

# 107 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(2/4)

執行期間：

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

本期：自 107 年 01 月 01 日 至 107 年 12 月 31 日止

主管機關：交通部

執行單位：中央氣象局

# 目 錄

【107 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料(D003)】 .....	5
【分年階段性目標達成情形與重要成果摘要表】 .....	11
【107 年度績效自評意見暨回復說明(D007)】 .....	14
第一部分 .....	16
壹、 目標與架構 .....	17
一、 目標與效益 .....	17
(一) 目標 .....	17
(二) 效益 .....	19
二、 架構 .....	27
三、 實際達成與原預期目標之差異說明 .....	30
貳、 主要內容 .....	31
一、 執行內容 .....	31
(一) 建置及增進近岸區域海象預報整合子系統 .....	31
(二) 建置西北太平洋海象資料庫與臺灣海象災防平臺 .....	31
(三) 開發新式衛星與雷達衍生產品 .....	33
(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 .....	34
(五) 建置衛星產品展示平臺 .....	35
二、 遭遇困難與因應對策 .....	35
三、 實際執行與原規劃差異說明 .....	36
參、 人力與經費執行情形 .....	37
一、 計畫人力運用情形 .....	37
(一) 計畫人力結構 (E004) .....	37
(二) 人力實際進用與原規劃差異說明 .....	37
二、 經費執行情形 .....	38
(一) 經資門經費表 (E005) .....	38
(二) 經費支用說明 .....	39
(三) 經費實際支用與原規劃差異說明 .....	39

肆、 已獲得之主要成果與重大突破(含量化 output) (E003)	40
第二部分	48
一、 學術成就(科技基礎研究)	49
(一) 學術發表	49
(二) 科技基礎研究之內容、價值與貢獻度	51
(三) 合作團隊養成	86
(四) 教材/手冊	86
二、 技術創新(科技技術創新)	86
(一) 近岸區域海象預報整合子系統	86
(二) 臺灣海象災防環境資訊平臺	89
(三) 海難漂流預報資訊系統	92
(四) 海洋熱含量觀測系統整合測試	95
(五) 海洋熱含量觀測系統實地作業	101
(六) OpenAPI 規格之應用程式介面發展	109
(七) 新式衛星與雷達衍生產品	111
(八) 雷達定量降雨估計方法改進	118
(九) 綜合天氣型態(mixed regime)即時預報技術及即時預報產 品顯示網頁發展	122
(十) 建置衛星產品展示平台	124
三、 經濟效益(經濟產業促進)	133
(一) 新式衛星與雷達衍生產品	133
(二) 異常海水溫預警與海洋熱含量監測技術	133
(三) 建置衛星產品展示平台	134
四、 社會影響(社會福祉提升、環境保護安全)	134
(一) 建置及增進近岸區域海象預報整合子系統	134
(二) 西北太平洋海象資料庫	134

(三)	異常海水溫與海難漂流預報技術 .....	135
(四)	開發新式衛星與雷達衍生產品 .....	135
(五)	建置衛星產品展示平台 .....	135
六、	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) .....	136
(一)	國際合作 .....	136
(二)	人才培育 .....	137
(三)	推廣輔導 .....	138
伍、	跨部會協調或與相關計畫之配合 .....	145
陸、	檢討與展望 .....	146
一、	計畫檢討與未來精進方向 .....	146
(一)	建置及增進近岸區域海象預報整合子系統 .....	146
(二)	建置西北太平洋海象資料庫與臺灣海象災防平臺 .....	146
(三)	開發新式衛星與雷達衍生產品 .....	147
(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 147	
(五)	建置衛星產品展示平臺 .....	148
二、	108 年度重點工作項目 .....	148
(一)	建置及增進近岸區域海象預報整合子系統 .....	148
(二)	建置西北太平洋海象資料庫與臺灣海象災防服務平臺 .	148
(三)	開發新式衛星與雷達衍生產品 .....	149
(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 149	
(五)	建置衛星產品展示平臺 .....	149
附表、	佐證資料表 .....	150

## 【107 年度政府科技發展計畫績效報告基本資料(D003)】

審議編號	107-1502-02-11-01					
計畫名稱	建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統 (2/4)					
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	一般科技施政計畫					
計畫群組及比重	環境科技 100%					
執行期間	107 年 1 月 1 日至 107 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	296,901		63		
	合計	648,400		156		
	107 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		100%
			材料費	0		-
			其他經常支出	1,455	1,455	100%
			小計	1,455	1,455	100%
		資本門	土地建築	0	0	-
			儀器設備	0	0	-
其他資本支出			107,772	107,650	99.89%	
小計			107,772	107,650	99.89%	
經費合計		109,227	109,150	99.89%		

<p><b>本計畫在機關施政項目之定位及功能</b></p>	<p>中央氣象局(以下簡稱本局)業務涵蓋氣象、海象、地震及天文等領域，職掌全國氣象與海象之監測及預報、地震之監測及預警等相關業務。依據業務職掌及交通部科技施政目標，規劃本局「推動現代化氣象觀測」、「發展精緻化氣象預報」、「開創多元化氣象服務管道」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。計畫不僅整合各種海洋、大氣與陸地觀測數據資料、預報及災防資訊，並研發臺灣海象暨氣象災防預警產品暨相關應用技術，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>
<p><b>計畫重點描述</b></p>	<p>建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統計畫含兩大重點目標、五大重點工作項目，包括：</p> <p>壹、建置海域環境災防服務系統</p> <p>一、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"> <li>1. 引進與發展浪潮耦合技術，建置2維浪潮耦合暴潮系統。</li> <li>2. 引進與發展颱風系集路徑暴潮預報技術。</li> <li>3. 完成波浪預報作業監控系統及暴潮展示系統功能擴充。</li> </ol> <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"> <li>1. 發展西北太平洋海象資料庫、品管準則、區域特性，並開放數據供研究應用。</li> <li>2. 發展西北太平洋海象地理資訊服務，並透過內政部地理資訊圖資雲平臺提供資料。</li> <li>3. 發展臺灣海象災防環境資訊平臺與區域行動資訊服務。</li> <li>4. 發展海運區域波候、海岸潮線預報、颱風波浪統計預報、海難漂流預報、海嘯監測、海洋熱含量，並改進海洋溢油漂流預報、</li> </ol>

	<p>漁業海溫預警等海象資訊災防應用產品。</p> <p>5. 開發海流與海溫預報資料品質驗證資訊模組。</p> <p>貳、建置遙測災防服務系統</p> <p>一、開發新式衛星與雷達衍生產品</p> <p>1. 完成日間飛機積冰警示與雲頂相態 2 項衛星增值應用產品。</p> <p>2. 完成第 1 項對流起始偵測作業化產品。新增建之降雨雷達資料顯示及回波與降水產品整合。</p> <p>3. 強化臺灣本島及鄰近海域之雷達風場產品之品質與覆蓋率。</p> <p>二、發展未來 3 小時災害性天氣之鄉鎮尺度定量降雨預報技術</p> <p>進行颱風、西南氣流等強綜觀系統影響下，未來 0-1 小時鄉鎮尺度對流啟始可能性預報之發展及測試。</p> <p>三、建置衛星產品展示平臺</p> <p>1. 進行並完成本局衛星產品整合之對外服務平台。</p> <p>2. 進行遙測數據資料儲存系統暨其相關設備擴充。</p> <p>3. 完成作業化之地球同步衛星數據網路應用程式介面。</p>
<p>計畫效益與重大突破</p>	<p>本計畫之海域環境災防服務部份，於颱風警報期間沿海鄉鎮波浪與暴潮水位預報時效由未來 36 小時逐步擴增至未來 5 天，增加災防整備時間，另發展西北太平洋海象資料庫與 40 項海域地理資訊圖資，建置臺灣海象災防環境資訊平台，提供海洋溢油漂流、海難漂流預報、海運區域波候、颱風波浪統計預報、海岸潮線預報、漁業海溫預警、海洋熱含量異常、海嘯監測分析、海平面變化、年度大潮極端暴潮等 10 項新災防服務。</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、霾害、積冰警示、大氣溫濕度垂直剖面、海陸溫度與植被覆蓋差異變化等 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。</p> <p>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>本計畫五大重點工作 107 年度執行摘要、後續精進措施如下：</p> <p>一、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"> <li>1. 107 年度完成建置 2 維波潮耦合暴潮模式系統（含金馬），開發與引進鏈結暴潮模式與颱風路徑系集模組技術，分析近年來本局颱風路徑預報誤差，包含橫向路徑 (cross-track) 和徑向路徑 (along-track) 的誤差，使用 T 分佈函數 (T-distribution function) 機率分佈曲線決定成員，以 106 年尼莎 (NESAT) 颱風個案為例，在橫向與徑向分別選擇 9 條及 3 條路徑，共測試 27 個成員，產製 10% 超越機率圖雛型產品；另完成波浪預報系統監控功能及暴潮預報展示系統。</li> <li>2. 後續精進措施包括： <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 持續發展波潮耦合技術，更新 2 維波潮耦合暴潮模式，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。</li> <li>(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與選定，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 3 項暴潮機率預報產品。</li> <li>(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</li> </ol> </li> <li>1. 107 年度持續擴充臺灣海象災防環境資訊平臺，建置海運區域波候、海岸潮線預報、颱風波浪統計預報，並改進或發展海洋溢油漂流預報、海嘯監測分析、異常海水溫預警等 6 項災防作業技術與服務產品；持續擴充西北太平洋海象環境資料庫，發展客製化資料應用程式介面 (API)，開放大潮監測資料、長浪監測資料、潮位統計、澎湖縣海域漁業海水溫預警、未來 30 天縣市滿潮預報資料、海岸潮線預報圖-彰化縣、海岸潮線預報圖-雲林縣、海岸潮線預報圖-嘉義縣、海岸潮線預報圖-臺南市等 9 項資料，促進海象資料在民間機構、學研單位與政府應用；並將如上成果推廣至航港局、臺灣港務公司、海巡署、海軍大氣海洋</li> </ol>



局、水利署、觀光局、各國家公園管理處、海洋委員會海洋保育署、中油公司等災防機關使用。

2. 後續精進措施包括：

- (1) 「西北太平洋海象資料庫」的持續擴增與展示。108年度計畫調查 AIS 船舶觀測、海洋浮標、港灣測站、MW 衛星 OISST 遙測、MW 衛星 IR OISST 遙測、GOES 衛星遙測、暴潮溢淹模式及藍色公路海況。
- (2) 「臺灣海象災防環境資訊平臺」海象測報展示介面與海象資料下載介面仍有待海象資料匯入，108 年度將評估 107 年度海象資料調查分析結果，對外提供海象資料之展示與下載功能。
- (3) 「海象災防應用技術系統」108 年度將持續改進航運舒適度作業技術、海洋熱含量異常、海嘯監測分析作業技術，新增颱風暴潮作業技術、海平面統計分析技術。航運舒適度作業技術將擴充不同類型船隻，如離岸風電工作船、定期貨輪，同時進行使用者問卷調查，作為改進依據；海嘯即時分析作業技術將開發自動化調和分析法，並建構歷史海嘯事件更新程序。
- (4) 應用「異常海水溫災防應用技術發展」計畫所研發之海/氣象研究成果，如異常海水溫預警機制及分級為出發點，如發展異常海水溫預警機制為例，先著重歷史上曾發生海溫寒害事件之區域—澎湖附近海域，針對此目標海域建立異常海溫預警系統，並於下一期計畫逐步規劃在臺灣其他附近海域之異常海溫預報可行性；或是海洋熱含量相關觀測系統實地作業方面，目前實海域測試作業先以臺灣台東外洋為測試範圍，並以兩組浮標系統進行觀測作業，觀測結果得以發展海洋熱含量變異特性分析技術，並逐步規劃向外增設觀測點，期望初步建立臺灣海域環境海洋熱含量相關資訊，以符合未來在防災及民生方面對於災害性海象之預報需求。

二、開發新式衛星與雷達衍生產品

1. 107 年度完成日間飛機積冰警示與雲頂相態等 2 項衛星加值應用產品、1 項對流起始偵作業化產品及及新建臺中南屯降雨雷達資料顯示。
2. 後續精進措施包括：
  - (1) 持續進行日本 Himawari-8/9 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與對流強度相關因子

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。本年完成第 2 項衛星對流起始偵測之對流深度測試產品。

(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加值應用產品，有效增加監測大氣、海洋、陸地狀態變化所需資訊。後續將開發綠色植被指標與熱帶氣旋強度輔助分析 2 項衛星產品，擴大衛星產品的應用價值。新增建之防災降雨雷達資料顯示，及回波與降水產品整合。

(3)發展預警性雷達監測產品。

### 三、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. 107 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，持續進行臺灣之在地化資料導入，自動化產製對流生成之可能性(likelihood)預報產品，並開發即時預報產品顯示網頁。

2. 後續精進措施包括：

(1)進行午後雷陣雨強對流個案機率預報成效之統計評估。

(2)建置梅雨或颱風等強綜觀系統影響下，未來 1 小時之高分析網格強對流機率預報模型。

(3)持續強化即時預報產品顯示網頁。

### 四、建置衛星產品展示平臺

1. 107 年完成本局衛星產品整合平臺之對外服務建置，主要成果包括: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。另完成衛星應用產品處理與儲存磁帶館儲存主系統之建置與作業化之地球同步衛星數據網路應用程式介面。

2. 後續精進措施包括：

進行本局內部衛星產品服務平臺系統強化與新增顯示功能、衛星數據資料處理暨儲存磁碟陣列備援系統建置與主系統擴充並規劃繞極軌道衛星數據資料應用程式之階段性測試介面。

計畫連絡人	姓名	陳進益	職稱	課長
	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

**【分年階段性目標達成情形與重要成果摘要表】**

年度	階段性目標達成情形 (每年度以 300 字為限)	重要成果摘要說明 (每年度以 600 字為限，過程性結果請免列)
106	<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>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 0-1 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>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與預報產品輸出狀態，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等 7 種資料不間斷匯整與地理資訊服務，流浮標觀測、岸基雷達觀測海流等 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 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</p>

		<p>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>
107	<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控功能。</p> <p>二、發展西北太平洋海象資料庫、品管程序及格式標準化，並開放數據；新增12種地理資訊圖資；臺灣海象災防環境資訊平臺網站上線運作；建置海運區域波候、海岸潮線預報、颱風波浪統計預報應用資訊產品。</p> <p>三、開發新式衛星與雷達衍生產品：完成衛星日間飛機積冰警示產品、衛星雲頂相態產品上線作業，並完成衛星對流起始作業化產品。</p> <p>四、發展未來3小時災害性天氣之鄉鎮尺度定量降雨預</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TGOS雲圖資，促進海象資料在民間機構、學研單位與政府應用；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</p>

	<p>報技術：發展及測試自動即時預報系統綜和天氣型態未來 0-1 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台與相關資料處理、儲存系統。</p>	<p>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，及掃描測試及掃描策略參數研擬。</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)綜和天氣型態未來 0-1 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 0-1 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台與高效率、大容量之處理與儲存磁帶館主系統相關設備建置，有效彙整本局大氣、海洋與陸地環境監測產品，提供政府機構與學術研究單位參考使用，提升海象暨氣象災防資訊的應用價值與服務。</p>
--	--	--

# 【107 年度績效自評意見暨回復說明(D007)】

計畫名稱：

績效自評審查委員：

序號	審查意見	回復說明
<b>壹、計畫實際執行與原計畫目標符合程度(自評評分：___)</b> 9-10 分：超越計畫原訂目標，且已就所遭遇困難提出有效之因應對策。 8 分：達成計畫原訂目標，且已就遭遇困難提出可行之因應對策。 7 分：大致達成原訂目標，且就遭遇困難所提因應對策尚屬可行。 1-6 分：執行內容與原規劃未符，或未達成原訂目標，或仍須對所遭遇困難提出更有效可行之因應對策。		
1-1		
1-2		
1-3		
<b>貳、計畫經費及人力運用之妥適度(自評評分：___)</b> 9-10 分：與原規劃一致。 7-8 分：與原規劃大致相符，差異處經機關說明後可以接受。 1-6 分：與原規劃不盡相符，且計畫經費、人力與工作無法匹配。		
2-1		
2-2		
2-3		
<b>參、計畫主要成就及成果(重大突破)之價值、貢獻度及滿意度(自評評分：___)</b> 9-10 分：所達成量化指標或質化效益超越原計畫預期效益。 8 分：所達成量化指標及質化效益與原計畫預期效益相符 7 分：大致達成原計畫預期效益。 1-6 分：未達成計畫原計畫預期效益。		
3-1		
3-2		
3-3		
<b>肆、跨部會協調或與相關計畫之配合程度(自評評分：___)</b> 10 分：認同機關所提計畫執行無須跨部會協調，且不須與其他計畫配合。 9-10 分：跨部會協調或與相關計畫之配合情形良好。 7-8 分：跨部會協調或與相關計畫之配合情形尚屬良好。		

1-6 分：跨部會協調或與相關計畫之配合情形仍待加強。		
4-1		
4-2		
4-3		
<b>伍、後續工作構想及重點之妥適度(自評評分： )</b> 9-10 分：後續工作構想良好；屆期計畫成果之後續推廣措施良好。 7-8 分：後續工作構想尚屬良好；屆期計畫之後續推廣措施尚屬良好。 1-6 分：後續工作構想有待加強；未規劃適當之屆期計畫後續推廣措施。		
5-1		
5-2		
5-3		
<b>陸、總體績效評量暨綜合意見 (自評評分： __)</b> 10:極優 9:優 8:良 7:可 6:尚可 5:普通 4:略差 3:差 2:極差 1:劣		
6-1		
6-2		
6-3		

## 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

## 一、目標與效益

### (一) 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與增進民生福祉之環境科技相關發展政策，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，可提升國內暴潮，波浪，潮汐預報之精確度及效率，達到國際水平，增加預報產品，增進人民防災意識，減少颱風期之災害(溢淹及漁業損失)，增進航行安全。

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。

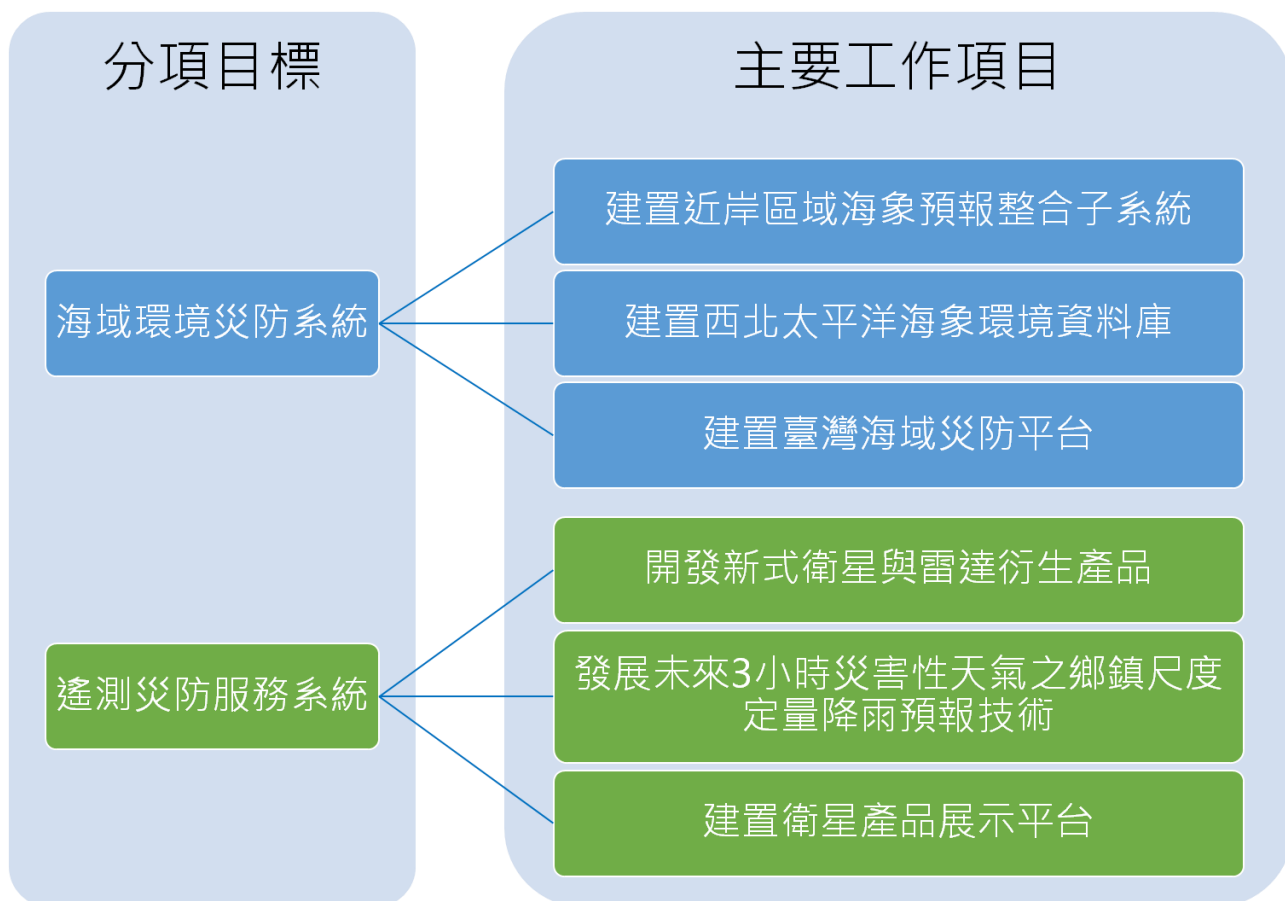


圖 1 本計畫分項目標與工作項目架構圖

## (二) 效益

本計畫為配合國家科技施政政策，提供政府執行各項海象/氣象災害防救決策之參考。將依據所規劃之執行策略與目標實現的重要性與急迫性，擬定達成之整體預期效益，如表 1 說明。

表 1 計畫效益

分項目標	效益
一、建置海域環境災防服務系統	(一)建置及增進近岸區域海象預報整合子系統 <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 引進與建置 2 維浪潮耦合暴潮模式，是國內第 1 個具備浪潮耦合的預報模式，可改進單一暴潮模式模擬誤差。</li> <li>2. 發展與建置海象預報作業監控系統，監控波浪與海流模式作業流程與預報產品輸出狀態，提升本局海象預報作業效率。</li> </ol>

分項目標	效益
	<p>(二)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"> <li>1. 初步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海象資料調查，整合國內外海象預報、遙測、觀測資料即時處理作業，建立波浪與海流觀測資料即時品管程序，應用網路資訊存取、顯示技術，完成「OISST 衛星遙測海表溫度、GHRSSST 衛星遙測海表溫度、OSTIA 衛星遙測海表溫度、OCM 模式預報表面海流、OCM 模式預報水下 10 米處海流、OCM 模式預報海表溫度、OCM 模式預報海表鹽度、OCM 模式預報海表高度、船舶報告觀測資料、WW3-AVN 模式預報波候、NCEP 模式預報海溫、海象資料浮標觀測資料波浪、海象資料浮標觀測資料海表溫度、海象資料浮標觀測資料風速、陣風、潮位站觀測資料潮汐水位、TPXO 模式預報潮流、RTOFS 模式預報表面海流、RTOFS 模式預報海表溫度」等 17 種地理資訊系統圖資(Geographic Information Systems Data Layers)服務，提供內政部地理資訊圖資雲海岸潮位、海面波候 2 項圖資，提供「GDP 漂流浮標觀測資料、船舶報告觀測資料、海象資料浮標觀測資料、海嘯預警浮標-海嘯水位、OCM 模式預報海流溫鹽、鄉鎮潮汐預報-滿潮乾潮」等 6 項地理標記資料共通應用程式介面(API)服務，允許使用者可以遠端存取資料，促進海象資料的跨領域應用，提升政府雲端服務績效，促進海象資料在民間機構、學研單位與政府應用。</li> <li>2. 臺灣海象災防環境資訊平臺網站上線服務，提供 24 項西北太平洋海象地理資訊，以及海運區域波候、海岸潮線預報、颱風波浪統計預</li> </ol>

分項目標	效益
	<p>報、海岸長浪海溫、海洋溢油漂流預報等 5 項災防環境資訊應用。藉由舉辦講習會，協助航港局、臺灣港務公司、海巡署、海軍大氣海洋局、觀光局、各國家公園、海洋保育署、中油公司應用，提升政府海域災害防救效率，減少經濟損失。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3. 發展海象災防應用技術，研發海運區域波候、颱風波浪統計預報、海嘯監測分析等災防應用技術，完成規劃客製化及特定海域災防服務產品之監測與預測資料處理作業，提供臺灣海象災防環境資訊平臺加值資訊標準作業程序，改進海象災防環境預報資訊技術的瓶頸，加強學術理論與實務應用之連結。</li> <li>4. 研發颱風波浪先期資訊服務，將於颱風生成時，提供水利署先期獲得可能的浪況，提前為防災應變提供參考資訊。</li> <li>5. 分析歷史海象災害個案事件，未來災防機關可方便且有效率的獲取相關海象資訊。</li> <li>6. 發展海岸位潮線預報地理資訊行動版網頁服務，即時潮線結合高解度地形資料展示，針對西部海岸潮線變化巨大地區提供定位預警，保障民眾海岸潮間帶遊憩安全。</li> <li>7. 發展異常海水溫預警服務作業技術，利用西北太平洋海象資料庫的資源，分析歷史上曾發生的海溫寒害事件，解析驅動事件發生的海象變動因素，可作為判斷海溫寒害之依據。建立預警機制，設立適當之海溫寒害警示「指標」，並設立危險性分級燈號，以利提供相關單位參考。落實異常海水溫預警機制至預報作業流程所需的技術及輔助系統，以符合未來在防災及民生方面對於災害性海象之預報需求。</li> </ol>

分項目標	效益
	<p>8. 發展海難漂流物軌跡預報作業技術，整合適合海上漂流物軌跡預測的數值及衛星產品，分析不同的軌跡預報演算法，未來可應用於提供海巡單位海難漂流機率預報，增進海上人員落海之搜救成功率與改善搜尋範圍效率。</p> <p>9. 發展海洋熱含量變異特性分析技術，運用氣象、海象觀測資料，進行西太平洋上層海洋熱含量之分析以及分析各個颱風運動對上層海洋熱含量產生之可能影響，分析可能對臺灣之衝擊。提供即時海洋熱含量推估，成功捕捉到暖渦(反氣旋渦)促使海洋熱含量上升之特性，未來可應用於協助颱風期間了解未來強度增減趨勢，改善颱風預報結果。</p>
<p>二、建置遙測災防服務系統</p>	<p>(一)開發新式衛星與雷達衍生產品</p> <p>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，與本局雷達升級雙偏極化後所得之多重觀測變數資訊，增進雷達衍生產品品質。</p> <p>2. 新世代衛星具有多頻道（16 頻道以上）觀測與高時間（10~15 分鐘）與高空間（0.5~2 公里），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</p>

分項目標	效益
	<p>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-8 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、雲底高度與雲滴粒徑等參數，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>(二)發展未來 3 小時災害性天氣之鄉鎮尺度定量降雨預報技術</p> <p>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 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>(三)建置衛星產品展示平臺</p> <p>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。</p> <p>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。</p>

分項目標	效益
	<p>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與數據資料儲存所需。</p> <p>4. 開發相關格點化數據資料應用程式介面（Application Program Interface；API），以利政府機構與學術研究單位參考使用，提升海象暨氣象災防資訊的應用價值與服務效能，同時可配合本局開放資料（Open Data）應用政策所需之數據資料源。</p> <p>5. 進行本局衛星產品對外服務平台與相關系統之建置，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。展示平台每 10~15 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。完成衛星應用產品處理與儲存磁帶館主系統之建置與作業化之地球同步衛星數據網路應用程式介面，可增進遙測資料之使用效能；並提供政府與學術單位所需之參考資訊，提升海象暨氣象災防資訊的應用價值與服務效能。</p>



● 國際比較與分析

表 2 國際比較與分析表

比較項目或 計畫產出成果	計畫執行前	計畫執行後
波潮偶合暴潮預報系統	<p>美國氣象局使用 SLOSH (Sea, Lake, and Overland Surges from Hurricanes) 進行暴潮預報，2 維模式，解析度 0.5 至 7 公里，每日執行 4 次，每次預報 72 小時，其使用簡化的物理方程式，因此具備快速的運算能力，具備溢淹模組，沒有偶合潮汐和波浪效應。</p> <p>本局目前有 2 套暴潮作業模式及 1 套發展中之波潮偶合暴潮模式，作業模式的解析度分別為 5 公里及 1 至 2 公里，本局颱風警報期間每日執行 8 次，每次預報 48 小時，具備潮汐與溢淹模組，沒有偶合潮汐和波浪效應。</p>	<p>引進與建置國內第 1 套具備波潮偶合之暴潮預報作業系統，具備 2 維與 3 維運算功能，解析度 0.5 至 1 公里，本局颱風警報期間每日執行 4 次，每次預報 48 小時，每次預報系統運算時間少於 90 分鐘，具備潮汐與溢淹模組。</p>
國際海象災防環境服務平臺	<p>僅得知國際相關災防服務平臺 3 個：美國海洋暨大氣總署 OR&amp;R 油污計算模式 GNOME (General NOAA Operational Modeling Environment)、歐盟地中海安全決策系統 MEDESS-4MS (Mediterranean Decision Support System for Marine Safety)、歐盟沿海觀測網</p>	<p>已調查國內相關服務平臺 5 個，國外相關災防服務平臺 6 個，相關災害應用技術服務平臺 5 個。本計畫建立之災防服務平臺首頁參考災害防救科技中心的災害警示公開資料平臺，以多個連結鈕排列組成；海象資料展示與資料下載介面設計參考太平洋災害</p>

	<p>絡 JERICO (Joint European Research Infrastructure Network for Coastal Observatories)</p>	<p>中心全球災害系統，以地理空間資訊結合多種海象情資，可檢閱、下載不同尺度的觀測或預報資料，也參考美國海洋暨大氣總署國家環境資訊中心，將海象資料分為未品管與品管兩種選擇；油污漂流預報系統介面設計參考美國海洋暨大氣總署 GNOME，但本計畫不須另外下載套裝軟體，使用者可直接在網頁上操作點選溢油點，系統即時計算並以動畫呈現以動畫呈現未來 48 小時油污漂流結果；颱風波浪先期資訊服務介面設計參考中國大陸國家海洋局海洋減災網路，透過地理資訊展示測站與模擬所得的波浪極值。</p>
--	--	--

## 二、架構

本計畫為應用本局現有之各項觀測資料並結合陸續建置氣象衛星、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等海洋、大氣與陸地觀測數據資料，強化並增進海象及氣象災防產品的專業領域研發效能與加值應用。達成創新海象及氣象災防資訊之社會公眾服務，延續先進海象及氣象技術研發，提升海象及氣象災防資訊的應用價值與服務效能的總體目標下，規劃建置海域環境災防與遙測災防服務兩大分項目標與 6 工作主軸，如圖 2 所示，其中魚骨為達成目標之工作主軸。

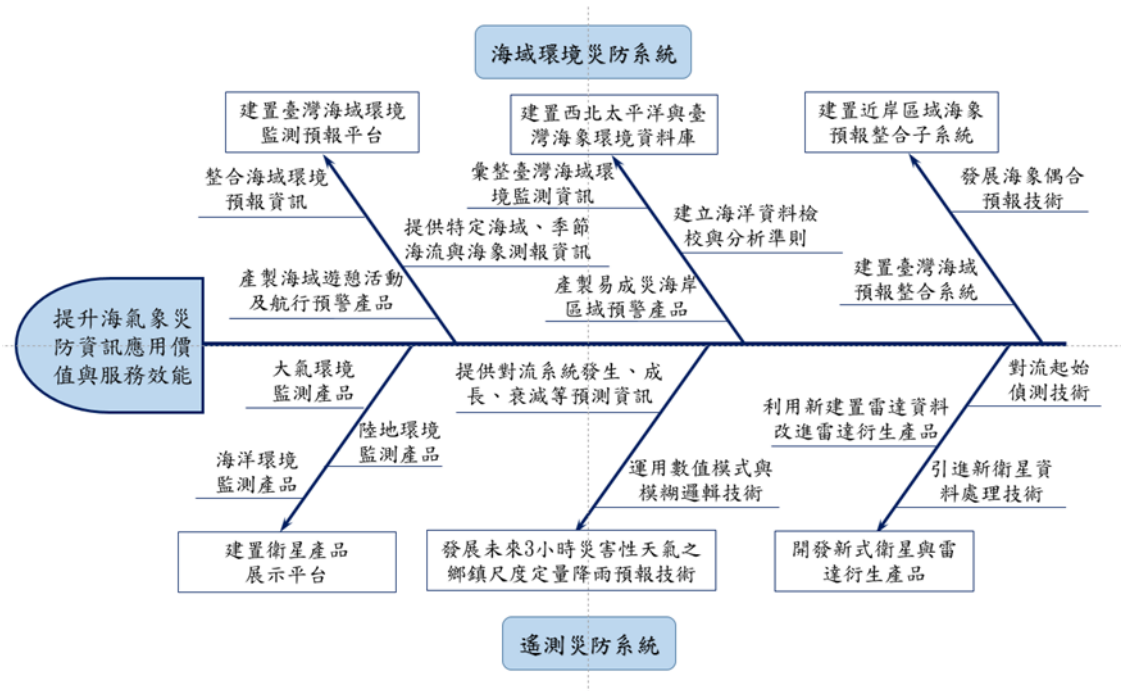


圖 2 本計畫目標及工作項目架構圖

細部計畫		子項計畫		主持人	共同主持人	執行機關	計畫原訂目標	計畫效益與目標達成情形 (請扼要說明，每項建議不超過 100 字，可明確呈現個別計畫之效益)
名稱	預算數/ (決算數) (千元)	名稱	預算數/ (決算數) (千元)					
建置海域環境災防服務系統	60,272/60,150			滕春慈		交通部中央氣象局	<ol style="list-style-type: none"> <li>發展與建置波潮耦合模式，建置波浪預報監控系統。</li> <li>發展西北太平洋海象資料庫與臺灣海象災防平台，建置 12 種海象地理資訊與海運區域波候、颱風長浪與海水位潮線預報服務，促進海象資料在產官學界應用，改善海運與海岸遊憩安全。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>發展與建置 2 維波潮耦合暴潮模式，改進單一暴潮模式模擬誤差。完成波浪預報監控系統，提升預報作業效率。</li> <li>臺灣海象災防環境資訊網站上線，完成 17 種西北太平洋海象地理資訊與海運區域波候、颱風波浪統計預報、海岸潮線預報、海岸長浪海溫、海洋溢油漂流預報等災防資訊服務，協助 19 個機關應用，提升政府海域災害防救效率。</li> </ol>
建置遙測災防服務	48,955/ 48,955			陳嘉榮		交通部中央氣象局	<ol style="list-style-type: none"> <li>新增衛星對流起始作業化產品、</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>完成衛星對流起始偵測、衛星飛機積冰警示、</li> </ol>

細部計畫		子項計畫		主持人	共同主持人	執行機關	計畫原訂目標	計畫效益與目標達成情形 (請扼要說明，每項建議不超過 100 字，可明確呈現個別計畫之效益)
名稱	預算數/ (決算數) (千元)	名稱	預算數/ (決算數) (千元)					
系統							飛機積冰警示與雲頂相態等之即時監測產品，擴大衛星產品應用價值與服務。 2. 整合本局衛星之海氣陸環境監測產品，擴大衛星產品之對外服務與應用。 3. 強化強綜觀系統（如鋒面）影響下之對流啟始可能性預報技術	衛星雲頂相態等遙測產品，提供預報、交通、航運單位對飛航安全與豪大雨之災防預警資訊，增進防災、緊急救援前置作業時間。 2. 完成發展即時預報產品顯示網頁，供本局天氣監測與即時預報作業參考使用。 3. 完成導入本局之在地化資料源，自動化產出對流起始可能性預報產品，供本局即時預報作業參考。 4. 完成衛星產品對外服務整合顯示系統與高效能磁帶館儲存之主系統建置，強化資料存取效能擴大衛星遙測資料的應

細部計畫		子項計畫		主持人	共同 主持人	執行 機關	計畫原訂目標	計畫效益與 目標達成情形 (請扼要說明，每項建議不 超過 100 字，可明確呈現 個別計畫之效益)
名稱	預算數/ (決算數) (千元)	名稱	預算數/ (決算 數) (千元)					
								用價值與服務效能。

### 三、實際達成與原預期目標之差異說明

實際達成與原預期目標無差異。

## 貳、主要內容

### 一、執行內容

執行中央氣象局「建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統」4年期計畫之107年完成的工作如下：

#### (一) 建置及增進近岸區域海象預報整合子系統

1. 完成建置2維暴潮模式與波浪模式雙向耦合技術(含金門、馬祖)，進行在地化建置與歷史個案校驗，建置波潮耦合暴潮數值模式。
2. 引進與發展颱風系集路徑暴潮預報技術，依據颱風路徑歷史預報誤差，分為徑向路徑(along-track)以及橫向路徑(cross-track)誤差，利用機率密度函數(Probability density functions)產製颱風系集路徑成員，建置暴潮系集預報系統。
3. 完成波浪預報作業監控系統，包含硬碟使用情況、網路狀態以及CPU負載狀態等資訊，並監控波浪預報作業程序狀態。完成暴潮展示系統功能擴充，包含資料庫建置、測站設定功能、時序圖產品繪製及人機介面設計。
4. 本局氣象資料開放平台新增海流網格產品，進行海象預報產品客製化，更新本局全球資訊網波高等值線圖，產製波浪數值模式動畫產品，提供民眾逼真的即時動畫效果。

#### (二) 建置西北太平洋海象資料庫與臺灣海象災防平臺

1. 「臺灣海象災防環境資訊平臺」災防應用的細部設計與應用推廣，107年度完成各種監測、預報、災防產品的細部設計、需求調查及落實推廣。
2. 「西北太平洋海象資料庫」資料來源調查與資料品管程序發展，107年度完成18個國際資料庫，包含30種資料來源調查、波浪站資料品管程序技術發展與建立數據標準化格式。
3. 「海象災防應用技術系統」的建置，107年度完成海運區

域波候、海岸潮線預報、颱風波浪統計預報，發展船級舒適度預報、海岸長浪海溫、海嘯即時分析作業技術的發展，並改進海洋溢油漂流預報作業技術。

4. 異常海水溫預警服務作業技術發展，為求提供一般大眾及政府決策部門參考，應依據海溫寒害警示指標，設立危險性分級燈號；彙整至少五年臺灣海峽周遭氣象觀測站風場資料及歷史船測水文資料，建立臺灣海峽表面風場與海表溫之關係以及分析海表溫與水下溫度之相關性；分析現有的氣象站、海氣象浮標持續觀測與災損資料，評估對澎湖海域養殖漁業寒害之可運用性與可預報性。
5. 海難漂流軌跡預報技術發展，延續 106 年計畫內容，增加氣象局海洋模式表面流場及國研院海洋科技研究中心的 CODAR 遙測海流進行軌跡預測，分析與實際觀測軌跡之差異，並開發海流與海溫預報資料品質驗證資訊模組，比較使用 AVISO、HYCOM、CODAR 與氣象局海洋模式流場的預報軌跡結果，在臺灣周遭不同海域之差異，期望發展適合臺灣周遭海域的漂流軌跡預報演算法；持續將漂流浮標觀測軌跡資料與推估軌跡進行案例比對，將漂流浮標即時觀測軌跡加入系統，對推估軌跡進行即時驗證，並針對過去海巡搜救與海象浮標漂流案例進行模擬比對；加入氣象局所提供之近岸流場模式(OCM)，提升近岸漂流軌跡之準確度；推估臺灣周遭海域流速之不確定性，改善演算法中的隨機亂數與陸地邊界對漂流軌跡模擬之影響。
6. 海洋熱含量變異特性分析技術發展，彙整國內外海洋熱含量變異文獻；彙整 104 到 107 年度的浮標觀測資料、TAO 浮標及衛星測高資料，進行西太平洋上層海洋熱含量之分析；彙整 104 到 107 年度的浮標觀測資料配合其他氣象資料，進行西太平洋海氣熱通量之估算與分析；彙整 104 到 107 年度的浮標觀測所得的颱風資料，分析各個颱風運動對上層海洋熱含量產生之可能影響。
7. 海洋熱含量相關觀測系統整合測試，將 106 年度開發之雙衛星系統傳輸介面置於浮標上進行實際海域測試；運用六



軸加速度感應元件，發展省電型波浪儀原型，置於浮標上進行實際海域波浪觀測之驗證；發展即時傳輸影像系統，於陸上進行影像傳輸驗證，並對於本系統所需資料傳輸量、耗電量進行評估；發展衛星遙控功能使浮標在颱風期間可加密觀測並回傳資料。

8. 海洋熱含量相關觀測系統實地作業，整合發展的相關觀測儀器及韌體，安裝於測試浮標上，並於 107 年間，持續於臺東外洋（北緯 21-22 度、東經 122.5-124 度）佈放測試浮標，颱風季（4 月至 11 月）進行實際海域測試至少 75 天，並依本局資料格式即時傳輸回本局。驗證這些新開發的觀測系統在一般海象與極端事件（如颱風）中之系統運作與資料即時傳輸的穩定度；精進 106 年度所開發資料即時接收系統，並相容於雙衛星資料傳輸系統。

### （三）開發新式衛星與雷達衍生產品

1. 開發日間衛星偵測積冰警示產品，日間衛星偵測積冰技術是利用地球同步衛星觀測資料反演雲屬性等參數，有關液態水含量 LWP(Cloud Liquid Water Path)及雲滴有效半徑  $Re$ (Cloud Effective Radius)與實際觀測飛機積冰之關係，建立偵測積冰警示的演算法，可提供臺灣附近上空積冰潛在分布區域，增進飛行安全的資訊。
2. 開發衛星對流起始偵測產品，衛星對流起始偵測技術是利用地球同步衛星之紅外線雲圖影像追蹤與各頻道亮度溫度、亮度溫度差及亮度溫度趨勢變化等預測因子，以閾值法做為開發衛星對流起始偵測之方法，對流起始偵測技術之分析結果可提供每 10 分鐘之衛星即時環境監測產品，主要偵測對流雲發展前半小時至 45 分鐘初始位置，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。
3. 衛星雲頂相態作業產品，本產品主要為應用日本地球同步氣象衛星向日葵 8 號衛星之紅外線  $11\mu\text{m}$  頻道的亮溫和近紅外線  $3.75\mu\text{m}$  頻道的反照率對於冰晶與液態水的特性不同，並導入大氣、地表等環境背景參考資料，可將雲頂區

分為冰、水及過冷水等等雲物理屬性相關資訊，增進氣象人員對天氣系統之辨識與分析能力。目前已完成即時作業產品產出工作，依照區域分為全景、亞洲及台灣等三種不同的產品，提供不同使用者需求。雲頂相態資料可以做為其他衛星資料衍生產品的輔助或參考資料，例如雲頂為過冷水的資訊可用於校驗偵測積冰警示產品或導入對流起始偵測產品中以增加產品的準確度。

4. 完成新增建之臺中南屯防災降雨雷達的即時資料導入及顯示，提供本局天氣監測及預報作業使用。並進行後續掃描測試及掃描策略參數研擬，相關工作有助於未來正式上線運作。
5. 利用本局 S 波段五分山雷達個案資料，針對豪大雨期間進行兩種雷達定量降雨估計法比較特性差異，單偏極化雷達定量降雨估計是利用回波與降雨率關係式(Z-R relationship)計算，雙偏極化定量降雨估計法則是利用衰減量(attenuation)與降雨率關係式進行計算，亦評估方法之作業穩定性及可用度。另亦利用 C 波段五分山維護平台個案資料進行資料品管以及定量降雨估計法比較。此格點化定量降雨估計之品質改進，對於後端資料使用單位如水利署進行水庫集水區、河川水位，及水保局發布土石流預警所需之有效累積雨量的計算有所助益，可提升氣象資訊於防災之應用效益。

#### (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. 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，持續進行在地化資料導入及測試。完成導入本局之數值模式資料，包含 3 公里解析度且每小時更新之 CWB/STMAS-WRF，與 2 公里解析度且每小時更新之 CWB/RWRF(具有雷達資料同化功能之 WRF 預報)，完成不同模式資料來源之平行測試，有助於預報結果的統計分析，並自動化產製對流生成之可能性

(likelihood)預報。

2. 開發即時預報產品顯示網頁，完成午後雷陣雨與綜合天氣型態之 0-1 小時對流啟始可能性預報產品顯示，其中分別包含原始的可能性預報產品與包含時間與空間不確定性資訊之對流起始位置預報產品呈現。

## (五) 建置衛星產品展示平臺

本年度衛星產品展示平臺，除建置基本資料處理與儲存硬體設備外，顯示系統之主要工作項目如下：

### 1. 衛星產品資料庫

- (1) 流量分析：將資料庫中的產品流量寫入紀錄檔，並統計每個月的流量數據，提供後續維運參考。
- (2) 紀錄產品點擊次數：紀錄不同類型衛星產品的點擊次數，作為後續維運參考。

### 2. 衛星產品瀏覽介面

衛星產品瀏覽介面新增圖檔下載功能及強化高解析度圖檔放大功能：

- (1) 下載功能：使用者可以將圖檔加入待下載清單，並可以選擇組合 GIF 或是單圖壓縮下載。
  - (2) 強化高解析度圖檔放大功能：使用者可鎖定高解析度圖檔放大區塊，並針對鎖定區塊查詢不同時間及不同產品功能，此為會員才能使用的進階操作功能。
- (3) 網頁功能強化：管理者可以藉由設定檔自行定義圖檔 looping 的時間長度及 looping 圖檔的時間間隔；並於登入頁面增加忘記密碼查詢功能，使用者可利用此功能進行新密碼設定。

### 3. 系統管理介面

於系統管理介面中，增加檔案到位監控介面，管理員可以藉由此頁面追蹤不同衛星產品的到位情況。

## 二、 遭遇困難與因應對策

類別	說明	因應措施與建議
執行困難	無	-
執行落後	無	-

### 三、實際執行與原規劃差異說明

實際執行與原規劃無差異。

## 參、人力與經費執行情形

### 一、計畫人力運用情形

#### (一) 計畫人力結構 (E004)

計畫名稱	執行情形	107 年度							108 年度 總人力 (預算數)	109 年度 總人力 (申請數)
		研究員 級	副研究 員級	助理研究員 級	助理級	技術 人員	其他	總人力 (人年)		
建置海域 環境災防 服務系統	原訂	6	3	6	2	0	0	17	17	34
	實際	6	3	6	2	0	0	17	—	—
	差異	0	0	0	0	0	0	0	—	—
建置遙測 災防服務 系統	原訂	5	4	2	2	0	0	13	13	29
	實際	5	4	2	2	0	0	13	—	—
	差異	0	0	0	0	0	0	0	—	—

- 研究員級：研究員、教授、主治醫師、簡任技正等，若非以上職稱則相當於博士滿3年、或碩士滿6年、或學士滿9年以上之研究經驗者。
- 副研究員級：副研究員、副教授、助理教授、總醫師、薦任技正，若非以上職稱則相當於博士、或碩士滿3年、或學士滿6年以上之研究經驗者。
- 助理研究員：助理研究員、講師、住院醫師、技士，若非以上職稱則相當於碩士、或學士滿3年以上之研究經驗者。
- 助理級：研究助理、助教、實習醫師，若非以上職稱則相當於學士、或專科滿3年以上之研究經驗者。
- 技術人員：指目前在研究人員之監督下從事與研究發展有關之技術性工作。
- 其他：指在研究發展執行部門參與研究發展有關之事務性及雜項工作者，如人事、會計、秘書、事務人員及維修、機電人員等。

#### (二) 人力實際進用與原規劃差異說明

人力實際進用與原規劃無差異。

## 二、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 107 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. 108 年度預算數：如立法院已通過 108 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。

	107 年度					108 年度 預算數	109 年度 申請數	備註
	預算數 (a)	初編決算數			執行率 (d/a)			
		實支數 (b)	保留數 (c)	合計 (d=b+c)				
總計	109,227	109,105	0	109,105	99.89%	109,272	109,272	
一、經常門小計	1,455	1,455	0	1,455	100%	2,400	2,400	
(1)人事費								
(2)材料費								
(3)其他經常支出	1,455	1,455	0	1,455	100%	2,400	2,400	
二、資本門小計	107,772	107,650	0	107,650	99.89%	106,872	106,872	
(1)土地建築								
(2)儀器設備								
(3)其他資本支出	107,772	107,650	0	107,650	99.89%	106,872	106,872	

## (二) 經費支用說明

本計畫屬性為新興「院推動政策額度」計畫，經費需求見表 B005，107 年度總經費需求為 109,227 千元，分別為建置海域環境災防服務系統 60,272 千元、建置遙測災防服務系統 48,955 千元。

其中，部份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。

## 肆、已獲得之主要成果與重大突破(含量化 output) (E003)

屬性	績效指標類別	績效指標項目		107 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	107 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：波潮偶合預報作業系統論文 1 篇、異常海水溫預警相關論文 2 篇。 並於國內、外研討會發表論文 8 篇，包括：暴潮系統成果論文 1 篇、海象災防應用技術發展成果論文 1 篇、海象災防資訊平台論文 3 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 1 篇、雷達定量降水估計方法評估相關論文 1 篇。 學術發表有助於與國內外學研單位密切合作，進行技術系統發展，促進科技基礎研究與應用，並由碩博士生參與以共同培育國內海象人才。		
			國外(篇)		2			
		研討會論文	國內(篇)		5			
			國外(篇)		3			
		專書論文	國內(篇)		0			0
			國外(篇)					
	B. 合作團隊 (計畫)養成	機構內跨領域合作團隊(計畫)數		3	0			本計畫與中央大學太空及遙測研究中心、國立海洋大學所組成衛星遙測產品研發團隊，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
		跨機構合作團隊(計畫)數			5			
		跨國合作團隊(計畫)數			0			
		簽訂合作協議數		0	1			
形成研究中心數		0	0					



屬性	績效指標類別	績效指標項目	107 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		
		形成實驗室數	0	0	份有限公司形成海象災防應用技術發展團隊。與美國 NOAA 所屬氣象技術研發單位、中央大學太空及遙測研究中心組成之衛星遙測技術發展團隊進行衛星與雷達技術的導入與產品研發。與美國 NOAA 簽訂合作協議。本計畫形成的合作團隊，一方面為海氣象測報提供科學研究的助力，一方面藉此培養我國堅實的海氣象人才。	
	C. 培育及延攬人才	博士培育/訓人數	5	5	培育博士(含博士生)與碩士生共 7 人，鑽研暴潮、海嘯即時分析、海洋溢油漂流預報等技術。	
		碩士培育/訓人數		2		
		學士培育/訓人數		0		
		學程或課程培訓人數		0		
		延攬科研人才數		0		
		國際學生/學者交換人數		0		
		培育/訓後取得證照人數		0		
	D1. 研究報告	研究報告篇數	1	2	完成「海象預報整合系統(2/4)」、「颱風系集路徑離形模組(2/4)」等報告 2 冊，可提供國內學研單位應用，提升國內海洋科技研發水平。	
	F. 形成課程/教材/手冊/軟體	形成課程件數	0	1	辦理 107 年度「異常海水溫與海難漂流預報技術發展(2/4)」、「海象災防應用技術發展(2/4)」、「海象災防應用技術	
		製作教材件數	0	4		
		製作手冊件數	0	1		

屬性	績效指標類別	績效指標項目	107 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		
		自由軟體授權釋出教材件數	0	0	發展資訊應用講習」之教育訓練課程並提供相關教材，邀請本局內部同仁及專家學者齊聚參與，了解並討論海象災防應用服務等議題，提供跨域氣候服務的內涵方向。 在「海象災防環境資訊系統環境」建置後亦製作教育訓練及系統手冊各 1 份。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，供知識的分享與重複學習，教材中提及系統建置的內容亦可供後續相關系統建置之參考。	
	其他	國際學術單位交流	0	1	5 月中旬派員專往美國麻省理工學院 MIT 向 Thomas Peacock 教授請益漂流物軌跡相關演算法，進行約一週左右的交流討論，期望藉此與國外學者進行相關學術交流，以提升本計畫欲發展之預報技術。	

屬性	績效指標類別	績效指標項目	107 年度		效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破	
			原訂目標值	實際達成值			
技術創新 (科技技術創新)	H.技術報告及檢驗方法	新技術開發或技術升級開發之技術報告篇數	5	6	<ol style="list-style-type: none"> <li>完成「建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統-107 年度海象災防應用技術發展(2/4)」、「異常海水溫與海難漂流預報技術發展(2/4)」、「海象災防環境資訊系統環境建置(2/4)」等報告 3 冊，研究成果未來將可提供國內政府部門災害防救決策參考與學研單位應用，促進海、氣象資源共享與有效運用。</li> <li>完成「C 波段雙偏極化雷達定量降雨估計法比較分析」報告 1 冊，提供利用雙偏極化雷達參數進行降雨估計之分析成果，可供國內政府部門災害防救決策參考與學研單位參考。</li> <li>完成「遙測資料在防災上之應用技術」等有關衛星產品研發技術報告 2 冊，衛星應用與加值產品之研究成果，可擴大衛星產品之服務與應用。</li> </ol>		
	I1. 辦理技術活動	辦理技術研討會場次	1		1	舉辦「臺灣海象災防環境資訊平臺應用講習會」，邀請國內國家災害防救災中心、海洋委員會海洋保育署、海巡署、海軍大氣海洋局、水利署、觀光局、國家公園管理處、臺灣港務公司、中油公司等災防機關，針對已發展的海象災防產品進行說明、推廣及交流。	
		辦理技術說明會或推廣活動場次					
辦理競賽活動場次							

屬性	績效指標類別	績效指標項目	107 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		
	12. 參與技術活動	參與技術活動	1	2	於重要技術研討會 2018 AGU(American Geophysical Union) Fall Meeting 發表海象災防應用技術 1 次，於 107 年天氣分析與預報研討會發表海象災防應用技術 1 次。	
經濟效益 (經濟產業促進)	AC. 減少災害損失	開發災害防治技術與產品數	7	8	<ol style="list-style-type: none"> <li>近岸區域海象預報整合子系統，建置國內第 1 套波潮偶合作業化暴潮預報系統，解析度 1 公里，減少經濟損失與人命傷亡風險。</li> <li>新增海運區域波候、海岸潮線預報、颱風波浪統計預報等產品 3 項。海流與海溫預報資料品質驗證產品 1 項。</li> <li>新增衛星飛機積冰與雲頂相態等 2 項衛星衍生或加值應用產品。</li> <li>應用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。</li> </ol>	
		建立示範區域或環境觀測平臺數	0	0		
		建築或橋梁補強數	0	0		
		輔導廠商建立安全相關生產或驗證機制之件數	0	0		
		預估降低環境危害風險或成本(千元)	0	0		

屬性	績效指標類別	績效指標項目	107 年度		效益說明 (每項以 500 字為限)	重大突破	
			原訂目標值	實際達成值			
社會影響	社會福祉提升	AB.科技知識普及	新聞刊登或媒體宣傳數量	0	5	<ol style="list-style-type: none"> <li>「臺灣海象災防環境資訊平台應用講習會」發布新聞稿 1 則，宣傳本局與成功大學、臺灣大學、高雄科技大學等國內外學研單位及資拓宏宇公司合作，在科技部支持下，自 106 至 109 年推動「建置海域環境災防服務系統計畫」，打造「臺灣海象災防環境資訊平台」。</li> <li>報導本計畫工作子項「海洋熱含量相關觀測系統實地作業」相關新聞 4 則，國際新聞刊登於 Eos(the Earth and space sciences) 新聞雜誌 (<a href="https://eos.org/wp-content/uploads/2017/06/July-17_Magazine.pdf#page=26">https://eos.org/wp-content/uploads/2017/06/July-17_Magazine.pdf#page=26</a>)，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；國內則有聯合新聞、ETtoday 新聞、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 (<a href="https://po.oc.ntu.edu.tw/buoy/buoy2018/index.php">https://po.oc.ntu.edu.tw/buoy/buoy2018/index.php</a>)。</li> </ol>	
		Q. 資訊服務	設立網站數	0	0	<ol style="list-style-type: none"> <li>提供大潮監測資料、長浪監測資料、潮位統計、澎湖縣海域漁業海水溫預警、未來 30 天縣市滿潮預報資料、海岸潮線預報圖-彰化縣、海岸潮線預報圖-雲林縣、海岸潮線</li> </ol>	
	提供客服件數		0	0			
	知識或資訊擴散(觸達)人次		0	0			
	開放資料(Open Data)項數		8	9			

屬性	績效指標類別	績效指標項目	107 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		
		提供共用服務或應用服務項目數	16	24	預報圖-嘉義縣、海岸潮線預報圖-臺南市等 9 項災防所需開放資料。 2. 提供船舶報告、波候最大波高、海象資料浮標觀測、潮位站潮汐水位，OISST 衛星、GHRSSST 衛星、OSTIA 衛星之遙測海表溫度、TPXO 模式預報潮流、RTOFS 模式預報之表面海流、海表溫度，OCM 模式之表面海流、海表溫度、海表高度、海表鹽度，以及 HYCOM 模式預報之海表溫度、海表高度、海表鹽度等 17 項海象地理資訊產品。 3. 提供潮位統計與波候 2 種 TGOS 海洋環境資料服務。 4. 新增衛星 3 項衍生產品與 2 種地球同步衛星數據資料產品。	
		線上申辦服務數	0	0		
		服務使用提升率	0	0		
其他效益	Y. 資訊平臺與資料庫	新建資訊平臺或資料庫數	3	3	1. 新建臺灣海象災防環境資訊平臺上線，新建西北太平洋海象資料庫上線，新建衛星產品整合顯示系統，完成衛星產品資料庫、衛星產品瀏覽介面及系統管理的強化。	
		推廣應用產品供其他機關數	3	24		
		更新資訊平臺功能項目	0	0		
		更新或新增資料庫資料筆數	0	0		
		提供共用服務或應用服務項目數	0	0		

屬性	績效指標類別	績效指標項目	107 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		
		資訊平臺或資料庫使用人次	0	0	2. 海象災防環境資訊平台推廣至國家災害防救科技中心、海洋保育署、海巡署及艦隊分署、航港局、觀光局大鵬灣、澎湖、東部海岸國家風景區管理處、墾丁國家公園及海洋國家公園管理處、臺灣港務公司與各分公司、台灣中油公司、國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心等 19 個災防機關使用。	
	其他	國際合作與人才培育	-	-	本計畫促成了國際技術的交流與合作，並透過計畫的委託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，由博、碩士生參與，增益其研究與實務應用之能力。	

### 107 年度計畫績效指標實際達成與原訂目標差異說明：

107 年度計畫績效指標實際達成成果優於原訂目標。在學術成就方面，本計畫之論文發表數、合作團隊養成、辦理國際學術交流訪談、形成教材與手冊的成果豐碩，優於計畫原訂目標；在技術創新、社會影響、其他效益面向，雖未能對應「已獲得之主要成果與重大突破」表中的量化績效指標，亦已有許多實質的成效。

## 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。



## 一、學術成就(科技基礎研究)

本計畫 107 年度在學術成就面向的主要成果，包括學術發表：國內期刊 1 篇、國外期刊 2 篇、國內研討會論文 5 篇、國際研討會論文 3 篇，計 11 篇；合作團隊養成：跨領域團隊 5 個；研究報告 2 冊(請參佐證資料表)、研討會 1 場、形成教材/手冊 5 件。說明如下：

### (一) 學術發表

#### 1. 國內期刊 1 篇

- 作者：本計畫細項計畫執行專家學者謝佳穎
- 論文名稱：先進海氣象觀測浮標之開發與測試
- 投稿期刊：海洋及水下科技季刊

#### 2. 國外期刊 2 篇

- (1) 作者：本計畫細項計畫執行專家學者 Y. Peter Sheng  
論文名稱：「Towards an Integrated Storm Surge and Wave Forecasting System for Taiwan Coast」  
投稿期刊：Journal of Marine Science and Technology (Impact Factor: 1.12)。
- (2) 作者：本計畫細項計畫執行專家學者鄭宇昕  
論文名稱：「Exceptionally cold water days in the southern Taiwan Strait: their predictability and relation to La Niña」  
投稿期刊：Natural Hazards and Earth System Science。(Impact Factor: 2.28)

#### 3. 國內研討會 5 篇

- (1) 作者：本計畫細項計畫執行專家學者吳祚任  
論文名稱：暴潮系集預報系統發展暨波浪與暴潮校驗系統建置  
研討會名稱：107 年天氣分析與預報研討會
- (2) 作者：本計畫細項計畫執行專家學者范揚洺  
論文名稱：發展海象災防應用技術與資訊服務  
研討會名稱：107 年天氣分析與預報研討會

- (3) 作者：本計畫細項計畫執行專家學者蔡婕媛  
論文名稱：冬季澎湖海域異常低溫海水之形成機制探討  
研討會名稱：107 年天氣分析與預報研討會
- (4) 作者：本計畫細項計畫執行專家學者張宏毅  
論文名稱：耐惡劣環境之海氣象浮標儀器開發與測試  
研討會名稱：107 年天氣分析與預報研討會
- (5) 作者：本計畫細項計畫本局執行人員唐玉霜  
論文名稱：應用回波衰減法進行雙偏極化雷達定量降水估計評估  
研討會名稱：107 年天氣分析與預報研討會

#### 4. 國際研討會 3 篇

- (1) 作者：本計畫細項計畫執行專家學者蔡婕媛  
論文名稱：A Study on the Processes Driving the Formation of Abnormally Cold Water in Winter in the Southern Taiwan Strait  
研討會名稱：2018 AGU Fall Meeting
- (2) 作者：本計畫細項計畫執行專家學者鄭宇昕  
論文名稱：Submesoscale eddy formation in the Kuroshio front interacting with a cape south of Taiwan  
研討會名稱：2018 AGU Fall Meeting
- (3) 作者：本計畫細項計畫執行專家學者范揚洺  
論文名稱：Marine Disaster Prevention Information Service Platform  
研討會名稱：EGU General Assembly 2018

以上論文著墨在建置近岸區域海象預報、建置遙測災防服務之研究，可促進科技基礎研究，並作為暴潮預報與檢驗、海洋熱含量異常、海洋漁業寒害、海氣象浮標儀器開發等海洋環境預報、西北太平洋海洋熱含量預報、降雨過程與降雨估計應用之指引。

## (二) 科技基礎研究之內容、價值與貢獻度

各項科技基礎研究之內容、價值與貢獻度說明如下：

### 1. 颱風暴潮個案模擬與校驗分析

進行 107 年瑪莉亞(MARIA)颱風的波潮耦合暴潮分析，使用參數颱風模型 (Holland, 1980)，瑪莉亞颱風路徑是從北臺灣越過，颱風中心未登陸臺灣，圖 4 為石門站校驗結果，藍線表示觀測水位(storm tide)，紅線表示模擬結果，颱風中心接近北臺灣陸地時，模式暴潮有低估，原因可能為參數颱風模型之風場未能真實模擬大氣風場，迎風面水位堆積不明顯，另外，波浪模擬低估以至於其所造成水位抬升有限，未來將在模式邊界輸入大尺度波浪模式網格資料，強化暴潮模擬正確性。



圖 3 瑪莉亞(MARIA)颱風路徑圖

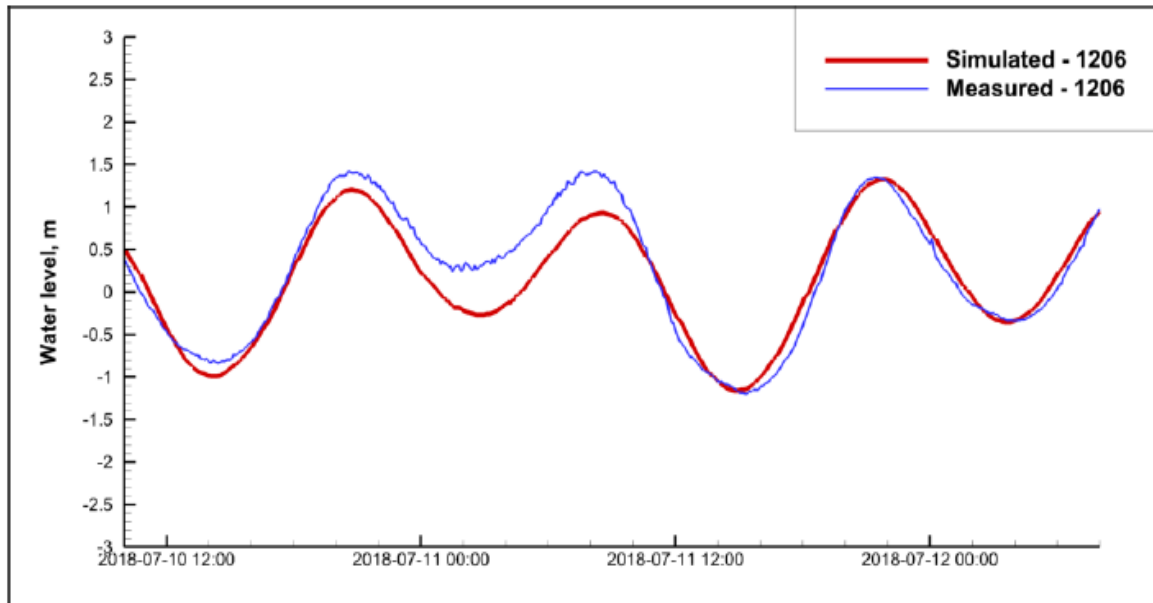


圖 4 瑪莉亞颱風石門站暴潮模擬校驗

## 1. 海象災防應用技術系統

「海象災防應用技術系統」-發展波浪、海流資料品管方法，建立本局波浪站品管準則，同時開發品管程序，包括歷史資料品管、即時資料品管與人工品管介面。此外，並發展海岸長浪警示技術，探討何種條件下的長浪容易造成危險，提出長浪平均週期、風浪與長浪平均週期差及風浪與長浪波向差等參數做為長浪警示判斷依據。

### (1) 發展波浪、海流資料品管技術

數據匯入資料庫前，須執行品管作業以確保資料正確性。因此為了本局東吉島底碇式波浪與海流及成功浮球波浪等監測資料的品管需求，發展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。本年度已開發的品管程序包括：歷史資料品管程序(如圖 5)、即時資料品管程序與人工品管程序(如圖 6)。

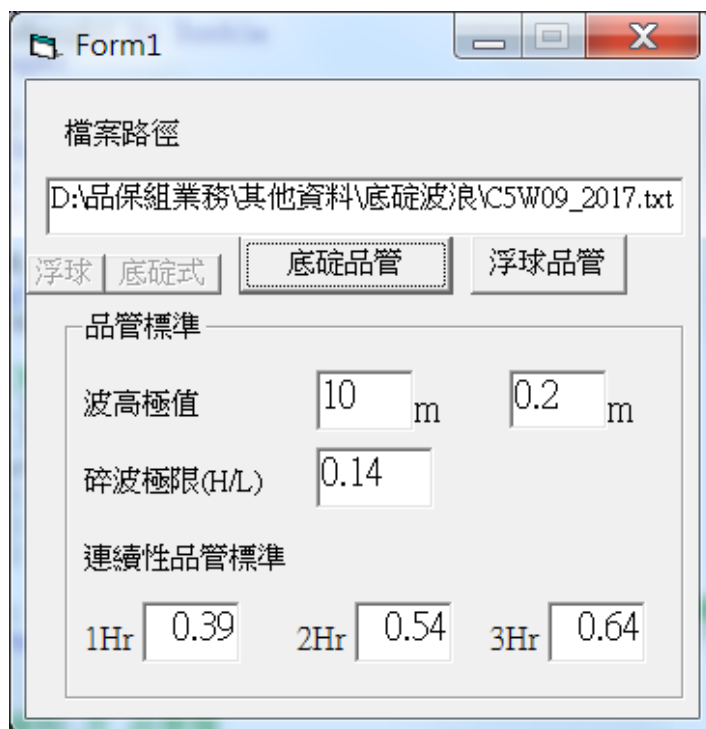


圖 5 歷史資料品管操作介面

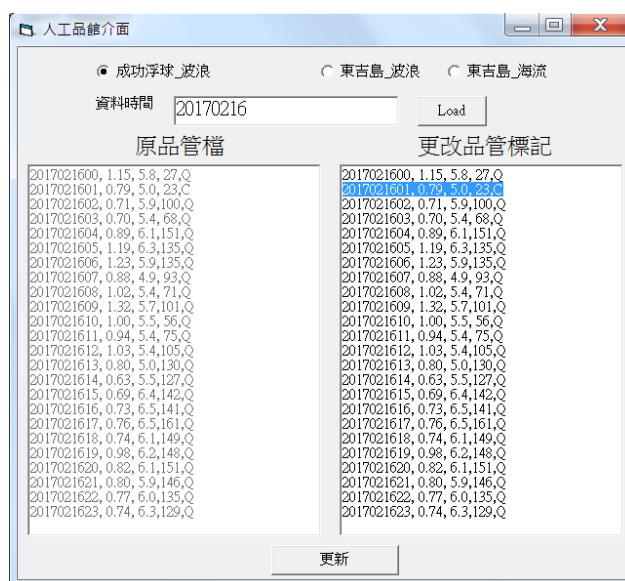


圖 6 人工介面執行圖

## (2) 航海風浪流況模組作業技術發展之船級舒適度

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，如表 1 所示。其中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。遊艇為遊憩使用，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。

表 3 不同船隻海上之航行警示條件

種類	船別	顯示燈號		
		●黃色	●透明色	
顯示訊息		作業風險大	可作業	
海巡艦艇、漁船	除汙船、巡防艇 20 噸以下(漁船 CT2 以下)	5 級(2m)		
	巡防艇 20 至 60 噸(漁船 CT3)	7 級(4m)		
	巡防艇 60 噸以上、舊式巡護船(漁船 CT4 至 CT6)	8 級(6m)		
	巡防艦、巡護船(漁船 CT7 至 CT8)	9 級(7m)		
動力小船	CTR、CTS	4 級(1m) 陣風 6 級)		
種類	船別	顯示燈號		
		●橘色	●黃色	●透明色
顯示訊息		危險	警告	舒適
遊艇	40 英尺	2.3m	1m	
	80 英尺	4.8m	1m	
	120 英尺	6.8m	1m	

### (3) 海岸長浪海溫模組作業技術發展

為了探討何種條件下的長浪容易造成危險，本模組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。近岸時有海難事件發生，但在事件發生位置有海象監測站的卻很少，後續將蒐集更多事件以加強驗證。

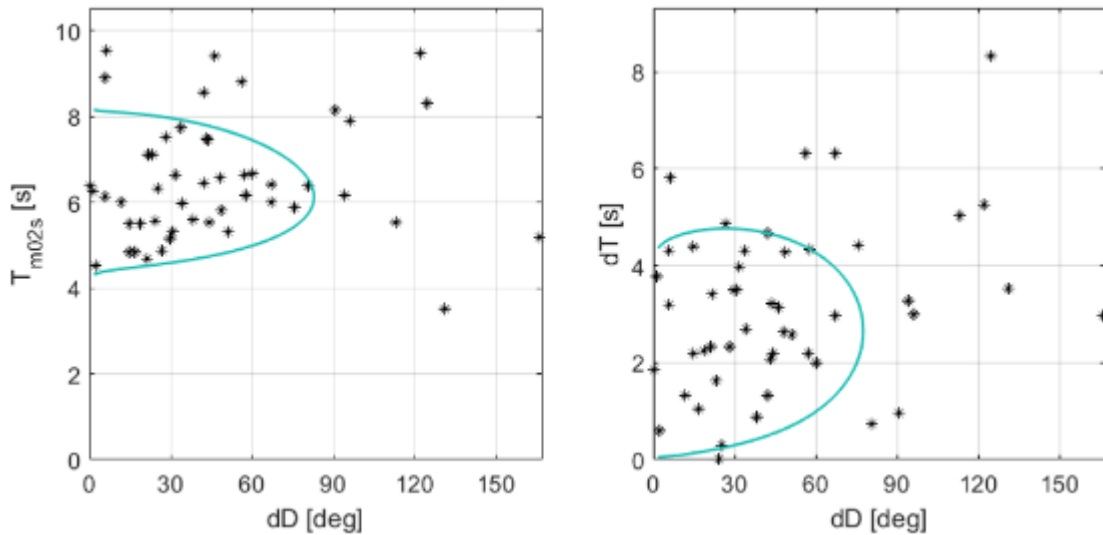


圖 7 船難事件時風湧浪波向差與湧浪尖峰週期(左)及風湧浪週期差(右)散佈圖，綠線範圍為 60% 機率範圍

#### (4) 海嘯即時分析模組作業技術發展

為了建置即時分析水位方法以達海嘯即時分析之目的，透過濾波法、潮汐模式分析法及調和分析法之比較分析，發現濾波法運用於即時水位分析與歷史資料分析之比較結果，其結果顯示即時濾波時，於即時水位處會有異常值發生，如圖 8 所示，此現象可能會導致即時海嘯波分析誤判之情況。除以固定長度方式分析即時水位外，亦同時修正前時刻分析資料，惟至少須 3 小時以上歷史資料才能修正水位訊號。由此可知，帶通濾波法運用於海嘯波即時分析上有所困難。又調和分析是針對各觀測站歷史資料進行率定，其推算結果會更符合臺灣近岸海域天文潮水位變化，使其差值會較潮汐模式推算結果更為穩定，如圖 9 所示。故調和分析法可有效達到即時分析水位之目的，且其相較於潮汐模式分析法，更能反應臺灣近岸海域天文潮變化情況。

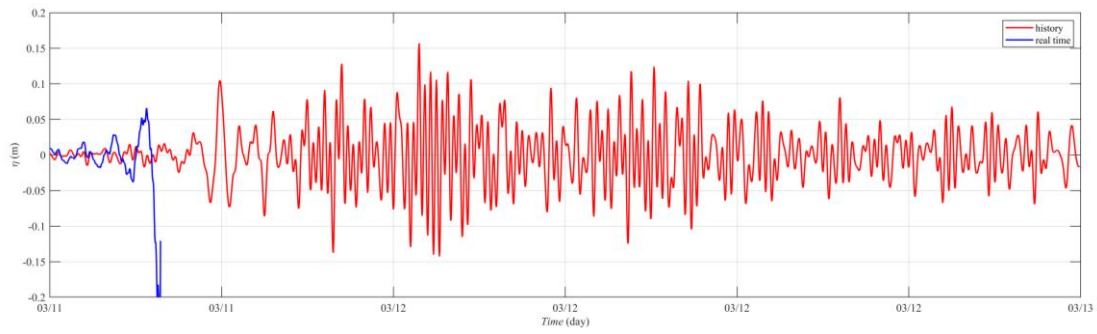


圖 8 濾波法運用於即時分析觀測資料與歷史資料分析之比較結果

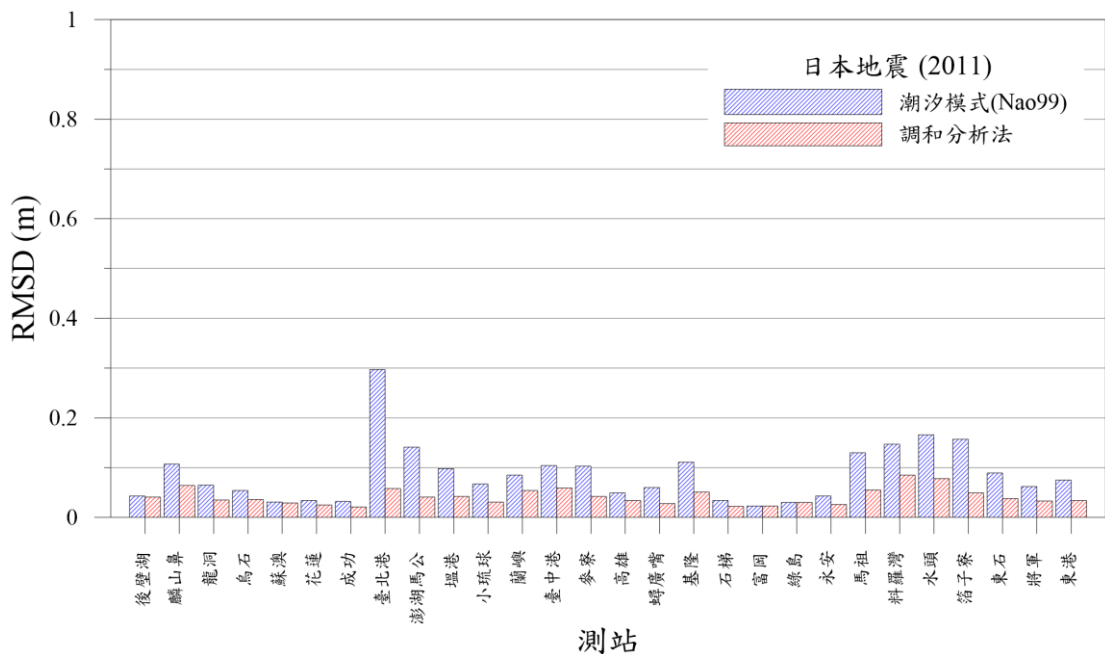


圖 9 潮汐模式與調和分析均方根誤差比較結果 (日本地震事件, 2011)

## 2. 異常海水溫預警技術研究

106 年度與本年度已完成彙整關於臺灣海峽周遭海洋與大氣環境條件之歷史文獻，亦收集到於 2000、2008 與 2011 年三個澎湖曾發生寒害的歷史事件，並使用衛星海表溫進行分析，以海表溫來定量異常冷水事件的個數。分析數據顯示從 1995 至 2017 年共有 7 年發生異常冷水事件，其中包含已經確認有寒害發生的 2000、2008 與 2011 年，且這些事件都發生在強反聖嬰年(ONI<-1)後的隔年一、二月(圖 10)。分析結果顯示，反聖嬰年時臺灣海峽大部份區域都呈現顯著的冷異常，風場則呈現東北風場異常值有利於更進一步增強冬季的



東北季風(見圖 11 示意圖)。根據分析結果，本項目以 ONI 與累積風速發展預警門檻與機制(圖 10，此預警機制於 107 年度有些微調整)，並制定預警燈號，方便各政府決策單位應用與判讀。

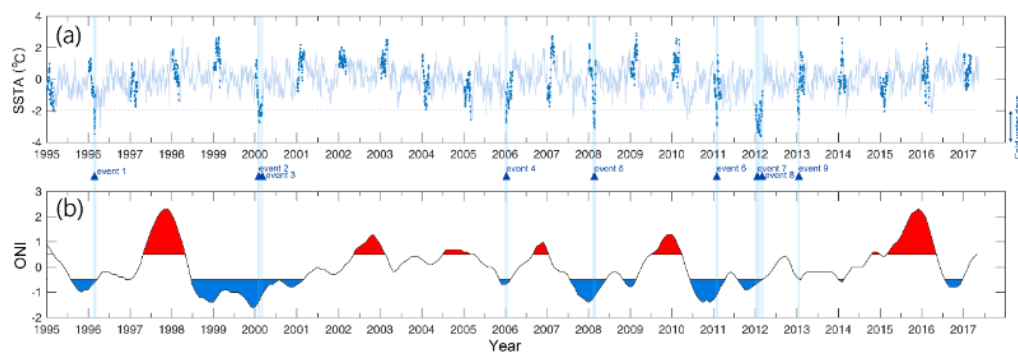


圖 10 (a)海表溫異常值時間序列，藍色圓點表示冬季期間。虛線代表低於平均值 1.6 倍標準差的數值位置。(b)ONI 時間序列，聖嬰年用紅色表示，反聖嬰年則用藍色。藍色條線與三角形代表發生冷水事件的日期。

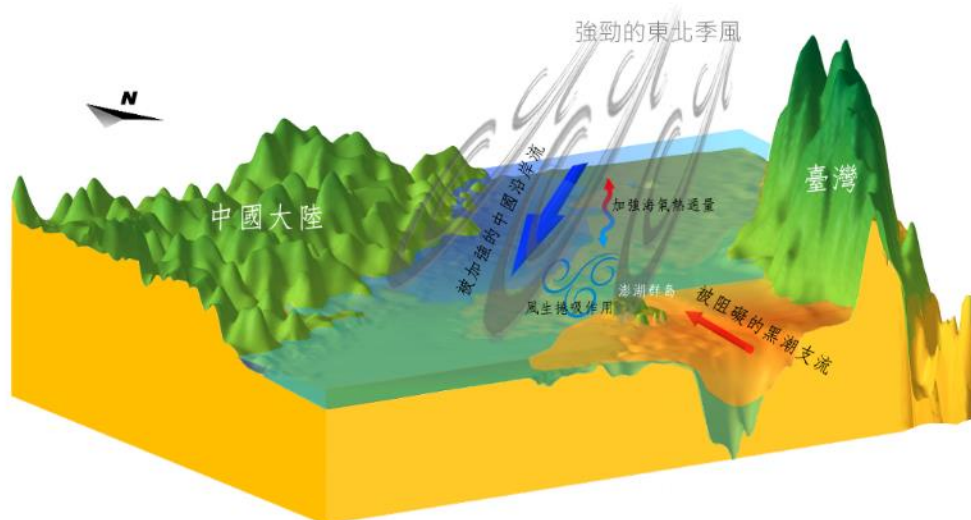


圖 11 反聖嬰年冷水事件示意圖

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)，圖 12 的結果清楚指出暴露在紅燈(非常危險)的冬天有 2000、2008、2011 與 2012 年，而真正有發生寒害的年份為 2000、2008 與 2011 年(Chang et al., 2009; Lu et al., 2012)，換言之該預警系統紅燈預警寒害的發生機率为 75%。

表 4 異常海水溫預警條件及分級燈號(只適用於澎湖)

燈號	燈號意義	條件	可能發生時間	發生機率
●	警告	ONI $\leq$ -0.9	未來 30 天	50%
●	危險	ONI $\leq$ -0.9 & 10 天累積平均風速 $\geq$ 11.5 m/s	未來 15 天	60%
●	非常危險	ONI $\leq$ -0.9 & 20 天累積平均風速 $\geq$ 12.5 m/s	未來 5 天	75%

附註：該預警系統只會在每年的 1-2 月啟動，其餘月份並不適用

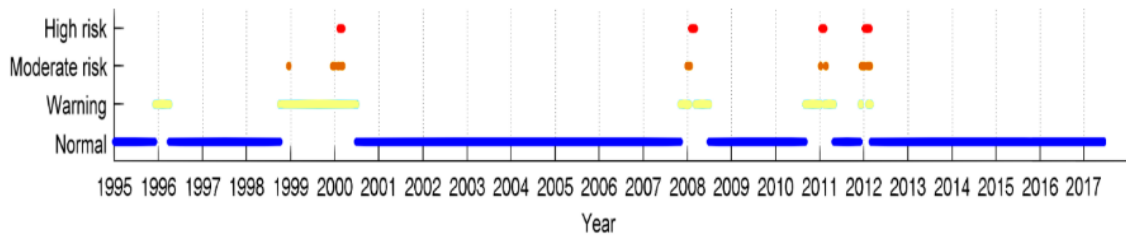


圖 12 澎湖冷水事件預警燈號後報時序列

根據 106 年度的研究結果，我們得以瞭解異常冷水事件與東北季風的強度有著密不可分的關係，為了能夠更加精進預報的結果，本年度(107 年)計畫彙整臺灣海峽周遭之浮標及海氣象觀測站(如澎湖、金門、馬祖、七股、將軍、箔子寮、大鵬灣、小琉球...等)的歷史風場、氣溫及海表溫資料，藉由建立臺灣海峽表面風場與海表溫變化之關係，期望未來可利用表面風場來推測海表溫的變化。圖 13 及圖 14 分別顯示 2008 及 2011 年冷水事件之平均風速、氣溫及海表溫時序列，圖中顯示 NCEP 模式風速大致與實測風速的趨勢吻合，不過與 NCEP 模式風速相較起來，實測風速的變化較大，其很可能是由於測站大部分位於臺灣本島背風面處，因此當地風場易受地形影響所致。於異常冷水事件前後之風速、氣溫及海表溫的變化情形大致如下：當東北季風維持一段時間(一天

至數天不等)後，氣溫接著下降，而後海表溫亦逐漸降低；反之一旦風速減弱，氣溫則上升，隨後海表溫開始回溫，不過值得注意的是，相較於海表溫緩慢下降之情形，海水回溫的速度明顯加快許多，其所造成的強烈溫度梯度(海水迅速由冷轉暖)是否影響當地海洋環境與生存條件，由於目前較少有針對這方面的相關文獻探討，因此所衍生出的議題我們尚無法給出一個定論。由於圖 13 及圖 14 僅呈現時序列變化，為進一步釐清臺灣海峽海表溫的空間分布特性，我們將空間解析度約 1 公里的 Level-2 衛星海表溫與實測海表溫(圖 15f 及圖 16f)互相對應(圖 13 及圖 14)，雖在冬季厚雲層的遮蔽下，大多時間較無法觀測到整個臺灣海峽海表溫的全貌，不過從圖中可發現兩者對應的情況相當一致，雖大部分臺灣海峽西側的衛星海表溫受雲層影響，較不易看出冷水事件前後中國沿岸流如何往澎湖方向移動，然而我們可以明顯觀察到，有一股暖流常駐於臺灣西南外海，這股暖流在特定時間沿著澎湖水道北上，進而往澎湖北部海域擴展，且我們發現暖流北上的時間恰好能與風速減弱時相對應，因此推測海溫快速回升可能與此暖流有關。

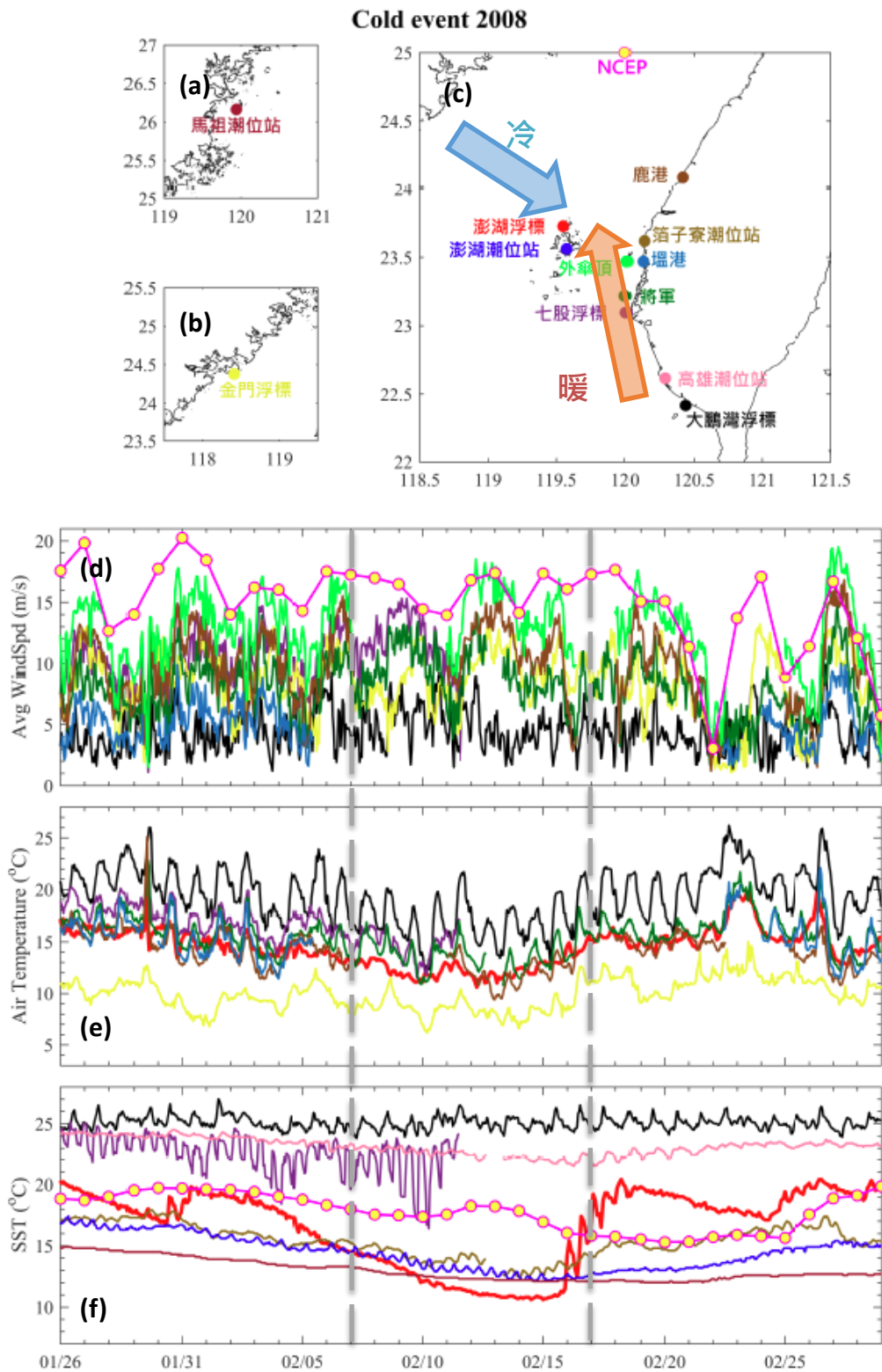


圖 13 (a-c)2008 年冷水事件之測站位置，(d-f)依序為平均風速、氣溫及海表溫時序列。(c)中 NCEP 表示其風速之經緯位置，(d)中黃色圓圈表示 NCEP 風速，(f)中黃色圓圈表示衛星海表溫，灰色虛線表示冷水事件期間。

Cold event 2011

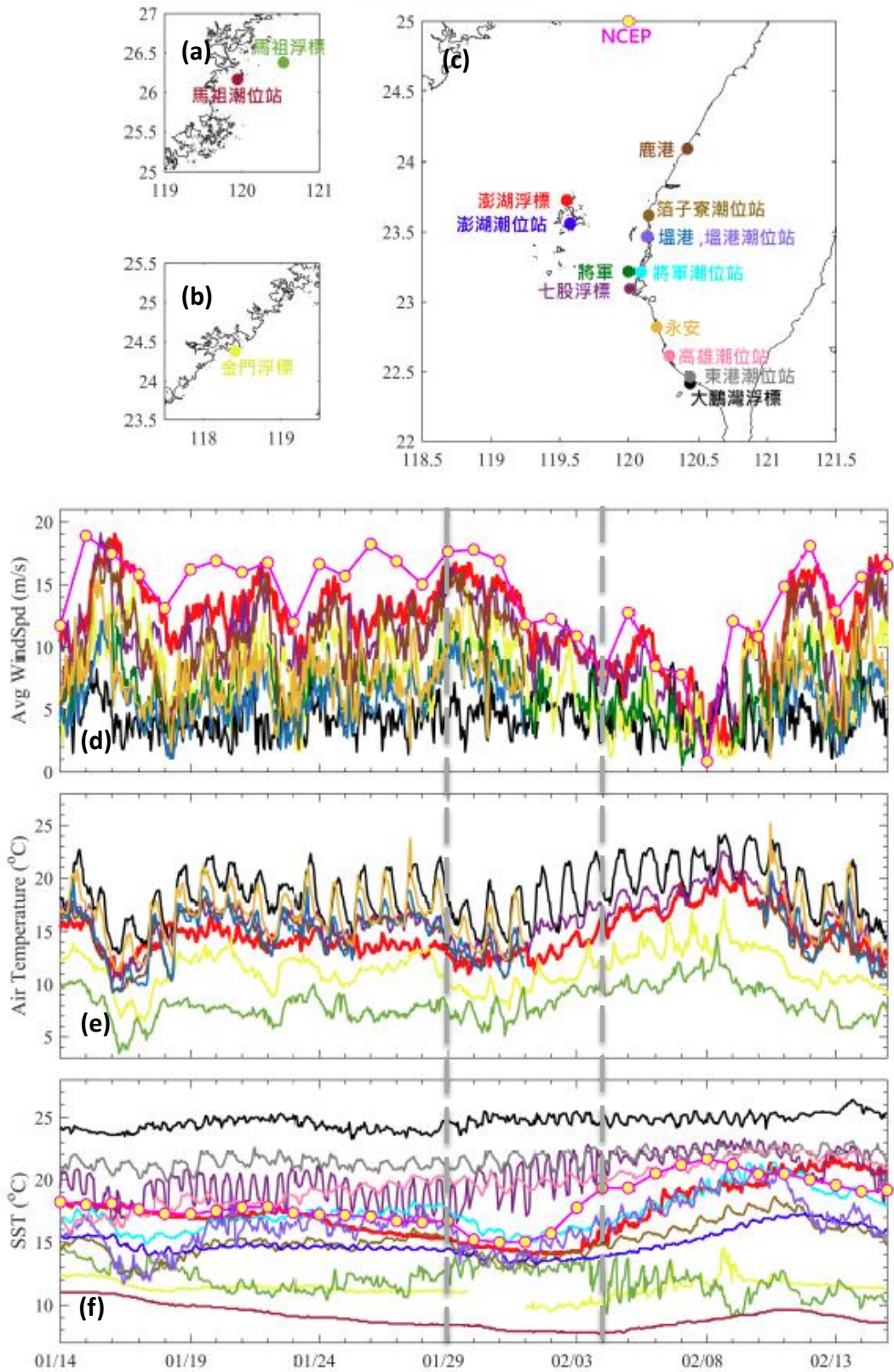


圖 14 (a-c)2011 年冷水事件之測站位置，(d-f)依序為平均風速、氣溫及海表溫時序列。圖中圓圈及線條代表意義如同圖 13。

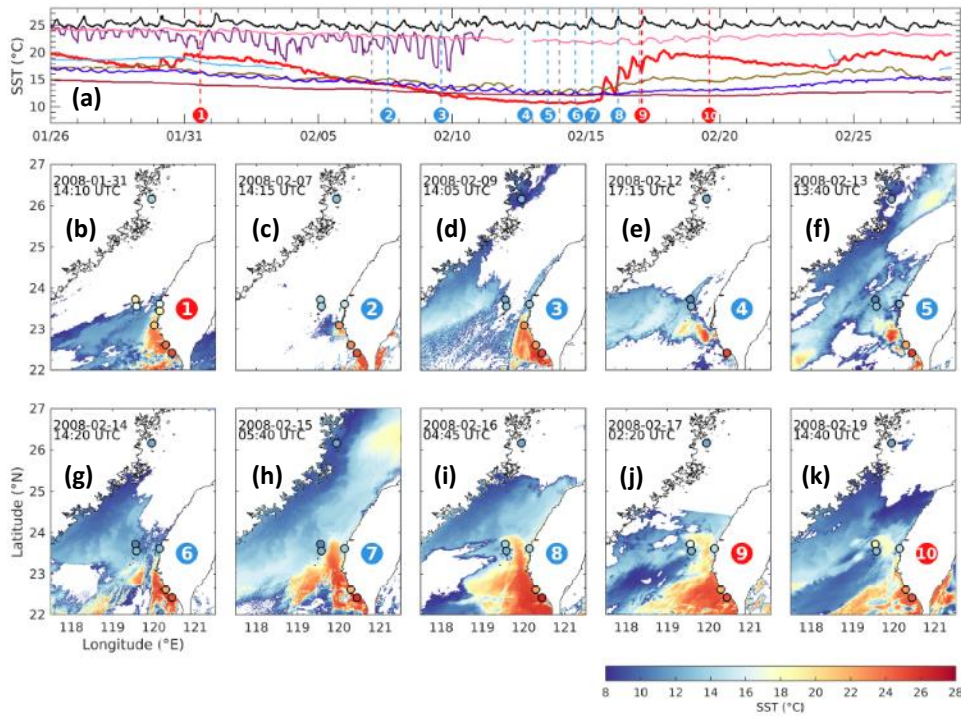


圖 15 (a)海表溫觀測資料及(b-k)Level-2 衛星海表溫於 2008 年冷水事件前後之空間分布時序列(分別對應 a 的 1-10)，圖中顏色圓圈表示測站於該時間點所對應之海表溫。數字藍底圓圈表示於冷水事件期間，數字紅底圓圈則表示於事件之前(後)。

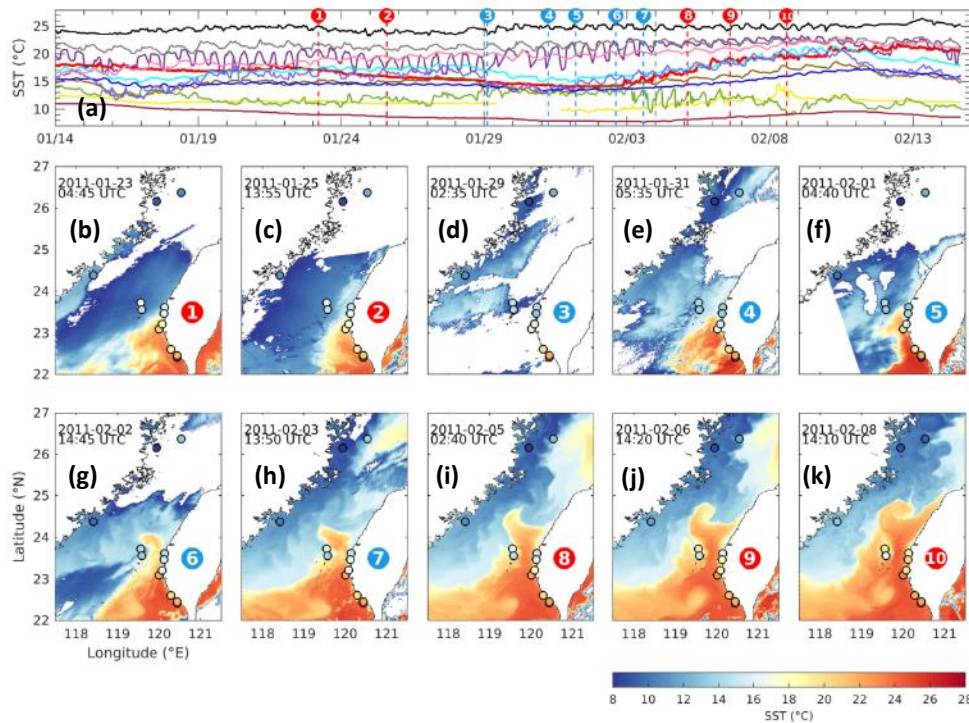


圖 16 (a)海表溫觀測資料及(b-k)Level-2 衛星海表溫於 2011 年冷水事件前後之空間分布時序列(分別對應 a 的 1-10)。顏色圓圈標示如同圖 15。

由於過去文獻(呂等, 2012)指出異常冷水事件嚴重影響澎湖附近海域的生態環境, 鑒於連結表面風場、海表溫及水下溫度變化之關係有助於提升異常冷水預警系統之準確性, 本局後續將評估目前臺灣所擁有的海氣象資料庫取代以 NCEP 模式風場為基礎的預警系統之可行性。海洋學門資料庫(Ocean Data Bank, ODB)提供歷年船測與現場觀測資料, 本計畫彙整自 1985 至 2017 年於澎湖北部海域(23.75°N, 119.75°E)的歷史水文觀測資料, 圖 17 為長期冬季(定義為 12 至 2 月)之水下平均溫度, 圖中顯示近海表(水下 10 公尺以內)的水溫介於 22.4~23°C, 近底(水深約 75 公尺)的水溫則為 21.8°C, 兩者溫度相差不大(至多 1.2°C), 代表在冬季時期整個水層的分層效應(stratification)不明顯, 上下水層可能因東北季風長時間的吹拂下產生強烈的混合作用, 換言之, 我們得以預期當異常冷水事件發生時, 上下水層甚至澎湖附近的海域整體皆處於低溫狀態, 一旦低溫狀態維持數週以上, 則可能進一步影響當地海洋生物的生存機能, 甚至造成死亡, 如 2008 及 2011 年的寒害事件。

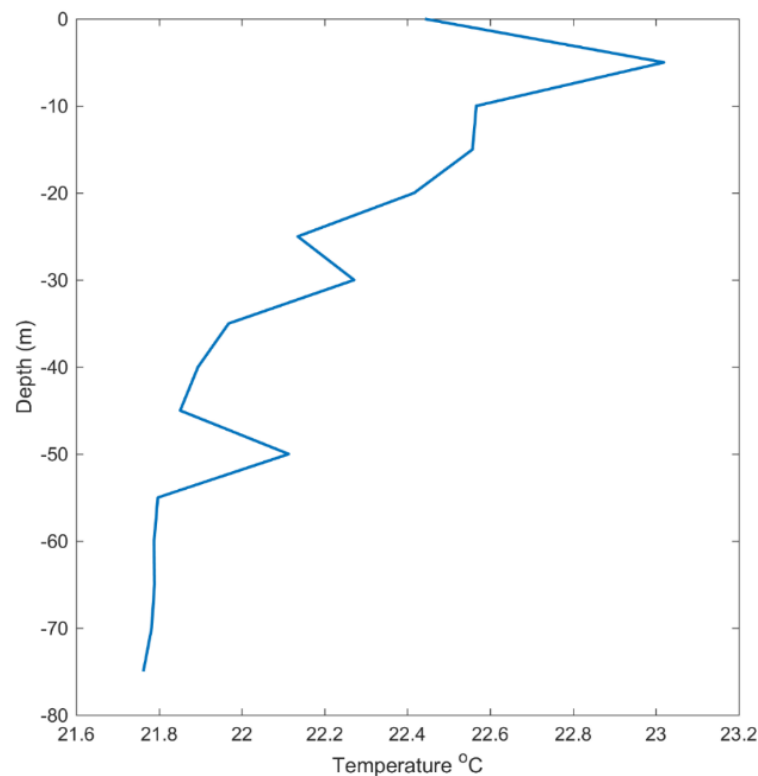


圖 17 冬季(12~2 月)澎湖北部海域之水下溫度氣候平均值

目前本計畫所開發之預警機制主要以 ONI 值與累積平均風速作為冷水事件的判斷依據，藉由上述的指標，前者可反映出隔年是否為反聖嬰年(如為反聖嬰年，則可提供臺灣海峽一個易產生低溫的環境)，後者則可顯示東北季風的強弱。除了反聖嬰年與東北季風，冬季臺灣海峽的海流是否影響冷水的形成亦佔有一個重要的地位，然而欲在冬季時期觀測海峽實際的流況有其執行上的困難，因此我們對於冷水事件期間臺灣海峽的流況仍有尚未釐清之處。表面風場除了與海表溫的變化有關，似乎亦反映在水位的變化上，透過本局提供的潮位資料以估算地轉流，藉此可得知冬季臺灣海峽的斷面平均流場概況，計算結果如圖 18b 與圖 19b 所示，圖中分別顯示臺灣海峽西側(澎湖-料羅灣，以 PH-LLW 表示)與澎湖水道(澎湖-箔子寮、澎湖-塭港、澎湖-東石及澎湖-將軍，分別以 PH-BZL、PH-WG、PH-DS 及 PH-JJ 表示)的斷面平均流速，當流速為負時，表示海流流向南，其可與強東北季風相對應；若流速轉趨為正，則海流流向北，此時可對應至東北季風減弱。由於我們缺乏海流的資訊，透過圖 18 與圖 19 的結果，未來可能可以藉由水位估算海流的方式發展成為預警指標之一，期望透過增加指標，使預警機制得以更加完善。

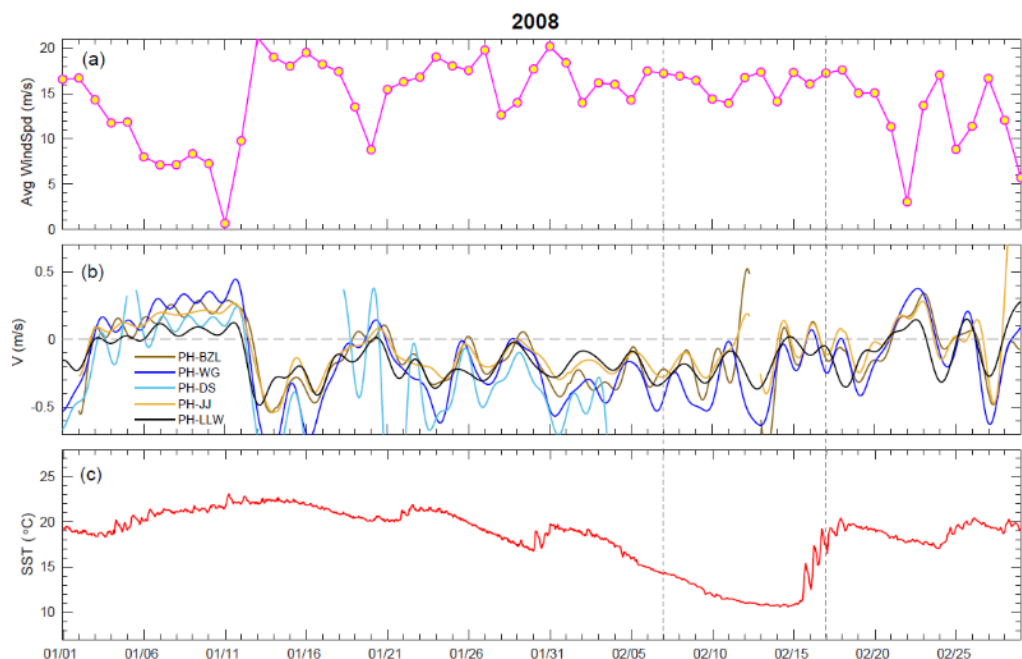


圖 18 2008 年 1~2 月的(a)平均風速，(b)水位估算之地轉流速及(c)澎湖浮標海表



溫時序列。(b)中 PH 為澎湖潮位站，BZL 為箔子寮潮位站，WG 為塭港潮位站，DS 為東石潮位站，JJ 為將軍潮位站，LLW 為料羅灣(金門)潮位站，灰色長虛線為 0 m/s。灰色短虛線表示冷水事件期間。

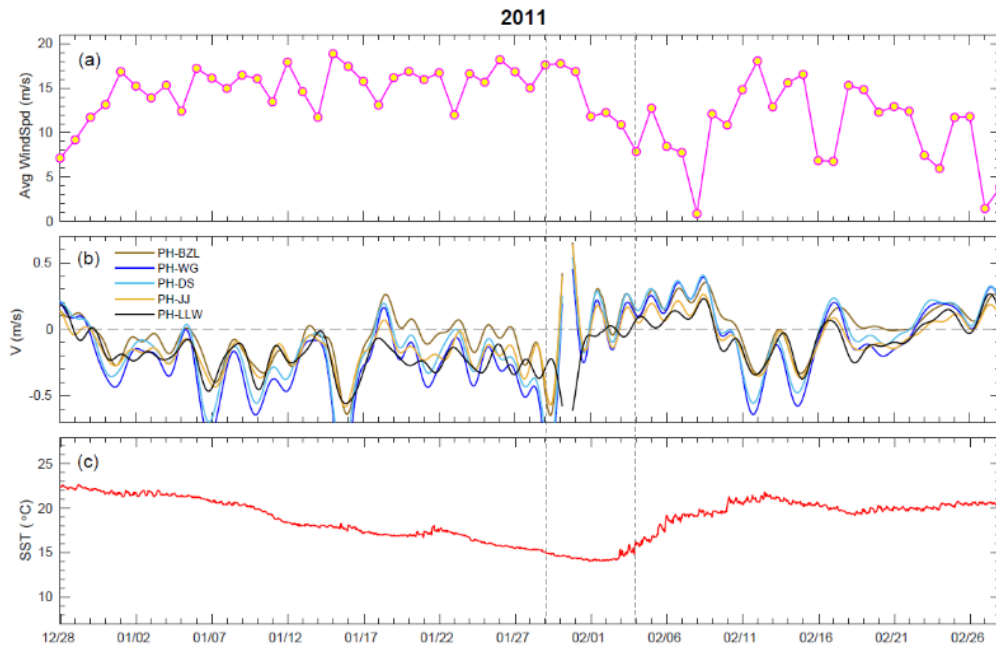


圖 19 2011 年 1~2 月的(a)平均風速，(b)水位估算之地轉流速及(c)澎湖浮標海表溫時序列。圖中線條及其顏色代表意義如同圖 18。

由於臺灣海峽周遭的測站(參考圖 13a-c 至圖 14a-c)位處於大氣受地形影響而易產生的尾流的下方(圖 20)，因此風速易變化較大(見圖 13d 及圖 14d)，故若要作為長期發展的預警指標恐不確定性較高。除了現有的觀測資料，本局另有提供 WRF 模式(Weather Research and Forecasting Model)資料，其本身即為用於發展氣象預報與大氣方面的研究，因此本計畫將其與 NCEP 模式風速進行比較分析，圖 21 所使用的 WRF 風場為解析度 15 km 的分析資料，分析結果顯示兩者的相關係數為 0.94，表示高度正相關，且兩者風速變化的趨勢接近(圖 21)，因此本計畫所發展之預警機制(風速條件部分)可嘗試以 WRF 模式取代 NCEP 模式；再者，WRF 模式亦有預報風場資料，因此未來可加入預報資料以增加冷水事件之可預警天數，然而其預報成效仍須待評估。

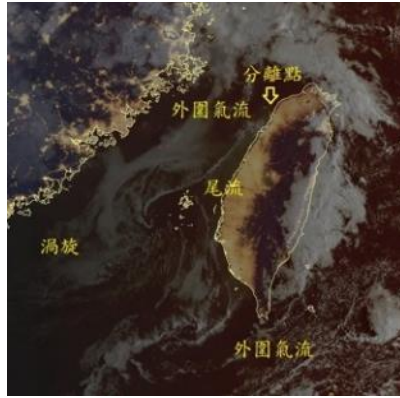


圖 20 大氣氣流於臺灣附近產生尾流之示意圖(圖取自鄭副局長明典的臉書)。

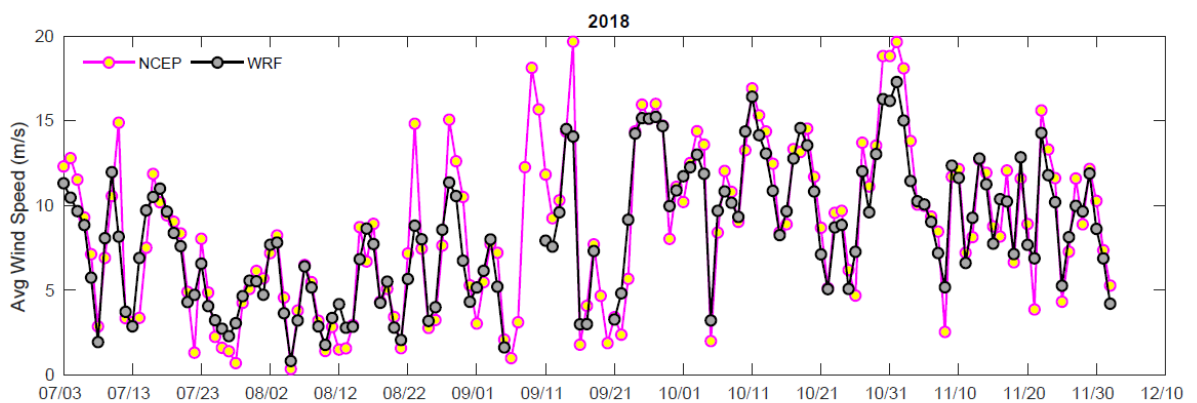


圖 21 NCEP 模式與 WRF 模式於 25°N，120°E 之平均風速值

### 3. 海難漂流預報技術研究

106 年度與本年度已完成彙整臺灣周遭地形特徵、潮汐特性、風場特性與海流特徵，並先將問題簡單化，假定海上漂流物受短時間的風應力影響甚小，只受到海流所推動，並使用海面漂流浮標(drifter)來當作模式預報結果的修正參考目標，以拉格朗日法(Lagrangian Method)發展漂流軌跡演算法，將該演算法套入不同流場資料來源，包含 HYCOM 數值模式 (HYbrid Coordinate Ocean Model)、AVISO 衛星觀測資料 (Archivage, Validation et Interprétation des données des Satellites Océanographiques)，以及 107 年度新增的 RTOFS (Global Real-Time Ocean Forecast System)、工業技術研究院所發展的海洋模式(TCONFs)、氣象局的海洋模式(OCM)與海洋科技研究中心所建置的環台岸基雷達測流系統 CODAR(Coastal Ocean Dynamics Applications Radar)，依據臺灣周遭海流特性，大致將臺灣周遭海域分為東、西、南與北部四個海域進行探討(圖

22)，並使用現有的海面漂流浮標歷史軌跡與軌跡預報結果進行案例比對，實際漂流軌跡觀測資料來源為美國大氣海洋局所發展的 Global Drifter Program，以上所彙整的資料特性與可用範圍列舉如表 5，比較結果可提供相關預報與決策單位參考。

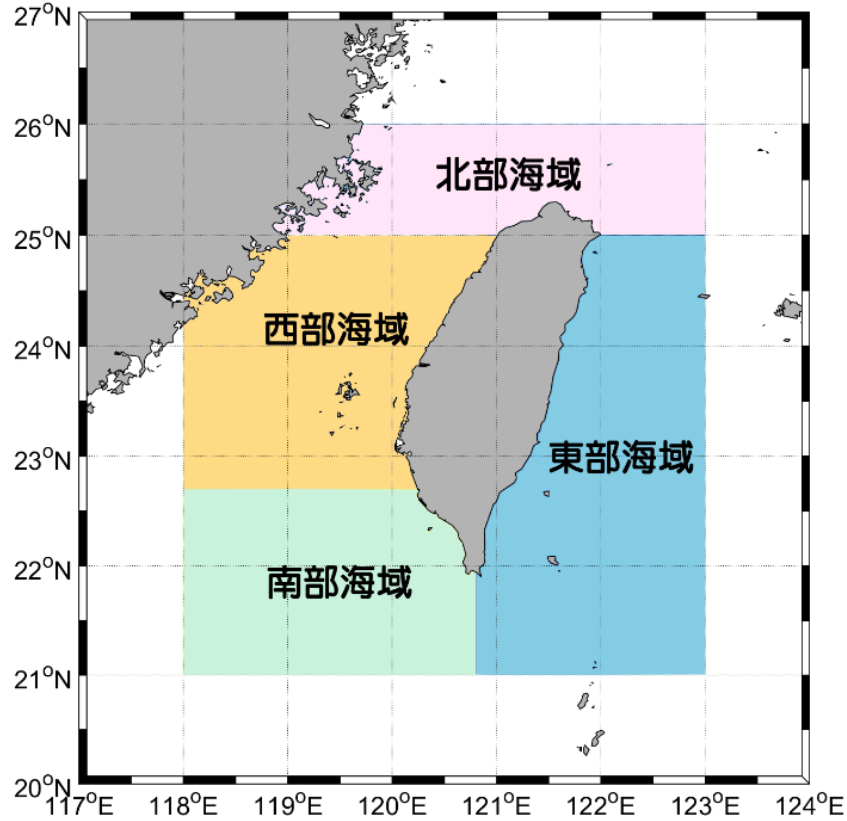


圖 22 臺灣周遭海域劃分圖

本計畫在 Lagrangian Method 基礎下，先假定海上漂流物主要只受到海流所影響，沿著流線切線方向運動，利用過去的遙感探測或模式流場資料，進行浮子漂流軌跡推估，並使用此漂流軌跡的後報(hindcast)結果與 drifter 實際漂流軌跡資料進行比對。由於受到資料所能彙整的時間長度限制，本期計畫先提供 AVISO、HYCOM 與 TCONFS 的比較結果。本年度計畫相較於前一年度計畫，增加了 2017 年三月到 2018 年四月的 drifter 觀測資料，因此本年度計畫中偏差統計的時間範圍為 2013 至 2018 年四月，約為 5 年的比較結果。使用 AVISO、HYCOM 和 TCONFS 三個海流流場資料源，將流場速度與 drifter 實際測得速度進行比對，並分析其差異，而比較的方式分為流速偏差與方位角偏差兩大偏差量。流速偏差定義為 $(V-V_{drifter})$ ，其中  $V$  為遙測/模式流速， $V_{drifter}$  為 drifter 觀測流速。方位角偏差定義為，遙測/模式速度與 drifter 觀測速度之間的夾角 $(\theta)$ ，逆(順)時針為正(負)值，如圖 23 所示，而各海域 2013~2018 五

年的平均偏差量結果統整如表 6 2013~2018 各海域平均偏差量統整表。

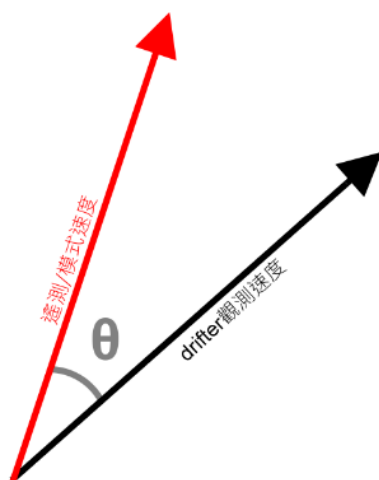


圖 23 方位角偏差示意圖

表 5 彙整資料列表

資料名稱	空間解析度 (公里)	時間解析度 (小時)	彙整時間範圍	預報資料	附註
AVISO	25	24	2013 年 ~ 目前	無	遙感探測
TOROS	10	1	2018 年 ~ 目前	無	遙感探測
HYCOM	8	24	2013 年 ~ 目前	未來 7 天 (每 3 小時)	模式 (分析場、預報場)
RTOFS	8	24	2017 年 11 月 ~ 目前	未來 8 天	模式 (預報場)
TCONFS	4	1	2013 ~ 2016 年	-	模式 (分析場)
OCM	1~21	1	2018 年 01 月 ~ 目前	未來 3 天	模式 (預報場)

drifter		6	2013 ~ 2018 年 6 月		實際觀測
---------	--	---	-------------------	--	------

各海域 2013~2018 五年的平均偏差量結果統整如下表 6  
 2013~2018 各海域平均偏差量統整表。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。請注意，其中 TOROS、OCM 與 RTOFS 資料只涵蓋 2018 一月至六月。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。

表 6 2013~2018 各海域平均偏差量統整表

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

以下為民眾於 107 年 7 月於宜蘭頭城烏石港落水之實際案例，根據下列新聞報導(圖 24 及圖 25)，可得知以下資訊：

- (1) 落海時間： 07/18 15:00
- (2) 落海地點： 宜蘭 烏石港北堤 (外澳海水浴場)
- (3) 發現地點： 宜蘭 烏石港外海

中正預校學生又出意外！繼16日一名學生遭同學以磚塊砸傷頭部命危，昏迷指數3，今天又有一名就讀中正國防幹部預備學校高一升高二的孫姓學生和親友前往烏石港衝浪戲水時，在下午3時許下水尋找友人卻失蹤，現正陸海空全力搜救。

宜蘭縣消防局頭城分隊晚間6時34分接獲海巡署轉報，指孫男的二伯16日帶著包含孫男在內共4名親友，5人從新竹前來宜蘭遊玩5天。一行人今天前往頭城烏石港北堤衝浪，18歲孫男下午3時許下水尋找友人，但友人上岸後卻找不到孫男，懷疑孫男落海失蹤。

消防局獲報後立刻派遣頭城、特種分隊出動人、車和船艇前往搶救，空勤總隊直升機也在晚間7時30分抵達現場，第七海巡隊獲報後也派遣兩艘巡防艇在烏石港外海搜尋，並通知漁業電台請附近作業漁船協助，現正陸海空全力搜救中。

圖 24 人員落海相關報導(取自 YAHOO 新聞: <https://goo.gl/NBV5qs>)

〔記者游明金 / 宜蘭報導〕中正預校高一要升高二的18歲孫姓學生，18日與親戚到宜蘭遊玩，在頭城鎮烏石港北堤衝浪失蹤，經多日搜尋，今天下午1時左右，現場指揮官回報在烏石港外海，有一艘作業漁船於海面上發現一只不明浮屍，立刻通知巡防艇前往現場打撈，1點26分由巡防艇載運返回烏石港區內，經家屬確認後，為孫姓落海學生，現場大體交由員警及海巡署處理。

圖 25 人員尋獲相關報導(取自自由時報: <https://goo.gl/HpCZK5>)

利用本計畫所發展的 Forecast 系統，推估該案例的可能漂流路徑，其條件設定如下：

- (1) 起始時間: 07/18 15:00 (P0 位置)
- (2) 起始位置: 烏石港北堤 (外澳海水浴場, P0 位置)
- (3) 流場資料: RTOFS(紅色線)、HYCOM(黃色線)

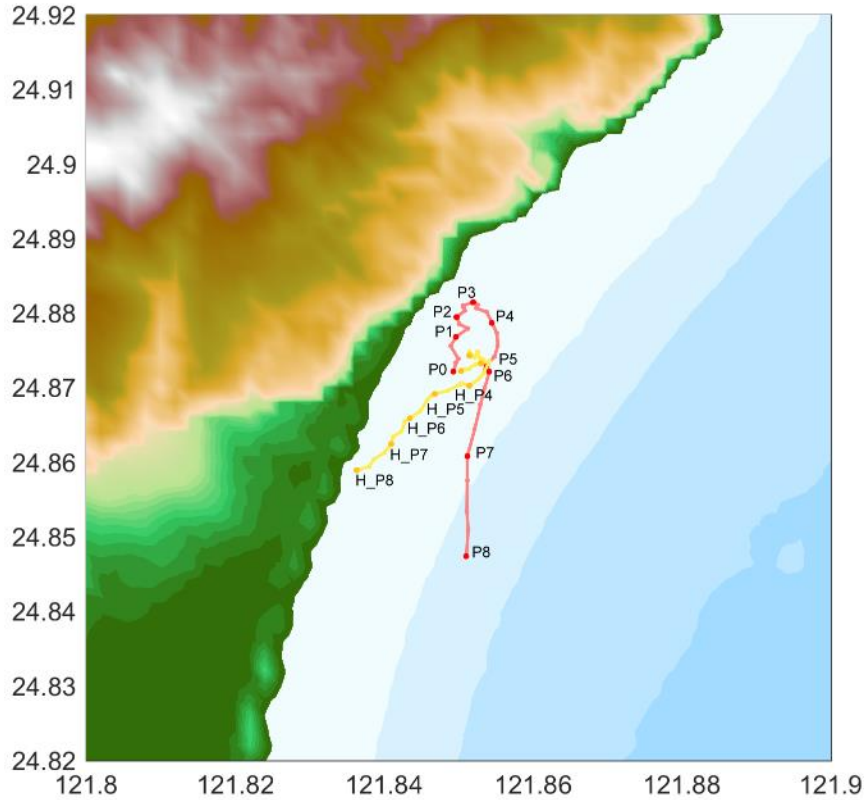


圖 26 漂流軌跡推估結果

圖 26 中紅色線為使用 RTOFS 推估漂流路徑結果，黃色線為使用 HYCOM 推估漂流路徑結果。兩個模式結果都推估路徑會往南移動，經本計畫研究團隊確認後，當時黑潮流軸確實為往外偏的情況，因此會在宜蘭外海處出現一個往南的反流。根據報導(圖 25)，落海人員最後在烏石港外海被作業漁船發現，該地點確實是在外澳海水浴場南方，此與模擬結果大致相符，但確切位置還需要更多資訊佐證。

根據海巡署所提供的資料(表 7)，可得知以下資訊：

表 7 海巡署海難搜救案例資料列表

項次	遇案船名及船型	搜救時間起迄	搜救情境	搜救費時(小時)	案發地經緯度	遇難人數	案情摘要及處理情形	海象狀況	出勤艇及人次	發生原因	尋獲處經緯度	搜救規劃或系統模擬粒子內區域尋獲否	規劃次數	備註
1	民眾岸際失蹤協尋案	06/04 23:15 – 06/05 16:20	AREA	18	23°35'N 119°29'E (大池西南 0.1 哩)	1	6月4日 23:15 民眾 118 報案:一名女子 19 時許至小池角第五公墓旁岸際潮間帶採集水生物至今未歸	N/A	N/A	人員落海	虎井西 0.2 哩 23°29'N 119°30'E	否	N/A	
2	民眾落海失蹤搜救案	06/08 18:31 – 06/12 18:45	LKP	96	23°00'N 121°19'E	1	台東縣成功鎮都歷岸際海域 1 男性民眾從事水上活動(衝浪)失蹤	N/A	N/A	人員落海	八噶噶外 1 哩 23°01'N 121°20'E	是	N/A	
3	曾文溪出海口膠筏人	06/05 09:45 – 06/06	LKP	26	23°02'N 120°03'E (曾文溪出海口)	1	曾文溪出海口一艘膠筏人員落海,6/6 落海人員大體由台南市消	N/A	N/A	人員落海	23°02'N 120°03'E	否	N/A	



	員落海	08:00					防局於曾文溪口尋獲							
4	山水沙灘海域遊客落海失蹤協尋案	06/18 16:31 – 06/20 12:15	AREA	68	23°30'N 119°35'E (山水南0.1哩)	1	6月18日16:31民眾報案:其友人於澎湖山水沙灘外落海	N/A	N/A	人員落海	山水山林高地岸際 23°30'N 119°35'E	是	N/A	
5	洲仔灣岸際海域民眾溺水案	06/21 03:54 – 06/21 10:00	LKP	2.5	25°13'N 121°26'E	1	民眾報案:於淡水洲仔灣岸際海域有一男性民眾溺水失蹤	N/A	N/A	人員落海	洲仔灣岸際	是	N/A	
6	無	07/16 17:48 – 07/17 15:10	LKP	22	25° 08.125'N 121° 53.380'E	1	107年7月16日於南雅奇岩岸際執行民眾自殺搜救案。	6.7-9	4艇29人	落海搜救	無	是	4	消防隊於岸際尋獲
7	無	07/21 22:40 – 07/22 04:13	LKP	6	25°47'N 121°59'E	1	107年7月21日於彭佳嶼西北執行順祥6號漁工落海搜救案。	4.5-8	2艇18人	落海搜救	25°53.868'N 121°56.601'E	是	1	漁船尋獲
8	無	07/21 15:20 –	LKP	1	25°08'N 121°48'E	1	107年7月21日於潮境公園執行	5.6-8	1艇6人	落海	25°08.937'N 121°48.656'E	是	1	漁船尋獲

		07/21 15:59					獨木舟遊客落海 搜救案。			搜救				
9	無	07/27 07:33 – 07/27 10:15	LKP	3	25°15'N 121°41'E	無	107年7月27日 於野柳外執行紅 色不明浮具搜救 案。	4-6	1 艇 9 人	無人 船筏	25°15.142'N 121°41.391'E	是	1	

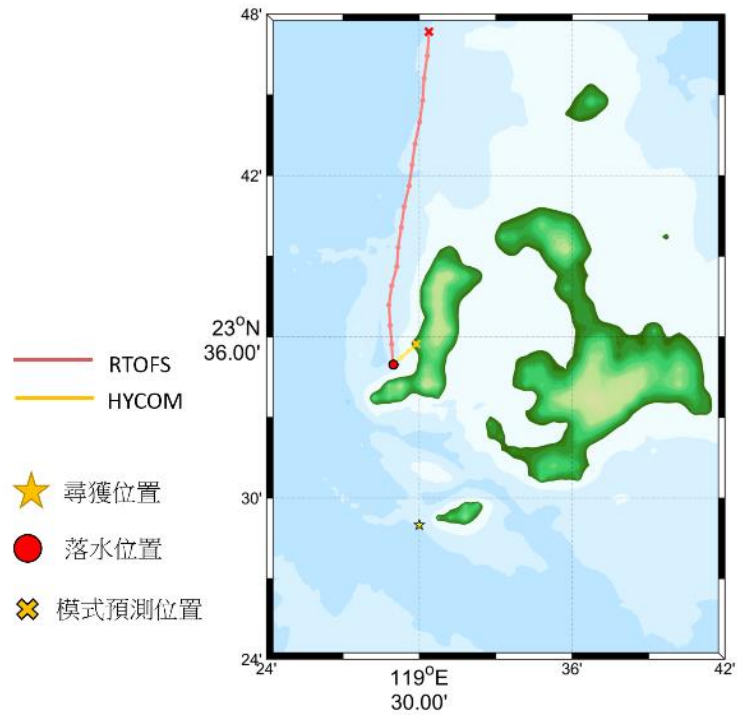


圖 27 案例(項次)1 漂流軌跡推估結果

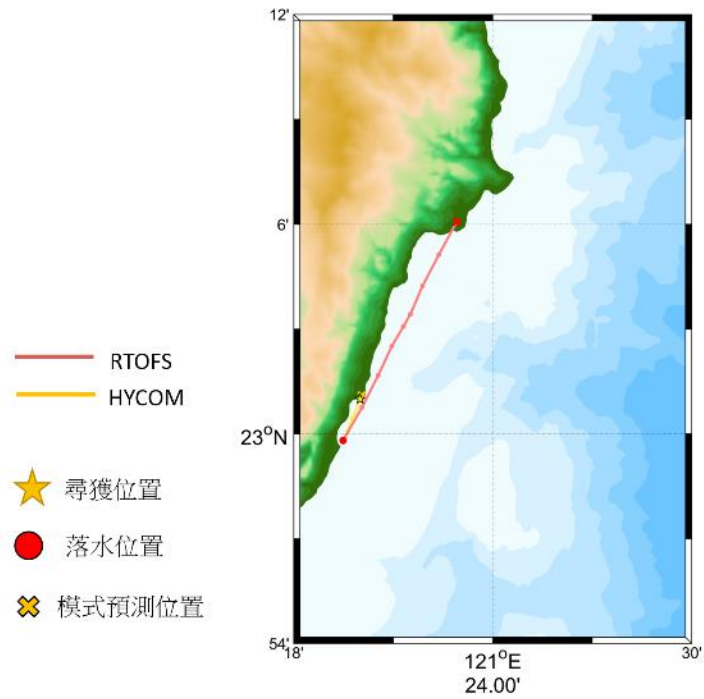


圖 28 案例(項次)2 漂流軌跡推估結果

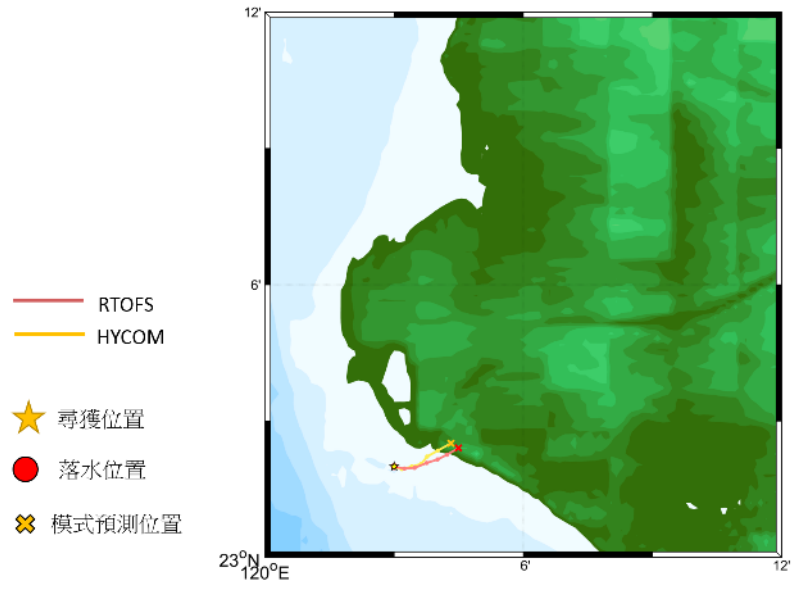


圖 29 案例(項次)3 漂流軌跡推估結果

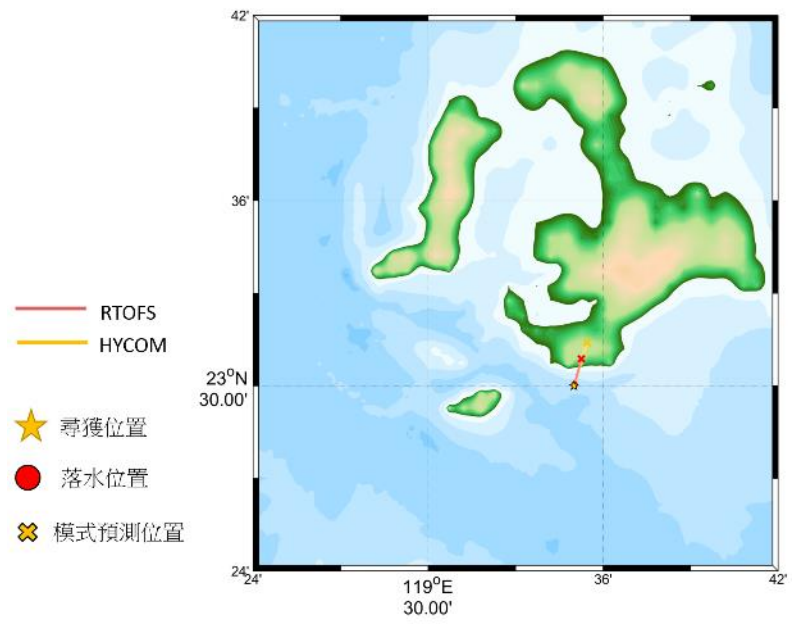


圖 30 案例(項次)4 漂流軌跡推估結果

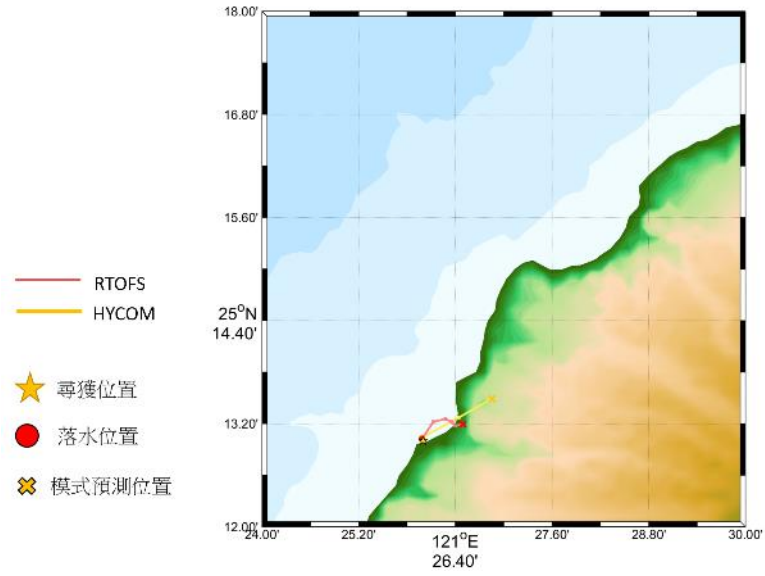


圖 31 案例(項次)5 漂流軌跡推估結果

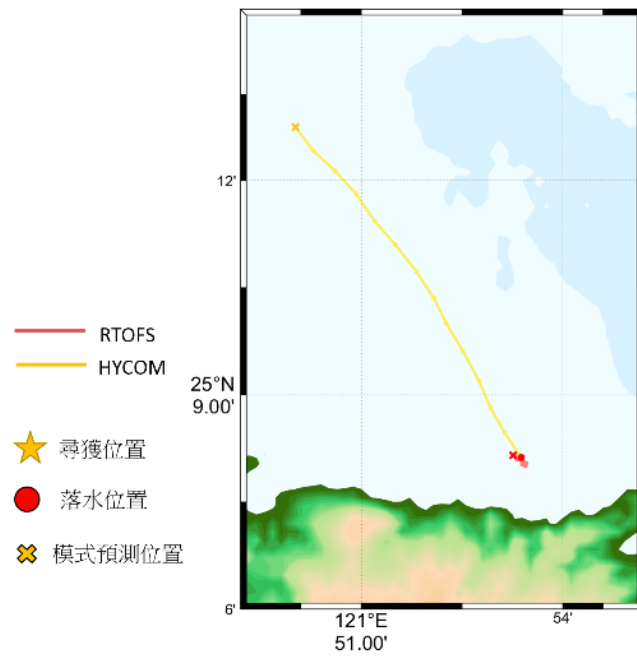


圖 32 案例(項次)6 漂流軌跡推估結果

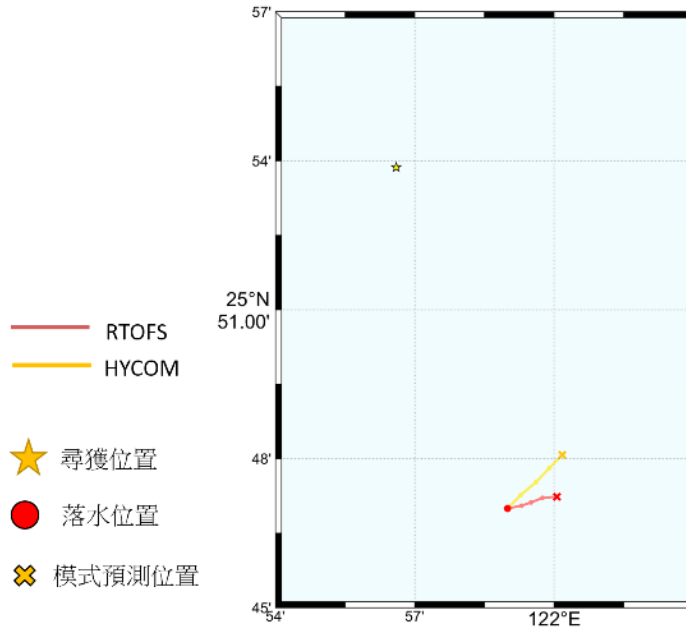


圖 33 案例(項次)7 漂流軌跡推估結果

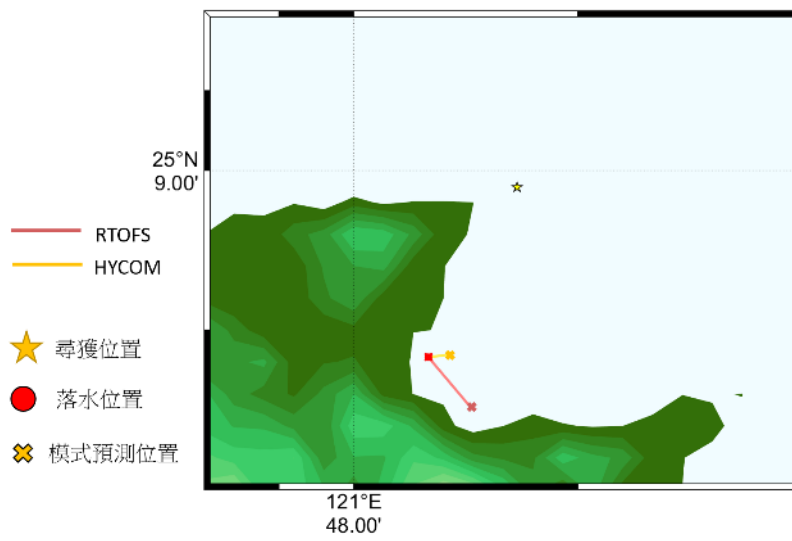


圖 34 案例(項次)8 漂流軌跡推估結果

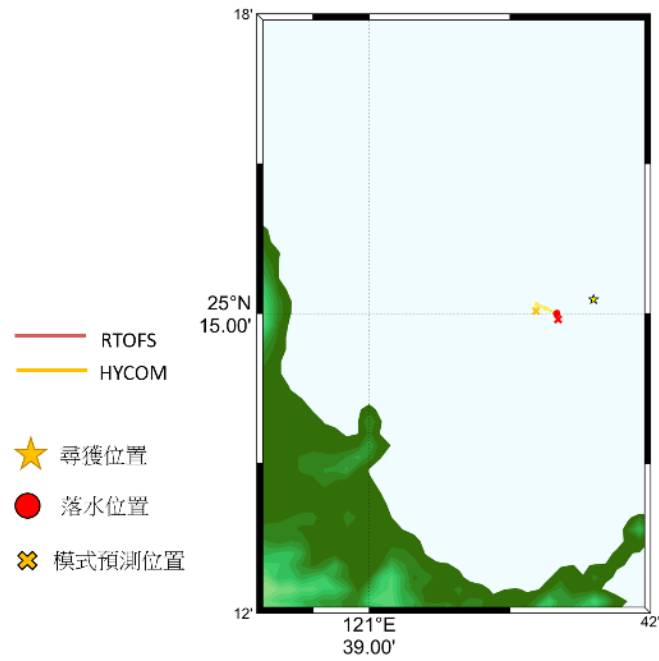


圖 35 案例(項次)9 漂流軌跡推估結果

以下則為海氣象浮標漂流案例：

(1) 2016/03/11 七美資料浮標漂移軌跡

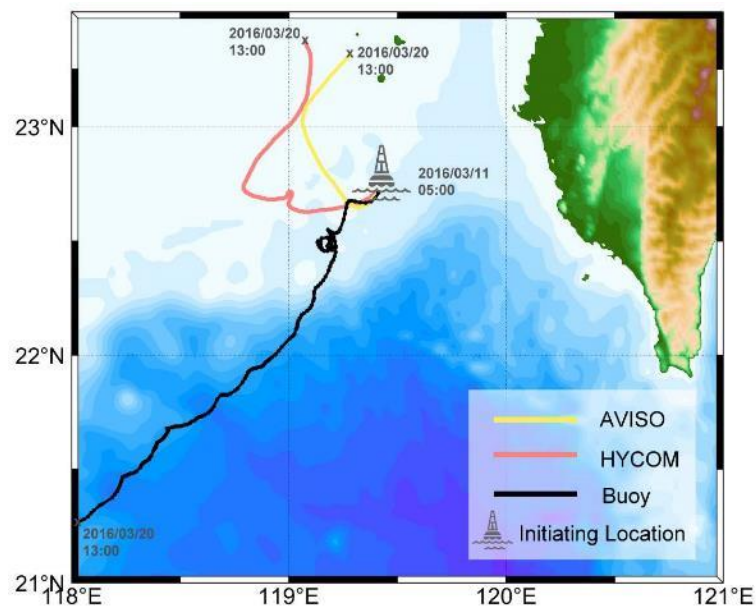


圖 36 2016/03/11 七美海氣象浮標漂流軌跡推估結果

(2) 2016/12/22 東沙島資料浮標漂移軌跡

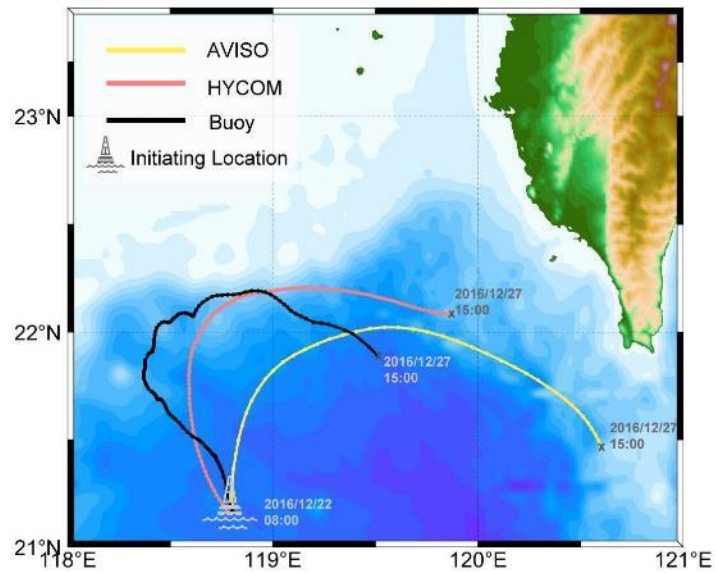


圖 37 2016/12/22 東沙海氣象浮標漂流軌跡推估結果

(3) 2017/12/01 七美資料浮標漂移軌跡

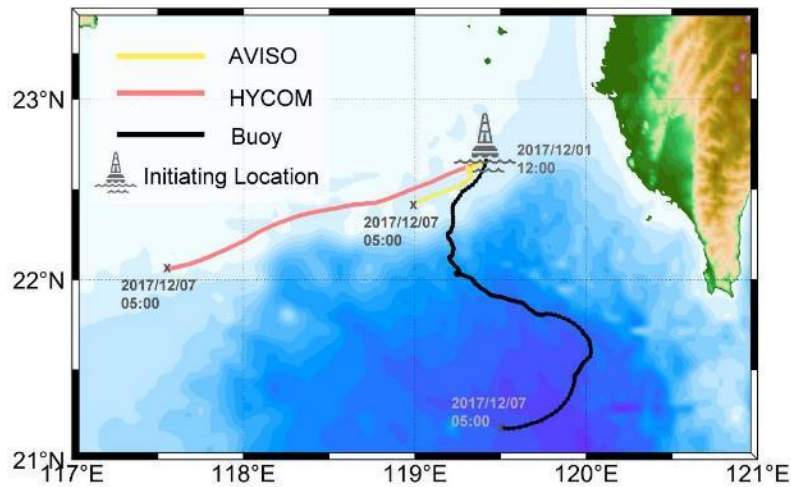


圖 38 2017/12/01 七美海氣象浮標漂流軌跡推估結果

4. 海洋熱含量變異特性分析技術研究

本年度已完成彙整國內外相關研究文獻，以及使用海氣象浮標觀測資料分析上層海洋熱含量及海氣熱通量。上層海洋是天然巨大熱量儲存裝置，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之一，近期的文獻指出全球海洋熱含量有增加的趨勢(Levitus et al., 2000; 2005; 2012; Cheng et al.,



2017, 見圖 39), Levitus et al. (2000)分析 1948 至 1998 年從海面到水深 3000 公尺的海洋熱含量, 研究結果顯示三大洋的熱含量皆上升, 且全球上層海洋(深度 0~300 公尺)平均溫度約增加了 0.31°C, 表示全球海洋正在逐漸暖化中; Levitus et al. (2012)另外估算 1955~2010 年深度 700~2000 公尺的海洋熱含量, 發現其自 1990 年起有明顯增加的傾向, 類似的描述亦可見於 Cheng et al. (2017), 此外 Cheng et al. (2017)表示全球海洋熱含量約從 1980 年起穩定成長, 至 1998 年後熱含量急遽攀升, 熱逐漸往深海方向儲存, 代表深海對於海洋熱儲存的重要性日益增加。

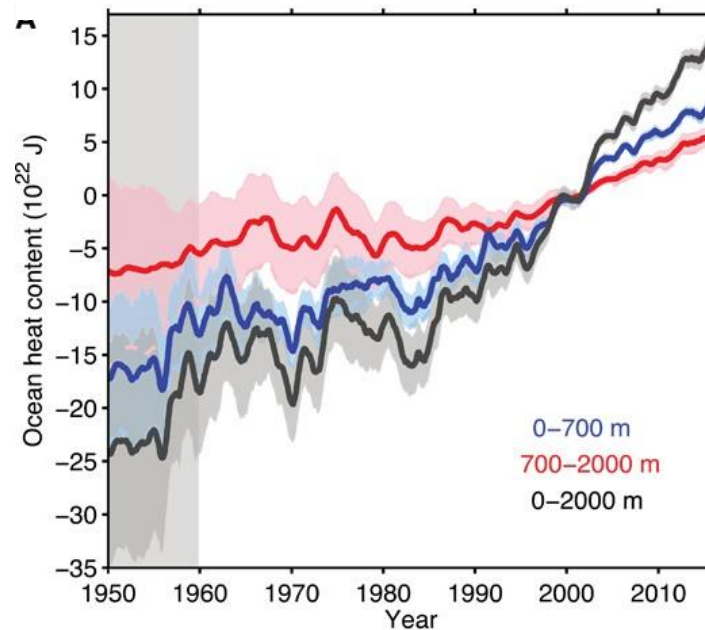


圖 39 全球海洋熱含量時間序列。藍線、紅線及黑線分別為 0~700 公尺、700~2000 公尺及 0~2000 公尺之海洋熱含量, 顏色陰影表示 2 $\sigma$ 區間(圖取自 Cheng et al., 2017)。

目前科學家認為造成長期海洋熱含量上升的主因與溫室氣體的增加有關(Barnett et al., 2001; Levitus et al., 2001), 全球暖化除了使大氣溫度上升、極區凍土及海冰融化外, 近九成的熱能幾乎被海洋所吸收(Levitus et al., 2005; Cheng et al., 2017)。此外海洋熱含量也助於瞭解與預報聖嬰—南方振盪現象(El Niño—Southern Oscillation, ENSO)事件, 過去文獻利用 TOGA-TAO 的錨碇陣列資料推算海洋熱含量(其定義範圍約海洋上層 300 公尺), 發現其可領先 ENSO 事件約 6 個月(Meinen and McPhaden, 2000; Hasegawa and Hanawa, 2003)。除了 ENSO 事件反應在海洋熱含量的年際變化(interannual variability)上(Cheng et al., 2017), 熱含量亦呈現年代際變化(decadal variability), 而

此可能與太平洋十年期振盪(Pacific Decadal Oscillation, PDO)、北大西洋振盪(North Atlantic Oscillation, NAO)有關(Levitus et al., 2000; 2005; 2012; Cheng et al., 2017)，其物理機制需要進一步探討。

在短期的變化上，海洋熱含量則可受制於海洋中尺度運動(如渦漩)，進而影響局部地區的天氣系統。若大氣狀態允許，當上層海洋熱含量(Upper Ocean Heat Content, UOHC)增大，颱風能獲取的能量亦會上升，其強度極值也會隨之增加(Shay et al., 2000; Lin et al., 2008; 2009; Goni et al., 2009; Pun et al., 2013; 2014)，如此一來位於颱風熱區之沿岸地區的臺灣，將會受到較大的威脅。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，因此本計畫為增加現場觀測資料樣本，期望可運用於颱風或氣候模式預報等用途上，以達未來災防之目的，惟因本計畫所使用之浮標資料觀測時間(2015 年至今)尚不足以分析長時間尺度之海洋氣候(如 ENSO、PDO 等)，因此資料解析的部分先著重於較短時間尺度的運動為主(如渦漩、颱風等)。

為了解西太平洋 UOHC 與衛星測高資料之關係、颱風對西太平洋 UOHC 造成之影響與西太平洋熱通量之變化，本計畫運用了 2015 至 2018 年的海氣象觀測平臺(浮標 NTU1 及 NTU2 站)所量測之資料估算當地的 UOHC 與熱通量，研究結果發現，當暖水層的厚度越厚，其求得的 UOHC 也越大(如圖 40)。當颱風靠近時，強烈的垂直混合使得暖水層厚度增大，因而使 UOHC 增加；而在颱風遠離之後，因上層海洋的能量被颱風帶走，因此使得暖水層較颱風來之前薄，如此一來 UOHC 值也隨之下降，由此得知颱風影響的時間尺度約為 3 至 5 天，且下降幅度較小。在海氣熱量通量的分析中探討 2015 年蓮花、昌鴻、蘇迪勒、天鵝等 4 個颱風的影響期間(圖 41 到圖 43)之差異。本研究中定義能量由大氣輸入海洋則熱通量為正值；若由海洋提供給大氣則熱通量為負值。圖中顯示在颱風靠近之前，淨長波輻射量和可感熱通量每日的變化量是非常小的，總體熱量通量的改變主要是受到淨短波輻射量和潛熱通量的影響，其中，短波輻射量約占總體熱量通量的 7 成，大氣提供給海洋的能量占多數，而在颱風影響期間，淨長波輻射量會因為海氣溫差減弱、雲量增多使得其值較平常還要小；而淨短波輻射量則是因為雲層遮蔽進到海表的太陽光，使海面接收到的短波輻射量遠小於非颱風影響期間，而隨著風速的增加，潛

熱通量與可感熱通量逐漸增大，因此在颱風影響期間，總體熱量通量的變化是以潛熱通量與可感熱通量為主，且能量傳輸方向是由海洋提供給大氣。

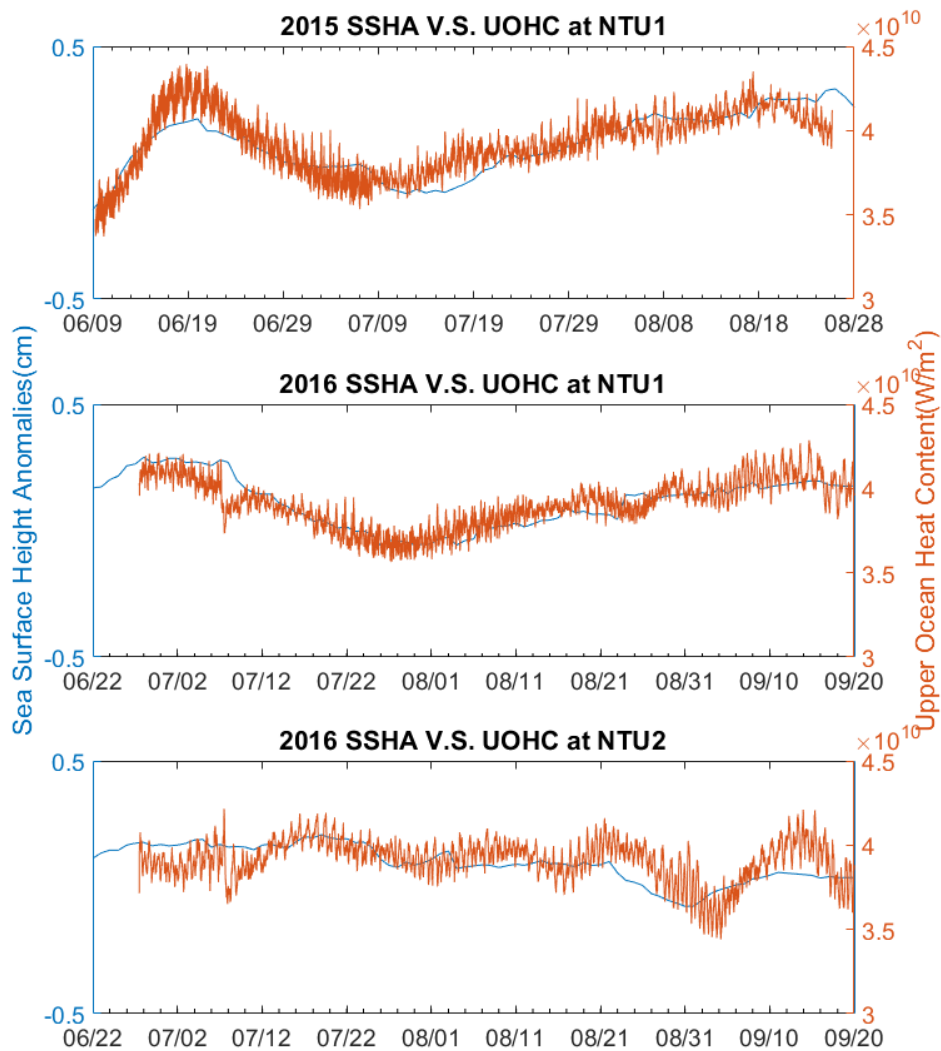


圖 40 由上至下為 2015 年在 NTU1 站；2016 年在 NTU1 站；2016 年在 NTU2 站之上層海洋熱含量與衛星高度計所提供的海表面高度異常值之時間序列圖。

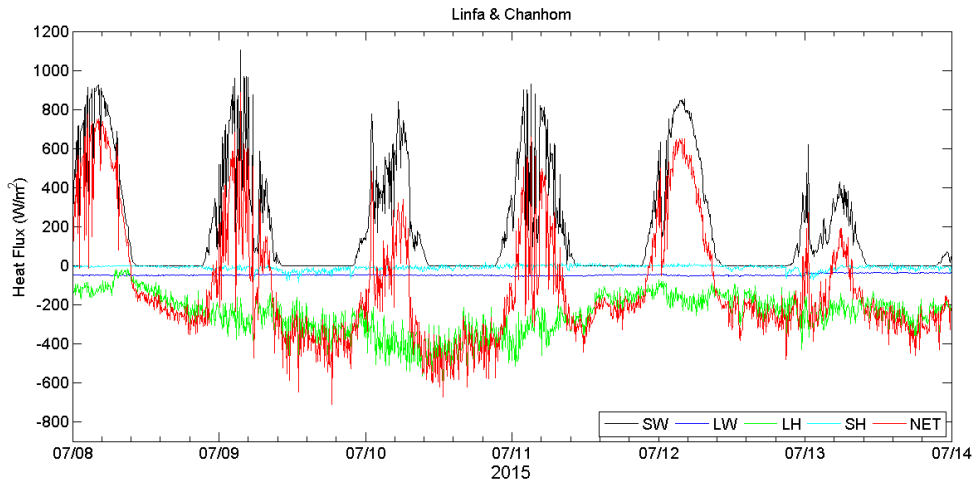


圖 41 蓮花與昌鴻颱風影響期間之熱含量時間序列。黑線為短波輻射量；藍線為長波輻射量；綠線為潛熱通量；青線為可感熱通量；紅線為淨熱通量。

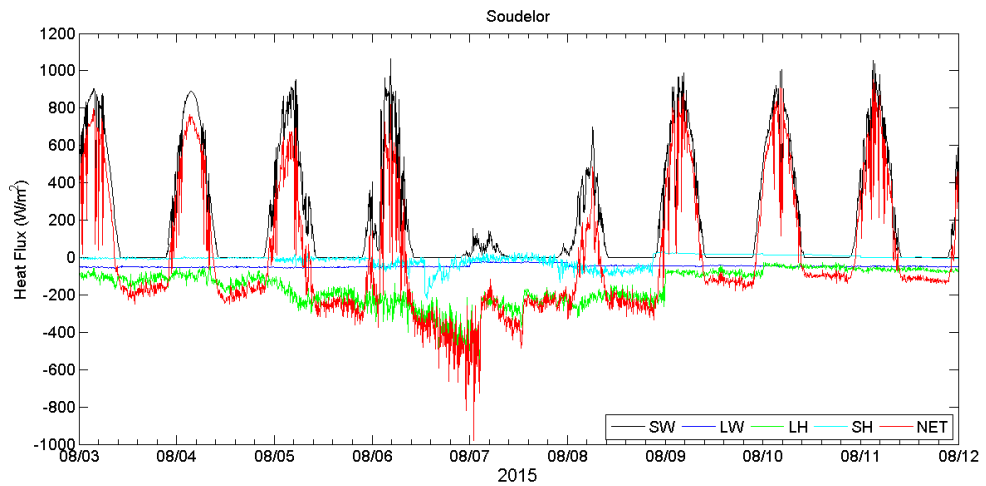


圖 42 蘇迪勒颱風影響期間之熱含量時間序列。黑線為短波輻射量；藍線為長波輻射量；綠線為潛熱通量；青線為可感熱通量；紅線為淨熱通量。

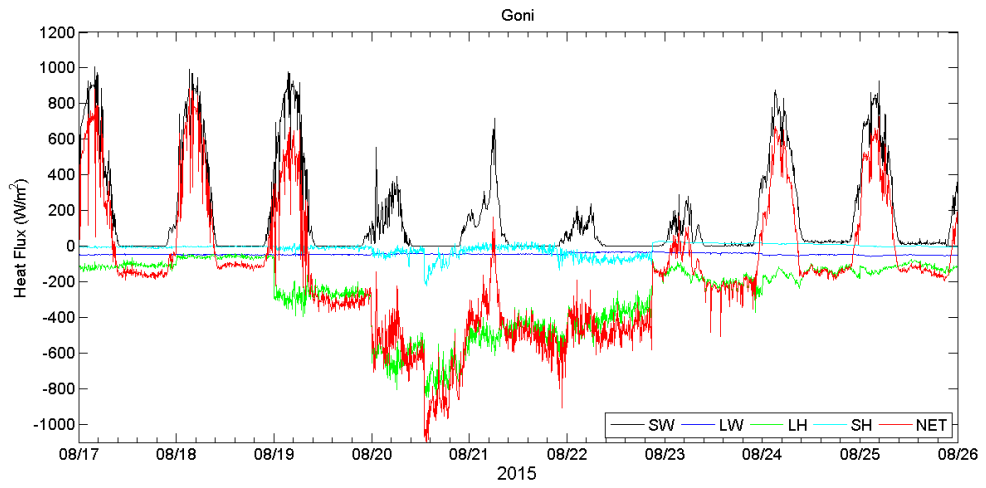


圖 43 天鵝颱風影響期間之熱含量時間序列。黑線為短波輻射量；藍線為長波輻射量；綠線為潛熱通量；青線為可感熱通量；紅線為淨熱通量。

### (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所組成暴潮預報合作團隊
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 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，共 5 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(2/4)教育訓練教材
2. 107 年度「海象災防環境資訊系統環境」系統手冊
3. 107 年度「海象災防環境資訊系統環境」教育訓練教材
4. 海象災防應用技術發展(2/4)教育訓練教材
5. 海象災防應用技術發展資訊應用講習教材

## 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

開發與引進鏈結暴潮模式與颱風路徑系集模組技術，分析近年來本局颱風路徑預報誤差，包含橫向路徑(cross-track)和徑向路徑(along-track)的誤差，推算所得的機率分佈曲線且可選擇多

個路徑來改善單一路徑預報的可行性，分析 106 年尼莎 (NESAT) 颱風個案結果，在橫向路徑(cross-track)方向使用 9 條路徑，加上徑向路徑(along-track)方向使用 3 條路徑，共測試 27 個成員，產製 10% 超越機率圖(圖 44)和超過 1 公尺暴潮機率圖(圖 45)。

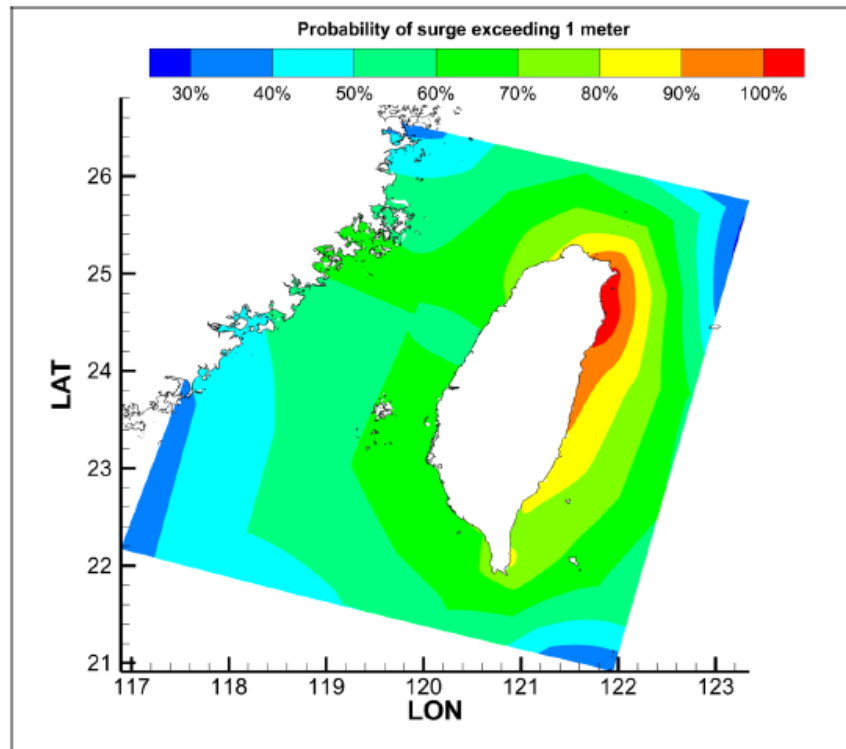


圖 44 90% Exceedance Surge 圖

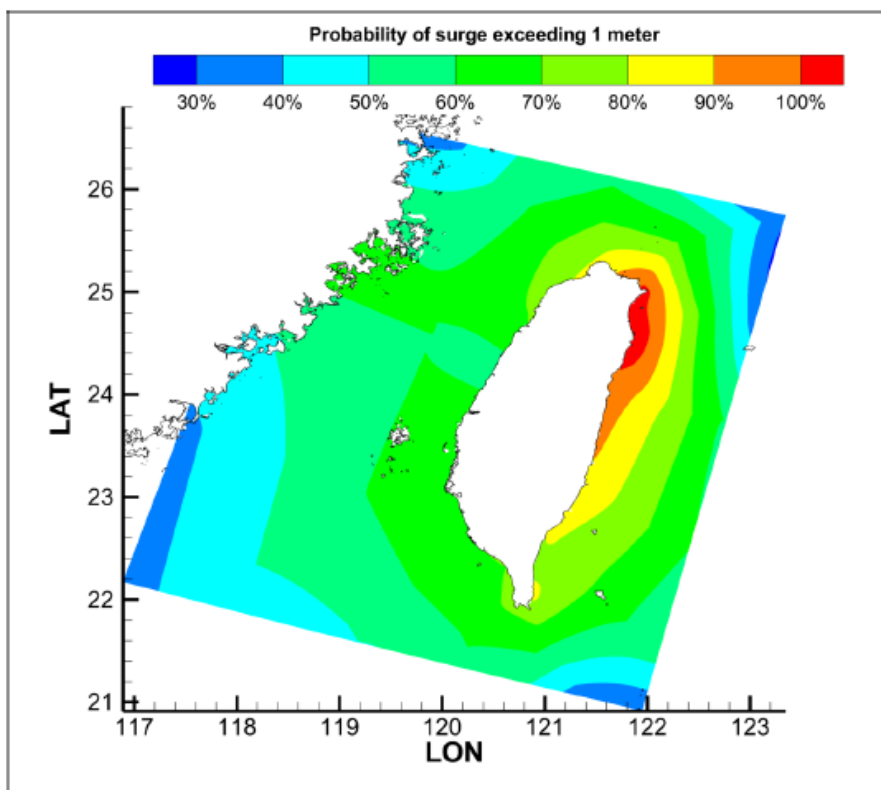


圖 45 超過 1 公尺暴潮機率圖

為強化本局海氣象資訊服務，在本局氣象資料開放平台新增海流網格產品，此外，為應立法委員要求，新增波浪數值模式「可視化(visualization)動態圖」，包含示性波高及波向，資料來源為本局波浪決定性預報模式，臺灣近海解析度 2.5 公里，提供民眾逼真的即時動畫效果，更容易了解未來波浪的變化趨勢(圖 46)。

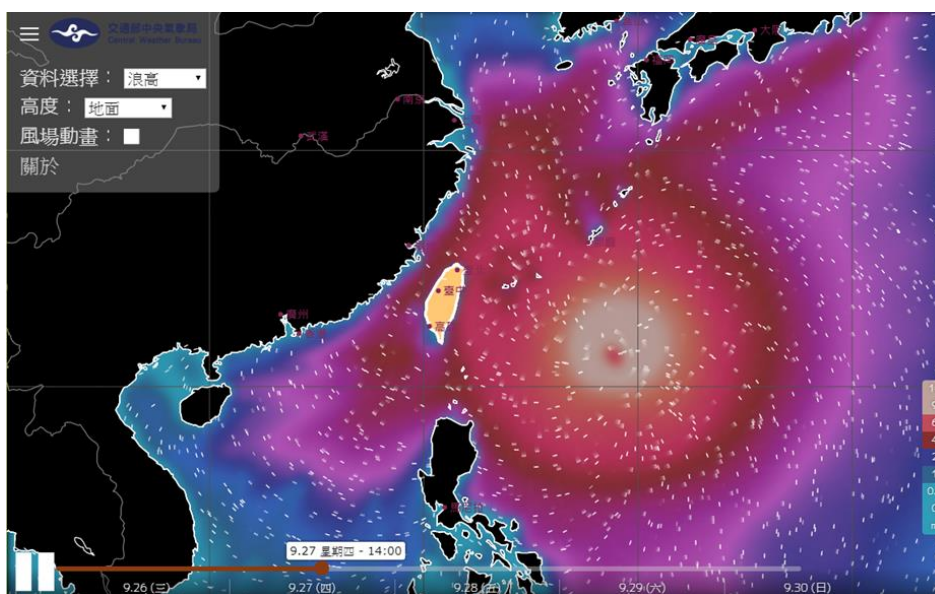


圖 46 三層範圍內插至 0.05 度解析度浪高與浪向動畫顯示



## (二) 臺灣海象災防環境資訊平臺

船級舒適度產品蒐集海上不同船隻之耐浪級數，包括國內漁船、遊艇及動力小船、大型船舶等，即時分析中央氣象局作業化波浪預報資料，產製不同船隻之波浪警示分布圖，提供航運人員航線之規畫參考，降低海上意外事故的發生，如圖 47 所示。

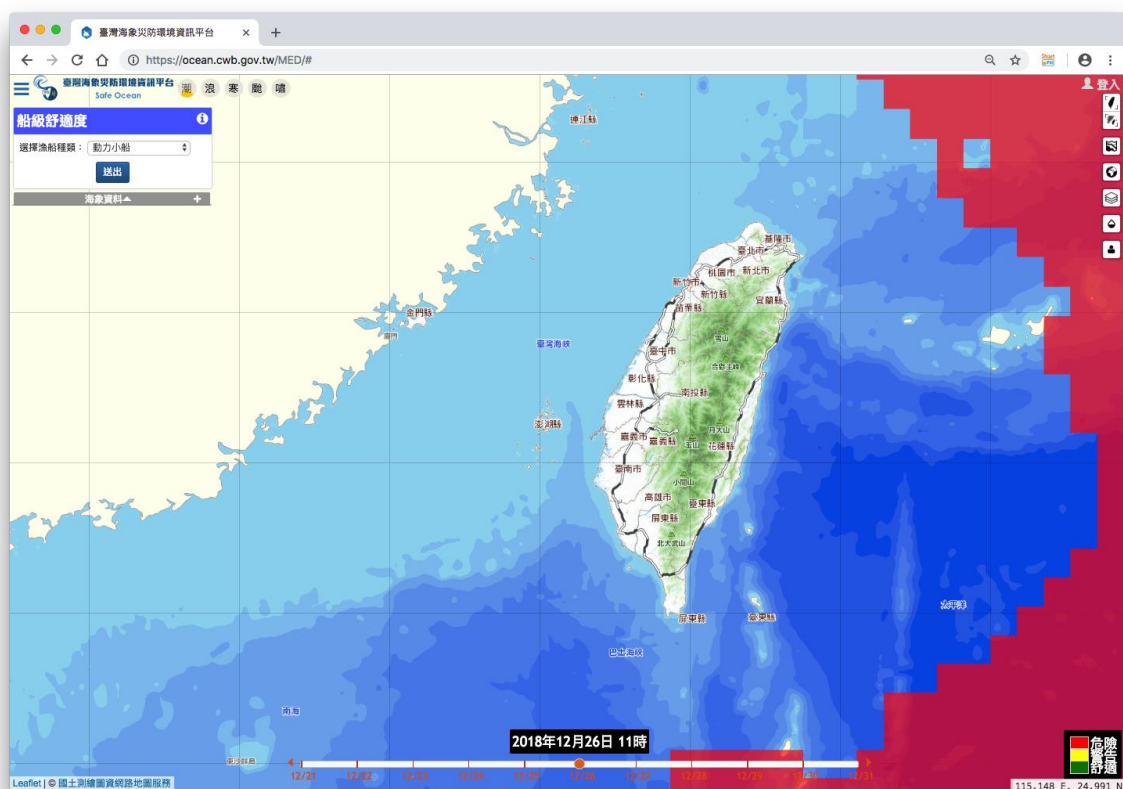


圖 47 船級舒適度之展示畫面

海岸長浪警示產品是提供臺灣沿海海岸的國家風景區安全警示，使近海作業的船隻與海岸遊憩民眾可獲取即時海象資訊，並透過警示分級直觀地顯示海象狀況，主要提供對象為交通部觀光局，如圖 48 所示。



圖 48 海岸長浪警示之展示設計畫面



圖 49 彰化縣海岸潮線預報

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 50 所示。

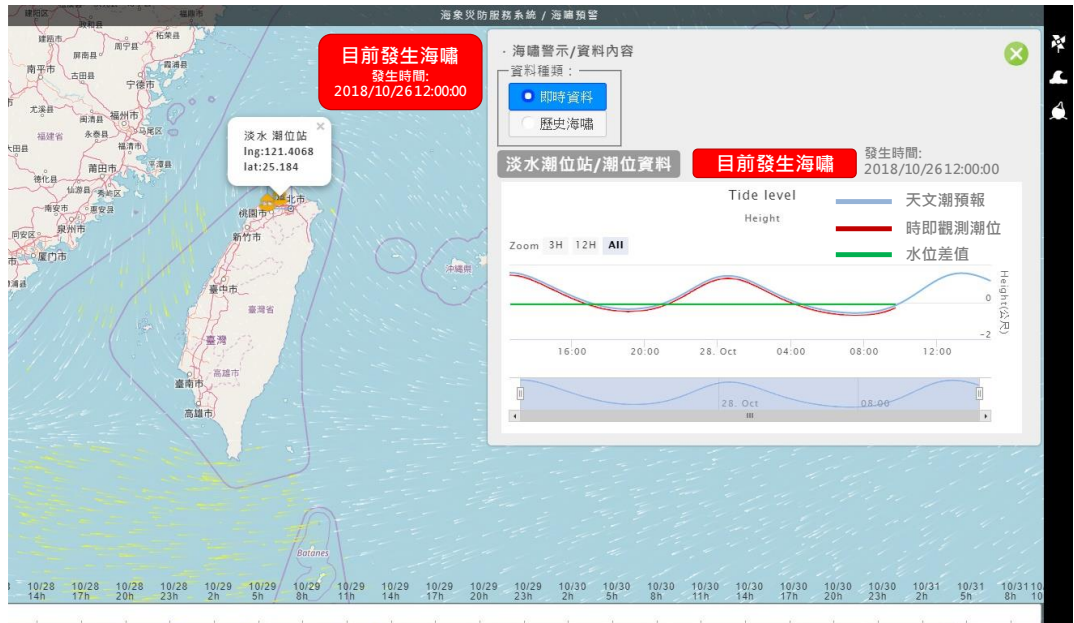


圖 50 海嘯即時分析之展示設計畫面

此外，為了展示各項災防產品，「臺灣海象災防環境資訊平臺」(圖 51)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，災防機關登入後可使用我的最愛功能、海象資料下載、海難、溢油、寒害個案事件海象查詢及各項災防產品。而一般非災防機關使用者，僅能查詢臺灣海象、西北太平洋海象等展示資料。

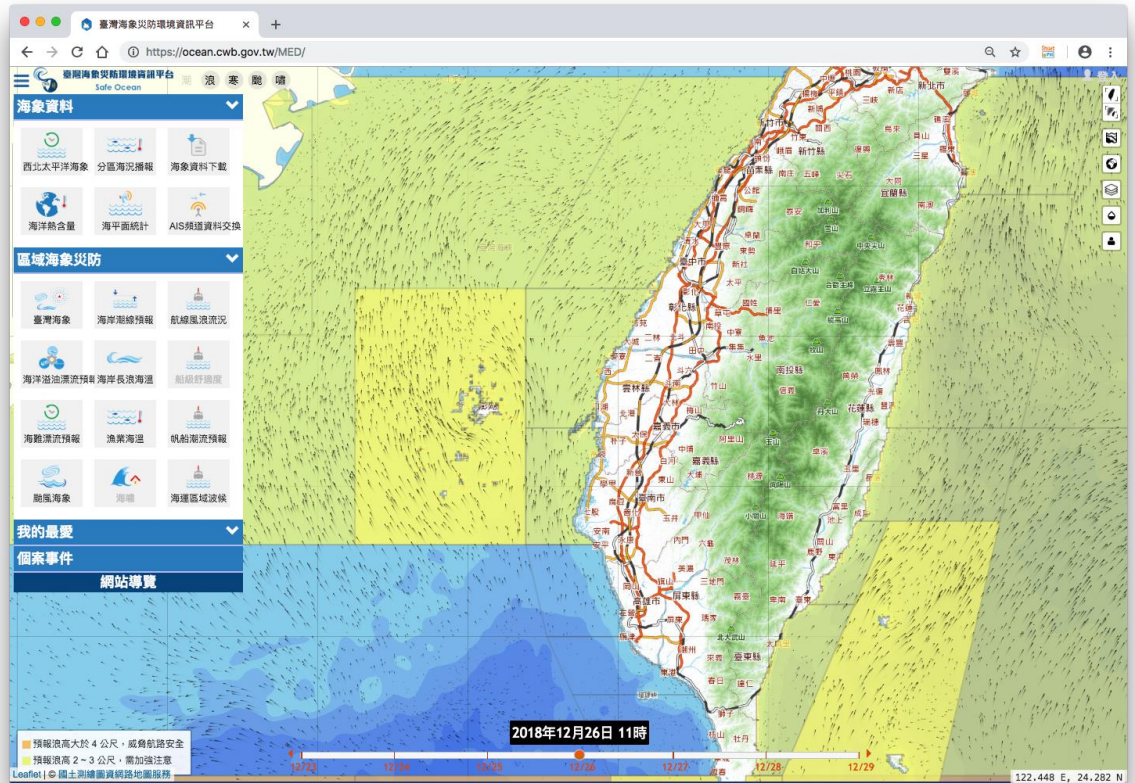


圖 51 臺灣海象災防環境資訊平臺首頁

### (三) 海難漂流預報資訊系統

海流資料使用漂流浮標實際觀測數值與各數值模式結果進行比對，海溫資料已完成對漂流浮標實際觀測海溫數值進行即時品管。

#### 1. 近即時漂流浮標比對系統

比對近即時漂流浮標(near real-time drifter)乃為幫助了解任一流場資料所推估的漂流軌跡與實際軌跡之差異，協助使用者判斷當前使用何種流場資料所推估的路徑可信度較高。為達此目的，本比對系統會根據使用者所選取的時間和地點，從資料庫撈取該區域最接近選取時間的 drifter，並在與 drifter 相同位置處放置 100 枚浮子(tracer)，利用使用者所指定的流場資料，推估漂流軌跡路徑，再將此推估路徑與實際 drifter 軌跡進行比對，最後顯示 2 天後(預設)推估位置與實際位置間的差距。系統會根據使用者所選取的時間及地點，自動核對 drifter 資料庫，找出最接近條件的 drifter。找到後利用該 drifter 的座標位置投放 100 枚 tracers，利用所選取的

流場資料庫，進行海面漂流物漂流軌跡後報(hindcast)，最後將推估路徑與實際路徑的距離差顯示在 Tips 欄位，如圖 52。由於流場資料源特性的不同，我們將其分為 Hindcast 與 Forecast 兩個不同的漂流軌跡推估系統。在 Hindcast 系統裡，預計有 AVISO、HYCOM 與 CODAR 三種不同流場資料庫可以使用；Forecast 系統部分，有 HYCOM 與 RTOFS 兩種資料庫可以使用。Hindcast 系統會根據使用者所選取的時間與長度，在選定的座標位置投放 100 枚 tracers，利用所指定的流場資料庫，進行海面漂流物漂流軌跡後報(hindcast)，最後將推估路徑顯示在地圖上，如圖 53。

Forecast 系統會根據使用者所選取的時間與長度，在選定的座標位置投放 100 枚 tracers，利用所指定的流場資料庫，進行海面漂流物漂流軌跡預報，最後將推估路徑顯示在地圖上，如圖 54。Forecast 系統右下角有提供 Hold on 功能，勾選此功能後，能夠保留前一個推估的漂流軌跡路徑，因此使用者可以選擇不同的資料庫來源，並進行比較，圖 55 顯示 HYCOM 與 RTOFS 比較結果

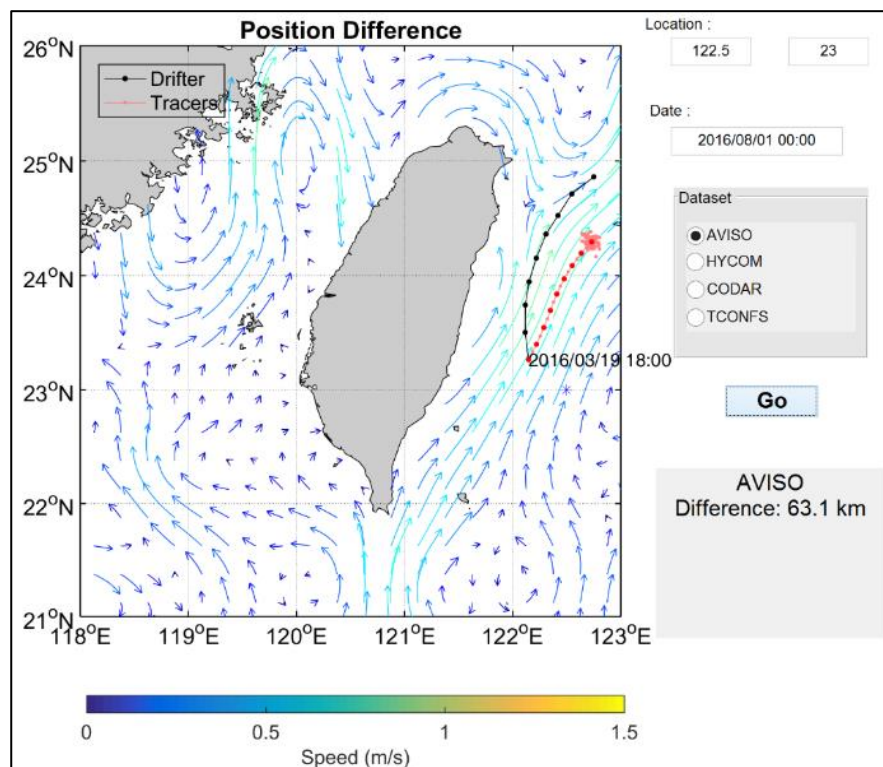


圖 52 顯示近即時漂流浮標比對系統的比對結果。粉紅色圓點為

100 枚 tracers，點線為平均路徑軸，紅色圓點為每 6 小時位置。

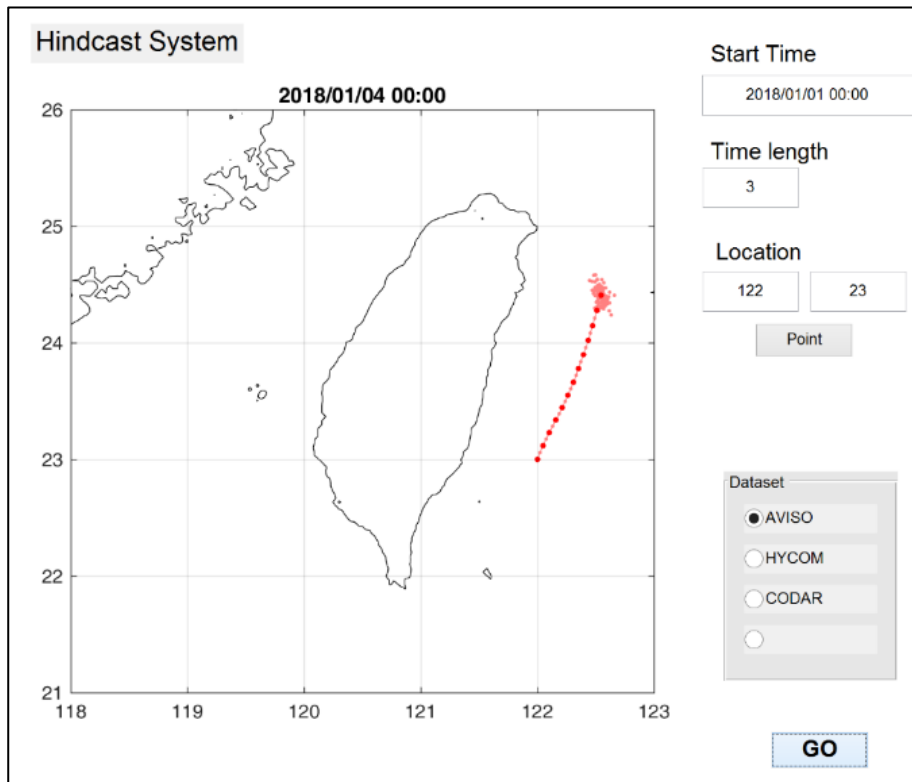


圖 53 顯示漂流路徑推估結果，粉紅色圓點為 100 枚 tracers，點線為平均路徑軸，紅色圓點為每 6 小時位置。

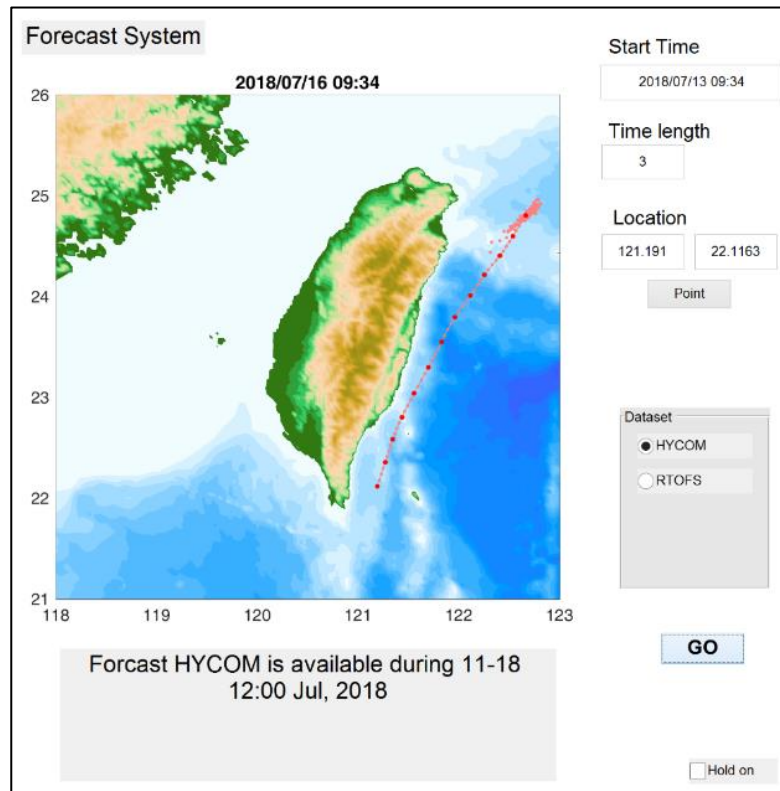


圖 54 顯示漂流路徑推估結果，粉紅色圓點為 100 枚 tracers，點線

為平均路徑軸，紅色圓點為每 6 小時位置。

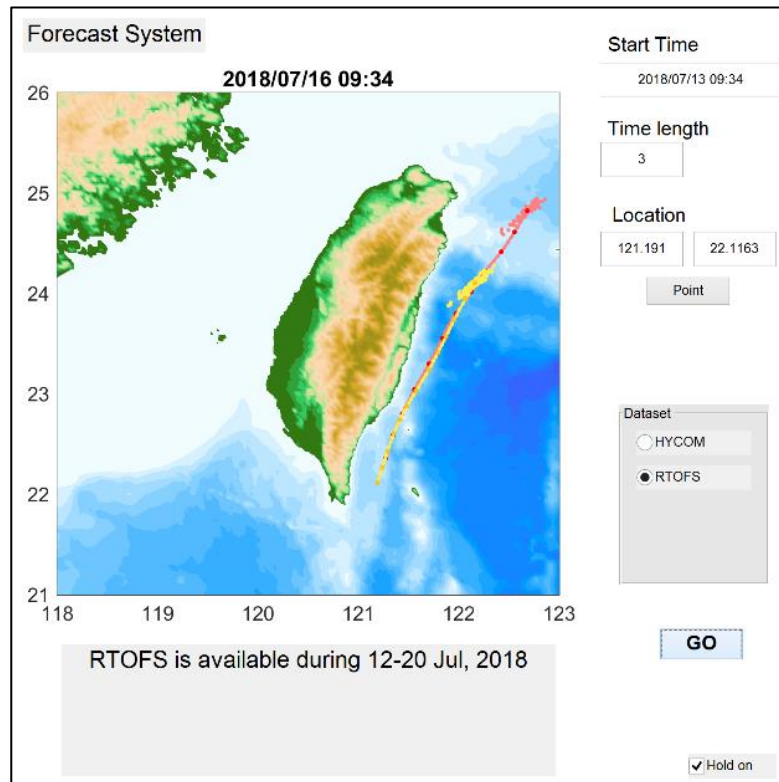


圖 55 不同流場資料庫所推估的漂流軌跡路徑疊加結果。紅色為 HYCOM 推估路徑，黃色為 RTOFS 推估路徑。

#### (四) 海洋熱含量觀測系統整合測試

為使海洋熱含量變異特性分析更加完善，因此需要收集海上之海、氣象資料，進而可分析各項參數對海洋熱含量之影響。前年度已完成海/氣象資料之密集同步觀測技術、雙衛星系統傳輸系統、省電型波浪儀之開發與即時傳輸影像系統之發展，所開發之成品稱為臺大浮標系統，本年度則持續精進幾項新功能，包含雙衛星系統傳輸介面之測試、省電型波浪儀之測試、即時傳輸影像系統之陸上測試與評估、開發衛星遙控功能等等，而這些功能之實海域測試部分，皆於臺大浮標系統上進行。

本計畫開發之雙衛星系統傳輸介面，所使用之雙衛星為鈹衛星與國際海事衛星組織(International Maritime Satellite Organization, INMARSAT) 兩種全球衛星通信系統。鈹衛星通信系統涵蓋面積廣，無論海陸空皆可進行通訊，且因其軌道低，因此傳輸速度較快，並不需要專門的地面接收站。而 INMARSAT 通信系統將全球分為四個區域，分別是大西洋東

區、大西洋西區、太平洋區和印度洋區，有 9 顆同步衛星在工作中覆蓋全球。衛星通信不受環境、天氣的影響，隨時隨地都可以進行通信，因此這兩種衛星通訊系統對於海上的浮標通訊都是很好的選擇。目前的系統設定為當資料一段時間未從鈹衛星傳輸系統回傳後，將啟動 INMARSAT 傳輸系統將資料回傳，如此一來可確保資料能不間斷的回傳至陸地工作站。雙衛星傳輸主機實際安裝於浮標上之外觀請見圖 56；測試成果請見圖 57，圖中為資料回傳之信箱內容，寄件者為 sbdservice 是鈹衛星傳輸系統；而 idpservice 為 INMARSAT 傳輸系統，顯示系統在海上測試時有成功運作。



圖 56 雙衛星傳輸系統安裝於浮標上之外觀，A 為鈹衛星傳輸系統、B 為 INMARSAT 傳輸系統。

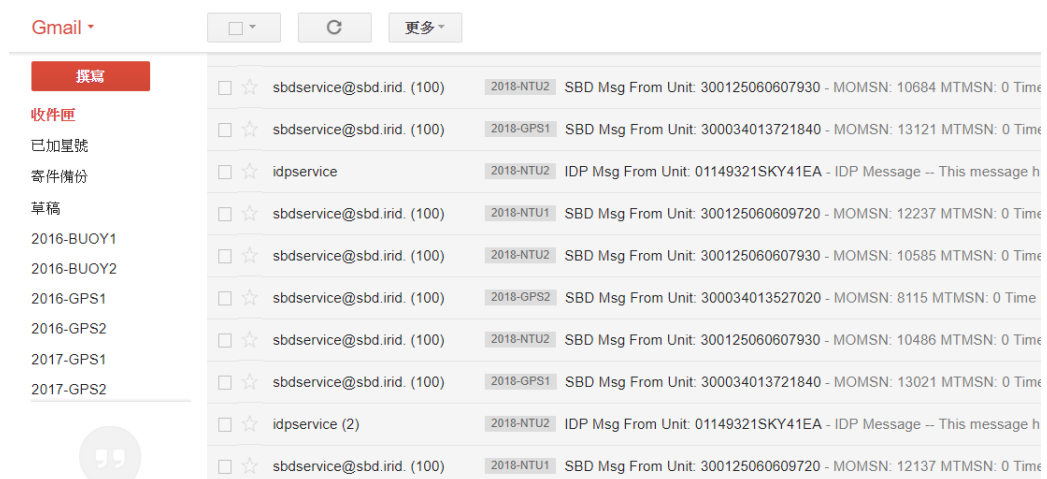


圖 57 雙衛星系統傳輸介面陸上測試回傳之信箱截圖

而本項目中省電型波浪儀之開發分為兩個部分，一個是將美國



SeaView 公司所開發之波浪觀測晶片，將其整合到與浮標中控系統相容之電路。省電型波浪儀內部樣式與其安裝於浮標上之外觀如圖 58 所示。此省電式波浪儀體積小，能有效降低風阻，減少斷纜之風險。此波浪儀使用之觀測晶片名為 SVS-603 Wave Sensor，該晶片相當精巧面積只有約 25 平方公分大，可透過 RS-232 或 USB 接頭輸出波浪相關資訊，亦可安裝 micro-SD card 紀錄觀測到之資料。該晶片的觀測原理是運用六軸加速度感應元件為主體，可感應上下、左右、前後的加速度，在透過內嵌於晶片上之計算法，轉出符合美國大氣海洋局運算標準的波浪資訊，包含主波周期、主波波向、示性波高、最大波高等。而其在資料的收集與運算設計是，當連續採樣 2048 筆資料後才會進行一次統計，在本次的測試中，我們透過中控系統控制，令其採樣頻率為 1.707Hz，連續紀錄 20 分鐘後進行統計，然後休息 40 分鐘後再進行下一次的計算。而第二種是我們自行開發之晶片，利用六軸加速度感應元件作為主體，再自行開發運算方法，期望能使之與外購晶片有相同功能。在開發過程中，將兩種晶片至同一狀態下觀測，期望透過資料的比對來驗證此自行開發之波浪儀驗算方法是否正確。

在今年度的測試當中，水槽測試部分因設定不當，只記錄到自行開發波浪儀的資料，因此無法與外購晶片進行比對，只能先和造波器之數據比對。而在海上測試部分，外購晶片運作順利，測試資料請見圖 59，圖中資料有不連續是因在測試期間，即時傳輸部分有中斷。



圖 58 由左至右分別為用外購晶片開發之波浪儀內部樣式、自行開發晶片之浪儀內部樣式、安裝於浮標上之外觀。

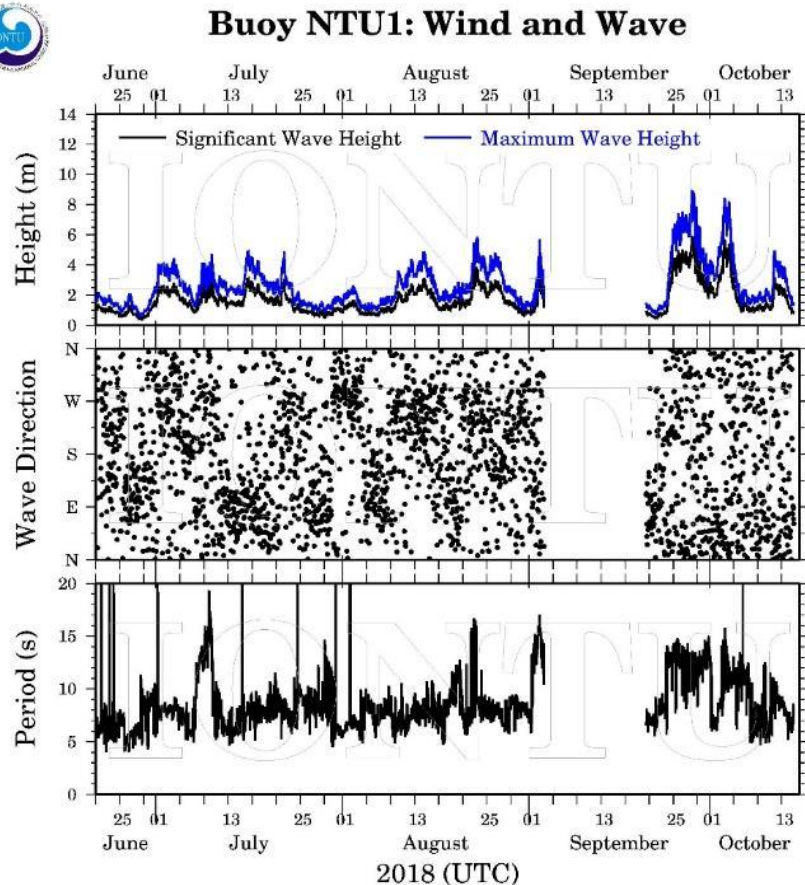


圖 59 省電型波浪儀實海域測試資料，由上至下分別為示性波高(黑)與最大波高(藍)、主波波向、主波周期。

在即時傳輸影像系統的部分，去年度完成了圖片轉檔與傳輸的建置與測試。此系統的概念(見圖 60)為將發送端的圖檔先轉換成文字編碼後，透過衛星傳送，到接收端後再將文字編碼轉回圖檔後即完成資料的傳送測試。而此系統的運作機制為，利用圖 61，用遠端遙控方式控制，當資料出現異常，或有劇烈天氣發生時，使其回傳當時最近一張照片，讓我們以肉眼方式，判讀資料之正確性。

在資料傳輸量與耗電量評估方面，用攝影機拍下的一張照片壓縮後所佔容量大約 1.9mb，在最大 6.4kbps 的傳輸速率下，傳一張照片需要約 5 分鐘，在傳輸的供電設定為 12V 0.7A 時，每傳一張照片需要 0.058Ah，因此一顆 10Ah 的電池能夠傳輸 170 張的照片。而實際陸上測試部分，我們是用 skywave 的衛星模組，透過 INMARSAT 衛星來傳輸資料，首先將圖片用 Base64 的方式編碼(圖 62)，INMARSAT 在傳輸時會將編碼再次轉換成 Hex 格式傳輸，因此用戶端會收到如圖 63 的訊息，

在接收資料後需再將 Hex 轉換成 AscII 格式，然後再將轉為 ASCII 的編碼轉回圖片，即完成。

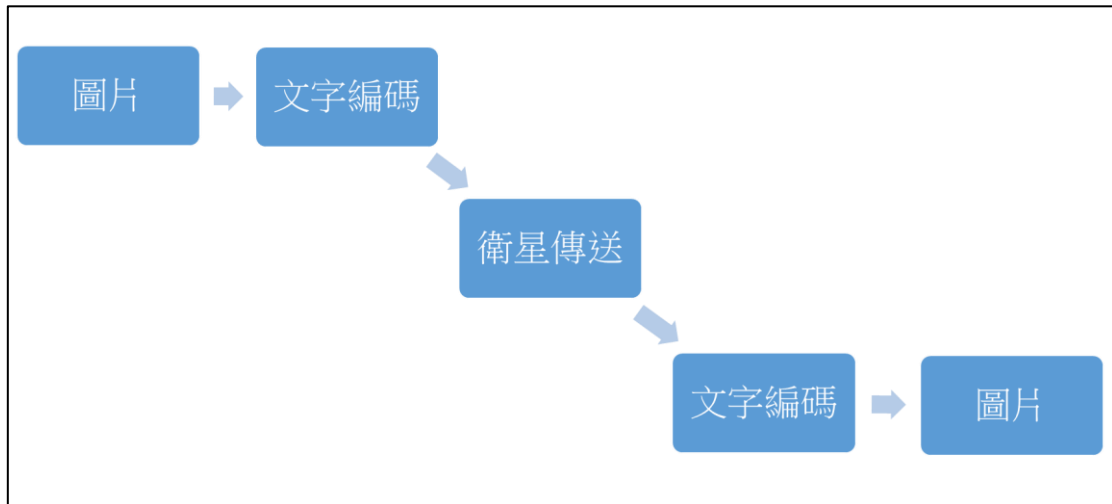


圖 60 即時傳輸影像系統設計概念。

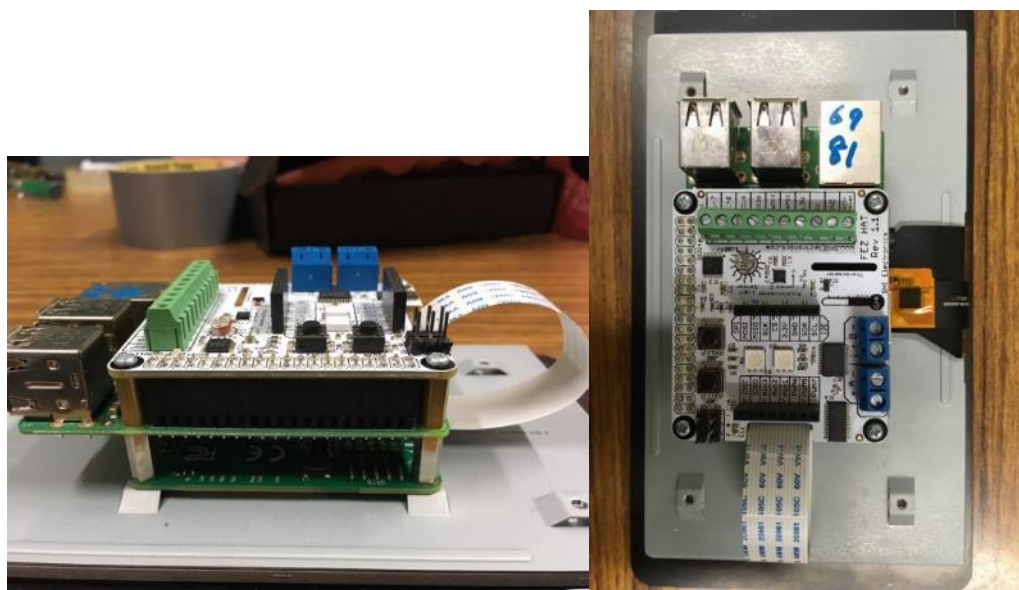


圖 61 即時影像傳輸控制晶片。



圖 62 即時傳輸影像利用 Base64 方式編碼示意圖

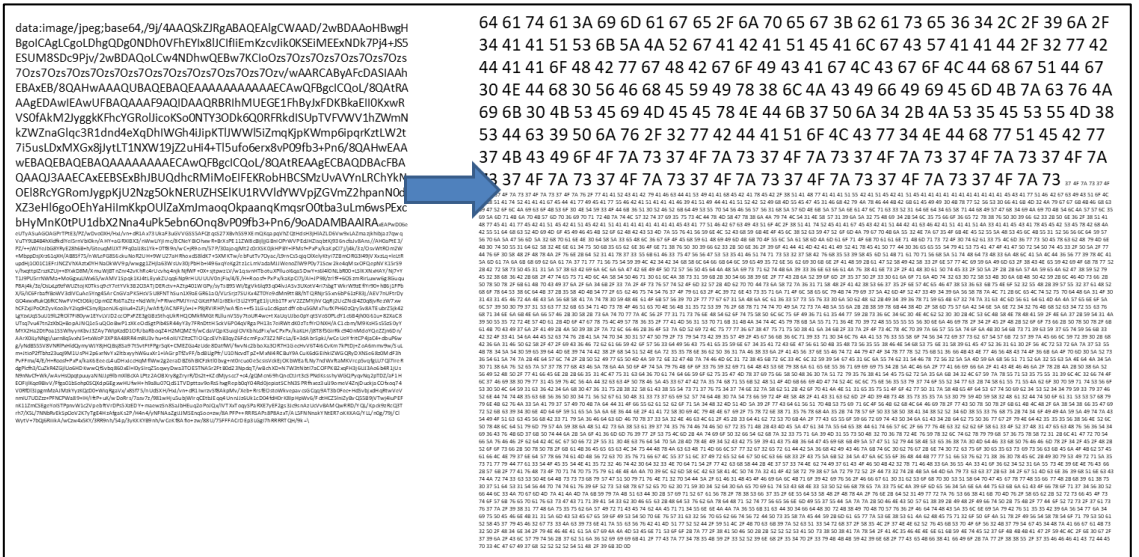


圖 63 編碼後轉換成 Hex 格式示意圖

在衛星遙控功能的部份，今年度發展之系統包含下列幾種功能：

1. 重新啟動。當系統故障時，可透過此功能重啟系統，刪除可能影響運作之暫存指令，使系統回復正常運作。
2. 調整資料回傳頻率。系統平時為每 30 分鐘傳回最近一筆

資料，當颱風靠近時，可命系統以 6 分鐘為倍數的分鐘數為資料回傳頻率，得到更多且即時的資料。

3. 控制無線電功能開啟或關閉。無線電功能通常於船在浮標附近時才要開起，因此此功能可使無線電功能在適當時機啟動，並節省能源。

### (五) 海洋熱含量觀測系統實地作業

雙衛星傳輸介面與省電型波浪儀的開發完成後，其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 公尺的溫鹽度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。錨錠設計部分結合臺灣大學海洋研究所團隊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) (Hayes et al., 1991)浮標之原型，並將其改造，使其更加堅固。圖 64 展示浮標浮體部分之示意圖；表 8 則詳列浮標掛載的氣象與海象探針之廠牌、型號與規格。

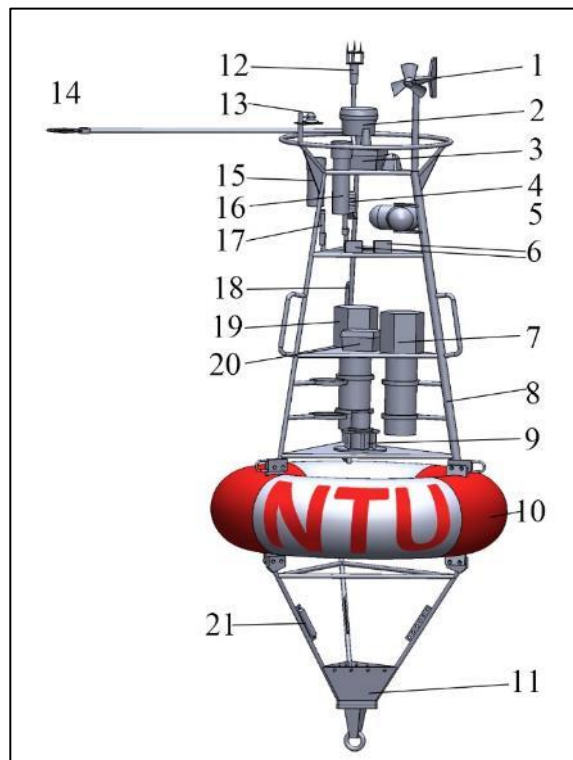


圖 64 海氣象即時傳輸浮標示意圖。1. 螺旋槳式風速計、2. 航行警示燈、3. 鉸衛

星傳輸天線、4. 溫、溼度計、5. 雷達反射器、6. 縮時攝影機、7. CCU、8. 上架、9. 波浪儀、10. 玻璃纖維浮體、11. 下架、12. 超音波風速計、13. 短波輻射儀、14. 淨輻射儀、15. 獨立銜衛星 GPS 位置發報器、16. 雨量計、17. 無線電傳輸天線、18. 氣壓計、19. MAU、20. 磁羅經、21. 海表溫度計。

表 8 掛載於浮標上的探針之儀器特性表

儀器	廠牌	型號	量測範圍	解析度
溫、溼度計	SINO	TR800	溫度：-80 ~ 60 °C	0.1 °C
			相對溼度：0 ~ 100 %	0.1 %
氣壓計	SINO	70A	800 ~ 1200 hPa	0.1 hPa
螺旋槳式 風向風速計	R.M. Young	05106	風速：0 ~ 100 m/s	0.01 m/s
			風向：0 ~ 360 °	0.1 °
超音波式 風向風速計	Gill	WindObserver 75	風速：0 ~ 75 m/s	0.01 m/s
			風向：0 ~ 359 °	1 °
短波輻射儀	EKO	MS-602	285 ~ 3000 nm	0.14 W/m <sup>2</sup>
淨輻射儀	KippZonen	NR_Lite2	200 ~ 10 <sup>6</sup> nm	0.1 W/m <sup>2</sup>
雨量計	R.M. Young	50202	0 ~ 50 mm	1 mm
縮時攝影機	Brinno	MAC200DN	6 m, 100 °	X
溫深鹽儀	Sea-Bird	37 IMP	鹽度：0 ~ 7 S/m	0.00001 S/m
			溫度：-5 ~ +45 °C	0.0001 °C
			深度：0 ~ 3500 m	0.07 m
溫深儀	Sea-Bird	39 IM	溫度：-5 ~ +45 °C	0.0001 °C
			深度：0 ~ 600 m	0.012 m
溫深儀	Sea-Bird	39	溫度：-5 ~ +45 °C	0.0001 °C
			深度：0 ~ 1000/3500/7000m	0.002% of full scale range
	Soundnine		溫度：-5 ~ +45 °C	0.0001 °C

儀器	廠牌	型號	量測範圍	解析度
溫深加速度儀		Enduro APT Records	深度：0 ~ 500m	0.005 m
			傾角：0 ~ 180°	0.1°
單點流速計	Nortek	Aquadopp Current Meter 2mHz	流速：±5 m/s	0.5 cm/s
			溫度：-4 ~ +40 °C	0.01 °C
表水溫度計	SINO	70T	0 ~ 70 °C	0.1 °C
都普勒流剖儀	Teledyne	DVS	溫度：-4 ~ +45 °C	0.5 °C
			深度：0 ~ 750 m	0.1 m
			流速：±6 m/s	0.5 cm/s
螢光探針	Sea-Bird	ECO FL fluorometers	溫度：0 ~ 30 °C	0.0001 °C
			深度：0 ~ 600 m	0.006m
			葉綠素 a 濃度：0-125µg/L	0.02µg/L
溶氧探針	Aanderaa	Oxygen Optode 4831	溫度：-5 ~ 40 °C	0.01 °C
			溶氧量：0-500µM	<1µM

臺大浮標系統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由電線連結；浮體之下則是連接絕緣鋼纜，此鋼纜乃感應式傳導數據機(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。因整條鋼纜皆為導體，故可在任意選定的深度安裝儀器，使得實驗設計較為彈性。中控系統主要可分成兩大部分：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，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

鉞衛星通訊數據機，將資料以電子郵件的方式傳到作業單位，除此之外，海象探針均有自計功能，而氣象探針的部分，則是在 MAU 部分有快閃記憶體以儲存氣象資料(楊等, 2015; 2016a; 2016b; Chang et al., 2017)。完整的系統作業圖與自主開發之系統電路板展示於圖 65 與圖 66。



圖 65 由左至右分別是控制 MAU 之電路板 ORB-958A，以及控制 CCU 的 ORB-918C 與 ORB-988A 之電路板。

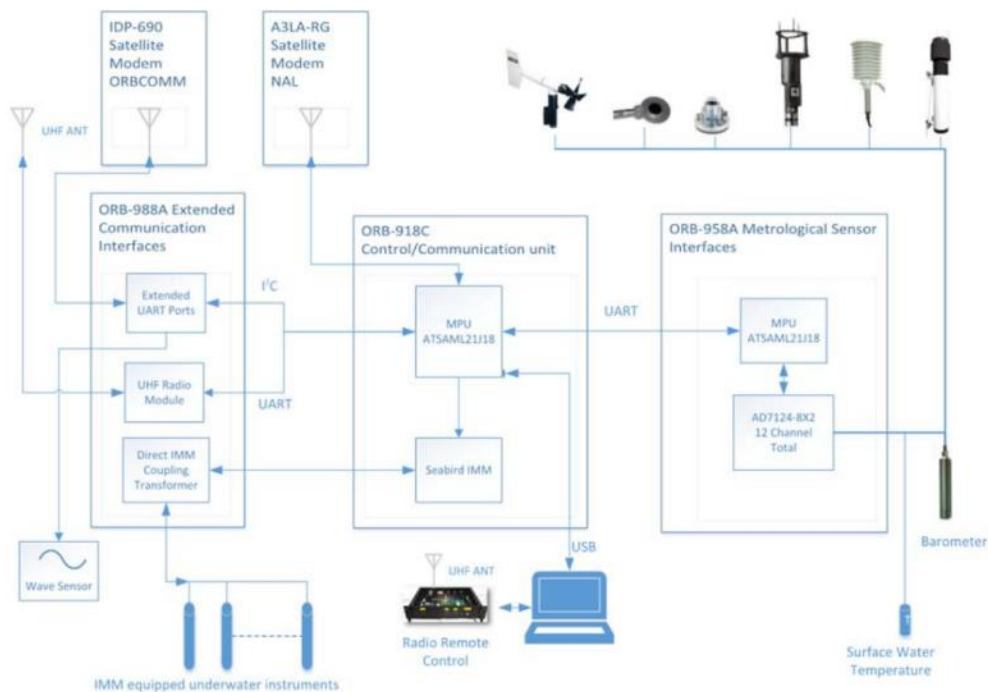


圖 66 海氣象浮標系統作業圖

本年度之浮標系統海上測試作業由臺灣大學海洋研究所海氣象



即時觀測浮標團隊執行，於海研一號第 1199 航次中佈放 NTU1 與 NTU2 兩組海氣象浮標，該航次由楊穎堅老師領隊，圖 67 至圖 71 為水下儀器安裝及浮標施放作業情形，測試結果展示於海氣象即時傳輸浮標網頁 (<https://po.oc.ntu.edu.tw/buoy/buoy2018/index.php>)。

資料即時接收系統部分如圖 72 所示，資料由浮標中控系統收集後，由銜衛星或 INMARSAT 回傳至指定 Gmail 帳號，接著由系統定時下載資料，下載後進行解碼，將資料從電壓轉換成有物理意義的數值，並進行資料品管刪除異常值，經品管的資料將會被放入 MySQL 資料庫中，再由程式抓取繪圖並上傳至展示網頁，資料統計完成後依氣象局所需格式匯出檔案，供氣象局下載，匯出檔案內容範例見圖 73，統計方式於下段中敘述。此研究建置之資料庫使用以 Linux 核心所開發的作業系統—Ubuntu，使用的版本為 12.04 x64，此作業系統可增強網路保安功能，避免成為駭客跳板；網頁伺服器採用 LAMP (Linux+Apache+MySQL+PHP)，加強網頁即時查詢功能。

本年度的氣象儀器採樣頻率皆為 2 分鐘一筆，資料紀錄於 MAU 當中，而其他探針則有自記功能，波浪 1 小時會統計出一筆資料；水下溫、鹽度探針採樣頻率為 1 分鐘一筆；海流探針為 10 分鐘一筆；溶氧與螢光探針則是 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。在平常日時系統會每 30 分鐘將最近一筆資料回傳至陸上工作站，當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。資料回傳至陸上工作站後，每小時會將前一小時的資料進行平均再傳至氣象局，該筆資料則視為接收資料時間前一小時的資料，以圖 73 中的第一筆資料為例，2018 年 6 月 23 日中午 12 點的資料係為當天中午 12 點到下午 1 點間所收集的資料之平均值。



圖 67 臺大海洋研究所海氣象即時觀測浮標團隊於 106 年安裝水下儀器之情形

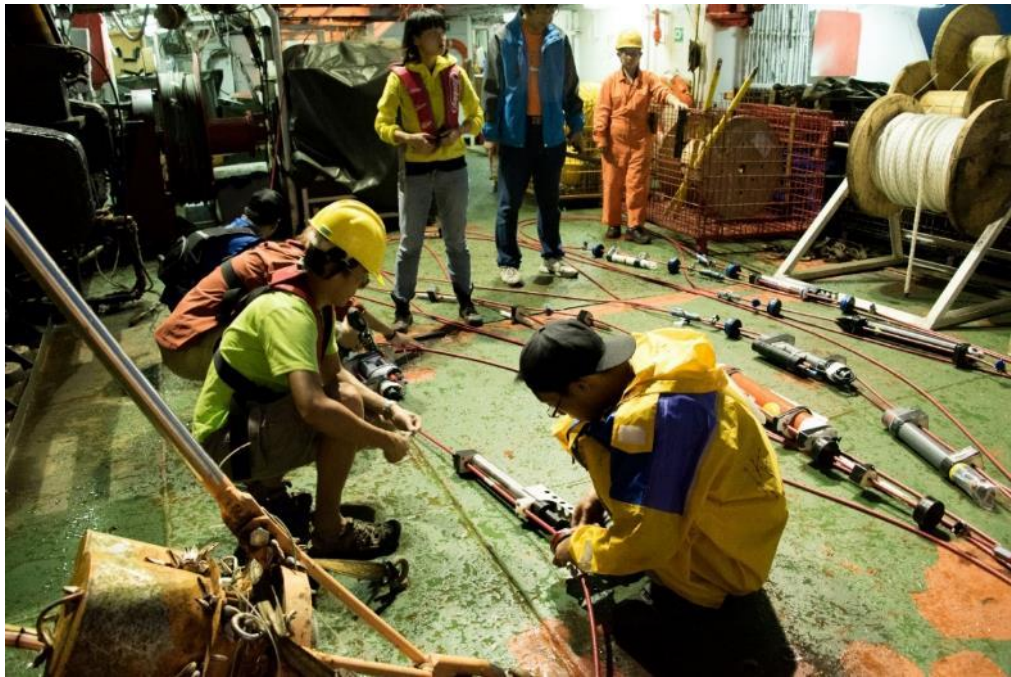


圖 68 臺大海洋研究所海氣象即時觀測浮標團隊於 107 年安裝水下儀器之情形



圖 69 海氣象浮標浮體施放作業情形



圖 70 水下儀器陸續施放過程



圖 71 佈放作業完成後，NTU1 浮標於海面之情況。

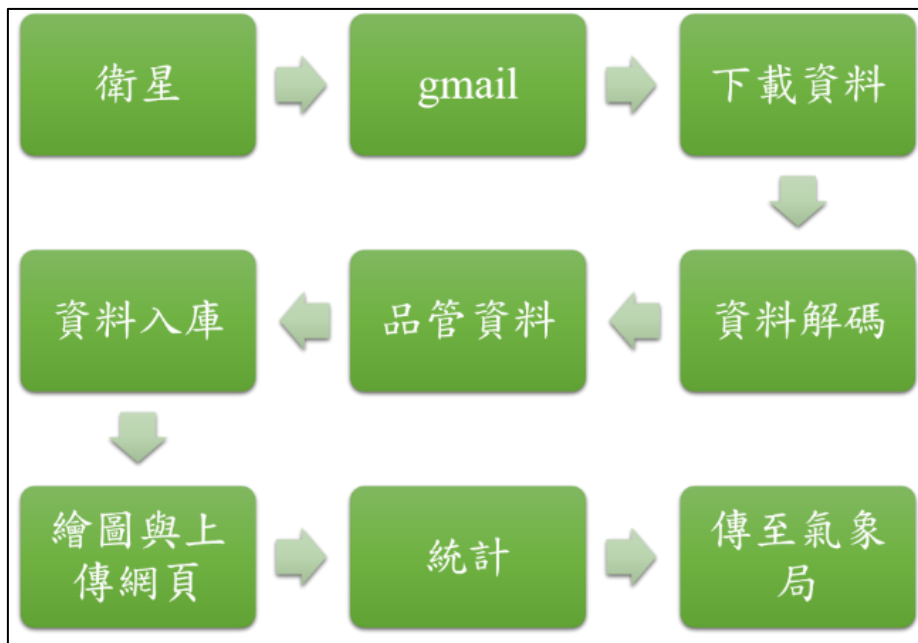


圖 72 資料即時接收系統示意流程圖

Line No.	Station ID	Value 1	Value 2	Value 3	Value 4	Value 5	Value 6	Value 7	Value 8	Value 9	Value 10	Value 11	Value 12	Value 13	Value 14	Value 15	Value 16	Value 17	Value 18
1	NTU02 2018062312	60	60	197	66	66	197	10086	294	292	100	72	224	-7	812	8	161	-	-
2	NTU02 2018062313	86	81	196	98	91	196	10078	296	293	-7	-7	-7	-7	669	14	-7	-	-
3	NTU02 2018062314	81	80	197	88	87	197	10074	296	293	111	41	160	-7	752	25	186	-	-
4	NTU02 2018062315	75	72	214	79	74	214	10072	295	293	109	82	325	-7	814	28	172	-	-
5	NTU02 2018062316	75	72	215	71	67	215	10070	295	294	107	73	17	-7	777	27	171	-	-
6	NTU02 2018062317	73	67	213	73	70	213	10071	296	294	109	55	90	-7	744	37	180	-	-
7	NTU02 2018062318	57	56	216	73	70	216	10075	297	294	99	55	152	-7	669	41	163	-	-
8	NTU02 2018062319	48	47	212	61	60	212	10083	294	294	109	64	138	-7	651	28	177	-	-
9	NTU02 2018062320	51	51	202	59	56	202	10091	293	293	97	59	119	-7	673	24	159	-	-
10	NTU02 2018062321	55	53	187	71	61	187	10098	293	294	100	60	180	-7	669	15	162	-	-
11	NTU02 2018062322	69	68	186	92	86	186	10102	293	293	99	58	175	-7	689	15	162	-	-
12	NTU02 2018062323	68	65	181	80	72	182	10103	292	293	96	59	146	-7	693	19	156	-	-
13	NTU02 2018062400	58	57	178	73	67	178	10100	292	293	91	57	101	-7	562	26	149	-	-
14	NTU02 2018062401	74	71	178	83	78	178	10096	292	293	93	55	116	-7	623	25	152	-	-
15	NTU02 2018062402	72	69	184	77	72	184	10093	292	293	100	83	308	-7	598	31	158	-	-
16	NTU02 2018062403	74	70	183	86	84	183	10088	292	292	94	72	159	-7	640	27	151	-	-
17	NTU02 2018062404	85	74	188	91	81	188	10085	292	292	96	57	162	-7	706	26	157	-	-
18	NTU02 2018062405	69	66	188	83	75	188	10084	292	292	90	58	148	-7	621	32	146	-	-
19	NTU02 2018062406	74	74	180	85	75	180	10087	291	293	102	55	193	-7	736	47	168	-	-
20	NTU02 2018062407	73	69	174	83	81	174	10093	293	293	103	58	128	-7	783	51	168	-	-
21	NTU02 2018062408	78	74	183	81	75	183	10095	295	293	100	53	132	-7	738	50	165	-	-
22	NTU02 2018062409	63	62	184	78	74	184	10100	293	293	105	48	143	-7	608	45	174	-	-
23	NTU02 2018062410	78	75	186	89	87	186	10102	293	294	102	56	179	-7	555	45	168	-	-
24	NTU02 2018062411	67	64	186	79	62	184	10103	295	294	99	65	170	-7	462	24	160	-	-
25	NTU02 2018062412	72	66	188	76	71	188	10099	295	295	95	56	147	-7	485	31	156	-	-
26	NTU02 2018062413	68	64	189	75	72	189	10095	295	296	99	51	137	-7	491	40	163	-	-
27	NTU02 2018062414	68	62	186	78	77	186	10092	296	297	100	52	125	-7	458	37	166	-	-
28	NTU02 2018062415	63	59	186	70	68	186	10088	296	297	95	57	127	-7	459	31	155	-	-
29	NTU02 2018062416	69	61	183	74	73	182	10085	298	297	100	52	210	-7	559	38	165	-	-
30	NTU02 2018062417	51	50	189	54	53	189	10085	299	298	97	66	349	-7	594	37	157	-	-
31	NTU02 2018062418	49	47	192	56	53	192	10086	300	299	90	64	231	-7	578	40	145	-	-
32	NTU02 2018062419	50	48	180	57	52	180	10091	297	298	88	53	128	-7	583	49	146	-	-
33	NTU02 2018062420	52	51	165	52	50	165	10098	294	298	81	53	127	-7	615	45	134	-	-
34	NTU02 2018062421	58	54	158	57	54	158	10107	294	297	86	53	67	-7	670	46	142	-	-
35	NTU02 2018062422	57	53	154	55	54	154	10112	294	297	86	55	180	-7	619	39	141	-	-
36	NTU02 2018062423	65	60	149	71	71	150	10113	293	296	85	54	106	-7	551	34	140	-	-
37	NTU02 2018062500	61	60	149	65	61	149	10111	292	295	79	55	129	-7	520	18	130	-	-
38	NTU02 2018062501	48	47	151	58	58	151	10109	291	295	80	50	153	-7	526	17	133	-	-
39	NTU02 2018062502	48	45	164	46	45	164	10105	290	295	78	49	143	-7	589	15	129	-	-
40	NTU02 2018062503	51	50	171	54	53	171	10103	290	295	75	67	282	-7	619	24	121	-	-
41	NTU02 2018062504	46	45	166	52	50	166	10102	289	295	71	71	278	-7	585	31	114	-	-
42	NTU02 2018062505	45	43	171	59	51	170	10102	288	295	76	53	110	-7	562	40	125	-	-
43	NTU02 2018062506	35	34	177	38	36	178	10104	289	295	72	72	237	-7	564	37	116	-	-
44	NTU02 2018062507	25	25	174	32	29	174	10109	293	293	68	71	217	-7	533	41	109	-	-
45	NTU02 2018062508	24	23	169	25	23	169	10113	293	294	72	73	269	-7	485	51	115	-	-

圖 73 供氣象局使用之檔案格式範例

## (六) OpenAPI 規格之應用程式介面發展

本計畫之資料服務採取 OpenAPI 規格進行應用程式介面發展，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。

所發展的提供公開可取得的開放式應用程式介面，讓災防合作單位介接所需的海氣象資料，進行內容重整與加值，並整合與簡化所屬的資料與內容；相關資料並透過 HTML5 Canvas 技術，進行動態繪製點陣圖像，可展示災防所需的海氣象資料。OpenAPI 之資料流程規劃如圖 74，資料服務與 Swagger 之實

踐如圖 75。

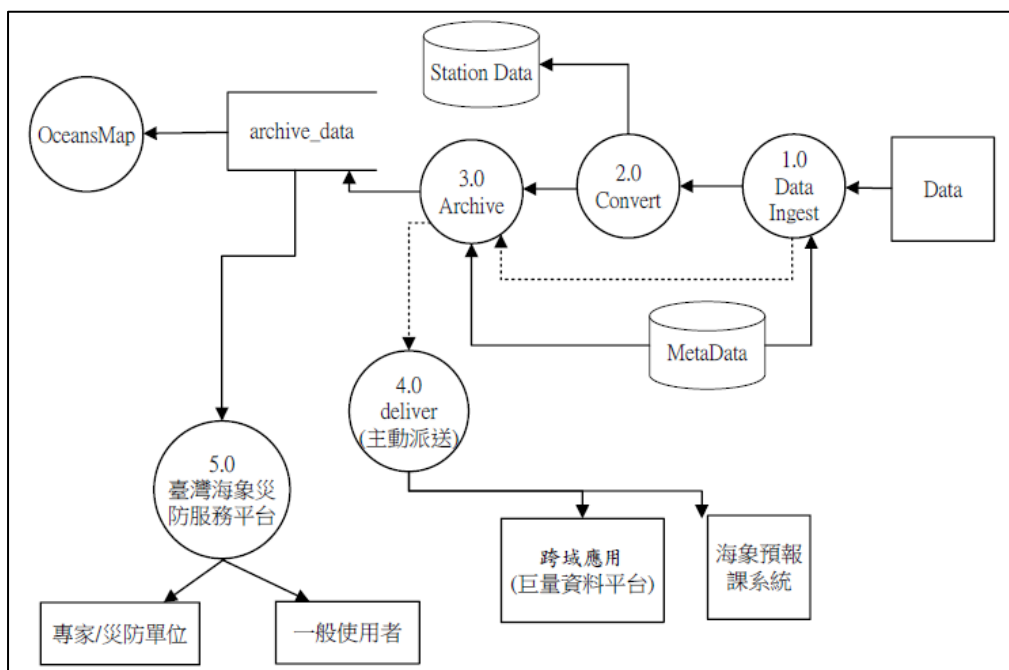


圖 74 OpenAPI 資料流程圖

POINT		Show/Hide	List Operations	Expand Operations
GET	/api/POINT/getForecast/			查詢單點預報資料
GET	/api/POINT/getSun			日出日落資料
SHIP		Show/Hide	List Operations	Expand Operations
GET	/api/SHIP/getData			
STATION		Show/Hide	List Operations	Expand Operations
GET	/api/STATION/getAnalysis			# 查詢測站預報資料介面 - 天文潮 (tide6Ha + tiderkp)
GET	/api/STATION/getAtte			# 查詢測站注意值介面
GET	/api/STATION/getDart			
GET	/api/STATION/getForecast/			查詢測站預報資料
<b>Implementation Notes</b>				
查詢測站預報資料 必要查詢參數：longname、initial_datetime(精確查詢:年月日時都要符合)。 選擇性查詢參數：stationID、model_flag、withmeta。				
<b>Parameters</b>				
Parameter	Value	Description	Parameter Type	Data Type
ticket	<input type="text"/>	ticket 認證	query	string
longname	<input type="text"/>	資料名稱	query	string
initial_datetime	<input type="text"/>		query	string
stationID	<input type="text"/>		query	string
model_flag	<input type="text"/>		query	string
var	<input type="text"/>	Multiple values may be separated by commas.	query	string
withmeta	<input type="text"/>		query	string

圖 75 OpenAPI 資料服務系統畫面

## (七) 新式衛星與雷達衍生產品<sup>1</sup>

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. 衛星日間飛機積冰警示產品

利用衛星資料偵測積冰，可透過衛星觀測反演的液態水含量 LWP(Cloud Liquid Water Path)及雲滴有效半徑  $Re$ (Cloud Effective Radius)與實際觀測飛機積冰之關係，建立反演積冰警示產品之演算法。衛星反演之積冰高度為整層氣柱之整體狀況，決定高度方法，主要是以衛星反演的雲頂高、雲底高度及數值模式之凝結高度來決定，並依此決定三維之積冰狀況分布。垂直剖面分布如圖 76 所示，目前產品之積冰強度

---

本段參考文獻如下：<sup>1</sup>

1. 交通部中央氣象局氣象資訊中心軟體發展手冊(V2.1)。
2. Himawari-8/9 Himawari Standard Data User's Guide(V1.1), 2015, JMA.
3. Mecikalski, J. R., K. M. Bedka, 2006: Forecasting Convective Initiation by Monitoring the Evolution of Moving Cumulus in Daytime GOES Imagery. Mon. Wea. Rev., 134, 49–78.
4. Mecikalski, J. R., W. M. Mackenzie, M. König, and S. Muller, 2010: Use of Meteosat Second Generation Infrared Data in 0-1 hour Convective Initiation Nowcasting. Part 1. Infrared Fields. J. Appl. Meteor. Climate., 49, 521-534.

不隨高度變化。

### 積冰垂直剖面

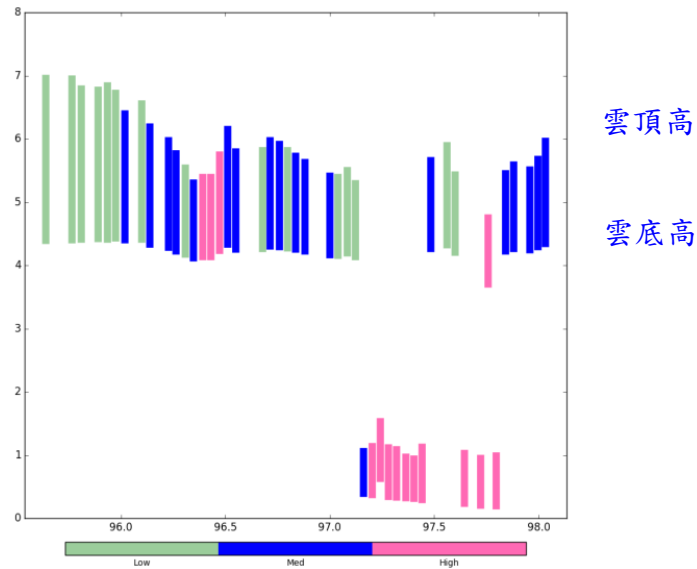


圖 76 積冰垂直剖面圖

圖 77 為積冰警示產品只平面分布圖，FL 為飛航空層高度 (Flight Level) 是由一標準大氣壓 (1013.25 毫巴) 依飛行器所在處之壓力所推算出來的飛行高度再除於 100，此高度不一定是航空器的真正的海拔高度。如飛航空層高度 FL50 相當於 5000 英尺高度。

### 積冰警示 FL50-210

FlighticingThreat 2018/11/28 10:00 FL050-210 (all level)

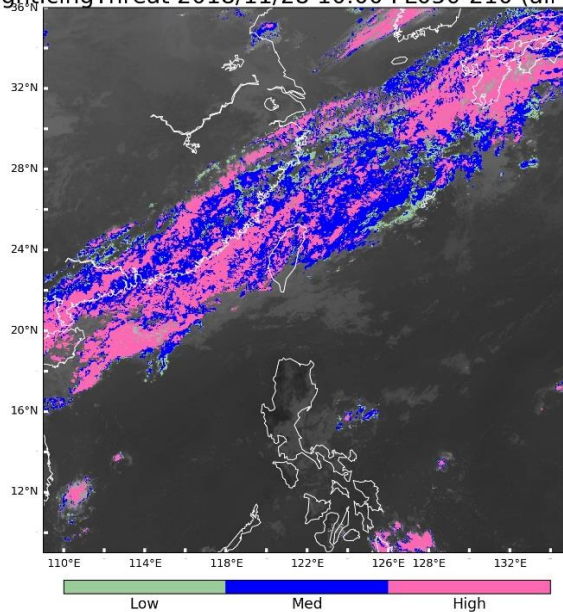


圖 77 積冰警示圖



並依據航路規畫需要，產製不同飛航空層高度之積冰警示產品，結果如圖 78。

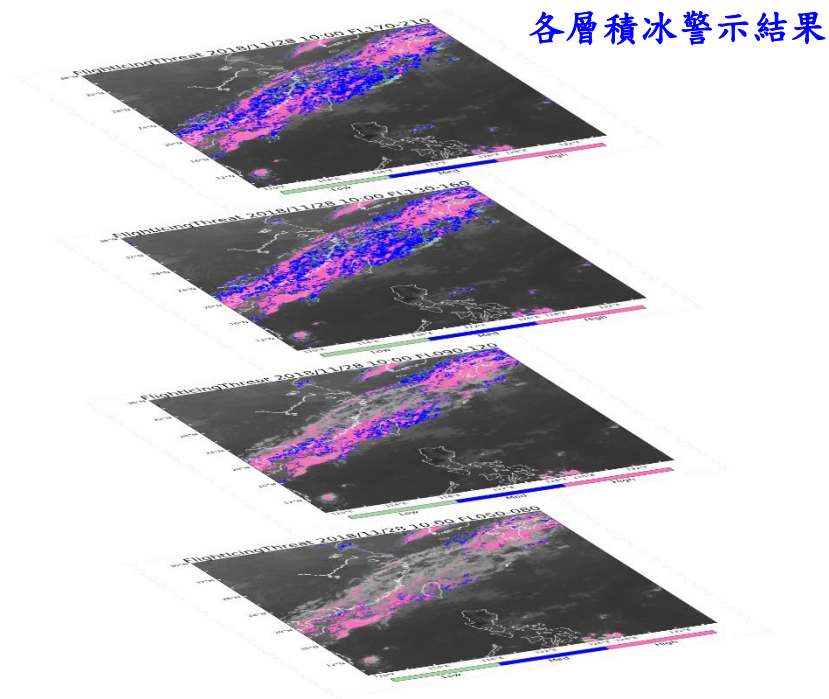


圖 78 各層積冰警示結果圖

目前積冰結果僅能用於日間，並且將於未來致力於發展夜間積冰偵測方法、垂直積冰分布變化之改善，以及雲底高度之反演結果的改善，以期提升產品實用性，便於航管人員與飛行員對航路規畫。

## 2. 衛星對流起始偵測作業化產品(Convective Initiation, CI)

衛星對流起始偵測技術，主要導入歐盟 MSG 地球同步衛星計算 CI 技術之方法(Mecikalski, 2010)，採用多頻道閾值法，即使用各種閾值作為各頻道之標準值。運用衛星數據資料之閾值分析法，目前有可見光或紅外線雲型分析、紅外線多頻道分析與紅外線時間趨勢分析法，監測不同之對流。本法採用了混合法監測不同之對流發展。

除利用閾值分析外，配合紅外線及可見光頻道數據資料分析對流雲區的對流雲遮方式，排除 70%~90% 的非對流區，加速電腦計算時間；另採用 3.9 $\mu\text{m}$ 、6.2 $\mu\text{m}$ 、7.3 $\mu\text{m}$ 、8.6 $\mu\text{m}$ 、10.4 $\mu\text{m}$  及 12.3 $\mu\text{m}$  等紅外線頻道亮度溫度差異，偵測日、夜

間低雲與霧。因對流雲隨高空氣流移動，需另計算對流雲隨時間移動趨勢。雲的移動方向及速度計算方法類似於雲導風的方法，選取目標區中心為基準，往後 10 分鐘之衛星雲圖搜索比對衛星像素差異並計算交叉相關係數 (cross-correlation coefficient)，找出最大值代表實際移動區域。

本方法首先利用主成分分析法找出與 CI 有高相關之頻道或頻道組合，挑選前 10 名做為 CI 預測因子，並統計與 CI 相關之預測因子以計算其閾值，再濾掉已發展成熟對流雲，並利用雲導風追蹤雲塊發展狀況，其結果若超過 8 個以上預測因子所設定的閾值則可視為有可能發展為 CI 區域。

目前 CI 預測誤報率偏高，本文採用模式計算之穩定指數排除發展機率較低的區域。例如對流可用位能(CAPE)及對流抑制能(CIN)，若最新模式預測 CIN 值大於 60 或 CAPE 值小於 300，則將計算之 CI 值取消，此方法可降低約 10% 誤報率。

2018 年 8 月 1 日午後對流分析個案顯示，臺灣地區低層風場微弱(圖 79)，適合午後對流發展。臺灣東北部山區在 0410 UTC 雷達回波(圖 80)已發展超過 35dBZ，0540 UTC 台灣東北部山區及花蓮山區回波回波持續發展，0630 UTC 台灣北部山區及之花蓮山區一帶回波持續發展。

檢視 2018 年 8 月 1 日導入新式衛星 CI 偵測計算結果(圖 81)，顯示 0340 UTC 臺灣東北部山區及花蓮山區已出現對流起始(CI)之偵測結果(紅圈)，0410UTC 臺灣東北部山區及花蓮山區仍有對流發展訊號，0420 UTC 臺灣南部山區的亦有對流初始訊號出現。

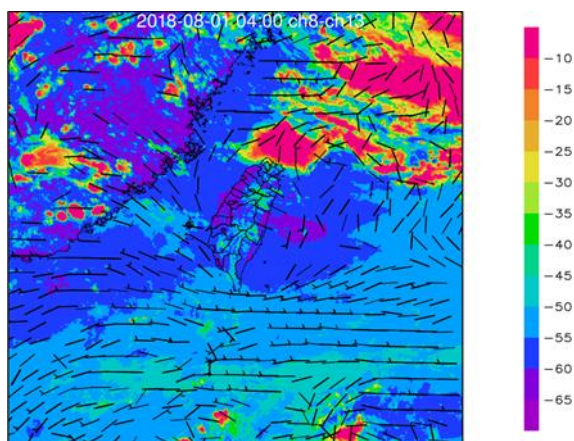


圖 79 2018 年 8 月 1 日 0400UTC 雲導風疊加(6.2-10.4  $\mu\text{m}$ ) 亮度溫度雲圖。

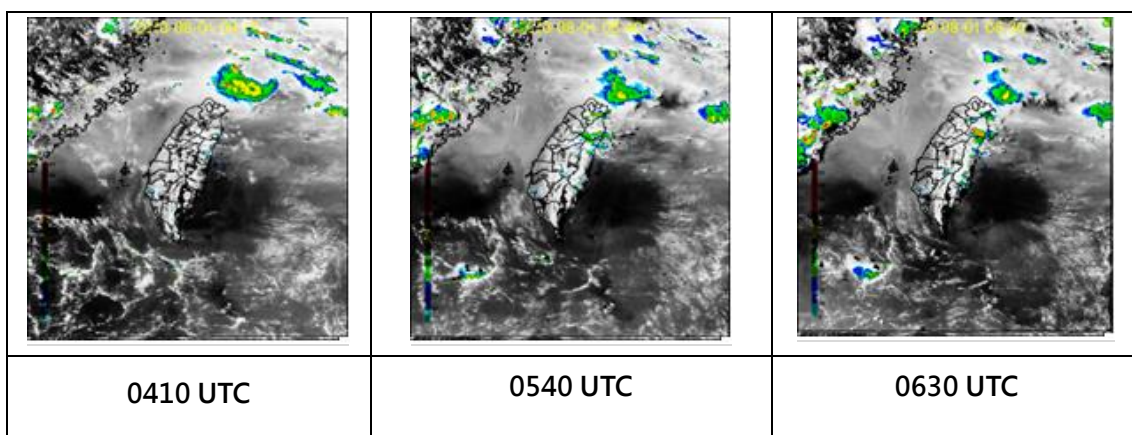


圖 80 2018 年 8 月 1 日雷達回波圖及強化可見光雲圖。

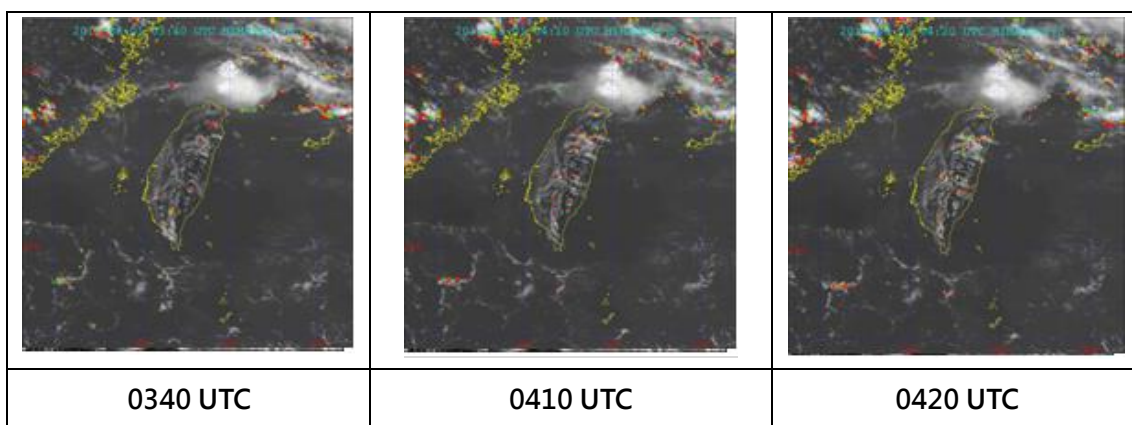


圖 81 2018 年 8 月 1 日衛星對流起始產品。

目前臺灣地區對流系統偵測主要依據雷達網觀測雷達回波偵測大於 35 dBZ 發生的時間。國內外研究發現，透過同步衛星雲圖之雲圖追蹤及各頻道亮度溫度分析，可以在半小時

至 45 分鐘前預測對流雲之發展，亦即雷達資料尚未偵測降雨前即已進行對流發展之預警，以發揮衛星雲圖即時監測能力。本年完成之衛星對流起始偵測測試產品，預期能建立衛星對流起始偵測技術，提供天氣分析人員對於對流發展之分析與預報能力。

### 3. 衛星雲頂相態產品

本年度所進行雲頂相態作業產品，主要植行下列工作：

#### (1) 進行計算系統更新：

雲頂相態演算法主要在辨識雲之水、汽與固體三態分布情形，因此透過衛星紅外線 11 $\mu\text{m}$  頻道的亮度溫度及近紅外線 3.75 $\mu\text{m}$  頻道反照率對於冰或水的差異反應特性，可辨識並分離雲中水、冰與過冷水。目前即時作業中的雲頂相態產品為氣象局與美國威斯康辛大學合作並進行本土化作業產品，其中針對氣象局的作業需求進行下列功能改進：

#### ● 改善雲遮掩算技術

雲遮 (Cloud Mask) 為計算雲頂相態的重要輔助資料，首要精準區分晴空與雲區，方能正確的對雲頂相態進行分類，此次更新產製雲遮經驗參數，可增加對雲中相態屬性的分辨能力。表 9 統計了比較新舊版本差異，其中有 87.57% 是兩版本相同，新版本增加對雲的分辨能力佔 7.98%。

表 9 新舊版本 Cloud Mask 的比較

ID	新版	舊版	%	說明
1	clear	clear	87.57%	新舊版本相同
2	Prob. Clear	Prob. clear		
3	Prob. Cloudy	Prob. cloudy		
4	Cloudy	Cloudy		
6	clear	Prob. clear	7.98%	雲遮分辨率有顯著改善
9	Cloudy	Prob. cloudy		
12	clear	Prob. cloudy		
13	Cloudy	Prob. clear		

5	Prob. clear	clear	2.35%	雲遮分辨率無顯有改善
10	Prob. cloudy	Cloudy		
11	Prob. cloudy	clear		
14	Prob. clear	Cloudy		
8	Prob. clear	Prob. cloudy	2.1%	表無法判斷是否改善
7	Prob. cloudy	Prob. clear		
15	Cloudy	clear		
16	clear	Cloudy		

● 增加輸入資料格式

前一版本導入日本 H-8 衛星 HSD 格式資料進行雲頂相態的演算，但 HSD 的取得方式逕由網路連線取得，但因部分網路連線問題而無法即時取得資料。本版改寫原有程式，導入氣象局直接自天線接收 HrIT 格式的 H-8 衛星數據，做為網路備援資料。

● 固定輸出網格

修改原產品輸出程式，以獲得相同網格的資料輸入源與雲頂相態輸出產品，便於後續衛星資料產品疊合。

## (2) 雲頂項態即時作業之分區產品

即時作業產品涵蓋範圍分為全景、亞洲及台灣等三類，由於全景範圍資料量多，運算速度緩慢。因此為配合其他衛星衍生產品導入雲頂相態資料需求，依照急迫程度與選擇區域不同，修改作業產品輸出流程。目前使用雲頂相態資料作為相關輔助參考的其他衛星衍生產品包括，亞洲範圍的飛機積冰警示，台灣範圍的對流起始偵測與地表日射量產品等(參圖 82)。

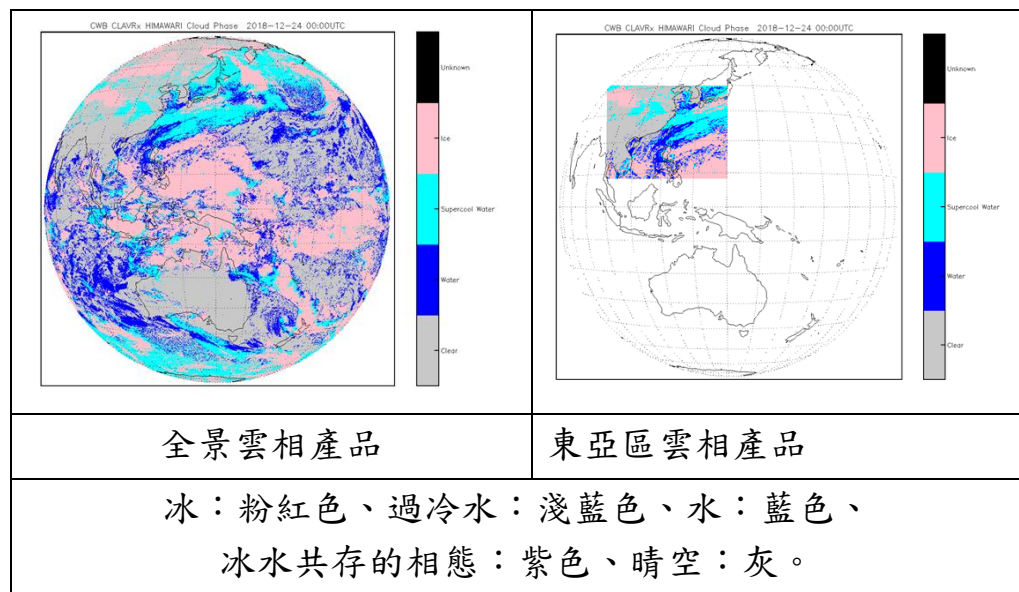


圖 82 全景雲相產品與東亞區雲相產品圖

## (八) 雷達定量降雨估計方法改進

臺灣作業雷達網同時擁有雙偏極化與單偏極化雷達，如何有效利用雷達資料，一直深具挑戰，本項工作選用 2017 年梅雨，以及四個颱風個案(如表 10)，以單一雷達進行雙偏極化雷達與單偏極化雷達定量降雨估計法的比較，分別為 R(A)、R(Z)。

表 10 個案列表

個案期間	名稱
2017/6/1-2017/6/4	梅雨(06-01)
2017/6/11-2017/6/18	梅雨(06-02)
2014/7/22-2014/7/23	麥德姆颱風(TYMD)
2014/9/20-2014/9/22	鳳凰颱風(TYFH)
2015/8/7-2015/8/8	蘇迪勒颱風(TYSD)

本研究單偏極化雷達定量降雨估計以  $Z=32.5R^{1.65}$  計算，以下稱為  $R(Z)$ ；雙偏極化參數部分則採用衰減量(A)估計降雨，以下稱為  $R(A)$ ，公式如下：

$$R = \gamma A^\Lambda \quad (\text{Ryzhkov et al., 2014})$$

$$A(r) = \frac{[Z_a(r)]^b C(b, PLA)}{I(r_1, r_2) + C(b, PLA)I(r, r_2)} \quad PLA(r_1, r_2) = \alpha[\Phi_{DP}(r_2) - \Phi_{DP}(r_1)] = \alpha\Delta\Phi_{DP}$$

$$\alpha = -0.75K + 0.04875$$

$$I(r_1, r_2) = 0.46b \int_{r_1}^{r_2} [Z_a(s)]^b ds \quad I(r_1, r_2) = 0.46b \int_r^{r_2} [Z_a(s)]^b ds$$

對S波段雷達而言， $\gamma$ 和 $\Lambda$ 為固定值， $A$ 值則為沿距離變化的函數

圖 83 為分別計算六個個案的校驗得分，除蘇迪勒颱風個案 (TYSD)外， $R(A)$ 均方根誤差均是小於  $R(Z)$ ，相關係數則是  $R(A)$ 大於  $R(Z)$ ，顯示  $R(A)$ 較  $R(Z)$ 表現佳。另分別比較大、小雨時，各方法的表現(圖 84)，在小雨時， $R(Z)$ 均方根誤差均大於  $R(A)$ ，從偏差量則發現  $R(Z)$ 大部分為高估。在大雨時，在梅雨個案之  $R(A)$ 均優於  $R(Z)$ ，颱風個案則不一定，從偏差量可以發現， $R(Z)$ 均為低估， $R(A)$ 則表現較為穩定，除蘇迪勒颱風個案，偏差均在 20%以內。由於梅雨與颱風之降水型態不同，故以下分為兩類進行比較。

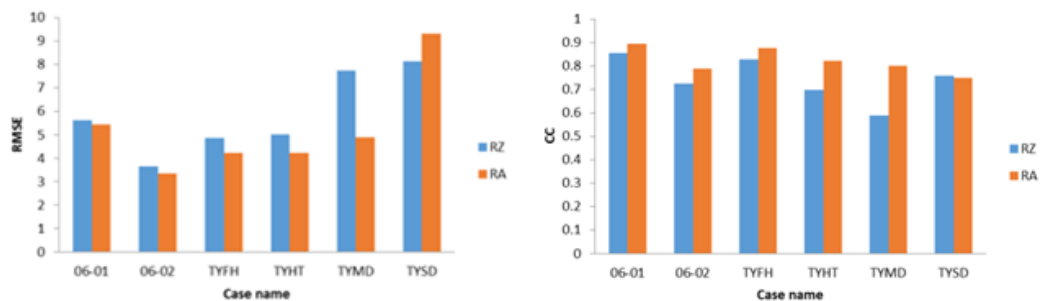


圖 83 各個案之觀測時雨量與定量降雨估計結果之校驗得分直方圖，其中藍色表  $R(Z)$ 、橘色為  $R(A)$ 。上圖為均方根誤差、下圖為相關係數。

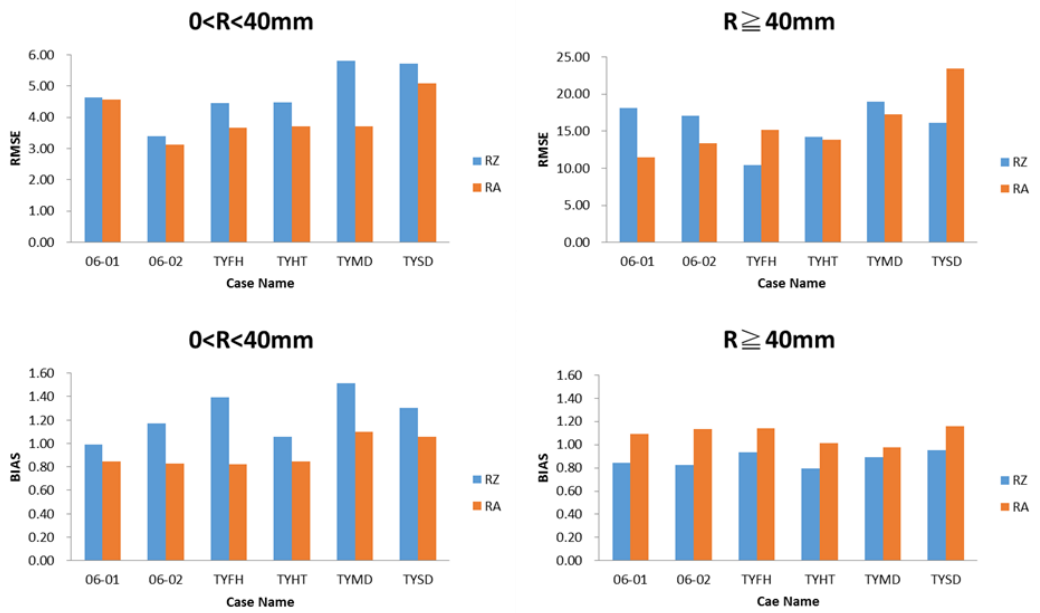


圖 84 各個案之觀測時雨量與定量降雨估計結果之校驗得分直方圖，其中藍色表 R(Z)、橘色為 R(A)。左欄為小雨時之校驗得分、右欄則為大雨；上為均方根誤差、下圖為偏差。

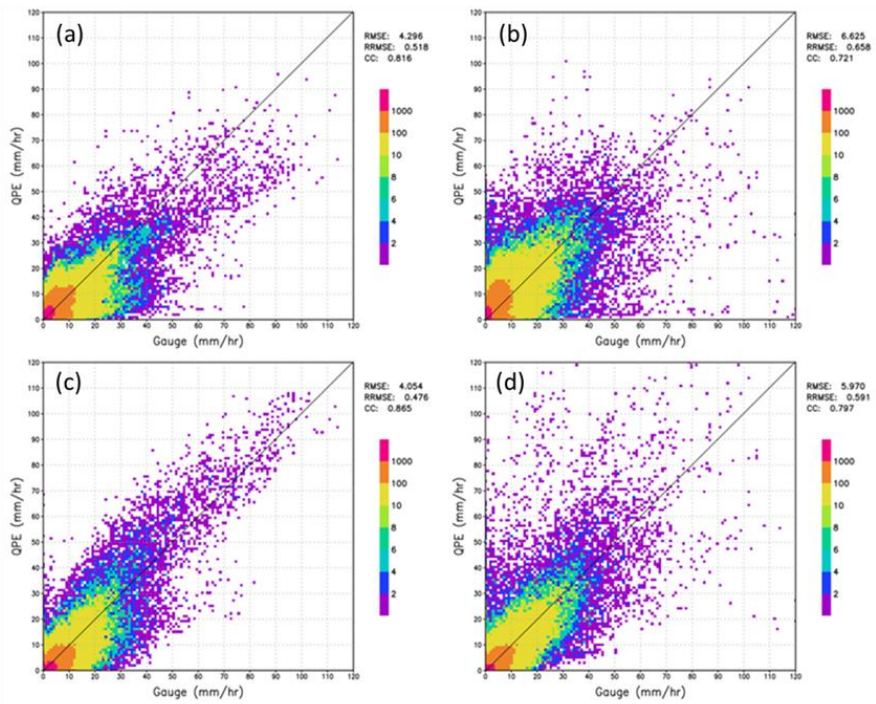


圖 85 圖(a)(c)為梅雨期間，圖(b)(d)為颱風期間之雷達定量降雨估計和雨量站的時雨量散佈圖。色階為資料個數，橫軸為雨量站量測之時雨量，縱軸則為定量降雨估計量，圖(a)(c)為 R(Z)，圖(b)(d)為 R(A)

梅雨期間，從雷達定量降雨估計和雨量站的時雨量散佈圖(圖



85)，R(Z)的資料點較為分散，但在小雨時，主要資料點仍集中在估計正確的參考線上，R(A)資料點較為集中參考線，特別是在大雨部分有較多的改善。颱風侵襲期間，不論 R(A)或 R(Z)資料點均較為分散，R(Z)在小雨時，主要資料點顯示有高估的情形，R(A)資料點則較為集中。

將不同降雨強度進行分類、分別計算得分，如圖 86。梅雨期間 R(Z)的均方根誤差隨降雨強度變大而呈線性增加，在偏差量上，降雨量在 10mm 以下呈現高估，以上則呈現低估。R(A)算法在降雨量小於 40mm 時，均方根誤差呈現線性增加，而在降雨強度大於 40mm 時，均方根誤差開始降低，在偏差量上，R(Z)在 20mm 以下其值均大於 1，顯示為高估，2mm 高估三倍，20mm 以上則略為低估，相較而言 R(A)則較為穩定，2mm 以下一樣為高估，但其偏差量較 R(Z)小得多。而在颱風個案中，不論哪一種定量降雨估計方法，均方根誤差均隨著降雨量越大而增加，在 10mm 以下，R(Z)相較於其他 R(A)算法均方根誤差較大，偏差量大於 1.31，呈現明顯的高估，大於 40mm 則低估現象越趨明顯，大於 80mm 時，偏差量為 0.32。R(A)在 5mm 以上，偏差均在 10% 以內。

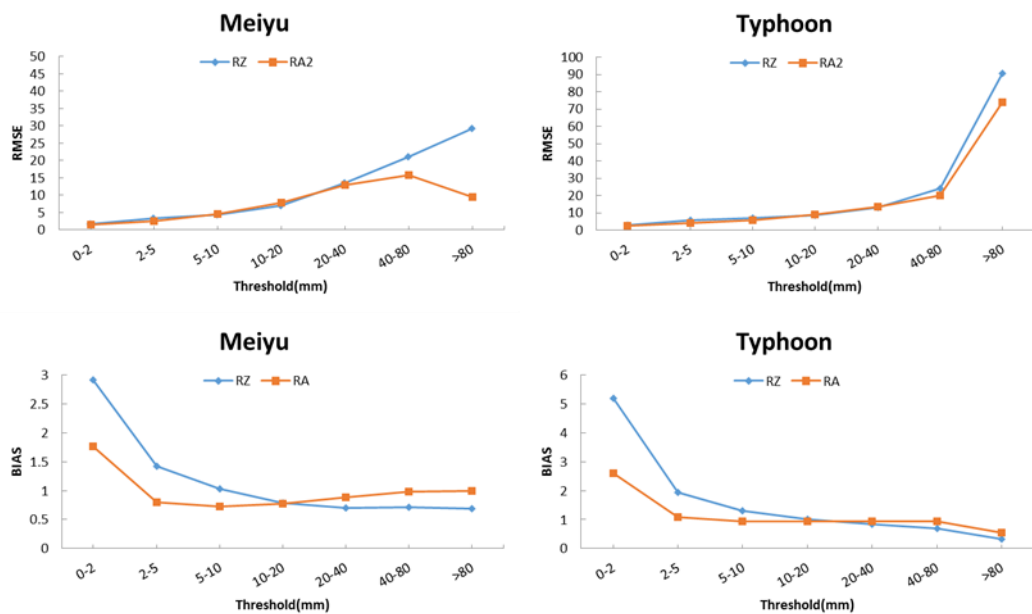


圖 86 不同降雨強度之校驗分數變化，橫軸為不同降雨強度門檻，左欄為梅雨期間，右欄為颱風期間，上列為均方根誤差、下列則為偏差量，藍線為 R(Z)、橘線為 R(A)。

綜上所述，在 R(Z)的部分，當小時降雨強度越大時，其均方

根誤差越大，且偏差值也顯示其雨量低估情形會越嚴重。R(A)具有不受能量衰減、部分遮蔽等影響，對於雨滴粒徑分布不敏感等優勢。不論颱風或梅雨個案，綜合各項校驗分數，R(A)均較R(Z)結果佳。特別在強降雨部份，利用雙偏極化參數進行R(A)的計算，其結果未來具有很好的發展性。

R(A)在研究上目前仍只適用於融化層以下，故覆蓋範圍受限，未來亦可考慮將較高仰角的R(A)資料進行垂直上的修正，或將R(Z)與R(A)結果相結合，有助於得到更全面的格點定量降雨估計，提供更好的防災應用產品。

### (九) 綜合天氣型態(mixed regime)即時預報技術及即時預報產品顯示網頁發展

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，其共有 11 項預報因子，其中 3 項來自衛星資料；6 項來自數值模式資料；另 2 項來自數值模式資料及觀測資料(圖 87)。關於衛星資料部分，已將臺灣接收之日本向日葵 8 號(Himawarii-8)衛星導入，並即時自動化產出對應之可能性預報場(圖 88)；數值模式資料部分，已將本局 CWB/STMAS-WRF(解析度 3 公里，每 1 小時更新一次)資料導入，另亦導入包含 3 公里解析度且每小時更新之 CWB/STMAS-WRF，與 2 公里解析度且每小時更新之 CWB/RWRF(具有雷達資料同化功能之 WRF 預報)，完成不同模式資料來源之平行測試，有助於預報結果的統計分析。並自動化產製對流生成之可能性(likelihood)預報，可提供本局即時預報作業參用。

Predictors		Weight	MDL Data Source	CWB Data Source
Satellite	Sat_clear in 1 hr	0.40	Goes-R	Himawari-8
	Sat_Cu in 1 hr	0.12		
	IR_ROC in 1 hr	0.10		
Numerical Model	CAPE	0.20	RAP model	STMAS-WRF
	CIN	0.12		
	Lik of front in 1 hr	0.22		
	vert_sum in 1 hr	0.12		
	W	0.08		
	Rh_avg	0.18		
Numerical Model + Observation	Conv in 1 hr	0.10	RAP model Sounding METAR data	STMAS-WRF Sounding Surface obs.
	LI in 1 hr	0.20		

圖 87 綜合天氣型態(mixed regime)的預報因子及其資料源。

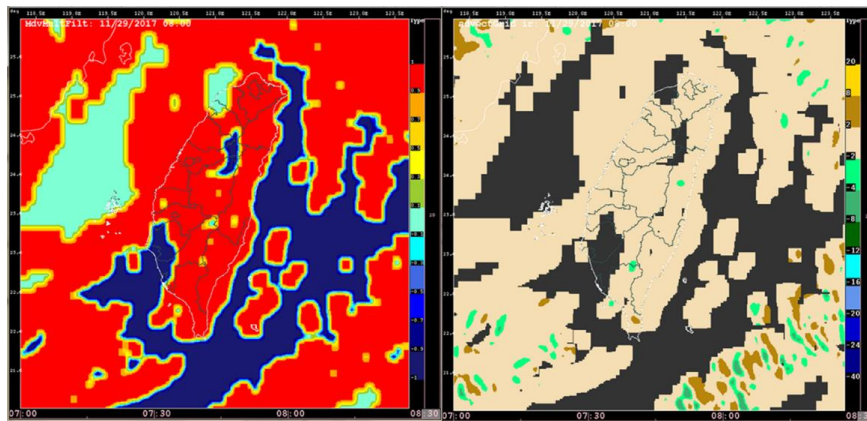


圖 88 衛星資料預報因子之可能性預報場。

在發展開發即時預報產品顯示網頁方面，已完成午後雷陣雨與綜合天氣型態之 0-1 小時對流啟始可能性預報產品顯示，其中分別包含原始的可能性預報產品與包含時間與空間不確定性資訊之對流起始位置預報產品(圖 89)，以及即時校驗產品之呈現(圖 90)。

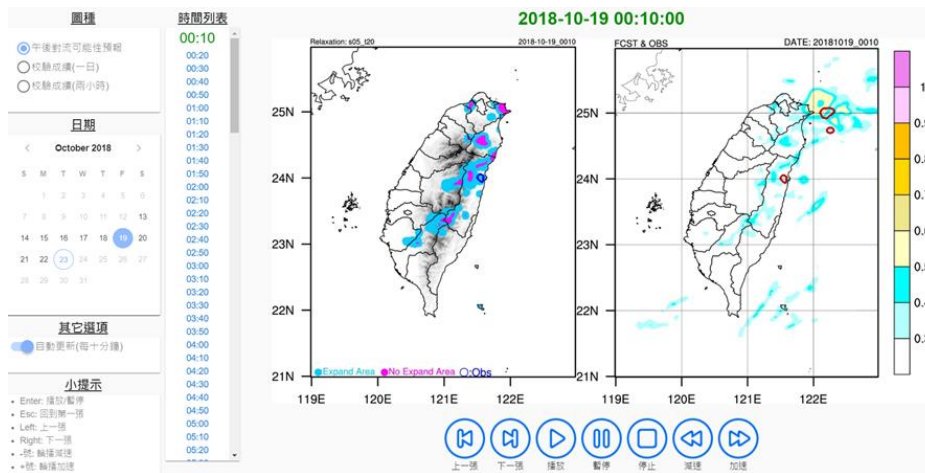


圖 89 可能性預報產品(左)與包含時間與空間不確定性資訊之對流起始位置預報產品(右)。



圖 90 即時校驗產品(含偏差量(bias)、公正預兆得分(ETS)、誤報率(FAR)、Kuiper score(KS)、偵測機率(POD)、預兆得分(TS))。

## (十) 建置衛星產品展示平台

107 年度衛星產品整合顯示系統，完成衛星產品資料庫、衛星產品瀏覽介面及系統管理進行強化等部份，其成果摘要如下：

### 1. 衛星產品資料庫

資料庫系統接收到上游產品後，逐筆將產品資訊寫入資料庫。使用者在使用網頁介面時，會透過系統之 API，取得產品路徑以及所需之資訊。今年完成的工作包括：

#### (1) 流量分析

資料庫中的產品流量經由計算後寫入紀錄檔，並統計每個月的流量數據。產品流量統計，主要用來查詢不同衛星或是同一衛星之不同影像產品點擊率及流量(圖 91)，管理

員可瞭解使用者操作行為，提供後續維運參考。



圖 91 產品流量統計

## (2) 紀錄產品點擊次數

紀錄不同類型衛星產品的點擊次數，作為後續維運參考。

### 2. 衛星產品瀏覽介面

#### (1) 首頁

衛星產品整合顯示系統首頁，其內容包含「簡介」、「產品選單」、「聯絡我們」、「關於我們」及「登入」選單等。使用者可以從首頁產品選單，查詢系統簡介、關於我們等資訊，一般使用者可以從首頁選單或系統登入頁面，申請註冊成為會員。

#### (2) 帳號管理介面

衛星產品整合顯示系統登入頁面，分為一般使用者及會員。

一般使用者，不須登入，點選上方【衛星產品整合顯示系統】，即可進入衛星產品查詢網頁，並可以查詢3個月內的衛星影像產品。如上網註冊為會員者，可查詢所有時間之衛星影像產品，並可以使用圖檔放大查詢之進階功能，使用者可點選【加入會員】，進行填寫相關資訊後進行帳號註冊，已有會員帳號的使用者，可以在登入畫面填寫使用者名稱及密碼，並輸入左側驗證碼點選登入後，即可使

用會員進階查詢功能。衛星產品顯示系統登入頁面提供忘記密碼查詢功能，使用者可以透過點選【忘記密碼】進入忘記密碼查詢畫面，填選註冊信箱即可重新設定密碼

### (3) 產品查詢顯示頁面

衛星產品整合顯示系統之產品顯示頁面

一般使用者操作說明：

#### I. 產品查詢顯示

產品顯示網頁中，會依照各個產品註冊至產品管理系統的相關訊息與顯示之設定，產生對應的選單(如：衛星種類、產品類型、時間及其他參數等)，使用者可以在介面中查看所選擇的圖檔產品。網頁之功能著重於產品顯示頁面，為了便於描述個功能，頁面上各區塊之名稱，如圖 92 所示。操作選單中 left menu 及 main menu 可以對衛星產品區塊及操作區塊進行縮放功能操作。

當選擇 Menu 上的衛星種類後，會依據所選擇的項目，顯示對應的第二層選單及衛星產品區塊。產品顯示操作區塊會依照所選擇的衛星產品顯示不同內容。操作選單的部分除了起始時間及結束時間下拉式選單外，會依照產品類型的不同增加高度場、衛星頻道、升冪降冪等操作按鈕。一般使用者，僅能查詢 3 個月內的單張衛星產品顯示及衛星產品動態顯示。



圖 92 產品查詢頁面

#### II. 圖檔動畫撥放功能

使用者選定衛星產品後若想進行產品動畫撥放，可以在產品顯示介面中操作選單的部分找到動態顯示的按鈕，點選後使用者可以選擇動態圖檔起始與結束時間，進行動態圖檔撥放。



圖 93 圖檔動態撥放

### III. 動畫圖檔下載功能

使用者可以選擇動態圖檔起始與結束時間進行動態圖檔撥放，使用者也可以點選圖片右上方的下載按鈕，將動態圖檔撥放產品下載成 gif 檔案(圖 94)。



圖 94 動畫圖檔下載

會員進階操作說明：

#### I. 單一圖檔 zoom-in 功能

會員登入後選擇 Menu 上的衛星產品，會依據所選擇的項目，顯示對應的第二層選單及衛星產品區塊。產品顯示操作區塊會依照所選擇的衛星產品顯示不同內容。操作選單的部分除了起始時間及結束時間下拉

式選單外，會依照產品類型的不同增加高度場、衛星頻道、升幕降幕等操作按鈕。會員能查詢所有時間衛星產品，包含低解析度單張衛星產品顯示及低解析度衛星產品動態顯示，並可以點選高解析度選項進行進階操作。

點選高解析度選項後，會另跳視窗顯示高解析度產品，其產品操作包含圖檔 ZOOM-IN 功能如圖 95 所示。(a) 使用者可移動黑色方框選取區域，以滾動滑鼠滾輪的方式操作 ZOOM-IN 功能。(b) 顯示黑色方框所選取區域對應的高解析度圖檔，其顯示的圖片範圍會隨著 ZOOM-IN 功能變動。

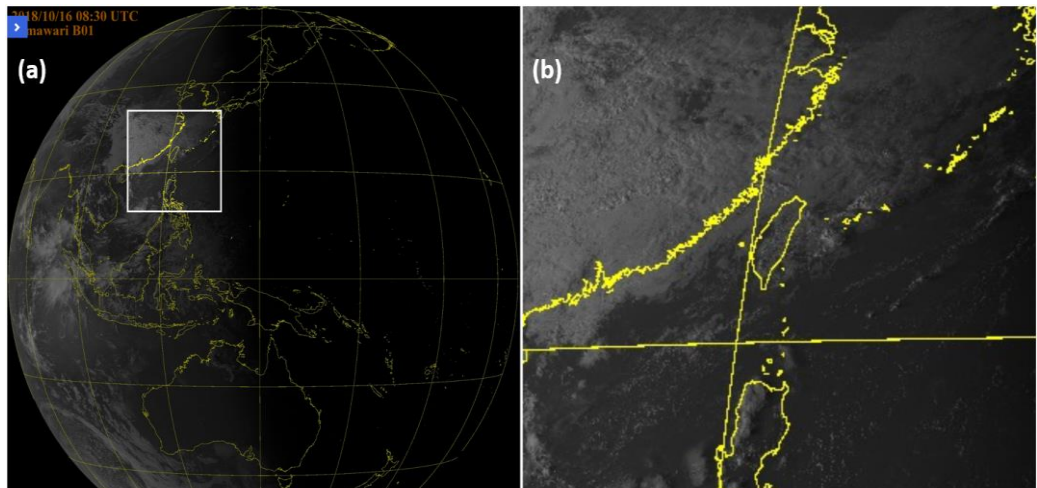


圖 95 衛星產品整合顯示系統高解析度產品顯示頁面。(a)選取 ZOOM-IN 區塊位置；(b)高解析度圖檔顯示。

## II. 鎖定圖檔放大區塊進階查詢功能此

項目針對高解析度圖檔放大功能進行強化。使用者可鎖定高解析度圖檔放大區塊，並針對鎖定區塊查詢不同時間及不同產品功能，此為會員才能使用的進階操作功能。以下針對此功能進行操作說明。

圖檔放大功能頁面，點選滑鼠左鍵使左側方框為虛線時，如圖 96。左側 (a) 為使用者選定進行放大查詢功能的衛星影像。右側 (b) 圖片為放大的衛星影像區域。使用者點選滑鼠左鍵，可將左側圖片上方的方框切換誠實線或虛線。當左 (a) 側圖片上的方框為虛線時，代表使用者可以藉由移動滑鼠，查詢不同區域的放大



影像，或利用滑鼠滾輪放大或縮小查詢區域範圍。

圖檔放大功能頁面，點選滑鼠左鍵使左側方框為實線。當左側圖片上的方框為實線時，代表使用者已選定放大查詢區域。鎖定放大查詢區域後可點選左上角藍色按鈕，進行其他衛星影像查詢。使用者點選左側藍色按鈕，此藍色按鈕為可縮放式選單。點選後會出現此產品於一般查詢頁面之左側產品選單，使用者可點選左測選單內容查詢同一區塊同一衛星之影像產品。

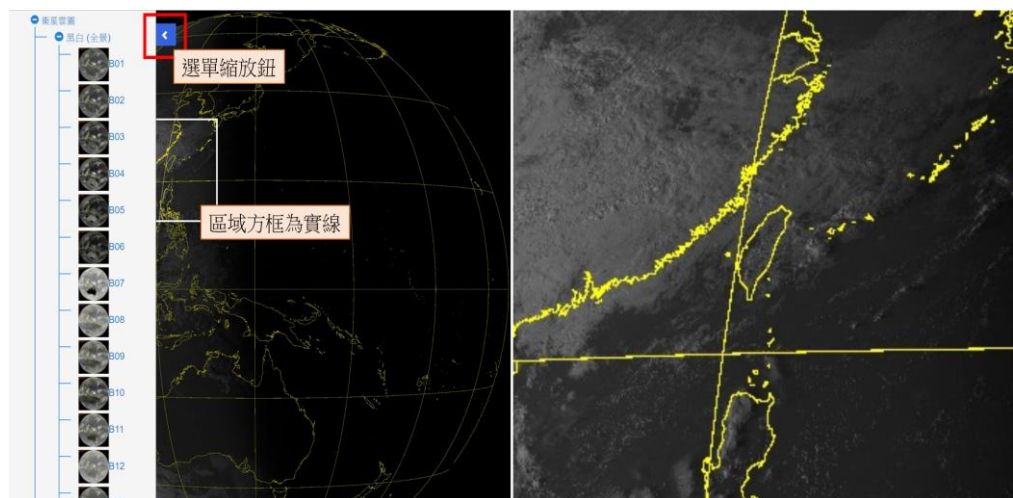


圖 96 圖檔放大功能畫面-產品選單與實線方框

### 3. 系統管理進行強化

於系統管理介面中，增加檔案到位監控介面，管理員可以藉由此頁面追蹤不同衛星產品的到位情況。

衛星產品管理介面內容包含(1)審核人設定頁面。(2)會員管理頁面。(3)產品上下架。(4)產品流量統計。四個部分，依序說明如下：

#### (1) 審核人設定頁面

審核人設定頁面(圖 97)，主要用來設定會員申請流程之審核人明單，管理員可以設定會員申請流程需要經過幾個階層以及每個階層內之審核人名單。

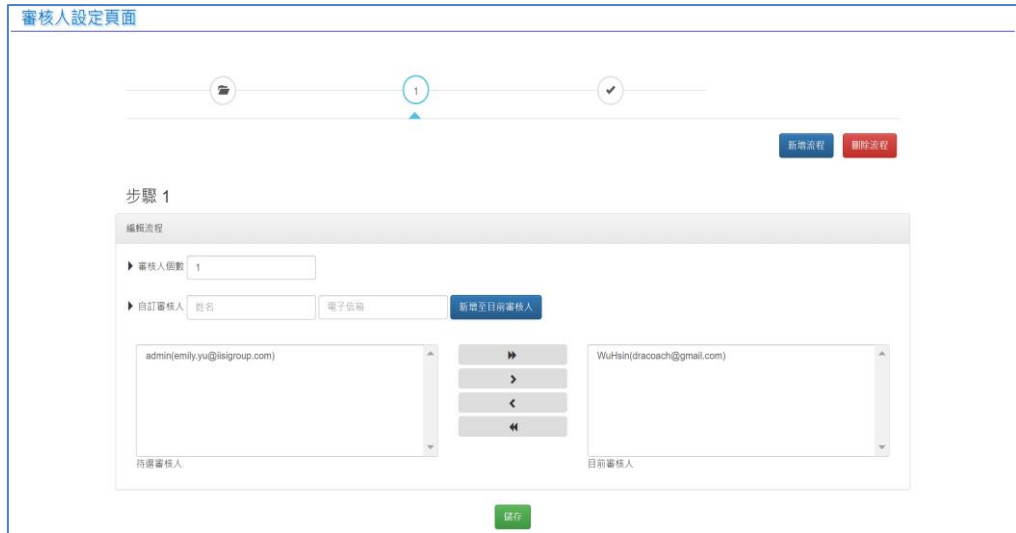


圖 97 審核人設定頁面-審核人設定

## (2) 會員管理頁面

會員管理頁面(圖 98、圖 99)，主要用來進行會員管理，管理員可以對會員密碼以外之會員資料進行編輯。



圖 98 會員管理頁面



圖 99 會員管理頁面-編輯

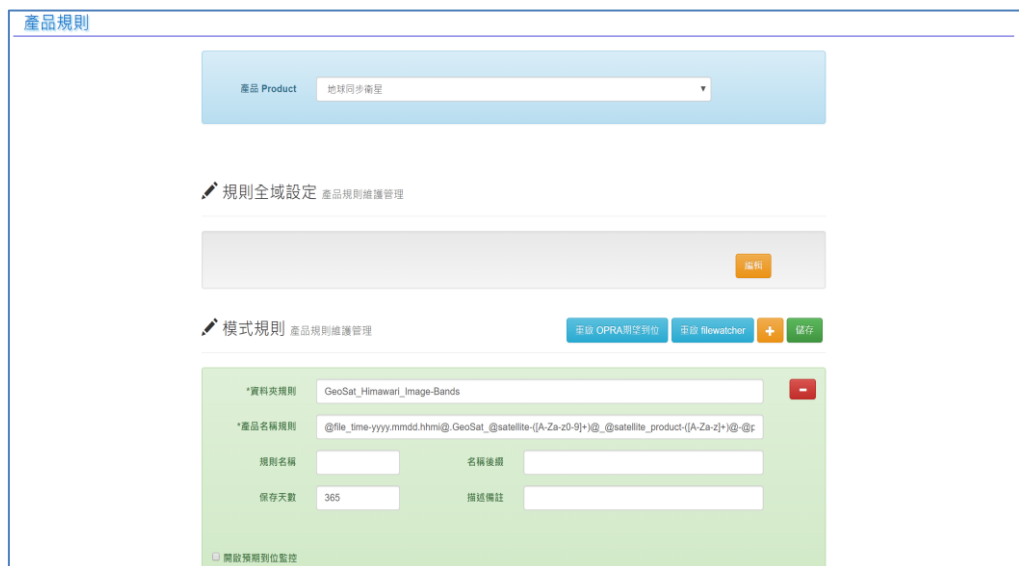
### (3) 產品上下架

產品上下架介面(圖 100 至圖 104)內容包含產品名稱、產品規則、產品變數、產品選單設定及產品到位監控五個項目。



The screenshot shows the 'Product Name' management interface. At the top, there is a title '產品名稱' and a sub-header '資料表名稱 產品名稱維護管理'. Below this, there are three rows of product information, each with a product ID, a product name, and a '顯示名稱' field. The products listed are 'DataGeosynchronousSatellite' (顯示名稱: 地球同步衛星), 'DataPolarOrbitingSatellite' (顯示名稱: 繞極軌道衛星), and 'DataExtendProduct' (顯示名稱: 衍生產品). There are buttons for '複製產品', '新增一個儲存什麼呢', and '儲存'. At the bottom, there is a footer with contact information and technical requirements.

圖 100 產品上下架-產品名稱



The screenshot shows the 'Product Rule' configuration interface. At the top, there is a title '產品規則' and a sub-header '規則全域設定 產品規則維護管理'. Below this, there is a dropdown menu for '產品 Product' with the value '地球同步衛星'. There are buttons for '規則全域設定' and '編輯'. Below this, there is a section for '模式規則 產品規則維護管理' with buttons for '添加 OPRA測空到台', '添加 Mewatcher', and '儲存'. The main area contains a form for configuring rules, including fields for '資料夾規則' (GeoSat\_Himawari\_Image-Bands), '產品名稱規則' (@file\_time-yyyy.mmdd.hhmm@-GeoSat\_@satellite-{A-Za-z0-9}+)@\_@satellite\_product-{A-Za-z}+@-@f, '規則名稱', '名稱後綴', '保存天數' (365), and '描述備註'. There is also a checkbox for '開啟預報到位監控'.

圖 101 產品上下架-產品規則設定

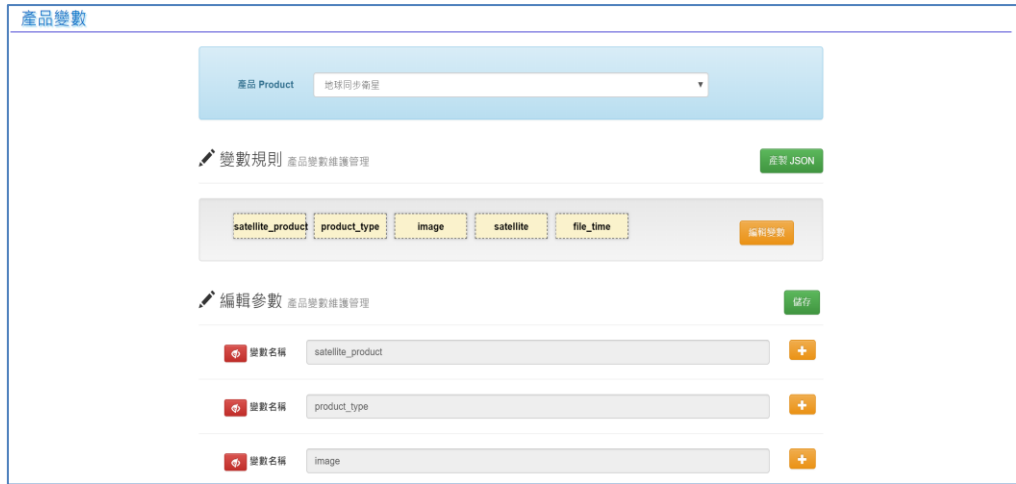


圖 102 產品上下架-產品變數設定

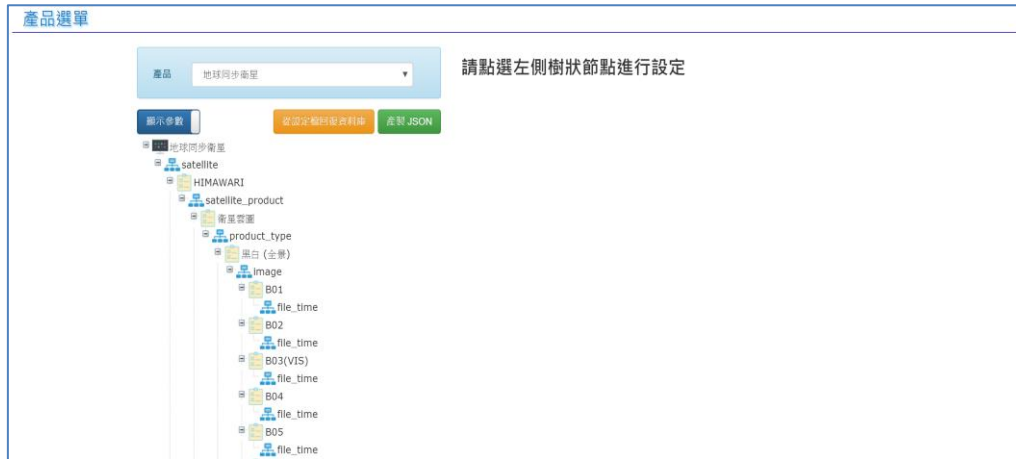


圖 103 產品上下架-產品選單設定

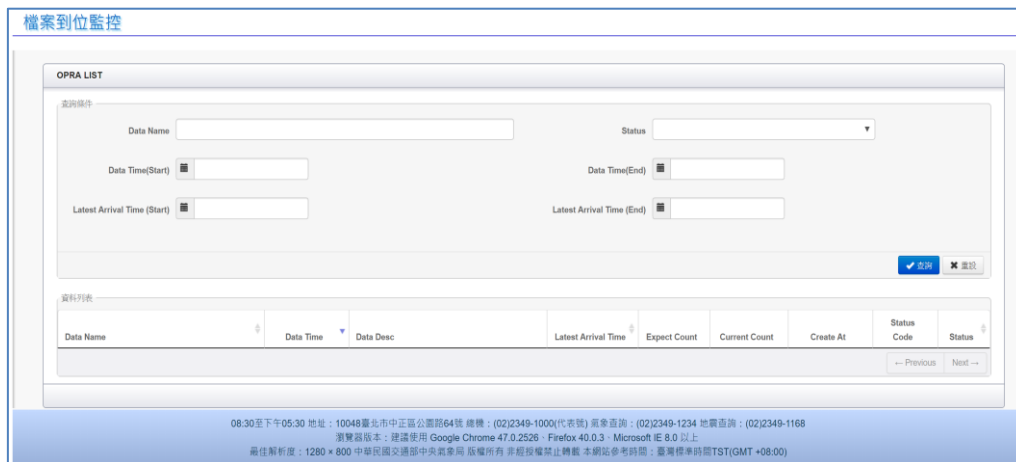


圖 104 產品上下架-檔案到位監控

### 三、經濟效益(經濟產業促進)

本計畫可透過減少災害損失以促進經濟產業的發展，107 年度發展的產品，其主要成果、價值與貢獻包括：

#### (一) 新式衛星與雷達衍生產品

新增衛星對流起始偵測、衛星飛機積冰警示、雲頂相態分析等 3 項遙測應用產品，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、緊急救援前置作業時間。本年度並新增臺中南屯防災降雨雷達即時觀測產品，可增進對於中部都會區降雨系統演變之監測。

#### (二) 異常海水溫預警與海洋熱含量監測技術

發展臺灣海域海象監測及預警技術除可改進目前技術的瓶頸之外，在本局進行作業化之預報，可作為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。

### (三) 建置衛星產品展示平台

1. 藉由建立衛星產品整合服務應用平台，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。
2. 提供衛星數據大量資料儲存系統資源予國內海象暨氣象防災科技社群（例如國家實驗研究院臺灣颱風洪水研究中心、國家災害防救科技中心等），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

根據世界氣象組織跨政府氣候變遷委員會(IPCC)公布的第5次評估報告指出資料顯示，20世紀全球海水位總計上升170毫米，海水上升的速率自1993年後加速，平均每年上升3.2毫米，本局分析長期潮位站資料，過去60年平均每年上升2.7毫米。海平面的持續上升將導致沿岸海水深度增加，不僅衝擊沿海濕地的水文狀況、地形面貌，也影響颱風暴潮。本計畫發展波潮耦合暴潮預報技術，已完成2維波潮耦合暴潮系統建置，並持續發展暴潮系集預報技術，產製暴潮機率預報產品，除了將國外技術在地化建置外，期能提升國內海洋科技研究水準，共同合作提供一般民眾與防救災單位準確的暴潮預報資訊，即時提醒民眾注意，保障其生命財產安全。

### (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與預報資料，並經由品管系統確保資料正確性；並新增9項海氣象資料服務，包括：大潮監測資料、長浪監測資料、潮位統計、澎湖縣海域漁業海水溫預警、未來30天縣市滿潮預報資料、海岸潮線預報圖-彰化縣、海岸潮線預報圖-雲林縣、海岸潮線預報圖-嘉義縣、海岸潮線預報圖-臺南市等，結合地理

資訊服務進行資料展示，並建置資料供應服務，提供應用程式介面(API)接口，提供研發單位針對災防產品進行加值與應用，輔助政府、民間機構與學研單位應用於社會福祉提升。

### (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，透過科研技術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。

### (四) 開發新式衛星與雷達衍生產品

配合政府各部門與研發單位（例如：水利署、農委會、經濟部等），提供遙測產品之影像與數據資料，並共同參與開發各項農林漁牧等 2 項經濟分析與預測加值產品，增進遙測資料之跨領域應用。

### (五) 建置衛星產品展示平台

1. 建立有效之資料服務管理平台，開發格點化之衛星數據資料應用程式介面（Application Program Interface；API），以利民間機構與政府、學研單位參考使用，提升海象及氣象災防資訊的應用價值與服務效能。
2. 衛星數據資料導入本局開放資料源，可提升未來本局氣象開放資料之應用與服務。

## 六、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)

本計畫在國際合作與人才培育上展現計畫效益，其主要成果、價值與貢獻包括：

### (一) 國際合作

本計畫在技術發展方面，已於 107 年 5 月派遣人員專赴美國麻省理工學院(Massachusetts Institute of Technology, MIT)，向 Thomas Peacock 教授請益海面漂流軌跡相關演算法(Lagrangian coherent structure, LCS)，並進行一星期有關 LCS 演算法的專業課程訓練，且 Peacock 教授提供一個 LCS 的運算平臺，可將運算結果呈現於網頁上(如圖 105)。

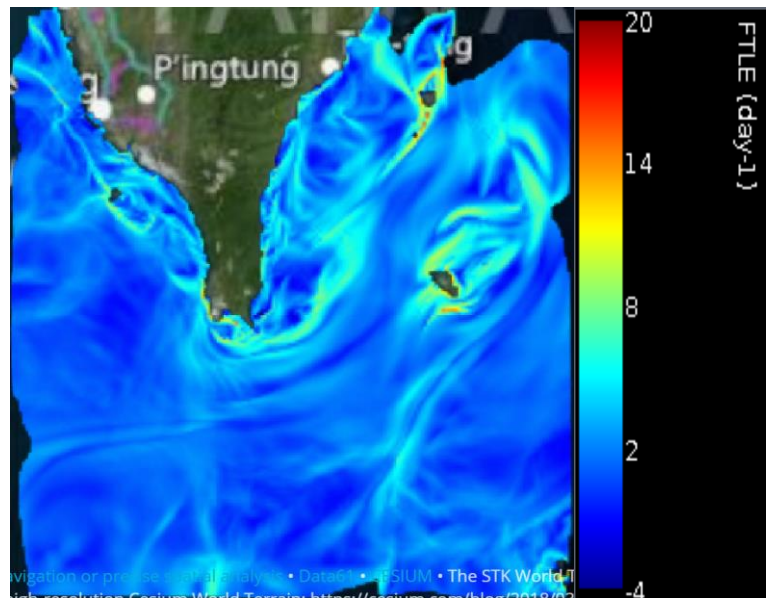


圖 105 LCS 演算法運算結果

此外，本計畫之研究團隊預計於 12 月中旬赴往美國華盛頓 DC 參加 AGU (American Geophysical Union) Fall Meeting 2018 國際大型研討會，藉此機會與國外學者進行相關學術交流，期望可提升本計畫欲發展之預報技術。

本計畫透由駐美國臺北經濟文化代表處與美國在臺協會間之第 30 號執行辦法「發展災害性天氣監測與預報作業系統」，與美國國家海洋暨大氣總署國家氣象局所屬氣象發展實驗室 (NOAA/NWS/MDL) 合作引進自動即時預報系統 (AutoNowCaster；ANC)，以美國發展成熟之作業系統技術為基礎，再進行臺灣本土化資料導入及技術調校工作，以加速於



臺灣即時天氣預報作業之應用。此系統於臺灣預報之結果亦同時回饋美國國家海洋暨大氣總署國家氣象局所屬氣象發展實驗室，以供雙方經驗交流並共同進行未來系統強化與技術改進。

藉由如上執行項目，本計畫促成了國際技術的交流與合作。

## (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. 國立成功大學海象災防應用技術發展團隊有博士生 3 名、碩士生 2 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。
3. 與美國 NOAA 所屬氣象先進技術研發單位合作，引進衛星衍生產品演算新技術，在合作過程培訓自主遙測科技人才。
4. 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，引進雷達資料導入解碼及導入之軟體、整合新雷達資料之技術與雷達定量降雨估計(QPE)技術之改進，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。
5. 與美國國家海洋暨大氣總署國家氣象局所屬氣象發展實驗室 (NOAA/NWS/MDL) 合作發展、引進自動即時預報系統 (ANC)，並進行臺灣本土化資料導入及技術調校工作，透由合作過程培訓本局自主即時預報技術研發人才。
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。

### (三) 推廣輔導

107 年度應用推廣工作把本計畫開發之海岸潮線預報、航線風浪流況、海洋溢油漂流預報、海岸長浪海溫、颱風波浪早期預估、海運區域波候成果推廣至國家災害防救科技中心、海洋保育署、海巡署及艦隊分署、航港局、觀光局大鵬灣、澎湖、東部海岸國家風景區管理處、墾丁國家公園及海洋國家公園管理處、臺灣港務公司與各分公司、台灣中油公司、國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心等 19 個災防機關，並舉辦「臺灣海象災防環境資訊平台應用講習會」，落實推廣海象災防資訊服務。此外，為促進與學界或產業團體之跨領域合作，異常海水溫研究團隊亦安排與澎湖海洋生物研究中心的交流與會談，詳述如下。

#### 1. 臺灣海象災防環境資訊平台應用講習會

為了落實推廣海象資訊平台，本局於 107 年 11 月 22 日下午 14 時舉行「臺灣海象災防環境資訊平台應用講習會」，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事業主管機關、產業及一般民眾之服務，如圖 106 所示，包含國家災害防救科技中心、海洋委員會海洋保育署、海洋委員會海巡署、海洋委員會海巡署艦隊分署、海洋委員會海巡署中部分署、海軍大氣海洋局、交通部航港局、交通部觀光局大鵬灣國家風景區管理處、交通部觀光局澎湖國家風景區管理處、交通部觀光局東部海岸國家風景區管理處、墾丁國家公園管理處、海洋國家公園管理處、臺灣港務股份有限公司、臺灣港務股份有限公司與各分公司、台灣中油股份有限公司、財團法人國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心等 19 個機關參與，如圖 107 所示。除了介紹西北太平洋及台灣海象資料外，針對資料的查詢及現有資料類別也有進一步之介紹與說明，如圖 108 所示。此外，針對各項模組所提供的訊息及其使用方法也有專人加以說明介紹，如圖 109 所示，同時也提供與會單位現場測試。

在綜合討論過程中，海洋委員會海洋保育署要求「海洋溢油漂流預報」產品不開放給一般民眾使用。避免當海上溢油事件發生時，一般民眾不熟悉該資訊平台的操作方法時，錯誤引述而導致社會大眾恐慌。本局已規劃區域海象災防產品使

用對象以國內災防機關為限，至於國內各界也將會開放，但會有權限管理。此外交通部觀光局東部海岸國家風景區管理處因管轄區域經常辦理衝浪活動，但原局內網頁所提供的海氣象浮標資訊不一定恰巧位於活動舉辦區域內，而且無法得知未來活動舉辦時間，可能發生的風浪情況，對於事業主管機關無法有效掌控海象狀況確保群眾生命安全。本局建議東管處可以藉由「航線風浪流況」產品中的預報模式，瞭解所欲舉辦活動區域的海氣象預測狀況。

本局也在會議當日發布新聞稿，如圖 110 所示，宣傳本局與成功大學、臺灣大學、高雄科技大學等國內外學研單位及資拓宏宇公司合作，在科技部支持下，自 106 至 109 年推動「建置海域環境災防服務系統計畫」，打造「臺灣海象災防環境資訊平台」，此 4 年計畫的目標為建立具備行動定位之資訊平台，加強環保、海巡、航港、觀光、漁業、水利等領域海象災防資訊服務。未來本局會持續與政府相關部門加強跨域合作，再逐步推出海難漂流預報、船級舒適度、帆船潮流預報、漁場海況、海洋熱含量變化等資訊產品。



圖 106 主持人進行引言及簡介



圖 107 所有參與的 23 個產官學界合影



圖 108 西北太平洋及臺灣海象資料介紹說明



圖 109 海象各項模組使用說明及介紹

# 交通部中央氣象局新聞稿

發布日期：107 年 11 月 22 日

編號：中象 107 字第 28 號

## 跨機關攜手強化海象災防，打造海域環境災防服務

交通部中央氣象局表示，該局與成功大學、臺灣大學、高雄科技大學等國內外學研單位及資拓宏宇公司合作，在科技部支持下，自 106 至 109 年推動「建置海域環境災防服務系統計畫」，打造「臺灣海象災防環境資訊平台」，此 4 年計畫的目標為建立具備行動定位之資訊平台，加強環保、海巡、航港、觀光、漁業、水利等領域海象災防資訊服務。氣象局於 11 月 22 日舉辦「臺灣海象災防環境資訊平台」應用講習會，展示計畫推動成果，並提供相關單位試用。

本次活動邀請國家災害防救科技中心、海洋保育署、海巡署、海軍大氣海洋局、航港局、觀光局、海洋國家公園管理處、臺灣港務公司、台灣中油公司等應用單位參加。該資訊平台整合高空間與時間解析度的國內外海氣觀測、遙測與預報巨量數據，發展百公尺解析度之近岸區域海象預報整合作業，研發臺灣海域之各種海象災防應用技術，除提供一般民眾覽閱臺灣與西北太平洋風浪潮流等基本海象圖資外，特別考慮應用單位行動裝置使用需要，以易於理解的動態地圖方式，組合成客製化海象災防資訊，強化政府執行各項海域災害性事件所需之防救災海象資訊加值服務，目前提供的加值產品如下：

- 航線風浪流況
- 海運區域波候
- 海洋溢油漂流預報
- 颱風波浪統計預報
- 海岸潮線預報
- 海岸長浪監測

氣象局指出，未來會持續與政府相關部門加強跨域合作，再逐步推出海難漂流預報、船級舒適度、帆船潮流預報、漁場海況、海洋熱含量變化等資訊產品，歡迎各界多加利用。該資訊平台相關介紹影片可查詢以下網址：

<https://ocean.cwb.gov.tw/MED/data/video.mp4>

本新聞稿聯絡人：海象測報中心主任滕春慈 Tel：(02)23491190

圖 110 「臺灣海象災防環境資訊平台應用講習會」新聞稿

## 2. 異常海水溫與海難漂流預報技術發展交流

本計畫中「異常海水溫與海難漂流預報技術發展」工作研究團隊包含海洋學界博士後一名、碩士助理兩名以及大氣學界碩士助理一名，除協助完成計畫執行外，亦可同時培訓專業研究領域人才，以解決國內海洋與遙測領域學研單位之基礎科研人力不足之問題，本局藉由委外案件與學界、政府部門或業界進行資訊產業技術合作(見圖 111、圖 112、圖 113)，可促進與學界或產業團體之跨領域合作研究，除提升預報技術外，亦能活絡業務思維並促進不同產業的發展。



圖 111 前往水試所澎湖海洋生物研究中心進行會談

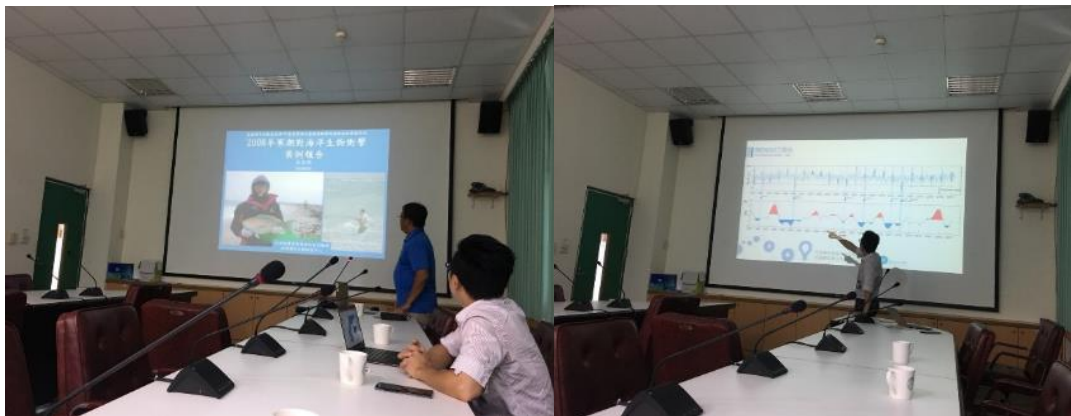


圖 112 雙方報告彼此有關澎湖海溫寒潮之研究成果



圖 113 澎湖海洋生物研究中心研究員提問討論



## 伍、跨部會協調或與相關計畫之配合

本計畫除了科技基礎研究外，亦強調其技術創新與應用，推廣海象、氣象災防之成果提供其他災防機關使用，跨部會合作內容說明如下。

- 一、 透過內政部 TGOS (Taiwan Geospatial One Stop)地理資訊服務，提供 2 項海洋環境資料。
- 二、 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」協助海象災防環境資訊平台推廣至國家災害防救科技中心、海洋保育署、海巡署及艦隊分署、航港局、觀光局大鵬灣、澎湖、東部海岸國家風景區管理處、墾丁國家公園及海洋國家公園管理處、臺灣港務公司與各分公司、台灣中油公司、國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心等 19 個災防機關應用海象災防環境資訊。

## 陸、檢討與展望

本計畫五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

本工作項目 106 年度完成建置波潮耦合離型模式，建置波浪與海流預報監控系統，擴充天氣圖編輯功能及暴潮簡報功能，後續將持續發展波潮耦合技術，建置 2 維波潮耦合暴潮模式(含金門、馬祖)，引進與建置鏈結暴潮模式與颱風路徑系集模組技術，建立暴潮系集成員篩選方法，評估與規劃暴潮系集預報作業系統流程，更新暴潮展示系統，引進與發展 3 維波潮耦合暴潮離型模式。

107 年度完成在地化建置與測試 2 維波潮耦合暴潮預報系統(含金門、馬祖)，並進行不同參數風場、雨量與 2 維 3 維模式靈敏度分析，完成波浪預報系統監控功能擴充，完成暴潮預報展示系統更新與功能擴充。

#### (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 106 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 種資料庫不間斷匯整與 2 種海象資料即時品管技術，新增 5 項海洋環境監測預報 GIS 服務，提供 3 項 API 資料服務，發展海象災防應用技術、異常海水溫預報技術，新增海洋溢油漂流預報、漁業海溫寒害預警 2 項跨領域災防環境資訊上線服務，並推廣環保署、漁業署、臺灣中油公司使用。

107 年度持續擴充臺灣海象災防環境資訊平臺，建置海運區域波候、海岸潮線預報、颱風波浪統計預報等服務產品，並改進海洋溢油漂流預報、海嘯監測分析、異常海水溫預警等 6 項災防作業技術；持續擴充西北太平洋海象環境資料庫，發展網路資料應用程式介面(API)，開放大潮監測資料、長浪監測資料、潮位統計、澎湖縣海域漁業海水溫預警、未來 30 天縣市滿潮預報資料、海岸潮線預報圖-彰化縣、海岸潮線預報圖-雲林縣、海岸潮線預報圖-嘉義縣、海岸潮線預報圖-臺南市等 9 項資料，促進海象資料在民間機構、學研單位與政府應用；並將如上成果推廣至航港局、臺灣港務公司、海巡署、海軍大氣海洋局、水利署、觀光局、各國家公園管理處、海洋委員會海洋保育署、台灣中油公司等災防機關使用。

### (三) 開發新式衛星與雷達衍生產品

新一代氣象衛星觀測平台，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台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。

本工作項目 106 年度利用本局 S 波段雙偏極化五分山雷達資料(RCWF)，針對使用回波與降雨率關係式(Z-R relationship)求得之降雨率，以及運用雙偏極化參數衰減量 R(A)來求取雷達的定量降雨估計之方法進行相關測試及表現評估。完成日夜間霧區、RGB 氣團影像 2 項衛星加值應用產品、1 項對流起始偵測測試性產品與新建降雨雷達資料顯示及回波與降水產品整合。107 年度引進新世代衛星多頻道演算技術，研發並產出衛星雲頂相態(cloud phase)與日間飛機積冰(Flight Icing Threat)等 2 項應用產品與對流起始作業化產品。新增建之臺中南屯防災降雨雷達的即時資料導入及顯示，並利用本局五分山雷達個案資料，針對豪大雨期間進行兩種雷達定量降雨估計法比較特性差異，進行格點化定量降雨估計之技術改進。

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 106 年度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，已成功將臺灣之在地化資料(如衛星及數值模式資料)導入，自動化產製綜合天氣型態對流生成之可能性(Likelihood)預報。

107 年度完成綜合天氣型態(mixed regime)的即時預報技術之在地化資料導入及測試，持續導入本局之數值模式資料，包含 3 公里解析度且每小時更新之 CWB/STMAS-WRF，與 2 公里解析度且每小時更新之 CWB/RWRF(具有雷達資料同化功能之 WRF 預報)，完成不同模式資料來源之平行測試，並自動化產製對流生成之可能性(likelihood)預報。並完成開發即時預報產

品顯示網頁，進行午後雷陣雨與綜合天氣型態之 0-1 小時對流啟始可能性預報產品顯示。

未來將進行午後雷陣雨強對流個案機率預報成效之統計評估，並建置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模型，同時持續強化即時預報產品顯示網頁，以輔助即時預報作業之應用。

#### (五) 建置衛星產品展示平臺

本工作項目 106 年度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與進行地球同步衛星數據資料應用程式階段性測試介面。

107 年度完成對外服務之衛星產品整合顯示系統其中包括衛星產品資料庫、衛星產品瀏覽介面及系統管理進行強化等部份。

「衛星產品展示平台」彙整各項衛星影像及衍生產品，透過平台顯示介面，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，同時配合政府開放資料（Open data）介接服務，提升遙測資料的應用價值與服務效能。

## 二、108 年度重點工作項目

依本計畫 106-109 年之目標與如上累計至 107 年度的計畫成果，展開 108 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. 持續發展波潮耦合技術，建置 2 維波潮耦合暴潮模式。
2. 引進颱風系集路徑暴潮預報技術。
3. 引進與發展 3 維波潮耦合暴潮雛型模式。
4. 建置海象預報作業監控功能。
5. 建置波浪與暴潮校驗功能。

### (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「臺灣海象災防環境資訊平臺」之西北太平洋海象地理資訊與海難漂流預報、海嘯監測分析、海洋熱含量異常等災防資訊應用服務，並提供個人化服務、客製化管理、詮釋資料檢視、分區海況播報等功能。
2. 持續擴充災防應用所需西北太平洋海象資料庫，並持續建

置各種海象地理資訊圖資。

3. 異常海水溫預警服務作業技術發展將增加預報可信度，評估南灣沿海寒害的可預報性。
4. 發展海洋油污事件逆推排放海域技術。
5. 進行西太平洋、南海上層海洋熱含量之差異分析、南海海氣熱通量之估算與分析。發展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

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. 進行綠色植被指標(NDVI)產品研發工作，同時引進新世代衛星之熱帶氣旋強度輔助分析技術並完成第 1 項對流起始偵測之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。

### (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. 進行午後雷陣雨強對流個案機率預報成效之統計評估。
2. 建置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模型。
3. 持續強化即時預報產品顯示網頁。

### (五) 建置衛星產品展示平臺

1. 進行本局內部衛星產品服務平臺系統強化與新增顯示功能。
2. 進行衛星數據資料處理暨儲存磁碟陣列備援系統建置與主系統擴充。
3. 規劃繞極軌道衛星數據資料應用程式之階段性測試介面。

## 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】

論文名稱	第一作者	發表年	期刊/研討會名稱	文獻類別
先進海氣象觀測浮標之開發與測試	謝佳穎	2018	海洋及水下科技季刊	B
Towards an Integrated Storm Surge and Wave Forecasting System for Taiwan Coast	Y. Peter Sheng	2018	Journal of Marine Science and Technology	C
Exceptionally cold water days in the southern Taiwan Strait: their predictability and relation to La Niña	鄭宇昕	2018	Natural Hazards and Earth System Science	D
暴潮系集預報系統發展暨波浪與暴潮校驗系統建置	吳祚任	2018	107 年天氣分析及預報研討會	E
發展海象災防應用技術與資訊服務	范揚洺	2018	107 年天氣分析與預報研討會	E
冬季澎湖海域異常低溫海水之形成機制探討	蔡婕媛	2018	107 年天氣分析與預報研討會	E
耐惡劣環境之海氣象浮標儀器開發與測試	張宏毅	2018	107 年天氣分析與預報研討會	E
應用回波衰減法進行雙偏極化雷達定量降水估計評估	唐玉霜	2018	107 年天氣分析與預報研討會	E
A Study on the Processes Driving the Formation of Abnormally Cold Water in Winter in the Southern Taiwan Strait	蔡婕媛	2018	2018 AGU Fall Meeting	F
Submesoscale eddy formation in the Kuroshio front	鄭宇昕	2018	2018 AGU Fall Meeting	F

interacting with a cape south of Taiwan				
Marine Disaster Prevention Information Service Platform	Fan, Y.M.	2018	EGU General Assembly	F

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

### 【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)
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
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
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
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
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

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

### 【C 培育及延攬人才表】

姓名	機構名稱	學歷	性質
蔡育霖	國立中央大學	A	B
林君蔚	國立中央大學	A	B
吳漢倫	成功大學水利及海洋工程學系	A	E
邱啟敏	成功大學水利及海洋工程學系	A	B
薛炳彰	成功大學水利及海洋工程學系	A	B
張紘聞	成功大學水利及海洋工程學系	B	B
李冠廷	成功大學水利及海洋工程學系	B	B

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

【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
107 年度「海象預報整合系統」期中工作報告書	沈毅一	2018	C
107 年度「海象預報整合系統」期末報告書	沈毅一	2018	C

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

【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
異常海水溫與海難漂流預報技術發展(2/4)教育訓練	A	D	2018	中央氣象局	否
異常海水溫與海難漂流預報技術發展(2/4)教育訓練教材	B	A	2018	中央氣象局	否
107 年度「海象災防環境資訊系統環境」系統手冊	C	A	2018	中央氣象局	否
107 年度「海象災防環境資訊系統環境」教育訓練教材	C	A	2018	中央氣象局	否
海象災防應用技術發展(2/4)教育訓練教材	B	A	2018	中央氣象局	否
海象災防應用技術發展資訊應用講習教材	B	A	2018	中央氣象局	否

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)

【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
異常海水溫與海難漂流預報技術發展(2/4)期末報告	A	張明輝、詹森、楊穎堅、張宏毅、鄭宇昕、蔡婕媛、謝佳穎	2018	中央氣象局



建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統-107年度海象災防應用技術發展(2/4)期末報告書	A	高家俊、董東璟、范揚洺、張恆文、陳聖學、廖玲琬、林彥勳、黃俐菁、薛炳彰、吳漢倫、張雁茹、苑瀟丰	2018	中央氣象局
107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	2018	中央氣象局
「C波段雙偏極化雷達定量降雨估計法比較分析」	A	唐玉霜	2018	中央氣象局
建構臺灣海象及氣象災防環境服務系統-107年度遙測資料之災防應用系統(2/4)期末報告書	A	趙俊傑、孫達旻、張國恩、吳乙昕、蔡岳霖、余雅如、黃子庭	2018	中央氣象局
臺美技術合作協議計畫(IA30)；Development of GOES-R Decision Support Products from Himawari-8.	A	Michael J. Foster、Wayne Feltz、Vijay Tallapragada、Satya Kalluri	2018	中央氣象局

註：性質分成 A 技術報告、B 檢驗方法

#### 【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
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
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

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