之特徵參數皆為回波值衍生之計算結果。特徵參數主要分為兩類，一類為徑向或方位角方向資料之全域判斷，為計算資料之整體特性以得特徵值，包含徑向資料比例(CRRad)、方位角資料比例(CRAzi)以及徑向資料與干擾回波理論公式擬合所得殘差之均方根(ISR)。另一類特徵參數則為判斷各資料點之局部區域特性，主要為計算其與鄰近資料點之差異性，包含徑向(方位角方向)上鄰近格點內資料之標準差(StdRd)、方位角上鄰近格點內資料之標準差(StdAz)、徑向(方位角方向)上鄰近格點內資料之梯度(RadGr)、方位角方向上鄰近格點內資料之梯度(AziGr)、各資料格點與相鄰資料格點之差異總合(RT)以及各資料點與相鄰徑向資料格點之差異比例(PAC)，相關方法根據 Berenguer et al. (2006)理論發展。

由合併有干擾回波與非干擾回波之 RCWF 雷達個案(2017年7月26日 0820 UTC)進行測試(圖 34a)，經由模糊邏輯定義干擾回波結果(圖 34b)顯示，由於前述三者特徵參數所占權重合計已達 55%，個案中被判斷為干擾回波之回波經模糊邏輯進行移除，且同時保留主要非干擾回波區域(圖 34a 與圖 34c)。另由合併有環狀雜波與天氣回波之 RCHL 雷達觀測個案(2018年4月22日 1314 UTC)資料(圖 35a)進行測試，可見環狀回波於模糊邏輯方法可被定義(圖 35b)且有效移除，並同時保留天氣回波(圖 35c)。為測試此方法是否適用至其他雷達，另由墾丁(RCKT)雷達觀測之合併有干擾回波與天氣回波之個案(2018年6月17日 0336 UTC，圖 36a)與七股(RCCG)雷達亦因老舊而故障所導致之合併有環狀雜波與天氣回波之個案(2018年6月13日 0723 UTC，圖 37a)資料進行此技術之品質控制，結果顯示，雖仍有部分干擾回波及環狀回波殘留(圖 36c 與圖 37c)，但仍具有相當程度之品質控制能力。

所發展之模糊邏輯演算法，由各雷達觀測資料測試，能有效偵測並移除大部分干擾回波/環狀雜波並保留天氣回波，此技術將持續發展，以進一步運用至分辨雷達觀測資料中之地形地物雜波與海面回波之雷達資料品質控制。

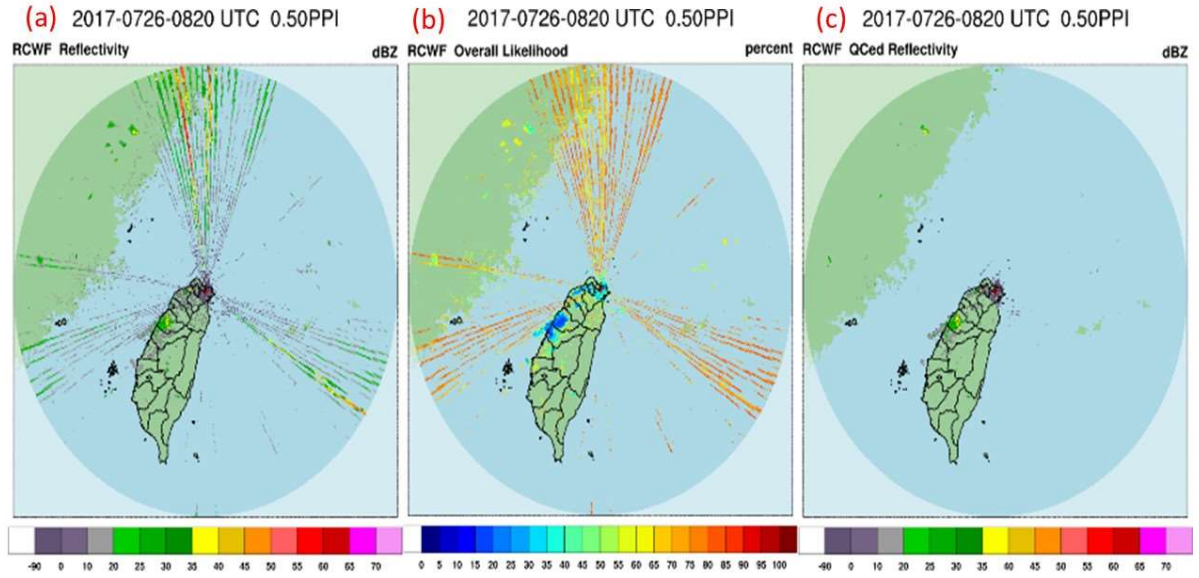


圖 34：RCWF 雷達觀測之合併有干擾回波與非干擾回波之 2017 年 7 月 26 日 0820UTC 個案。(a)為 QC 前之回波場；(b)為經模糊邏輯演算法所得之隸屬干擾回波機率總和；(c)經模糊邏輯演算法 QC 所得之回波場。

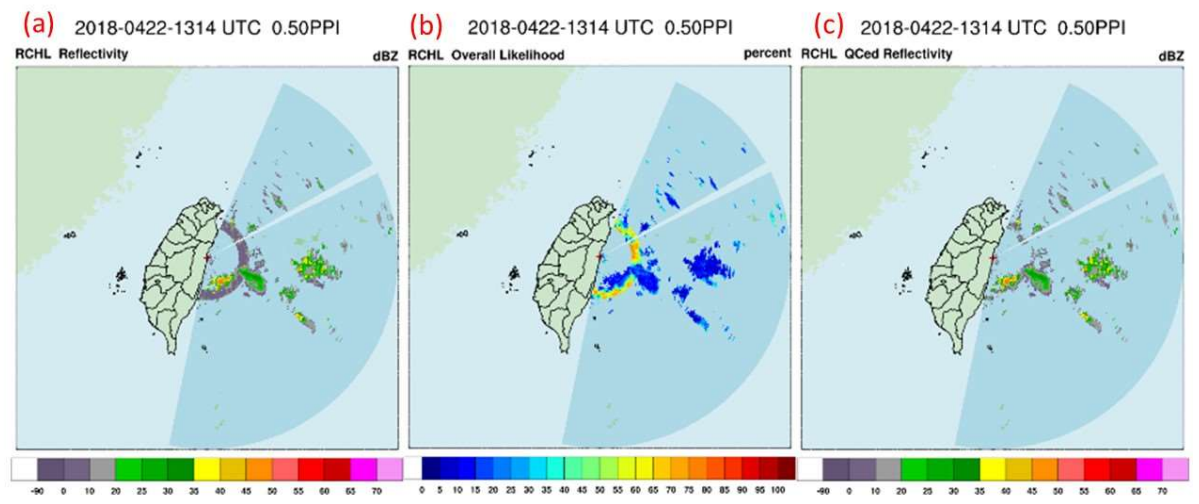


圖 35：同圖 34，但為 RCHL 雷達觀測之合併有環狀雜波與天氣回波之 2018 年 4 月 22 日 1314 UTC 個案。

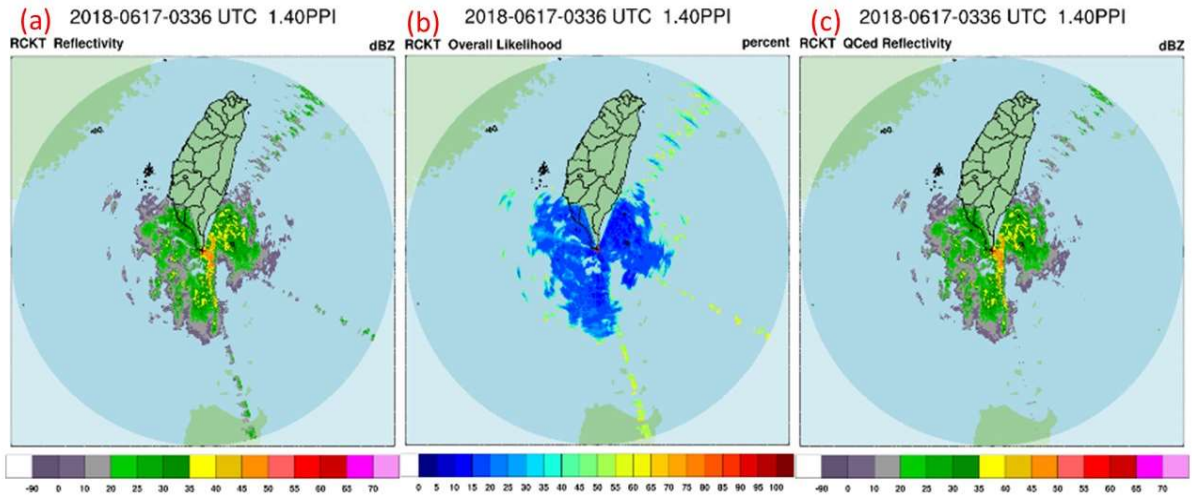


圖 36: 同圖 34, 但為 RCKT 雷達觀測之合併有干擾回波與天氣回波之 2018 年 6 月 17 日 0336 UTC 個案, 且為第二層 1.4° 觀測仰角。

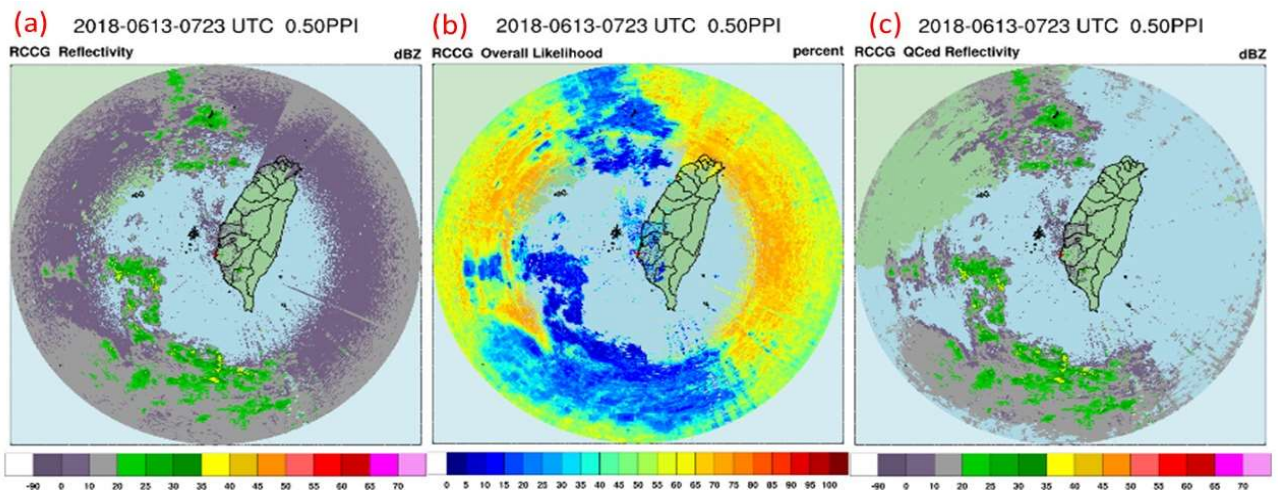


圖 37: 同圖 34, 但為 RCCG 雷達觀測之合併有環狀雜波與天氣回波之 2018 年 6 月 13 日 0723 UTC 個案。

(七) 雷達 3 維風場作業系統建置(WISSDOM)

WISSDOM 是 WInd Synthesis System using DOppler Measurements 的縮寫, 中文稱為多都卜勒雷達風場合成技術。本系統是由中央大學大氣科學系廖宇慶教授團隊 (Liou and Chang, 2009; Liou et al., 2012) 所開發, 而 2018 年韓國氣象廳於冬季昌平奧運會期間採用此系統, 即時提供風場資料而大獲好評, 並在奧運結束後, 韓國氣象廳將此系統擴展至整個朝鮮半島。廖教授也因此獲得 2019 年韓國的政府貢獻獎, 顯見該系統已深獲肯定。氣象局自 108 年起積極導入 WISSDOM, 惟此系統運

算十分費時必需將相關程式平行化，縮短計算時間，才有可能運用在實際的作業上。後經與多采科技團隊合作，發展在 GPU 平台(主機)上進行平行化，目前已初步完成，並進入上線作業，且可控制每次的作業皆在 10 分鐘內完成。

WISSDOM 基本上也是採用 3 維變分法，並需滿足每個雷達的徑向風、非彈性連續方程、渦度方程、平滑項及探空(或背景場)等約束條件，並具有下述的優點；

- 1.在雷達 baseline 上也可提供風場資料，傳統的雙都風並無法提供。
- 2.3 維風場滿足垂直渦度方程，可進行渦度收支分析與較佳熱力分析。
- 3.利用沉浸邊界方法(immersed boundary method)，可直接在直角坐標上處理複雜的地形問題。
- 4.可適用任何數目的雷達資料，不必侷限於雙都風反演，需固定 2 顆雷達資料。
- 5.可導入地面風場與背景場，以填補雷達無法覆蓋的區域。

本局 WISSDOM 線上作業是採用每 10 分鐘執行 1 次，而水平網格數為 560×360 網格，垂直網格 21 層，解析度為 1.0 km×1.0 km×0.5km，起始經緯度為 (lon=119 度, lat=21 度)。目前產品以 3 維風場(如圖 38)為主，相關圖資已分別傳至「臺灣區域豪雨觀測與預報實驗」(TAHOPE)之預備實驗網頁 (https://tsafe.cwb.gov.tw/TAHOPE_2020)及衛星產品整合平臺(<https://satimage.cwb.gov.tw>)，提供相關單位參考運用。未來將產製渦度場及輻合場等圖資，並開發適合颱風天氣系統版本，產製不同高度之風場，協助預報人員研判颱風強度。此外，也將嘗試利用熱力方程來反演熱力場、水氣場，建立完整 3 維氣象場供數值模式使用。

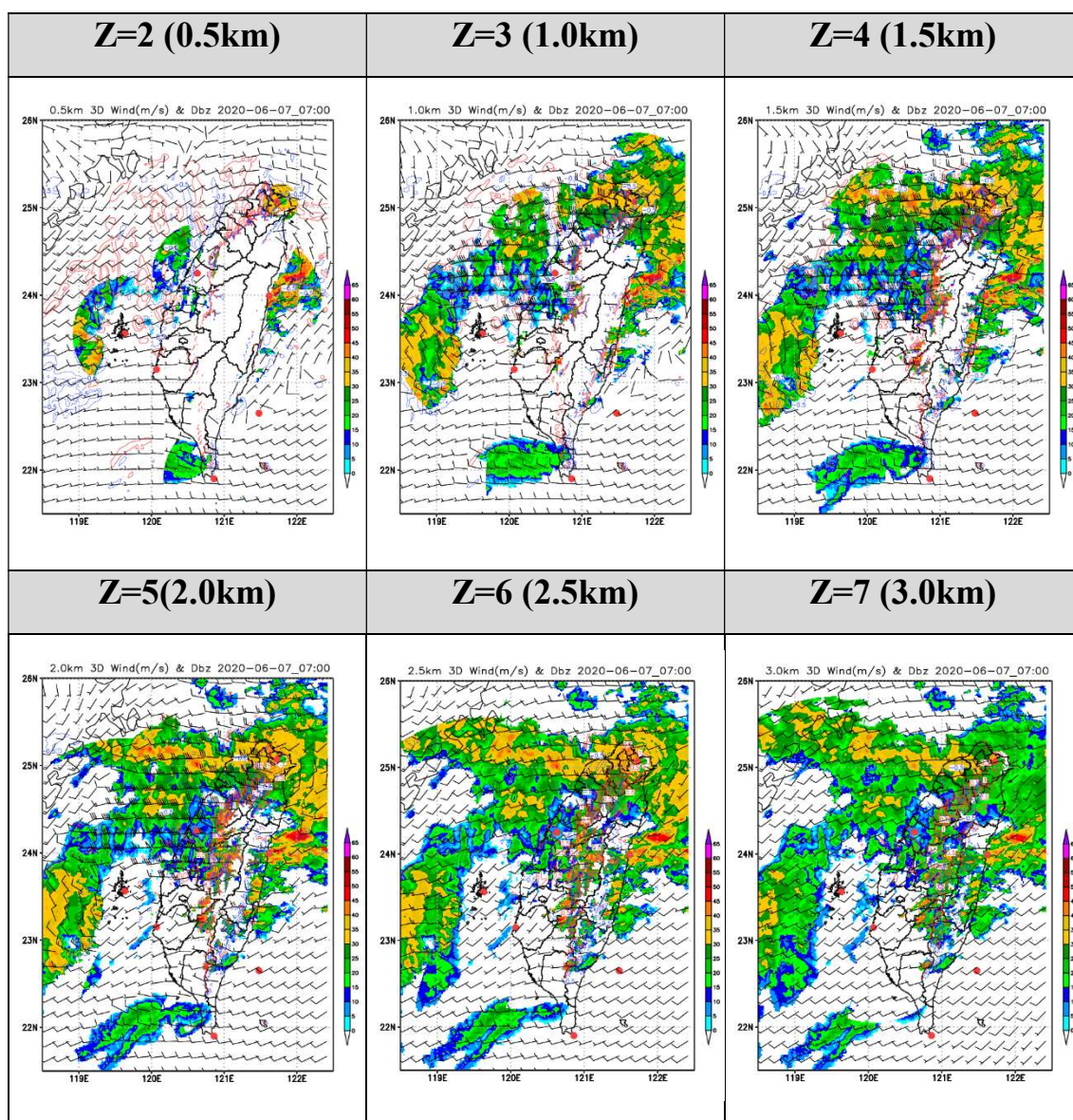


圖 38：2020 年 6 月 7 日 0700 時 UTC 之 WISSDOM3 維風場，垂直高度從 0.5 公里至 3 公里，間格 0.5 公里。

(八) 未來 0-1 小時弱綜觀與混合型之強對流機率預報

氣象局自美國氣象發展實驗室(NOAA/NWS/MDL)引進自動即時預報系統(Auto-NowCaster, ANC)，整合多種觀測資料和模式資料，根據各種對流肇始、發展及消散概念模型，透過人為經驗之條件和模糊邏輯(fuzzy logic)等運算技術，可快速提供 60 分鐘的即時預報產品，亦可以針對不同天氣系統與不同地理特性，利用選擇所需要的預報因子做不同的權重組合進行可能性(likelihood)預報與分析。惟預報的「可能性」與氣象方面慣用的「機率」定義不相同，應用上不夠客觀；因此氣象局嘗試發展以機器學習的「複邏輯斯迴歸」方法，開發較客觀的對

流機率預報產品，並根據不同的天氣型態如弱綜觀與混合型(Mixed Regime)，分別建立不同型態的機率預報，以提高對各種天氣系統的掌握。在透過複邏輯斯迴歸方法來建置模型，以預報未來 1 小時強對流發生之機率。

在建置複邏輯斯迴歸模型的流程中需挑選個案資料，以建置迴歸模型，並利用其他個案建模再預報另一個個案的方式，以進行交叉驗證(Cross Validation)。理論上使用愈多的個案，所建立之預報模型會愈完整，預報也會愈準確。惟資料蒐集不易，當個案不夠時，將影響預報模型對天氣系統的掌握。目前弱綜觀是採用 2018-2019 年共 41 天弱綜觀個案以建立迴歸模型，而混合型天氣系統(包括多種天氣型態)因個案蒐集較少，僅使用 2019-2020 年共 47 天個案來建立迴歸模型。初步兩種機率預報之結果討論如下：

圖 39 是使用弱綜觀機率預報模型，預測 2020 年 7 月 23 日 06 與 07 UTC 之個案結果，圖中(a)項是預報未來 1 小時對流事件發生機率，而(b)項則是對應相同時間的對流事件(取回波值 ≥ 35 dBZ)。由圖上可見預報機率在大於 0.2 時，主要的強對流區尚可掌握，惟少部分地區仍有漏報現象，整體而言，預報結果還算不錯。圖 40 則是使用混合型機率模型，預測 2020 年 7 月 19 日 07 UTC 情形，顯示機率在大於 0.15 時，在中部、東部的強對流區尚可掌握，惟北部地區的強對流區，卻無法預測到。顯見弱綜觀機率預報的表現優於混合型機率預報，主要原因可能是混合型機率預報，受限於建模時個案數不多所致。未來將持續針對不同天氣系統，蒐集更多的個案以重新建模，並考慮導入 WISSDOM 之風場與輻合場等新預報因子，以提高機率預報的準確度。

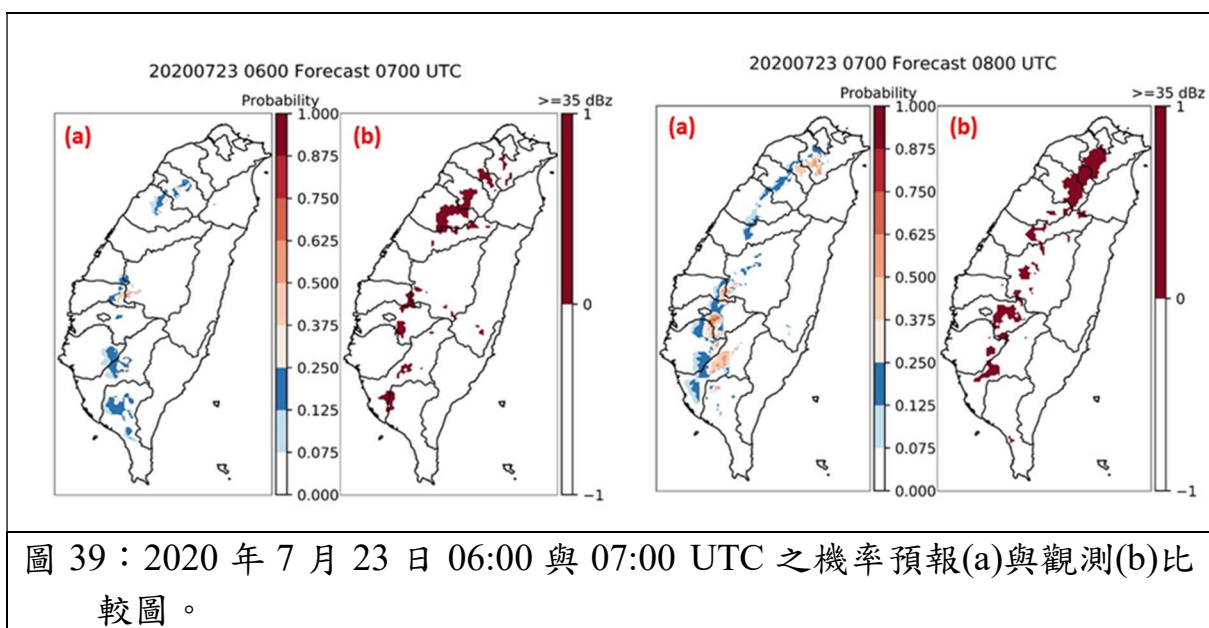


圖 39：2020 年 7 月 23 日 06:00 與 07:00 UTC 之機率預報(a)與觀測(b)比較圖。

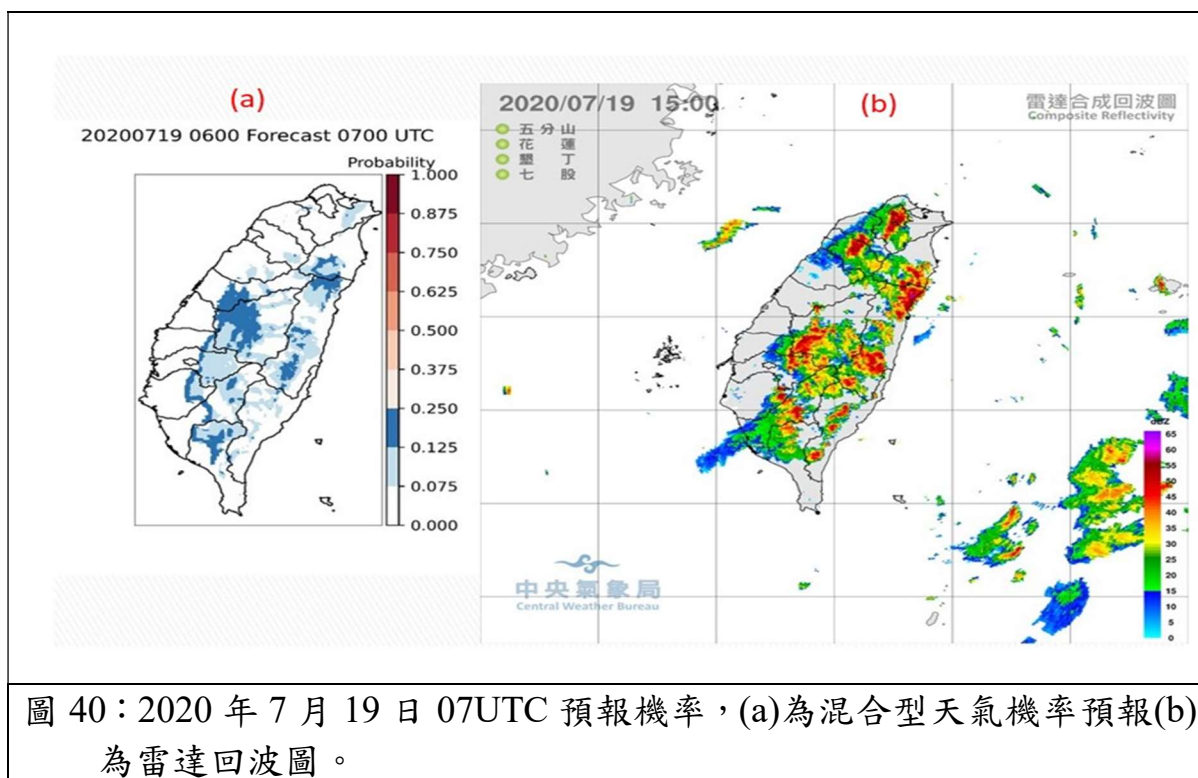


圖 40：2020 年 7 月 19 日 07UTC 預報機率，(a)為混合型天氣機率預報(b)為雷達回波圖。

(九) 0-3 小時雷達外延與數值模式之融合技術

為提升對劇烈天氣現象的極短期(0-3 小時)預報能力，亟需開發新的技術，數值模式具有初始調整(spinup)問題，而雷達外延法受限於天氣系統的變化程度，其效果隨時間的增長而遞減。因此，融合數值模式與雷達外延技術兩者的優勢，應可得到最佳預報效果。本研究將參考 Hwang et al. (2015)方法，同時結合雷達外延與數值模式兩者優勢的融合技術，以提高 0 至 3 小時的定量降水預報的準確性。比較簡單的作法是直接將雷達外延與模式預報，採用固定的線性權重，也就是把二張影像在變化時間上作線性的內插，此方法稱為線性融合技術(linear cross dissolve, Lin CD)，無論在任何時間步階，兩者權重係數總和皆為 1，另一融合方法是非線性的，稱為 Salient cross dissolve(Sal CD)融合技術，除包含有時間的線性權重外，也一併考慮雷達外延與模式預報兩者的影像強度，故其權重是為 2 維函數，基於雷達外延與數值模式預報正規化後之像素強度差異，可有效保留原始預報資料的高強度值，避免發生高值低估的現象。

目前本系統採用的數值模式是 3 公里解析度的 CWB/STMAS-WRF，未來將嘗試使用 2 公里解析的 CWB/RWRF 與 1 公里的模式，而雷達外延預報則是 1 公里解析度，兩者將融合成 1 公里解析之鄉鎮

尺度產品(包括線性與非線性)。圖 41(a)、(b)、(c)是 2020 年 5 月 27 日 03、04、05 等 UTC 之每 1 小時的 QPESUMS 雨量估計值，而圖 41(d)、(e)、(f)則是雷達外延法，分別預報 0-1 小時、1-2 小時與 2-3 小時結果。圖 41(g)、(h)、(i)則是模式預報 0-1 小時、1-2 小時與 2-3 小時的結果。由以上圖中可見雷達外延與模式預報，在 0-1 小時，都可掌握到臺中的降雨極值，而雷達外延又比模式好一些，然而隨預報時間的增加(第 1-2 小時、2-3 小時)，雷達外延在臺中一直持續有較大的降雨，而實際的降雨則有向南偏移至南投北部，此降雨南移的現象，模式的預報則有掌握到，顯然模式預報的準確性優於雷達外延法。而圖 42 則是每 1 小時的融合結果，(a)、(b)、(c)是線性融合，而(d)、(e)、(f)則是非線性融合，由圖顯示融合技術可同時將雷達外延與數值模式的主要降雨(特徵)保留下來，並得到較佳的校驗結果(圖省略)。

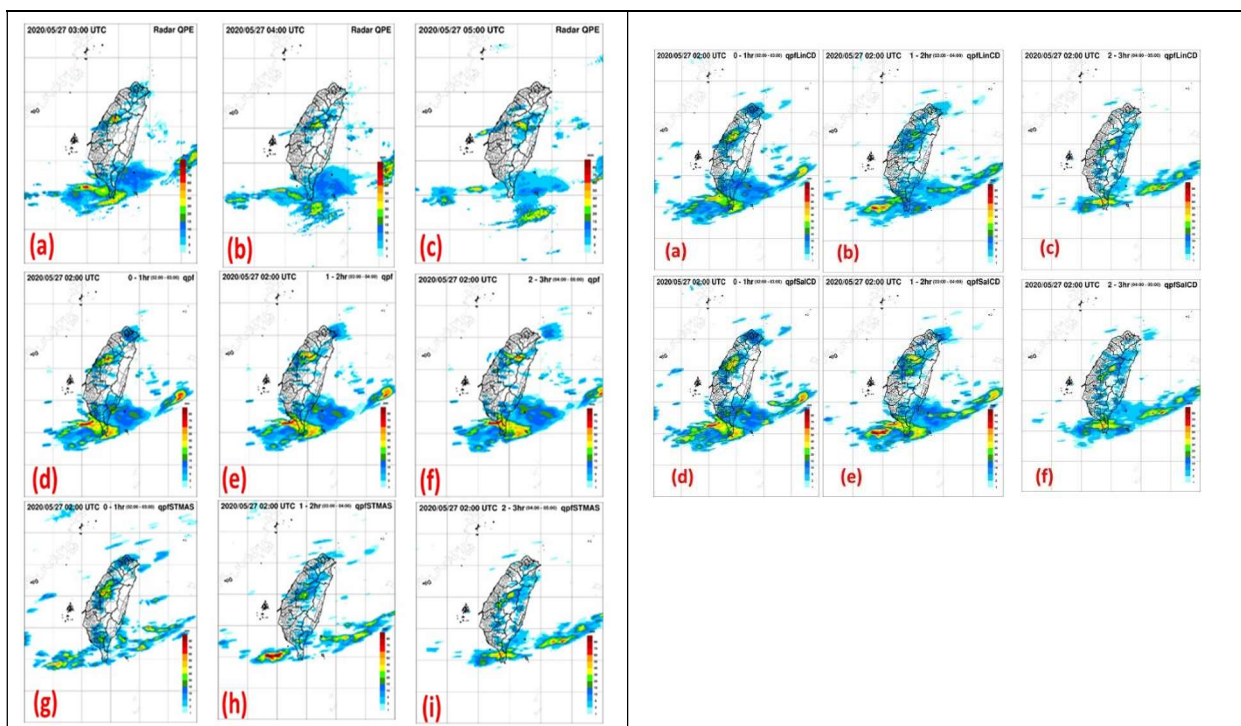


圖 41：2020 年 5 月 27 日 03、04、05UTC 期間，分別為 QPESUMS 之 1 小時雨量估計(a、b、c)與雷達外延(d、e、f)、模式預報(g、h、i)之逐時的預報。

圖 42：與圖 41 同，惟(a)、(b)、(c)是線性融合，(d)、(e)、(f)是非線性融合結果。

(十) 強化衛星產品整合平臺

本年度衛星產品整合顯示系統，主要工作項目為強化後臺管理、網頁等功能與新增電子地圖、產品監控等機制，其成果摘要如下：

1. 管理功能強化

(1) 產品註冊與監控功能強化：

升級與優化系統開發語言，針對系統功能模組進行 Python 3 升級。強化檔案註冊機制，在現有架構下新增產品預期產製機制

(2) 備援機制：

針對現行作業伺服器，建立備援機制以確保作業主機異常時系統作業可切換至備機，使網頁能夠持續運作，得以繼續提供服務。

2. 網頁功能強化

時間操作選單調整為可縮放；會員查詢，加入單張圖檔固定時間切換產品查詢功能；為提供點陣圖動態圖檔下載功能。管理介面(如圖 43)中加入以勾選方式對特定產品進行開放單張圖檔固定時間之切換功能。管理員可依照產品之特性決定是否開放此功能給使用者查詢使用。

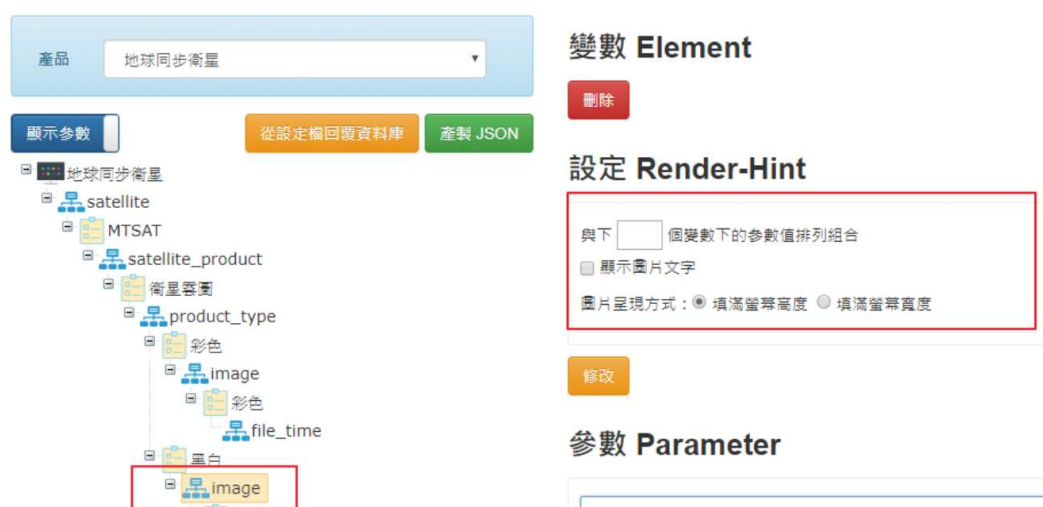


圖 43：衛星產品管理介面。

3. 電子地圖查詢功能

透過介接數據運算之衛星產品應用程式介面 API，取得產品資料後，先將衛星資料轉檔為 csv 檔案，再將產品套疊於電子地圖上(如圖 44)，以供使用者查詢使用，並顯示相關數據資料。此功能僅提供即時衛星資料查詢，使用者可透過點選電子地圖之單點(圖 45)或區域(圖 46、圖 47)，以繪製時序圖。電子地圖操作包括鄉鎮市邊

界開闢、5 種地圖種類與單點、區域產品查詢及點選 color bar 遮蔽色階功能。

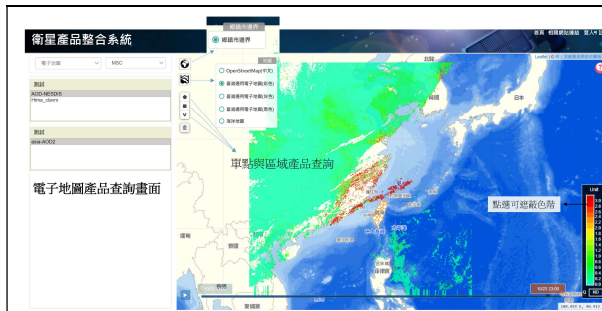


圖 44：衛星產品電子地圖功能說明。

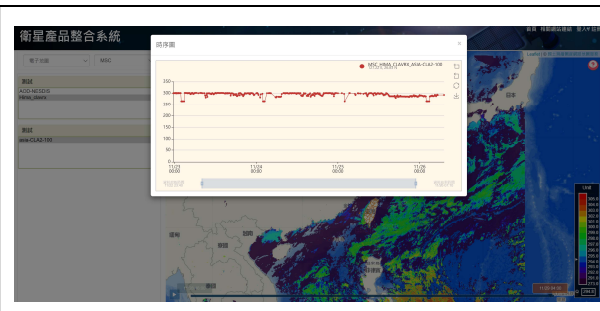


圖 45：衛星產品電子地圖單點查詢。

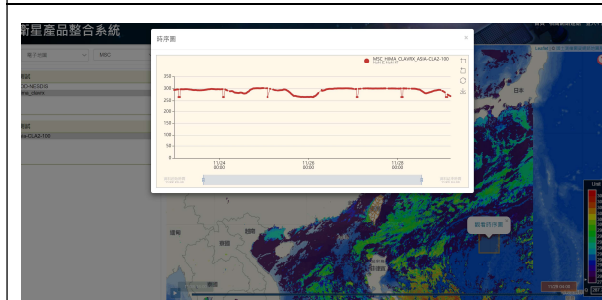


圖 46：衛星產品電子地圖方形區域平均資料查詢。

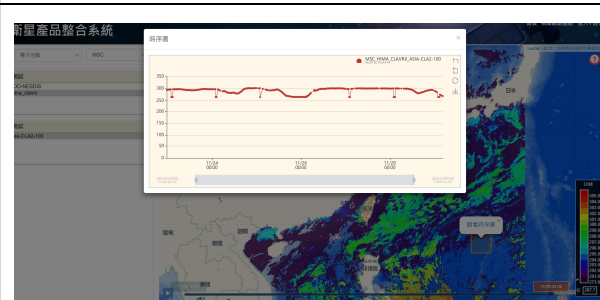


圖 47：衛星產品電子地圖任意範圍區域平均資料查詢。

4. 即時資料監控功能

提供衛星雲圖監測產品查詢系統(如圖 48)，並提供手動重送功能。可供查詢的內容包含；衛星雲量作業系統現況、衛星雲量作業系統 GFS List 與 WWW GFS List – CIMISS 產品產製情形。

衛星產品整合系統
首頁 相關網站連結 功能選單* 登出

衛星雲圖監測

更新 CWB GFS
<請於10分鐘之後再檢查更新狀況>

衛星雲量作業系統 現況

Filesystem	Size	Used	Avail	Use%	Mounted on
/dev/mapper/TeraScan-Root	193G	7.2G	176G	4%	/
tmpfs	48G	0	48G	0%	/dev/shm
/dev/sdc1	239M	161M	66M	72%	/boot
/dev/mapper/TeraScan-Home	335G	58G	266G	19%	/home
/dev/mapper/TeraScanData-Data1	7.1T	5.7T	1.2T	84%	/nexus/data1
/dev/mapper/TeraScan-Opt	241G	71G	158G	31%	/opt
/dev/mapper/TeraScan-Var	145G	412M	137G	1%	/var
tsram	40G	0	40G	0%	/nexus/data1/POSMORK
/dev/mapper/datavg-archive	5.6T	3.9T	1.5T	73%	/nexus/data1/archive

衛星雲量作業系統 GFS List

28986473	2020-06-21	15:36	gfs.t12.200621.pgrbf12
29018169	2020-06-21	21:36	gfs.t18.200621.pgrbf12
28951977	2020-06-22	03:36	gfs.t08.200622.pgrbf12
29011754	2020-06-22	09:36	gfs.t06.200622.pgrbf12
28962397	2020-06-22	15:56	gfs.t12.200622.pgrbf12
29002065	2020-06-22	21:56	gfs.t18.200622.pgrbf12
29098699	2020-06-23	03:56	gfs.t08.200623.pgrbf12
28950490	2020-06-23	09:36	gfs.t06.200623.pgrbf12
29013523	2020-06-23	15:36	gfs.t12.200623.pgrbf12
29079249	2020-06-23	21:56	gfs.t18.200623.pgrbf12
29044030	2020-06-24	03:56	gfs.t08.200624.pgrbf12
29213497	2020-06-24	09:36	gfs.t06.200624.pgrbf12

WWW GFS List - CIMISS

2020_06_22_174/gfs.t08.200622.pgrbf12
2020_06_22_174/gfs.t06.200622.pgrbf12
2020_06_22_174/gfs.t12.200622.pgrbf12
2020_06_22_174/gfs.t18.200622.pgrbf12
2020_06_23_175/gfs.t08.200623.pgrbf12
2020_06_23_175/gfs.t06.200623.pgrbf12
2020_06_23_175/gfs.t12.200623.pgrbf12
2020_06_23_175/gfs.t18.200623.pgrbf12
2020_06_24_176/gfs.t08.200624.pgrbf12
2020_06_24_176/gfs.t06.200624.pgrbf12

圖 48：衛星雲圖監測系統。

三、經濟效益(經濟產業促進)

(一) 異常海水溫預警與海洋熱含量監測技術

本工作項目目標發展臺灣海域海象監測及預警技術，改進目前技術的瓶頸之外，以期進行作業化之預報，進而改善目前預報技術之不足，提供政府相關單位執行災防決策之依據，期能達到防災或減災之目的。以養殖漁業為例，其生產過程與所需條件較農業生產嚴苛，當寒流來到時，容易發生魚凍死事件，因此業者須時時關切海/氣象預報，根據水產試驗研究所 101 年報告指出，最為國人所熟知的海溫寒潮災害應是發生於 97 年 2 月間的澎湖海域海溫驟降事件，澎湖遭逢了近 30 年以來最嚴重的災害，影響所及包括海上箱網養殖魚類大量暴斃，也造成澎湖附近海域的生態浩劫，養殖漁業損失達到 1,500 公噸，損失金額將近 2 億，若加上天然漁業資源損失，總估約 3,000 公噸，該年的第 1 季漁獲也因此較往年降低了 50 至 80%。目前臺灣的養殖產業約占全國漁業產值的 36%，對經濟產值占一定比重，更顯示海洋異常水溫變化對社會、民生各層面影響程度則愈來愈為深廣，因此海象預警資訊的提供更是有其必要性。

海洋熱含量與颱風強度、氣候變遷更是息息相關，面對極端天氣事件發生頻率增加，臺灣暴露於氣候變遷導致的高風險中，如海上的颱風所引起的暴雨、湧浪及暴潮等現象，亦可能危及陸域及海域的安全，社會大眾與政府防救災權責單位，對於各種即時的海象與氣象資訊需求亦與日俱增，如何掌握更多與更精確的颱風動向顯得更加重要，因此增加對颱風在海上的觀測數據與臺灣周遭海洋熱含量變動的了解，可提升政府執行各項災害性海象與氣象事件的預警及防災能力，達到有效降低各種災害的影響及經濟的損失。另外，本計畫發展之浮標觀測系統整合機電、海上作業及海洋工程技術，可承受颱風時期惡劣海況之嚴峻考驗，技術發展已日益成熟，未來因應災防及科學研究需求，或可發展商業模式，推廣使用。

(二) 發展與建置臺灣地區(含金門、馬祖)之 3 維浪潮耦合暴潮模式

目前 3 維海流作業化預報模式，考慮風、潮汐、海流之間交互作用，如加上波浪之影響，在季節性變化及極端事件時，導致的水位異

常(暴潮)造成損失。在考慮波浪與海流交互影響之下，建置臺灣地區 3 維波潮耦合暴潮模式，以提供社會大眾波浪預報產品資訊服務，減少災害所造成之損失。運用海象模式資訊發展湧升流數值預報雛型系統，新增海象及漁業應用資訊：澎湖海域海表溫度、溫躍層，提供相關漁業業者使用。

(三) 建置暴潮系集預報作業系統

國內外針對暴潮系集預報系統之發展已行之有年，各領域專家和學者們投身於此研究；但綜觀各國或國內所建置之暴潮系集預報系統，部分模式解析度低於 2 公里，無法完整掌握風暴潮所近岸地區之溢淹行為和較為複雜且非線性之潮汐和暴潮交互作用，對於臺灣複雜水深地形和陸地高程變化無法較好地掌握，若直接採用系集成員之氣象場答案進行計算，恐無法有準確之暴潮預報結果，也無法計算由風暴潮所造成之潛在溢淹範圍。

本計畫針對臺灣地區，已成功發展具備較高解析度計算網格之暴潮系集預報模式，並基於氣象局現有暴潮預報系統下發展相關機率預報產品，除了有效縮短模式建置時間，並避免因採用其他模式所導致之操作問題，延誤預報員於颱風期間進行預報之寶貴時間；現有之暴潮預報機率產品及相關暴潮預報資訊，將協助災防單位訂定未來風暴潮之減災或災防措施，保護沿海地區居民之財產安全並降低颱風災害對沿岸經濟之衝擊。

而這些暴潮預報展示系統的災防科研成果透過作業化程序，定期產製暴潮預報產品傳送至中央氣象局官方網頁，提供從事航運、觀光、休閒、海域工程等產業人員相關參考，減少自然災害所致經濟損失風險。

(四) 海岸遊憩作業技術發展

為了達到促進經濟產業效益，開發救災環境資料即時品管技術、整合國內外海洋預報模式、船舶、岸基波流儀、氣象觀測、它機關海嘯水位資料即時處理作業、檢校歷史防災資料並建立海洋災防資料庫。開發具有災害警示產品與發展海洋環境反應區域特性分析作業，作為海洋環境反應區域特性等海洋氣候特性分析。對於經濟效益的方面，可運用海岸遊憩及航行海象等產品的運用，對於海上之航行安全及海上運動之遊憩，除提供一個更安全的海域活動資訊，更可促進經濟產業之發展。

近年來國人從事海岸、海岸遊憩活動與日俱增，在警示資訊不足下也帶來了危險，例如海灘遊憩民眾在風和日麗的天氣下被浪捲走的事件層出不窮。為提升從事水域遊憩活動的安全性，掌握區域海岸氣象特性及動態資訊成為必要手段。除了建置海上或岸邊測站以匯集歷史與即時觀測波、潮、流資料，取得預測資料來進行海域遊憩管理亦是相當普遍且有效的方式。本年度完成建置海岸遊憩作業技術發展，該研究結合全球公開的實測、預測及遙測等巨量且多元海洋氣象資料，發展海岸遊憩作業技術，產製警示資訊提供海洋事務相關機關與民眾多元應用，以提高航行與海域遊憩活動安全。

1. 海上運動風險功能

該功能能自動依模式預報資料啟動警示功能，以氣象局的作業化 WW3 波浪預報資料為資料來源，當預報波浪超過警示標準時，以不同的顏色反映安全性，並於臺灣周圍海岸線描繪對應之指標顏色。於介面上則透過 11 個風景區來做快速引導，讓使用者可以切換到該國家風景區局部區域。為了更擴大警戒範圍，使長浪預報警戒從早期的資料浮標站「點」到海岸「線」，進而延展為海岸區域範圍之「面」。

海岸遊憩技術的發展主要提供海上運動風險警示、衝浪指數、潛點海況等資訊，以提高水域遊憩活動，為確認海上運動風險警示標準是否合宜，本研究透過正反向驗證對警示標準進行分析。海上運動風險技術已於 107 年選取過去發生於近岸的 49 筆船難事件，使用雙變數常態分布分析各種波浪相關參數組合，結果顯示當海況符合湧浪平均週期(Tswell)大於 4.3 秒，風、湧浪平均週期差(dT)小於 4.8 秒且風、湧浪波向差(dD)小於等於 77.6 度等三項警戒指標時，可視為較容易發生危險之海況。

為了驗證上述警戒標準的合理性，透過正反向驗證作檢驗；正向驗證方面，107 至 109 年臺灣沿岸船隻翻覆共 16 筆事件，僅有 1 事件發生期間未達警示標準，然該事件已超過氣象局訂定的長浪標準許多，危險程度亦極高。在反向驗證的部分，本案團隊利用過去無船隻翻覆意外的大型賽事期間測站資料來進行驗證，擇取 108 至 109 年交通部觀光局大鵬灣國家風景區管理處辦理風帆橫渡小琉球的活動檢驗，活動舉辦期間並無船隻意外翻覆的事件發生，比對小琉球資料浮標的風、湧浪資料，與本訂定之警示標準比對後，結果均不符合，故此反向驗證成立。

為精進警戒標準合理性，臺灣週邊富貴角、新竹、鵝鑾鼻及臺東等 4 座資料浮標 2019 年的湧浪資料套用至該標準，結果超過警戒的情況平均達 66.0%(圖 49)，顯示該警戒標準尚有調整的空間。經討論後參考澳洲南威爾斯政府 NSW 網頁所提出不同波高與船隻大小間之關係，擬新增示性波高 100 cm 作為標準之一。同樣套用前述 4 座資料浮標實測湧浪資料，超過警示的情況平均降低至 33.6%(圖 49)。進一步將 109 風帆賽事期間的風、湧浪資料套用於調整後的標準進行比對，結果全數(扣除波譜異常的 2 筆)未符合警示(表 8)，此結果代表反向驗證成立。同樣將調整後之標準套用於 108 年至 109 所收集的所有案例進行驗證，僅有一例未符合警示標準，故建議未來可使用調整後之標準。

表 8：109 年風帆活動期間風湧浪資料驗證調整後海上運動風險標準。

時間	Tswell>4.3 秒	dT<4.8 秒	dT≤77.6°	Hs≥100cm	是否符合標準
2020092610	4.8 (✓)	0.4 (✓)	22 (✓)	48.6 (×)	否
2020092611	波譜異常				-
2020092612	4.8 (✓)	1.8 (✓)	11 (✓)	47.5 (×)	否
2020092613	5.3 (✓)	1.7 (✓)	34 (✓)	43.9 (×)	否
2020092614	波譜異常				-
2020092615	5.0 (✓)	1.8 (✓)	23 (✓)	43.5 (×)	否

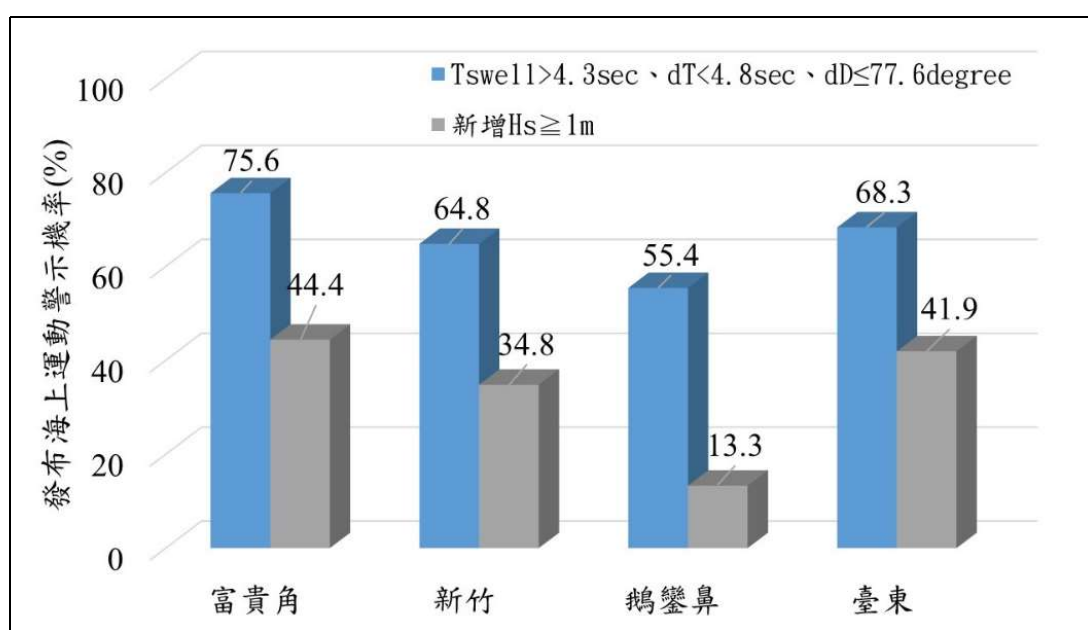


圖 49：實測湧浪資料套用海上運動風險標準之警示機率。

2. 使用者自訂警戒值功能

根據 108 年度拜訪墾丁國家公園管理處時所得到的回饋，該管理單位希望能依特定的適用標準客製化示警條件，例如活動區域浪高 1 公尺時，泳區應插上紅旗禁止遊客下水游泳、浪高 1.5 公尺則禁止任何潛水活動等。該管理單位即可透過介面顯示的情況得知轄區內哪些地點可能會需要插紅旗示警。因此本項工作將依此需求規劃使用者自訂警戒值的功能，使不同的海岸管理單位能依各自管轄海岸之適用條件進行警戒值的設定。

功能使用上，由於單一管理單位轄區內可能不只一處水域遊憩活動景點，故設計成讓使用者自訂點位名稱，並利用輸入經緯度坐標或直接於地圖上點選點位，預設浪高、週期、風速、流速及海溫等 5 種物理量，視實際情況進行單選或複選並輸入警戒標準及相對應的警語標示(供使用者快速確認該警示旗幟代表的意義)。完成設定後利用查詢功能進行點位及警語的顯示，以確認設定是正確的。也由於單位管理單位轄區內可能有多處水域遊憩活動地點，設計提供新增點位功能，點位新增完成後則可於點位管理中點擊進行修改或刪除。原則上，此項功能僅提供予系統管理者以及海岸管理機關所屬帳號使用，除此之外，其餘帳號均無設定警戒值條件以及觀看結果之功能。

3. 建立衝浪指數功能

近年來國內衝浪運動日漸興盛，國際衝浪比賽也在國內定期舉辦，因此衍生出衝浪資訊需求，對衝浪者提供湧浪預報及警示的資訊服務，在國際上亦發展出相關衝浪資訊平台，例如紐西蘭公司 MetOcean 旗下的 SwellMap 便針對海況(風速、湧浪高、湧浪週期等參數)，對合適衝浪的海況進行分級，同時亦可提供該衝浪點的未來 7 日之預報資訊(圖 50)。本案綜合 SwellMap 網站的資訊(圖 51)，同時實際訪談臺東縣體育會衝浪運動委員會教練及學員等，蒐集衝浪者之意見後，整理出衝浪指數規則表，如表 9，此表分為戲水、初學及玩家三個類群。另外，考量水域遊憩活動安全性，此功能於颱風警報期間與海上運動風險警戒時將自動停止衝浪指數資訊。

預期衝浪指數功能亦可提供各衝浪點逐時天氣預報資訊、漲退潮潮汐預報，及風、波、流等綜合海氣象資訊展示。為此，本案團隊前往臺東縣體育會衝浪運動委員會進行拜訪，實際了解波浪、湧浪、

風等物理參數對於衝浪者的關聯性，並前往金樽漁港海邊勘查實際狀況及配合「2020年臺灣國際衝浪賽」實際與選手交流訪談(圖 52)。

綜合參考前述之「SwellMap」網站、臺東縣體育會衝浪運動委員會訪談結果以及實際衝浪活動參與者意見後，整理出衝浪指數規則表(表 9)，作為海岸遊憩模組自動化產出衝浪指數之依據，其中表格內的湧浪波高、湧浪週期及風速等參數之資料來源為氣象局的預報資料。另外，考量水域遊憩活動安全性，規畫本衝浪指數功能於颱風警報期間以及海岸遊憩功能模組出現海上運動風險時停止輸出相關資訊。

本年度海岸遊憩技術模組之海上運動風險、自訂警戒值及衝浪指數功能設計介面完成後，於臺灣海象災防環境資訊平台進行展示並供使用，其介面展示如(圖 53)。

表 9：衝浪指數規則。

指數	湧浪波高 (m)	湧浪週期 (sec)	風速 (m/sec)	備註	使用資料之來源
1	< 1	< 8	≥ 5.1		NWW3 波浪預報資料 TWRF 風速預報資料
2	< 1	< 8	< 5.1	戲水	
3	< 1	> 8	--		
4	1 ≤ H < 1.5	< 8		初學	
5	1 ≤ H < 1.5	≥ 8	≥ 5.1		
6	1 ≤ H < 1.5	≥ 8	< 5.1		
7	≥ 1.5	8 ≤ T < 10	≥ 5.1	專家	
8	≥ 1.5	8 ≤ T < 10	< 5.1		
9	≥ 1.5	≥ 10	≥ 5.1		
10	≥ 1.5	≥ 10	< 5.1		

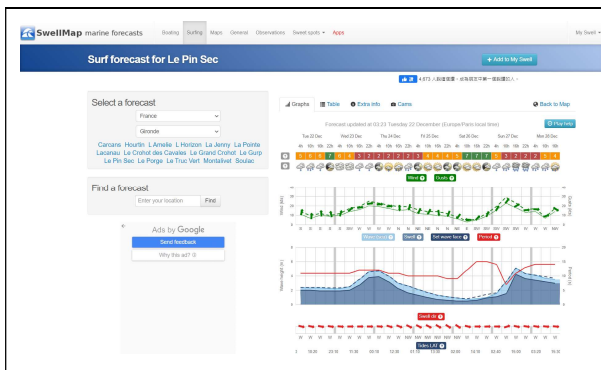


圖 50：SwellMap 網站預報資訊(資料來源：SwellMap)。

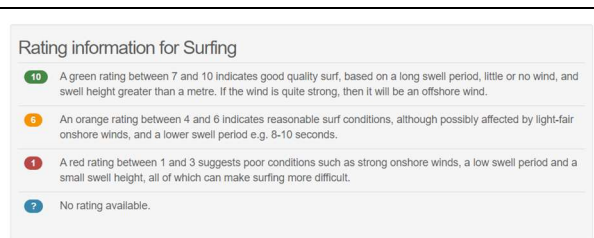


圖 51：SwellMap 網站公布衝浪指標規則定義(資料來源：SwellMap)。



圖 52：本案團隊實際探訪金樽漁港衝浪活動。

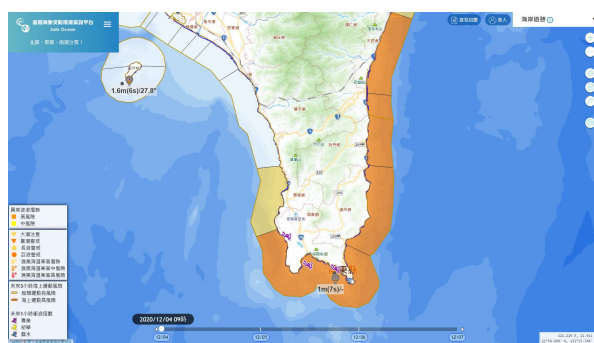


圖 53：海岸地區範圍之海上運動風險。

(五) 新式衛星與雷達衍生產品

新增海洋葉綠素與高時空解析度衛星降雨估計之即時監測衛星應用產品，並開發以模糊邏輯演算法，進行非天氣回波辨別與濾除之技術，改善雷達回波及降水估計品質。為改善 0-3 小時定量降水預報準確度，發展結合雷達外延與數值預報兩者優點之融合技術，提供更客觀之定量降雨預報指引，將預報時效由未來 1 小時逐步增加至未來 3 小時，以支援本局發展精緻化即時預報作業，提供參考性更高之預警資訊予政府防災單位進行災害決策之應用。

(六) 建置衛星產品展示平臺

彙整各項衛星影像及衍生產品，每 10 至 15 分鐘即時更新，強化海象與氣象防災資訊的應用價值及服務效能，達到災前可縮短災害之整備與預警應變時效；臨災時掌控隨時空演變之情資，災後可提供各相關單位救災或復原業務所需之資訊。本系統也可配合本局開放資料 (Open Data) 政策，提供相關資料予國內海象及氣象防災科技社群 (例如國家災害防救科技中心)，以及相關政府部門 (例如民用航空局之航

空氣象預測單位、行政院環境保護署之空污預測單位、行政院農委會之農林單位) 參考，促進資源及設備之共享效益。

四、社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

(一) 建置及增進近岸區域海象預報整合子系統

1. 建置暴潮系集預報作業系統

現有建置之風暴潮預報模式，均為單一氣象場輸入之決定性預報，惟臺灣所屬之西北太平洋區域為全球強烈颱風密集生成區域，採用決定性預報方式恐無法全面地掌握風暴潮之特徵。為因應未來潛在強烈颱風強度變動、路徑和相關物理因子之不確定因素，本研究中發展暴潮系集預報作業系統，針對臺灣特有之地理環境建構網格計算系統，並且發展相關機率預報產品，包括潮位測站之機率預報時序暴潮偏差水位圖及總水位圖、預報時間 00-12、12-24、24-36、36-48、00-48 小時之暴潮偏差水位盒鬚圖及總水位盒鬚圖、10%超越機率臺灣海域暴潮水位 2 維分布圖及臺灣海域暴潮水位達成高度機率 2 維分布圖等，以提供民眾及其他研究單位參考或進行後續相關暴潮研究。

另本年度天氣圖編輯系統新增無風場底圖及辨色力異常波浪分析預報圖兩項產品，提供弱勢族群對於中央氣象局官方網頁更加友善閱讀的環境。

2. 提升海象預報技術

3 維海流預報模式作業化系統持續提供多方研究單位預報及分析資料，進行(1)更新 SCHISM 版本及網格優化與測試，能提升 3 維海流預報模式計算效率，及鄰近海域南灣、澎湖、東北角海域納入海象作業化預報提升預報能力、(2)增加近岸淡水河與基隆河感潮河段之高解析度網格系統，藉由案例測試了解此區複合性暴潮發生之機制，提供未來 3 維海流預報模式發展耦合暴潮預報技術、(3)進行臺灣海域波浪模式及波流耦合暴潮模式之更新模式版本、網格優化與測試並將 2 維波潮耦合暴潮模式上線作業化，每日穩定提供 3 組波浪預報資料、(4)建置湧升流數值預報離型系統，提供海表溫度、溫躍層資訊，協助相關漁業研究。並進行後續研究發展，提供更多應用及研究單位參考使用。

(二) 西北太平洋海象資料庫

持續蒐集國內、外各式海氣象資料，整合即時與歷史海氣象監測資料及預報資料，並經由品管系統確保資料正確性，106 至 109 年建置

海象災防網站(<https://ocean.cwb.gov.tw>)，擴增西北太平洋海象資料庫，新增鄉鎮沿海天氣、最大暴潮增水預報、JASON-3 衛星遙測-浪高、風速站氣候統計、海溫站氣候統計、西北太平洋各國經濟海域範圍線、港灣潮流預報、鄉鎮天氣預報、國內潛水地點圖資、水下 10 米海流-RTOFS 模式預報、水下 10 米海流-HYCOM 模式預報、衝浪指標、鄉鎮區域年度大潮線、縣市區域極端暴潮線、鄉鎮區域暴潮潛勢線等 15 項地理資訊圖資，計畫期間累計完成風、浪、流、潮、霧、天氣、潮間帶與海水位等 55 項圖資。此外，為加強海象資料庫應用於災防業務，建置海洋溢油、海難漂流預報、漁業海溫預警、航行海象、海岸潮線預報、區域波候、海洋熱含量監測、海平面變化、極端暴潮線、海域災害資料庫等 10 項災防加值應用，除協助應變機關提升海域救災效率，並推廣於離島海運航安、海域遊憩、海上施工、海洋綠能經營與學研使用。

(三) 異常海水溫與海難漂流預報技術

有鑒於近 20 年反聖嬰年的 2000 年、2008 年、2011 年及 2018 年，均發生海洋養殖漁業寒害災情，其中又以 2008 年澎湖海域養殖漁業遭受寒害損失高達新臺幣 1 億 8 仟萬元影響最巨。本計畫推動建置「異常海水溫預警系統」，依據該系統分析強反聖嬰年、強風速等綜合條件預測臺灣海峽海水溫度，預警澎湖海域海洋養殖漁業寒害高風險潛勢。本計畫研究結果，冬季時北方的低溫冷水會沿著大陸沿岸南下，南方的暖水則會隨著黑潮支流沿著澎湖水道北上，而澎湖群島就位於這兩股勢力角逐的海溫鋒面帶上，在往年的冬季澎湖群島會受到黑潮支流帶來的暖水所保護，然而在反聖嬰期間，臺灣海峽冬季的東北季風會比其它年間來的強勁，使得北方冷水更容易大量南下，隨著寒流的影響下，海氣溫差與風速的增加，更加劇海溫的散失，導致出現 15°C 以下養殖魚類致死低溫，尤其澎湖群島北面，吉貝、目斗與澎湖本島。

為使社會大眾及政府相關單位及早獲得漁業海溫災害預警資訊，本計畫研發異常海水溫與海難漂流預報技術技術，並應用於「臺灣海象災防環境資訊平台」，進行可視化呈現，完成漁業海溫預警作業。氣象局並應用本預警作業，於 109 年 12 月 29 日發布新聞表示，各項指標均顯示今年為強反聖嬰年，在反聖嬰年通常容易出現較強的東北季風，使得北方較冷的海水南下，加上東北季風強風所帶來的寒冷空氣攪動海水，影響台灣附近海域，使海水溫度更低，綜合這些影響因素下，針對澎湖海域分析預估 110 年 1 至 2 月可能達到 15 至 17 度以下

低溫，澎湖海域地區的海洋養殖漁業有遭受寒害之風險，呼籲箱網等海水養殖產業提早做好減災措施。

(四) 海平面變化分析

海平面變化趨勢分析技術部分，改良傳統調和方法來分析海平面趨勢，將潮汐資料分解成具有週期訊號的天文分潮和不具週期的趨勢訊號，來探討以長期資料和近 20 年資料分析海平面上升趨勢。

利用氣象局提供的臺灣環島沿岸長期之海水位實測資料進行分析後，認為將潮位資料分解成週期訊號(天文潮)和非週期性(單調函數)之趨勢訊號來分析海平面趨勢是比較合理的分析方式。本技術分析海平面上升的方法主要有：(1) 線性迴歸 (Linear regression) 方法、(2) 改良傳統調和分析方法 (Modified Harmonic Analysis, MHA)、(3) 希爾伯特—黃轉換法 (Hilbert-Huang Transform, HHT) 經驗模態分解法 (Empirical Mode Decomposition, EMD)、和(4) 利用包絡線方法分析海平面上升趨勢變化。透過海平面上升方法之優缺點比較表，綜整各種分析海平面上升方法優缺點比較(表 10)，由於 HHT 方法，潮汐水位 EMD 篩選過程中上、下包絡曲線的端點飛翼 (End Swing)，即端點處會出現過大或甚小振幅的現象，會有端點效應問題，對海平面上升趨勢的分析會有影響誤差，所以 109 年未採用 EMD 方法來分析海平面上升趨勢。

利用改良型的調和分析方法，透過最小平方法法迴歸分析計算海平面上升，結果顯示：在本案例的臺灣環島潮位站海平面變化趨勢圖，臺灣東西岸海平面上升速率最快的是分別是石梯、臺中港潮位，東西海岸的海平面上升速率分布與臺灣潮差的分布很類似。以「長期資料」和「近 20 年資料」(圖 54)分析海平面上升趨勢結果顯示：海平持續加快的測站有：臺中港、塭港、東石、恆春、廣嘴、花蓮、臺東富岡；海平面減緩的測站有：基隆、淡水、竹圍、新竹、高雄、蘇澳、蘭嶼、馬公。若考量到海平面上升因子(地表垂直變動速率、地層下陷等因子)後，修正後的臺灣環島潮位站海平面上升速率趨於一致(表 11)。

由於潮汐資料的品質會影響海平面上升速率，因此潮位資料的精確度對於了解臺灣周圍海面上升速率就顯得非常重要。未來分析海平面上升，能有地表垂直變動速率、地層下陷等資料，將對海平面上升趨勢有很大幫助。建議潮位站設置量測潮位站地表垂直變動速率的相關設備。

表 10：海平面上升方法優缺點比較。

海平面上升分析方法	優點	缺點
(1)線性迴歸方法	(1)方法簡單 (2)不受資料缺損影響	(1)準確精度有問題 (2)易受資料長度的影響
(2)改良傳統調和分析方法	(1)改良了調和分析無法計算海平面上升缺點 (2)數學模式嚴謹，且精度準確	(1)計算繁瑣，需要有準確的潮汐分潮 (2).只要是迴歸分析多會受到資料長短影響迴歸係數
(3)經驗模態分解法	能適時的反應資料特性，具有可適性(adaptive)。	EMD 篩選過程中上、下包絡曲線的端點飛翼 (End Swing)，即端點處會出現過大或甚小振幅的現象，會有端點效應問題，對海平面上升趨勢的分析會有影響誤差
(4)利用包絡線方法	方法簡單	與 EMD 缺點相同，易受極端值影響

表 11：潮位站考量地表垂直變動速率修正後之海平面上升速率。

潮位測站	近20年 SLR上升速率(mm/yr) 未考量地表垂直變動	地表垂直變動速率 GPS (mm/yr)	GPS 量測時間	考量垂直地殼變動修正後 SLR 上升速率 (mm/yr)
基隆 (1516)	1.2	-1.63±0.09	2002/01-2012/12	-0.4
將軍 (1176)	6.2	-7.91±0.05	2001/12-2012/09	-1.71
高雄 (1486)	1.03	-0.91±0.07	2004/01-2012/08	0.12
恆春蟳廣嘴(1496)	5	-3.55±0.12	2001/12-2012/09	1.45
蘇澳 (1246)	4.6	-4.63±0.12	2002/01-2012/08	-0.03
花蓮 (1256)	6.83	-5.15±0.13	2002/01-2012/12	1.73
臺東富岡 (1586)	4.3	-3.89±0.07	2003/12-2012/12	0.41
澎湖馬公 (1356)	0.74	-0.73±0.49 (RADs)	1993-2012	0.01

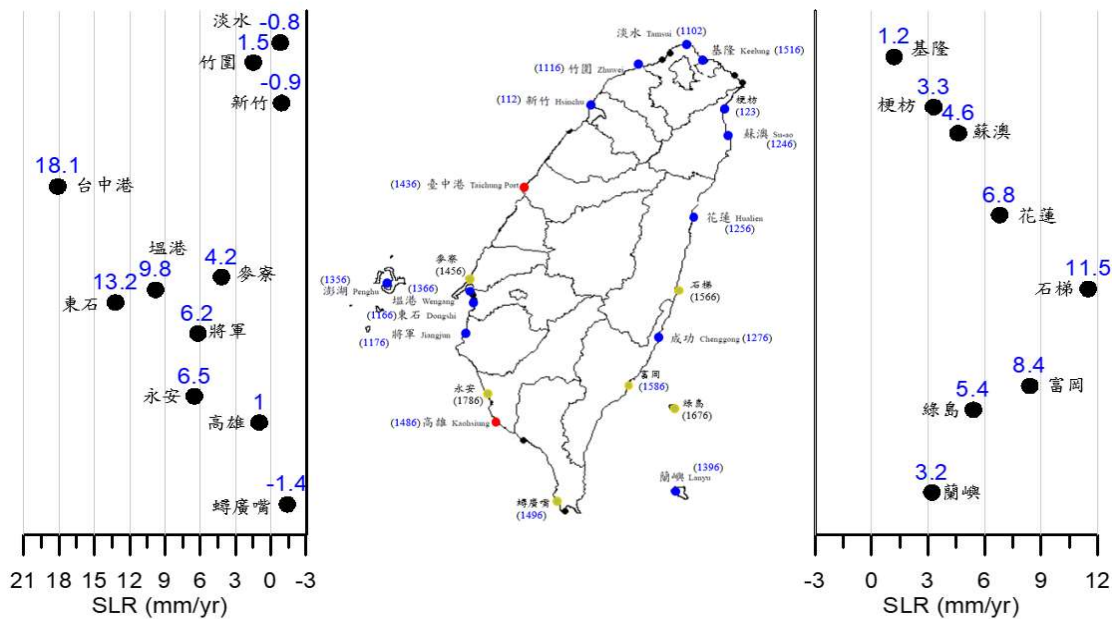


圖 54：臺灣環島潮位站海平面近 20 年來變化趨勢圖。

(五) 海洋溢油漂流預報技術

發展海洋溢油漂流預報技術主要是針對溢油事件發生初期提供線上快速計算油污漂流軌跡，提供災防機關緊急應變使用。本項技術資料來源是作業化預報風場與流場，又為了降低油污軌跡追蹤的不確定性，提供多元輸入條件來預測溢油軌跡，如圖 55 所示，包括溢油發生的時間、溢油經緯度、溢油總量、溢油種類、溢油歷時、預報長度，即可進行預測模擬。模擬程式會根據風場(TWRF)、以及使用者選定的流場(OCM、HYCOM) 模擬未來 3 天油污擴散方向與範圍，流程如圖 56 所示。模擬結果採時間堆疊之靜態展示圖，讓油污擴散的軌跡得以視覺化顯示，如圖 57 所示。

圖 57 為模擬三天的油污擴散情形，假設油污於石門近海處洩漏，並持續洩漏 12 小時，共洩漏 20 公噸，平均每三十分鐘，漏出 0.83 公噸 (大約每次溢出 10 顆油污粒子)，由結果發現，油污溢出半天後 (0.5 天左右)，油污大致遍佈整個海岸，經過大約一天，已有部分油污因為風力吹送而沾染海岸(因為地形限制演算法較為粗略，故模擬結果上油污會因為模擬時間的拉長，而較為侵入岸上，但仍可視為海岸污染之參考)，且於海上分布的範圍更加廣泛(紫色部分)。經過模擬兩天後的情境，油污粒子所及範圍更加擴大，並因為海流推動而往右側移動，隨著海流繼續推送，油污範圍已蔓延至岸際。海洋溢油漂流預報的部分，經過歷史事件的驗證，證明本項產品可在溢油發生初期提供線上快速計算油污漂流軌跡，提供權責災防機關緊急應變使用。

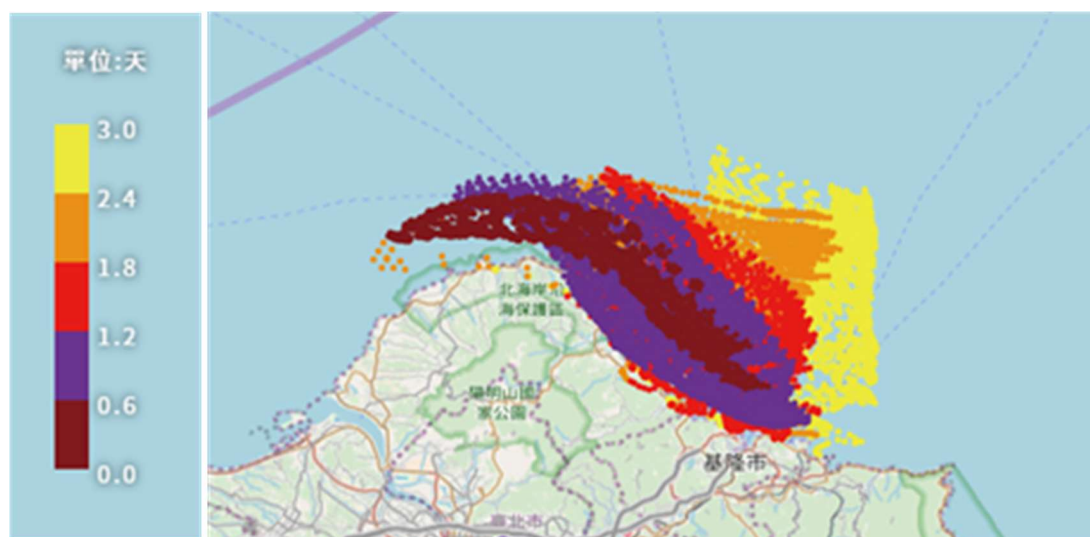
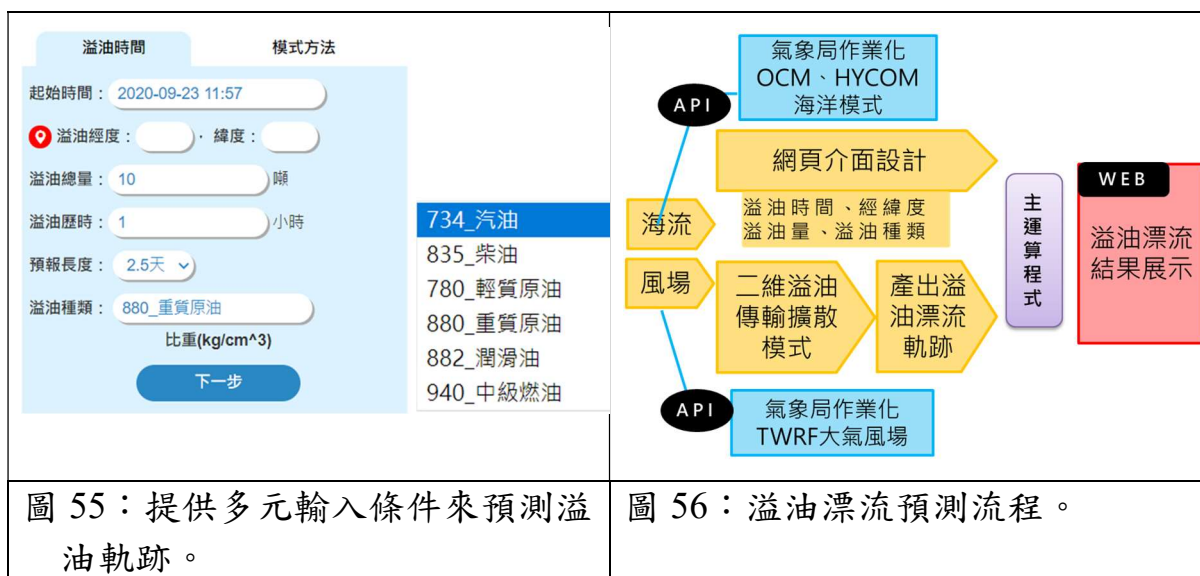


圖 57：模擬油污 3 天的擴散方向與範圍。

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)

(一) 國際合作

在 3 維海流預報模式發展方面，國立中山大學團隊與美國威廉與瑪麗學院維吉尼亞海洋科學研究所海岸資源管理中心張應龍教授組成國際合作技術團隊，共同開發臺灣海域海流模式發展資料同化耦合模組，完全分享程式碼優化理念及其未來發展 SCHISM 模式方向，提升 3 維海流預報模式、波潮耦合暴潮模式及複合性暴潮預報技術之能力。

在湧升流數值預報雛型系統發展方面，國立中山大學團隊與美國威廉與比利時皇家自然科學院 Michael Fettweis 研究員組成國際合作團

隊，完全共享中尺度影像光譜儀(The Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer，簡稱 MODIS)測得知海洋光譜資料所演算之海表層溫度及葉綠素濃度衛星資料，提升湧升流數值預報系統之技術研究能力。

在暴潮系集預報技術發展方面，已於 109 年與美國國家海洋及大氣管理局海嘯研究中心（NOAA Center for Tsunami Research, NCTR）完成技術轉移，以 Java 程式語言編寫的海嘯模式 Tweb（Web-based Tsunami Modeling Tool），其可使用瀏覽器操作，且不需要事先安裝，可以用於產生、檢視和分享海嘯預報或海嘯模擬結果，以提供研究學者與機構合作夥伴用於海嘯的研究及預報作業。透過合作，除可將臺灣境內完整納入 Tweb 計算域外，亦提供高解析度之海嘯模擬結果，展示於 Tweb 平臺，增加本局與國立中央大學水文與海洋科學研究所組成暴潮系集預報技術發展團隊之國際能見度。

在發展衛星定量降水估計方面，與美國氣象衛星合作研究所 (Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies, CIMSS)，發展高時空解析度衛星定量降水估計產品，並嘗試利用日本地球同步衛星向日葵八號多頻道及高解析度資料，及 CLAVRx (The Clouds from AVHRR Extended processing System)反演之雲水含量、雲相態及雲頂高度等參數，建立與雷達降雨估計之可能關係式。

與美國國家海洋暨大氣總署所屬之氣象發展實驗室(NOAA/MDL)合作發展，採用人工智慧(AI)最新技術，尋找對流發展有關之預報因子，以進行致災性對流機率預報，藉由合作過程培訓本局相關資料處理及產品研發人才。

(二) 人才培育

本計畫中亦以委外案件與學界、政府部門或業界進行資訊產業技術合作，可促進與學界或產業團體之跨領域合作研究，除能活絡業務思維並促進不同產業的發展外，亦對國內海象、氣象人才的培育助益良多。包括：

1. 國立中央大學暴潮預報合作團隊有博士生 2 名、碩士生 4 名參與本計畫，培養海洋科技技術人才，有助於學術科技發展與實務應用開發，擴增國內海洋科技相關人力。
2. 國立中山大學 3 維海流預報模式作業化系統團隊有博士生 1 名、碩士生 4 名參與本計畫，鑽研海氣象模擬系統、波潮耦合暴潮、複

合性暴潮及湧升流預報機制。培育人力畢業後於海象領域之專業，增益其海象研究與實務應用之能力。

3. 國立成功大學海象災防應用技術發展團隊有博士生 3 名參與本計畫，培育人力畢業後可於海洋領域之產官學研界從事相關工作，充實國家海洋人才。
4. 與國內學研單位合作，進行雷達/衛星觀測應用與產品開發等相關新技術的發展，並由博、碩士生參與，增益其研究與實務應用之能力。
5. 氣象局雷達產品開發目前已有 2 名在職進修博士生參與計畫執行，並積極培養相關衛星資料處理與產品研發之人。
6. 與美國國家海洋暨大氣總署所屬之太平洋海洋環境實驗室(NOAA/PMEL)合作發展海嘯即時預報模式，並為臺灣地區建置區域模式，期間由博、碩士生一同參與，增益其研究與實務應用之能力。
7. 與美國氣象衛星合作研究所(Cooperative Institute for Meteorological Satellite Studies, CIMSS)一同發展高時空解析度衛星定量降水估計產品。

(三) 推廣輔導

1. 進行海象災防資訊推廣

為因應災防應變機關使用者之需求，本計畫拜訪國內災防應變機關進行臺灣海象災防服務資訊需求調查，擴大舉辦臺灣海象災防環境資訊平臺資訊應用講習會 3 場次(3 場次計 87 個產官學研單位，156 人次參與)、赴相關機關辦理推廣會議 4 場次(4 場次計 44 人次參與)及局內教育訓練會議 1 場次(與會計有 10 人)，協助各目的事業主管機關、教育機關、產業、綠能及一般民眾之服務，本年度共計 210 人次參與。

(1)推廣會議

本案團隊近期與曾經拜訪的機關聯繫過程中，屢屢發現因職務調動，現職人員不了解平台功能甚或不知道有這樣的平台，因此為了增進平台使用，擇取前 3 年執行計畫期間曾經前來參與資訊平台應用講習會之機關，或曾由氣象局率團拜訪之相關災防和執業機關等單位，判斷對平台有高度需求的機關做為本年度舉辦「臺灣海象災防服務資訊推廣座談會」對象，期使本平台得以融入相關單位業務中常態使用。而在會議中，雙向交流各單位在實

際業務上的需求，或是產品使用心得與建議，可做為未來工作上的重要參考，推廣交流會議情形，如圖 58 至圖 61。

上半年度應用推廣會議，由氣象局主管率隊前往海巡署東部分署及東管處，除說明本案所發展臺灣海象災防環境資訊平台的運用，可以提供給各主管機關勤務所需資訊之服務，會中針對「臺灣海象」、「航行海象」、「海岸遊憩」及「海難漂流預報」等多項海象資訊產品，進行推廣與說明。

在下半年應用推廣的部分，則拜訪航港局及海洋保育署，重點以防救災及航安業務相關產品進行分享，主講重點為「航行海象」、「海難漂流預報」、「海洋溢油漂流預報」、「海運區域波候」及「災害個案」等資訊交流。



圖 58：109.05.29 赴海巡署東部分署辦理推廣會議。



圖 59：109.05.29 赴東管處辦理推廣會議。



圖 60：109.09.16 赴航港局辦理推廣會議。



圖 61：109.09.28 赴海洋保育署辦理推廣會議。

(2)應用講習會議

109 擴大舉辦 3 場次講習會 (馬祖場、臺南場及臺北場)，說明臺灣海象災防環境資訊平台可廣泛供航港、觀光遊憩、海保、海巡及漁業等運用，提供給各目的事業主管機關、教育機關、產業、綠能及一般民眾之服務。馬祖場、臺南場、臺北場等，馬祖場

次出席 9 個單位 19 位人次(如圖 62，參與單位包含海軍馬祖基地指揮部、陸軍馬祖防衛指揮部、空勤總隊、交通部觀光局、馬祖風景區管理處、海洋委員會海巡署金馬澎分署、海洋委員會海巡署艦隊分署第十海巡隊、馬祖區漁會漁業通訊電臺、馬祖氣象站、玉山氣象站)、臺南場次出席 31 個單位 55 位人次(如圖 63，參與單位包含海洋委員會海洋保育署、臺江國家公園管理處、海洋國家公園管理處、交通部觀光局東部海岸國家風景區管理處、交通部觀光局雲嘉南濱海國家風景區管理處、交通部航港局中部航務中心、海洋委員會國家海洋研究院、海洋委員會海巡署東南沙分署、高雄市政府海洋局、行政院農業委員會漁業署漁業廣播電臺、彰化縣政府環境保護局、臺南市政府環境保護局、屏東縣政府環境保護局、財團法人國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心、臺灣港務股份有限公司高雄港務分公司、臺灣港務港勤股份有限公司、台灣中油股份有限公司油駁中心、台灣中油股份有限公司天然氣事業部海管室、臺灣電力股份有限公司興達發電廠、麥寮工業區專用港管理股份有限公司、國立中山大學海洋科學系、國立高雄科技大學博雅教育中心、海洋事務中心、內政部空勤總隊三大隊、墾丁國家公園管理處、金屬中心、行政院農委會水試所海水中心)和臺北場次出席 47 個單位 82 人次(如圖 64，參與單位包含國防部海軍司令部、經濟部水利署水利規劃試驗所、交通部運輸研究所、交通部觀光局北海岸及觀音山國家風景區管理處、交通部觀光局澎湖國家風景區管理處、行政院農業委員會漁業署、金門區漁會漁業通訊電臺、行政院農業委員會水產試驗所、海洋委員會海巡署北部分署、海洋委員會海巡署金馬澎分署、基隆市環境保護局、新北市政府環境保護局、桃園市政府海岸管理工程處、國立臺灣大學海洋研究所、國立臺灣大學體育室、財團法人工業技術研究院綠能與環境研究所、臺灣港務股份有限公司基隆港務分公司、臺灣港務港勤股份有限公司、台灣中油股份有限公司、台灣中油股份有限公司煉製事業部桃園煉油廠、台灣中油股份有限公司基隆供油服務中心、台灣電力股份有限公司綜合研究所、台灣電力股份有限公司海域風電施工處、台灣電力股份有限公司再生能源處、台灣電力股份有限公司林口發電廠、台灣電力股份有限公司電源開發處、淳品實業股份有限公司、中華民國衝浪運動協會、陽明海運股份有限公司、長榮海運股份有限公司、達德能源股份有限公司、自強工程顧問有限公司、中興工程顧問股份有限公司、台灣世曦工程顧問股份有限公司、財團法人船舶

暨海洋產業研發中心、中能發電股份有限公司、三商電腦股份有限公司、緯哲氣象股份有限公司、中華民國全國漁會、臺灣防災產業協會)；三場次共計 87 個產官學單位，156 人次參與；其中事業主管機關出席 48%、產業 47%及學研 5%等出席與會，針對不同使用者推廣不同的產品，包括：「臺灣海象」、「海岸潮線預報」、「帆船潮流預報」、「海岸長浪海溫」、「航行海象」及「分區海況播報」等多項海象資訊產品，提供即時及觀測的海象資訊，有效加值資訊服務，提升政府執行各項災害性海象事件的預警與防災能力，降低各種災害之損失，增加氣象局在海上災害防救的服務績效。



貳、 檢討與展望

(一) 建置及增進近岸區域海象預報整合子系統

1. 建置暴潮系集預報系統

本計畫第 4 年度中執行之「暴潮系集預報系統誤差機率分布路徑成員於作業化上線測試」方面，受限於本年度侵臺之颱風氣象場相對微弱，強度不足以在各潮位站引發明顯之暴潮訊號進行有效誤差分析。除此之外，在系集預報系統發展中之歷年案例分析中，仍會在部分測站中發現，考量多組系集路徑成員時無法透過包絡線涵蓋所有的觀測資料，目前較傾向該週期性震盪為部分測站之地形特性，通常會在此一類型的測站資料造成預報水位與觀測水位比對與判讀暴潮偏差時之困難。目前已知暴潮偏差水位中之週期性震盪主要原因來自調和分析與觀測資料存在誤差，建議未來應探討如何將潮汐模式預報水位之長期平均誤差納入產品呈現中以供作業員及下游單位參考。

以現有預報模式而言，建議可透過颱風事件後最佳路徑及氣象場參數，加以評估模式之最佳模擬情形與觀測資料間的差距，進而區分誤差源自模式表現能力或上游模式輸入之預報誤差，以評估後續模式的精進方向。

現階段作業化之預報系統仍維持考量平行路徑誤差及垂直路徑誤差各 5 組之系集成員組合執行預報作業。颱風強度還可用颱風 7 級風半徑、中心最低氣壓、最大風速等參數進行描述，亦可透過各項資料之誤差分布產生系集成員，惟當考量的因素越多，系集成員的數量將以次方級的倍率成長，且各項與強度相關之參數間存在非線性關聯，建議後續研究應探討如何將其加以應用。

2. 提升海象預報技術

為提供民眾更多相關海氣象資訊，及漁業產量相關環境參數，本計畫執行 3 維海流預報作業化系統及開發波潮耦合暴潮模式系統，每日預報作業提供海溫、潮汐水位、波浪等等資訊。因機器作業程序繁雜且多，處理時間長，透過與美國維吉尼亞威廉與瑪麗學院海洋科學研究所張應龍教授國際研究合作，共同開發並精進擴充海流模式功能，以改進數值模擬及計算時間，未來將以開源及多種函示庫支援之 python 語言改寫部分程式碼，可同時處理資料並可視化資訊，也可作為跨領域語言，提升管理者執行管理效率。在追蹤全球 GDP、ARGO 軌跡資料、衛星資料 GHRSSST 及全球模式 RTOFS 比對分析中，發現預報場溫度誤差及 ARGO 垂直剖面在表層的差異，未來可加入氣象場之表層通量相關參數進行敏感度分析，改善預報場誤差，亦或是開發資料同化模組，降低分析比對誤差並提升預報準確度。

波潮耦合暴潮模式系統，與海流預報作業化系統同步改進，除了持續建置 3 維波潮耦合暴潮模式上線作業化預報系統，且針對河川模擬，考量極端天氣及流量變化，欲新增河川流域數值預報模擬系統，如淡水河與基隆河、愛河等等。而臺灣海域湧升流數值預報雛型系統，分析海洋觀測資料及海流預報資料，歸納湧升流機制及影響因子，以湧升流指標及葉綠素分布提供相關資訊，未來將考慮氣候變遷因素，精進臺灣海域湧升流預報系統。

3. 發展新一代海域海象預報技術

在 106 至 109 年海象預報的基礎上，推動「智慧海象環境災防服務」計畫(110 至 115 年)，以智慧化的方針推動發展海域海象預報技術，相關效益包含精進全球海氣耦合模式、建構環島異常波浪預警系統，強化氣象災害預估能力，降低致災風險，增進氣候資訊應

用之經濟效益；完善海域風能預報系統，架構公私部門資料交換與資源共享合作環境，提供綠能發電、海事工程與維運所需之海氣象資訊，節省營運成本並促進能源轉型等。

(二) 建置西北太平洋海象資料庫與臺灣海象災防平臺

完成建置臺灣海象災防環境資訊平台目標(106 至 109 年)，建置海象災防網站(<https://ocean.cwb.gov.tw>)，提供風、浪、流、潮、霧、天氣、潮間帶、各國經濟海域與海水位高度等 55 項西北太平洋地理圖資，以及海洋溢油、海難漂流預報、漁業海溫預警、航行海象、海岸潮線預報、區域波候、海洋熱含量監測、海平面變化、極端暴潮線、海域災害資料庫等 10 項災防加值應用，除協助應變機關提升海域救災效率，並推廣於離島海運航安、海域遊憩、海上施工、海洋綠能經營與學研使用。

除過去海象災防環境資訊平台成果，在全新的「智慧海象環境災防服務」計畫(110 至 115 年)上，運用 5G 通訊科技、大數據、人工智慧、智慧物聯網等創新科技應用進行新一代的智慧海象資訊服務，相關效益包含銜接數位政府智慧國土時空資訊雲，銜接智慧政府資料管道，導入智慧決策系統，整合海氣象監測、預報及電子海圖，促進航運及航行安全；提供海岸海象變遷與風險潛勢服務，以利長期氣候策略調適與災害預警及國土規劃應用，降低極端海象帶來之風險及災損；發展藍色產業海象服務，加入大數據分析進行最佳化預報，提高民眾參與親水活動、降低離岸風力發電產業海上作業風險等。

(三) 開發新式衛星與雷達衍生產品

109 年度利用新一代氣象衛星高時、空間解析度觀測資料，產製海洋葉綠素與衛星定量降水估計等應用產品，並發展模糊邏輯演算法以進行非天氣回波辨別及濾除之技術。未來將持續改善海洋葉綠素與衛星定量降水估計相關演算技術，提升產品之準確性，並持續發展模糊邏輯演算法，擴大運用在分辨雷達觀測資料之地形、地物雜波與海面回波等資訊，提高對雷達相關產品之品質管控。此外，亦將開發颱風版之雷達 3 維風場，提供不同高度之颱風風場，協助預報人員研判颱風強度，並嘗試利用熱力方程來反演熱力場、水氣場，建立完整 3 維氣象場供數值模式使用。

(四) 發展未來 3 小時災害性天氣之鄉鎮尺度定量降雨預報技術

本年已分別完成 0-1 小時弱綜觀與混合型之強對流機率預報技術，惟建立迴歸模式時，使用的個案數可能不夠充分，以致影響預報的準確性，未來將持續蒐集相關個案與新增可能的預報因子，以提高機率預報的可信度。另，藉由發展雷達外延與數值預報之融合技術，提高 0-3 小時定量降水預報準確度，未來將持續改善線性融合與非線性融合的權重函數，產製更客觀之 0 至 3 小時定量降水預報指引，提供預報人員進行極短期定量降水預報作業。

(五) 建置衛星產品展示平臺

109 年完成強化衛星產品整合平臺之管理、網頁操作與產品監控等功能，並擴充資料儲存設備；新增以電子地圖顯示雲頂溫度、氣溶膠厚度與海溫等數據資料之時間序列及區域平均值。未來將持續發展以電子地圖顯示更多的遙測產品，加強平臺的穩定性與資料安全性，以提供 24 小時不間斷的服務，並配合本局開放資料(Open data)政策，提供相關單位參考運用，達到政府資訊公開、強化公民參與等目標，提升遙測資料的應用價值與服務效能。

參、 其他補充資料

一、 跨部會協調或與相關計畫之配合

(一) 拜訪災防應變機關，進行海象災防資訊推廣

為因應災防應變機關使用者之需求，本計畫拜訪國內災防應變機關進行臺灣海象災防服務資訊需求調查，擴大舉辦臺灣海象災防環境資訊平臺資訊應用講習會 3 場次(3 場次計 87 個產官學研單位，156 人次參與)、赴相關機關辦理推廣會議 4 場次(4 場次計 44 人次參與)及局內教育訓練會議 1 場次(與會計有 10 人)，協助各目的事業主管機關、教育機關、產業、綠能及一般民眾之服務，本年度共計 210 人次參與。

二、 大型科學儀器使用效益說明

為提升海氣象預報的精確度與預報時間，本局不斷地研究發展新的數值海象與天氣預報模式，例如全球數值天氣預報模式將提升模式解析度與增加颱風預報模式、區域數值海象及天氣預報模式也將解析度提升到 1 公里。因時空解析度提高，海氣象模式的計算能量需求也不斷地提升，海氣象預報須在極短時間內產生，超過預報時效的海氣象預報產品也就喪失存在價值，故海氣象模式執行所需計算資源日趨龐大方可滿足數值海氣預報作業所需，且作業與科技研發須齊頭並進方可保持本局模式技術之進步，

因此擴充高速運算電腦之計算能力為目前當務之急。本年度海流模式解析度由 1 公里部分提升至 300 至 500 公尺，並同時延長預報時效至 96 小時，且整體預報時間增加 15 分鐘，顯見擴充高速運算電腦之計算能力具有實際之效益。

另為要獲取海上珍貴的關鍵海氣象資料，執行計畫期間，每年至西北太平洋外洋回收與重新布放海氣象觀測浮標，運用國內臺大海洋所開發的海氣象資料密集同步觀測技術，搭配適合且現有的觀測儀器，可近即時將氣象及水下 500 公尺的溫、鹽、海流、螢光、溶氧資料，透過衛星回傳至地面作業單位，這些寶貴的資料對於海象環境變遷、海洋熱含量變異、實測颱風結構與強度變化、自然災害防救等面向都有極重要的價值，而在開發海洋熱含量相關觀測系統之過程，同時建構國內海氣象觀測關鍵技術，除技術生根，亦有商業產能經濟領域之價值。

三、其他補充說明(分段上傳)

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

四、參考文獻

- 陳奕翰，2020:極短期強對流機率預報系統之建置與評估。交通部中央氣象局報告書。
- Berenguer, M., D. Sempere-Torres, C. Corral, and R. Sánchez-Diezma, 2006, A fuzzy logic technique for identifying nonprecipitating echoes in radar scans. *J. Atmos. Oceanic Technol.*, 23, 1157–1180
- Hwang, Y., A. J. Clark, V. Lakshmanan, and S. E. Koch, 2015, Improved nowcasts by blending extrapolation and model forecasts. *Wea. Forecasting*, 30, 1201–1217.
- Liou, Y.-C., and Y.-J. Chang, 2009, A variational multiple-Doppler radar three-dimensional wind synthesis method and its impacts on thermodynamic retrieval. *Mon. Wea. Rev.*, 137, 3992–4010.
- _____, S.-F. Chang, and J. Sun, 2012, An application of the immersed boundary method for recovering the three-dimensional wind fields over complex terrain using multiple-Doppler radar data. *Mon. Wea. Rev.*, 140, 1603–1619.
- Roebeling, R.A.; Holleman, I, 2009, SEVIRI rainfall retrieval and validation using weather radar observations. *J. Geophys. Res. Atmos.* 114, 1–13.
- Ronneberger, O., P. Fischer, and T. Brox, 2015, U-Net: Convolutional networks for biomedical

image segmentation. arXiv:1505.04597

Sadeghi, M., A. A. Asanjan, M. Faridzad, P. Nguyen, K.-L. Hsu, S. Sorooshian¹, D. Braithwaite, 2019, PERSIANN-CNN Precipitation Estimation from Remotely Sensed Information Using Artificial Neural Networks - Convolutional Neural Networks. *J. Hydrometeorology*, 20, 2273-2289

Wentz, F. J., and R. W. Spencer, 1998, SSM/I Rain retrievals within a unified all-weather ocean algorithm, *J. Atmos. Sci.*, 55, 1613 – 1627, doi:10.1175/1520-0469

附表、佐證資料表

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

【A 論文表】

題 名	第一作者	發表年(西元年)	文獻類別	成果歸屬
即時海象資料在海域遊憩之應用	范揚洺	2020	E	建置海域環境災防服務系統
全球海洋水文資訊整合系統在海洋事務之應用	范揚洺	2020	E	建置海域環境災防服務系統
應用潮位資料推估臺灣海平面上升趨勢之研究	謝志敏	2020	E	建置海域環境災防服務系統
Geovisualization prevention warning information service for maritime disaster	范揚洺	2020	F	建置海域環境災防服務系統
Long Short-Term Memory Recurrent Neural Network for Tidal Level Forecasting	楊正宏	2020	D	建置海域環境災防服務系統
Submesoscale eddy and frontal instabilities in the Kuroshio interacting with a cape south of Taiwan	鄭宇昕	2020	D	建置海域環境災防服務系統
南灣海水週期性溫降之特性與預警	鄭宇昕	2020	E	建置海域環境災防服務系統
應用行動裝置之加速度感應器測量波浪	張凱富	2020	E	建置海域環境災防服務系統
Propagation Speeds of Shoaling Internal Solitary Waves in the South China Sea: A satellite Investigation and Theoretical Interpretation	鄭宇昕	2020	F	建置海域環境災防服務系統
Typhoon observations from the surface buoys in the western North Pacific subtropical ocean	張凱富	2020	F	建置海域環境災防服務系統

Ocean forecast system around Taiwan and its data assimilation prototype	尤皓正	2020	F	建置海域環境災防服務系統
中央氣象局波潮耦合暴潮模式模擬案例分析	朱啟豪	2020	E	建置海域環境災防服務系統
臺灣海域 3 維海流作業化預報模式與 ARGO 觀測資料校驗分析	周姿吟	2020	E	建置海域環境災防服務系統
臺灣海域 3 維海流作業化預報模式降雨對表層鹽度之敏感度分析	周姿吟	2020	E	建置海域環境災防服務系統
波潮耦合模式作業化及案例分析	王啟竑	2020	E	建置海域環境災防服務系統
A development of prediction method applies in coastal upwelling around Taiwan	徐誌壕	2020	E	建置海域環境災防服務系統
臺灣湧升流預報系統之開發	徐誌壕	2020	E	建置海域環境災防服務系統
發展風暴潮影響強度法並重建 1845 雲林口湖風暴潮事件	許家鈞	2020	E	建置海域環境災防服務系統
以影響強度法分析與重建 1845 雲林口湖風暴潮事件	許家鈞	2020	E	建置海域環境災防服務系統
發展印度洋風暴潮速報系統	曾博森	2020	E	建置海域環境災防服務系統
以 COMCOT-SS 預報印度洋之風暴潮	曾博森	2020	E	建置海域環境災防服務系統
颱風暴潮假想路徑系集預報系統之開發與評估	林君蔚	2020	E	建置海域環境災防服務系統
以颱風路徑分布法建構臺灣颱風暴潮系集預報系統	林君蔚	2020	E	建置海域環境災防服務系統

Storm Surge Case Study and Simulation Tool	吳祚任	2020	F	建置海域環境災防服務系統
Discrepancies on Storm Surge Predictions by Parametric Wind Model and Numerical Weather Prediction Model in a Semi-Enclosed Bay: Case Study of Typhoon Haiyan	蔡育霖	2020	D	建置海域環境災防服務系統
Effects of Island Topography on Storm Surge in Taiwan Strait during Typhoon Maria	楊潔	2020	D	建置海域環境災防服務系統
Influence of wind induced antenna oscillations on radar observations and its mitigation	Chang, Pao-Liang	2020	D	建置遙測災防服務系統
中央氣象局雨滴譜儀觀測網資料品質與分析	盧可昕	2020	B	建置遙測災防服務系統
模糊邏輯分類演算法於臺灣雷達作業資料品質控制之應用	王忠斌	2020	E	建置遙測災防服務系統
極短期強對流機率預報系統發展現況	馮智勇	2020	E	建置遙測災防服務系統
多都卜勒氣象雷達3維風場合成技術作業化應用結果說明	廖宇慶	2020	E	建置遙測災防服務系統
PDF Matching 衛星定量降水估計技術可用性評估	劉郁青	2020	E	建置遙測災防服務系統
對流起始用於夏天午後對流偵測	楊傳琮	2020	E	建置遙測災防服務系統

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

【B 合作團隊(計畫)養成表】

團隊(計畫)名稱	合作對象	合作模式	團隊(計畫)性質	成立時間(西元年)	成果歸屬
暴潮預報合作團隊	國立中央大學 水文與海洋科學研究所	B	A	2017	建置海域環境災防服務系統

衛星遙測技術團隊	國立中央大學 太空及遙測研究中心	B	A	2017	建置遙測災防服務系統
海象災防應用技術發展團隊	國立成功大學 近海水文中心	B	A	2017	建置海域環境災防服務系統
異常海水溫災防應用技術發展團隊	國立臺灣大學 海洋研究所	B	A	2017	建置海域環境災防服務系統
海氣象模擬系統預報合作團隊	國立中山大學 海洋環境及工程學系	B	A	2017	建置海域環境災防服務系統
海洋水色應用技術發展團隊	國立臺灣海洋大學 海洋環境資訊系	B	A	2020	建置遙測災防服務系統
海象災防應用技術發展團隊	資拓宏宇國際股份有限公司	B	A	2018	建置海域環境災防服務系統
資料同化耦合海流模式系統技術團隊	美國威廉與瑪麗學院 維吉尼亞海洋科學研究所 海岸資源管理中心	C	A	2019	建置海域環境災防服務系統
海嘯預報合作團隊	美國 NOAA 所屬 海嘯研究中心	C	A	2020	建置海域環境災防服務系統
衛星遙測技術發展跨國合作團隊	美國 NOAA 所屬 氣象衛星合作研究所	C	A	2019	建置遙測災防服務系統

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

【C 培育及延攬人才表】

姓名	機構名稱	學歷	性質	成果歸屬
王啟竑	國立中山大學 海洋環境及工程學系	A	B	建置海域環境災防服務系統
曾智揚	國立中山大學 海洋環境及工程學系	B	B	建置海域環境災防服務系統
余彥緯	國立中山大學 海洋環境及工程學系	B	B	建置海域環境災防服務系統
顏辰宇	國立中山大學	B	B	建置海域環境災防服務系統

	海洋環境及工程學系			
郭謹如	國立中山大學 海洋環境及工程學系	B	B	建置海域環境 災防服務系統
蔡育霖	國立中央大學 水文與海洋科學研究所	A	C	建置海域環境 災防服務系統
林君蔚	國立中央大學 水文與海洋科學研究所	A	C	建置海域環境 災防服務系統
許家鈞	國立中央大學 水文與海洋科學研究所	B	C	建置海域環境 災防服務系統
曾博森	國立中央大學 水文與海洋科學研究所	B	C	建置海域環境 災防服務系統
曾啟倚	國立中央大學 水文與海洋科學研究所	B	C	建置海域環境 災防服務系統
黃逸軒	國立中央大學 水文與海洋科學研究所	B	C	建置海域環境 災防服務系統
陳彥龍	成功大學水利及 海洋工程學系	A	E	建置海域環境 災防服務系統
邱啟敏	成功大學水利及 海洋工程學系	A	E	建置海域環境 災防服務系統
薛炳彰	成功大學水利及 海洋工程學系	A	B	建置海域環境 災防服務系統
方偉庭	國立臺灣大學	A	B	建置遙測災防 服務系統
唐玉霜	國立中央大學	A	B	建置遙測災防 服務系統

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

【D1 研究報告表】

報告名稱	作者姓名	出版年(西元年)	是否被採納	成果歸屬
「建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統-109 年度海氣象災防環境服務作業系統建置(4/4)」-近岸區域浪潮耦合暴潮子系統期末報告	周姿吟、王啟竑、徐誌壕、余彥緯、王建堯、于嘉順	2020	C	建置海域環境 災防服務系統

臺灣海域湧升流數值預報離形系統評估及分析報告	周姿吟、徐誌壕、于嘉順	2020	C	建置海域環境災防服務系統
「暴潮系集預報系統發展暨波浪與暴潮校驗系統建置(4/4)」期末報告書	吳祚任	2020	C	建置海域環境災防服務系統

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

【F 形成課程教材手冊軟體表】

名稱	性質	類別	發表年度 (西元年)	出版單位	是否為 自由軟體	成果歸屬
異常海水溫與海難漂流預報技術發展(4/4)教育訓練	A	D(舉辦課程 4 小時)	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統
異常海水溫與海難漂流預報技術發展(4/4)教育訓練教材	B	A	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統
海象災防應用技術發展(4/4)教育訓練教材	B	A	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統
海象災防應用技術發展應用講習教材	B	A	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統
「109 年度海象災防環境資訊系統環境」教育訓練教與操作手冊	C	A	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統
「近岸區域波潮耦合暴潮子系統」西北太平洋 3 維海流模式子系統教育訓練課程	A	D(舉辦課程 4 小時)	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統
「近岸區域波潮耦合暴潮子系統」臺灣海域波浪子系統教育訓練課程	A	D(舉辦課程 2 小時)	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統
「近岸區域波潮耦合暴潮子系統」臺灣海域波潮耦合暴潮子系統教育訓練課程	A	D(舉辦課程 2 小時)	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統
「近岸區域波潮耦合暴潮子系統」西北太	B	A	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統

平洋 3 維海流模式子系統教育訓練教材						
「近岸區域波潮耦合暴潮子系統」臺灣海域波浪子系統教育訓練教材	B	A	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統
「近岸區域波潮耦合暴潮子系統」臺灣海域波潮耦合暴潮子系統教育訓練教材	B	A	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統
西北太平洋 3 維海流模式子系統新版系統操作手冊 (含程序(shell)說明)」	C	A	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統
「臺灣海域波潮流耦合暴潮子系統新版系統操作手冊 (含程序(shell)說明)」	C	A	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統
臺灣海域暴潮系集預報系統訓練課程	A	D(舉辦課程 2 小時)	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統
臺灣海域暴潮校驗系統訓練課程	A	D(舉辦課程 2 小時)	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統
臺灣海域風速校驗系統訓練課程	A	D(舉辦課程 2 小時)	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統
臺灣海域波浪校驗系統訓練課程	A	D(舉辦課程 2 小時)	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統
臺灣海域暴潮系集預報系統操作說明手冊	C	A	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統
臺灣海域暴潮校驗系統操作說明手冊	C	A	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統
臺灣海域風速校驗系統操作說明手冊	C	A	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統
臺灣海域波浪校驗系統操作說明手冊	C	A	2020	中央氣象局	否	建置海域環境災防服務系統
海洋水色反演與校正系統手冊(教材)	C	A	2020	中央氣象局	否	建置遙測災防服務系統

衛星產品整合顯示系統手冊(教材)	C	A	2020	中央氣象局	否	建置遙測災防服務系統
強化臺灣自動化即時預報系統手冊(教材)	C	A	2020	中央氣象局	否	建置遙測災防服務系統
WISSDOM 系統作業化流程建置手冊(教材)	C	A	2020	中央氣象局	否	建置遙測災防服務系統
0-3 小時數值模式與雷達外延融合技術報告書	C	A	2020	中央氣象局	否	建置遙測災防服務系統

註：性質分成 A 課程、B 教材、C 手冊；類別分成 A 文件式、B 多媒體、C 軟體(含 APP)、D 其他(請序明)；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【H 技術報告檢驗方法表】

技術或檢驗方法名稱	性質	作者姓名	出版年 (西元年)	出版單位	成果歸屬
異常海水溫與海難漂流預報技術發展(4/4)期末報告	A	張明輝、詹森、楊穎堅、張宏毅、鄭宇昕、謝佳穎、黃志璋	2020	中央氣象局	建置海域環境災防服務系統
建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫-109 度海象災防應用技術發展(4/4)期末報告書	A	高家俊、范揚泓、王良生、邱惠絹、陳聖學、張恆文、陳彥龍、林宏昌	2020	中央氣象局	建置海域環境災防服務系統
109 年度「海象災防環境資訊系統環境建置」期末工作報告	A	李韋霆、許怡真	2020	中央氣象局	建置海域環境災防服務系統
109 年海洋水色反演與校正系統報告書	A	資拓宏宇氣象團隊	2020	中央氣象局	建置遙測災防服務系統
109 年衛星產品整合顯示系統報告書	A	資拓宏宇氣象團隊	2020	中央氣象局	建置遙測災防服務系統
109 年強化臺灣自動化即時預報系統報告書	A	資拓宏宇氣象團隊	2020	中央氣象局	建置遙測災防服務系統
109 年 WISSDOM 系統作業化流程建置報告書	A	資拓宏宇氣象團隊	2020	中央氣象局	建置遙測災防服務系統
0-3 小時雷達外與數值模式融合技術報告書	A	多采科技氣象團隊	2020	中央氣象局	建置遙測災防服務系統

註：性質分成 A 技術報告、B 檢驗方法；成果歸屬請填細部計畫名稱。

【Y 資訊平台資料庫表】

資訊平臺/資料庫名稱	內容描述	類別	資料筆數	成果歸屬
西北太平洋海象資料庫	接收處理海、氣象監測與預報資料，針對資料進行蒐集與防災產品產製繪製，並開發檢核品管與統計程式與操作介面。	Multimedia	1 式	建置海域環境 防災服務系統
臺灣海象防災環境資訊平臺	應用網頁顯示技術，針對網路上一般使用者提供海洋環境資料提供介面、海象監測預報即時服務功能等，並提供各項防災應用服務查詢所需海氣象資料。	Multimedia	1 式	建置海域環境 防災服務系統
衛星產品整合平臺	彙整本局大氣、海洋與陸地等各項環境監測產品，提供民眾、政府機構與學術研究單位參考使用，提升海象與氣象防災資訊的應用價值及服務。	Multimedia	1 式	建置遙測 防災服務系統

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