

111 年度政府科技發展計畫 績效報告書 (D006)

計畫名稱：

智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)

執行期間：

全程：自 111 年 01 月 01 日 至 115 年 12 月 31 日止

本期：自 111 年 01 月 01 日 至 111 年 12 月 31 日止

主管機關：交通部

執行單位：中央氣象局

111年度政府科技發展計畫審查意見辦理情形表(檔案上傳)

序號	審查意見	辦理情形

註：請下載格式後，以 word 軟體撰寫編輯，再轉存成未加密之 pdf 檔上傳至系統。格式中灰色字體說明部份，請於完成編輯後自行刪除。

目 錄

【111 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】	2
第一部分	8
壹、目標與架構 (系統填寫).....	9
一、總目標及其達成情形	9
二、架構 (系統產出，不另行填寫).....	14
三、細部計畫與執行摘要	16
貳、經費執行情形	22
一、經資門經費表(E005).....	22
二、經費支用說明	23
三、經費實際支用與原規劃差異說明	24
第二部分	25
壹、成果之價值與貢獻度	26
貳、檢討與展望	59
參、其他補充資料	62
一、跨部會協調或與相關計畫之配合	62
二、大型科學儀器使用效益說明	64
三、其他補充說明(分段上傳)	64
附表、佐證資料表	67

【111年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】

審議編號	111-1502-02-27-02					
計畫名稱	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)					
主管機關	交通部					
執行機關	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				
	電話	02-23491190	電子郵件	gfs3@cwb.gov.tw		
計畫類別	<input checked="" type="checkbox"/> 政策計畫 <input type="checkbox"/> 一般計畫 <input type="checkbox"/> 基礎研究 <input type="checkbox"/> 前瞻計畫					
重點政策項目	<input type="checkbox"/> 數位經濟與服務業科技創新 <input type="checkbox"/> 亞洲·矽谷 <input type="checkbox"/> 智慧機械 <input type="checkbox"/> 綠能產業 <input type="checkbox"/> 生醫產業 <input type="checkbox"/> 國防產業 <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"/> 文化創意產業科技創新 <input checked="" 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> % 數位科技__% 工程科技__% 人文社會__% 科技創新__% 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	111 年 1 月 1 日至 111 年 12 月 31 日					
全程期間	111 年 1 月 1 日至 115 年 12 月 31 日					
資源投入 (以前年度 請填決算數)	年度	經費(千元)		人力(人/年)		
	111	171,000		32		
	112	165,000		32		
	113	170,000		32		
	114	170,000		32		
	合計	676,000		128		
	111 年度	經費項目		預算數(千元)	決算數(千元)	執行率 (%)
		經常門	人事費	0	0	0
			材料費	0	0	0
			其他經常支出	14,100	13,962	99.02%
			小計	14,100	13,962	99.02%
		資本門	土地建築	0	0	0
			儀器設備	0	0	0
			其他資本支出	156,900	155,700	99.24%
小計			156,900	155,700	99.24%	
經費合計		171,000	169,662	99.21%		

政策依據

(一)總統宣示

- 針對 107 年 8 月 23 日熱帶性低氣壓所帶來的豪雨影響情形，蔡英文總統於 24 日上午 11 時 30 分，在總統府狀況室與中央災害應變中心進行視訊會議，特別提到「氣象預報和預警是重中之重」。總統也特別提醒，提供預測、預警，預先採取防災應變是優先選項。如何告知民眾防災訊息，採取防災行動，應該更從民眾角度來思考。不論中央和地方，都要讓民眾第一時間接受到資訊，採取預防措施。
- 蔡總統 107 年 4 月 28 日出席海洋委員會(以下簡稱海委會)揭牌儀式，籲「立足臺灣，航向海洋」，強調海洋是臺灣最重要的出路，並提示「健全海洋法治，做好生態保育工作」、「配合政策，推動海洋產業」及「強化海洋研究能量，培育海洋人才」3 個努力方向。

(二)107 年 3 月 29 日第 3594 次會議通過行的政院 108 年度內政、族群及轉型正義之施政方針

行政院 108 年度針對內政、族群及轉型正義之施政方針，摘列如下：

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。

(三)行政院於 105 年 10 月通過綠能科技產業創新推動方案，並將綠能科技列為「五加二產業創新」計畫之一

離岸風電產業的推動，必然需要面對颱風影響海上安全的衝擊。為能協助綠能產業的永續發展，從風場選址規劃、風力機組設計施工、後續維運等階段都需要海洋環境實測數據作為依據。

(四)行政院 107 年 12 月 27 日第 3632 次院會決議

在行政院長主持的第 3632 次院會上，國家發展委員會陳報「智慧政府規劃」報告中決定，摘列如下：

	<ol style="list-style-type: none"> 1. 國發會提報之「智慧政府規劃」屬臺灣加速與國際同步推動政府數位轉型之重要政策，運用人工智慧等新興科技，優化決策品質，建構下一代智慧政府公私協力治理模式，進而帶來更創新便捷之服務、體現更透明治理之政府。 2. 「資料」為發展智慧政府創新服務之核心，請各部會配合智慧政府規劃，破除藩籬，運用安全可靠之骨幹網路，進行跨機關間資料共享共用，提升資料應用價值。 3. 請各部會優先配置資源辦理政府業務流程全程線上處理等各項具體作為，並從民眾需求加強跨域服務流程改造，請國發會擬定整體行動方案，統籌協調各機關執行，以落實智慧政府目標。 <p>(五)行政院「數位國家-創新經濟發展方案(106至114年)」</p> <p>行政院「數位國家-創新經濟發展方案(106至114年)」共有7大主軸行動計畫，摘列如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 落實各級政府資料治理，建構「跨域整合」、「主動提供」、「量身打造」、「無所不在的服務」的一站式政府智慧服務，打造公私協力、自由存取、組合服務的環境，落實「政府即平臺(Government as a Platform)」的目標。 2. 結合政府及民間資源，推動智慧城鄉區域聯合治理與建設，發展以人為本之創新生活應用及公共服務。 3. 推動大數據和人工智慧前瞻技術發展，帶來新一代殺手級的應用。
<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)執掌全國海象與氣象監測、預報預警與資料應用服務等業務，長期致力於觀測技術、作業科技研究、預報服務之作業發展，已逐步建構觀測、預報、服務等海象業務體系。同時針對總統治國理念、行政院施政主軸、交通發展願景、當前社會狀況及未來發展需要的考量，訂定本局「推動現代化氣象觀測」、「發展精緻化氣象預報」及「開創多元化氣象服務管道」願景，讓觀測更充實、預報再精進、服務應所需，並達成防災減災及促進經濟發展之目標，為健康智慧臺灣提供優質氣象資訊。</p> <p>本計畫除了延續「建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統」成果，同時因應現代化社會對於氣象資訊應用的需求，擬定「發展海域海象預報技術，打造安全海域活動環境」、「推動智慧海象服務，建立一站整合式科技智慧雲端海象服務」及「精進海域海象監測作業，</p>

	<p>逐步厚實近岸觀測能量」3 大目標做為發展業務主軸，在現有海象預報與海象環境災防服務系統的數據服務基礎上，精進整合上下游之耦合海氣預報系統，提高中短期海象預報可預測度，以及利用人工智慧、大數據分析與海象資訊整合及製作增值產品的策略，符合「開放標準」、「共通平臺」的國際資料開放趨勢，提供更準確、更及時、更多元海象訊息，應用於海上災防、航運業、漁業、新能源、海洋產業等，達到「以人為本、創新價值、永續發展」的願景。</p>		
<p>計畫摘要</p>	<p>本計畫遵照總統治國理念及行政院「數位國家·創新經濟發展方案(106 至 114 年)」的「數位國家、智慧島嶼」總政策綱領，同時因應未來天然災害、土地使用、海岸、能源供給及產業等領域對於海氣象資訊氣候應用的需求，擬定「發展海域海象預報技術，打造安全海域活動環境」、「推動智慧海象服務，建立一站整合式科技智慧雲端海象服務」及「精進海域海象監測作業，逐步厚實近岸觀測能量」3 大目標做為發展業務主軸，據此推動「發展動力耦合降尺度海象氣候預報系統」、「建構環島異常波浪預警系統」、「完善海域風能預報系統」、「強化交通決策應用與智慧海象服務」、「提供海岸海象變遷與風險潛勢服務」、「發展藍色產業海象服務」6 項重點工作項目。除強化原有的海氣預報能力與產業服務外，能夠將這些服務依據使用者不同的情境與需求上的差異，更智慧化推播到用戶端，期望海氣象服務能夠友善、迅速、安全、多元與便利，達到「以人為本、創新價值、永續發展」的願景。</p>		
<p>計畫目標與預期關鍵成果之達成情形</p>	<p>計畫目標 1</p>	<p>原設定 (系統帶入計畫書填寫資料，不可修改)</p> <p>預期關鍵成果 1 完成區域動力降尺度海氣耦合模式(12 公里解析度)初步建置及 3 個月穩定積分測試。</p> <p>預期關鍵成果 2 建置 2 個異常波浪光學監測站。</p> <p>預期關鍵成果 3 簽訂 2 項公私部門合作協議，舉辦 1 場研討會或工作坊。</p>	<p>達成情形 (系統帶入管考填寫資料，可修改)</p> <p>完成區域動力降尺度海氣耦合模式解析度由 12 公里提升至 5 公里，並完成 1 年的長期模擬測試，結果顯示海表面溫度變化與觀測資料相吻合，誤差比單獨只有用海洋模式來的小，且耦合模式在 1 年的長期積分中，模式的海溫偏差不會隨著積分時間而增加。</p> <p>建置基隆、臺南異常波浪光學監測站。</p> <p>完成 2 項公私部門合作協議簽訂；並於 9 月 28 日舉辦「111 年氣象資訊服務於綠能領域之跨域</p>

				應用工作坊暨第 5 屆氣候服務工作坊」廣邀綠能及氣象相關業者共同討論公私部門合作方向與框架，以加速氣象資訊在綠能產業的創新應用。
計畫目標 2	預期關鍵成果 1	新增 1 項臺灣海象災防環境資訊產品。	完成災害個案環境探索 1 項海象災防環境資訊產品。	
	預期關鍵成果 2	新增 2 個地理空間與時間之潮流預報港口。	擴增操船潮便利服務，新增 7 個 50 公尺水平高解析度港灣潮流預報。	
	預期關鍵成果 3	新增 1 種沿近海漁況時空分布預報之魚種。	完成東北海域一支釣帶魚漁場預報。	
計畫目標 3	預期關鍵成果 1	完成 3 座公私合作船載自動觀測系統。	完成 3 艘船舶裝設氣象觀測儀器，並透過 AIS 傳送氣象資料。	
	預期關鍵成果 2	擴增 40 座沿岸海氣象觀測站。	完成西部 40 座沿岸海氣象觀測站設置。	
	預期關鍵成果 3	建置 2 座高空剖面(光達)觀測基座。	完成 2 座高空剖面(光達)觀測設備採購作業。	
計畫效益與重大突破	<p>請盡量以條列方式，總字數 600 字為限，說明本計畫實際達成之效益及影響</p> <p>一、完成建構全球-區域大氣、海洋 4 個模式的耦合離型系統，並進行預報系統的正確性分析與 1 年穩定性積分測試，未來將進行作業性測試評估，為上線作業準備，預報系統將提供相關預報資訊以強化氣象災害預估能力，增進氣候資訊應用之經濟效益。</p> <p>二、完成基隆與臺南 2 站異常波浪光學影像監測站建置，發展人工智慧異常波浪預警技術，強化沿岸災害預警能力，降低致災風險，增進海象資訊應用之經濟效益。</p> <p>三、完成 2 項公私部門合作協議簽訂，建置資訊與知識交流平臺離型系統，測試與評估歐洲中尺度預報中心資料導入本局中尺度動力降尺度系統，提升再生能源發電量預報技術與能力。</p> <p>四、配合數位政府計畫架構，規劃海象資通訊連結智慧交通大數據，分析海象災害風險、海溫與水位環境變遷及海洋資源開發需求氣候資訊，協助政府各機關對未來氣候變遷與氣候調適策略之研擬及災防決策應用。</p> <p>五、擴大海象遙測觀測範圍至桃園市海岸，觀測資料提供桃園市政</p>			

	<p>府海岸環境監測科技中心之監測防災等應用，達到精進海象遙測監測之目標。</p> <p>六、建立各式國籍之合作氣象觀測船隊，落實國籍船隻參與海氣象觀測資料蒐集政策，並配合導入智慧物聯網技術，開發應用 AIS 傳遞氣象資訊技術，達成海上氣象即時觀測傳輸及監控，改善海面各種災害性天氣之預報與預警能力外，並確保海上各項活動安全。</p> <p>七、建置臺灣沿岸高密度地面氣象站及中低層環境大氣剖面氣象觀測網，可獲得海陸交界之大氣環境資訊，提升本局對低層至邊界層環境三維空間的監測能力，提供天氣分析、航運安全即時預警資訊。</p>			
<p>遭遇困難與因應對策</p>	<p>如計畫遭遇困難或落後，請說明原因及因應對策；如無請填寫「無遭遇困難或落後」。</p> <p>「桃園陣列式高頻風波流雷達系統定製案」因 111 年預定建置第 2 站電力佈設工程延後以及第 3 站用地取得延後，2 站已趕工安裝設備中，惟仍不及於 111 年完成雷達及相關設備安裝驗收。</p>			
<p>後續精進措施</p>	<p>請說明本計畫執行之發現及後續精進規劃，以持續提升計畫效益。</p> <p>一、區域動力降尺度海氣耦合模式工項將進行區域降尺度海氣耦合模式的作業性測試及校驗分析，工作內容包含建立動力降尺度區域海氣耦合模式 45 天預報作業流程，並測試 112 年上半年之後報，再以客觀的校驗系統進行定量校驗及後報檢討。</p> <p>二、持續進行異常波浪光學影像監測站建置與縣市異常波浪預警系統建置，發展人工智慧建置異常波浪預警技術，強化沿岸災害預警能力，降低致災風險，增進海象資訊應用之經濟效益。</p> <p>三、建置本土化高空剖面氣象資料處理作業系統、資訊與知識交流平臺系統、對流尺度雷達資料同化系統(以下簡稱 RWRF)之百米風場預報校正作業系統，持續提升再生能源發電量預報技術與能力。</p> <p>四、開發 2 組最佳風浪航路規畫技術，新增 2 個潮流地理資訊定位預報服務港口，新增 1 種沿近海漁況時空分布預報之魚種，新增 2 個海象資料介接智慧交通大數據傳送作業，新增 1 項臺灣海象防災環境資訊應用，新增 1 項海象災害風險潛勢圖資，新增 1 項海岸海象環境變遷資訊服務，提供 1 項藍色產業之海象資訊服務。</p> <p>五、為增加沿海氣象觀測密度，持續進行沿海氣象站及高空剖面(光達)觀測儀器建置，可加強海陸交界及邊界層之天氣監測，另尋求合作船舶裝設氣象觀測設備，以增加海面氣象資料蒐集能力。</p> <p>六、「桃園陣列式高頻風波流雷達系統定製案」原 111 年預定完成 2 站，已趕工安裝設備中，將敦促廠商及早完工。</p>			
<p>計畫連絡人</p>	<p>姓名</p>	<p>朱啟豪</p>	<p>職稱</p>	<p>技正</p>
	<p>服務機關</p>	<p>交通部中央氣象局海象測報中心</p>		

	電話	02-23491192	電子郵件	nba@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科技計畫書一致，如實際執行與原規劃有差異或變更，應予說明；另績效報告著重實際執行與達成效益，請避免重複計畫書內容。)

一、總目標及其達成情形

1. 全程總目標：

根據對未來環境的預測及問題評析，並因應災害、土地使用、海岸、能源供給及產業等領域對於海氣象資訊氣候應用的需求，期能透過氣候變遷整體調適政策與行動計畫，降低氣候變遷對災害、自然環境及社會經濟的衝擊；且循行政院「數位國家創新經濟發展方案(106至114年)」的「數位國家、智慧島嶼」總政策綱領，以尖端氣象科技為基底，發展數位創新服務，使用進階的數位創新智慧型態，提供民眾及社會有感的資訊服務；另契合行政院國家發展委員會規劃之「服務型智慧政府推動計畫(106至109年)」，透過「發展跨域一站整合服務」及「打造多元協作環境」推動策略，優化海事環境，達成民眾便捷生活與政府透明治理之目標；此外更連結中央災害防救委員會於107年11月頒布的「災害防救基本計畫」，以「智慧科技優化風險管理」為核心價值，思慮應用智慧科技提高風險管理效能，強化全民防災教育與風險意識等方向擘劃本計畫的工作目標。

本計畫擬定「發展海域海象預報技術，打造安全海域活動環境」、「推動智慧海象服務，建立一站整合式科技智慧雲端海象服務」及「精進海域海象監測作業，逐步厚實近岸觀測能量」3大目標做為發展業務主軸，據此推動「發展動力耦合降尺度海象氣候預報系統」、「建構環島異常波浪預警系統」、「完善海域風能預報系統」、「強化交通決策應用與智慧海象服務」、「提供海岸海象變遷與風險潛勢服務」、「發展藍色產業海象服務」、「落實船舶海氣象觀測」、「擴增高密度沿岸海氣象觀測」及「精進海象遙測監測」9項重點工作項目，除強化原有海氣預報能力與產業服務外，能夠將這些服務依據使用者不同的情境與需求上的差異，更智慧化推播到用戶端，期望海氣象服務能夠友善、迅速、安全、多元與便利，達到「以人為本、創新價值、永續發展」的願景，計畫架構如圖1所示。

本計畫期程自111年起至115年止為期5年，因應現代化社會對於氣象資訊應用的需求，較目前海象測報作業更加著重智慧化的服務，透過新式科技的發展與便捷的通訊設備，結合大數據、深層機器學習，打造優化有效率的海事服務，並據此強化防救災的能量，呼應政府的

施政方針。



圖 1、本計畫願景、3 大目標與 9 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 1 年 (111 年)	一、完成區域降尺度海氣耦合預報模式中的參數化調校、測試模式穩定性與歷史個案驗證。 二、建置 2 個異常波浪光學監測站。 三、簽訂 2 項公私部門合作協議，舉辦 1 場研討會或工作坊。 四、開發 1 組最佳航線與導航服務資訊。 五、新增 2 個地理空間與時間之潮流預報港口。 六、新增 1 種沿近海漁況時空分布預報之魚種。 七、新增 2 個海象資料介接智慧交通大數據應用程式介面。 八、新增 1 項海象災防應用資訊產品。 九、完成 3 座公私合作船載自動觀測系統。	一、完成區域降尺度海氣耦合預報模式中海洋模式 8 km 水平解析度版本測試，並進行參數化調校、測試模式穩定性與歷史個案驗證。 二、建置基隆與臺南異常波浪光學監測站。 三、完成簽訂 2 項公私部門合作協議，並舉辦「111 年氣象資訊服務於綠能領域之跨域應用工作坊暨第五屆氣候服務工作坊」。 四、完成港口對港口最佳風浪航路規劃技術。 五、完成 7 個港灣 50 公尺高解析潮流預報。 六、完成白帶魚沿近海漁況時空分布預報。 七、完成 7 組海象資料介接智慧交通大

	<p>十、擴增 40 座沿岸海氣象觀測站。</p> <p>十一、建置 2 座高空剖面(光達)觀測基座。</p>	<p>數據。</p> <p>八、完成 1 組災害個案環境探索功能建置。</p> <p>九、完成 3 座公私合作船載自動觀測系統建置。</p> <p>十、完成 40 座沿岸海氣象觀測站建置。</p> <p>十一、完成 2 座高空剖面(光達)觀測基座建置。</p>
第 2 年 (112 年)	<p>一、執行區域降尺度海氣耦合預報模式穩定的預報實驗與作業化流程，並提供預報結果校驗之系統性量化指標。</p> <p>二、建置 4 個智慧異常波浪預警子系統。</p> <p>三、新增 1 個(綠能)資訊平臺系統上線。</p> <p>四、開發 2 組最佳航線與導航服務資訊產品。</p> <p>五、新增 2 個地理空間與時間之潮流預報港口。</p> <p>六、新增 1 種沿近海漁況時空分布預報之魚種。</p> <p>七、新增 2 個海象資料介接智慧交通大數據應用程式介面。</p> <p>八、新增 1 項臺灣海象災防環境資訊產品。</p> <p>九、提供 1 項海象災害風險潛勢服務。</p> <p>十、提供 1 項海岸海象環境變遷資訊服務。</p> <p>十一、提供 1 項藍色產業之海象資訊服務。</p> <p>十二、進行西部沿海南段 14 座自動氣象站設備招標與安裝。</p> <p>十三、完成 6 座光達及 7 艘船舶之氣象觀測系統採購與安裝。</p> <p>十四、建置 5 部 HF/VHF 波段近岸測波流遙測儀。</p>	
第 3 年 (113 年)	<p>一、進行區域動力降尺度海氣耦合模式過去 30 年之事後預報資料建置。</p> <p>二、建置 4 個智慧異常波浪預警子系統。</p> <p>三、新增 3 個日前發電量密度預報產品及 1 個日內發電量密度預報產品。</p> <p>四、開發 3 組最佳航線與導航服務資訊產品。</p> <p>五、新增 4 個地理空間與時間之潮流預報港口。</p> <p>六、新增 1 種沿近海漁況時空分布預報</p>	

	<p>之魚種。</p> <p>七、新增 2 個海象資料介接智慧交通大數據應用程式介面。</p> <p>八、新增 1 項臺灣海象災防環境資訊產品。</p> <p>九、提供 1 項海象災害風險潛勢服務。</p> <p>十、新增 1 項海岸海象環境變遷資訊服務。</p> <p>十一、提供 1 項藍色產業之海象資訊服務。</p> <p>十二、進行西部沿海南段 20 座自動氣象站設備招標與安裝。</p> <p>十三、完成 4 座光達及 30 艘船舶之氣象觀測系統採購與安裝。</p>	
第 4 年 (114 年)	<p>一、持續進行區域動力降尺度海氣耦合模式過去 30 年之事後預報資料建置。</p> <p>二、建置 3 個智慧異常波浪預警子系統。</p> <p>三、新增 5 家廠商加入資訊及知識交流平臺系統。</p> <p>四、新增 4 個地理空間與時間之潮流預報港口。</p> <p>五、新增 2 個海象資料介接智慧交通大數據應用程式介面。</p> <p>六、新增 1 項臺灣海象災防環境資訊產品。</p> <p>七、提供 1 項海象災害風險潛勢服務。</p> <p>八、新增 1 項海岸海象環境變遷資訊服務。</p> <p>九、提供 1 項藍色產業之海象資訊服務。</p> <p>十、完成臺灣西南/東部沿岸 30 座自動氣象站及進行 4 座高空剖面氣象觀測設備(光達)之採購與安裝作業。</p> <p>十一、完成 40 艘船舶之氣象觀測系統採購與安裝。</p>	
第 5 年 (115 年)	<p>一、完成區域動力降尺度海氣耦合模式之上線作業。</p> <p>二、建置 3 個智慧異常波浪預警子系統與 1 套中央監控全國整合系統。</p> <p>三、新增 2 個日內發電量密度預報產。</p> <p>四、新增 4 個地理空間與時間之潮流預報港口。</p> <p>五、新增 2 個海象資料介接智慧交通大數據應用程式介面。</p>	

	<p>六、新增 1 項臺灣海象災防環境資訊產品。</p> <p>七、提供 2 項海象災害風險潛勢服務。</p> <p>八、新增 1 項海岸海象環境變遷資訊服務。</p> <p>九、提供 1 項藍色產業之海象資訊服務。</p> <p>十、完成臺灣東部沿岸 30 座自動氣象站及 4 座高空剖面氣象觀測設備(光達)之採購與安裝作業。</p> <p>十一、完成 20 艘船舶之氣象觀測系統採購與安裝。</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。

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)				
智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)	171,000/ (169,662)	滕春慈	交通部中央氣象局	<ol style="list-style-type: none"> 1.完成區域動力降尺度海氣耦合模式(12公里解析度)初步建置及3個月穩定積分測試。 2.建置基隆與臺南異常波浪光學監測站。 3.簽訂2項公私部門合作協議,舉辦1場研討會或工作坊。 4.新增1項臺灣海象災防環境資訊產品。 5.新增2個地理空間與時間之潮流預報港口。 6.新增1種沿近海漁況時空分布預報之魚種。 7.完成3座公私合作船載自動觀測系統建置。 8.擴增40座沿岸海氣象觀測站。 9.建置2座高空剖面(光達)觀測基座。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成建構全球-區域大氣、海洋4個模式的耦合離型系統,並進行預報系統的正確性分析與1年穩定性積分測試,未來將進行作業性測試評估,為上線作業準備,預報系統將提供相關預報資訊以強化氣象災害預估能力,增進氣候資訊應用之經濟效益。 2. 完成2座異常波浪光學影像監測站之建置,新設基隆和平島與臺南安平2站,所獲得影像將利用所發展之異常波浪光學影像分析技術獲得個案,提供未來發展精確預警模式之驗證參考。發展以隨機森林方法建置異常波浪光學機率預警系統,並建置完成宜蘭縣與高雄市2個異常波浪機率預警子系統,可提升民眾海域遊憩活動之安全。 3. 完成2項公私部門合作協議簽訂,建置資訊與知識交流平臺離型系統,測試與評估歐洲中尺度預報中心資料導入本局中尺度動力降尺度系統,提升再生能源發電量預報技術與能力。 4. 配合數位政府計畫架構,規劃海象資通訊連結智慧交通大數據,分析海象災害

					<p>風險、海溫與水位環境變遷及海洋資源開發需求氣候資訊，可協助政府各機關對未來氣候變遷與氣候調適策略之研擬及災防決策應用。111 年完成災害個案環境探索 1 項海象災防環境資訊產品建置；擴增操船潮便利服務，新增 7 個服務，累計 10 個 50 公尺高解析度港灣潮流預報；完成東北海域一支釣帶魚漁場預報。</p> <p>5. 建立各式國籍之合作氣象觀測船隊，落實國籍船隻參與海氣象觀測資料蒐集政策，並配合導入智慧物聯網技術，開發應用 AIS 傳遞氣象資訊技術，達成海上氣象即時觀測傳輸及監控，改善海面各種災害性天氣之預報與預警能力外，並確保海上各項活動安全。111 年完成 3 艘船舶裝設氣象觀測儀器並透過 AIS 傳送氣象資料。</p> <p>6. 建置臺灣沿岸高密度地面氣象站及中低層環境大氣剖面氣象觀測網，獲得海陸交界之大氣環境資訊，以提升本局對低層至邊界層環境三維空間的監測能力，提供天氣分析、航運安全即時預警資訊。111 年完成西部 40 座沿岸海氣象觀測站設置與 2 座高空剖面(光達)設備採購作業。</p> <p>7. 擴大海象遙測觀測範圍至桃園市海岸，觀測資料提供桃園市政府海岸環境監測科技中心之監測防災等應用，達到精進海象遙測監測之目標。</p>
--	--	--	--	--	---

三、 細部計畫與執行摘要

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

細部計畫 1	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)	計畫性質	(由管考系統帶入)
主持人	滕春慈	執行機關	中央氣象局
計畫規劃內容			
計畫目標	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成區域動力降尺度海氣耦合模式(12 公里解析度)初步建置及 3 個月穩定積分測試。 2. 建置 2 個異常波浪光學監測站。 3. 簽訂 2 項公私部門合作協議，舉辦 1 場研討會或工作坊。 4. 新增 1 項臺灣海象災防環境資訊產品。 5. 新增 2 個地理空間與時間之潮流預報港口。 6. 新增 1 種沿近海漁況時空分布預報之魚種。 7. 完成 3 艘公私合作船載自動觀測系統。 8. 擴增 40 座沿岸海氣象觀測站。 9. 建置 2 座高空剖面(光達)觀測基座。 		
重點描述	<p>本計畫擬定「發展海域海象預報技術，打造安全海域活動環境」、「推動智慧海象服務，建立一站整合式科技智慧雲端海象服務」與「精進海域海象監測作業，逐步厚實近岸觀測能量」3 大目標做為發展業務主軸，據此推動「發展動力耦合降尺度海象氣候預報系統」、「建構環島異常波浪預警系統」、「完善海域風能預報系統」、「強化交通決策應用與智慧海象服務」、「提供海岸海象變遷與風險潛勢服務」、「發展藍色產業海象服務」、「落實船舶海氣象觀測」、「擴增高密度沿岸海氣象觀測」、「精進海象遙測監測」等 9 項重點工作項目，除強化原有的海氣預報能力與產業服務外，能夠將這些服務依據使用者不同的情境與需求上的差異，更智慧化推播到用戶端，期望海氣象服務能夠友善、迅速、安全、多元與便利，達到「以人為本、創新價值、永續發展」的願景。</p>		
預期成果	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成區域動力降尺度海氣耦合模式的作業性測試及校驗分析。 2. 完成臺南安平和基隆和平島 2 座異常波浪光學影像監測站之規劃建置。 3. 完成 2 項公私部門合作協議簽訂，建置資訊與知識交流平臺雛型系統，測試與評估歐洲中尺度預報中心資料導入本局 		

	<p>中尺度動力降尺度系統，提升再生能源發電量預報技術與能力。</p> <p>4. 新增「災害個案環境探索」海象防災環境資訊產品，提供使用者自行新增災害個案，根據選取之時間與空間將相對應海象資料彙整，有助使用者進行細部研究與應用。</p> <p>5. 操船潮便利服務提供 50 公尺高解析度潮流預報，並提供地理資訊定位及動態圖資，除了可配合導航設備，協助國際商港、遊艇港、離島進出港作業外，並可供帆船等沿海操船運動應用。</p> <p>6. 完成臺灣東北海域一支釣白帶魚漁場預報，將有助漁民尋找漁場與規劃捕撈計畫，可降低作業成本，另漁場的預報也提供漁業議題相關政府單位、漁民團體與科研單位重要的參考資料。</p> <p>7. 完成 3 艘船舶裝設氣象觀測儀器，並透過 AIS 系統傳遞海面即時氣象觀測資料，增加海面氣象資料蒐集，提供預報監測及天氣資訊應用。</p> <p>8. 完成 40 座沿岸海氣象觀測站建置並上線，增加沿海地區氣象觀測，可增進沿海養殖、漁業及民眾遊憩所需氣象資訊，並可提供天氣預(警)報作業應用。</p> <p>9. 完成桃園海象監測網首站觀音白玉站建置，觀測到海面海流波浪資料提供桃園市政府海岸管理工程處，有助該市未來海岸環境監測及災害應變決策。</p>		
計畫投入			
預算數(千元)／決算數(千元)／執行率	171,000 / 169,662/99.21%	總人力(人年) 實際／(規劃)	32 人年 / (32 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	
發展動力耦合降尺度海象氣候預報系統	<p>■ 預期成果部分</p> <p>1. 完成新一代全球海氣耦合預報模式系統的大氣模式，由 TL359L72 更新為最新版本的 TCo199L72，並完成模式交換量平衡之調校及個案預報實驗。</p> <p>2. 建立動力降尺度區域海氣耦合模式 45 天預報作業流程，並測試 112 年上半年之後報，再以客觀的校驗系統 (GVER)進行定量校驗及檢討後報結果。</p>	與國立臺灣大學海洋研究中心合作進行系統的發展，本系統目前屬開發階段尚無使用對象。	

	<p>■ 非預期成果部分</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 如果新一代全球海氣耦合預報模式系統(CWBCFSv3.0)的測試一切順利完成，將持續進行長期(10 年以上)的積分測試以驗證模式的穩定性及能量的平衡性。 2. 如果動力降尺度區域海氣耦合模式的作業性測試一切順利完成，將進行過去 20 年(2001-2020 年)的事後預報。 	
<p>建構環島異常波浪預警系統</p>	<p>■ 預期成果部分</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 111 年度新增蒐集 15 件異常波浪襲人事件與 8 件異常波浪引致船難事件。 2. 完成 17 個波浪實測站 2021 年的異常波浪探勘分析，共新增 1009 筆危險異常波浪案例，平均每年各個測站會發生 20-100 筆危險異常波浪，並以對稱型態異常波浪為主。 3. 完成以隨機森林方法建置異常波浪機率預警系統，並完成新北市東、基隆市和新北市西 3 子系統之建置，各項指標達 7 成以上，顯示預測能力佳。 4. 隨機森林與支撐向量機和類神經比較發現，類神經和支撐向量機方法對海況較差時的異常波浪發生時之異常波浪案例掌握度較好，但誤報率也偏高，而隨機森林方法各驗證指標表現平均，對於沒有異常波浪發生時的預測準確率較類神經方法佳。 5. 本局完成 2 座異常波浪光學影像監測站之規劃建置，包含臺南安平和基隆和平島等站之架設。 6. 針對目前湧浪判釋方法提出修正建議，亦針對長浪分級警戒，提出 2 種建議。 7. 維護管理本局現有海洋異常波浪與海岸異常波浪預警系統，實際成功執行率都在 9 成以上，運作情形穩定。 <p>■ 非預期成果部分</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 提出一套結合串流影像之近即時異常波浪影像自動判 	<p>防災機關/學研單位/一般民眾</p>

	<p>釋方法，每分析 10 分鐘影像，分析時間小於 15 分鐘，自擷取至分析完成小於 30 分鐘內。</p>	
<p>完善海域風能預報系統</p>	<p>■ 預期成果部分</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 完成簽訂 2 項公私部門合作協議。 2. 完成建置資訊與知識交流平臺雛型系統，並於 9 月 28 日舉辦「111 年氣象資訊服務於綠能領域之跨域應用工作坊暨第五屆氣候服務工作坊」，共計有 15 家綠能業者、5 家氣象業者與 5 個學研單位共同參與。 3. 使用臺中港 2018 與 2019 年測風光達與測風塔歷史資料進行時序、散布與不確定度等分析，將不確定度分析結果挑選適合引入的光達個案，並使用觀測儀器誤差計算 MDAS(本局中尺度動力分析系統)引入之權重，完成對多重個案之綜合影響探究。 4. 完成全球模式系集預報(TCo383)15 公里解析度模式每日作業化，提供 4 次預報未來 14 天之產品。 5. 完成建置作業化 ECMWF-HRES/MDDS(以歐洲中期天氣預報中心 0.1 度高解析全球模式預報資料為初始場之 MDDS 動力降尺度)系統，並轉換成能源資訊，介接至綠能營運中心網站。 6. 完成所挑選之颱風個案模擬測試，包括比較以 ECERA5(歐洲中期天氣預報中心第 5 版再分析資料)或 NCEP-GFS(美國國家環境預測中心全球預報系統)做為輸入資料之模擬結果差異、不同颱風渦旋初始化設定，以及積雲參數化敏感性測試。 7. 完成 2016 年 4 月至 2022 年 1 月期間 4 個個案的梧棲測風塔資料濾波處理，以及同期間短週期邊界層風速震盪相似個案結果分析。 <p>■ 非預期成果部分</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 於 9/28「111 年氣象資訊服務於綠能領域之跨域應用工 	<p>綠能產業/一般民眾</p>

	<p>作坊暨第五屆氣候服務工作坊」活動期間，有 2 家綠能業者表達加入資訊與知識交流平臺離型系統意願。</p>	
<p>推動智慧海象服務</p>	<p>■ 預期成果部分</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 擴增操船潮便利服務至 10 個港灣之 50 公尺高解析度潮流預報。 2. 完成港口對港口最佳風浪航路規劃技術開發。 3. 完成東北海域一支釣帶魚漁場預報。 4. 新增 6 個港灣 50 公尺高解析潮流預報與長浪監測共 7 項資料至智慧交通大數據。 5. 建置災害個案環境探索功能。 6. 本局「樂活氣象」app 新增「沿海遊憩預警」、「衝浪指數」、「影像監測異常浪」3 種海象資訊。 7. 產製臺灣海域海象災害風險地圖。 8. 完成臺灣海岸極端暴潮線開放資料。 9. 西北太平洋溫鹽流資料庫更新處理「全球船舶觀測海面溫鹽 GOSUD」與擴增全球「船載式聲波都卜勒洋流剖儀(SADCP)」資料。 10. 海象環境資訊網站(https://ocean.cwb.gov.tw)新增 GIS 3D 圖層展示、新聞事件、月出月沒、親海遊憩點海象語音播報、歷史溢油個案動畫、歷史海嘯報告，及海洋氣候統計圖圖層並優化漲退潮、日出/日沒、浪高統計-波浪站圖層。 11. 新增墾丁國家公園海巡員 LINE 群組「預報達禁止標準」Notify 訊息。 12. 至 3 個產官單位推廣海象環境資訊。 13. 完成「潮流圖資航港應用講習會」。 <p>■ 非預期成果部分</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 擴增操船潮便利服務 111 年原預估提供 2 個，實際完成 7 個，2 年累計 10 個港灣之 50 公尺高解析度潮流預報。 	<p>災防機關/學研單位/一般民眾</p>

落實船舶海氣象觀測	<ul style="list-style-type: none"> ■ 預期成果部分 1. 船舶裝設氣象觀測儀器並透過 AIS 系統傳遞海面即時氣象觀測資料，增加海面氣象資料蒐集，提供預報監測及天氣資訊應用。 ■ 非預期成果部分 1. 船舶觀測受限於船體及航行方向等因素，影響偵測之風向風速，需進行船體與風相關研究分析。 	防災單位/一般民眾/學研單位/公私營交通船
擴增高密度沿岸海氣象觀測	<ul style="list-style-type: none"> ■ 預期成果部分 1. 111 年完 40 座沿岸海氣象觀測站建置並於年底驗收完成上線，增加沿海地區氣象觀測，可增進沿海養殖、漁業及民眾遊憩所需氣象資訊，並可提供天氣預(警)報作業應用。 ■ 非預期成果部分 無。 	防災單位/一般民眾
精進海象遙測監測	<ul style="list-style-type: none"> ■ 預期成果部分 1. 111 年已完成桃園海象監測網首站觀音白玉站建置，觀測到海面海流波浪資料提供桃園市政府海岸管理工程處，有助該市未來海岸環境監測及災害應變決策。 ■ 非預期成果部分 無。 	桃園市政府
本年度效益、影響、重大突破		
<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成建構全球-區域大氣、海洋 4 個模式的耦合離型系統，並進行預報系統的正确性分析與 1 年穩定性積分測試，未來將進行作業性測試評估，為上線作業準備，預報系統將提供相關預報資訊以強化氣象災害預估能力，增進氣候資訊應用之經濟效益。 2. 完成 2 座異常波浪光學影像監測站之建置，新設基隆和平島與臺南安平 2 站，所獲得影像將利用所發展之異常波浪光學影像分析技術獲得個案，提供未來發展精確預警模式之驗證參考。發展以隨機森林方法建置異常波浪光學機率預警系統，並建置完成宜蘭縣與高雄市 2 個異常波 		

浪機率預警子系統，可提升民眾海域遊憩活動之安全。

3. 完成 2 項公私部門合作協議簽訂，建置資訊與知識交流平臺雛型系統，測試與評估歐洲中尺度預報中心資料導入本局中尺度動力降尺度系統，提升再生能源發電量預報技術與能力。
4. 配合數位政府計畫架構，規劃海象資通訊連結智慧交通大數據，分析海象災害風險、海溫與水位環境變遷及海洋資源開發需求氣候資訊，可協助政府各機關對未來氣候變遷與氣候調適策略之研擬及災防決策應用。111 年完成災害個案環境探索 1 項海象災防環境資訊產品；擴增操船潮便利服務，新增 7 個，累計 10 個 50 公尺高解析度港灣潮流預報；完成東北海域一支釣帶魚漁場預報。
5. 擴大海象遙測觀測範圍至桃園市海岸，觀測資料提供桃園市政府海岸環境監測科技中心之監測防災等應用，達到精進海象遙測監測之目標。
6. 建立各式國籍之合作氣象觀測船隊，落實國籍船隻參與海氣象觀測資料蒐集政策，並配合導入智慧物聯網技術，開發應用 AIS 傳遞氣象資訊技術，達成海上氣象即時觀測傳輸及監控，改善海面各種災害性天氣之預報與預警能力外，並確保海上各項活動安全。111 年完成 3 艘船舶裝設氣象觀測儀器，並透過 AIS 傳送氣象資料。
7. 建置臺灣沿岸高密度地面氣象站及中低層環境大氣剖面氣象觀測網，獲得海陸交界之大氣環境資訊，以提升本局對低層至邊界層環境三維空間的監測能力，提供天氣分析與航運安全即時預警資訊。111 年完成西部 40 座沿岸海氣象觀測站設置與 2 座高空剖面(光達)設備採購作業。

遭遇困難與因應對策

「桃園陣列式高頻風波流雷達系統定製案」因 111 年預定建置第 2 站電力佈設工程延後以及第 3 站用地取得延後，2 站已開始趕工安裝設備中，惟仍不及於 111 年完成雷達及相關設備安裝驗收。

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 111 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. 預算數：原則填寫法定預算數，如立法院尚未通過總預算，則填寫預算案數。
5. 執行率：係指決算數佔預算數之比例。

單位：千元；%

	111 年度	112 年度	備註
--	--------	--------	----

	預算數 (a)	初編決算數			執行率 (d/a)	預算數		
		實支數 (b)	保留數 (c)	合計 (d=b+c)				
總計	171,000	140,358	29,304	169,662	99.21%	165,000	170,000	
一、經常門小計	14,100	13,962	0	13,962	99.02%	6,205	6,205	
(1)人事費	0	0	0	0	0	0	0	
(2)材料費	0	0	0	0	0	0	0	
(3)其他經常支出	14,100	13,962	0	13,962	99.02%	6,205	6,205	
二、資本門小計	156,900	126,396	29,304	155,700	99.24%	158,795	163,795	
(1)土地建築	0	0	0	0	0	0	0	
(2)儀器設備	0	0	0	0	0	0	0	
(3)其他資本支出	156,900	126,396	29,304	155,700	99.24%	158,795	163,795	
		109 年度 決算數	110 年度 決算數	111 年度 決算數(執行率)	112 年度 預算數	113 年度 申請數	備註	
科技計畫總計								
智慧海象環境災防服 務 – 創新安全效能 (1/5)	小計			169,662 (99.21%)	165,000	170,000		
	經常支出			13,962 (99.02%)	6,205	6,205		
	資本支出			155,700 (99.24%)	158,795	163,795		

二、 經費支用說明

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

本計畫屬性為一般科技施政計畫，經費需求見表 E005，111 年度總經費需求為 171,000 千元，其中部分有關海洋資訊應用與預報衍生產品之研發，須透過與國內、國際學術界及研究單位合作的方式，引進新的海洋資訊應用與

預報資料反演技術，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

(如有執行率偏低、保留數偏高、經費門流用比例偏高等情形，均請說明。)

經費實際支用與原規劃無差異。

第二部分

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

壹、成果之價值與貢獻度

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

一、學術成就(科技基礎研究)

(一) 學術發表

【A 國內期刊】

題名	作者	期刊名稱
An Overview of the Tropical Cyclone Database at the Central Weather Bureau of Taiwan.	Jian, Guo-Ji, Jen-Hsin Teng, Shih-Ting Wang, Ming-Dean Cheng, Chia-Ping Cheng, Jen-Her Chen, and Yen-Ju Chu	Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences
利用海岸攝影機影像遙測瘋狗浪之研究	陳盈智	航測及遙測學刊
WEPS 系集百米風速機率預報之經濟價值分析與應用	周柿均、張惠玲、陳冠儒、洪景山	氣象學報

【B 國外期刊】

題名	作者	期刊名稱
Wind and Sea Breeze Characteristics for the Offshore Wind Farms in the Central Coastal Area of Taiwan.	Cheng, Ke-Sheng, Cheng-Yu Ho, and Jen-Hsin Teng	Energies
The Effect of Decision Analysis on Power System Resilience and Economic Value during a Severe Weather Event.	Wu, Yuan-Kang, Yu-Chih Chen, Hui-Ling Chang, and Jing-Shan Hong	IEEE Transactions on Industry Applications
Using Extreme Wind-Speed Probabilistic Forecasts to Optimize Unit Scheduling Decision.	Wu, Yuan-Kang, Yun-Chih Wu, Hui-Ling Chang, and Jing-Shan Hong	IEEE Transactions on Sustainable Energy

【C 國內研討會】

題 名	作者	研討會名稱
系集預報於海象作業風險之運用規劃	顏厥正	111 年天氣分析與預報研討會
建立智慧航路規劃系統	范揚洺	111 年天氣分析與預報研討會
建置臺灣海域海象災害風險地圖	范揚洺	第 44 屆海洋工程研討會
向日葵 8 號衛星遙測即時優化海溫	曾騰平	111 年天氣分析與預報研討會
Estimation of extreme wind speed for wind power in Taiwan area by using numerical weather prediction model data: TWRF (Typhoon WRF)	莊鎮豪	111 年天氣分析與預報研討會
區域系集預報系統之初始場擾動強化研究：介接全球系集預報資料之影響評估	李志昕	111 年天氣分析與預報研討會
調整 NOAH Land Model 參數對動力降尺度預報系統 (CWBRSM) 近地面大氣的影響	吳佳瑩、陳建河、張庭槐	111 年天氣分析與預報研討會
紊流地形拖曳力在全球預報系統 (CWBGFS) 中之測試與研究	吳佳瑩、陳建河、張庭槐	111 年天氣分析與預報研討會
深度學習方法應用於 RWRF 百米風場預報校正	林涵芳、馮智勇、張惠玲	111 年天氣分析與預報研討會
湧浪對瘋狗浪機率預警影響之探討	陳威成	111 年天氣分析與預報研討會
隨機森林機器學習法應用於瘋狗浪機率預警系統之研究	陳威成	111 年海洋工程研討會
異常波浪方向波譜譜型與其發生機制之調制不穩定性分析	李堉辰	111 年海洋工程研討會

第二代海氣耦合模式長期積分之診斷分析	童雅卿、胡志文、陳薇鈞、劉邦彥、陳建河	111 年天氣分析與預報研討會
中央氣象局第二代短期動力氣候預報系統之海氣耦合模式- 聖嬰現象、反聖嬰現象與正常年之個案分析	陳薇鈞、胡志文、陳建河、劉邦彥、童雅卿	111 年天氣分析與預報研討會
CWBCFSv2 事後預報實驗測試結果分析	吳子榆、劉邦彥、陳映如、胡志文、陳建河、莊漢明、林沛練	111 年天氣分析與預報研討會
中央氣象局全球波譜模式 2 時次動力架構與物理參數化耦合過程調整測試	劉邦彥、陳建河、莊漢明	111 年天氣分析與預報研討會
調整 NOAH Land Model 參數對動力降尺度預報系統(CWBRSM)近地面大氣的影響	吳佳瑩、陳建河、張庭槐	111 年天氣分析與預報研討會
CWB/GFS TCo383L72 大氣模式系集預報之發展與測試	郭珮萱、陳登舜、劉邦彥、陳建河、林沛練	111 年天氣分析與預報研討會

【D 國外研討會】

題 名	作者	研討會名稱
Application of Mechanism Learning Methods for Coastal Freak Wave Warning	Wei-Cheng Chen	2022 Asia Oceania Geosciences Society AOGS

(二) 科技基礎研究之內容、價值與貢獻度

1. 海氣交互作用研究

海氣交互作用的主要表現之一是海洋與大氣之間的能量交換，而全球尺度的聖嬰現象是熱帶地區影響全球季風，特別是亞洲夏季季風的最大海氣交互作用現象，因此，海氣耦合過程對於了解聖嬰現象演變的動力學和物理過程是非常重要的，此外，西太平洋黑潮的海氣交互作用，對於局部地區於不同季節的天氣影響也有密切的相關，例如 5 至 6 月梅雨季的鋒面降水強度及冬季的臺灣低壓生成都與黑潮及其海溫的溫度梯度分布有關。本計畫所發展的海氣耦合模式提供一個非常有用的工具，能夠藉由耦合模式的模擬協助我們了解跨尺度之間各

種天氣或氣候現象的物理機制。

2. 海洋異常浪研究

海洋異常波浪可能發生在外海，也可能發生在海岸邊，發生在外海，常造成船隻翻覆的瞬間大浪；而發生在岸邊，即是「瘋狗浪」，可能將人或車衝擊落海的突發性激浪，這兩種災害性波浪的發生機制不同，宜分別探討之，其唯一相似的是，截至目前為止，尚無學理可以定時與定點預測異常波浪之發生，而本計畫採用人工智慧的方法，從異常波浪案例發生時的海氣象資料進行資料挖掘，從中找出異常波浪好發的海氣象條件，建立異常波浪機率預警估算模式，並結合波浪模式，使其可達作業化預警功能，為重要之學術成就。

(1) 提升異常波浪機率預警系統

透過波浪自外海傳遞至海岸邊，受到底床摩擦、海岸地形作用(折繞射)、近海海流或岸邊的礁岩或防波堤等地形作用下，入射波浪在海岸邊激起巨大水花，將礁岩上或防波堤上的人與車沖刷入海，此等情境是一般典型的瘋狗浪現象，它的特色是發生於岸邊，且大部分發生在礁岩或防波堤海岸，它少有徵兆、難以預防，因此發生時常有不少的傷亡，這種海岸瘋狗浪基本上並不滿足波浪學理上的「浪」，稱之為浪花較為貼切，它主要的生成機制是波浪和結構物的交互作用所產生。

然而上述機制非常複雜，為氣象、波浪、底床與結構物之間的交互作用，甚需考慮海流和水(潮)位，過去未見任何學術論文提出此機制之探討，更遑論預測其發生，因此，海岸異常波浪迄今為止，是一個還無法預測它會在何時或何地發生的一種危險性波浪。既然生成機制未明，本計畫規劃採用統計方法，希望藉由過去事件的紀錄，找到規律(rule)或關聯(association)，這樣的理念就是資料探勘(data mining)的核心概念，前期研究採用了人工類神經網路(Artificial Neural Network, ANN)和支撐向量機的資料探勘方法建置異常波浪機率預警系統。

111 年度引進另外一種資料探勘的方法隨機森林的方法，此法是由個別的決策樹統合而成，而決策樹是以分類回歸樹(classification and regression trees, CART)演算法為基礎，透過樣本資料特性，歸納出資料間的關聯與規則，為由上而下的歸納演算法。

隨機森林演算法的概念即是透過隨機的方式，建構眾多決策樹，形成整座森林，隨機森林的預報正確率與兩個因素有關：(i)森林中任意兩棵決策樹的相關性，相關性愈低，整座隨機森林的正確率愈高；(ii)森林中每棵決策樹的預報能力，每棵決策樹的預報能力越強，

整座隨機森林的正確率愈高。一般來說，增加節點分類時決策因子的個數，可提升單棵決策樹的預報能力，然而此舉也會造成任兩棵決策樹相關性的增加，造成整座隨機森林預報能力的降低。而隨機森林透過從資料中隨機選取資料並建立多棵決策樹，將各棵決策樹的預測輸出集成而成隨機森林的預測結果，理論上，建立越多決策樹來建構隨機森林，越能貼近欲學習的目標，其預測能力會越佳，但過多的決策樹會造成不必要的訓練與時間成本。在模型建模訓練部份，延續前期研究成果，輸入因子區分為海象類別、湧浪類別、方向類別、風類別、非線性類別、群波類別與異常指數等 7 大類來選擇合適的參數建模，並將蒐集到的異常波浪案例分為 2 部份，2/3 案例作為模式訓練學習，剩餘的 1/3 案例則進行驗證。

本計畫根據過去在臺灣海岸地區發生之瘋狗浪實際案例率定上述模式，採用正確率(accurate rate, ACR)、回應率(response rate, RSR)、反查率(recall rate, RCR)與預兆得分(TS)等 4 個評估指標來評估模式效能。本計畫迄今共建置了「新北市東異常波浪預測子系統」、「基隆市異常波浪預測子系統」與「新北市西異常波浪預測子系統」，預警時間分別有 12、18、24 小時 3 種。研究結果發現本計畫建置之 3 個異常波浪機率預警子系統的預警正確率均達 7 成以上，顯示此預警模式具有可靠的預警能力。

(2) 湧浪判釋方法改進模式

風速、風域和吹風時間是影響風浪產生的因素。在恆定的風速之下，隨著吹風時間改變，波浪能量會隨時間增加而逐漸成長，隨著吹風時間增加，除了波譜的能量增加，波譜的尖峰頻率會逐漸降低。當風速等於波速時，波浪則達到完全成長的狀態。因此吹風時間是風浪成長的一個重要參數。然而在目前已被發表的湧浪辨識方法中，多數假設吹風時間無限且風域無限大，僅考慮風速與風向。因此當風速急遽變化的時刻，就有可能導致湧浪被誤判的情況發生。本計劃挑選 1 案例說明風域與吹風時間的重要性，風速急遽變化時，會使辨識結果出錯，因此如需準確地進行湧浪識別，則需要進一步針對吹風時間與風域的大小修正湧浪判釋方法。

3. 綠能數值模式預報產品強化與新增

(1) 發展並優化測風塔高度之陣風風速產品

透過接收臺中港測風塔百米高度之歷史風速觀測資料，結合數值天氣預報之 10 米風速預報資料，以滾動更新方式蒐集風速觀測及數值天氣預報資料進行建模，獲得百米觀測陣風與 10 米風速預報之相關性，並以此關係套用至數值天氣預報有效之預報時段產生

陣風預報。產品開發過程以 2021 年璨樹及圓規颱風為例，進行陣風產品之校驗分析，在璨樹及圓規颱風之百米風速預報誤差校驗結果顯示，微基因演算獲得之陣風產品之預報能力(RMSE=10.4 m/s 及 9.6 m/s)優於線性回歸方法(RMSE=15.7 m/s 及 12.3 m/s)。

(2) 精進區域系集預報系統之初始場擾動評估

根據 2021 年本局區域系集預報研發成果，透過個案研究顯示，以隨機擾動法擾動邊界層參數法可改善系集系統之離散關係，並提升地面風速之預報能力。透由夏季及冬季個案實驗，實驗期間為 2021 年 9 月 7 日至 16 日，及 2022 年 1 月 16 日至 25 日，共 20 組個案。分析結果指出，新版區域系集預報系統能有效改善臺灣陸地之 10 米風速預報表現，預報誤差在冬夏兩季分別可改善 20%及 13%。

此外，為評估使用全球模式系集預報系統資料對區域系集預報系統之預報影響，讀取美國國家環境研究中心(NCEP)全球系集預報系統(GEFS)之 20 組系集成員資料(作業僅抓取 10 組)進行研究環境建置及預報測試實驗。以 2021 年 7 月 19 日至 28 日之預報實驗進行分析校驗，使用 20 組 NCEP GEFS 成員資料能改善預報誤差及預報離散度表現。此分析結果亦同時與介接本局新舊版本 CWB FV3 EPS 之預報實驗進行比較，其結果顯示新版 CWB FV3 EPS 能提供較舊版 CWB FV3 EPS 更好的預報表現及更大的預報離散度，但仍有改善空間。未來將持續與全球模式小組合作，期望持續精進全球與區域系集預報系統。

(3) 優化 GEPS/TCO383 系集預報模式與測試結果

本局全球模式(CWB/GEFS)除了每日 4 次的常規作業以外，還有 1 組每日測報 1 次的全球系集預報系統 CWB/GEPS (Global Ensemble Prediction System)。隨著天氣測報模式更新為 TCo639(Octahedral Gaussian Grid with Cubic Truncation，解析度約 18 公里)模式，CWB/GEPS 架構也將隨之更新。目前規劃將 CWB/GEPS 模擬架構提升為水平解析度為約 28 公里(TCo383)，並搭配 RSM(Regional Spectral Model)5 公里的動力降尺度測報模式，以掌握臺灣地區及部分西北太平洋區域天氣系統變化，以符合 CWB/GEPS 能同時兼具高解析度測報以及長時間(1 至 4 週)的機率預報需求。

在過去的 RSM 模式測報測試經驗中，我們發現 RSM 在臺灣平原地區的近地面 2 公尺溫度測報偏暖，同時伴隨著水氣偏乾的現象，而近地面的大氣預報狀態大幅受陸表模式影響，因此我們進行

NOAH LSM (NOAH Land Surface Model, Koren et al. 1999; Ek et al. 2003) 模組的參數調整。參考了 Chaney et al. (2016) 對 NOAH LSM 模組中的參數對熱通量的敏感度分析，選定以下 3 個參數作為本研究調校對象： $r_{s,min}$ (植物最小可蒸散阻力係數)、 C_{zil} (溫度與水氣粗糙長度參數) 與 $f_{x_{exp}}$ (裸土蒸發阻力係數)，並以 RSM-5km 模式進行 1 個月模擬校驗。

模擬研究顯示，將 $r_{s,min}$ 與 $f_{x_{exp}}$ 值調降後，能有效降低近地面 2 公尺氣溫及提升近地面 2 公尺水氣量，不同的是 $r_{s,min}$ 主要作用在 GVF (植物覆蓋率) 值較高之網格點區域，而 $f_{x_{exp}}$ 則主要作用在 GVF 值較低之網格點區域，因此最終同時調整 $r_{s,min}$ 與 $f_{x_{exp}}$ 2 項參數時，在山區 (GVF 值高) 及平地 (GVF 值低) 都能達到降溫與加濕的作用。但調整 $f_{x_{exp}}$ 值會伴隨土壤水含量的改變，仍需進一步長時間測試來確保模式中水氣增減的合理性。而調整 C_{zil} 參數則對模式預報影響不大。

從上述測試中我們可以得出下列結論：

- (i) 模式中的 $r_{s,min}$ 與 $f_{x_{exp}}$ 數值調整對近地面的氣溫與水氣預報影響極大。
- (ii) 模式中所引入的逐月 GVF 數值直接影響測試參數對模式預報的貢獻。

目前 $r_{s,min}$ 與 $f_{x_{exp}}$ 的數值調整能減小「預報近地面氣溫偏高、水氣偏少」的誤差，並且此修正不隨預報時間拉長而變，能夠提供綠能系統更精確的近地面參數測報資訊。

4. 綠能模式統計預報系統優化

- (1) 區域系集模式 (WEPS) 百米風場與太陽短波輻射分類動態模式輸出統計 (Dynamic Model Output Statistic, DMOS) 校正之個案測試

WEPS 統計預報分類 DMOS 校正藉由 Schefzik (2016) 相似度準則 (圖 2) 做為依據，當相似度準則越小，表示歷史預報場與目標日預報場越相似，依相似度準則可取出符合需求的相似資料集數量，並取前 20 組相似預報對應之 RWRF 或 Himawari-8 衛星觀測日期作為統計成員，且具降尺度效果，再以 DMOS 簡單線性回歸校正之個案測試與評估，以瞭解分類 DMOS 校正後的改進幅度及系集離散度關係比較。將分類 DMOS 與其他 3 個測試方法校正後的定量預報進行比較，百米風速結果顯示分類 DMOS 陸地及部分區域誤差減小，太陽短波輻射結果顯示分類 DMOS 整體誤差最小。

透過 Rank Histogram 結果顯示，百米風速在原始模式真值落在較小值的順位區間有較大峰值，預報模式有高報的情形。分類 DMOS 系集藉簡單線性回歸方程式(ax+b)的統計後處理(SPP)可改善原始系集平均預報誤差高估問題，然而僅能透過 a 係數些微調整系集離散度，離散度仍然過大。而分類系集(AP)則離散度較為均勻且有改善高報的情況。

建置相似資料集:Schefzik(2016)相似度準則

$$\Delta^{ts}(\mathbf{x}^t, \mathbf{x}^{td}) = \sqrt{\frac{1}{L^*} \sum_{l^*=1}^{L^*} \times \underbrace{(x^{l^*,t} - x^{l^*,td})^2}_{\text{格點系集平均}} + \frac{1}{L^*} \sum_{l^*=1}^{L^*} \times \underbrace{(s^{l^*,t} - s^{l^*,td})^2}_{\text{格點系集離散度}}}$$

$$\bar{x}^{l^*,t} = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M x_m^{l^*,t}$$

$$s^{l^*,t} = \sqrt{\frac{1}{M-1} \sum_{m=1}^M (x_m^{l^*,t} - \bar{x}^{l^*,t})^2}$$

圖 2、相似度準則公式。

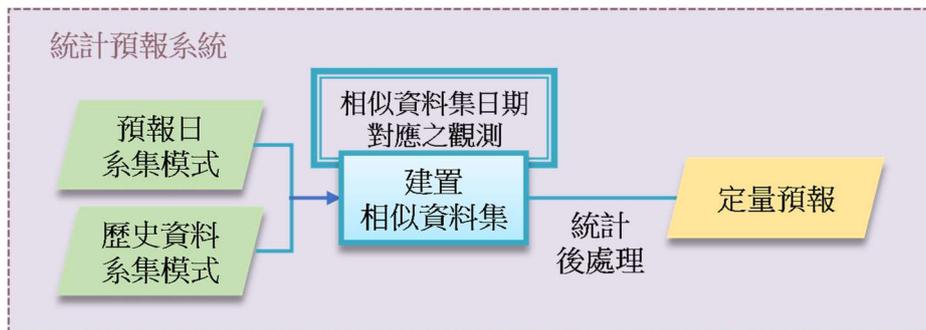


圖 3、統計預報系統流程。

(2) RWRf 百米風速深度學習模型建模策略精進

110 年度計畫已針對百米風速參考 Ronneberger et al.(2015)研究內容，建置一經由多層卷積(Convolution)與池化層(Pooling)取得高維特徵，再藉由反卷積進行上採樣的 U-Net CNN 模型架構，可有效改善原始風速預報高估偏差並掌握分析場隨預報時間延長之變化。然而，受限於強風速樣本不足，模型無法有效改善強風速區間(≥ 25 m/s)之預報能力，故 111 年度首先嘗試改進百米風速強風速區間校正成效，再將此經驗應用於建置太陽短波輻射校正模型雛型。

根據林等人(2021)研究指出，於損失函數中納入預兆得分(Threat Score, TS)可有效改善降雨預報(圖 4)。本計畫將損失函數中納入預兆得分的權重設計，根據 MAE 校驗結果顯示納入單一門檻

預兆得分於損失函數之 U-Net CNN(圖 5)可有效提升強風速區間於未來 7-13 小時之預報能力，並有效降低強風速區間於未來 8-13 小時之預報誤差。

		OBS		$TS = a / (a + b + c)$
		True	False	
FST	True	a (Hits)	b (False Alarms)	$0 \leq TS \leq 1$ TS=1為最佳值
	False	c (Misses)	d (Correct Rejections)	

圖 4、預兆得分之計算方式。

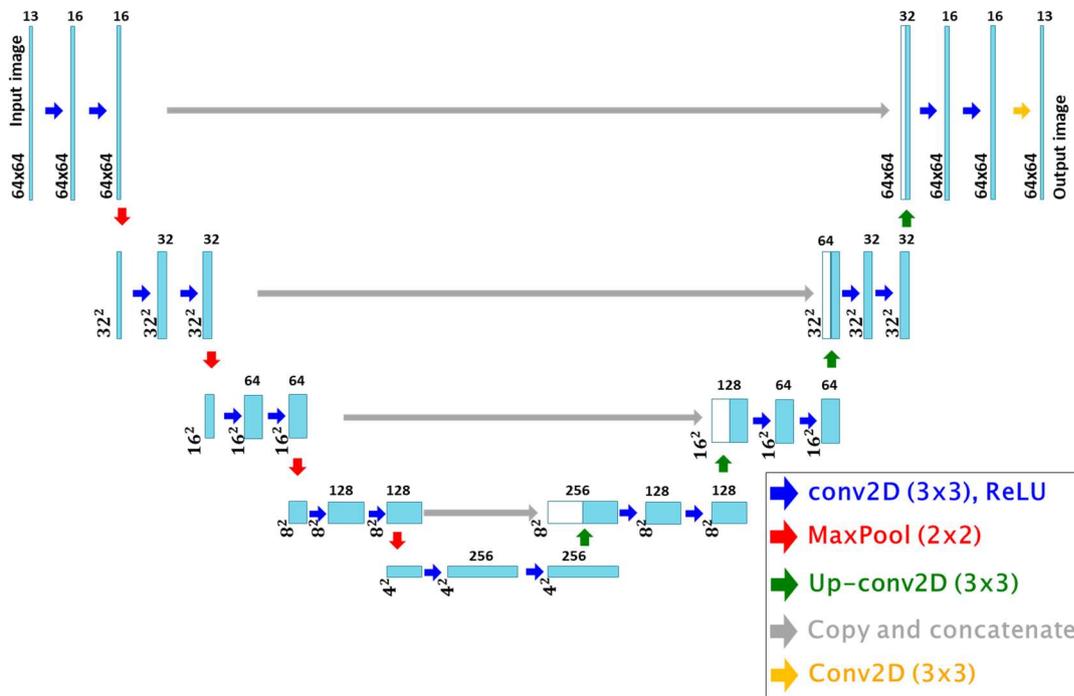


圖 5、U-Net CNN 模型架構。

(3) RWRf 百米風場 U-Net CNN 模型即時校正作業流程建置

為了在本局尚無 GPU(Graphics Processing Unit)顯卡作業環境中執行即時校正，本計畫於本局機器上建置 Docker 容器，以 python tensorflow CPU 環境為基底，使 RWRf 百米風場深度學習模型校正流程於容器內運行(圖 6)，並產出 RWRf 全域範圍逐時預報未來 13 小時之校正數據產品(.binary)與圖檔(.png)。

現階段因機器記憶體與 GPU 記憶體暫無法針對 RWRf 全域範圍(450x450)進行校正，因此將 RWRf 450x450 分割為 128x128 共 16 組，未滿 128x128 之區塊利用四周格點補齊，並將重疊區域取平均。RWRf 全域範圍校正於 2021/12/26 00Z 之個案結果顯示，

RWRF 經 U-Net CNN 分區校正後，可有效掌握分析場之逐時變化，於臺灣離岸風場區可修正原始預報高估之區域。

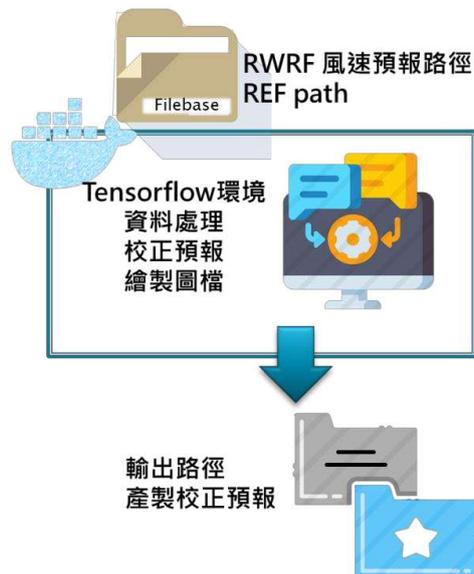


圖 6、RWRF 百米風場校正作業流程。

(4) RWRF 太陽短波輻射深度學習模型建模策略評估

本項工作第 1 階段將 RWRF 百米風場使用之深度學習 U-Net CNN 模型應用至 RWRF 太陽短波輻射，並採用逐預報初始時間建模，建置 00-23UTC，共 24 組模型。

經測試後，推測 RWRF f001 做為太陽短波輻射分析場時受到模式本身雲預報影響，使其分析場空間分布與 Himawari-8 真實場有明顯差異，而無法有效訓練模型。另外，太陽短波輻射與百米風速特性不同，太陽短波輻射跟天體運行的時程與地點非常相關，藉由晴空模型可以估計理想狀況下各個格點的理論輻射量，並考量有無雲遮蔽、有無降水系統等因素，這樣一來模型建置的出發點就有極大差異。另外，根據中午 12:00(臺灣時間)RWRF 不同初始時預報與 Himawari-8 觀測差異量結果顯示，誤差行為與 RWRF 的初始時間應無顯著關係。

因此，第 2 階段將太陽短波輻射模型建置方向調整為逐日照時間建模(圖 7)，並改以 Himawari-8 真實場作為標記資料(Labeling data)。同時為避免清晨與傍晚時段之太陽短波輻射量值較小，可能不易分析模型訓練成效，故挑選 RWRF 00-23UTC 不同初始時間預報正午 12:00 之資料合併建模進行敏感度實驗。根據實驗分析，現

階段建議採用逐目標時間合併初始時間建置包含全連接層的 U-Net CNN 模型架構，可有效降低預報誤差，並提供細緻的校正預報。

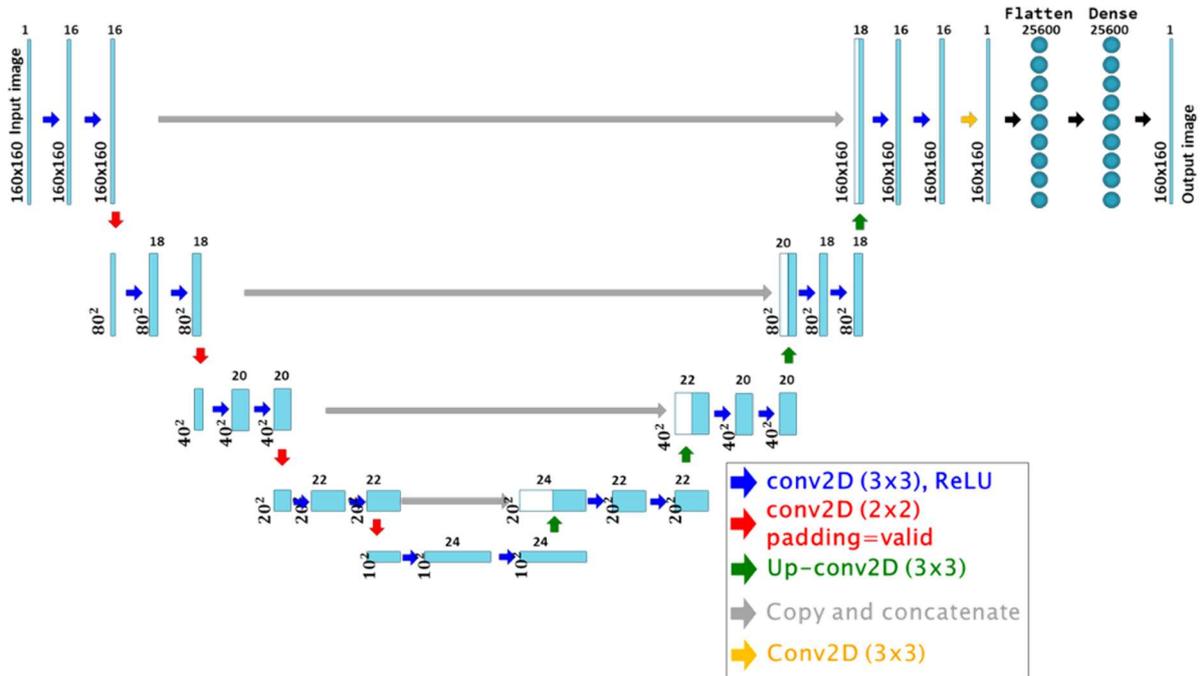


圖 7、逐目標時間模型。

5. 中尺度動力降尺度系統(Mesoscale Dynamic Downscaling System, MDDS)垂直解析度及其服務效能提升

中尺度動力降尺度系統(MDDS)為一個多重尺度的連續變分降尺度過程，先在粗網格下求價值函數最小值，得到該網格距的尺度現象，再以變分後粗網格資料線性內差至細網格，接續針對細網格求數值解，反覆得到最終的最小網距的分析資料。其優點是依據大氣物理基礎方程當作變分法之弱約束條件，可以使用較少的計算資源來快速提供臺灣地區複雜地形下高解析度的三維氣象場。搭配全球模式或區域模式之預報，可以快速提供未來 7 天(全球模式)與 3 天(區域模式)風能預報即時資料。111 年主要工作成果為針對 ECMWF-HERS/MDDS 預報資料進行定量校驗，日期為 2022 年 11 月 1 日至 11 月 14 日，每日 00Z、12Z，檢視模式在冬季特性及表現。選取模式資料鄰近觀測點之 4 個網格點線性內插至站點作為模式值，使用觀測點做為真值。圖 8 為風變數誤差量預報時序圖，風速 RMSE 顯示 MDDS 與 EC/HRES 相比誤差下降約 0.2~0.3 m/s，風速均方根強度(RMSM)與觀測值強度接近，但風向 RMSE 誤差在白天部分提高。圖 9 左圖為兩模式 RMSE 差異量空間分布，MDDS 在迎風面西北部地區風向改善程度較顯著，內陸區域比沿岸佳；背風面中南部地區風向修正幅度不佳，可能是導致整

體風向 RMSE 偏低的原因；在風速上 MDDS 較 EC 改善較佳，尤其是沿海地區。圖 9 右圖為 EC-10m 與 MDDS-FG 風變數差異量，在背風面弱風區有較大風向差，與上述觀測量校驗表現不佳地區相同。未來工作規劃將垂直層解析度提高，使 MDDS 能取得接近地表的資訊，改善高低層差異造成風向表現較差的情況。

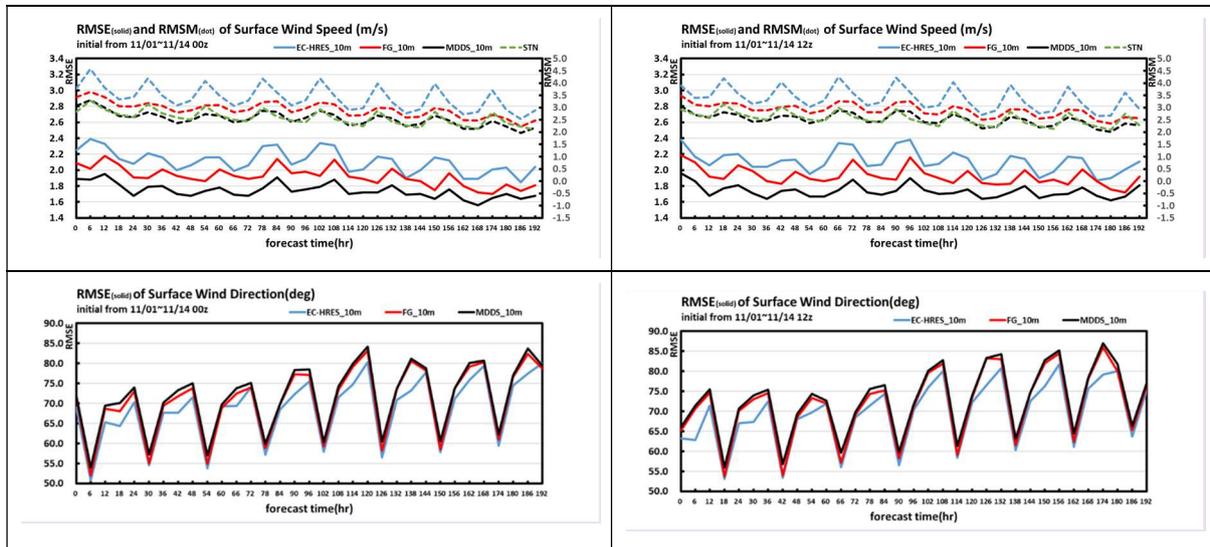


圖 8、模式近地面風變數隨預報時之均方根誤差(RMSE)及均方根強度(RMSM)，圖組由上至下分別為風速及風向，由左至右分別為 00z 及 12z。橫軸為預報時間(小時)，左側縱軸為均方根誤差(m/s)，右側縱軸為均方根強度(m/s)，藍色為 ECMWF-HERS(0.1deg)，紅色為 MDDS-FG，黑色為 MDDS(2km)。

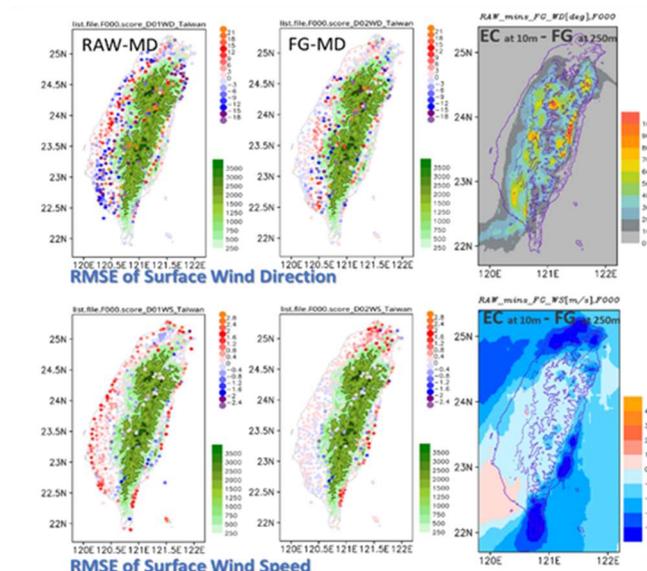
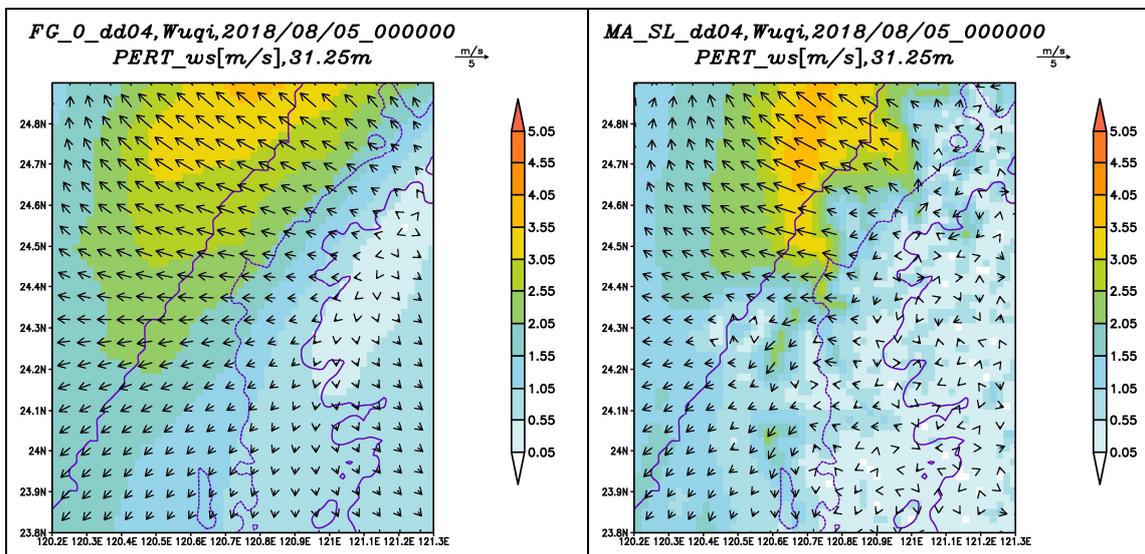


圖 9、左及中側圖組為模式近地面風場均方根誤差差異量(ECMWF-RMSE mins MDDS-RMSE)，紅色為較佳，藍色為較差，由上與下圖分別為

風向(deg)與風速(m/s)。右側圖組為模式高低層差異量。

6. 高空剖面氣象觀測網資料分析及網格化分析系統開發建置

綠色再生能源發電量的預報能力，大多取決於相關監測資料之項目與時空解析度，整體監測分析能力的提升，對於數值天氣預報系統應用於綠能發電量預報之改進有決定性的影響。美國國家海洋及大氣總署(NOAA)的風力預報改進計畫(WFIP)結果證明，即使天氣預報模型已納入大量衛星與其他數據，透過同化低層大氣觀測資料，仍可改善風力發電預測。由於全期計畫將建立臺灣地區沿岸總計 150 座地面自動氣象站與 20 座高空剖面氣象儀觀測基臺之作業化監測網，111 年度將透過多個案光達風場資料進行分析，建立將光達觀測資料引入 MDAS(高解析度三維氣象分析場)之相關模組，最終將光達資料引入 MDAS 系統進行結果影響評估。MDAS 為建立在 MDDS 之基礎上加入觀測資料做即時的高解析度三維氣象分析場，其中一個案如(圖 10)。左上方為使用 EC-ERA5 模式當作初始場之 31.25m 平面圖，右上方為經 MDAS 分析後之結果，左下方為經 MDAS 分析後，其相對於 MDDS 之結果差異分析，右下方為光達觀測點之風速垂直剖面，可見，初始場(藍色線)在引入光達觀測資料前(綠虛線)與引入光達資料分析後(紅色實心線)之垂直風剖面更靠近光達觀測資料(黑叉)，整體而言，近地面站與光達觀測資料可望使較平滑的模式垂直風場結果帶入更多邊界層風場變化。



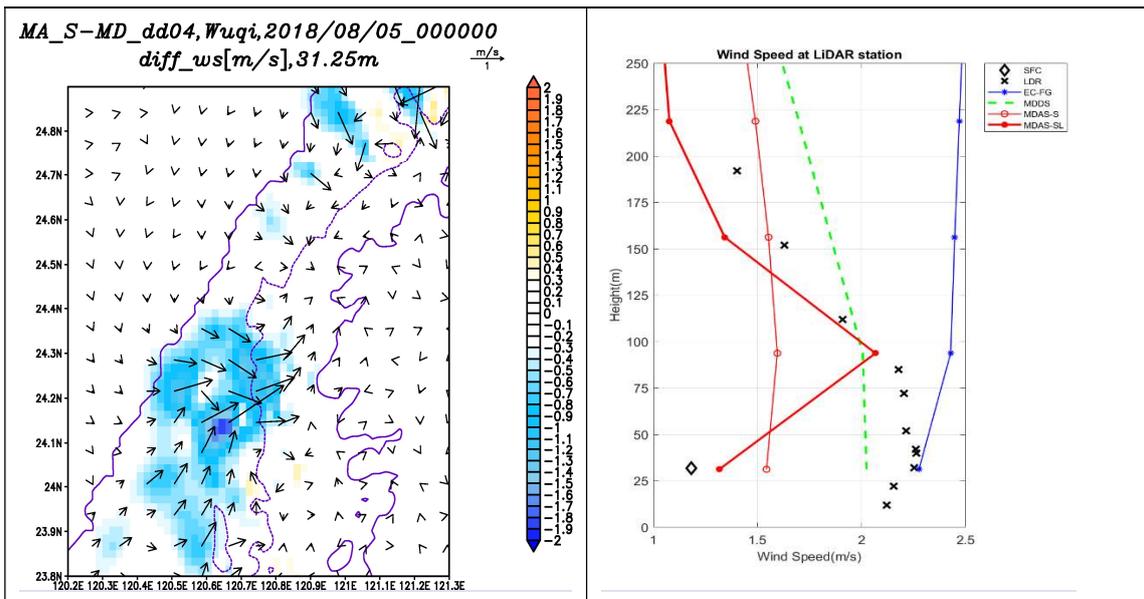


圖 10、左上：31.25m 高度之初始場，右上：31.25m 高度經 MDAS 分析後之水平圖，左下：31.25m 高度經 MDAS 分析後與 MDDS 的差異分析，右下：光達觀測點之風速垂直剖面。黑叉為光達觀測，黑菱形為地面觀測，藍色線為初始場值，綠虛線為 MDDS 資料分析結果，紅線為經 MDAS 資料分析後之結果，實心同化地面站與光達，空心僅地面站。

7. 短週期邊界層風速震盪的成因及其預報可行性評估探討

利用 2016 年 4 月至 2022 年 1 月測風塔資料，設定振幅條件進行濾波以尋找個案，並利用梧棲測站風速資料進行分析，發現於 7~8 分鐘週期有較大波動訊號與測風塔最為類似；不過波動訊號之振幅相對於測風塔資料小很多，原因係風速資料時間解析度差異。同時分析 2018 年 2 月 17 日個案與 2021 年 1 月 16 日個案之臺灣地區地面天氣圖，發現環境條件相似，故比較模擬結果，分別針對風速差異、臺灣西側倒槽成因、垂直擾動成因進行討論。而於風速變化趨勢發現，2021 年 1 月 16 日個案當日風速逐漸增強，而 2018 年 2 月 17 日個案風速則偏向於減弱，主要和大陸高壓位置有關。而關於 2 個案於臺灣西側沿海之海平面氣壓呈現倒槽分布，得知 2018 年 2 月 17 日個案於臺灣西側低壓槽，主要成因為低層臺灣東側氣流繞過臺灣地形而形成；而 2021 年 1 月 16 日個案則因大陸高壓受華南地形阻擋，使冷空氣堆積在海峽西側造成相對高壓的環境，而臺灣西側沿岸相對為低壓環境，再加上東風氣流過山形成背風低壓，使得臺灣西側沿岸出現倒槽。於垂直波動成因討論，2018 年 2 月 17 日個案在垂直方向上於低層存在東北風和西南風之風切面，激發波動產生，該個案因垂直方向上存在穩定層，波動於垂直方向上逐漸發展並被限制於穩定層中，當穩定層

高度隨著時間逐漸下降，波動影響至地面，並造成地面強風出現。而於 2021 年 1 月 16 日個案，可見強風速區隨著時間由西往東靠近臺灣西岸，波動則是伴隨強風區移入臺灣西側沿岸。至於垂直結構，可見下沉區增溫作用並伴隨著強風速區，上升區冷卻並伴隨著弱風速區，波動垂直結構與 2018 年 2 月 17 日個案相似。

8. 區域海象環境變遷資訊分析技術發展

匯集國外衛星觀測海洋環境參數，包含海表溫度、風速、水位與葉綠素，與國內環臺觀測站資料，包含水位、水溫、風速，用於驗證臺灣周遭衛星觀測數據，提供環境參數偏差分析，並給出初步海洋環境參數長期變遷趨勢。相關工作成果如下：

(1) 異常海水溫與海難漂流預報作業

彙整過去研究，澎湖發生異常低溫的主要機制為冬季時強風所引起的風生卷吸作用增加了海氣通量，且在反聖嬰年時此作用更加顯著，溫降事件從發生到回溫為期約 1 週，因此在過去 4 年研究指出可根據海洋聖嬰指數(Ocean Niño Index, ONI)與過去數天的平均風速當澎湖異常低溫的預測指標，且該預警系統已整合到「臺灣海象災防環境資訊平臺」為大眾使用。由於 2020 年~2021 年冬季澎湖海域又再次發生海水寒害，且先前的研究成果中發現澎湖海域風速和氣溫溫降變化具有領先海溫溫降變化之特性，因此 111 年將氣溫加入預警條件來改善澎湖寒害預警系統，提高預警效用。除了累積 2008、2011、2012、與 2021 年的 4 個寒害歷史事件並用以驗證預警燈號效用外，2022 年以 TWRP 模式風速取代 NCEP 模式風速資料，並對預警機制進行修訂，使其能達到原本預警燈號機制之效用。

(2) 區域海象氣候變遷資料倉儲

資料倉儲運用數學工具軟體 Matlab(Matrix Laboratory)之結構陣列(Structure Array)的特性，優於一般資料儲存方法限制，可將各個欄位不同資料類別儲存於單一陣列，提升資料的組織性並簡化資料提取的步驟，儲存之資料格式為 Matla 與 NetCDF 檔。目前已蒐集彙整了 2000~2020 年臺灣周遭海域(116°E~130°E、18°N~30°N)的衛星與實地觀測之海表溫度、海水位、海面風場與葉綠素濃度等參數。

(3) 海象環境變遷科學解析與驗證

以區域海象氣候變遷倉儲資料為基礎，加入網格化資料並進行臺灣周遭海域的區域性長期氣候變遷分析，相關成果簡述如下：

海表溫度：

- (i) 實測與衛星遙測資料比對相關係數普遍高於 0.8。
- (ii) 2002 年 7 月至 2011 年 10 月之衛星資料顯示，臺灣周遭海域約為 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}/\text{decade}$ ，以呂宋島西北部上升最明顯，速率約為臺灣沿岸 3~4 倍；2010 年 7 月至 2020 年 12 月衛星資料顯示，臺灣周遭海域趨勢大致呈現約 $0.2\sim 0.6^{\circ}\text{C}/\text{decade}$ 上升速率。而若以近 20 年(2002 年 7 月至 2020 年 12 月)衛星分析，臺灣周遭海域上升速率約 $0.2\sim 0.4^{\circ}\text{C}/\text{decade}$ 。
- (iii) 臺灣周遭海域長期趨勢變化為上升(速率約 $0.2\sim 0.6^{\circ}\text{C}/\text{decade}$)，以 2011 年至 2020 年的上升速率較高(普遍為 $0.6^{\circ}\text{C}/\text{decade}$ 以上)。然海表溫趨勢變化存在著區域性的差異，臺灣西岸海表溫上升趨勢較東岸高，尤其是臺灣西南部近岸區域。
- (iv) 臺灣周圍近岸區域，衛星遙測趨勢變化低於實地觀測，推測為近岸區域衛星量測上受較大限制，且有較為複雜的小尺度運動(如潮流混合)，導致近岸區域變化趨勢較遠海區域來的大。

海水位：

- (i) 使用最小均方根法能有效對基準面偏移資料進行校正，其校正後實測與衛星遙測相關係數有明顯增加。
- (ii) 臺灣周遭海域衛星資料在臺灣北部(基隆、淡水區域)及臺灣南部(屏東、高雄區域)的比對結果較佳(相關係數約 0.7 以上)，而臺灣東岸與西岸的臺灣海峽區域資料比對結果較差(相關係數約 0.4~0.5)，推測此結果主要是受到衛星觀測資料品質的影響所致。
- (iii) 比較海水位實測與衛星，無論是 2001 年至 2020 年或 2011 年至 2020 年，多數測站的變化趨勢相近，但臺灣西南部沿海(如，箔子寮、塭港、將軍等測站)區域結果差異大，尤以 2011 年至 2020 年的分析可差至 5~10 倍以上，推測除了近岸區域衛星解析度較差外，可能主要由嚴重地層下陷所影響。
- (iv) 位臺灣東北方的與那國島測站 2000 年至 2020 年海水位趨勢變化與鄰近站較不同，趨勢為下降($-2.79\text{ mm}/\text{yr}$)，推測可能受該區域長期板塊運動影響。
- (v) 結合臺灣周遭海域(包含日本沖繩及菲律賓北部)共 32 個長期實測近 20 年(2001 年 5 月至 2020 年 12 月)與近 10 年(2011 年 9 月至 2020 年 12 月)趨勢變化，顯示近 10 年平均上升 7.74

mm/yr，而僅臺灣本島測站平均上升 6.21 mm/yr；近 20 平均上升 5.18 mm/yr，而僅臺灣本島測站平均上升 5.63 mm/yr。

- (vi) 海平面趨勢變化實測皆高於衛星，與長期海表溫趨勢變化相似。值得注意衛星資料在 2000 年至 2020 年間臺灣周遭海域平均上升趨勢略低於北太平洋區域(3.19 mm/yr)及全球(3.73mm/yr)區域之平均值，而 2011 年至 2020 年平均上升趨勢則高於北太平洋區域(5.34 mm/yr)與全球(4.44 mm/yr)區域之平均值，此顯示出臺灣周遭海域近 10 年的海平面趨勢變化有加劇的情形。

海面風場：

- (i) 除花蓮與小琉球浮標，各浮標與網格化衛星風速相關係數皆大於 0.65，離島與外海浮標對衛星風速相關係數可達 0.8 以上；除花蓮與小琉球外，未網格化 AMSR-E Level-2B Swath 衛星與浮標風速相關係數大於 0.6。
- (ii) 臺灣本島近岸區域浮標風速與衛星相關性較低，推測為本島多高山阻擋。
- (iii) 花蓮與小琉球浮標之風速風向資料有待進一步檢驗。

葉綠素濃度：

- (i) 衛星遙測與船測海表變化情形大致相符，相關係數皆大於 0.6。
- (ii) 整體而言，空間上衛星遙測較船測來的大。
- (iii) 衛星資料與船測差異可能來自時空變化，本研究實測與衛星時間差小於 3 小時視為同一資料，但葉綠素濃度可能會受到太陽位置不同或海洋中小尺度運動而有所影響。

(三) 合作團隊養成

1. 國立成功大學與國立臺灣海洋大學組成研究異常波浪與瘋狗浪跨校研究團隊。
2. 國立成功大學近海水文中心之海象災防應用技術發展團隊。
3. 國立臺灣大學海洋研究所之區域海象環境變遷資訊分析技術發展團隊。
4. 國立臺灣大學海洋研究所之動力耦合降尺度海象氣候預報系統發展團隊。
5. 國立高雄科技大學之潮汐潮流預報與海象資料處理技術發展團隊。
6. 國立臺灣海洋大學之沿近海漁船海象漁訊服務技術發展團隊。
7. 國立師範大學之短週期風速震盪技術發展團隊。
8. 長榮大學之全天空照像儀監測資料網格化分析技術發展團隊。

9. 資拓宏宇國際股份有限公司海象智慧訊息資訊系統技術發展團隊。
10. 資拓宏宇國際股份有限公司之綠能技術發展團隊。
11. 多采科技綠能氣象校驗技術發展團隊。

(四) 教材/手冊

1. 111 年「區域海象環境變遷資訊分析技術發展(2/3)」教育訓練教材
2. 111 年「潮汐潮流預報與海象資料處理作業發展(2/3)」教育訓練教材
3. 111 年「臺灣海象災防環境資訊平臺」教育訓練教材
4. 111 年「沿近海漁業海象資訊服務技術發展(1/4)」教育訓練教材
5. 111 年「海象資訊服務系統」教育訓練教材
6. 111 年「海象資訊服務系統」系統手冊
7. 111 年「海象預報作業系統」教育訓練教材
8. 「沿岸異常波浪預警系統之建置 (2/3)」教育訓練教材。
9. 「全球天氣預報系統-物理參數化」教育訓練教材
10. 「高空剖面氣象觀測網資料分析及 MDAS 網格化分析系統開發建置(1/5)」教育訓練教材
11. 「提升中尺度動力降尺度系統(MDDS)的垂直解析度及其服務效能(1/5)-ECMWF/HRES/MDDS 與地面風場校驗分析」教育訓練教材
12. 「臺灣地區強風地圖建置(1/5)」教育訓練教材

二、 技術創新(科技技術創新)

(一) 發展動力耦合降尺度海象氣候預報系統

目前已完成全球大氣模式、全球海洋模式、區域動力降尺度大氣模式及區域動力降尺度海洋模式等 4 個預報模式，透過高速運算電腦的軟硬體架構連結同步執行，如此不僅可以大幅減少全球模式提供初始場及邊界場所需之大量硬碟儲存空間，亦可使區域降尺度海氣耦合模式與全球海氣耦合模式能同步積分進行預報，此種預報系統架構可以提升預報作業的效能，也是作業系統運作發展上的技術創新。

(二) 創新的近即時全自動海岸異常波浪判釋系統

目前尚無理想的儀器設備或方法可以完全地記錄異常波浪，海上觀測儀器僅為單點，且非全程記錄，僅有異常波浪恰好發生在儀器位置以及記錄時間內才有可能被觀測到，遙測儀器受限於再訪時間過長或解析度不足等因素，也僅能記錄到片段的異常波浪。因此，本計畫持續於各個海岸發展光學影像監測海岸異常波浪系統。

110 年已完成異常波浪判釋技術，然而資料的下載、儲存與分析皆需要大量人力。本計畫建置的異常浪光學監視站其影像為影像串流(media streaming)方法來進行回傳。111 年度提出了一套影像分析流程，將影像擷取、影像儲存與分析的流程進行結合，預期可大幅減少影像傳輸與分析的時間成本，且也可節省存放分析影像的儲存空間以及能更即時分析瘋狗浪影像，該系統已對影像分析流程進行優化，大幅減少分析時間，已達到近即時的效率。

(三) 新一代系集模式(GEPS v2.0)測試與上線

新一代本局全球系集測報模式 CWB/GEPS v2.0 架構與目前天氣測報模式相同，模式網格點均採用 8 面體高斯遞減網格分布(Malardel et al., 2016)，動力核心為 Non-iteration Dimensional-split Semi-Lagrangian (NDSL)技術(Juang 2007, Juang 2008)半拉格朗日法(Semi-Lagrangian)，並以二時階(two time levels)進行計算，如此能夠達到節省運算量、積分加速的效果。另外，在此版本的系集預報設定上，格點數量設定為 1552×768 個格點(TCo383，水平解析度約為 28 公里)，垂直解析度採用 σ -P hybrid 座標 72 層，模式動力部分由雙精度計算改為單精度計算，更能縮短計算時長。

GEPS v2.0 模式規劃測報時長為 45 天，作業執行每日 00Z 初始場決定性測報及 20 組系集成員測報；而 12Z 初始場僅提供決定性測報，惟在颱風日時額外提供 20 組系集成員測報(僅測報 7 天)。另外，在每週一及週四追加執行過去 20 年(2001~2020 年)同週數日的決定性後測報(Hindcast)。詳細作業測報排程請參考表 1。

模式初始場是即將上線之新版天氣測報模式(CWB finite-volume cubed sphere dynamic core, CWB/FV3)所提供：決定性預報使用 CWB/FV3 C384(水平解析度約 25 公里)模式之初始場；系集預報之成員使用 CWB/FV3 C192(水平解析度約 50 公里) EnKF (Ensemble Kalman Filter)系統的 32 個成員中前 20 個成員作為初始場。而決定性後測報部分，初始場來源則為 NCEP/CFSv2 (National Centers for Environmental Prediction/Climate Forecast System)資料。模式的下邊界海洋部分，不論是每日作業測報或是後測報初始場均使用 NCEP/CFSv2 資料。

對於積分時間較長的大氣模式來說，下邊界的海表面溫度(Sea Surface Temperature, SST)變化越顯重要。在此次改版中，我們加入了一維海洋模型(one-column ocean mode Snow-Ice-Thermocline, SIT)進行預報海表面溫度，而中高緯區域亦加入了本局氣候模式 CWB/CFS-MOM3 預報的 SST，以改善模式在長期積分下無法更新 SST 的問題。

另外，模式的系集成員由原始的 Singular Vector (SV)法更新為

EnKF 法，用以改善系集離散度不足的問題。綜合上述改善與精進，新一代的 GEPS v2.0 系集模式在系集測報至模式的誤差達到飽和前有較小的 RMSE，並且系集離散度較大，是更為健康且可提升預報度的系集模式。如此可提供下游使用者數日至數週更精準的系集測報資料，以提升在綠能評估系統的測報準確率。

於 2022 年 12 月提交版本更新上線申請單，將本局全球系集預報模式 CWB/GEPS，由原始的 v1.0(T319)更新為 v2.0(TCo383)，除此之外，新一代 GEPS v2.0 系集預報模式在上線作業後亦會執行過去 20 年系集模式後預報，以提供模式長期預報趨勢，使能夠針對模式預報進行修正，以得到更準確的預報資料。

表 1、CWB/GEPS v2.0 模式作業時間

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
Mon. (一)						(12Z) 決定性預報 (颱風日追加 20 組系集 7 日預報)																			
Tue. (二)						(12Z) 決定性預報 (颱風日追加 20 組系集 7 日預報)																			
Wed. (三)						(12Z) 決定性預報 (颱風日追加 20 組系集 7 日預報)																			
Thu. (四)						(12Z) 決定性預報 (颱風日追加 20 組系集 7 日預報)																			
Fri. (五)						(12Z) 決定性預報 (颱風日追加 20 組系集 7 日預報)																			
Sat. (六)						(12Z) 決定性預報 (颱風日追加 20 組系集 7 日預報)																			
Sun. (日)						(12Z) 決定性預報 (颱風日追加 20 組系集 7 日預報)																			

(四) RWRF 百米風場與太陽短波輻射深度學習預報校正

111 年度計畫參考 Ronneberger et al. (2015)研究內容，建置經由多層卷積(Convolution)與池化層(Pooling)取得高維特徵，再藉由反卷積進行上採樣的 U-Net CNN 模型架構，校正百米風場與太陽短波輻射 RWRF 原始預報，並以 RWRF 分析場作為訓練百米風場模型真實答案，以 Himawari-8 做為訓練太陽短波輻射模型真實觀測。而針對建模

策略，百米風場採逐預報初始時間建模，太陽短波輻射則採逐目標時間合併初始時間建模。

其中，校正百米風場時根據林等人(2021)研究內容，將單一門檻 ($\geq 25\text{m/s}$)預兆得分倒數作為損失函數權重係數，並於預兆得分分母為 0 時，權重係數值設為 1，結果顯示可有效降低強風速區間預報誤差(圖 11)，以及提升強風速區間預報能力。

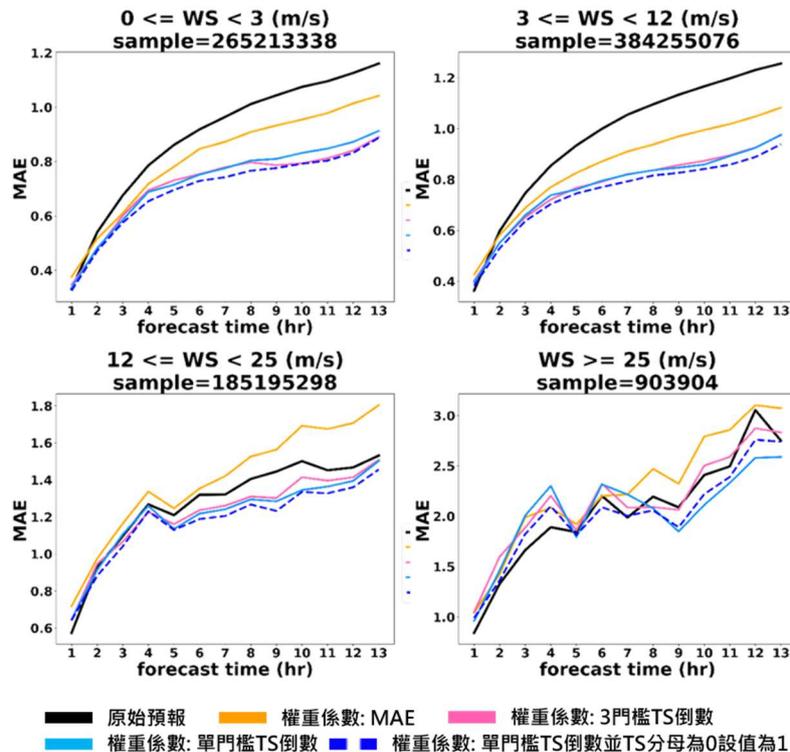


圖 11、U-Net CNN 模型調整損失函數權重係數於預報未來 13 小時不同門檻區間之預報平均絕對誤差。

(五) 精進數值模式風速預報產品

透過接收臺中港測風塔百米高度之歷史陣風風速觀測資料，結合數值天氣預報之 10 米風速預報資料，以滾動更新方式蒐集陣風風速觀測及數值天氣預報資料，並利用線性回歸及微基因演算法進行建模，獲得百米觀測陣風與 10 米風速預報之相關性，並以此關係套用至數值天氣預報有效之預報時段產生陣風預報。

如圖 12，以線性回歸方法產生之圓規颱風期間陣風產品，因線性回歸方法中，以斜率及截距描述觀測及預報資料之相關性，因此在圓規颱風前期甚至後期容易出現陣風風速預報的正或負偏差(斜率接近 0)。在微基因演算法中(圖 13)，透過一個斜率因子描述觀測及預報資料之相關性，對於百米陣風的變化趨勢有較好的掌握。本研究所產生之風速產品，亦可應用於不同測站及各種風機高度，僅需要有案場對應高度之風速觀測及地面風速預報值。

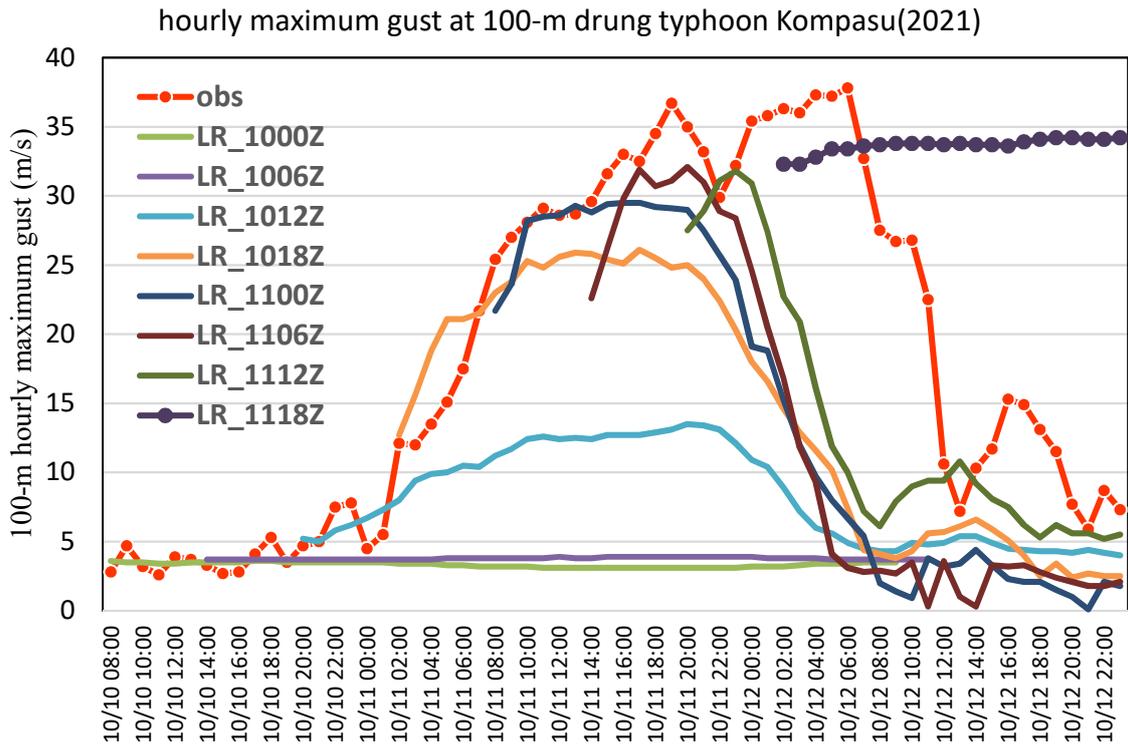


圖 12、圓規颱風期間(2021/10/10 00UTC)，以線性回歸方法產生之陣風風速產品及觀測陣風(紅色)之時序列變化，不同顏色線條為不同初始時間之陣風風速預報。

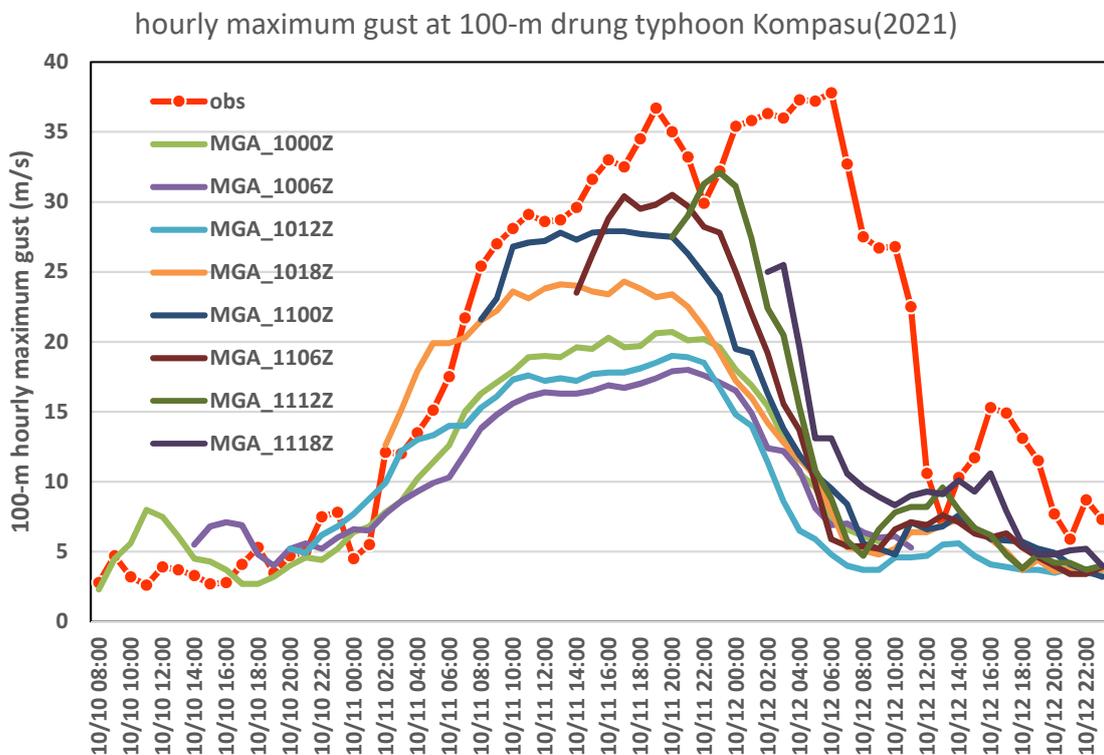


圖 13、圓規颱風期間(2021/10/10 00UTC)，以微基因演算法產生之陣風風速

產品及觀測陣風(紅色)之時序列變化，不同顏色線條為不同初始時間之陣風風速預報。

(六) 海象災防應用技術系統

應用巨量數據的分析技術，及海洋科學的專業知能，針對預測海象資料開發油污漂流、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增值應用，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臺應用、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臺，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。

(七) 智慧航路資訊服務作業技術發展

智慧航路資訊服務是提供船舶智慧航路資訊產品服務，以人為本的設計，即時提供航路修正服務，有助於我國與國際海事組織發展的E-Navigation 接軌。E-Navigation 定義為利用電子工具收集、整合、交換、呈現及分析船舶及岸上之海事資訊，加強船舶(港口間)航行及海上安全和保護海洋環境等相關服務。本項技術 110 年為建構港口間航路規劃服務，整合「西北太平洋海象資料庫」的海氣象預報與電子海圖，根據臺灣地區各個重要的進出港口，規劃港口對港口之間的航路服務；111 年開發港口間的航路服務、調查與歸納多點航路與歷史航路服務技術。本工作項目 111 年已完成等時線法演算法程序，以「船級作業風險預報」與「交錯波浪預報」的條件進行逐時的安全航路規劃，且具有陸地與海底障礙物避碰功能。在主機模擬測試結果顯示可成功避開海上惡劣氣候之功能，且避開陸地。此外，為發展多點航路及歷史航路的技術發展，透過調查國際上提供多點航路的網站，在操作介面上應設計可透過搜索和選擇港口或城市來計算路線，或者直接點擊地球上的某個地方來計算航路等技術，演算法則同樣以等時線法來規劃多點航路，惟系統會規劃前往不同目的點的順序，在安全與最短時間的考量下，找出最佳航路；歷史航路功能方面，為了有利於船舶介接使用，規劃將產出符合資料格式 NMEA-183 的航路資料(圖 14)。

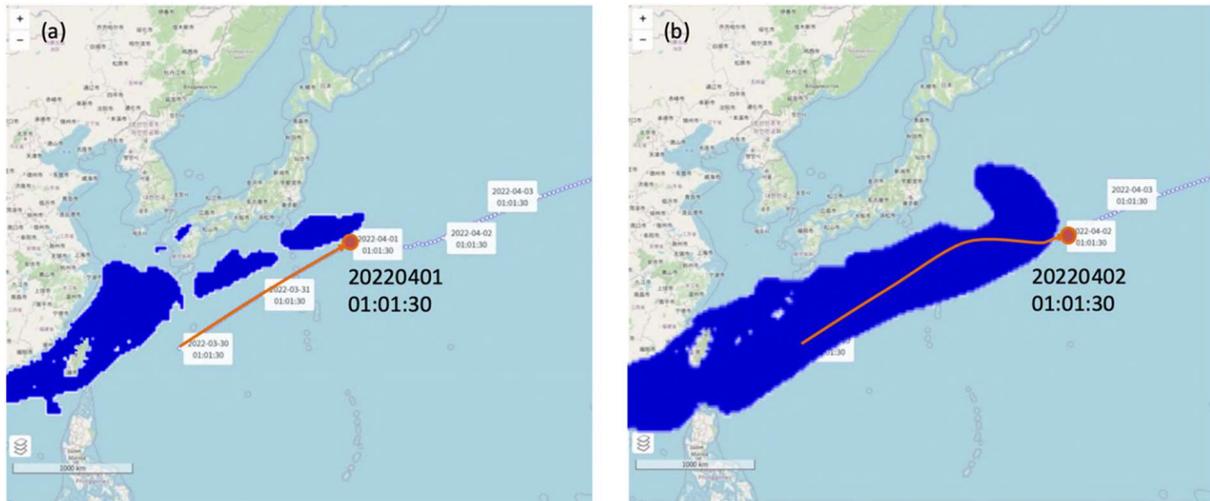


圖 14、避開高風險海況的安全航路規劃結果。

(八) 沿近海漁業海象資訊服務技術發展

本工項彙整 2014 至 2020 年臺灣東北海域一支釣白帶魚漁業資料，並結合衛星遙測技術之 6 種海洋環境資料，其目的為發展沿近海漁場海象預報技術。111 年度計畫使用 GLM 及 GAM 模式來標準化單位努力漁獲量(CPUE)，之後將此 2 種方法的結果進行比較，以最佳的結果進行建構臺灣東北海域一支釣白帶魚棲地模式，並與「臺灣海象災防環境資訊平臺-近海漁場海況」結合(圖 15)。同時，111 年計畫完成整合測試應用船舶自動辨識(AIS)系統以及將已建構棲地模式結果結合及發展海象與棲地模式資料傳輸至漁船或岸臺的技術系統。另本研究團隊已至新北市瑞芳區漁會參訪，希望透由當地漁業管理部門及漁民交流，將本研究所開發的產品向社會推廣及擴展氣象產業技術於漁業。

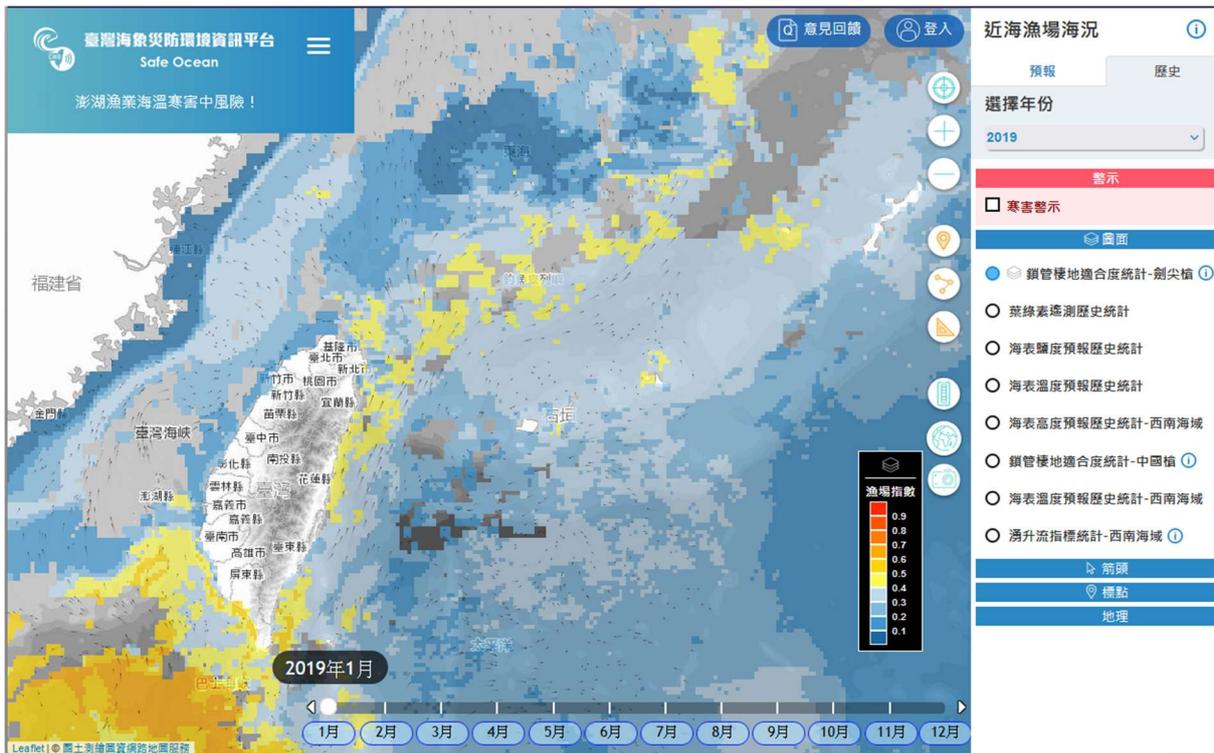


圖 15、「臺灣海象災防環境資訊平臺-近海漁場海況」之展示介面。

三、 經濟效益(經濟產業促進)

(一) 發展動力耦合降尺度海象氣候預報

臺灣四面環海，四季受到黑潮的海氣交互作用影響很大，本計畫發展發展動力耦合降尺度海象氣候預報系統，期待能夠掌握更準確的海氣交互作用對於天氣及氣候的影響以提升預報的準確度，相關的預報資訊可做為海洋漁業資源的產值預估，例如提供農委會水試所海溫預報資訊作為年度鎖管的產值預估及漁場預測。另外提供展期天氣預報做為森林旅遊規劃之用，依中華經濟研究院的調查結果顯示，觀星系統每年可增加旅遊總收益消費金額為 24 億元；雲海系統對旅遊總收益增加為 25 億元；賞櫻系統為 23 億元；楓紅系統 21 億元，氣象商品之需求價值為 6 至 9 億元，增加旅遊產值為 20 至 25 億元間。

(二) 建構環島異常波浪預警系統

本局發布之海象資訊對臺灣社會與經濟影響很深，許多海岸岸邊遊憩如衝浪或是海釣的民眾，都與海象資訊息息相關。因此提升在海象災害方面的預警能力，將可有效的提升相關人員的警戒，並避免國人的生命財產的損失。本計畫研究發展的全臺海岸異常波浪預警系統等，就是為了充實當前本局的海象預報，從原東海岸瘋狗浪預警系統拓展到全臺各縣市海岸，111 年度新增 1 種資料探勘技術，並新增完成 2 個海岸異常波浪預警子系統，累計完成之子系統共有 5 個(新北市西、

基隆市、新北市東、宜蘭縣、高雄市)，將有效提升現有機率預警系統之預報能力。此成果雖難以直接量化估計的經濟產值，但是對間接的減少海洋相關產業安全的不確定性，對於未來要發展海上遊憩相關產業，能提供更多的訊息，亦能提供更多保障。

(三) 臺灣地區強風地圖建置

根據 IEC 國際標準(IEC 61400-1)，50 年重現期極限風速是評估一個地區合適的風機規格的重要參考指標之一，不同的極限風速所適用的風機規格不同，規格越高的費用也越高，因此對特定風場之極限風速有更加適當的評估，得以在預算與維修損害風險中取得最佳平衡，屬於風機建設前的風險管理與評估部分。臺灣海峽為世界重要風場之一，不過影響風力的因子也很多，冬、夏季分別主要是東北季風與西南季風，當季風流經剛好也是東北-西南走向的臺灣海峽時，因海峽中部較為狹窄，地形狹管效應常使氣流加速，故產生較大風速，因此風力資源豐富。不過除了季風，臺灣海峽的背景氣候條件也較世界其他風場特殊，主要是臺灣地區位處在西北太平洋與歐亞大陸交界之處，每年平均約有 3-4 個颱風侵襲臺灣，根據本局地面測站歷史資料，臺灣各地局屬測站歷史最大風速都出現在颱風影響期間，因此如何有效評估颱風造成的最大風速用以估計長期氣候極限風速至關重要，更合理、更精準的極限風速資料能在符合國際標準的風機規格設計上，選用最合適的規格，達到最大的經濟效益。

(四) 再生能源資料共享資訊雛形系統網頁瀏覽介面建置

為達成組織我國再生能源預測專業團隊的目標，建置友善公私部門合作環境，111 年度建置資訊與知識交流平臺雛型系統(圖 16)，冀能於下一年度系統上線運作後，有利於所有合作夥伴開發相關系統，也提供想瞭解太陽能與風能議題的公私部門，有一個知識入口網站能瀏覽，能推廣氣象資訊在綠能領域應用之重要性。網站規劃以響應式網頁設計，以透過不同行動裝置可瀏覽本網站資訊。首頁包含說明頁、公告與公開資料顯示。公開資料使用者皆可查詢，會員登入後將可查詢 data owner 開放給該會員之所有產品。資料瀏覽規劃區分風能資料區與太陽能資料專區，使用者透過網頁可以快速查詢所需資料之範例與說明。

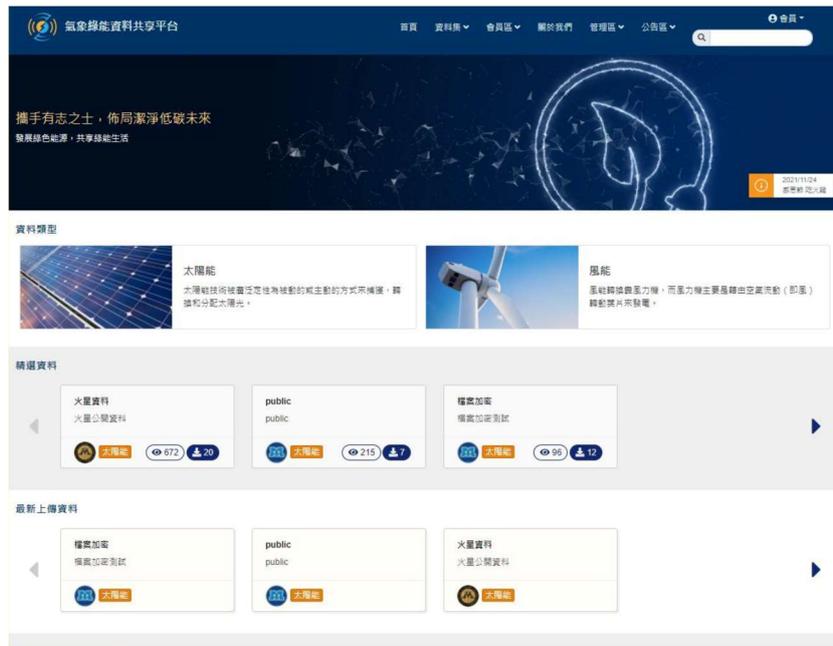


圖 16、資訊與知識交流平臺雛型系統畫面首頁設計。

(五) 異常海水溫預警

本工項目標為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，並進行作業化之預報，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。延續之前計畫成果，運用天氣預報系統精進預警機制，提高並延長預警時間之效度，藉由海象預警資訊的提供，降低海洋異常水溫變化對社會、民生各層面影響程度。

(六) 海面氣壓變化分析技術發展

衛星遙測可提供大範圍的海面的氣象資料，倘若要知道資料正確與否，海洋現場實地的觀測資料不可或缺，再加上目前的衛星遙測資料，不外乎海面風場、海表面溫度、海面高度等，有許多海面氣象參數是無法透過衛星遙測進行蒐集，海面氣壓資料即為一例。

然而，海面氣壓資料對於颱風行經路徑與強度，是非常重要的氣象參數。現今海面氣壓觀測資料，多是來自於海氣象浮標、或是海面船隻的觀測數據，資料非常有限。本工項擬用不同統計方法分析海氣象觀測浮標與海嘯計分別所觀測到的氣壓與水壓資料，希望能藉由尋找兩者的變化關係，進而期望能由近乎即時傳輸的水壓資料，獲得「海面氣壓變化」資訊，提升颱風的預報品質，減少災損，增進人民福祉。

(七) 海象災防應用技術系統

開發災防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、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防災資料庫。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，做為海洋環境反應區域特性等海洋氣候特性分析。在經濟效益方面，可運用海岸遊憩及航行海象等產品，對於海上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。

四、 社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)

(一) 發展動力耦合降尺度海象氣候預報

臺灣四面環海，四季受到黑潮的海氣交互作用影響很大，本計畫發展發展動力耦合降尺度海象氣候預報系統，期待能夠掌握更準確的海氣交互作用對於天氣及氣候的影響，本計畫於 112 年將進行作業化測試，提供更準確的櫻花花期預報氣象資訊，該預報系統由本局提供 45 天的氣象預報資訊，並結合農委會農試所所發展的櫻花花期預報模型，以 2019 年為例，能夠從櫻花打破休眠前 3 個月(2019 年 11 月至 2020 年 1 月)開始預報開花的日期，在資料進行校正後預測開花 5%、開花 50%及開花 80%日期與實際誤差天數為 1 至 3 天，逐日修正至第 7 日，與實際誤差天數為 0 至 4 天。遊客前往森林遊樂區，對賞櫻、賞楓、觀星、雲海等項目希望能觀賞到最美麗的景致，林業單位可以透過氣象資訊和當地森林遊樂區之特色景點，建立符合當地特色景點的氣象預測系統，如賞櫻預測能依推薦安排行程，以遊賞到該景區最有特色的項目，讓旅程更具豐富性而不虛此行，這對於提升社會福祉將有所助益。

(二) 建構環島異常波浪預警系統

建立海洋異常波浪造成之船難與海岸異常波浪及落海事件之資料庫：持續蒐集近 22 年來的外洋異常波浪造成之船難事件以及發生於海岸邊之異常波浪事件，與事發當時之海氣象資料。未來可提供相關研究之參考，從發生事件的整理與統計，也可以提升國人了解那些海域屬於事件的好發區域或是在特定季節期間較為危險，使得好發區域內活動時能提高警覺，並且事前瞭解活動期間，該區域活動之風險性。同時也可以讓社會大眾更了解變化多端的海洋，提升社會大眾對海洋的認知與了解。

(三) 桃園海象監測網佈建

與桃園市政府協力合作，委請市府協商雷達興建用地與相關行程序，而桃園市政府成立「海岸環境監測科技中心」，本局配合市府推動「桃園海象監測網佈建計畫」，合作規劃 5 站近岸波流遙測儀，111 年已完成首站觀音白玉站，除可擴大本局監測範圍，觀測到海面海流

波浪資料提供桃園市政府海岸環境監測科技中心，協助該市未來海岸環境監測及災害應變決策，可望提升海岸遊憩安全，強化油污、海漂垃圾等環境災害應變。

(四) 海象長期變遷

嚴重的海象災害經常造成臺灣巨大的經濟損失，為使社會大眾及政府相關單位及早獲得災害預警資訊，強化海象即時監測能力及提升預報技術，以因應未來民眾服務與防災應變需求，本工項執行之臺灣周遭海象長期變遷與澎湖冬季異常海水溫降，建立海洋環境變遷資料集，分析海洋環境長期變化趨勢與建置區域性異常海溫預警系統，以分析環境變遷未來趨勢，做為未來因應自然災害之依據。本工項所研發之技術與資訊，匯集於「臺灣海象災防環境資訊平臺」，已正式上線服務，亦逐年進行滾動式修正，並將資訊進行可視化呈現。

(五) 推動智慧海象服務

在「智慧交通大數據」工項上，配合國家發展委員會「智慧政府行動方案」中之「發展 GIS 決策模式與擴大應用」措施，透過「以發展 GIS 為基礎之環境空間資訊揭露與輔助施政決策基礎」作法，整合周遭海域巨量資料，建置海氣象 GIS 圖資，透過應用服務程式介面(API)，即時提供海域環境監測、預報資料。111 年完成長浪監測與包含基隆港、臺中港、安平港、高雄港、高雄二港口、馬公港 6 港口之潮流預報資料共 7 組海象資料傳送至交通部「智慧交通大數據」雲端數據資料庫(圖 17)，透過公私部門數據的跨界整合與運用，並藉由交通科技產業政策之推動下，發揮其對國家社會最有價值之應用。

在「臺灣海象災防環境資訊應用」工項上，111 年度發展「災害個案環境探索」產品，其初衷乃檢視海象中心針對臺灣周遭海岸與水域地區投注大量的時間、預算與資源，進行觀測與預報，並累積相當程度數量的海象資料，而在資料開放與共享的年代，海象中心也對大眾無償釋出數值資料供使用；然在很多時刻，在環境災防的角度下，災防機關、研究學者，甚至有興趣的一般民眾，在特定時空下，亟需獲取當時的海象資訊供判斷或研究，最明顯的例子是發生海上災害時，亦或是海上作業者遇到特殊的海象現象時，據此，海象中心建置「災害個案環境探索」功能，讓使用者可自訂個案，自行選定時間與空間，獲取海象資料，目前海象災防網提供表層海流、水下 10 公尺海流，與波向與波高等海象基礎參數，未來會根據使用者的反饋，新增海象參數或特殊功能，進行滾動式的調整(圖 18)。

在「操船潮便利」工項上，將原本 3 個港口內 200 公尺解析度之潮流預報，擴增為基隆港、臺中港、麥寮港、安平港、高雄港、高雄

港二港口、馬公港、東北角龍洞港、大鵬灣、恆春後壁湖港 10 個港灣之 50 公尺高解析度潮流預報，並提供地理資訊定位及動態圖資，除了可配合導航設備，協助國際商港、遊艇港、離島進出出港作業外，並可供帆船等沿海操船運動應用(圖 19)。



圖 17、透過 API 將 7 項海象資料介接交通部「智慧交通大數據」。



圖 18、「災害個案環境探索」功能。

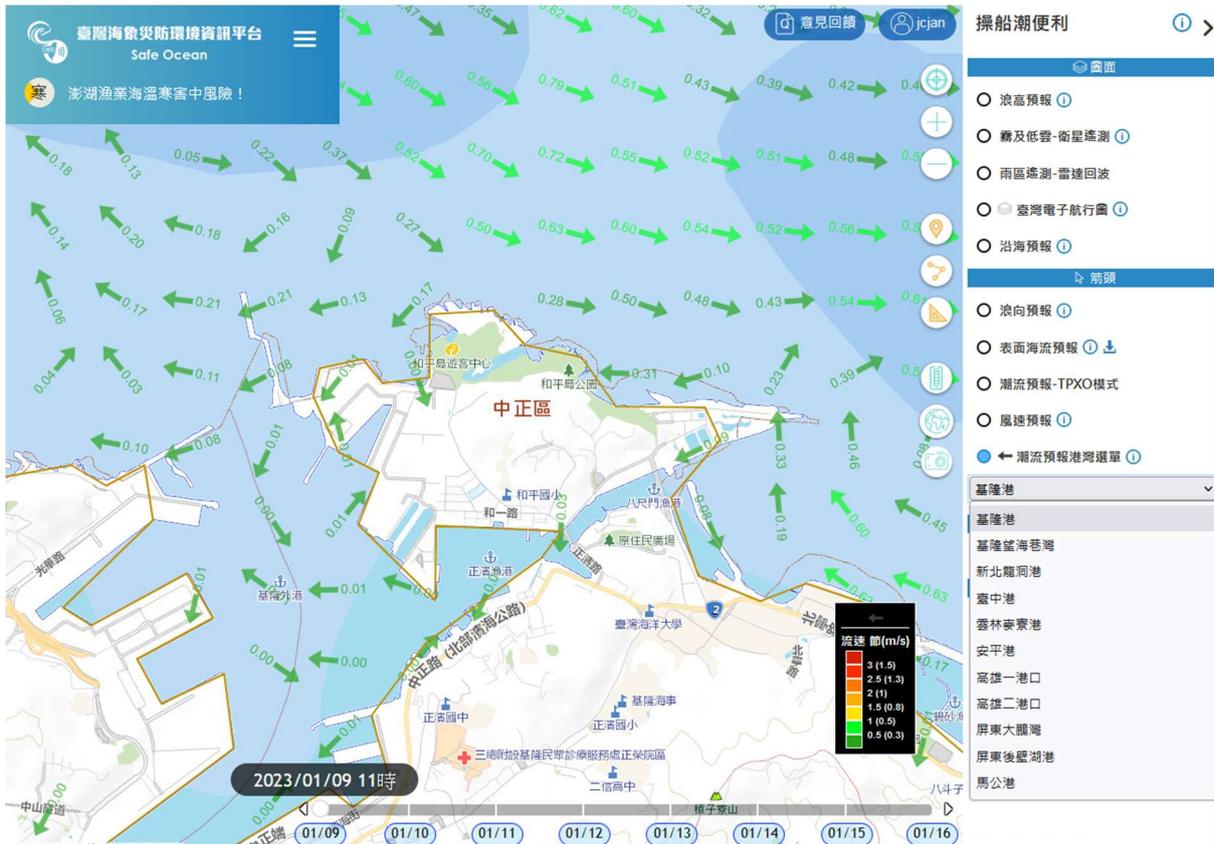


圖 19、「操船潮便利」潮流預報提高至 50 公尺高解析並增加港口數。

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) 人才培育及延攬

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. 國立成功大學海象災防應用技術發展團隊延攬博士 1 名參與本研究計畫，透過該員海洋領域之專業知識與貢獻，提升新科技的運用與強化團隊實力。
2. 國立師範大學之短週期風速震盪技術發展團隊博士生 1 名參與綠能研究發展計畫，培育人力畢業後，預計在氣象綠能學界與產業界能有直接的貢獻與助益。
3. 長榮大學之全天空照像儀監測資料網格化分析技術發展團隊有大學生 1 名參與綠能研究發展計畫，培育之學生未來將繼續攻讀碩士，可充實國家監測分析人才。

(二) 推廣輔導

1. 推廣「海象災防環境資訊平臺」資訊服務

111 年為了推廣海象災防環境資訊平臺，針對乘船與海上遊憩的民眾宣傳交通船舒適度預報與鄉鎮沿海遊憩風險(圖 20)，印製宣傳文宣，並交由航港、交通船等公司發送；前往觀光局澎湖國家風景區海岸風景區管理處推廣平臺(圖 21)，並依據其需求增納平臺遊憩點；前往農業委員會水產試驗所東部海洋生物研究中心推廣災防平臺服務之運用，包括漁業氣象、海況播報，以及航行海象等產品；前往觀光局東部國家風景區管理處推廣潛水點位、月出月沒圖層，以及說明管理機關限定使用之組合警戒值等資訊功能；至新北市瑞芳區漁會推廣平臺服務與「近海漁場海況」功能，介紹氣象產業應用於漁業的資訊；完成辦理「航港圖資潮流應用-操船潮便利」講習會(圖 22)，參加者包括港務公司、航運公司、遊艇團體、帆船團體，以及潛水團體等 28 個公司團體，參與人數共計 55 人。



圖 2、鄉鎮沿海遊憩風險海報圖。

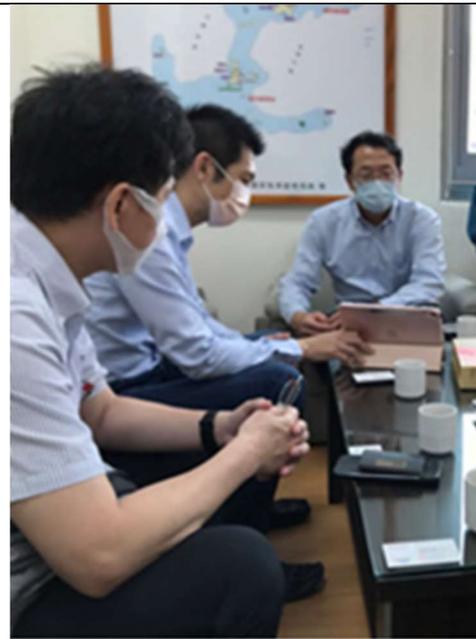


圖 3、111 年至澎湖國家風景區海岸風景區管理處推廣。



圖 24、111 年操船潮便利地理資訊應用視訊講習會辦理情形。

2. 推廣「虛擬氣象資訊綠能營運中心」

為推廣本局之「虛擬氣象資訊綠能營運中心」，提供產值評估、監測分析、綠能預報等綠能應用產品，拓展氣象在綠能開發的科研及應用服務能力，111 年 9 月 28 日舉辦「111 年氣象資訊服務於綠能領域之跨域應用工作坊暨第五屆氣候服務工作坊」(圖 23)，邀請與本局簽署合作協議的綠能廠商如友達光電、悠由數據應用、台汽電綠能、台灣電力股份有限公司分享示範場域案例，並有 6 家綠能業者設置展示攤位，共計有 15 家綠能業者、5 家氣象業者、5 個學研單位共同參與，有效結合產業界的創新思維與專業技能，拓展及推動氣象在綠能開發的科研及應用服務能力。同年 11 月完成「讓臺灣風光無限的氣象推手」英文版影片，做為本局說明氣象資訊在綠能領域應用重要性之素材。



圖 23、111 年氣象資訊服務於綠能領域之跨域應用工作坊暨第五屆氣候服務工作坊。

貳、檢討與展望

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

一、發展動力耦合降尺度海象氣候預報系統

動力耦合降尺度海象氣候預報系統:在新一代全球海氣耦合模式(CWBCFSv3.0)的建置方面，111年完成以實際分析場初始化全球海氣耦合模式及以歷史個案測試新一代全球海氣耦合模式。在區域動力降尺度海氣耦合模式方面，111年完將12公里RSM-TIMCOM動力降尺度海氣耦合模式的網格解析度提升至5公里及12個月長期模擬ENSO後報驗證，12個月長期模擬臺灣區域海溫與海流傳輸量後報驗證，112年在新一代全球海氣耦合模式(CWBCFSv3.0)的建置方面將進行作業化全球耦合模式雛型的建立，工作內容包含:完成全球耦合模式中各模式交換量平衡之調校及個案預報實驗。在區域動力降尺度海氣耦合模式方面，將建立動力降尺度區域海氣耦合模式45天預報作業流程及作業性測試，並提出耦合模式45天預報的年度校驗報告。

二、建構異常波浪預警系統

本計畫迄今已完成「環島異常波浪預警系統」中新北市西、基隆市、新北市東、宜蘭縣和高雄市等5個子系統之建置，預警子系統預警時間分別為12、18、24小時，目前此預警模式係根據採用實際異常波浪案例和異常波浪影像案例發生時之海氣象資料進行率定得來，然而高雄市與宜蘭縣子系統之建置，光學影像累積案例數尚不足夠，僅能搭配落海事件進行建模，初步僅完成模式訓練，初步檢視該模式運作結果合理，後續待資料蒐集足夠後須進一步驗證，並視驗證結果考量進行滾動修正，重新率定預警模式。

建置其他縣市子系統時，宜提早先行建置異常波浪光學監視站，以確保有充足之瘋狗浪案例；111年度也加入湧浪資訊重新建置類神經網路方法模式，有效改善了誤報率偏高的情況。

111年度也完成提出長浪分級警戒的準則建議，從過去明顯由長浪引致的瘋狗浪事件與模擬過去警戒結果皆顯示，2種方法使用上各有優劣，該如何使用應與相關單位進行更詳盡的討論。基於前述，後續工作應改善事項，重點工作包含(i)利用異常波浪影像資料庫率定並驗證機率預警模式，(ii)將湧浪資訊納入異常波浪預警系統之輸入因子。

三、完善海域風能預報系統

(一) 建置友善公私部門合作環境

111 年度完成建置資訊與知識交流平臺雛型系統、多家綠能業者合作交流洽談及 2 項公私部門合作協議簽訂。112 年度除將持續進行綠能業者合作交流洽談、合作協議簽署及實質合作外，亦將開發並建置公私部門資料交換與共享資訊系統，希望能為公私部門合作開發綠能發電量預報技術與系統提供方便而有效之工具。

(二) 提升綠能監測分析與日前發電量密度預報能力

1. 111 年度已完成新版 GEPS/TCO383 系集模式(v2.0)上線申請，相較於舊版系集模式(v1.0, GEPS/T319)能夠提供更精準之系集預報氣象參數。預計 112 年度進行 GEPSv2.1(TCO383-RSM-5km)的優化與測試：冬夏各 1 個月的測試校驗評估，並預計於 112 年底上線，以獲得更優異之長期預報。
2. 111 年完成發展並優化風速預報產品及區域系集預報系統初始場擾動強化之研究。結果指出，使用微基因演算法推估觀測陣風及模式預報 10 米風速之關係，並產生陣風預報產品，可優於線性回歸法。以 2021 年圓規颱風之陣風預報為例，微基因演算法可降低誤差約 34%。此外，以隨機擾動法擾動邊界層參數法可改善系集系統之離散關係並提升地面風速之預報能力。在夏、冬兩季，共 20 組個案的預報校驗結果顯示，新版區域系集預報系統能有效改善臺灣陸地之 10 米風速預報表現，預報誤差在冬、夏兩季分別可改善 20%及 13%。112 年將持續提升區域模式各系統之預報能力，並發展可提供綠能所需之預報增值產品。
3. 111 年系集模式預報經分類 DMOS 校正後系集預報偏差與離散程度皆有達到一定程度的改善效果，不足之處在於分類 DMOS 僅可些微調整系集離散度，因此離散度仍略大。進行初步的預報評比，發現若單純使用分類後的歷史資料集，其預報離散度較為適當，因此若未來經多項評估測試皆顯示分類後歷史資料集預報表現較佳，將建議一併提供分類歷史資料集做為校正後預報。
4. 高空剖面氣象觀測網資料分析及網格化分析系統 110 年已經完成光達資料引入 MDAS 之初步測試，111 年度完成利用已蒐集不同時段歷史光達資料，進行光達資料特性分析，以及評估光達單點風場資料引入 MDAS 之影響。112 年度將建置 2 站光達即時資料傳輸與介接 MDAS 觀測資料引入系統，並進行初步校驗分析。
5. 提升中尺度動力降尺度系統 110 年度已經完成將 ECMWF 即時預報資料引入 MDDS 系統及進行初步的分析，111 年度完成將 MDDS 系統遷移建置至本局新一代超級電腦(HCP6)上並作業化，並提供長時間校驗分析，提供即時臺灣沿海地區高解析度風能預報。112 年度將進行 MDDS 系統低層解析度提高之開發，並進行初步測試

與分析。

6. 颱風極限風速 111 年度利用 TWRP 重新模擬 98 至 110 年颱風案例，提供最新版之臺灣地區 50 年重現期極限風速強風地圖，規劃蒐集 ECMWF ERA5 再分析資料做為新版 TWRP 重新模擬 79 年至 98 年之歷史有發布警報颱風個案所需之初始資料，並完成使用新版 TWRP 模擬測試部分挑選個案、進行不同模擬設定、物理參數化設定等之測試，找到模擬結果較佳的模式設定，以及初步校驗結果，預計未來使用相同模式設定，完成重新模擬其餘歷史颱風個案，並針對部分模擬較差之颱風個案進行改進。

(三) 建立日內綠能發電量相關氣象預報技術

111 年延續 110 年 RWRF 百米風場預報(U-Net CNN)校正模型，並納入調整損失函數權重係數之技術，經過多次實驗與分析，U-Net CNN 校正模型可有效降低原始預報誤差，且可有效掌握空間分布。而太陽短波輻射沿用百米風速 U-Net CNN 模型架構，期中前的實驗測試發現太陽短波輻射與百米風速特性有差異，因此改變建模策略，並經過多次實驗與調整後，U-Net CNN 校正模型可有效降低原始預報誤差，並提升空間分布掌握能力。未來仍可調整模型架構，以降低模型的訓練參數數量。

四、 推動智慧海象服務

在沿近海漁業海象資訊服務技術發展上，因國內疫情升溫及捕撈眼眶魚之漁獲量不穩定之情況下，使得研究所需之生物樣本蒐集困難重重，加上資料處理耗時，故資料與樣本蒐集與處理上並未能盡善盡美，所幸，獲得其他漁業相關單位所協助，已完成擬定的臺灣東北海域「一支釣白帶魚」漁場預報，展望未來將參採 111 年度的經驗，進行下階段臺灣周遭烏魚的漁場預報。

在智慧航線資訊服務作業技術發展上，蒐集國內外智慧導航技術文獻及相關開放式平臺網頁，以及評估國內外發展智慧導航技術可運用之電子圖資，做為規劃電子圖資介接工作之基礎，111 年度已完成與內政部電子航行圖中心訪談，並取得地形水深等深線、助導航設施、港口位置及海底障礙物等海洋圖資測試資料，以供後續 112 年開發。

在海象風險評估技術開放產業應用工項上，透過蒐集歷年海上災害案件及其損失、案件發生當時的海象環境，以及相對應之海象環境資料，包括作業化浮標觀測的波浪與風場等資料或分析場模擬資料，以進一步評估海上災害風險。

在藍色產業海象作業技術發展上，完成盤點海洋產業對於海象資訊及預報資料智慧服務之現況，並且透過了解各種藍色資源，如航運交通、觀光休閒等所需長期所需的海洋氣候資訊；針對航運交通業及觀光休閒業進行訪談，亦將根據不同產業類別或屬性，設計符合各產業需求之海象服務。

五、 落實船舶海氣象觀測

先以公私營單位交通船裝設海氣象觀測設備，同時進行船體與裝設位置對風場影像之分析評估，藉以了解海上交通之氣象資訊，並經風場資料研究分析提供氣象資訊應用，提供未來船舶建置氣象觀測設備之改進參考，以落實海氣象觀測必要性。

六、 擴增高密度沿岸海氣象觀測

111 年已完成 40 座沿岸海氣象觀測站，未來將持續評估臺灣及離島觀測站點分布密度，就漁業、養殖及民眾休憩需求設置觀測站，以提供貼合民眾及防救災單位所需之天氣監測及預報資訊。

七、 精進海象遙測監測

本局與桃園市政府規劃 110 至 112 年合作建置桃園海象監測網共 5 站波流遙測儀，111 年原規劃完成 3 站，實際完成觀音白玉 1 站，其餘 2 站已積極趕工，預計於 112 年底全部 5 站皆可完成，未來桃園海象監測網儀器架設完成後，將著重於資料整合及品管。另 111 年訂製 1 座新型 X-波段近岸波流遙測儀，已安裝於新北市白沙灣遊客中心屋頂，因屬新型儀器，未來將積極與軟體整合，並評估該儀器升級的效益。

參、 其他補充資料

一、 跨部會協調或與相關計畫之配合

(請說明本計畫是否與其他科技發展計畫相關連，其分工與合作之配合情形為何，若有共同之成果，亦請說明分工與貢獻；如相關連計畫為其他機關所執行，請說明協調機制及運作情形是否良好；計畫審議階段如委員特別提出須區隔計畫差異性並強化分工合作、強化與其他機關合作者，請強化說明配合情形；如計畫與其他計畫、其他機關無相關連，亦請簡扼說明該計畫業務屬性可獨立執行。)

(一) 審議階段委員囑須區隔計畫差異性說明

計畫名稱	分工與關聯性
氣象資訊之智慧應用計	本計畫(智慧海象計畫)有關「發展動力耦合降

畫

尺度海象氣候預報系統」的工作重點是尖端「海氣耦合模式」的發展，主要工作內容有：

(1) 引進美國地球流體動力實驗室(GFDL)最新的全球海洋模式(MOM6)與本局所發展的全球預報模式(CWBGFS)進行耦合，建置本局新一代的全球大海洋耦合模式(CWBCFSv3.0)。

(2) 建構臺灣區域降尺度海象氣候預報系統：以本局的氣候降尺度區域大氣氣候模式(RSM)與國立臺灣大學海洋研究所發展的區域海洋模式(TIMCOM)耦合，建置本局第一個區域降尺度海象氣候預報系統。

「氣象資訊之智慧應用計畫」之有關模式的工作重點是發展作業性「大氣模式」，主要工作內容有：

(1) 引進美國國家環境預測中心(NCEP)的作業模式(GFSFV3)及資料同化系統為本局新一代的短期天氣(1-14 天內)預報作業系統(CWBTFV3)(非海氣耦合模式)。

(2) 建置本局下一代的展期天氣(3-4 週)預報作業系統(CWBGEPsv2.0) (非海氣耦合模式)。

(3) 建置本局短期氣候預報模式作業系統(CWBCFSv2.0)，該系統是以本局的全球大氣模式 CWBGFS 與美國地球流體動力實驗室(GFDL)舊的海洋模式(MOM5)耦合。(雖然是海氣耦合模式但海洋模式的版本並非最新的)

2 個計畫之間的關聯性及分工是「氣象資訊之智慧應用」計畫所發展及改進的大氣模式能提供「智慧海象計畫」進行海氣耦合模式的發建置與發展，而透過海氣交互作用的探討反饋給大氣模式進行模式的改進及優化。

<p>精進氣象雷達與災防預警計畫</p>	<p>精進氣象雷達與災防預警計畫主要為氣象雷達更新、建置及強化，改善定量降雨估計，提升劇烈天氣短時定量降水預報準確度，主要目標是強化更精細之定量降雨預報技術及能力，而本計畫則著重於海上觀測網的擴大與維護，建構異常波浪預警系統，及建置智慧海象資訊服務，擴大海氣象監測範圍，增進海上災害預警效能。因此，精進氣象雷達與災防預警計畫著重於陸地，而智慧海象環境災防服務計畫則是著重海面，兩計畫的執行相輔相成，可更全面監測我國的海氣象環境。</p>
----------------------	--

(二) 本計畫與其他綠能計畫配合性

本計畫部分項目與本局 100 年起執行的「太陽能電網整合的創新天氣和電力預測」配合，本計畫主要針對風能產品的技術研發及產業推廣，而「太陽能電網整合的創新天氣和電力預測」主要在建置全天空照像儀監測網，及利用全天空影像分析，開發雲分析系統並建置太陽輻射能短期預報作業系統。太陽能計畫的相關成果亦可合併本計畫成果一起推廣至綠能產業界。

二、 大型科學儀器使用效益說明

本計畫若有編列經費購買、維運之大型科學儀器，請簡述經常性作業名稱、儀器用途、實際使用情形、使用效益...等。

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

- 李蕙心、林勝豐、張國棟(2020)。澎湖湖西氣象光達測風之不確定度與風速剖面分析，742-746，第42屆海洋工程研討會論文集。
- 林宜霖、賈愛玫、許乃寧、賴冠良、黃椿喜(2021)。深度學習方法用於極短期定量降雨預報研究，110年天氣分析與預報研討會，A7-10。
- 鄧詠霖、廖宇慶、張少凡、鄭羽廷、林沛練、鄧仁星(2020)。邊界層風場垂直結構及風機尾流效應的多光達與測風塔觀測研究，115-141，大氣科學第四十八期。
- Chaney, N. W., J. D. Herman, M. B. Ek, and E. F. Wood (2016). Deriving global parameter estimates for the Noah land surface model using FLUXNET and machine learning, *J. Geophys. Res. Atmos.*, 121, 13,218–13,235, doi:10.1002/2016JD024821.
- Chang, P.-C., R.Y. Yang and C. M. Lai (2015). Potential of Offshore Wind Energy and Extreme Wind Speed Forecasting on the West Coast of Taiwan. *Energies*, 8(3), 1685-1700.
- Ek, M., K. E. Mitchell, Y. Lin, E. Rogers, P. Grunmann, V. Koren, G. Gayno, and J. D. Tarpley (2003). Implementation of Noah land surface model advances in the National Centers for Environmental Prediction operational mesoscale Eta Model. *J. Geophys. Res.*, 108, 8851, doi:10.1029/2002JD003296.
- Hansen, B. O., X. G. Larsén, M. C. Kelly, O. S. Rathmann, J. Berg, A. Bechmann, A. M. Sempreviva, and E. J Hans (2016). Extreme Wind Calculation Applying Spectral Correction Method - Test and Validation. DTU Wind Energy E, Vol. 0098.
- Holland, G. J. (1980). An Analytic Model of the Wind and Pressure Profiles in Hurricanes. *Mon. Wea. Rev.* 108.
- Holland, B. A. H. a. G. J. (1999). An updated parametric model of the tropical cyclone. *AMS 23rd Conference on Hurricanes and Tropical Meteorology*.
- Hsiao, L.-F., D.-S. Chen, J.-S. Hong, T.-C. Yeh, and C.-T. Fong (2020). Improvement of the Numerical Tropical Cyclone Prediction System at the Central Weather Bureau of Taiwan: TWRP (Typhoon WRF). *Atmosphere*, 2020, 11, 657.
- Juang, H-M. H. (2007). Semi-Lagrangian advection without iteration. Proc. Conf. on Weather Analysis and Forecasting, Longtan, Taoyan, Taiwan, Central Weather Bureau, 277.
- Juang, H-M. H. (2008). Mass conserving and positive semi-Lagrangian tracer advection in NCEP GFS. Proc. Conf. on Weather Analysis and Forecasting, Taipei, Taiwan, Central Weather Bureau, 225–227

- Koren, V., J. Schaake, K. Mitchell, Q.-Y. Duan, F. Chen, and J. M. Baker (1999). A parameterization of snowpack and frozen ground intended for NCEP weather and climate models. *J. Geophys. Res.*, 104, 19 569–19 585.
- Larsén, X. G. and J. Mann (2009). Extreme winds from the NCEP/NCAR reanalysis data. *Wind Energy*, 12(6), 556-573.
- Malardel, S., N. Wedi, W. Deconinck, M. Diamantakis, C. Kühnlein, G. Mozdzyński, M. Hamrud and P. Smolarkiewicz (2016). A new grid for the IFS, ECMWF Newsletter No. **146**, 23–28.
- Ott, S. (2006). Extreme Winds in the Western North Pacific. Denmark Forskningscenter Risoe. Risoe-R 1544.
- Ronneberger, O., P. Fischer, and T. Brox (2015). U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation. In *International Conference on Medical image computing and computer-assisted intervention* (pp. 234-241). Springer, Cham.
- Schefzik, R. (2016). A similarity-based implementation of the Schaake shuffle. *Monthly Weather Review*, 144(5), 1909-1921.
- Xie, Y., S. Koch, J. McGinley, S. Albers, P. E. Bieringer, M. Wolfson, and M. Chan (2011). A space–time multiscale analysis system: A sequential variational analysis approach. *Mon. Wea. Rev.*, 139, 1224–1240.

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
利用海岸攝影機影像遙測瘋狗浪之研究	陳盈智	2022	A	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
WEPS 系集百米風速機率預報之經濟價值分析與應用	周柿均	2022	A	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
An Overview of the Tropical Cyclone Database at the Central Weather Bureau of Taiwan	Guo-Ji Jian	2022	B	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
Wind and Sea Breeze Characteristics for the Offshore Wind Farms in the Central Coastal Area of Taiwan	Ke-Sheng Cheng	2022	D	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
The Effect of Decision Analysis on Power System Resilience and Economic Value during a Severe Weather Event	Yuan-Kang Wu	2022	D	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
Using Extreme Wind-Speed Probabilistic Forecasts to Optimize Unit Scheduling Decision	Yuan-Kang Wu	2022	D	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
系集預報於海象作業風險之運用規劃	顏厥正	2022	E	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
建立智慧航路規劃系統	范揚洺	2022	E	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
建置臺灣海域海象災害風險地圖	范揚洺	2022	E	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
向日葵 8 號衛星遙測即時優化海溫	曾騰平	2022	E	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
Estimation of extreme wind speed for wind power in Taiwan area by using numerical weather prediction model data: TWRP (Typhoon WRF)	莊鎮豪	2022	E	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)

區域系集預報系統之初始場擾動強化研究：介接全球系集預報資料之影響評估	李志昕	2022	E	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
調整 NOAH Land Model 參數對動力降尺度預報系統(CWBRSM)近地面大氣的影響	吳佳瑩	2022	E	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
紊流地形拖曳力在全球預報系統(CWBGFS)中之測試與研究	吳佳瑩	2022	E	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
深度學習方法應用於 RWRP 百米風場預報校正	林涵芳	2022	E	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
湧浪對瘋狗浪機率預警影響之探討	陳威成	2022	E	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
隨機森林機器學習法應用於瘋狗浪機率預警系統之研究	陳威成	2022	E	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
異常波浪方向波譜譜型與其發生機制之調制不穩定性分析	李靖辰	2022	E	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
第二代海氣耦合模式長期積分之診斷分析	童雅卿	2022	E	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
中央氣象局第二代短期動力氣候預報系統之海氣耦合模式- 聖嬰現象、反聖嬰現象與正常年之個案分析	陳薇鈞	2022	E	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
CWBCFSv2 事後預報實驗測試結果分析	吳子榆	2022	E	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
中央氣象局全球波譜模式 2 時次動力架構與物理參數化耦合過程調整測試	劉邦彥	2022	E	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
調整 NOAH Land Model 參數對動力降尺度預報系統(CWBRSM)近地面大氣的影響	吳佳瑩	2022	E	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
CWB/GFS TCo383L72 大氣模式系集預報之發展與測試	郭珮萱	2022	E	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
Application of Mechanism Learning Methods for Coastal Freak Wave Warning	Wei-Cheng Chen	2022	F	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)

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
異常波浪與瘋狗浪跨校研究團隊	國立成功大學與國立臺灣海洋大學	B	A	2021	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
海象災防應用技術發展團隊	國立成功大學	B	A	2021	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
區域海象環境變遷資訊分析技術發展	國立臺灣大學	B	A	2021	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
動力耦合降尺度海象氣候預報系統發展團隊	國立臺灣大學	B	A	2021	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
潮汐潮流預報與海象資料處理技術發展團隊	國立高雄科技大學	B	A	2021	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
沿近海漁船海象漁訊服務技術發展團隊	國立臺灣海洋大學	B	A	2021	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
短週期風速震盪技術發展團隊	國立師範大學	B	A	2021	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
全天空照像儀監測資料網格化分析技術發展團隊	長榮大學	B	A	2021	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
海象智慧訊息資訊系統技術發展團隊	資拓宏宇國際股份有限公司	B	A	2021	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
綠能技術發展團隊	資拓宏宇國際股份有限公司	B	A	2021	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
綠能氣象校驗技術發展團隊	多采科技	B	A	2021	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)

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
陳威成	國立成功大學水利及海洋工程學系	A	B	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
林家瑄	國立成功大學水利及海洋工程學系	B	B	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
王俊偉	國立成功大學水利及海洋工程學系	B	B	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
陳泓杰	國立成功大學水利及海洋工程學系	B	B	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
廖征暉	國立成功大學水利及海洋工程學系	B	B	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
劉冠汶	國立成功大學水利及海洋工程學系	A	E	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
侯虹均	國立中央大學	C	B	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
陳羿廷	國立中央大學	C	B	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
張雯茜	國立中央大學	C	B	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
張君璋	國立師範大學	A	B	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)

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
沿岸異常波浪預警系統之建置(2/3)	董東璟、蔡政翰、陳憲宗	2022	C	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
111 年度「海象預報作業系統」期中工作報告書	資拓宏宇氣象團隊	2022	C	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
111 年度「海象預報作業系統」期末工作報告書	資拓宏宇氣象團隊	2022	C	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
111 年度短週期邊界層風速震盪的成	國立師範大學短週期風速震盪技術發展團隊	2022	C	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)

因及其預報系統開發				
中央氣象局新一代全球海氣耦合模式預報系統建置(2/3)	謝銘恩、曾于恒	2022	C	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
中央氣象局區域動力降尺度海氣耦合模式預報系統建置(2/3)	曾于恒、紹允銓	2022	C	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)

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
區域海象環境變遷資訊分析技術發展(2/3)教育訓練	A	D (課程 2 小時)	2022	中央氣象局	否	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
區域海象環境變遷資訊分析技術發展(2/3)教育教材	B	A	2022	中央氣象局	否	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
沿岸異常波浪預警系統之建置(2/3)教育訓練教材	B	A	2022	中央氣象局	否	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
『全球天氣預報系統-物理參數化』教育訓練	B	A	2022	中央氣象局	否	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
高空剖面氣象觀測網資料分析及 MDAS 網格化分析系統開發建置(1/5)教育訓練教材	B	A	2022	中央氣象局	否	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
提升中尺度動力降尺度系統(MDDS)的垂直解析度及其服務效能(1/5) – ECMWF/HRES/MDDS 與地面風場校驗分析教育訓練教材	B	A	2022	中央氣象局	否	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)

臺灣地區強風地圖建置(1/5)教育訓練教材	B	A	2022	中央氣象局	否	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
111年臺灣海象災防環境資訊平臺教育訓練	A	D	2022	中央氣象局	否	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
111年臺灣海象災防環境資訊平臺教育訓練教材	B	A	2022	中央氣象局	否	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
111年臺灣海象災防環境資訊平臺程式集與說明手冊教材	C	A	2022	中央氣象局	否	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
111年「海象資訊服務系統」教育訓練教材	B	A	2022	中央氣象局	否	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
111年「海象資訊服務系統」系統手冊	C	A	2022	中央氣象局	否	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
111年「海象預報作業系統」教育訓練教材	B	A	2022	中央氣象局	否	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)

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
區域海象環境變遷資訊分析技術發展(2/3)期中報告	A	張明輝、楊穎堅、鄭宇昕、黃妍禎、練育貞	2022	中央氣象局	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
區域海象環境變遷資訊分析技術發展(2/3)期末報告	A	張明輝、楊穎堅、鄭宇昕、黃妍禎、林嘉源	2022	中央氣象局	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
發展海象智慧訊息應用服務技術(2/3)期中報告	A	高家俊、范揚泓、王良生、邱惠絹、林宏昌、蕭郁	2022	中央氣象局	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
發展海象智慧訊息應用服務技術(2/3)期末報告	A	高家俊、范揚泓、王良生、邱惠絹、林宏昌、蕭郁	2022	中央氣象局	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)

沿近海漁業海象資訊服務技術發展	A	李明安、王勝平、高聖龍、阮孟靈、吳俊宏	2022	中央氣象局	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
潮汐潮流預報與海象資料處理作業發展(2/3)期中報告	A	國立高雄科技大學海洋環境工程系暨研究所海岸水與環境中心	2022	中央氣象局	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
潮汐潮流預報與海象資料處理作業發展(2/3)期末報告	A	國立高雄科技大學海洋環境工程系暨研究所海岸水與環境中心	2022	中央氣象局	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
海象資訊服務系統期中工作報告書	A	資拓宏宇氣象團隊	2022	中央氣象局	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
海象資訊服務系統期末工作報告書	A	資拓宏宇氣象團隊	2022	中央氣象局	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
「GFS-TCO 的預報測試及校驗」第 2 期報告	A	吳佳瑩	2022	中央氣象局	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
「GFS-TCO 的預報測試及校驗」第 3 期報告	A	吳佳瑩	2022	中央氣象局	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)

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。

【II 辦理技術活動表】

技術活動名稱	活動性質	活動屬性	舉辦日期 (YYYYMMDD)	參與人數	成果歸屬
「航港圖資潮流應用-操船潮便利」講習	C	A	20220531	55	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)

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

【Y 資訊平臺資料庫表】

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災防產品產製繪製，並開	Multimedia	1 式	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)

	發檢核品管與統計程式與操作介面。			
臺灣海象災防環境資訊平臺	透過地理資訊系統方式，運用網路提供使用者海洋環境資訊、海象監測預報即時服務功能等，並包含各項災防應用服務查詢所需海氣象資料下載。	Multimedia	1 式	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
危險異常波浪資料庫	儲存實測海上異常波浪數據	Numerical	14895	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
海岸瘋狗浪案例資料庫	儲存海岸瘋狗浪發生案例	Text	408	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)

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

【Z 調查成果表】

調查項目名稱	調查面積	圖幅數	調查點筆數	成果歸屬
海上異常波浪導致船難風險地圖	臺灣鄰近海域	1	203	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)
海岸瘋狗浪擊落海風險地圖	全臺海岸	1	408	智慧海象環境災防服務-科技創新(1/5)