

108 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(3/4)

執行期間：

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

本期：自 108 年 01 月 01 日 至 108 年 12 月 31 日止

主管機關：交通部

執行單位：中央氣象局

中華民國 109 年 01 月 31 日

目 錄

【108 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】	1
第一部分	9
壹、 目標與架構 (系統填寫)	10
一、 總目標及其達成情形	10
二、 架構 (系統產出，不另行填寫)	18
三、 細部計畫與執行摘要	23
貳、 經費執行情形	32
參、 主要產出與關鍵效益 (E003)	34
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)	60
三、 經濟效益(經濟產業促進)	89
四、 社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)	91
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)	92
貳、 檢討與展望	96
一、 計畫檢討與未來精進方向	96
二、 109 年度重點工作項目	97
參、 其他補充資料	99
一、 跨部會協調或與相關計畫之配合	99
二、 大型科學儀器使用效益說明	100
三、 其他補充說明(分段上傳)	100
附表、佐證資料表	101

【108年度政府科技發展計畫績效報告基本資料表(D003)】

審議編號	108-1502-02-17-03				
計畫名稱	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統(3/4)				
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 checked="" type="checkbox"/> 一般科技施政計畫 <input type="checkbox"/> 新興重點政策計畫 <input type="checkbox"/> 延續重點政策計畫 <input type="checkbox"/> 前瞻基礎建設計畫				
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 100% 資通電子___% 工程科技___% 人社科服___% 科技政策___% 計畫可為單一群組或多群組，請依各群組所占比重填寫%，總計須為100%。				
執行期間	108年1月1日至108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	
	108 年度	經常門	經費項目	預算數(千元)	決算數(千元)
		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

		資本門	土地建築	0	-	-
			儀器設備	0	-	-
			其他資本支出	106,872	106,871	99.999
			小計	106,872	106,871	99.999
			經費合計	109,272	109,271	99.999
政策依據	<p>1. 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>2. EYGUID-01070101000000：行政院 107 年度施政方針：一、健全地方跨域合作機制，促進區域聯合治理；推動偏鄉、農村、花東、離島規劃建設，均衡地方發展；強化氣候變遷調適能力，建立國土計畫體系；強化土地開發審議程序，確保國土永續發展。</p> <p>3. EYGUID-01070307000000：行政院 107 年度施政方針：七、強化流域綜合治理能力，推動整體性治山防災；多元水源開發與節水，維持供水穩定；加強集水區保育治理、防汛整備及早滯因應能力；加速建設污水下水道，提升用戶接管戶數，推動公共污水處理廠放流水回收再利用，強化水資源管理。</p> <p>其他理由：</p> <p>1. 交通部中程施政計畫（民國 106-109 年度）：</p> <p>(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、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。</p> <p>(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> <p>2. 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>3. 計畫提報流程概述如下：</p> <p>(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</p>					

	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。
與國家科學技術發展計畫之關聯	1. 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
本計畫在機關施政項目之定位及功能	<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」和「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，上承現代化海象暨氣象觀測，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，研發海象暨氣象相關應用技術與災防預警產品，以擴大海象暨氣象資訊之使用社群，強化海象暨氣象災防產品之服務與加值應用。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，延續先進海象暨氣象技術研發，以提升海象及氣象災防資訊的應用價值與服務效能的總目標。</p>
計畫重點描述	<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，建置浪潮耦合暴潮模式。 2. 建置與發展颱風系集路徑暴潮預報技術。 3. 建置暴潮系集預報模式。 4. 強化海象預報作業與擴充監控功能。 <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. 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。 2. 改善臺灣海象災防環境資訊平臺、區域海象災防行動版網站。

	<p>3. 建置海難漂流預報、海嘯監測等災防應用資訊服務，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</p> <p>1. 引進新式衛星、雷達資料處理演算技術，發展大氣及海洋環境等多元即時環境監測衍生產品與應用領域。</p> <p>2. 新增綠色植被指標(NDVI)、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(對流深度)之測試產品。</p> <p>3. 新增建之降雨雷達資料顯示及回波與降水產品整合。</p> <p>4. 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 0-1 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、強化本局衛星產品展示平臺</p> <p>1. 本局衛星產品服務平臺系統強化與功能新增。</p> <p>2. 進行遙測數據資料處理暨儲存磁碟陣列備援系統建置與主系統後續擴充。</p> <p>3. 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>主要績效指標</p>	<p>原設定</p> <p>108 年主要績效指標量化值為：</p> <p>一、學術成就-國內外期刊或研討會論文 6 篇、合作團隊養成跨領域團隊 4 個、培育及延攬人才博士生 3 人與碩士生 4 人、研究報告 1 份。</p> <p>二、技術創新-技術報告 3 份、辦理技術活動 1 場、參與技術活動 1 場。</p> <p>三、經濟效益-減少災害損失：新增 3 維浪潮偶合暴潮模式、海嘯即時分析、海難漂流預報、綠色植被指標(NDVI)、熱帶氣旋強度輔助分析等 5 項災防應用資訊產品；強化強綜觀系統未來 0-1 小時對流啟始可能性預報、新生對流系統監測、對流深度、衛星產品應用等 4 項服務。</p> <p>四、社會影響-建置暴潮系集預報雛型系統、8 項海象地理資訊資料、2 種海象地理資訊圖資雲(TGOS)等資訊服務。</p> <p>五、其他效益-資訊平臺與資料庫：更新臺灣海象災</p>

		<p>防環境資訊平臺、強化本局衛星產品整合服務平臺顯示與使用功能、3 個機關使用海象災防服務平臺、新增西北太平洋海象資料庫 250 萬筆、提供 8 項開放資料服務、新增 1 項衛星服務產品、新增未來 0~1 小時災害性天氣之鄉鎮尺度之作業化對流啟始資訊產品、新增每 10 分鐘之衛星對流起始偵測之對流深度測試產品。</p>
	<p>達成情形</p>	<p>一、學術成就-國內外期刊或研討會論文 22 篇、合作團隊養成跨領域團隊 6 個、培育及延攬人才博士生 9 人與碩士生 7 人、研究報告 8 份、形成課程/教材/手冊 16 份。</p> <p>二、技術創新-技術報告 6 份、辦理技術活動 5 場、參與技術活動 7 場。</p> <p>三、經濟效益-減少災害損失：新增暴潮系集預報、船級舒適度、海難漂流預報、海嘯監測分析、海洋熱含量變異、綠色植被指標(NDVI)、熱帶氣旋強度輔助分析 7 項海象資訊災防應用產品服務；運用多衛星、觀測與模式資料發展異常海水溫預警機制；引進國外海面漂流浮標品管機制及軌跡預報演算法，發展臺灣週遭海域漂流物預報技術；發展海氣象觀測資料與水下密集觀測技術、雙衛星系統傳輸介面及資料即時接收系統。另新增綠色植被、熱帶氣旋強度輔助分析等 2 項衛星衍生產品；完成強綜觀系統未來 0-1 小時對流啟始可能性預報及新生對流監測之作業化產品。開發預警性雷達監測、新增降雨雷達資料顯示與對流深度等遙測應用服務產品。</p> <p>四、社會影響-建置暴潮系集預報系統、16 項海象地理資訊圖資、TGOS 波候圖資服務。</p> <p>五、其他效益-資訊平臺與資料庫：更新臺灣海象災防環境資訊平臺，強化衛星產品整合服務平臺顯示與使用功能，17 個機關使用海象災防服務平臺，新增西北太平洋海象資料庫 231 萬筆、強化衛星產品整合服務系統(展示平臺)功能、完成 0-1 小時災害性天氣之作業化對流起始產品與新增每 10 分鐘產製之對流深度產品。</p>
<p>計畫效益與</p>	<p>建置及增進近岸區域海象預報整合子系統方面，引進波潮流</p>	

<p>重大突破</p>	<p>耦合技術，建置波潮耦合暴潮模式，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。108 年度持續發展波潮耦合技術，建置臺灣地區(含金門、馬祖)海域之 3 維波潮耦合暴潮模式，建置與發展颱風系集路徑暴潮預報技術。擴充與建置海象預報作業監控功能，提升海象預報作業效率，發展暴潮系集預報技術，強化本局暴潮預報能力。另完成波浪預報系統監控功能及暴潮預報展示系統。</p> <p>持續建置臺灣海象災防環境資訊平臺網站 (https://ocean.cwb.gov.tw/)，完成 40 項西北太平洋海象資料與海域地理資訊圖資，並新增船級舒適度、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，提供機關應用。於氣象局官網推出「航行海象 SAFE SEE」新服務，整合航線與任一航點之風、浪、流等海氣象逐時資訊及變化趨勢，新增「航行舒適度」及「異常波浪潛勢」預報，協助航行者規劃「安全回家的路」。異常海水溫預警作業部分，利用西北太平洋海象資料庫資源解析驅動異常海溫之因素，建立異常海水溫預警機制、警示指標及危險性分級燈號，提供漁業災防機關決策之依據，且將相關研究發表至國外期刊。</p> <p>遙測災防服務部份，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 公里之日夜間霧區、氣團 RGB 影像、雲頂相態、日間飛機積冰警示、綠色植被指標、熱帶氣旋強度輔助分析、高時空降雨估計、海洋葉綠素 8 項海氣陸監測產品；並開發衛星對流起始偵測技術，提供對流發展之即時資訊。藉由整合防災降雨雷達及本局升級之雙偏極化雷達資料，改進雷達衍生產品如定量降雨估計產品之品質，並新增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，除配合電子化政府計畫，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>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>一、建置及增進近岸區域海象預報整合子系統</p> <p>1. 持續發展波潮耦合技術，建置波潮耦合暴潮模式，擴大模式模擬範圍，引進與在地化建置 wind wave model(WWM)非結構波浪模式，耦合本局海流模式進行作業化測試，進行颱風暴潮個案校驗分析，更新暴潮預報相關產品，建置波潮耦合暴潮預報作業系統人機介面。</p>

2. 建置暴潮系集預報作業系統，持續發展與評估系集成員產製及選定，分階段完成機率函數法與整合本局大氣系集模式系統（WEPS）與暴潮模式，新增暴潮機率預報產品。
3. 更新暴潮展示系統，擴充暴潮簡報系統功能及海象預報作業監控系統調整。建置西北太平洋海象資料庫與臺灣海象災防服務平臺。

二、 建置西北太平洋海象資料庫與臺灣海象災防服務平臺

1. 持續擴增西北太平洋海象資料庫，調查國內外監測、遙測及預報海氣象資料，增加 GIS 圖資。
2. 利用 108 年度海象資料調查分析結果，擴增臺灣海象災防環境資訊平臺對外提供海象資料下載項目。
3. 持續改進航行海象、海岸長浪海溫、海岸潮線預報、颱風海象、漁業海溫預警、分區海況預報、海洋溢油漂流預報、海難漂流預報、海嘯監測分析、海運區域波候、海平面變化趨勢等技術。
4. 探討南灣冷水事件可能動力機制，改進南灣冷水事件預警，持續發展臺灣東南海域區域性高解析度海難漂流預報模型，利用 TAO 浮標陣列觀測資料分析 SISO、PDO、MJO 事件與西太平洋上層海洋熱含量長時間尺度之變化，持續進行海洋熱含量相關觀測系統整合測試與實地作業。

三、 開發新式衛星與雷達衍生產品

108 年度完成綠色植被指標、對流深度與熱帶氣旋輔助系統等項衛星增值應用產品、1 項預警性雷達監測產品及新建高雄林園降雨雷達資料顯示。後續精進措施包括：

1. 持續進行日本 Himawari 同步衛星之衛星對流起始偵測技術研發，導入新式衛星數理演算方法，發展豪大雨對流系統的起始時間與發生地點及對流強度相關因子分析，提供社會大眾、政府防救災單位更為精確的豪大雨災防預警資訊。本年完成衛星對流深度、綠色植被指標與熱帶氣旋強度輔助分析等衛星產品。
2. 利用新世代衛星觀測資料所開發的各種演算技術，可產出雲物理參數、陸地植被狀況及含水量、海洋溫度與海洋葉綠素等衍生或增值應用產品，有效增加監測大氣、海洋、陸地狀態變化所需資訊。後續將開發海洋葉綠素(Ocean Chlorophyll)、高

	<p>解析衛星降雨估計 2 項增值應用產品，擴大衛星產品的應用價值。</p> <p>3. 完成預警性雷達監測產品，提供全臺 368 鄉鎮區域之未來 1 小時鄉鎮預報產品，應用於淹水潛勢預估及土壤可容的含水量預測，提供防洪及救災業務相關單位，作為土石流、洪水預警及防救災決策參考。未來將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，提高定量降水估計與預報的準確性。。</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 108 年度針對自美國氣象發展實驗室(NOAA/NWS/MDL)引進綜合天氣型態(mixed regime)的即時預報技術，進行臺灣之在地化資料導入，完成自動化產製對流生成之可能性(likelihood)預報產品，並強化即時預報產品顯示網頁。後續精進措施包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 持續進行午後雷陣雨強對流個案機率預報成效之統計評估。 2. 發展融合雷達外延技術與數值預報模式特性，改善極短期 0-3 小時定量降水預報準確性。 3. 持續強化即時預報產品顯示網頁。 <p>五、建置衛星產品展示平臺 108 年完成本局衛星產品展示平臺功能強化，主要成果包括：建置展示平臺主機與磁碟陣列備援系統，並改善衛星產品整合顯示瀏覽介面及後端系統管理等工作。後續精進措施包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 持續改善衛星產品展示平臺系統與新增產品顯示功能。 2. 強化衛星數據資料處理效能與擴充儲存磁碟陣列。 3. 配合政府開放資料（Open data）政策，產製相關網格數據資料，導入本局巨量資料平臺，對外提供介接服務，提升遙測資料的應用價值與服務效能。 			
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，研發臺灣海象及氣象災防預警產品暨相關應用技術，以擴大海象及氣象資訊之使用社群，強化海象暨氣象災防產品之服務與增值應用。本計畫所建立之海象及氣象環境資料庫與各項災防產品，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，延續先進海象暨氣象技術研發，提升海象及氣象災防資訊的應用價值與服務效能的總目標。

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暨氣象資訊需求亦與日俱增。未來各種高時間與高空間解析度的衛星、雷達等遙測系統與浮標、剖風儀等多元海象暨氣象觀測資料源，可每日不間斷的接收海洋、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暨氣象資訊，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」兩大分項目標，並由推展六項工作主軸落實整體計畫的執行(如圖 1)，提升海象暨氣象災防資訊在專業領域應用效能與價值外，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。

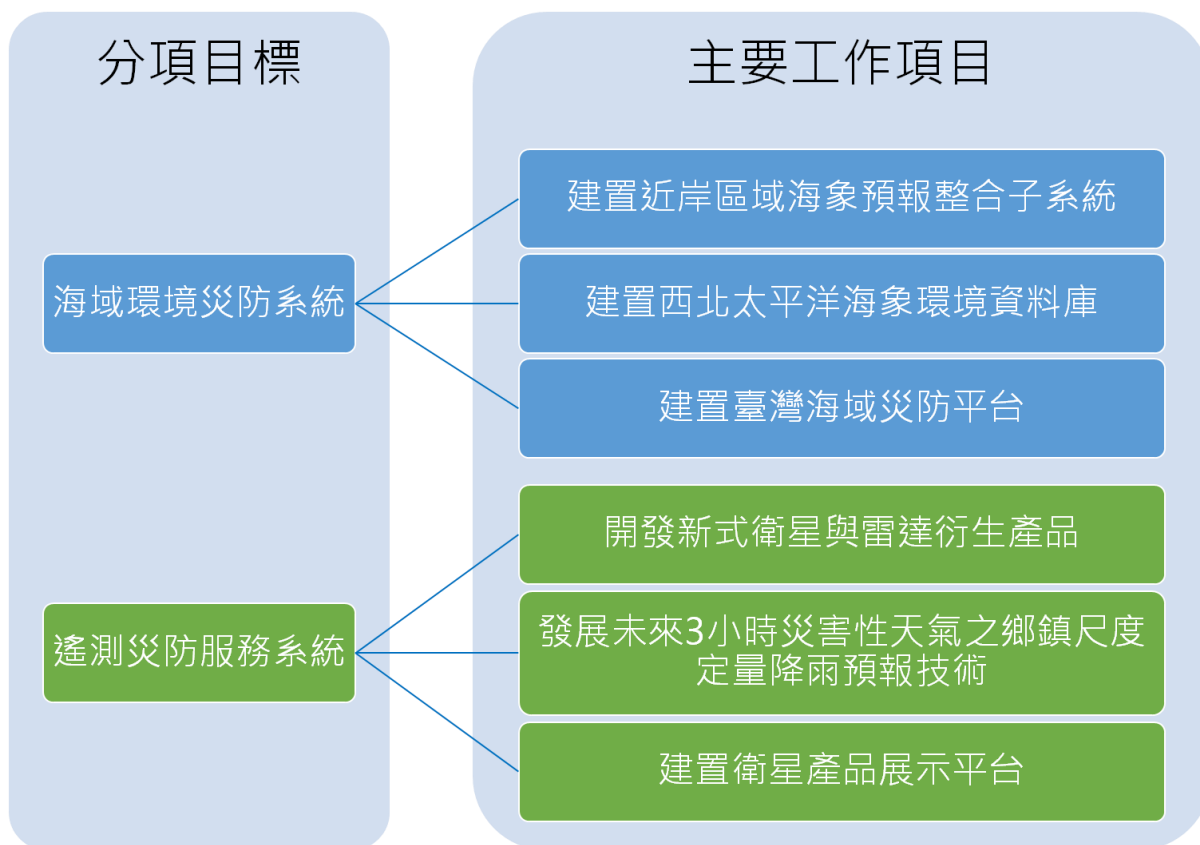


圖 1：本計畫分項目標與工作項目架構圖。

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、國家實驗研究院環台岸基雷達觀測海流、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、岸基雷達觀測</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：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>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；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，建立颱風系集路徑鏈結暴潮預報技術，更新波浪預報系統監</p>	<p>一、在地化建置與測試 2 維波潮耦合暴潮預報系統，並進行不同參數風場、雨量、2 維與 3 維模式靈敏度分析，提升本局暴潮</p>

	<p>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；臺灣海象防災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>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</p>
--	---	--

		<p>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，發展大氣及海洋環境等多元即時環境監測衍生產品與應用領域；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及回波與降水產品整合；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 0-1 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暨儲存磁碟陣列備援系統建置與主系統後續擴充；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>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；提升三維海流預報模式作業化系統客製化產品需求、並更新 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防災平臺成果展示。</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等 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的含水量預測，提供防洪及救災業務相關單位，作為土石流、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及回波與降水產品整合。本計畫</p>

		<p>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，與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災防服務平臺，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 項海象災防環境資訊服務，推廣災防機關使用；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；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 項衛星加值應</p>	<p>-</p>

	<p>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 0-3 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暨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>	
--	---	--

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、建置遙測災防服務系統	49,000/ (49,000)	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，發展大氣及海洋環境等多元即時環境監測衍生產品與應用領域。</p> <p>1.2 新增綠色植被指標 (NDVI)、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(對流深度)之測試產品。</p> <p>1.3 新增建之降雨雷達資料顯示及回波與降水產品整合。</p> <p>1.4 發展預警性雷達監測產品。</p> <p>2. 發展未來 3 小時災害</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 公里之日夜間霧區、氣團 RGB 影像、雲頂相態、日間飛機積冰警示、綠色植被指標、熱帶氣旋強度輔助分析、高時空降雨估計、海洋葉綠素 8 項海氣陸監測產品；並開發衛星對流起始偵測技術，提供對流發展之即時資訊。藉由整合防災降雨雷達及本局升級之雙偏極化雷達資料，改進雷達衍生產品如定量降雨估計產品之品質，並新增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，除配合電子化政府計畫，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>建置衛星產品展示平臺，完成衛星產品整合顯示系統、衛星產品資料庫與</p>

				<p>性天氣之鄉鎮尺度 定量降雨預報技術</p> <p>2.1 進行颱風、西南氣流等強綜觀系統影響下，未來 0-1 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>3. 強化本局衛星產品展示平臺</p> <p>3.1 本局衛星產品服務平臺系統強化與功能新增。</p> <p>3.2 進行遙測數據資料處理暨儲存磁碟陣列備援系統建置與主系統後續擴充。</p> <p>3.3 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>衛星產品瀏覽介面及系統管理等工作。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>
--	--	--	--	---	--

<p>二、建置海域環境災防服務系統</p>	<p>60,272/ (60,271)</p>	<p>滕春慈</p>	<p>交通部中央氣象局</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建置近岸區域海象預報整合子系統 <ol style="list-style-type: none"> 1.1 持續發展波潮耦合技術，建置波潮耦合暴潮模式。 1.2 建置與發展颱風系集路徑暴潮預報技術。 1.3 建置暴潮系集預報模式。 1.4 強化海象預報作業與擴充監控功能。 2. 建置西北太平洋海象資料庫與臺灣海象災防服務平臺 <ol style="list-style-type: none"> 2.1 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。 2.2 改善臺灣海象災防環境資訊平臺、區域海象災防行動版網站。 2.3 建置海難漂流預報、海嘯監測等災防應用資訊服務，改善海 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建置及增進近岸區域海象預報整合子系統方面，引進波潮流耦合技術，建置波潮耦合暴潮模式，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。108 年度持續發展波潮耦合技術，建置臺灣地區(含金門、馬祖)海域之 3 維波潮耦合暴潮模式，建置與發展颱風系集路徑暴潮預報技術。擴充與建置海象預報作業監控功能，提升海象預報作業效率，發展暴潮系集預報技術，強化本局暴潮預報能力。另完成波浪預報系統監控功能及暴潮預報展示系統。 2. 持續建置臺灣海象災防環境資訊平臺網站(https://ocean.cwb.gov.tw/)，完成 40 項西北太平洋海象資料與海域地理資訊圖資，並新增船級舒適度、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，提供機關應用。於氣象局官網推出「航行海象 SAFE SEE」新服務，整合航線與任一航點之風、浪、流等海氣象
-----------------------	-----------------------------	------------	-----------------	---	--

				<p>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>逐時資訊及變化趨勢，新增「航行舒適度」及「異常波浪潛勢」預報，協助航行者規劃「安全回家的路」。異常海水溫預警作業部分，利用西北太平洋海象資料庫資源解析驅動異常海溫之因素，建立異常海水溫預警機制、警示指標及危險性分級燈號，提供漁業災防機關決策之依據，且將相關研究發表至國外期刊。</p>
--	--	--	--	---	---

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，建置波潮耦合暴潮模式。 2. 建置與發展颱風系集路徑暴潮預報技術。 3. 建置暴潮系集預報模式。 4. 強化海象預報作業與擴充監控功能。 <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. 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。 2. 改善臺灣海象災防環境資訊平臺、區域海象災防行動版網站。 3. 建置海難漂流預報、海嘯監測等災防應用資訊服務，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。 		
計畫投入 (Inputs)			
預算數 (千元) / 決算數 (千元) / 執行率	60,272 / 60,271 / 99.99%	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. 引進波潮流耦合技術，建置波潮耦合暴潮模式，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。本年度持續發展波潮耦合技術，建置臺灣地區(含金門、馬祖)海域之 3 維波潮耦合暴潮模式，建置與發展颱風系集路徑暴潮預報技術。 2. 擴充與建置海象預報作業監控功能，提升海象預報作業效率，發展暴潮系集預報技術，強化本局暴潮預報能力。 	<p>災防機關/一般民眾</p>
<p>建置西北太平洋海象資料庫與臺灣海象災防平臺</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建立西北太平洋海象資料庫，完成臺灣海域以及國際間西北太平洋海域之部分海象資料調查，應用網路資訊存取、顯示技術，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。西北太平洋資料庫完成 7 個國際資料來源與 16 種物理量調查，以及 6 種海象資料即時品管技術，發展臺灣海象多元海象資訊服務，提供臺灣港務公司、台電、中油、綠能公司等海上作業參考依據。 2. 建置臺灣海象災防環境資訊平臺，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。舉辦講習會，針對不同使用者設計客製化加值資訊服務，提升政府執行各項災害性海象事件的預警與防災能力，增加氣象局在災防環境的服務效能。 3. 發展航行海象 SAFE SEE 資訊服務，提供航港局、臺灣港務公司、海巡署、海軍大氣海洋局、航運公司等從事海上交通、作業 	

	<p>及遊憩的人「安全回家的路」。</p> <p>4. 發展異常海水溫預警服務作業技術，建立南灣冷水預警機制，設立與檢驗海洋低溫警示指標、危險性分級燈號，提供漁業單位參考。</p> <p>5. 發展海難漂流物軌跡預報作業技術，建立區域性高解析度模型，探討區域性較小尺度海流對漂流物軌跡之影響，依據臺灣周遭海域特性，建立適當的軌跡預報演算法。</p> <p>6. 發展海洋熱含量變異特性分析技術，運用 Argo 與 WOA(World Ocean Atlas)資料分析臺灣周邊上層海洋熱含量，運用 Argo 資料分析 ENSO 對臺灣周邊上層海洋熱含量之影響。</p> <p>7. 整合測試並實地作業海洋熱含量相關觀測系統，驗證與開發衛星遙控觀測浮標、獨立型省電式波浪浮標，針對浮標開發無線電遙控、影像傳輸設備防水外殼、溫濕度計外殼，建立海上維修之作業流程。</p>		
主要績效指標 KPI 達成情形			
原規劃	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建置 1 個暴潮預報模式。 2. 新增海難漂流預報、海嘯監測分析、海洋熱含量變異 3 項海象災防應用資訊產品服務。 3. 完成海象資訊災防應用預報品質評估模組 1 套。 	達成情形	<ol style="list-style-type: none"> 1. 完成暴潮系集預報系統、海流預報作業系統 0.5 公里解析度之測試 2. 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 項防災資訊產品服務 3. 建立運用多衛星、觀測與模式資料之異常海水溫預警品質評估模組 1 套。

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>建置及增進近岸區域海象預報整合子系統方面，引進波潮流耦合技術，建置波潮耦合暴潮模式，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。108 年度持續發展波潮耦合技術，建置臺灣地區(含金門、馬祖)海域之 3 維波潮耦合暴潮模式，建置與發展颱風系集路徑暴潮預報技術。擴充與建置海象預報作業監控功能，提升海象預報作業效率，發展暴潮系集預報技術，強化本局暴潮預報能力。另完成波浪預報系統監控功能及暴潮預報展示系統。</p> <p>持續開發海域環境災防服務，建置臺灣海象災防環境資訊平臺網站(https://ocean.cwb.gov.tw/)，完成西北太平洋海象資料庫與 40 項海域地理資訊圖資，並加值產製臺灣海域之船級舒適度、海岸潮線預報、颱風波浪統計預報、漁業海溫預警、海洋溢油漂流預報、海難漂流預報、海嘯監測分析、海運區域波候、海洋熱含量變異等 9 項資訊產品，提供機關應用。</p> <p>於氣象局官網推出「航行海象 SAFE SEE」新服務，整合航線與任一航點之風、浪、流等海氣象逐時資訊及變化趨勢，新增「航行舒適度」及「異常波浪潛勢」預報服務，提供航行者選擇「安全回家的路」。</p> <p>異常海水溫預警作業部分，利用西北太平洋海象資料庫資源，解析驅動異常海溫之因素，建立異常海水溫預警機制，設立警示指標及危險性分級燈號，提供漁業與災防機關決策之依據，且將相關研究發表至國外期刊及國內與國外研討會論文各 1 篇。</p> <p>海洋熱含量觀測部分，完成實地海域海洋熱含量儀器與資料傳輸系統測試，所觀測之資料可即時回傳，以利預報業務相關單位使用，其分析成果已發表 1 篇國內研討會論文，有助了解西太平洋上層海洋熱含量與海洋氣候變化之關係，更可運用於颱風預報。</p>	
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，發展大氣及海洋環境等多元即時環境監測衍生產品與應用領域。 2. 新增綠色植被指標(NDVI)、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(對流深度)之測試產品。 3. 新增建之降雨雷達資料顯示及回波與降水產品整合。 4. 發展預警性雷達監測產品。 <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 進行颱風、西南氣流等強綜觀系統影響下，未來 0-1 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>三、強化本局衛星產品展示平臺</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 本局衛星產品服務平臺系統強化與功能新增。 2. 進行遙測數據資料處理暨儲存磁碟陣列備援系統建置與主系統後續擴充。 3. 完成繞極軌道衛星數據資料應用程式階段性測試介面。 		
計畫投入 (Inputs)			
預算數 (千元) / 決算數 (千元) / 執行率	49,000 / 49,000 / 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	1. 利用防災降雨雷達資料提升觀測資料於高度分布之覆蓋率，以及應用本局雙偏極化雷達升級後所得之多重觀測變數資訊，增進雷	防災機關/一般民眾	

	<p>達衍生產品品質。</p> <p>2. 新世代衛星具有多頻道（16 頻道以上）觀測與高時間（10 至 15 分鐘）及高空間（0.5 至 2 公里）解析度，利用衛星不同頻道觀測特性並導入新的衛星數理演算方法，可產出豪大雨之對流系統的起始時間與發生地點，提供社會大眾、政府防救災單位更為精確的豪大雨災防預警資訊。</p> <p>3. 利用新世代衛星觀測資料所開發的各種演算技術，可產出高時空解析度之衛星雲物理參數（雲水、雲冰等相態、雲滴粒徑分布、雲光學厚度）、大氣積冰層高度（供飛行器積冰警示之用）、大氣臭氧含量、大氣穩定度參數、陸地植被狀況及含水量、海洋溫度、海洋葉綠素濃度及海冰分布等衍生或加值應用產品，可有效增加監測大氣、海洋、陸地狀態變化所需資訊。</p> <p>4. 提供每 10 分鐘之衛星即時環境監測產品，開發衛星對流起始偵測技術，偵測對流雲初始發展位置，提供本島與臺灣鄰近海域之新生對流胞資訊發展資訊，增進衛星資料對於豪大雨之即時監測能力。利用每 10 分鐘 HIMAWARI 衛星多頻道演算技術所得之雲頂相態、雲光學厚度、雲中液態水、雲頂溫度、雲底高度及雲滴粒徑等參數，研判飛行器產生積冰之可能性，幫助航路規畫以避免飛航危害；並增進衛星對天氣系統之辨識與分析能力，增進遙測資料之應用效能與服務。</p>	
<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>	<p>利用模糊邏輯方法配合雷達等觀測與數值模式分析資料，針對暖季午後對流、鋒面、颱風、西南氣流等劇烈天氣現象，開發鄉鎮尺度未來 0-3 小時之對流啟始可能性（likelihood）預報與定量降雨預報技術。</p>	

<p>建置衛星產品展示平臺</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 藉由建立衛星產品整合服務應用平臺，可有效彙整本局所產製各項之大氣、海洋與陸地環境監測產品，創造符合社會大眾與產、官、學所需的衛星產品資訊服務。 2. 展示平臺每 10~15 分鐘更新衛星各項應用產品，可提供海氣陸環境相關之即時服務資訊，給予防、救災單位決策之參考。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是復原業務所需之資訊。 3. 展示平臺將採用最新之資料儲存技術，可擴充大量資料儲存系統最大儲存空間至 50PB（為現有容量的 10 倍），並強化資料存取效能，因應新世代衛星所劇加之高時間與高空間影像及數據資料儲存所需。 4. 開發相關格點化數據資料應用程式介面（Application Program Interface, API），提升海象與氣象災防資訊的應用價值及服務效能，並配合本局開放資料（Open Data）應用政策，對外提供相關單位與民眾所需之數據資料源。 5. 進行本局衛星產品對外服務平臺與相關系統之建置，完成衛星產品整合顯示系統、衛星產品資料庫與衛星產品瀏覽介面及系統管理等工作。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。 	
-------------------	---	--

主要績效指標 KPI 達成情形		
原規劃	<ol style="list-style-type: none"> 1. 新增綠色植被指標(NDVI)與熱帶氣旋強度輔助分析 2 項衛星衍生或加值應用產品及對流深度測試產品。 2. 進行新增建之降雨雷達資料之顯示及回波與降水產品整合。 3. 發展強綜觀天氣系統(如颱風、西南氣流)影響下,未來 0 至 1 小時對流啟始可能性作業化預報產品。 4. 進行衛星應用產品磁碟陣列備援系統建置與主系統之後續擴充與繞極衛星數據資料應用程式階段性測試介面。 	<p>達成情形</p> <p>完成衛星綠色植被指標、熱帶氣旋強度輔助分析及對流深度等產品;完成新增高雄林園降雨雷達資料之顯示及回波與降水產品整合,並開發預警性雷達監測產品;完成綜合天氣型態之 0 至 1 小時對流啟始可能性作業化預報產品;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,完成繞極衛星數據資料應用程式階段性的測試介面。</p>
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>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 公里之日夜間霧區、氣團 RGB 影像、雲頂相態、日間飛機積冰警示、綠色植被指標、熱帶氣旋強度輔助分析、高時空降雨估計、海洋葉綠素 8 項海氣陸監測產品;並開發衛星對流起始偵測技術,提供對流發展之即時資訊。藉由整合防災降雨雷達及本局升級之雙偏極化雷達資料,改進雷達衍生產品如定量降雨估計產品之品質,並新增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,除配合電子化政府計畫,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>		

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；%

	108 年度				執行率 (d/a)	109 年度 預算數	110 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	109,272	109,271	0	109,271	99.999%	103,808		
一、經常門小計	2,400	2,400	0	2,400	100%	2,400		
(1)人事費								
(2)材料費								
(3)其他經常支出	2,400	2,400	0	2,400	100%	2,400		
二、資本門小計	106,872	106,871	0	106,871	99.999%	101,408		
(1)土地建築								
(2)儀器設備								
(3)其他資本支出	106,872	106,871	0	106,871	99.999%	101,408		

		106 年度 決算數	107 年度 決算數	108 年度 決算數 (執行率)	109 年度 預算數	110 年度 申請數	備註
綱要計畫總計		133,000	109,227	109,271 (99.999%)	103,808		
一、建置海域環境災 防服務系統	小計	71,045	60,272	60,271 (99.999%)	57,258		
	經常支出	0	0	0 (100%)	0		
	資本支出	71,045	60,272	60,271 (99.999%)	57,258		
二、建置遙測災防服 務系統	小計	61,955	48,955	49,000 (100.00%)	46,550		
	經常支出	10,000	1,455	2,400 (100.00%)	2,400		
	資本支出	51,955	47,500	46,600 (100.00%)	44,150		

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 B005，108 年度總經費需求為 109,221 千元，分別為「建置海域環境災防服務系統」60,271 千元、建置遙測災防服務系統 49,000 千元。其中部分有關海洋與遙測衍生產品之研發，需透過與國內、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 107 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		108 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)	5	1	108 年度學術成就如下： 本計畫之專家學者於期刊發表論文 3 篇，包括：海難漂流物軌跡預報作業技術發展相文 1 篇(SCI:IF3.389)、海洋熱含量分析技術與觀測儀器發展相關論文 1 篇(SCI:IF11.878)、WRF 三維變分雷達資料同化個案研究 1 篇，於國內、外研討會發表論文 19 篇，包括：海象災防應用技術發展成果論文 1 篇、海象災防資訊平臺論文 1 篇、海難漂流物預報技術相關論文 1 篇、海洋熱含量分析技術與觀測儀器發展相關論文 2 篇、3	
			國外(篇)		2		
		研討會論文	國內(篇)		14		
			國外(篇)		5		
		專書論文	國內(篇)		0		
			國外(篇)		0		

屬性	績效指標類別	績效指標項目		108 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		
						維海流模式相關論文 7 篇、海域波浪模式相關論文 1 篇、海域波潮耦合暴潮關論文 4 篇、Evaluations on Vortex Based Doppler Velocity Dealiasing Algorithm for Tropical Cyclones 論文 1 篇與 The influences of Extremely Strong Wind on Radar Observations 論文 1 篇。	
	B. 合作團隊 (計畫)養成	機構內跨領域合作團隊(計畫)數	4	0	本計畫與中央大學太空及遙測研究中心組成衛星遙測產品研發團隊;與美國 NOAA 所屬氣象技術研發單位;與成功大學近海水文中心組成海象災防應用技術發展團隊;與臺灣大學海洋研究所組成異常海水溫災防應用技術發展團隊;與資拓宏宇國際股份有限公司組成海象災防應用技術發展團隊;與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;與美國威廉瑪麗學院維吉尼亞海洋科學研究所海岸資源管理中心(VIMS)張應龍教授合作成立發展資料同化耦合海流模式系統國際技術團隊。		
跨機構合作團隊(計畫)數		5					
跨國合作團隊(計畫)數		1					
簽訂合作協議數		0	0				
形成研究中心數		0	0				
		形成實驗室數	0	0			
學術成就 (C. 培育及延攬 人才	博士培育/訓人數	7	9	培育博士(含博士生)與碩士生共 16 人,鑽研暴潮、海嘯即時分析、海洋模擬系統、波流耦合及探討臺灣周邊海域異常波浪、暴潮系集系統、雷達定量降水估		
		碩士培育/訓人數		7			
		學士培育/訓人數		0			
		學程或課程培訓人數	0	0			

屬性	績效指標類別	績效指標項目	108 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		
科技基礎研究 (延攬科研人才數	0	0	計與預報及雷達風場同化技術。	
		國際學生/學者交換人數	0	0		
		培育/訓後取得證照人數	0	0		
	D1.研究報告	研究報告篇數	1	1	「暴潮系集預報系統發展暨波浪與暴潮校驗系統建置 (3/4)」期末報告。	
	F. 形成課程/ 教材/手冊/軟體	形成課程件數	6	3	1. 「異常海水溫與海難漂流預報技術發展(3/4)」之教育訓練課程 1 份與教材 1 份。 2. 「108 年度海象災防環境資訊系統環境」教育訓練教材 1 份與操作手冊 1 份。 3. 海象災防應用技術發展(3/4)教育訓練教材 1 份。 4. 海象災防應用技術發展資訊應用講習教材 1 份。 5. 「西北太平洋三維海流模式子系統」與「臺灣海域波潮耦合暴潮子系統」教育訓練課程 2 份與訓練手冊 4 份，並產出「108 年度臺灣海域波潮流耦合暴潮子系統」與「108 年度臺灣海域波潮流耦合暴潮子系統程式及程序(shell)說明」操作手冊 2 份。 6. 108 年度利於強對流發展之預報因子彙整與重要因子與強對流初步相關性評估報告手冊 1 份。 7. 遙測資料防災應用系統(3/4)之教	
		製作教材件數		5		
		製作手冊件數		8		
自由軟體授權釋出教材件數		0	0			

屬性	績效指標類別	績效指標項目	108 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		
					育訓練教材 1 份。	
	其他					
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	7	「108 年度海氣象災防環境服務作業系統建置-氣象資訊之智慧應用服務-提升海象預報技術」報告、「臺灣海域湧升流發生區域與時間評估與分析報告」、「異常海水溫與海難漂流預報技術發展(3/4)」期末報告、「108 年度海象災防環境資訊系統環境建置」期末報告、「108 年漂流浮標布放位置評估報告」、「建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統-108 年度海象災防應用技術發展(3/4)」期末報告、「108 年度利於強對流發展之預報因子彙整與重要因子及強對流初步相關性評估報告」。	
		新檢驗方法數	0	0		
	I1.辦理技術活動	辦理技術研討會場次	1		1. 辦理「108 年度臺灣海象災防環境資訊平臺應用講習會」將本計畫成果推廣至各主管機關、教育機關、產業、綠能及一般民眾之服務，合計共 58 個產官學單位，逾 80 位參與講習。 2. 辦理 4 場次臺灣海象災防環境資訊平臺推廣座談會。	
	辦理技術說明會或推廣活動場次	5				
	辦理競賽活動場次					

屬性	績效指標類別	績效指標項目	108 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	1	7	<ol style="list-style-type: none"> 1. 暴潮系集技術參與重要技術研討會如下：2019 JPGU (Japan Geoscience Union Meeting)發表 1 次、於 2019 臺灣地球科學聯合學術研討會發表 1 次、於南中國海域海嘯預警與災害防治研討會 (South China Sea Tsunami Workshop 11)研討會發表 1 次。 2. 提升海象預報技術出席重要技術研討會如下：2019 臺灣地球科學聯合學術研討會、第 41 屆海洋工程研討會、第八屆海峽兩岸海洋環境監測及預報技術研討會、2019AGU FALL MEETING 研討會。 	

經濟效益 (AC.減少災害損失	開發災害防治技術與產品數	7	9	<ol style="list-style-type: none"> 1. 近岸區域海象預報整合子系統，提升海象預報技術，完成暴潮系集預報系統、海流預報作業系統 0.5 公里解析度之測試，減少經濟損失與人命傷亡風險。 2. 新增船級舒適度、海難漂流預報、 	
		建立示範區域或環境觀測平臺數				
		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	108 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)			海嘯監測分析、海洋熱含量變異 4 項防災資訊產品。 3. 運用多衛星、觀測與模式資料發展異常海水溫預警機制。 4. 發展海氣象觀測資料與水下密集觀測技術、雙衛星系統傳輸介面及資料即時接收系統，避免颱風期間資料傳輸中斷，可即時掌握外海之海氣象資料與海洋熱含量之資訊。 5. 新增衛星綠色植被指標、對流深度與預警性雷達監測等遙測增值應用產品。 6. 開發自動即時預報系統新增 1 項未來 0-1 小時對流起始預報產品。	
	其他						
社會影響	社會	AB. 科技知識	科普知識推廣與宣導次數			1. 航行海象 SAFE SEE 記者發表會，將研發成果建置於氣象局官網內	
			科普知識推廣與宣導觸達人數				

屬性	績效指標類別		績效指標項目	108 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		
響	福祉提升	普及	新聞刊登或媒體宣傳數量	0	3	<p>及交通部新聞稿資訊發布(發布日期：108-09-20)。</p> <p>2. 「異常海水溫預警服務作業技術發展」澎湖相關成果製成氣象局數位科普新文章「海牧場漁業的隱形殺手—海水寒潮」(https://pweb.cwb.gov.tw/PopularScience/)。</p> <p>3. 「海洋熱含量相關觀測系統實地作業」相關成果刊登於自然期刊系列 Nature Communications (https://www.nature.com/articles/s41467-019-09574-3.pdf)，介紹本計畫所研發之浮標觀測系統以及施放作業情形，宣傳國內浮標觀測系統相關研發技術與研究成果；國內則有聯合新聞、ETtoday、經濟日報、蘋果即時等，相關訊息可參見海氣象即時傳輸浮標網站 (https://po.oc.ntu.edu.tw/buoy/buoy2018/index.php)。</p>	
		Q. 資訊服務	設立網站數				<p>1. 新增暴潮預報產品 1 項。</p> <p>2. 新增西北太平洋海象資料庫 16 項海象地理資訊資料，提供 TGOS 波候圖資。</p>
	提供客服件數						
	知識或資訊擴散(觸達)人次						
	開放資料(Open Data)項數						
	提供共用服務或應用服務項目數	11	18				

屬性	績效指標類別	績效指標項目	108 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		
		線上申辦服務數				
		服務使用提升率				
		活動參與人數				
	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. 資訊平臺與資料庫	新建資訊平臺或資料庫數	1	3	1. 更新臺灣海象災防環境資訊平臺，更新西北太平洋海象資料庫 2. 海象災防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 17 個產官學研單位，逾 80 位參與講習。 3. 完成強化衛星產品展示平臺網頁顯示、系統管理等功能。 4. 新增資料庫資料筆數 231 萬筆。 5. 新增綠色植被指數、熱帶氣旋強度輔助系統 2 項衛星應用產品。 6. 完成 0-1 小時災害性天氣之作業化對流起始產品。 7. 完成可每 10 分鐘產製之衛星對流深度產品。	
		推廣應用產品供其他機關數	5	17		
		更新資訊平臺功能項目	3	4		
		更新或新增資料庫資料筆數	250 萬筆	231 萬筆		
		資訊平臺或資料庫使用人次				

屬性	績效指標類別	績效指標項目	108 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		
	AA.決策依據	新建或整合流程數				
		提供政策建議或重大統計訊息數				
		政策建議被採納數				
		決策支援系統及其反應加速時間(%)				
	其他					

108 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

(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

1. 國內期刊 1 篇

第一作者：本計畫細項計畫執行人員方偉庭技士

論文名稱：WRF 三維變分雷達資料同化個案研究

投稿期刊：大氣科學

2. 國外期刊 2 篇

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者張明輝

論文名稱：Observations of island wakes at high Rossby numbers:
Evolution of submesoscale vortices and free shear
layers

投稿期刊：Journal of Physical Oceanography
(Impact Factor:3.389)

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者楊穎堅

論文名稱：The role of enhanced velocity shears in rapid ocean
cooling during Super Typhoon Nepartak 2016

投稿期刊：Nature Communications
(Impact Factor: 11.878)

3. 國內研討會 14 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：海象災防應用技術發展

研討會名稱：108 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鄭宇昕

論文名稱：複雜地形變化對海面漂流物軌跡之影響－島尾流

研討會名稱：108 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楊穎堅
論文名稱：海氣象浮標省電型波浪儀開發
研討會名稱：108 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楊穎堅
論文名稱：臺灣周邊海域海嘯預警浮標系統建置現況
研討會名稱：108 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劉哲源
論文名稱：臺灣海域三維海流作業化預報模式與 TOROS 高頻
雷達量測海流資料全年比對
研討會名稱：108 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：澎湖海域湧升流特性研究
研討會名稱：108 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劉哲源
論文名稱：臺灣海域三維海流作業化模式－探討精進近岸解析
度之影響
研討會名稱：第 41 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：分析臺灣周邊混和層深度季節性變化
研討會名稱：第 41 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于嘉順
論文名稱：臺灣海域三維海流預報作業模式系統
研討會名稱：第八屆海峽兩岸海洋環境監測及預報技術研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者王啟竑
論文名稱：以波浪及海流耦合數值模式推算臺灣海域異常巨浪

研討會名稱：第八屆海峽兩岸海洋環境監測及預報技術研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者徐誌壕

論文名稱：以衛星數據及數值模式分析臺灣周邊湧升流之成因

研討會名稱：第八屆海峽兩岸海洋環境監測及預報技術研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者林君蔚

論文名稱：Development and assessment of the probabilistic storm surge forecast system in Taiwan

研討會名稱：2019 年臺灣地球科學聯合學術研討會

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者吳祚任

論文名稱：臺灣之海嘯及風暴潮研究發展現況

研討會名稱：2019 年海峽兩岸海象作業技術交流工作坊

第一作者：本計畫細項計畫執行人員方偉庭技士

論文名稱：Evaluations on Vortex Based Doppler Velocity Dealiasing Algorithm for Tropical Cyclones

研討會名稱：2019 兩岸颱風暴雨暨短期氣候學術研討會

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：Development of operational maritime disasters prevention and environmental information service platform.

研討會名稱：2019 European Geosciences Union (EGU)

第一作者：本計畫細項計畫國際合作專家學者尤皓正

論文名稱：Ocean forecast system around Taiwan and upcoming data assimilation development

研討會名稱：2019 AGU Fall Meeting

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者吳祚任

論文名稱：Development of probabilistic storm surge forecast system in Taiwan and the Case Study of 2018 Typhoon Maria

研討會名稱：South China Sea Tsunami Workshop (SCSTW-11)

第一作者：本計畫細項計畫執行專家學者 Lin, Chun-Wei

論文名稱：Development and assessment of the probabilistic storm surge forecast system in Taiwan: Case Study of Typhoon Maria in 2018

研討會名稱：Japan Geoscience Union Meeting 2019

第一作者：本計畫細項計畫執行人員唐玉霜技士

論文名稱：The influences of Extremely Strong Wind on Radar Observations

研討會名稱：39th International Conference on Radar Meteorology

(二) 科技基礎研究之內容、價值與貢獻度

1. 颱風暴潮系集預報系統開發與案例分析

進行颱風暴潮系集預報系統開發，並利用 2018 年至 2019 年侵台颱風進行案例分析。本年度開發以歷史預報誤差搭配颱風警報單及參數颱風模型作為系集預報路徑成員產生方式，並與 WEPS 颱風系集成員路徑所得之暴潮模式結果相比較。

圖 2 為 2018 年颱風瑪莉亞侵台期間當地時間 2018 年 07 月 10 日 02 時之暴潮系集模式預報結果與觀測總水位時序資料比對結果。由左至右分別為決定性預報路徑、CWBWEPS 成員路徑、誤差機率分布法產生之成員路徑所得之預報結果。單一路徑圖色線表示模式結果，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。

圖中顯示颱風瑪莉亞於該預報時段中在龍洞測站可以觀測到暴潮，但總水位仍以潮汐為主要影響力，其水位變化為-1.5 公尺至 1.5 公尺間。龍洞潮位站之觀測結果被包覆於各系集成員模擬所得之最大值、最小值包絡線中，顯示系集預報內有颱風預報之路徑與實際颱風行經路徑相似。

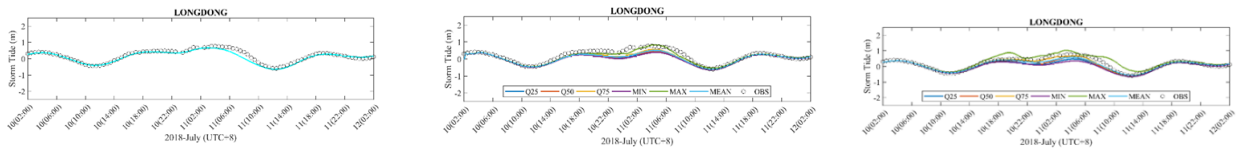


圖 2：暴潮系集預報系統模式預報總水位時序校驗圖。

2. 提升海象預報技術

(1) 精進海流預報作業系統

已完成近岸(澎湖海域及東北岸海域)0.5 公里解析度之測試評估，延長 96 小時預報之系統作業化。

(2) 即時海洋觀測資料之蒐集整理並與模式比對

海洋觀測資料之蒐集整理以即時資料為主，包含了海表高度、海表溫度、剖面溫鹽、環台雷達波之表面測流、局內固定測站與不同浮標等，並與模式結果比對，建議各種現有即時資料於預報系統內之用途。由目前國外現有海洋模式資料同化模組評估及本作業化海流模式之特性，選用與 PDAF 資料同化模組耦合，開發離型系統於局內機器理想案例及區域化測試。

(3) 持續進行客製化海流資訊服務並維護海流模式校驗系統功能

進行 ARGO 浮標、TOROS 與漂流浮標校驗及案例分析報告，擴充海流校驗方法(Yamartino method)，量化海流參數並預計設立校驗評分標準。

(4) 建置客製化海流浮標軌跡模組產品

提供 4 天及 7 天備援系統的模擬移動軌跡，及軌跡回溯模擬。並建立海流軌跡量化指標(skill score)，由觀測軌跡長度的加權平均間隔距離，用來評估軌跡模擬的準確性。

(5) 驗證用漂流浮標之布放

108 年 6 月在東經 130 至 132 度，北緯 15 至 16 度完成 8 個漂流浮標布放，以臺灣東部黑潮系統及西太平洋颱風生成海域為目標，避免進入主要海流系統而迅速帶離臺灣海域，延長漂流浮標在臺灣鄰近海域漂流的時間，藉此收集更多實測資料改善模式於颱風季臺灣鄰近海流的準確性。本年度有 3 顆浮標於 10 月最接近哈吉貝颱風及浣熊颱風分析其軌跡與流速資料，建置不同颱風型態與路徑下之海流特性。

3. 海象災防應用技術系統

(1) 發展資料品管技術

數據匯入資料庫前，須執行品管作業以確保資料正確性。因此發展各項資料的合理性與連續性之品管原則，搭配兩年以上的歷史資料提出品管準則，並測試品管通過率。



(2) 船級舒適度作業技術發展



「航行海象 SAFE SEE e 平臺」模組之船級舒適度產品的資料處理程序係使用中央氣象局的 WW3 波浪模式之決定性預報波高、系集預報平均波高及 10%超越機率預報波高做為資料源，考慮不同船隻之耐浪波高及風速作為船級舒適度指標。透過去年度(107 年)已蒐集漁船、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。船作業指標模組其漁船與海巡署艦艇均屬於工作船隻，均以工作的達成及人員安全為目標，其船員的素質與一般人員不同，故不以舒適度為前提，採用二個燈號，如表 1(a)。另，船級舒適度其交通船及遊艇皆為遊憩使用，與藍色公路船隻一樣，需考慮人員舒適度的問題，因此航行警示採用三個燈號，顯示不同船隻在海上之航行警示條件，如表 1(b)所示。此外，由於本產品為空間網格點資料，因此統一採用 NetCDF 資料格式。

本年度新增二項波高資料源，包括系集預報平均波高與 10%超越機率預報波高，本產品更新增「異常波浪潛勢」等內建模組功能，提供海上作業、航行者與乘客的航行安全資訊產品。


表 1：不同船隻海上之航行警示條件

(a) 航行海象-船級作業指標

船別種類	顯示燈號	
	 銀紅色	 透明色
顯示訊息	高風險	低風險
巡防艇 20 噸以下、漁船 CT2 以下	≥5 級(2 m)	<5 級(2 m)
巡防艇 20~60 噸、漁船 CT3 以下	≥7 級(4 m)	<7 級(4 m)

船別種類	顯示燈號	
	 銀紅色	 透明色
顯示訊息	高風險	低風險
巡防艇 60 噸以上、漁船 CT4~CT6 以下	≥8 級(6 m)	<8 級(6 m)
巡防艦、巡護船、漁船 CT7~CT8	≥9 級(7 m)	<9 級(7 m)
動力小船	≥4 級(1 m) 陣風(6 級)	<4 級(1 m) 陣風(6 級)

(b) 航行海象-船級舒適度

種類	船別	顯示燈號		
		 銀紅色	 粉紅色	 透明色
顯示訊息		劇烈顛簸	顛簸	舒適
交通船、 遊艇	40 ft 以下	≥2.3 m	≥1 m	--
	40 至 80 ft	≥4.8 m	≥1 m	--

(3) 海岸長浪海溫作業技術發展

為了探討何種條件下的長浪容易造成危險，本產品選取過去發生於近岸的 49 筆船難事件，使用雙變數常態分佈分析結果顯示湧浪平均週期、風浪湧浪頻率差以及風浪湧浪角度差最為相關，亦即當海況符合三項條件時則可視為容易發生危險之海況。挑選今年發生的船隻翻覆事件，並收集事件發生前數個小時的實測風湧浪資料，分析 2019 年 3 月 18 日蘭陽溪出海口北側、2019 年 4 月 4 日台東小馬海灘以及蘭嶼近岸的船隻翻覆事件，結果顯示當時的風湧浪資料全數符合所設定的長浪警戒標準。

為了擴大長浪警戒範圍，滿足國家風景區管理處與國家公園管理處的管轄範圍，本案依據內政部「近岸海域範圍線」與「鄉鎮邊界」劃分，已將延展為海岸區域範圍。

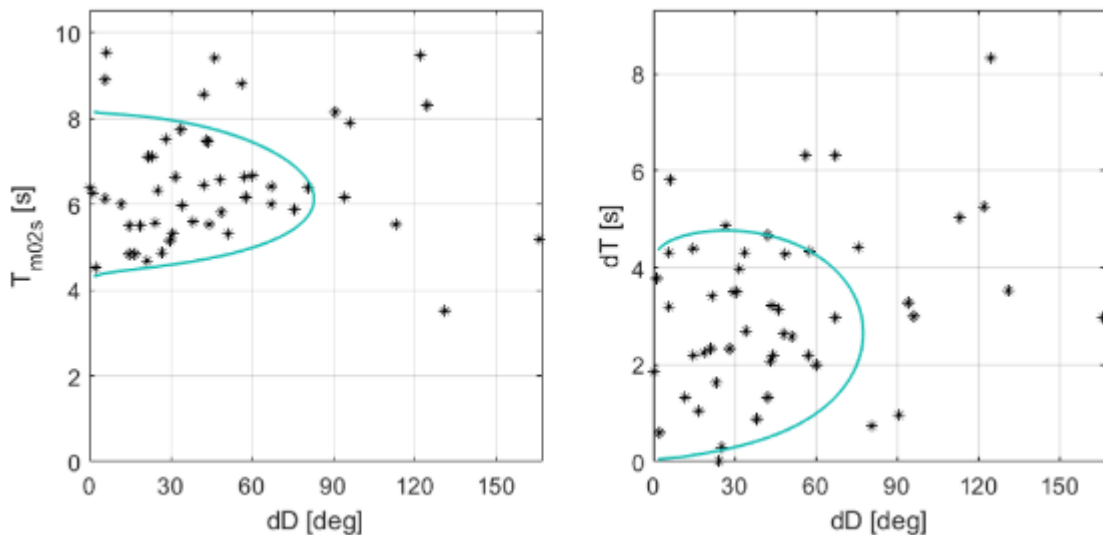


圖 3：湧浪平均週期與風湧浪角度差散布圖(左)及風湧浪頻率差與風湧浪角度差散布圖(右)，綠線為 60% 機率範圍。

(4) 海嘯即時分析作業技術發展

完成「自動化海嘯波分析」和「歷史海嘯事件分析程序」之建立，前者包含「調和分析法」、「基準水位修正法」和「降低水位差值擾動法」，後者，則以帶通濾波之方式實現歷史事件分析之功能。需要注意的是，基準水位修正法之門檻值和計算流程是透過現有之資料進行建立，未來可透過更長期的觀測資料進行門檻值調校，精進計算方法，進一步增加此方法之準確度。

4. 異常海水溫預警技術研究

自 106 度至 107 年度先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，並在 107 年度成果中根據 Ocean Nino Index 與過去數天的平均風速當預測指標(表 2)。

依據所制定的預警門檻機制，對 1995 至 2017 年澎湖海域環境進行冷水事件後報(hindcasting)，結果顯示暴露在紅燈(非常危險)的冬天與澎湖附近海域有大量養殖魚類死亡時間點幾乎相符，另透過衛星海表溫、海氣象浮標與 10 天累計風速的變化都顯示與冷水團的入侵和消退有著高度關聯。而在澎湖北面浮標海表溫觀測資料，提供了一個檢驗預警系統的管道，圖 4 顯示浮標三次寒害事件對應的預警燈號時序圖，表示預警系統的準確性。

而在 108 年度解析臺灣海峽受黑潮之影響，從歷史觀測資料顯示，呂宋海峽的水體傳輸量冬天時入侵南海水量變多，夏天時入侵水量變少，剛好呼應了該區域季風的交替變化。而自 1986 年起迄今，

的海面漂流浮標(drifter)也提供了直接的表面混合層流速，觀測結果顯示，冬季時黑潮表層水可以入侵到南海中部，夏季時淨水體傳輸量甚至是由南海流入太平洋。大致上黑潮由夏末開始入侵呂宋海峽，冬季時水體傳輸量達到高峰，然後止於隔年春末，數值模式結果也顯示類似的季節性變化。Nan et al. (2015)利用衛星高度計資料展示，套流(looping)、入侵(leaking)和掠過(leaping)三種不同路徑在不同季節的發生機率(圖 5)，結果說明了前人研究水體傳輸量時，冬季往南海的水體傳輸量為何會比夏季來的大，也應證了冬季時是以套流方式存在，亦說明過去的短期觀測研究裡，相同季節其結果差異大。另外研究顯示呂宋海峽的水體傳輸量最大值(最低值)會領先 El Niño (La Niña)相位約 1 個，除了過去認為南海與 ENSO 關聯是海氣交互作用，然呂宋海峽的水體傳輸似乎也提供了另一個能將 ENSO 訊號從太平洋傳遞到南海中的可能管道；至於更長的時間變動上須考慮 Pacific Decadal Oscillation(PDO)與稱為 Philippines-Taiwan Oscillation (PTO)等震盪現象。

另 108 年度下半年，透過澎湖寒害預警機制的發展經驗，根據作業單位需求，拓展到其它海域，因此 108 年度針對墾丁南灣海域進行冷水事件資料蒐集、科學分析與評估南灣冷水事件的可預報性，在 108 年度成果中針對墾丁南灣海域異常低溫事件，分析氣溫、風速、水位與海溫等環境參數時序列，使用浮標海表溫異常值資料，定義-4°C維持 2 小時以上為異常事件的閾值，從 2006~2019 年的時序列中，篩出 12 個異常溫降事件，其中包含兩件有被文獻與新聞所報導，初步分析結果顯示該 12 個異常低溫案例潮汐變化都扮演著重要角色，最低溫通常發生在大潮期間最大潮位的低潮位後約 3-4 小時(圖 6)，其中 2 件又受到颱風所影響，8 件受強風攪拌所影響。以上規律性，有助於明年度計畫中進一步從水位變化等參數來預報異常低溫事件。

表 2、澎湖寒害預警燈號。

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	$ONI \leq -0.9 \ \& \ V10 \geq 11.5\text{m/s}$	未來 15 天	60%
紅燈	非常危險	$ONI \leq -0.9 \ \& \ V20 \geq 12.5\text{m/s}$	未來 5 天	75%

註 1：V10= 10 天累積平均風速；V20= 20 天累積平均風速。

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。

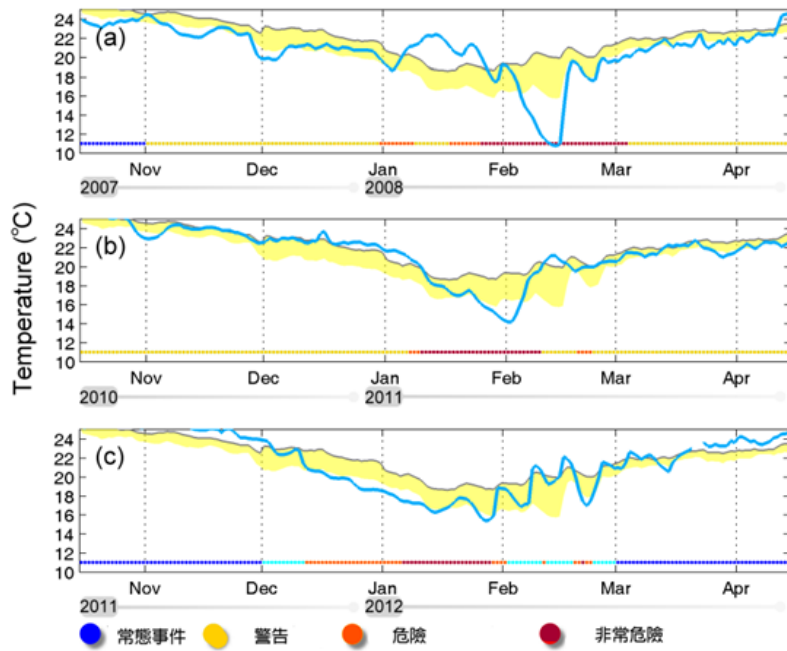


圖 4：2008(a)、2011(b)與 2012 年(c)冷水事件。藍線：浮標海表溫觀測資料；灰線：海表溫 10 年氣候態平均值；黃色區域：低於平均值一個標準差範圍。圓點代表不同預警燈號。

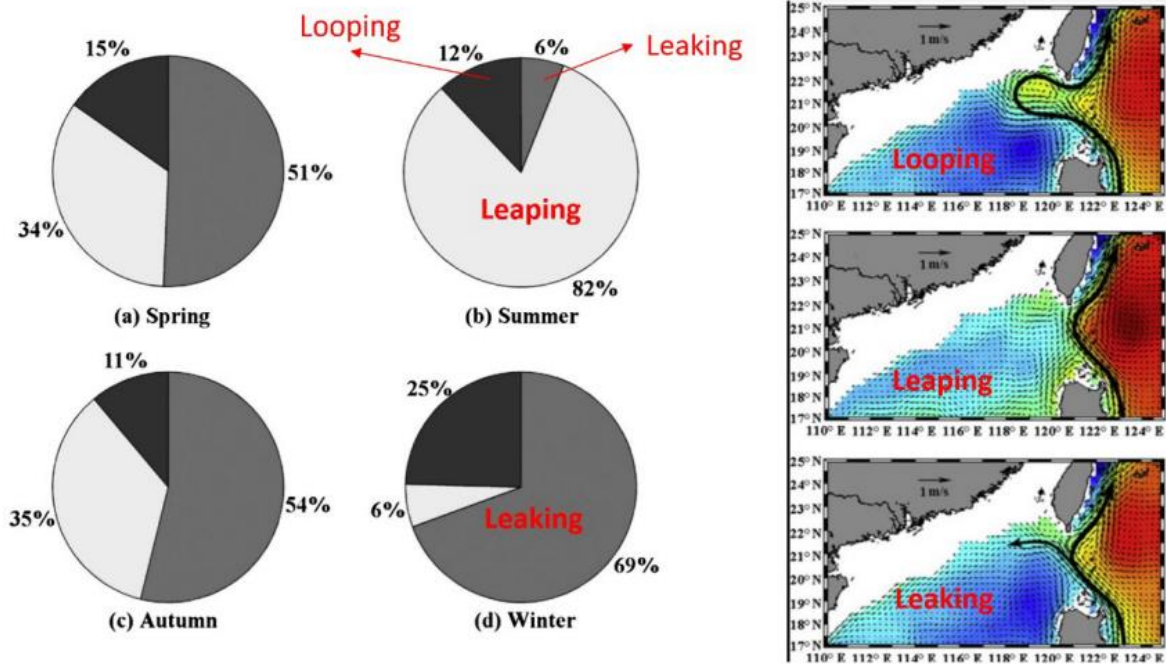


圖 5：三種不同黑潮路徑在不同季節的發生機率分布圖，looping path (黑色)、leaping path (灰色)和 leaping path (白色) (修改自 Nan et al., 2015)。

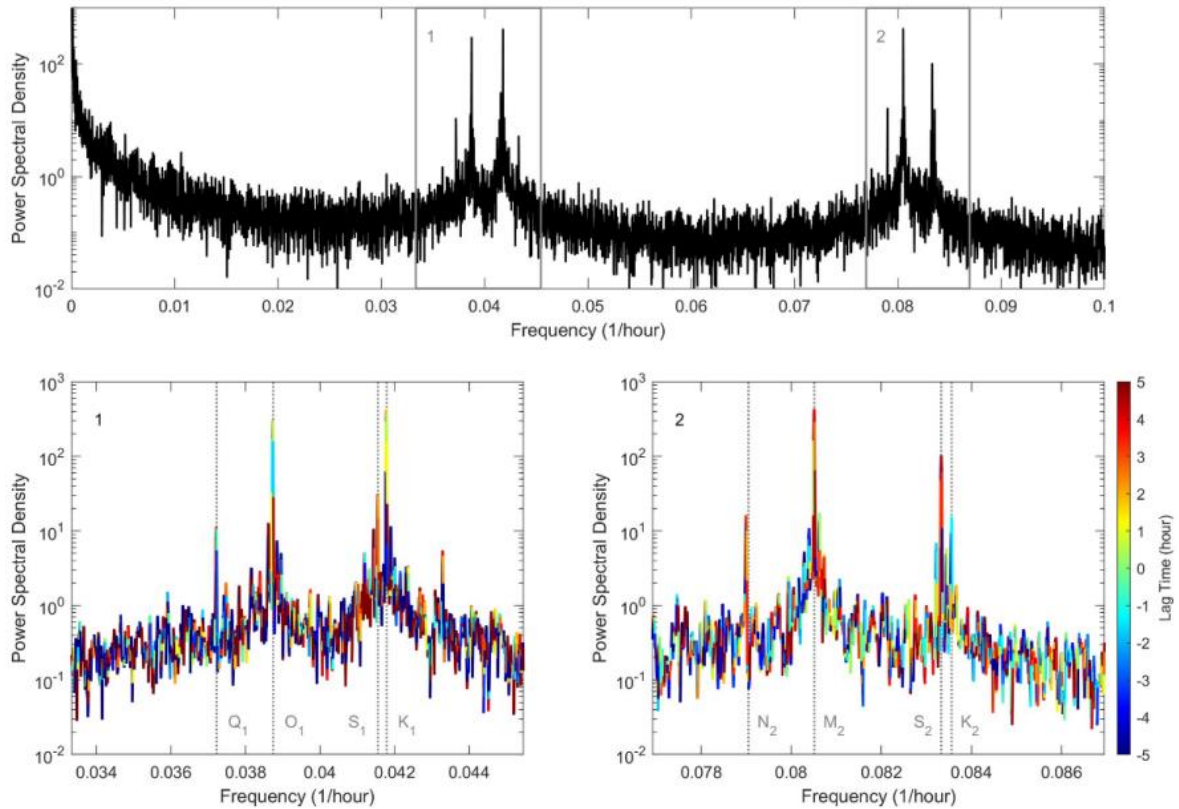


圖 6、水位與海表溫之 cross-spectrum 能譜圖。(上)全頻率範圍，(左下)近全日週期區間，(右下)近半日週期區間。

5. 海難漂流預報技術研究

本項目自 106 年度起，引入了海面漂流浮標座標與海溫資料的即時品管技術，此程序主要用來剔除偶然大幅變化的浮標資料 (occasional bad drifter locations)，之後以 Lagrangian Method 漂流軌跡演算法發展了臺灣周遭海域的漂流物軌跡追尋系統，彙整各單位海流相關資料，包含 AVISO、TOROS、HYCOM、RTOFS、TCONFS、OCM3 與 drifter，並分析使不同海流資料所預報的漂流物軌跡與實際漂流案例的差異性分析，其中案例包含海巡署實際搜救案例、海氣象浮標漂流案例與漂流浮標軌跡等。

各海域 2013~2018 五年的平均偏差量結果統整如表 3。東、西、南、北四個海域，依據不同資料源，各海域方位角偏差最大用深紅凸顯，最小用淺紅凸顯。速度偏差最大用深綠凸顯，最小用淺綠凸顯。其中 TOROS、OCM 與 RTOFS 資料只涵蓋 2018 一月至六月。在東部海域，角度偏差上 AVISO 表現最好，而速度偏差 RTOFS 與實際 drifter 流速差異最小。南部海域，不論是角度偏差或是速度偏差上都是 AVISO 表現最好。西部海域，角度偏差上 HYCOM 表現最好，但流速偏差上則是 AVISO 表現比較優異。北部海域，跟西部

海域一樣，角度偏差上是 HYCOM 表現最好，流速偏差上則是 AVISO 表現比較好。

以上發展的漂流軌跡預報系統，在 108 年度計畫中完成實際作業化並上線至「臺灣海象災防資訊平臺」。另一方面，過去發展經驗，發現目前的海流預報模式都無法解析出較小尺度的區域性海流特徵，以綠島周遭海域為例，前兩年所使用的海流模擬資料並無法解析出實際的島尾流現象，該現象相當常見，不論是在衛星觀測或是現場觀測資料都經常可解析出，此島尾流現象主控了島嶼附近的流場變化，而模式是否能解析出島尾流，將會進一步影響到我們推估漂流物軌跡的結果，造成預報海難漂流軌跡或是追朔油污漂流的困難，因此在 108 年度計畫中，本團隊另用 MITgcm 模式，針對臺灣東南海域發展高時空解析度的流場模擬，進一步解析島尾流現象，使其更貼近實際流場情況，提高模擬漂流物軌跡的真實性。

在模式採用前，先將模式輸出結果與時間觀測進行相關物理特性比較。圖 7 左側為我們模式輸出的流場與近海表面溫結果，中間圖則為實際船測的海流與海表溫度分布，圖 7 右側為 MODIS 衛星觀測海表溫。從圖中可以清楚發現，島尾後方的尾渦現象清楚被數值模擬解析出來，在溫度變化上，從觀測或是衛星遙測海溫可以發現綠島北面相較於周遭有著清楚的低溫，此低溫跟當地的流場動力機制有著密切關係。此比較結果顯示，我們所發展的數值模式模擬結果具有一定的可信度，並成功演示出實際的尾流現象。

在 108 年度計畫中，我們利用被動式追蹤物模擬海難漂流物或是油污，進一步用估算濃度的方式完整呈現漂流軌跡。此模式好處在於允許我們控制被動式追蹤物的排放位置與想要模擬的時段。針對此計畫，我們將被動式追蹤物施放在主要航道內，並且完成七天的模擬。結果發現在臺灣東邊的追蹤物會受到蘭嶼和綠島產生的尾渦流影響，綠島尾渦流產生的南流會造成油污在綠島北方堆積，蘭嶼則主要會在迎流面堆積，初步推斷可能跟島嶼的大小與形狀有關，此結果也與綠島(2017 年)和蘭嶼(2005 年)真實案例不謀而合。

表 3：各海域預報誤差列表。

資料源		東部 mean ± Std	南部 mean ± Std	西部 mean ± Std	北部 mean ± Std
AVISO	方位角偏差	41 ± 42	49 ± 45	72 ± 50	67 ± 50
	流速偏差	0.26 ± 0.19	0.21 ± 0.18	0.19 ± 0.16	0.20 ± 0.16
HYCOM	方位角偏差	42 ± 44	59 ± 48	48 ± 50	61 ± 51
	流速偏差	0.29 ± 0.65	0.36 ± 1.33	0.21 ± 0.84	0.26 ± 1.07
TCONFS	方位角偏差	55 ± 49	75 ± 51	63 ± 58	67 ± 55
	流速偏差	0.34 ± 0.41	0.38 ± 1.29	0.39 ± 0.92	0.39 ± 0.75
TOROS	方位角偏差	52 ± 52	N/A	N/A	N/A
	流速偏差	0.26 ± 0.20	N/A	N/A	N/A
OCM	方位角偏差	70 ± 53	N/A	N/A	N/A
	流速偏差	0.23 ± 0.21	N/A	N/A	N/A
RTOFS	方位角偏差	66 ± 51	N/A	N/A	N/A
	流速偏差	0.18 ± 0.24	N/A	N/A	N/A

註：表中「方位角偏差」與「流速偏差」為取絕對值後之分析結果。

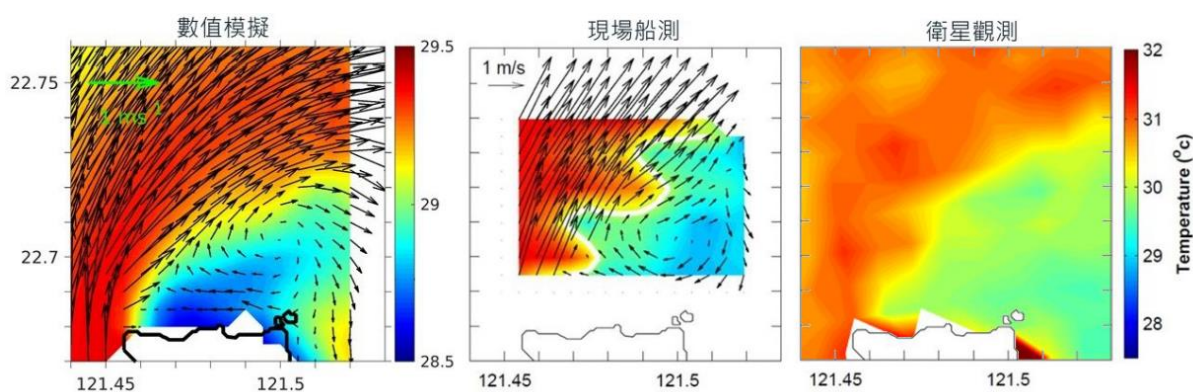


圖 7：(左)數值模式模擬之 5 公尺海表面溫與 20 公尺流場、(中)船測之海表面溫與 20 公尺流場與(右)Aqua 衛星搭載之 MODIS 所觀測的海表面溫度。

6. 海洋熱含量變異特性分析技術研究

上層海洋是天然的巨大熱量儲存裝置，衡量此熱儲存功能的參數即為海洋熱含量(Ocean Heat Content, OHC)，近年來不少研究將海洋熱含量視為氣候變化的關鍵指標，雖已有許多文獻指出海洋熱含量與不同時間尺度的海洋氣候有關，然而在西北太平洋海域與熱含

量相關的研究仍屬少數，此乃因實際觀測資料稀少的緣故，本計畫即為了增加現場觀測資料樣本，以及可運用於颱風或氣候模式預報等用途上，期望未來能達到災防之目的，惟因本計畫所使用之浮標資料觀測時間(2015 年至今)還不足以分析長時間尺度之海洋氣候(如 ENSO、PDO 等)，空間上分布也不足，故本計畫要探討長時間的上層海洋熱含量(Upper Ocean Heat Content, UOHC)變化時，選用了 Argo 浮標資料月平均產品與 NOAA 世界海洋統計圖集資料庫(World Ocean Atlas, WOA)之氣候平均資料(Climatology)來進行分析。

由於 Argo 屬於非定點觀測，為分析其在 UOHC 之可信度，因此選擇長時間且定點 TAO 浮標做比對。本報告中選擇菲律賓東方近赤道太平洋海域，與臺灣距離較近的 6 個 TAO 浮標做為分析，發現浮標和 Argo 在表層水溫觀測較近似，隨著深度加深，部分位置水溫差異變大，亦造成 UOHC 之差異，但若要在臺灣附近海域以 Argo 資料計算 UOHC，需嚴謹比對與分析；另將浮標和 Argo 計算出上層熱含量之時序圖比較(圖 8 以站 D 為例)，各網格點為相關係數大約為 0.5，對應到前述海溫的差異。

運用 Argo 和 WOA 資料分析臺灣周邊海域 UOHC 之的年(圖 9)、季與月平均變化，發現臺灣東南部海域的 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。

另探討 ENSO 事件對臺灣周邊海域 UOHC 產生之變化，在本工作中，定義海洋聖嬰指數(Oceanic Niño Index, ONI)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。據此分析 UOHC 距平值和 ONI 之關係，將 UOHC 距平值取三個月的滑動平均與 ONI 比較，並計算出兩者之相關係數及時差，時差計算是將 ONI 往前平移 6 個月及往後平移 4 個月，觀察相關係數的變化。

分析 TAO 浮標六站(圖 10 以站 D 為例)的 UOHC 及 ONI 的比較，其中 ONI 為紅色的部分代表 $ONI > +0.5$ ，意即聖嬰的訊號較明顯之時，而藍色的部分則是 $ONI < -0.5$ 。在圖中，將 UOHC 以相反的座標表示，因預期看到中太平洋的 ONI 上升時，所選取的西太平洋站點應有降溫的現象。圖中所標示的 correlation 為負 UOHC 距平值和 ONI 的相關係數，結果顯示除了 A 站之外，其他站都有不錯的關係。

圖 11 為臺灣周邊海域之 UOHC 與 ONI 之關係，可從圖中看到臺灣西南部海域之 UOHC 距平值與 ONI 之相關係數較東部海域來的高，但相關性也未達顯著相關，合理推測無法由 ENSO 事件來判定臺灣周邊海域之 UOHC 變化。

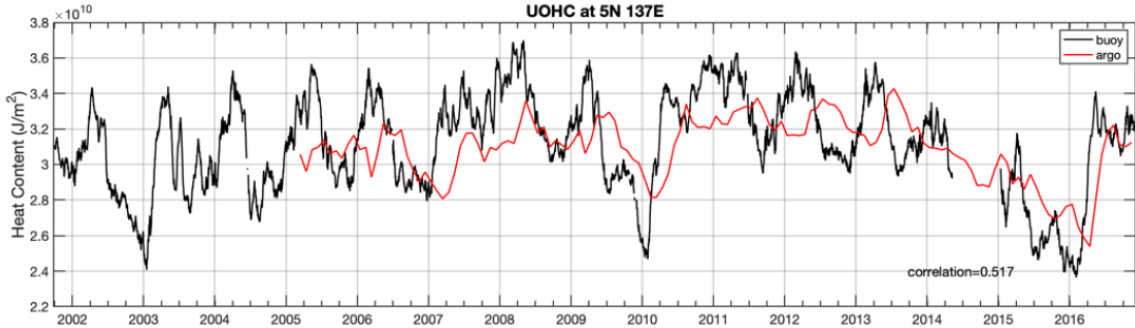


圖 8：Argo 和 TAO 浮標在 D 站的 UOHC 比較圖。

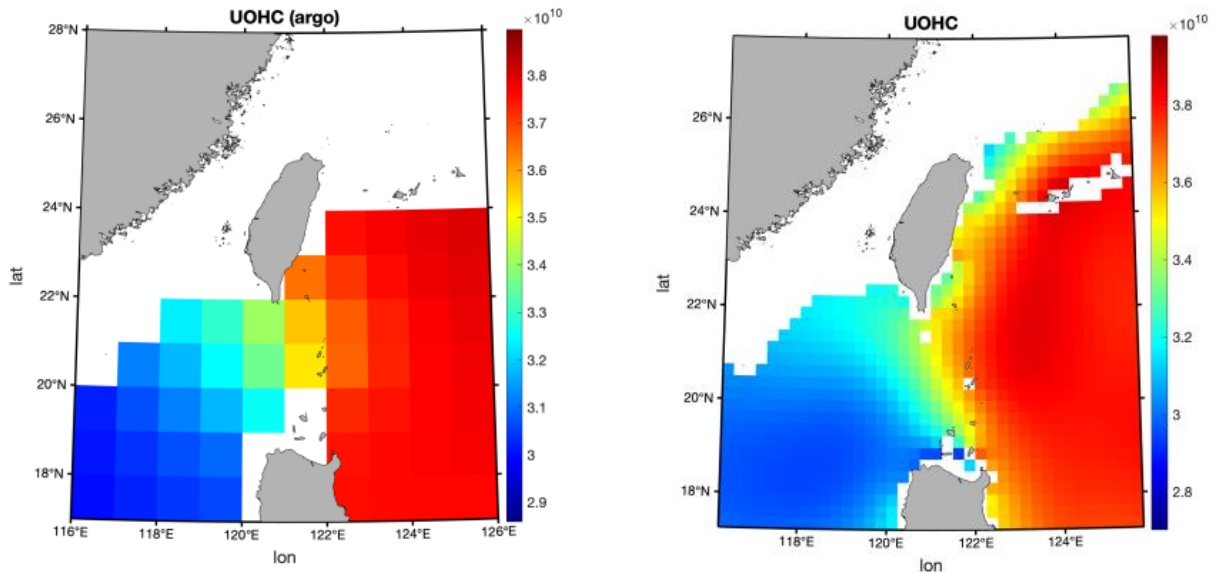


圖 9：臺灣周邊海域 Argo(左)與 WOA(右)資料所計算出的年平均 UOHC (J/m^2) 分布圖。

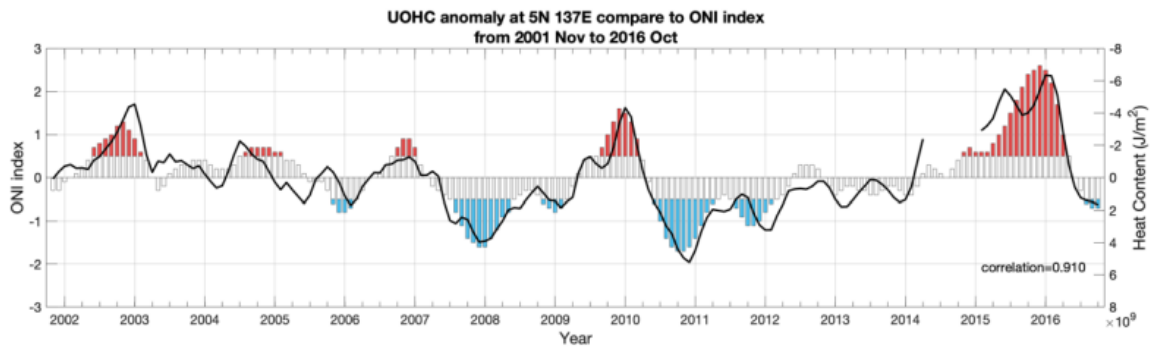


圖 10：D 站的 UOHC 距平值與 ONI 比較圖。

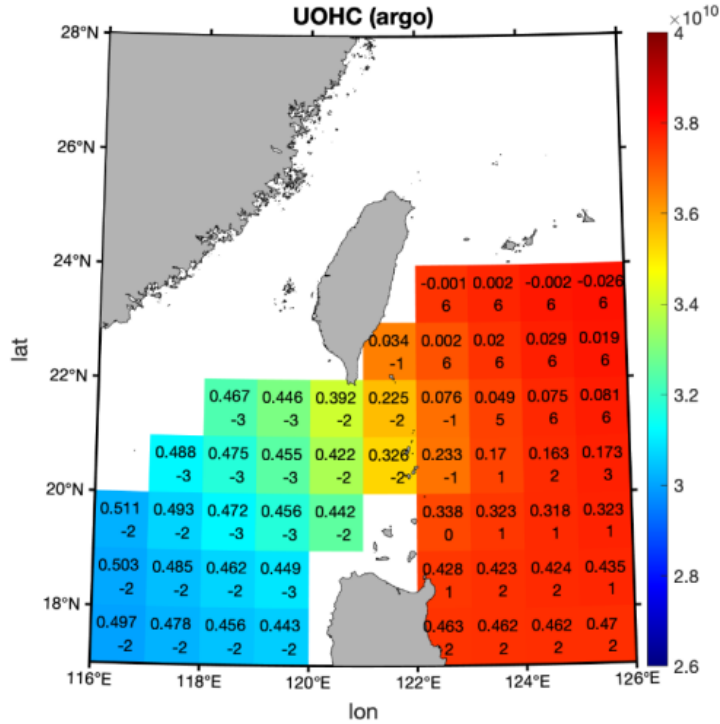


圖 11：臺灣周邊海域之 UOHC 與 ONI 之關係。底圖為臺灣周邊海域 UOHC 之年平均，上面的數值為各網格 UOHC 距平值與 ONI 之相關係數。

(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. 國立成功大學近海水文中心組成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異常海水溫災防應用技術發展團隊。
4. 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。
5. 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。
6. 美國 NOAA 所屬氣象技術研發單位組成衛星遙測技術發展跨國合作團隊、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。

(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(3/4)」教育訓練教材
2. 「108 年度海象災防環境資訊系統環境」教育訓練教與操作手冊
3. 海象災防應用技術發展(3/4)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. 「暴潮系集預報系統發展暨波浪與暴潮校驗系統建置(3/4)」教育訓練教材
6. 「提升海象預報技術」西北太平洋三維海流模式子系統教育訓練教材
7. 「提升海象預報技術」臺灣海域波潮耦合暴潮子系統教育訓練教材
8. 「提升海象預報技術」108 年度「臺灣海域波潮流耦合暴潮子系統」系統操作手冊
9. 「提升海象預報技術」108 年度「臺灣海域波潮流耦合暴潮子系統」所有程式及程序(shell)說明手冊
10. 108 年度利於強對流發展之預報因子彙整與重要因子與強對流初步相關性評估報告手冊。
11. 遙測資料防災應用系統(3/4)之教育訓練教材。

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. 暴潮系集預報系統

為提升暴潮預報能力，因應未來強烈颱風強度、路徑和相關因子之不確定因素，利用多個不同的系集成員預報，可避免仰賴單一預報資訊的高風險，藉以預測未來暴潮水位最有可能的分布情形，並彌補單一模式預報的不足。為開發依據決定性預報及過往預報路徑誤差之機率分布產生系集成員的方式，該研究項目透過歷史颱風警報單紀錄，以及颱風資料庫內相同時間區段內之颱風最佳路徑資料計算預報之颱風位置與最佳路徑資料中相對應時間的颱風所在位置之差距，並將預報路徑誤差區分為「垂直路徑預報誤差 (Cross Track Error, CTE)」及「平行預報路徑誤差 (Along Track Error, ATE)」，作為主要系集成員產生方式。

機率密度分布函數擬合颱風預報路徑誤差樣本後所得之圖形分布如圖 12 所示。其中，紅色曲線為常態分佈、桃紅色表示羅吉斯分布(Logistic Distribution)、藍色線為 T 位置尺度分布(t Location-Scale Distribution)。

從各項樣本之位置參數中可以看出，颱風預報垂直路徑誤差與平行路徑誤差皆會隨著預報時間增加而提高。各項機率密度函數曲線於垂直路徑誤差中，隨預報時間增加， μ 值皆會逐漸降低至負值，顯示過往颱風預報中，通常預報位置會坐落於觀測路徑的左側，意即過往預報所在位置通常偏左；平行路徑誤差中，隨預報時間增加， μ 值皆會逐漸增加且皆為正值，顯示過往颱風預報中，通常預報位置會坐落於觀測路徑的前方，意即過往預報颱風所在位置時通常偏快。

圖 13 為預報起始時間為 2018 年 07 月 10 日 02 時之颱風預報系集成員路徑分布。左上圖為單一系集成員，可視為依據颱風警報單過往紀錄誤差修正後所得之路徑；中上圖為 CWB WEPS 系集成員路徑；其餘皆為透過誤差機率分布曲線及颱風警報單所產出之系集成員路徑。左下排為僅考慮平行路徑誤差分歧所產出之系集成員路徑、中下圖為僅考慮垂直路徑誤差分歧所產出之系集成員路徑、最右圖為同時考慮平行路徑誤差及垂直路徑誤差分歧所產出之系集成員路徑，由上至下列依序考慮三、五、九組誤差成員，切割 T 位置尺度分布曲線下面積所得之誤差成員分布情形。誤差機率分布曲線所產出之系集成員路徑，其編號不同於 CWB WEPS 系集成員編號具有物理模式擾動參數組合意義，僅表示進行系集預報時計算各路徑成員之順序。

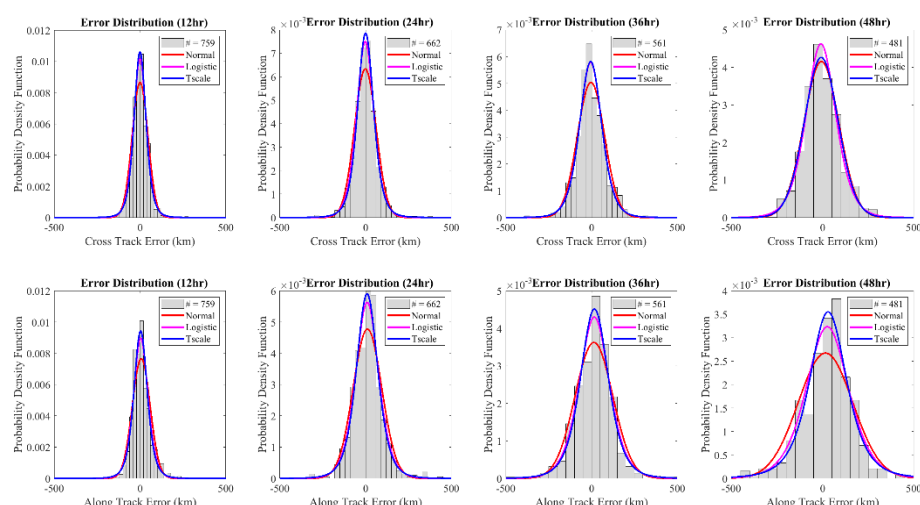


圖 12：颱風預報路徑誤差分布及機率密度函數擬合資料情形。

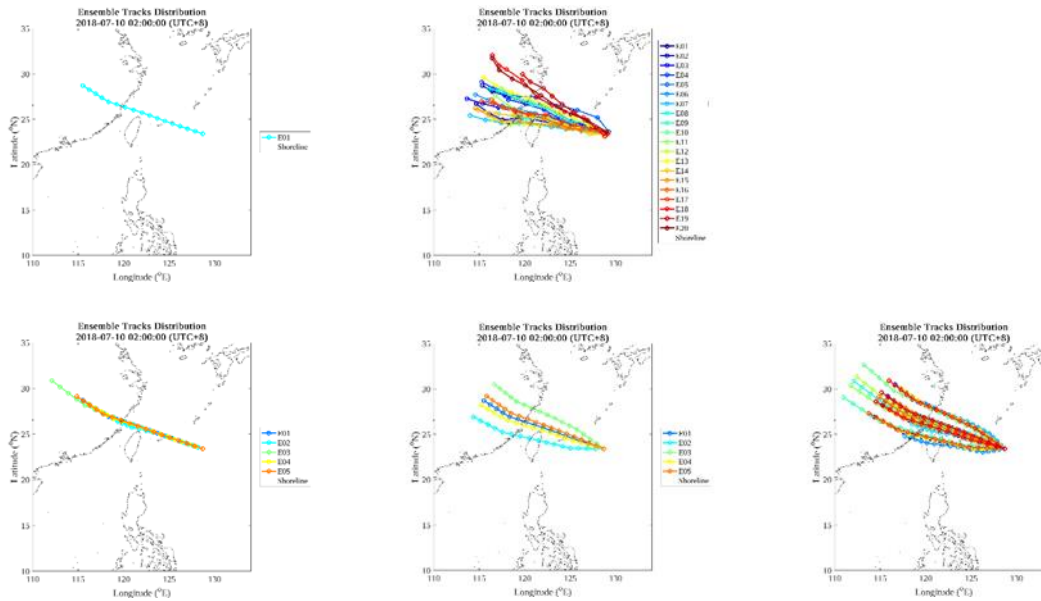


圖 13：系集成員路徑分布情形。左上為決定性預報路徑，左中為 CWB WEPS 系集成員路徑，其餘皆為透過誤差機率分布曲線及颱風警報單所產出之系集成員路徑。

2. 提升海象預報技術

三維海流預報模式作業化系統已於氣象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，但是由於使用 HYCOM 與 RTOFS 預報產品作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，同時也開發三維波流耦合暴潮模式及精進澎湖海域、東北角海域、墾丁南灣海域，除了引進暴潮模式、波浪模式與海流模式雙向耦合技術，在地化建置與測試近岸區域波潮耦合暴潮子系統，提供暴潮預報資訊，也期待逐步提高近岸解析度能夠提升作業化模式預報能力。

(二) 臺灣海象災防環境資訊平臺

船級舒適度模組作業技術發展，建置於中央氣象局官網「航行海象 SAFE SEE e 平臺」(<https://safesee.cwb.gov.tw/>)，首頁之主功能「船級舒適度」及「船級作業指標」，提供一般船隻及工作船隻的航行資訊查詢服務。此模組包含波浪機率預報產品、異常波浪潛勢、潮浪寒警示等多元海氣象相關之災防產品。提供在海上航行及作業

期間，浪況對各類船隻的影響程度，以增進航行作業安全，如圖 14 所示。

本局為了打造優質航行環境的服務，特別建置「航行海象 SAFE SEE e 平臺」整合航行需要的海氣象資訊，提供海上交通、漁撈、工作及遊憩等，選擇一條「安全回家的路」；本項創新服務新平臺業經 108 年 9 月 20 日正式上線新服務，會中由本局程家平副局長致詞及航行海象的重要性(圖 15)，及海象測報中心滕春慈主任對於整體平臺發展脈絡進行致詞(圖 16)；本項成果「乘風破浪，SAFE SEE e 增進航行安全」新聞稿如圖 17 所示。

而海岸長浪海溫模組產品是提供臺灣沿海海岸提供長浪預報警示訊息，以提高水域遊憩活動安全。當長浪超過警戒值時，以不同的指標反映安全性，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 10 個風景區來做快速引導，讓使用者可以切換到該風景區局部區域，如圖 18 所示。

至於海嘯即時分析產品利用既有的潮位站觀測資料，透過訊號分析萃取觀測訊號中海嘯波之資訊，建立估算各波次海嘯抵達時間、結束時間與海嘯波高之程序，並建構海嘯介面功能，提供即時警示與展示所用，如圖 19 所示。

此外，為了展示各項災防產品，臺灣海象災防環境資訊平臺已完成基本架構，並提供災防機關上線使用。本平臺可管控資料使用對象及展示程度，使用者登入後可使用我的最愛功能、紀錄航線和所經常使用的海域範圍區域進行快速地設定等各項災防產品。而一般民眾使用者，亦能查詢臺灣海象、西北太平洋海象、海岸潮線預報、海岸長浪海溫、分區海況、海難漂流區域海運波侯及官網版航行海象等技術介面，如圖 20 所示。

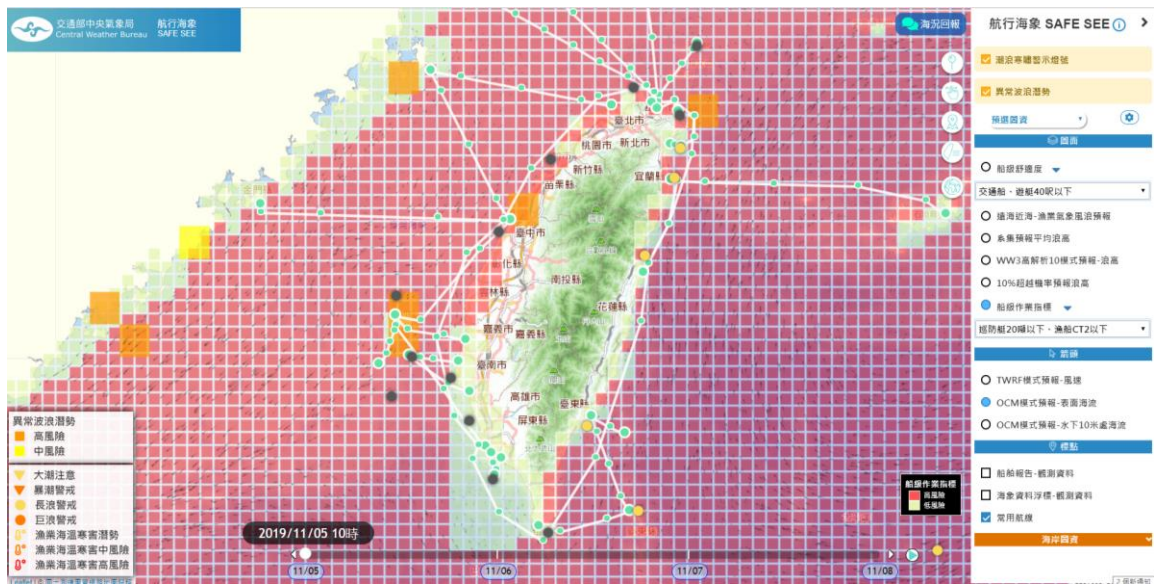


圖 14：航行海象 SAFE SEE 平臺。



圖 15：航行海象 SAFE SEE 平臺發表記者會-程家平副局長致詞。



圖 16：航行海象 SAFE SEE 平臺發表記者會-滕春慈主任致詞。



圖 17：交通部 108-09-20 交通新聞稿「乘風破浪，SAFE SEE e 增進航行安全」。

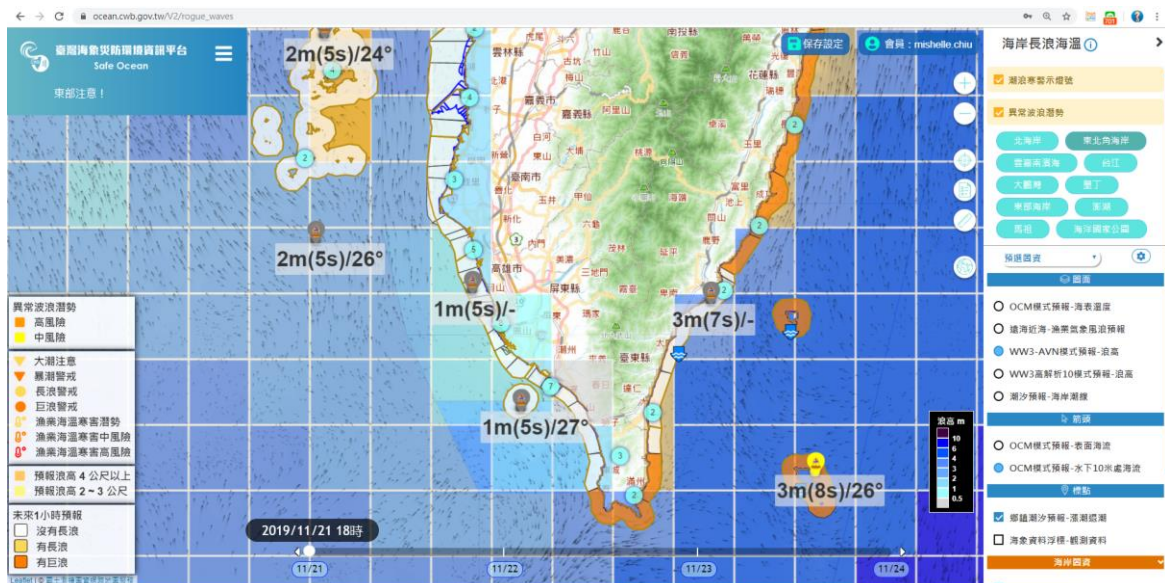


圖 18：海岸長浪海溫模組介面。

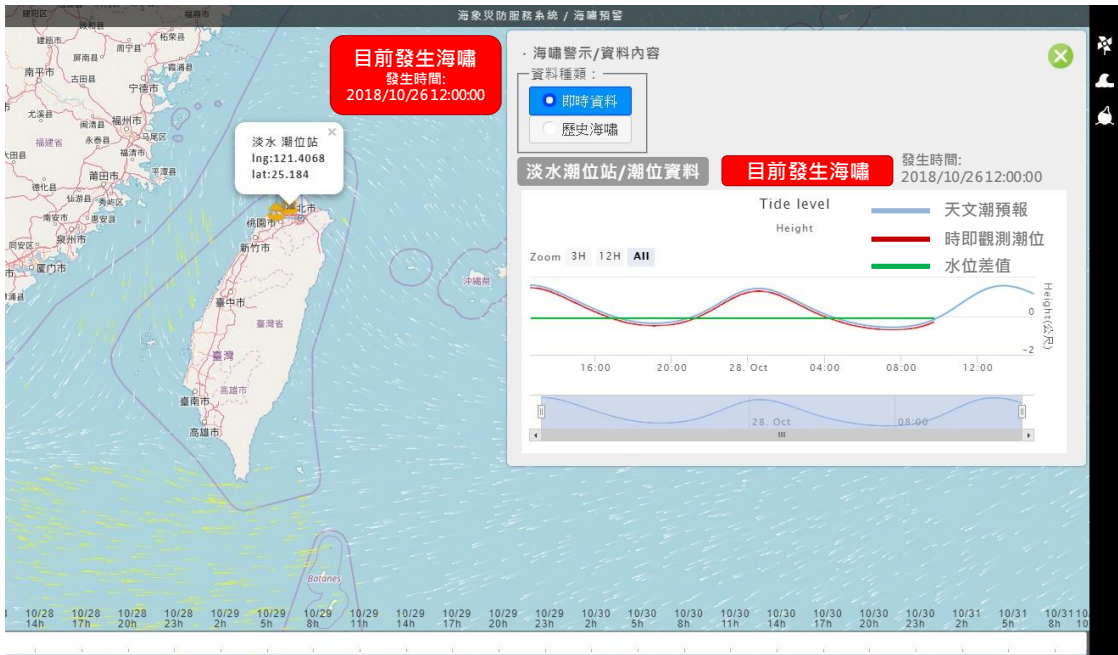


圖 19：海嘯即時分析之展示設計畫面。

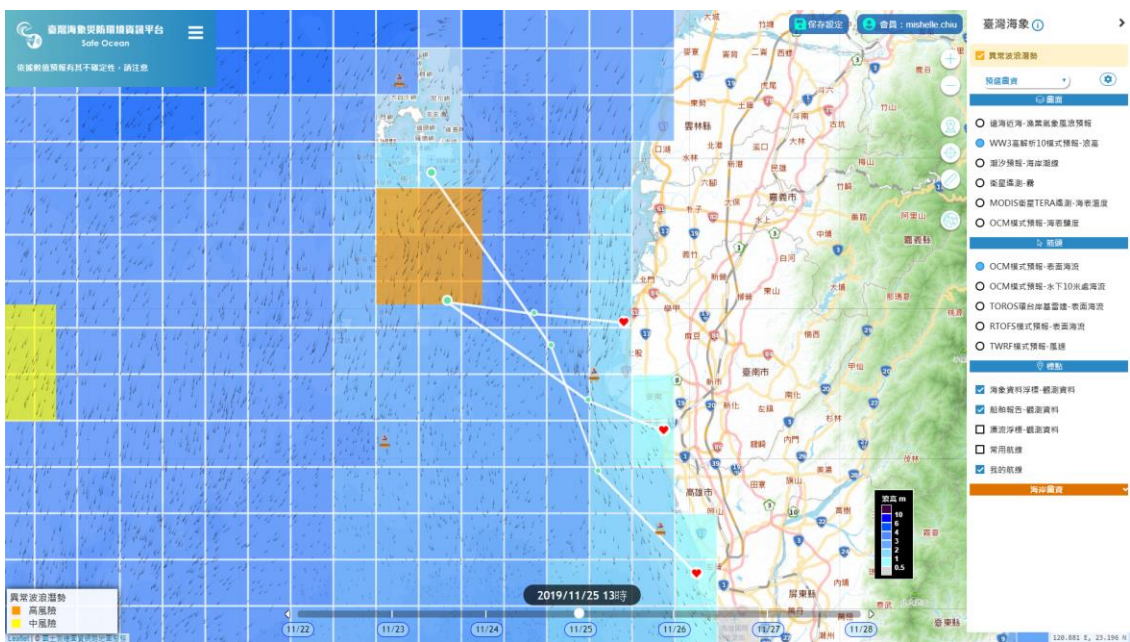


圖 20：臺灣海象災防環境資訊平台首頁。

(三) 海洋熱含量觀測系統整合測試

1. 衛星遙控功能與無線電遙控功能

衛星遙控功能，包含(1)重新啟動；(2)調整資料回傳頻率，平時為每 30 分鐘，當颱風靠近時，可調整為以 6 分鐘倍數回傳；(3)控制無線電功能開啟或關閉。而無線電遙控功能，包含(1)重新啟動；(2)調整資料回傳頻率，平時為每 30 分鐘，當颱風靠近時，可調整為以 6 分鐘倍數回傳；(3)下載資料。

本工作發展衛星遙控透過鈹衛星與國際海事衛星組織 (INMARSAT) 兩種全球衛星通信系統與浮標主機溝通，而無線電遙控功能則是使用超高頻 (UHF) 的無線電頻。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，當船隻在浮標附近，可透過無須付費的無線電操作或資料下載，而衛星遙控功能是在船隻不在浮標附近時使用，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，可先行重啟，確認系統。2019 年玲玲颱風眼靠近 NTU1 浮標，曾成功透過衛星遙控功能，調整資料回傳頻率。

2. 獨立型省電式波浪儀小型浮標測試

圖 21 為獨立型省電式波浪儀小型浮標外觀與儀器內部構造。黃色浮球是用來提供波浪儀浮力，不鏽鋼長桿則是提供重量使儀器穩定，儀器內部上方為波浪晶片，下方為電池。波浪晶片採用 SVS-603 Wave Sensor 或恩智浦半導體的六軸加速度感應元件，轉出標準的波浪資訊，包含主波周期、主波波向、示性波高、最大波高等，資料為 20 分鐘內連續採樣 2048 筆資料後進行一次統計，採樣頻率為 1.707Hz，然後休息 40 分鐘後再進行下一次的計算。

波浪儀在通過在醉月湖進行的外殼之耐壓測試、防水性能測試、重心測試後，於 2019 年 5 月在東沙環礁周邊進行實海域測試，波浪儀固定於錨碇串之上方，並預留內波來襲傾倒之長度，然強內波大於預期，故有部分資料因儀器倒入水中而不分析。圖 22 為看出示性波高與最大波高的比較，在 5 月 14 至 20 日之間示性波高與最大波高的變化範圍大約分別為 0.5~1 公尺與 0.5~2 公尺，5 月 21 日的波浪較其他時段來得大，比對當時氣象條件，剛好一鋒面通過東沙環礁東邊海域，且主波週期較其它時段還要來得大，另分析波向顯示為複雜的變化。除實海域測試外，2019 年十月將波浪浮標置於氣象局成功波浪測站旁進行測試，比對資料發現二者變化相當一致。

3. 即時影像傳輸系統防水外殼設計

此工作已完成了系統概念建置、傳輸量與耗電量評估、陸上測試。此系統的概念是使用 skywave 的衛星模組，透過 INMARSAT 衛星來傳輸資料，圖片編碼依序為 Base64、Hex 與 ASCII，最後轉回圖片，此系統透過遠端遙控，當資料出現異常，或有劇烈天氣發生時，使其回傳照片，判讀資料之正確性。而圖 23 為此系統之防水外殼的設計概念圖，右方為石英玻璃，具有優異光學性能、耐宇宙放射線、不透原子核裂變產物、耐酸、耐高溫與熱膨脹係數小等優點，其堅硬不易霧化之特性，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。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。

4. 溫溼度計防水外殼設計

過去實驗發現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，以致資料不佳，為此運用外購之晶片搭配自主設計之防水外殼開發自製溫濕度計。其外殼設計如圖 24，外殼材質選用聚氯乙稀(PVC)，將晶片放入後，使用 3M 的 AB 膠將其固定，再搭配 VAISALA 公司之鐵氟龍濾蓋。使用 PVC 外殼，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 AB 膠是因為其彈性較佳，凝固之後不會破壞電路系統。而此款 VAISALA 濾蓋，品質有一定的保證，耐酸與耐日照，且在大氣中有較低的滲透性，使氣體通過但水分子無法進入。2019 年開發之溫溼度計外殼，經過近四個月海上實測，資料品質依舊良好，且無進水的情形發生。



圖 21：獨立型省電式波浪儀小型浮標外觀與內部構造。

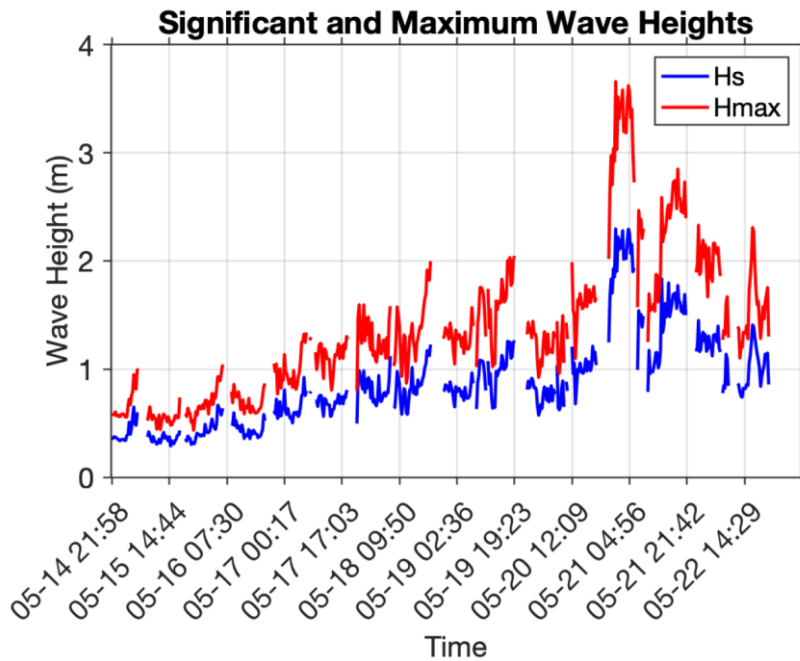


圖 22：測試期間示性波高(藍線)與最大波高(紅線)比較圖。

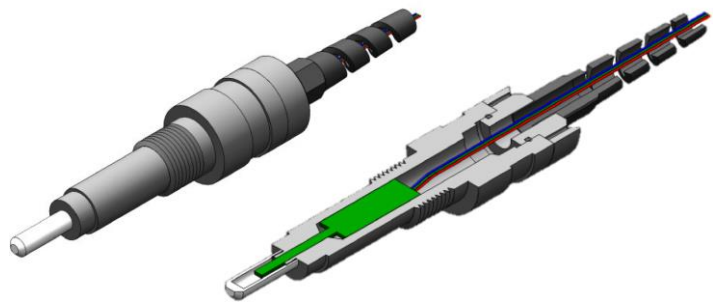
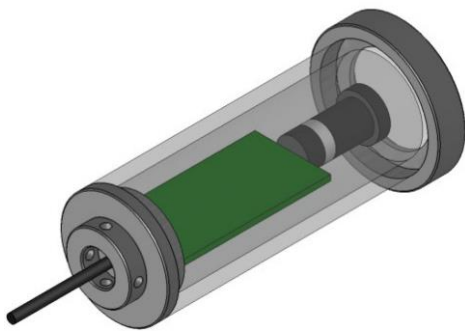


圖 23：即時影像傳輸系統

圖 24：溫溼度計防水外殼設計概念圖。

防水外殼設計概念圖。

(四) 海洋熱含量觀測系統實地作業

108 年度的實海域測試項目衛星遙控功能將會整合於臺大浮標系統上進行實海域測試。目前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，使用 40 顆一號鋰電池，即可在海上執行一年以上的觀測，無須加裝太陽能板，可大大降低風阻。而錨碇設計部分累積過去多年臺美合作計畫之經驗，外觀與儀器深度配置參考自動化溫度資料收集系統(Autonomous Temperature Line Acquisition System, ATLAS)浮標之原型，並將其改造，

使其更加堅固。在圖 25 中展示了浮標浮體部分之示意圖，由圖中可知浮標浮體部分的外觀與各探針相對位置。

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。

完整的浮標系統海上測試，由臺大海氣象即時觀測浮標團隊執行，透過海研一號第 1228 航次，於 6 月 4 日布放 NTU1(21.2°N, 123.9°E)，於 6 月 3 日布放 NTU2(21.9°N, 122.6°E)兩組浮標，氣象儀器採樣頻率設定為 3 分鐘一筆，資料紀錄於 MAU 當中。而其它探針皆有自記功能，波浪 1 小時統計出一筆資料；水下溫鹽度探針採樣頻率為 1 分鐘一筆；海流的為 10 分鐘一筆；溶氧與螢光的則是 30 分鐘一筆。CCU 每 6 分鐘會抓取水下探針與 MAU 中最近一筆紀錄之資料將其儲存備份。在平時系統會每 30 分鐘將最近一筆資料回傳至陸上工作站，而颱風靠近開啟密集觀測時，可設定以 6 分鐘為倍數的分鐘數為資料回傳頻率。

而該套系統分別於 9 月 16 日與 10 月 7 日回收 NTU1 與 NTU2 兩組浮標，108 年測試期間，共四個颱風經過浮標附近，分別是丹娜絲(Danas)、利奇馬(Lekima)、白鹿(Bailu)、玲玲(Lingling)，測試期間資料皆穩定回傳，如圖 26 為 NTU2 資料狀況。

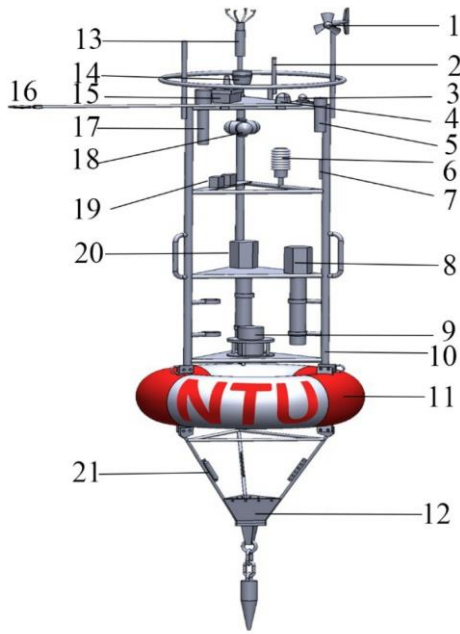


圖 25：海氣象即時傳輸浮標示意圖。1.螺旋槳式風速計、2. 無線電傳輸天線、3.短波輻射儀、4. Inmarsat 衛星傳輸天線、5.獨立鈹衛星 GPS 位置發報器、6. 溫、溼度計、7.氣壓計、8. CCU、9.波浪儀、10.上架、11.玻璃纖維浮體、12.下架、13.超音波風速計、14.航行警示燈、15.鈹衛星傳輸天線、16.淨輻射儀、17.雨量計、18.雷達反射器、19.縮時攝影機、20. MAU、21.海表溫度計。

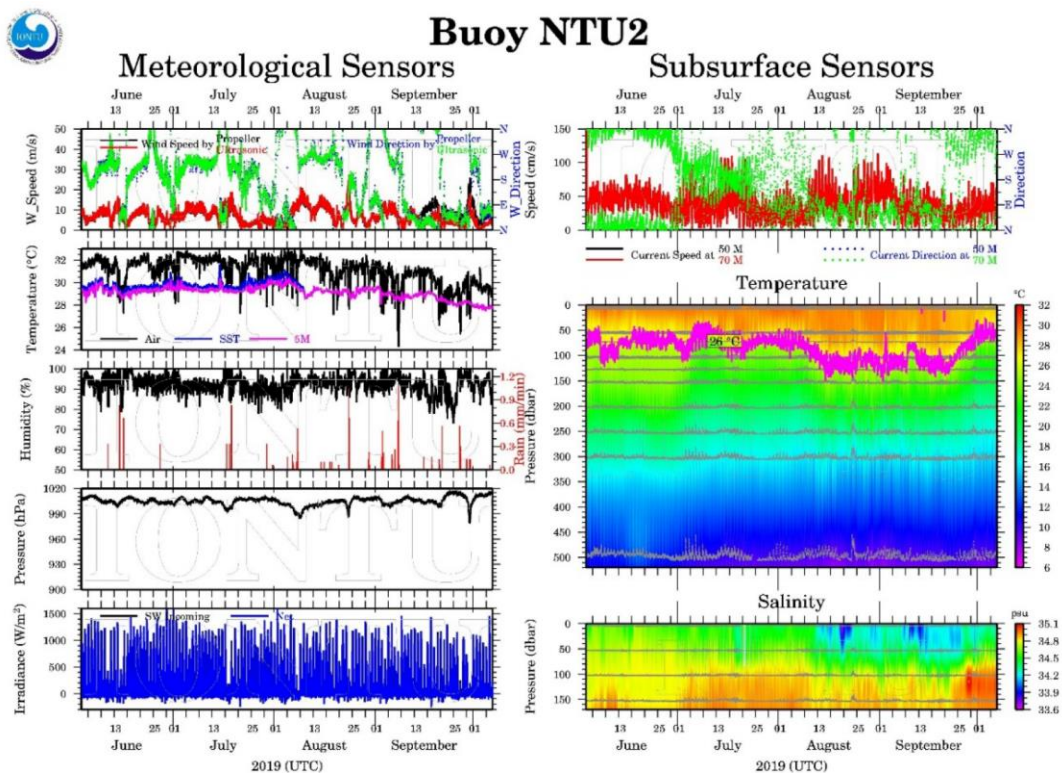


圖 26：NTU2 站實海域測試資料。

(五) OpenAPI 規格之應用程式介面發展

採取 OpenAPI 規格進行應用程式介面發展，提供開放式應用程式介面，透過 Swagger 發展工具，利用 RESTful 風格為主要基礎，訂定應用程式介面的呼叫方式、語法與介面規則，進而達到資料自動介接目標，同時遵循開放式應用程式介面規範(OpenAPI Specification，簡稱

OAS)，藉由標記的統一資源定位位址(Uniform Resource Locator URL)：提供語意式的 URL，查詢字符串僅運用於無順序的參數，並對不同資源分別建立不同 URL，提供機器可讀、格式開放、介面索引的要件。

所發展的資訊服務，提供公開可取得的應用程式介面，讓開發人員可依照特定規格，撰寫程序讀取專用的應用軟體程式。透過此應用程式介面，可加速產品的開發，讓合作單位可依據相關資訊，進行內容重整與加值，並整合與簡化所屬的資料與內容，讓防災單位進行所需的海氣象資料介接。

同時透過 HTML5 Canvas 技術，進行動態繪製點陣圖像，針對防災所需的海氣象資料，進行展示。

(六) 新式衛星與雷達衍生產品

新一代地球同步衛星具有多頻道與高、時空解析度的觀測特性，最具代表性的為 2015 年 7 月 7 日正式廣播的日本 Himawari-8 地球同步氣象衛星，Himawari-8 氣象衛星的先進輻射儀(Advanced Himawari Imager, AHI)具有 16 個頻道(3 個可見光頻道、3 個近紅外線頻道及 10 個紅外線頻道)。因此，導入新式衛星的多頻道演算技術，將可獲得更為多元之衛星應用產品，逐步拓展衛星產品應用領域。本年度所研發衛星各項衍生應用產品成果分述如下：

1. 綠色植被指數(NDVI)

標準化差異植生指數(Normalized Difference Vegetation Index, NDVI)是植被指數中最用的環境因子，利用多光譜之衛星影像用來評估地表上的植生覆蓋情形，用以計算植物生長與生產力，另外也常被用來應用在崩塌地判釋或土壤沖蝕量估算或是土地利用變化之監測，經由長時間觀測可知植被改變的狀況，但植被的改變通常會受到氣溫變化、植物型態、地表溫度及微氣候等影響；大規模的植生變化則與大氣變動是相關聯的，因此藉由 NDVI 的變化可有效掌握與瞭解植生或地貌變遷情形。

原理是植物體含有葉綠素，而葉綠素及植物的細胞對入射的太陽光都有特殊的光譜反應，其中，各顏色中波長最長的紅光介於 610-780nm，再往上到 1400nm 這個區段稱為「近紅外線(Near Infra-red)」，這段 NIR 的紅色光我們人眼雖看不見，但植物卻會反射這段光譜；再者，當葉綠素含量多的植物，它們會吸收大部份的紅、藍光，再反射綠光及更多的近紅外光 NIR，如圖 27 所示。尤其在紅色及近紅外線波段差異表現最為突出，因此分析這兩個波段的反射率常可辨別植生的種類及生長狀況，因此遙感探測數據，利用植生在不同波段

之反射率的差異，將此差異標準化，如圖 28 所示，植生(綠線)在近紅外光段反射率約 50%；而在紅光段的反射率卻只有 10%左右，利用上述之特性，NDVI 算式為： $NDVI=(NIR-RED)/(NIR+RED)$ ，其中 NIR 為光譜近紅外光段；RED 為光譜紅光段，計算的值範圍會在 -1 至 1 之間。負值一般為雲、雪、水體和其它非植被地區，正值則代表植被覆蓋的地表，且指數愈高，植被愈密集。有關標準化差異植生指數求法為運用向日葵 8 號衛星觀測數據求取 NDVI，若不需要比較或合併不同區域或採集日期的數據，則可以直接使用原始觀測數據值計算(Digital Number, DN)。而在其他情況下，則需將 DN 的相對值轉變為絕對輻射值或反射率，例如使用相應輻射計的校準關係和大氣校正的光譜輻射率。因此，衛星影像是藉由衛星酬載感測器接收太陽光通過大氣層，經地面反射，再經過大氣層透射之地表訊息成像，因此，進行此產品開發前必須經過大氣校正、幾何校正、地面高度校正等程序，此前置處理假設已在威斯康辛大學發展的 CLACR-x 軟體中去除，利用其產出的雲遮與經過大氣修正的三個可見光波段(0.46 μ m, 0.51 μ m, 0.64 μ m)與一個近紅外線波段(0.86 μ m)的反射率資料，透過上述公式，例行性產製日間(早上 6 點至下午 6 點)臺灣地區 2 公里解析度的 NDVI 產品。圖 29 是顯示 2019 年春分日(3 月 21 日)臺灣地區 NDVI 的日變化。從時序圖可看出從 08:00 到 16:00 的變化，其中早上 9 點到下午 2 點 NDVI 值變化較和緩，而早上 NDVI 值也會比下午值高。

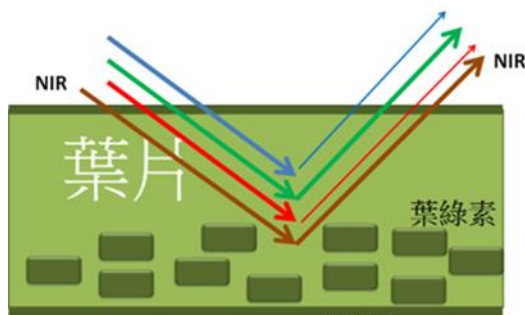


圖 27：植物體之光譜反射。

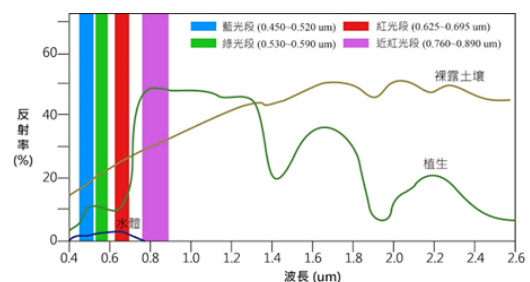


圖 28：土壤、水和植生的典型光譜反射曲線。

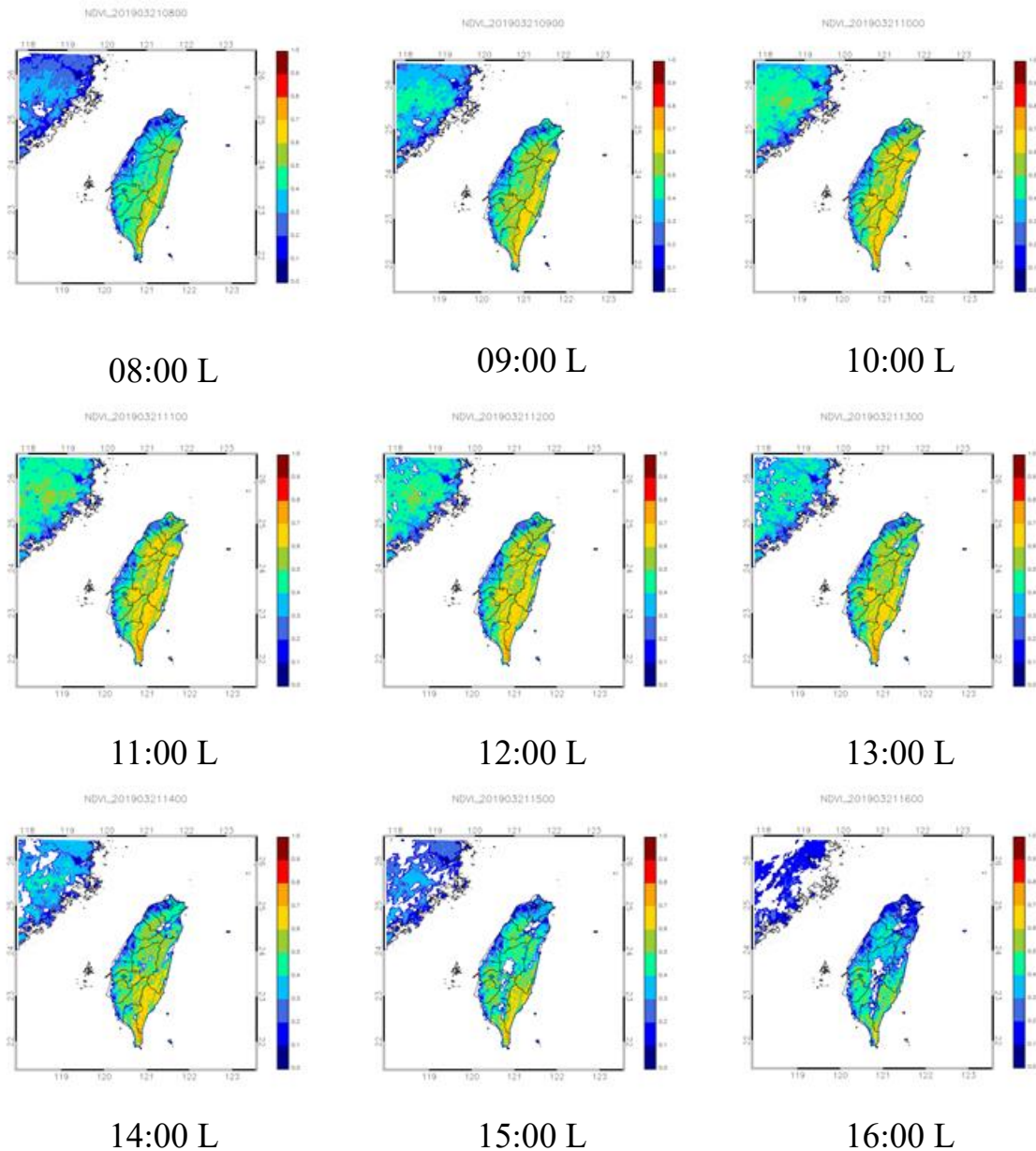


圖 29：2019 年 3 月 21 日 08 至 16 的 NDVI 變化情形。

2. 熱帶氣旋強度輔助分析系統(Advanced Dvorak Technique；ADT)

德沃夏克分析(DVORAK)是一測量颱風強度的標準方法，由於此法是由人為主觀研判，不同預報作業單位對同一颱風的判斷常有差異。為促進本局監測熱帶風暴之特性分析技術效能，本局衛星中心自 106 年起引進美國發展之「自動化進階德沃夏克颱風特性分析技術」，並於 108 年開始自動化產製颱風分析產品，其目的是提供一個客觀的颱風強度分析及中心定位指引，降低主觀判斷的差異。

本中心建置之 ADT 版本為 8.2.1 版，適用整個颱風週期，從熱帶低氣壓開始至颱風消散，其演算法流程架構如圖 30。資料輸入後，ADT 演算法會先參考最後一次之颱風強度套用不同的中心定位方法

(FCST、SPIRAL、COMBO)，根據得分選擇定位中心。由於颱風登陸時，其中心結構受到破壞，使中心位置難以預測，因此 ADT 在颱風登陸時會停止分析。確認颱風中心未登陸後，會用紅外線色調強化雲圖，根據亮溫分布的均勻性、對稱性，進行颱風形態分析(表 4)及強度計算，並整合微波頻道之亮溫資料(85-91GHz)，幫助判別冷雲覆蓋型的颱風強度。最後，將分析結果，包括颱風強度、中心氣壓、颱風型態、中心位置及定位方法等資訊輸入歷史資料中。相關產品項目計有：紅外線色調強化、微波影像、颱風路徑與颱風強度等資料(如圖 31 所示)。

為測試 ADT 軟體之性能，挑選 2018 年 7-10 月西北太平洋之 7 個颱風個案，進行 ADT 分析並與颱風最佳路徑資料比對，評估 ADT 軟體在不同階段之颱風中心定位和強度估計的表現。初步結果顯示 ADT 颱風中心定位有平均 39 公里之定位誤差，在發展期/消散期之定位誤差平均為 45 公里，在成熟期之平均定位誤差為 28 公里(表 5)，與 Wimmers and Velden(2016)評估 ADT 利用 IRW 作颱風中心定位與實際人工觀測之誤差值接近。而颱風強度分析有平均 5.3 hpa 的正偏差及 11.3 hpa 的絕對誤差，在發展期/消散期有平均 9.7 hpa 的正偏差及 12.9 hpa 的絕對誤差，而在颱風成熟期有平均 0.7 hpa 的負偏差及 9.2 hpa 的絕對誤差(表 6)。綜上所述，ADT 是一具參考性之颱風特性分析工具，能提供颱風中心位置及強度分析之客觀指引，期未來能有效輔助颱風即時作業。

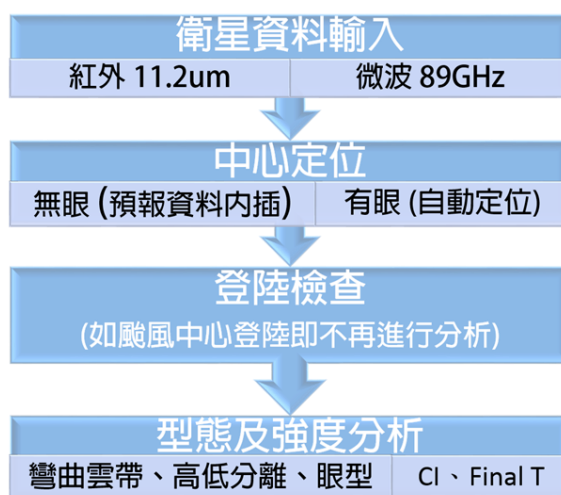


圖 30：ADT 演算法流程圖。

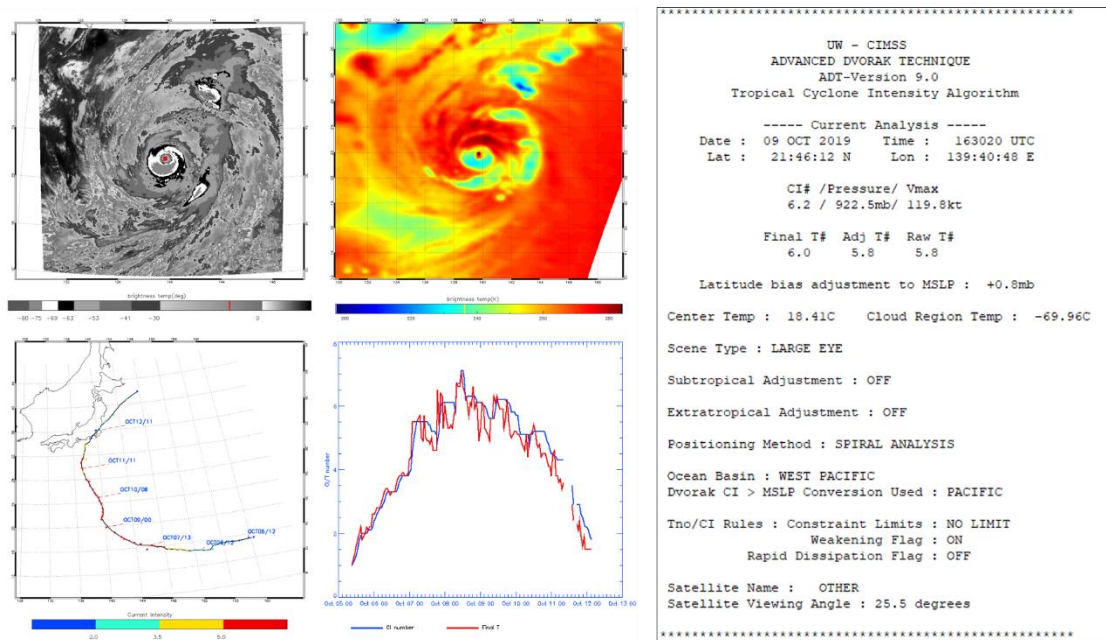


圖 31：ADT 之產品範例為 2019 年強烈颱風哈吉貝(HAGIBIS)，左上為紅外線色調強化雲圖(BD Curve)，中上為微波資料之衛星影像，左下為颱風路徑圖，中下為颱風強度圖，右圖為 ADT 之颱風即時分析文字。

表 4：ADT 各颱風型態描述。

颱風型態	ADT 代號	描述
風眼類型		
眼型	EYE	任何風眼 (清晰、參差不齊)
大眼型	EYE/L	清晰明確風眼，半徑大於 38 公里
針孔型	EYE/P	非常小的風眼/顯著的溫暖圓點
雲團類型		
中心密雲型	UNIFRM	密雲區域溫度均勻
嵌入中心型	EMBC	弧形對流雲位於中心密雲區域內
不規則中心 密雲型	IRRCDO	雲團在熱帶氣旋中心上，但覆蓋範圍出現較大的遷移
彎曲雲帶型	CURVBND	弧形對流雲圍繞旋轉中心
高低分離型	SHEAR	對流雲遠離，露出低層旋轉中心

表 5：ADT 颱風中心定位與氣象局 (cwb)及日本氣象廳(jma)最佳路徑資料之誤差值，分為：(1)總誤差；(2)依定位法；(3)依颱風型態。

unit : km	ADT		DVORAK
	cwb	jma	jma
TOTAL	39.53	39.17	22.89
FCST	41.65	43.14	28.72
SPIRAL	38.93	36.77	16.39
COMBO	21.08	8.86	12.66
CLOUD SCENE	44.59	45.76	29.59
EYE SCENE	29.94	27.18	11.60

表 6：ADT 颱風強度估計最佳路徑資料之誤差值。

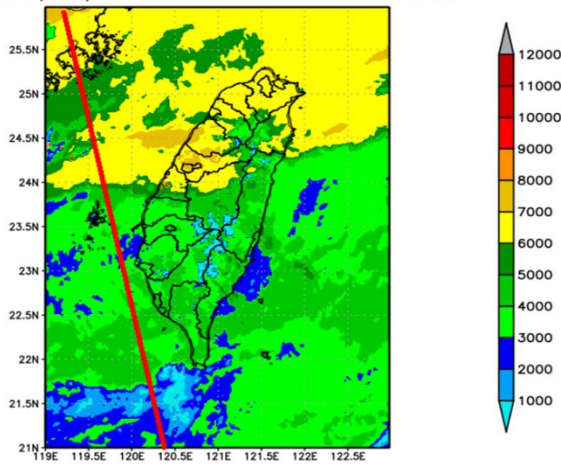
unit : hpa	CWB		JMA	
	BIAS	MAE	BIAS	MAE
TOTAL	5.35	11.31	2.75	10.07
CLOUD SCENE	9.72	12.86	6.35	10.97
EYE SCENE	-0.66	9.18	-2.19	8.83

3. 第 2 項對流起始偵測產品(對流深度)

對流深度估算主要是利用向日葵 8 號衛星所搭載之 AHI(Advance Himawari Imager)儀器來反演雲光學厚度及雲有效粒徑長度。有了這些重要參數，就可反演出雲對流深度，此項產品可應用於衛星對流起始偵測、衛星雲底高估算，以作為大雷雨預警之參考。但對流深度在反演過程中有許多的假設與估計，故其正確性仍須進一步的校驗，方可得知此產品於何種環境條件下會比較準確。CloudSat 衛星搭載雲剖面雷達(Cloud Profiling Radar, CPR)及 CALIPSO/CALIOP 衛星搭載光達，可直接觀測對流深度，皆可用於長時間校驗對流深度之可用性。圖 32 為 2017 年 11 月 24 日 05:30 UTC 時衛星反演對流深度圖，圖中紅線為 LIDAR 掃描區域。圖 33 是衛星反演與觀測資料的驗證比較。

初步校驗結果，衛星對流深度平均略高於觀測值。目前該項產品已正常產製(如圖 34)，未來將收集更多的個案進行驗證，以提可產品的可靠性。

2017/11/24 05:30UTC Cloud Thickness



對流深度驗證比較

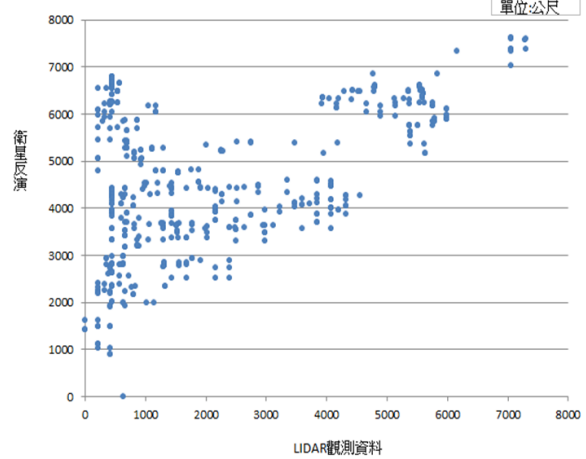


圖 32：2017 年 11 月 24 日 05:30 時 衛星反演對流深度圖。

圖 33：衛星反演對流深度與 LIDAR 觀測資料的驗證比較。

00Z09JAN2020 Cloud Thickness

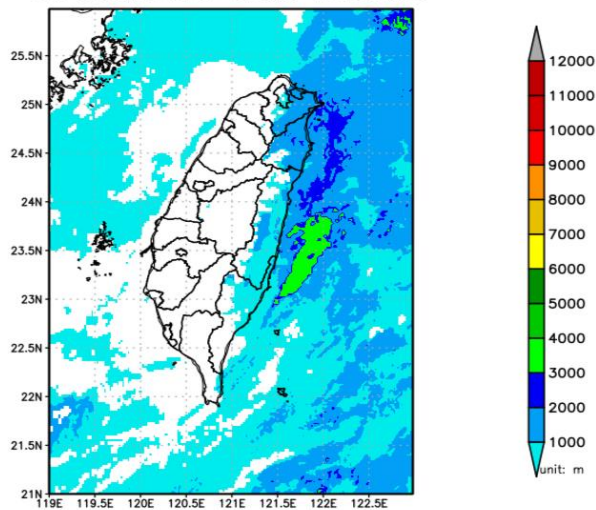


圖 34：2020 年 1 月 8 日對流深度。

4. 新增建之降雨雷達資料顯示及回波與降水產品整合

隨著未來臺灣地區都會區及低窪易淹水地區 C 波段雙偏極化防災降雨雷達的陸續建置完成，氣象雷達觀測網密度逐漸提升。為因應短延時強降雨資訊之迫切需求，中央氣象局已針對已建置之高雄林園(RCLY)與臺中南屯(RCNT)等兩座區域防災降雨雷達，新制定仰角組合方式之觀測掃描策略，除可提供每 2 分鐘解析度達 250 公尺之高時空解析度之低空域降雨資訊外，亦能在 7.5 分鐘之內提供全空域之完整體積掃描觀測資料，以同時滿足氣象與水文領域之所需。

除可增加近地面(觀測高度<1 公里)觀測之範圍(圖 35)，進而改善雷達定量降水估計(Quantitative Precipitation Estimation, QPE)品質外，更可提供臺灣地區更為密集且完整的降雨觀測資訊，提升監測劇烈天氣效能。

目前氣象局屬四座 S 波段雷達之作業皆採用降水模式之標準掃描策略，執行掃描之方式為 0.5°、1.4°、2.4°之三層較低仰角且為監測範圍較廣(460km)之監測模式，接續為 0.5°、1.4°、2.4°、3.4°、4.3°、6.0°、9.9°、14.6°、19.5°等九層仰角而監測範圍較短(230km)之都卜勒(Doppler)模式。為達到高時空解析度降雨估計資料以符合水文作業單位之需要，並兼顧氣象作業之需求，中央氣象局參考現行作業，以及日本國土交通省及美國國家氣象局所屬雷達之操作，研擬接續式的降雨雷達掃描策略，如圖 36 示意圖所示。此掃描策略約每 2 分鐘提供最低 3 層之降雨觀測資料，另增加 24.5°與 29.9°兩個觀測仰角層，約每 7.5 分鐘亦可提供低層至高層的全空域掃描資料。除此之外，空間解析度提高為 0.0025 經緯度(約 250 公尺)。因此，此掃描策略除可提供高時空解析度之低層降雨資訊外，亦能提供對流性天氣系統在垂直方向的監測完整性。目前 RCLY(高雄林園)與 RCNT(臺中南屯)雷達之高時空解析度觀測資料亦已整併至目前每 10 分鐘、解析度為 0.0125 經緯度(約 1.3 公里)之原雷達觀測網中(圖 37a)。

降水估計產品部分，則是以每 2 分鐘 1 筆的最低 3 層觀測資料，利用雙偏極化參數進行資料之品管、回波修正及降雨率的估計。其中降雨估計使用之關係式為 $R = 36.92 KDP^{0.752}$ (Wang et al. 2016)，當降雨愈大於 13 mm hr⁻¹ 時，則使用 $Z = 32.5 R^{1.65}$ (Xin et al. 1997) 來進行降雨率的計算。並依 2 分鐘一筆之降雨率資料，進行 1 小時之雷達降雨估計(圖 37b)。經由較強降雨之個案評估，顯示能反應雨量站之降雨觀測外，更可在無雨量站處藉由雷達觀測，提供更細緻的格點化降雨資訊，特別是具高解度之 RCLY 及 RCNT 雷達之 QPE 產品。

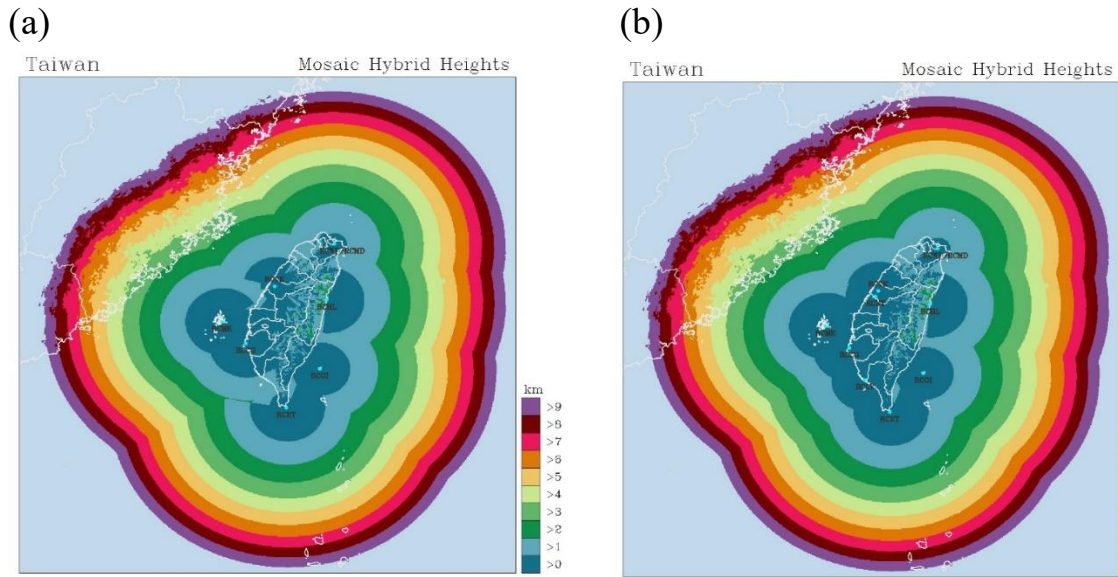


圖 35：(a)目前臺灣地區雷達整合之最低可用仰角高度；(b)整合 RCLY 與 RCNT 等兩座區域防災降雨雷達之最低可用仰角高度。

VCPs S1+S2→S3

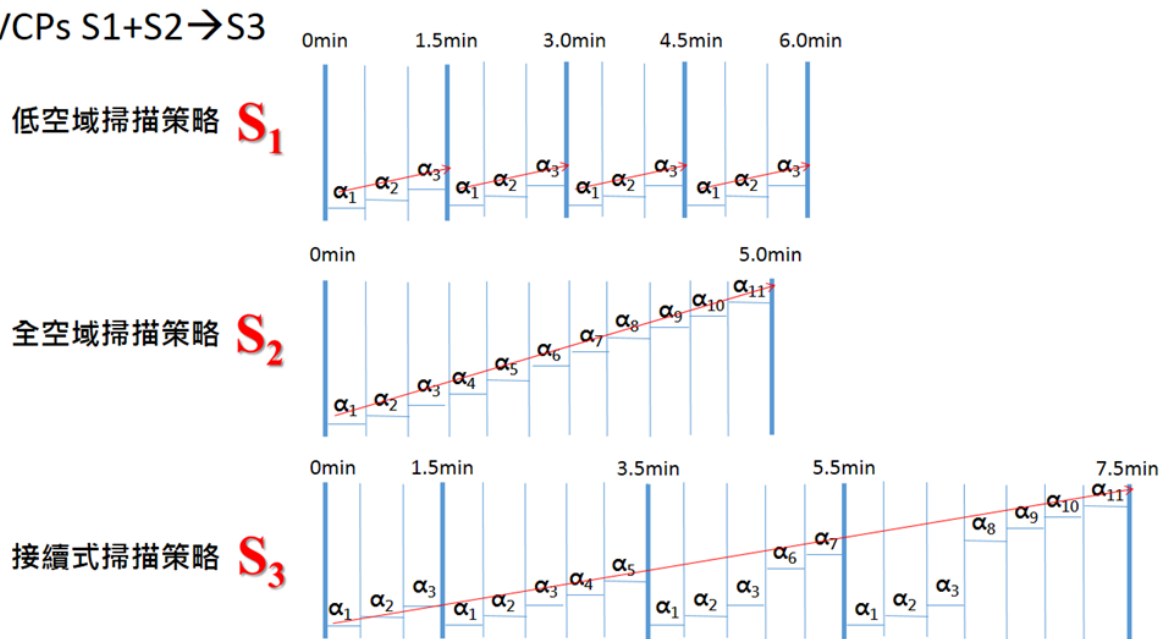


圖 36：RCLY 雷達之低空域、全空域與接續式掃描策略示意圖。

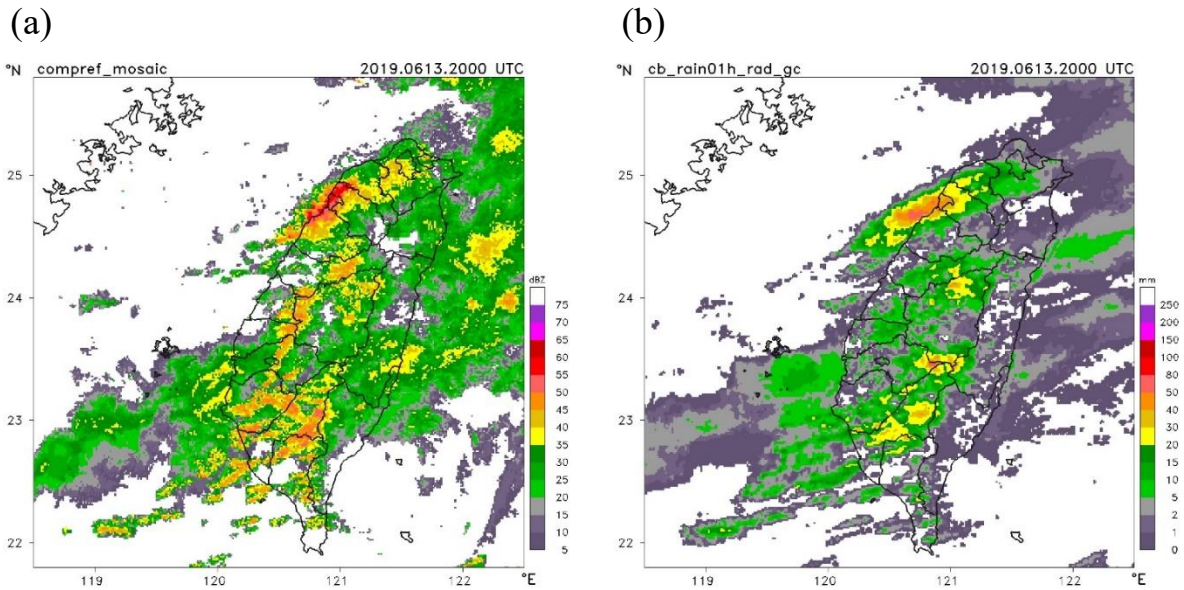


圖 37：2019 年 6 月 13 日 2000UTC 之已整合 RCLY 與 RCNT 降雨雷達之 (a)整合回波與(b)一小時降雨估計。

5. 發展預警性雷達監測產品

近年來，不只臺灣地區，甚至是全球各地，短延時、強降雨的發生頻率逐漸升高(Westra et al., 2013; Westra et al., 2014)，破紀錄降雨與劇烈降雨致災頻傳(吳等，2016)，這些災害主要發生原因，多是因「連續降雨過多」或「短延時雨量過強」，超過當地防洪設計或土地承受能力所致(龔等，2015)，使得防災工作面臨極大的挑戰。唯有強化降雨的監測，並利用相關研究成果且同時發展氣象資訊應用技術，逐一開發結合氣象與雷達產品，期使雷達資料可發揮提供診斷分析的最大效益，提高雷達在劇烈天氣監測的最大效用，進一步提升災害預警的能力。臺灣地區因強降雨而導致的災害天氣主要包括颱風、梅雨季中尺度對流系統以及夏季午後對流等，這些天氣現象經常伴隨短延時劇烈降雨的發生，是故加強雷達定量降雨預報(Quantitative Precipitation Forecast, QPF)於監測與預警產品之應用，以期達到提早防範以減少因短延時、強降水之天氣系統所導致之相關災害。

預警性雷達監測產品，主要結合劇烈天氣監測系統(Quantitative Precipitation Estimation and Segregation Using Multiple Sensor, QPESUMS)之客觀分析時雨量與 1 小時雷達 QPF 產品，提供全臺 368 鄉鎮區域之未來 1 小時鄉鎮預報產品，如圖 38 所示。圖 38(d)為 2019 年 1 月 20 日 0410UTC 之豪雨鄉鎮預報產品，顯示於未來 0410–0510UTC 一小時內，降雨可能達到豪雨(>100mm/3hrs)程度之鄉鎮區

域(暗紅色，>100mm)。此產品結合 0410UTC 之前 2 小時(0210–0310UTC 與 0310–0410UTC)之觀測時雨量(圖 38a 與 38b)與未來 1 小時之雷達 QPF(圖 38c)，再轉換至鄉鎮區域雨量而得(圖 38d)，可輕易得知未來可能發生豪雨之鄉鎮區域。此產品可進一步應用於淹水潛勢預估及土壤可容的含水量預測，提供水利署、水保局、消防署、中央災害應變中心、國家災害防救科技中心及各縣市政府等防洪及救災業務相關單位，作為土石流、洪水預警及防救災決策等實際防災作業中，降低其所伴隨之極短時劇烈降水可能帶來的災害。

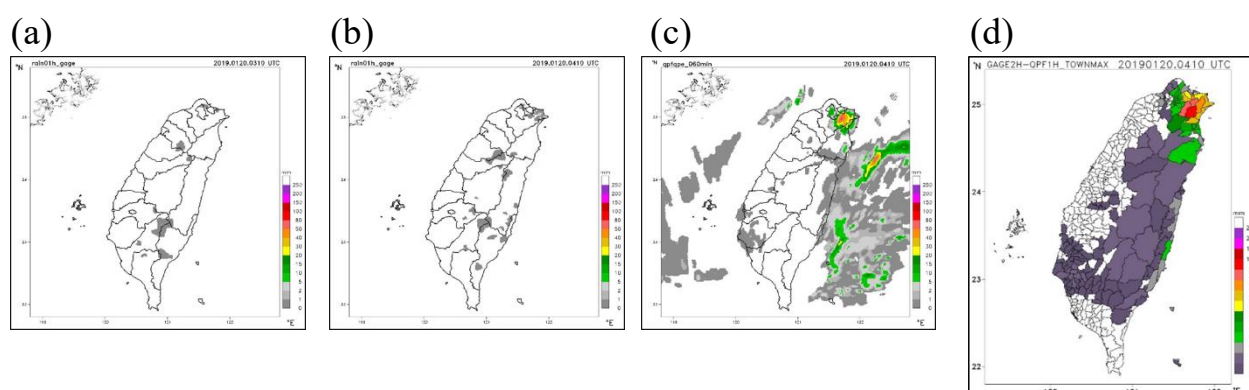


圖 38:2019 年 1 月 20 日之(a)0210–0310UTC 之客觀分析網格時雨量；(b)0310–0410UTC 之客觀分析網格時雨量；(c)雷達 1 小時 QPF；(d)0410UTC 之鄉鎮預報雨量，若鄉鎮區域雨量為暗紅色(>100mm)，表示達豪雨標準(>100mm/3hrs)。

(七) 綜合天氣型態(mixed regime)系統 0-1 小時對流起始可能性預報及即時預報產品網頁強化

近幾年來極端降雨事件發生的頻率提高、降雨延時縮短且強度加劇，這種強對流性天氣系統具有隨著時空尺度變化迅速之特性，可能在短時間內生成、發展然後產生降雨等。目前氣象局具有數種客觀預報指引用以輔助即時預報作業，其中發展綜合天氣型態對流系統預報技術，做為即時預報系統至為重要。

因此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)，ANC除了提供了對流系統起始、成長及消散預報訊息，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對流系統預報。目前 ANC 模式資料採用 RWRf 數值模式(解析度 2 公里，每小時更新一次)資料、同步衛星資料與觀測資料，進行綜合天氣型態(mixed regime)0-1 小時對流生成之可能性(likelihood)及時預報作業。透過人為

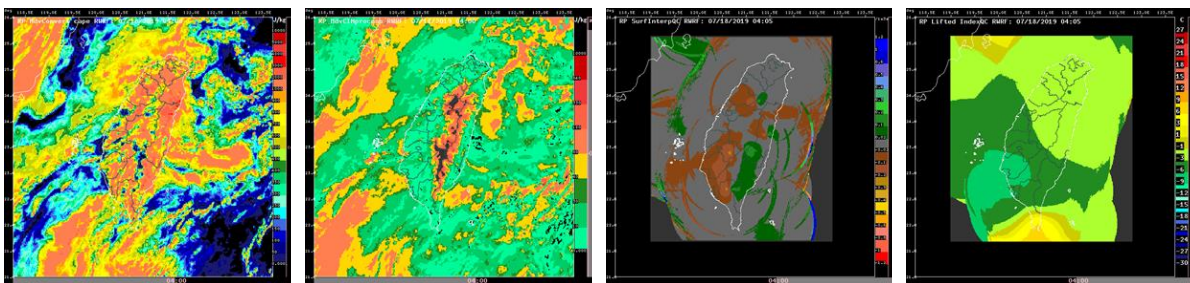
經驗之條件和模糊邏輯(fuzzy logic)等運算技術，可快速提供 60 分鐘對流系統生成與發展可能性(likelihood)之即時預報產品，此作法乃將導致對流系統發生之預報因子(predictor)其對於事件發生的變化情況，以隸屬函數(membership function)來描述，隸屬函數可以是人為主觀決定的，也可以是利用統計方式決定，在求得隸屬函數之後，每個資料點都可以得到相對應的隸屬度，然後再給定每個預報因子的權重值，將每個預報因子的隸屬度乘以權重，最後相加得到的預報結果，即為對流生成的可能性。

ANC 共有 11 項預報因子(圖 39，其中預報因子 9 與 10 相同)共同產製成對流生成之可能性預報，其中 6 項來自數值模式資料，3 項來自衛星資料，另 2 項來自數值模式資料與觀測資料結合而成。關於數值模式資料部分，採用 RWRF (解析度 2 公里，每小時更新一次)資料；衛星資料部分，導入日本向日葵 8 號(解析度 1~2 公里，每 10 分鐘更新一次)資料；觀測資料部分，包括地面觀測資料(人工觀測站與自動觀測站，每 10 分鐘更新一次)、高空觀測資料與雷達觀測資料等。

本年度已將 mixed regime 產品作業化，即可以自動化每 10 分鐘產製 0-1 小時對流系統生成與發展可能性(likelihood)之即時預報產品與校驗對比圖(如圖 40)。

在強化即時預報產品網頁方面，本年度新增可能性預報趨勢及 2019 年 TANC 實驗等產品顯示(如圖 41 左邊紅色框列部分)。

在網頁管理部分，特針對不同使用者需求，進行權限設定之分類，與天氣現象分類之日期標示及顯示等功能進行強化。上述功能有助於網頁產品呈現及操作便利性，可提供技術發展人員更便利的診斷工具，與提供即時預報及校驗產品予預報作業參考。而這些被標註天氣現象的資料，也會自動進行備份，以利未來作為歷史個案分析之用。

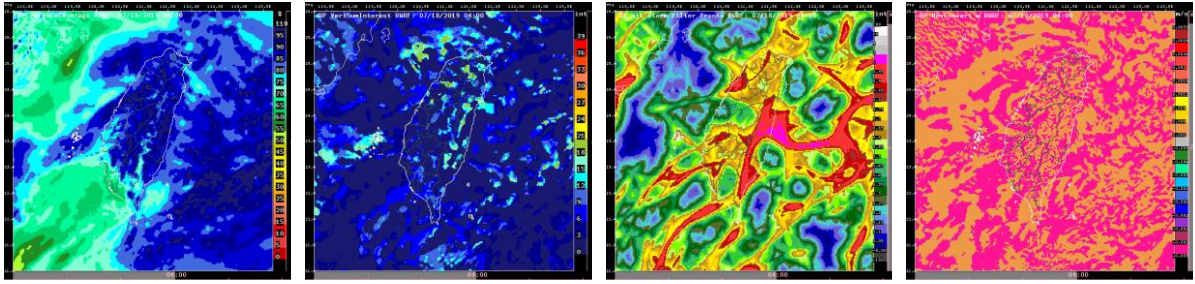


預報因子 1: CAPE

預報因子 2: CIN

預報因子 3: 地面輻合

預報因子 4: LI

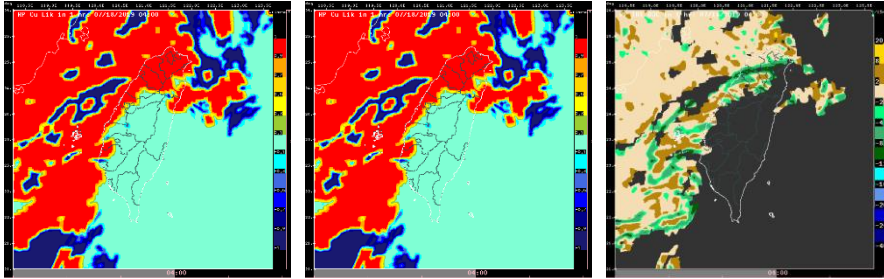


預報因子 5:RH

預報因子 6:VERTICAL

預報因子 7:FRONTS

預報因子 8:W



預報因子 9: CLOUD

預報因子 10: CLOUD

預報因子 11:IR_ROC

圖 39: 2019 年 7 月 18 日 ANC mixed regime 預報因子。

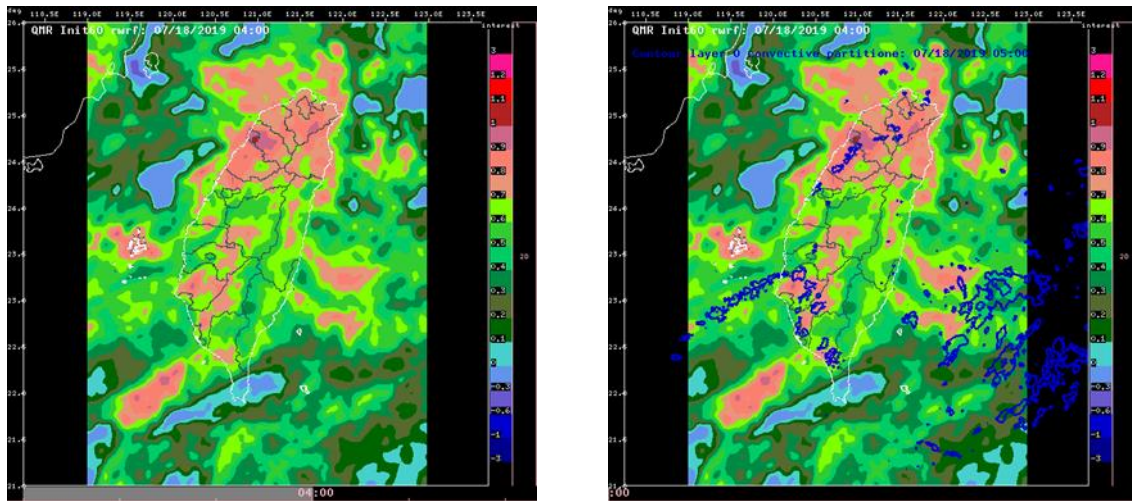


圖 40: (左)2019 年 7 月 18 日 0-1 小時對流生成之可能性(likelihood)預報圖
(右)likelihood 疊加 1 小時後雷達回波 30dbz(藍色輪廓線)對比圖。

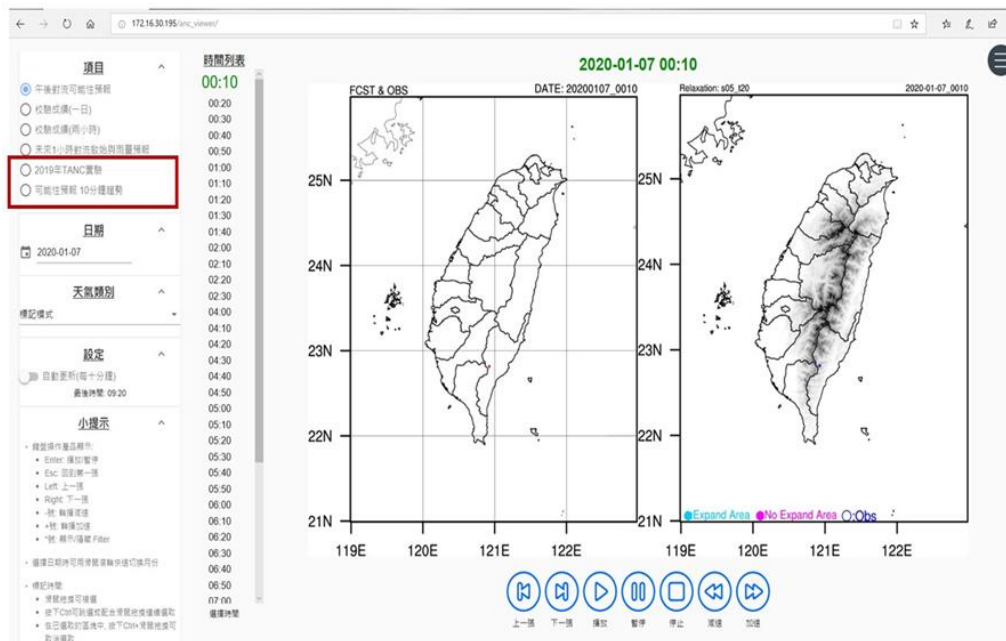


圖 41：即時預報產品網頁。

(八) 強化氣象局衛星產品展示平臺

目前展示平臺採用最新資料儲存技術，可擴充大量資料儲存系統的最大儲存空間至 50PB（現有容量約 5PB），並強化資料存取效能與因應新世代衛星所劇加之高時間與高空間影像及數據資料儲存所需。本年度完成建置平臺主機與磁碟陣列的備援系統，維持展示平臺的穩定性與資料安全性，以提供 24 小時不間斷的服務。另，衛星產品整合顯示系統方面，也完成產品顯示網頁及系統管理介面等部分的強化，成果摘要如下：

1. 衛星產品資料庫

(1) 顯示畫面升級

調整產品選單(圖 42)與圖片擺放位置，時間操作選單調整為滑鼠觸發移動式選單。

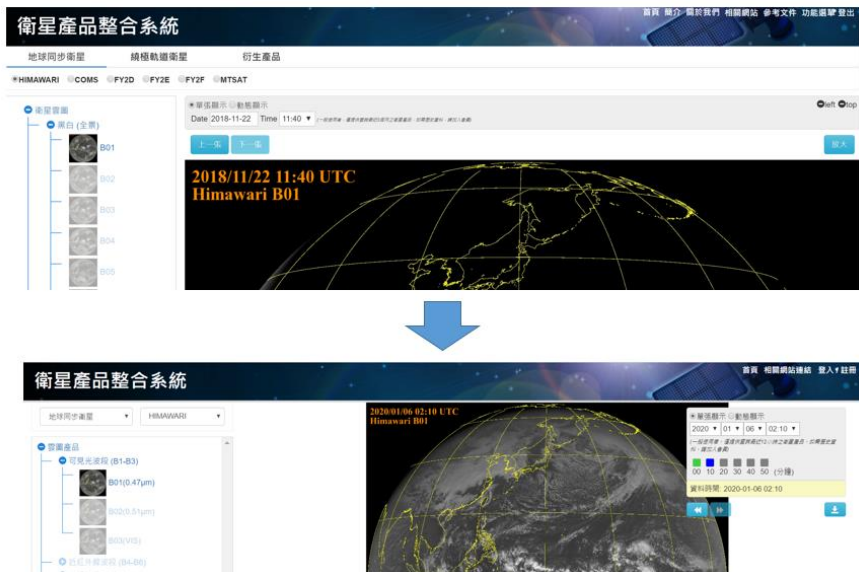


圖 42：調整產品顯示畫面及時間操作選單。

(2) 動態圖片顯示功能強化

時間操作選單中加入時間間距開關按鈕。按鈕數值會依據該產品之產品時間間隔顯示(圖 43)。灰色代表產品不存在；藍色代表目前顯示產品的產品時間；綠色代表該類型之衛星產品存在資料庫之產品時間；紅色代表不顯示之時間間隔。於動態圖檔操作時，可以透過滑鼠點選進行開啟(綠色)或關閉(紅色)操作，若按鈕顏色紅色，動態圖片撥放時不顯示該時間間隔的图片。

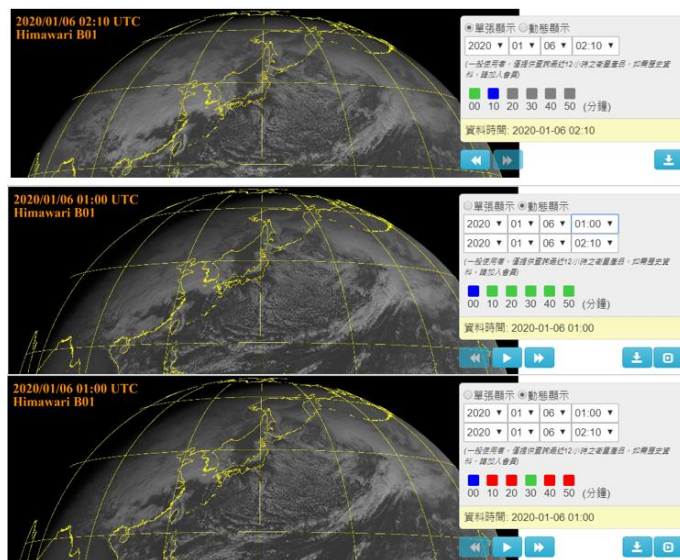


圖 43：強化動態圖片顯示功能。

(3) 一般使用者查詢提供 zoom-in/zoom-out 功能

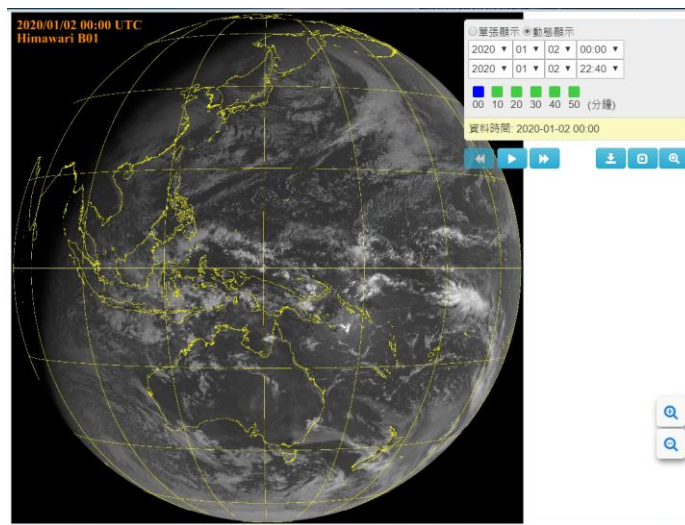


圖 44：一般使用者查詢加入放大/縮小功能。

(4) 新增衛星雲圖精選查詢功能

首頁中加入衛星雲圖精選查詢功能(圖 45)，首頁將顯示最新一筆衛星雲圖精選產品，可透過點選更多衛星雲圖精選按鈕查詢歷史資料。衛星雲圖精選歷史資料以年曆的方式呈現，內容包含真實色影像、日夜光頻道及同步氣象衛星雲圖 3 種分類，使用者可透使用滑鼠點選進行分類篩選。點選產品後，將依照產品內容作不同方式的呈現。



圖 45：加入衛星雲圖精選查詢功能。

(5) 會員放大功能強化

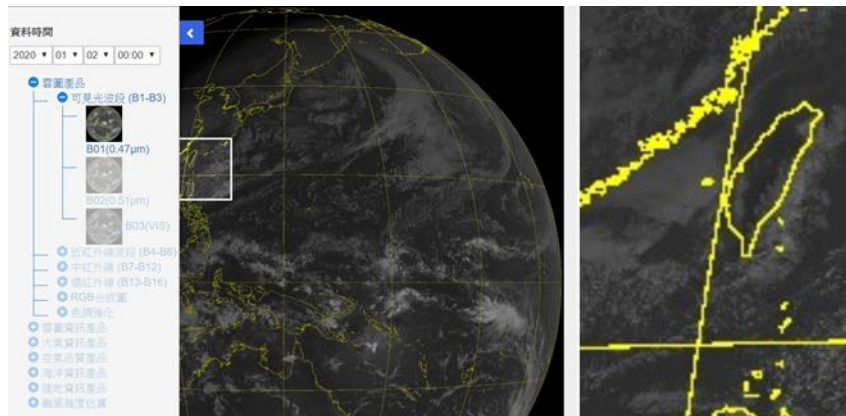


圖 46：強化會員使用者放大功能。

(6) 上架產品

上架颱風強度估算產品(如圖 47)，加入 6 種產品供使用者查詢，內容包含即時動態、ADT 分析列表、颱風路徑圖、颱風強度估計圖、紅外線衛星雲圖及微波衛星雲圖。

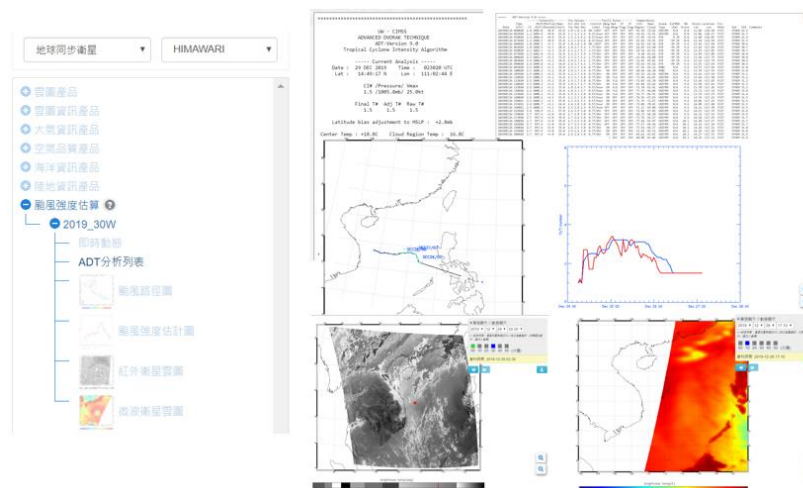


圖 47：上架颱風強度估計產品。

2. 管理介面強化

(1) 設定衛星產品說明文件

管理介面之產品變數頁籤，新增編輯產品說明文件欄位，可於後台上傳後，於管理介面進行設定(如圖 48)。

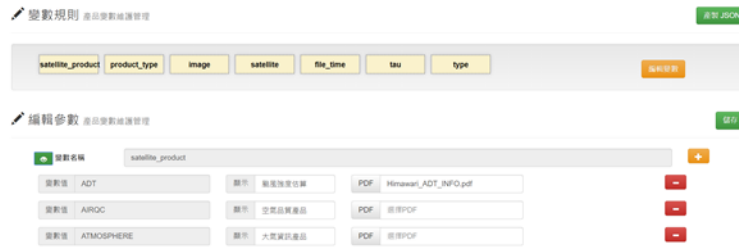


圖 48：管理介面新增編輯產品說明文件。

(2) 調整圖片顯示比例

於管理介面之產品選單設定頁籤中，加入調整圖片顯示比例選單，以勾選的方式進行操作(如圖 49)。



圖 49：管理介面新增調整圖片顯示比例選單。

(3) 設定網頁是否顯示小圖文字功能

於管理介面之產品選單設定頁籤中，加入是否顯示圖片文字選單，以勾選的方式進行操作(如圖 50)。



圖 50：管理介面新增是否顯示圖片選單。

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，以期在本局進行作業化之預報，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，因此業者需時時關切海/氣

象預報，根據水產試驗研究所 2012 年報告指出，最為國人所熟知的海溫寒潮災害應是發生於 2008 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 1500 公噸，損失金額將近兩億，若加上天然漁業資源損失，總估約 3000 公噸，該年的第一季漁獲也因此較往年降低了 50-80%。目前臺灣的養殖產業約佔全國漁業產值的 36%，對經濟產值佔一定比重，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。同時，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暨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與防災能力，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) 新式衛星與雷達衍生產品

新增衛星對流深度、綠色植被指標、熱帶氣旋強度輔助分析與預警性雷達監測等遙測應用產品，增加大氣、海洋、陸地狀態變化監測資訊，提供預報、交通、航運與政府各級單位對於霧、豪大雨系統之災防預警資訊，可增進防災、緊急救援之前置作業時間。本年度並新增高雄林園防災降雨雷達即時觀測產品，提供每 2 分鐘一筆之定量降水估計，並運用雙偏極化雷達之多重觀測變數資訊以及雨滴譜儀資料，發展雷達定量降雨估計技術。藉由雷達資料之擴增及定量降雨估計品質的提升，將可強化本局對劇烈天氣之監測能力，亦可提供參考性更高之降雨資訊予政府防災單位進行災害預警決策之應用。

(三) 建置衛星產品展示平臺

藉由建立衛星產品整合服務應用平臺，可有效彙整本局所產製各項之大氣、海洋與陸地環境監測產品，創造符合社會大眾與產、官、學所需的衛星產品資訊服務，增進並擴大衛星產品的應用價值與效益。

提供衛星數據大量資料儲存系統資源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），促進資源及設備共享效益。

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，包含(1)潮位測站之暴潮水位及天文大潮警戒值機率圖、(2)造成潮位測站預報總水位最大值及上四分位之系集成員路徑分布、(3)10%超越機率臺灣海域暴潮水位二維分布圖及(4)臺灣海域暴潮水位達成高度機率二維分布圖等，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。

3. 提升海象預報技術

三維海流預報模式作業化系統目前以提供多方研究單位預報及分析資料，未來將進行(1)更新 SCHISM 版本及網格優化與測試、(2)增加近岸海域高解析度網格，並進行臺灣海域波浪模式及波浪耦合暴潮模式之更新模式版本、網格優化與測試並上廠作業化測試，以提供更多應用及研究單位參考使用，並進行後續研究發展。新增資料同化耦合海流模式之臺灣案例。

(二) 西北太平洋海象資料庫

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，108年發展西北太平洋資料庫7個國際資料來源，16種物理量調查，及6種海象資料即時品管技術，累計40項海域地理資訊圖資；而在災防應用上，透過資料庫海象資料，加值產製臺灣海域之船級舒適度、海岸潮線預報、颱風波浪統計預報、漁業海溫預警、海洋溢油漂流預報、海難漂流預報、海嘯監測分析、海運區域波候、海洋熱含量變異等9項資訊產品，提供相關機關應用。

(三) 異常海水溫與海難漂流預報技術

嚴重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和防災應變需求一直為本局致力的目標，本計畫執行之異常海水溫預警、海上漂流物軌跡預測為與海象相關之重要災防預警機制，海洋熱含量與颱風強度、氣候變遷更是息息相關，本局將應用本計畫所研發之技術完成建置臺灣海域環境災防預警作業，預計於 109 年開始上線服務，透過科研成果其產製的預報產品，以提供民間業者及政府機關作為災害防救之參考依據。

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

108 年新增國際合作項目分述如下：

在暴潮系集預報技術發展方面，已於 108 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）進行合作洽談，將技術轉移以 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，以提供研究學者及機構合作夥伴用於海嘯的研究和預報作業。透過合作，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，增加氣象局與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。

在三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，提升三維海流預報模式之能力。

(二) 人才培育

本計畫中亦由委外案件與學界、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 2 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. 國立中山大學三維海流預報模式作業化系統團隊有博士生 3 名、碩士生 5 名參與本計畫，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. 與美國國家大氣科學研究中心(NCAR)單位合作，發展雷達反演風同化技術，增加雷達資料在風場反演應用之廣度與深度，強化極短期定量降水估計技術之合理性。
5. 與美國國家海洋暨大氣總署所屬之國家劇烈風暴實驗室(NOAA/NSSL)合作發展，最新雙偏極化雷達定量降雨估計方法，並評估在臺灣雷達網應用之可行，透由合作過程培訓本局自主雷達資料處理及產品研發人才。
6. 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。
7. 氣象局雷達產品開發有在職進修博士生 2 名參與計畫執行，培育氣象局自主雷達資料處理及產品研發人才。

(三) 推廣輔導

● 臺灣海象災防環境資訊平臺應用講習會

為了落實推廣海象資訊平臺，本局於 108 年 11 月 18 日下午 14 時舉行「臺灣海象災防環境資訊平臺應用講習會」，說明本局所發展海象資訊服務系統的整體規劃及現階段可以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；當天參與單位包含：內政部營建署、交通部運輸研究所、交通部觀光局、行政院農業委員會水產試驗所、海洋委員會海洋保育署、海洋委員會海巡署、內政部墾丁國家公園管理處、內政部海洋國家公園管理處、經濟部水利署水利規劃試驗所、交通部觀光局北海岸及觀音山國家風景區管理處、交通部航港局北部航務中心、交通部航港局南部航務中心、交通部航港局東部航務中心、海洋委員會海巡署北部分署、海洋委員會海巡署南部分署、海洋委員會海巡署艦隊分署、海軍司令部海軍大氣海洋局、國立臺灣

大學海洋研究所、國立成功大學防災研究中心、臺灣港務股份有限公司基隆港務分公司、臺灣港務股份有限公司臺中港務分公司、臺灣港務股份有限公司花蓮港務分公司、臺灣港務港勤股份有限公司、臺灣中油股份有限公司煉製事業部桃園煉油廠、臺灣電力股份有限公司、臺灣電力股份有限公司綜合研究所、臺灣電力股份有限公司海域風電施工處、臺灣電力股份有限公司林口發電廠、臺灣電力股份有限公司興達發電廠、中國鋼鐵股份有限公司風電事業發展委員會、臺中港引水人辦事處、基隆區漁會漁業專用電台、蘇澳區漁會漁業通訊電台、金門區漁會漁業通訊電臺、中華民國帆船協會、水上玩家行龍洞灣潛水服務區、新華航業股份有限公司、長榮海運股份有限公司、陽明海運股份有限公司、臺灣富士通股份有限公司、中華水下文化資產學會、達德能源股份有限公司、哥本哈根風能開發股份有限公司、沃旭能源股份有限公司、玉山能源股份有限公司、安能亞太有限公司、台船環海風電工程股份有限公司、自強工程顧問有限公司、中興工程顧問股份有限公司、臺灣世曦工程顧問公司、海洋國家公園管理處、交通部運研所港研中心、彭佳嶼氣象站、慧技公司、資拓宏宇國際股份有限公司、財團法人成大研究發展基金會、交通部中央氣象局等，合計共 58 個產官學單位，逾 80 位參與，會中針對不同使用者設計出好幾款不同的產品，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，增加氣象局在災防環境的服務績效。

氣象局海象測報中心滕春慈主任引言分享表示，氣象局結合國內外先進技術及參照各項標準，研發出落實本土化實際運用的海氣象資訊產品，整合風、浪、潮、流等海氣象即監測及預報資訊，提供各機關及民眾資訊運用，以降低災害的發生。今年(108 年)更開發便民服務之【響應式行動裝置】，使用者可進行個人化設定後，透過行動裝置來隨時觀看海氣象資訊，提供民眾參與海況資訊回報之互動功能。成大近海水文中心高家俊教授同時也分享，此平臺的發展緣起之外，成大近海水文中心也針對不同產品發展資訊應用分析與警示技術，同時整合國內外即時與歷史海氣象監測與預報資料，提供近海及岸域災防應變機關能於災害期間運用本平臺達到減災之功能。此外，針對各項模組所提供的資訊及其使用方法，也透過專人加以說明介紹，如圖 51-55。



圖 51:主持人進行引言及簡介。



圖 52:成大近海水文中心高教授說明計畫脈絡發展及時勢發展致詞。



圖 53:成大近海水文中心范博士說明各海象技術模組運用。



圖 54:資拓公司李經理說明圖資設定使用。



圖 55:海象資訊系統講習會學員提問交流綜合座談。

貳、檢討與展望

本計畫 5 大工作項目之檢討與後續之工作重點構想說明如下：

一、計畫檢討與未來精進方向

(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

108 年度完成暴潮系集預報系統以 WEPS 系集成員進行作業化之相關測試，以及開發以氣象局決定性預報之颱風參數及過往預報誤差統計參數為基礎之系集成員產生法。預計 109 年度將該依據誤差機率分布法產生系集成員之暴潮系集預報系統作業化。

2. 提升海象預報技術

提升三維海流預報模式作業化系統客製化產品需求、並更新 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。將臺灣海域波流耦合暴潮模式系統配合現行海流模式上線測試。新增資料同化耦合海流模式之臺灣案例。

(二) 建置西北太平洋海象資料庫與臺灣海象災防平臺

本工作項目 108 年度完成建置臺灣海象災防環境資訊平臺、發展西北太平洋資料庫 7 個國際資料來源，16 種物理量調查，及 6 種海象資料即時品管技術，累計 40 項海域地理資訊圖資。

108 年度持續擴充臺灣海象災防環境資訊平臺，加值產製臺灣海域之船級舒適度、海岸潮線預報、颱風波浪統計預報、漁業海溫預警、海洋溢油漂流預報、海難漂流預報、海嘯監測分析、海運區域波候、海洋熱含量變異等 9 項海象災防資訊產品。

(三) 開發新式衛星與雷達衍生產品

新一代氣象衛星觀測平臺，可提供高時、空間解析度與各種類型的高光譜波段的觀測資料。本局為實現新世代衛星多頻道、高時間與高空間解析度之觀測資料特性，已逐步發展並引進新式衛星多頻道資料演算技術，產製衛星環境監測之衍生與應用加值產品，同時配合遙測災防資訊服務平臺與相關產品所提供的資訊，做為政府防、救災單位決策之重要參考依據。

本工作 108 年利用新一代氣象衛星高時、空間解析度觀測資料，產製綠色植被指標、對流深度與熱帶氣旋強度輔助分析等衛星應用產品，並開發鄉鎮尺度預警性雷達監測產品與新增建之高雄林園防災降雨雷達的即時資料導入及顯示，提供臺灣附近更為密集且完整的降雨觀測資訊，提升監測劇烈天氣效能。

未來將持續引進新式遙測資料演算技術，開發衛星各項海氣陸之衍生應用產品，並強化雙偏極化的定量降雨估計之方法，以求得更準確之降雨參考資訊。此外，將持續導入新增建之防災降雨雷達資料，並進行回波及降雨產品整合之相關工作。

(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

本工作項目 108 年完成 CWB/RWRF(2 公里解析度)綜合天氣型態(mixed regime)的即時預報技術之線上作業，並強化即時預報產品顯示網頁，以輔助即時預報作業之應用。

未來將持續進行午後雷陣雨強對流個案機率預報成效統計評估，並開發結合雷達外延技術與數值預報模式兩種特性，產製 0-3 小時定量降水預報，提供預報人員進行極短期定量降水預報的客觀指引。

(五) 建置衛星產品展示平臺

本工作項目 108 年完成展示平臺主機與磁碟陣列備援系統，維持平臺的穩定性與資料安全性，以提供 24 小時不間斷的服務。此外，也持續強化產品顯示網頁及系統管理介面等功能。

「衛星產品展示平臺」彙整各項衛星影像及衍生產品，透過平臺顯示介面，未來將可主動提供大氣及海洋環境監測人員所需之即時衛星產品，並配合政府開放資料 (Open data) 政策，產製網格數據資料，導入本局巨量資料平臺，對外提供相關資料，以提升遙測資料的應用價值與服務效能。

二、109 年度重點工作項目

依本計畫 106-109 年之目標與如上累計至 108 年度的計畫成果，展開 109 年度的重點工作項目如下：

(一) 建置及增進近岸區域海象預報整合子系統

1. 暴潮系集預報系統 (誤差機率分布路徑成員) 作業化。
2. 建置波浪與暴潮校驗功能。

3. 三維海流預報模式作業化系統更新 SCHISM 版本及網格優化與測試、增加感潮河段及近岸河口海域高解析度網格並持續發展海流校驗系統及作業化預報成果分析與災防平臺成果展示
4. 臺灣海域波流耦合暴潮模式系統版本升級、優化網格測試、配合三維海流預報模式優化測試及上線作業化測試。
5. 海流模式耦合資料同化模組 PDAF 彈性計算配合 ESMF 耦合開發及案例測試。

(二) 建置西北太平洋海象資料庫與臺灣海象災防服務平臺

1. 持續擴增災防應用臺灣海象災防環境資訊平臺之西北太平洋海象資料庫所需資料，全期規劃建置西北太平洋海象地理資訊圖資 44 種，另持續發展精進「海象災防應用技術系統」，109 年度將持續改進航行海象、海岸長浪海溫、海岸潮線預報、颱風海象、漁業海溫預警、分區海況預報、海洋溢油漂流預報、海難漂流預報、海嘯監測分析、海運區域波候、海平面變化趨勢等災防技術。
2. 異常海水溫預警服務作業技術發展部分，將新增探討南灣冷水事件可能動力機制，並改進南灣冷水事件預警機制。
3. 海難漂流軌跡預報技術發展上，將持續發展臺灣東南海域區域性高解析度模型。
4. 海洋熱含量變異特性分析技術發展上，將利用 TAO 浮標陣列觀測資料，分析西太平洋上層海洋熱含量長時間尺度之變化，並分析 BSISO、PDO、MJO 事件中臺灣周邊海域上層海洋熱含量變化。
5. 海洋熱含量相關觀測系統整合測試與實地作業上，將驗證無線電遙控功能實海域測試、開發觀測上層海洋紊流混合之功能、驗證即時傳輸影像系統與持續精進波浪和影像資料即時接收系統。

(三) 開發新式衛星與雷達衍生產品

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。本年度新增海洋葉綠素(Ocean Chlorophyll)、高解析衛星降雨估計 2 項衛星加值應

用產品，並完成第 2 項對流起始偵測(對流深度)之作業化產品。

2. 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。
3. 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。

(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

1. 進行綜合天氣系統之未來 1 小時之高解析網格強對流機率預報的研發與上線作業。
2. 發展融合雷達外延技術與數值預報模式特性，改善極短期 0-3 小時定量降水預報準確性。
3. 持續強化即時預報產品顯示功能。

(五) 強化衛星產品展示平臺

1. 持續進行本局衛星產品服務平臺強化與新增顯示等功能。
2. 強化衛星數據資料處理效能與擴充儲存磁碟陣列。
3. 配合政府開放資料 (Open data) 政策，產製相關網格數據資料，導入本局巨量資料平臺，對外提供介接服務，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) 連接內政部臺灣地理資訊服務雲服務平台

透過內政部臺灣地理資訊服務雲服務平台(Taiwan Geospatial One Stop, TGOS)地理資訊服務，提供潮位統計海洋環境資料。

(二) 拜訪災防應變機關，進行海象災防資訊需求調查。

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，透過「臺灣海象災防服務資訊需求座談會」瞭解相關災防單位海象應變的需求，調整臺灣海象災防環境資訊平臺研發方向；並透過「臺灣海象災防環境資訊平臺應用講習會」協助各目的事業主管機關、教育機關、產業、綠能及一般民眾

之服務等共 58 個產官學單位，逾 80 位參與之災防機關應用海象災防環境資訊。

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 300-500 公尺，並同時延長預報時效至 84 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。

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。

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
WRF 三維變分雷達資料同化個案研究	方偉庭	2019	A	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
Observations of island wakes at high Rossby numbers: Evolution of submesoscale vortices and free shear layers	張明輝	2019	D	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
The role of enhanced velocity shears in rapid ocean cooling during Super Typhoon Nepartak 2016	楊穎堅	2019	D	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
海象防災應用技術發展	范揚泓	2019	E	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
複雜地形變化對海面漂流物軌跡之影響 - 島尾流	鄭宇昕	2019	E	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
海氣象浮標省電型波浪儀開發	楊穎堅	2019	E	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
臺灣周邊海域海嘯預警浮標系統建置現況	楊穎堅	2019	E	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
臺灣海域三維海流作業化預報模式與 TOROS 高頻雷達量測海流資料全年比對	劉哲源	2019	E	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
澎湖海域湧升流特性研究	徐誌壕	2019	E	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
臺灣海域三維海流作業化模式一探討精進近岸解析度之影響	劉哲源	2019	E	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫

分析臺灣周邊混和層深度季節性變化	徐誌壕	2019	E	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
臺灣海域三維海流預報作業模式系統	于嘉順	2019	E	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
以波浪及海流耦合數值模式推算臺灣海域異常巨浪	王啟竑	2019	E	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
以衛星數據及數值模式分析臺灣周邊湧升流之成	徐誌壕	2019	E	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
Development and assessment of the probabilistic storm surge forecast system in Taiwan	林君蔚	2019	E	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
臺灣之海嘯及風暴潮研究發展現況	吳祚任	2019	E	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
Evaluations on Vortex Based Doppler Velocity Dealiasing Algorithm for Tropical Cyclones	方偉庭	2018	E	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
Marine Disaster Prevention Information Service Platform	范揚洺	2019	F	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
Ocean forecast system around Taiwan and upcoming data assimilation development	尤皓正	2019	F	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
Development of probabilistic storm surge forecast system in Taiwan and the Case Study of 2018 Typhoon Maria	吳祚任	2019	F	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
Development and assessment of the probabilistic storm surge forecast system in Taiwan: Case Study of Typhoon Maria in 2018	Chun-Wei Lin	2019	F	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
The influences of Extremely Strong Wind on Radar Observations	唐玉霜	2019	F	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫

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	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
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	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
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	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
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	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
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	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
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	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫

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

【C 培育及延攬人才表】

姓名	機構名稱	學歷	性質	成果歸屬
蔡育霖	國立中央大學水文與海洋科學研究所	A	B	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
林君蔚	國立中央大學水文與海洋科學研究所	A	B	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
許家鈞	國立中央大學水文與海洋科學研究所	B	B	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫

曾博森	國立中央大學水文與海洋科學研究所	B	B	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
林政翰	國立中山大學海洋環境及工程學系	A	C	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
張芸絲	國立中山大學海洋環境及工程學系	A	C	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
王啟竑	國立中山大學海洋環境及工程學系	A	C	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
東佳穎	國立中山大學海洋環境及工程學系	B	C	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
余彥緯	國立中山大學海洋環境及工程學系	B	C	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
曾智揚	國立中山大學海洋環境及工程學系	B	C	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
顏辰宇	國立中山大學海洋環境及工程學系	B	C	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
郭謹如	國立中山大學海洋環境及工程學系	B	C	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
陳彥龍	國立成功大學水利及海洋工程學系	A	E	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
邱啟敏	國立成功大學水利及海洋工程學系	A	E	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
薛炳彰	國立成功大學水利及海洋工程學系	A	B	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫
方偉庭	國立臺灣大學	A	B	建構臺灣海象及氣象防災環境服務系統計畫

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
108 年度海氣象災防環境服務作業系統建置「氣象資訊之智慧應用服務-提升海象預報技術」期中報告書	劉哲源、周姿吟、王啟竑、徐誌壕、于嘉順	2019	D	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
108 年度海氣象災防環境服務作業系統建置「氣象資訊之智慧應用服務-提升海象預報技術」期末報告書	周姿吟、劉哲源、王啟竑、徐誌壕、于嘉順	2019	D	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
「暴潮系集預報系統發展暨波浪與暴潮校驗系統建置 (3/4)」期中報告書	吳祚任	2019	D	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
「暴潮系集預報系統發展暨波浪與暴潮校驗系統建置 (3/4)」期末報告書	吳祚任	2019	D	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
108 年漂流浮標布放位置評估報告	王啟竑、于嘉順	2019	D	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
臺灣海域湧升流發生區域與時間評估與分析報告	徐誌壕、于嘉順	2019	D	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
異常海水溫與海難漂流預報技術發展(3/4)期中報告	張明輝、詹森、楊穎堅、張宏毅、鄭宇昕、劉治綸、謝佳穎	2019	C	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
異常海水溫與海難漂流預報技術發展(3/4)期末報告	張明輝、詹森、楊穎堅、張宏毅、鄭宇昕、劉治綸、謝佳穎、謝孟樵、張凱富	2019	C	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
108 年度「海象災防環境資訊系統環境建置」期中工作報告	李韋霆、許怡真	2019	C	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
108 年度「海象災防環境資訊系統環境建置」期末工作報告	李韋霆、許怡真	2019	C	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫

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

【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
臺灣海域暴潮系集預報模式系統手冊(教材)	AC	A	2019	中央氣象局	否	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫

臺灣海域近岸暴潮校驗系統系統手冊(教材)	AC	A	2019	中央氣象局	否	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
臺灣海域近岸波浪校驗系統系統手冊(教材)	AC	A	2019	中央氣象局	否	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
臺灣海域近岸風速校驗系統系統手冊(教材)	AC	A	2019	中央氣象局	否	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
西北太平洋三維海流模式子系統教育訓練	AB	A	2019	中山大學海洋環境及工程學系	否	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
臺灣海域波潮耦合暴潮子系統教育訓練	AB	A	2019	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	否	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
108 年度「臺灣海域波潮流耦合暴潮子系統」系統操作手冊	C	A	2019	中山大學海洋環境及工程學系	否	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
108 年度「臺灣海域波潮流耦合暴潮子系統」所有程式及程序(shell)說明	C	A	2019	中山大學海洋環境及工程學系	否	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
異常海水溫與海難漂流預報技術發展(3/4)教育訓練	A	D (舉辦相關課程4小時)	2019	中央氣象局	否	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
異常海水溫與海難漂流預報技術發展(3/4)教育訓練教材	B	A	2019	中央氣象局	否	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫

108 年度「海象災防環境資訊系統環境」系統手冊	C	A	2019	中央氣象局	否	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
108 年度「海象災防環境資訊系統環境」教育訓練教材	C	A	2019	中央氣象局	否	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫

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
建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫-108 年度海象災防應用技術發展(3/4)期末報告書	A	高家俊、董東環、范揚泓、張恆文、陳聖學、廖玲璇、林彥勳、黃俐菁、薛炳彰、吳漢倫、張雁茹、苑瀨丰	2019	中央氣象局	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
暴潮系集預報系統發展暨波浪與暴潮校驗系統建置(3/4)報告	A	吳祚任	2019	中央氣象局	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
108 年度海氣象災防環境服務作業系統建置-氣象資訊之智慧應用服務-提升海象預報技術	A	于嘉順	2019	中央氣象局	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
108 年度「海象災防環境資訊系統環境建置」期中工作報告	A	李韋霆、許怡真	2019	中央氣象局	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
108 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	2019	中央氣象局	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
臺美技術合作協議計畫(IA31)；從向日葵 8 號觀測資料以 GOES-R 產品演算法開發決策支援產品、發展與改進地表面輻射衛星產品和空氣	A	Michael J. Foster、Wayne Feltz、Vijay Tallapragada、Satya Kalluri	2019	中央氣象局	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫

品質監測與預報				
---------	--	--	--	--

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。

【Q 資訊服務表】

網站或服務名稱	服務對象	服務人次/年	服務收入(千元)	成果歸屬
臺灣海象災防服務平臺	一般民眾、專家學者	自 2019 年 12 月開始統計，該月共 2,348 人次	-	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫

註：成果歸屬請填細部計畫名稱。

【W 提升公共服務表】

服務或措施名稱	行政精簡時間(天)	運輸耗能節省金額(千元)	二氧化碳減量(公噸)	成果歸屬

註：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，並開發檢核品管與統計程式與操作介面。	Multimedia	1 式	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫
臺灣海象災防環境資訊平臺	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，並提供各項災防應用服務查詢所需海氣象資料。	Multimedia	1 式	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫

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