

海象資訊 e 化服務系統之建置與應用

簡連貴¹ 滕春慈² 顏厥正³ 張瑞文⁴ 李汴軍⁵ 馮宗盛⁶

國立海洋大學河海工程學系教授/系主任¹ 中央氣象局海象測報中心主任²

財團法人工業技術研究院能源與環境研究所研究員³ 台灣世曦工程顧問股份有限公司地理資訊部工程師⁴

華梵大學環境與防災設計學系副教授/系主任⁵ 國立海洋大學河海工程學系博士班研究生⁶

摘要

台灣四週環海，不論海洋資源開發、研究、海岸空間利用、海洋環境變遷預測、環境影響評估、海洋污染求償，皆須有效充實海洋環境資料庫，提供海象資訊化的功能。因此強化海象觀測設施與技術、提升海象測報能力、整合國內現有海上資訊、研究與建立海上監測與預報系統等實為現階段重要之研究課題。

本研究規劃與建置海象資訊 e 化服務系統，將系統功能持續更新，提供全方位海域相關服務，研究主要重點包括：海象資訊 e 化服務系統建置及推廣、海岸線與暴潮國土資訊系統建置、海象資訊 e 化服務系統圖資、資料庫整合及建置、台灣海域安全資訊系統與海域 GIS 資訊服務系統維運。執行過程需整合其他防災科技研發模式，轉化成可落實應用於防災業務的技術，並結合政府相關部門，有系統地推動海象 e 化資訊服務系統，以提供相關單位執行救災業務之依據。

一、緒論

為解決海洋環境觀測資料缺乏、暴潮資料統計分析日益受到重視之課題，將強化海象觀測設施與技術，提升海象測報能力，利用國內現有海上資訊來整合、研究與建立海上監測與預報系統，提升海象資訊應用效能。不論海洋資源開發、研究、海岸空間利用、海洋環境變遷預測、環境影響評估、漁業談判、海洋污染求償，皆須充分海洋環境資料庫。因此整合與建置監測網、統合海洋資料、推動海洋資訊之整合與交流，提供方便且容易操作之海洋資料搜尋與利用的網路界面，充實 e 化生活，探討海洋與自然資源及災害之關連性，並應用於防災、環保及經濟發展等民生議題。

為延續前期研究成果，中央氣象局海象測報中心提出新的 4 年科技發展計畫，將自民國 97 年起至民國 100 年進行「海象資訊 e 化服務系統之整合與應用研究」，以中央氣象局現有海域 GIS 資訊服務系統建置成果為基礎，整合規劃海象資訊 e 化服務系統，將系統功能持續更新，提供全方位海域相關服務，包括海象資訊 e 化服務系統建置及推廣；海岸線與暴潮國土資訊系統建置；海象資訊 e 化服務系統圖資、資料庫整合及建置；「台灣海域安全資訊系統」與「海域 GIS 資訊服務系統」維運之研究等工作項目。執行過程需整合其他防災科技研發模式，轉化成可落實應用於防災業務的技術，並結合政府相關部門，有系統地推動海象 e 化資訊服務系統，以提供相關單位執行救災業務之依據。

二、海象資訊 e 化服務系統建置與推廣

本研究將一般版即時海況及潮汐預報模組規劃整併至中央氣象局全球資訊網中的海象測報版選單中，並參考中央氣象局全球資訊網 V6 版網頁 CSS 美工格式，以規劃網頁系統

畫面。專業版(帳號登入版)納入即時海況 WebGIS 系統、藍色公路海況、歷史颱風暴潮資訊系統、Google Earth 預報圖應用等，將本計畫相關研究成果整併為系統各功能模組。由於前期系統「海域安全資訊系統」、「海域 GIS 資訊系統」兩者均為使用 ArcIMS 9.1 版本開發之 WebGIS，專業版 WebGIS 將優先考量以 Google Map API 或 Google Earth API 作為開發之依據。

(一)海象資訊 e 化服務系統入口網站設計及建置

本研究以 WebGIS 操作介面為主體及分割頁面展示即時海氣象資訊。進階操作選單整併有關漂流物分析、航船佈告、航船追蹤、船舶影像、三維海底展示系統。並規劃 GIS 圖層清單整併多數海域 GIS 系統圖層，只保留四類圖層。即時測站、海象氣候、氣壓場、波浪場圖層。基於諸多系統功能討論事宜，將海象資訊 e 化服務系統區隔為「一般版」、「專業版」等。

一般版中，規劃有「即時海況模組」、「潮汐預報模組」、「海溫測報模組」、「海象統計模組」，並將中央氣象局 V6 版中有關「波浪預報」、「海溫分析圖」等功能保留。進階版規劃有四個主要系統，「即時海況 WebGIS 系統」、「Google Earth 預報圖應用」、「歷史颱風暴潮資訊系統」等，進階版前二模組具有 WebGIS 操作功能。

有關 RSS 發佈方面，規劃有即時海況(如圖 1)及潮汐預報部份製作 RSS 之 XML 下載(如圖 2)。無障礙方面，系統一般版需符合氣象局之要求達 A+ 等級。重新規劃整理的一般版頁面包含有即時海況、危險海域警示(如圖 3)、潮汐預報、長期潮汐預報圖、海溫分析時序圖。



圖 1 即時海況畫面

海象測報: 今日潮汐預報(11/28)

2009年11月28日, 下午 05:14:44 | 交通部中央氣象局

鼻頭角	(07:08 高潮 0.031m) (11:11 乾潮 -0.039m) (16:40 高潮 0.111m)
基隆	(00:22 乾潮 -0.35m) (07:10 高潮 0.16m) (12:19 乾潮 -0.15m) (18:16 高潮 0.19m)
石門	(00:56 乾潮 -0.89m) (07:28 高潮 0.47m) (13:12 乾潮 -0.68m) (19:30 高潮 0.53m)
淡水	(01:14 乾潮 -1.066m) (07:31 高潮 0.754m) (13:39 乾潮 -0.866m) (19:41 高潮 0.834m)
大鵬	(01:18 乾潮 -1.19m) (07:30 高潮 0.87m) (13:41 乾潮 -0.99m) (19:44 高潮 0.98m)
新竹	(01:24 乾潮 -1.47m) (07:30 高潮 1.27m) (13:47 乾潮 -1.32m) (19:49 高潮 1.43m)
苗栗	(01:25 乾潮 -1.2m) (07:33 高潮 1.59m) (13:50 乾潮 -1.05m) (19:52 高潮 1.78m)
樹樓	(01:26 乾潮 -1.621m) (07:39 高潮 1.289m) (13:51 乾潮 -1.461m) (19:59 高潮 1.519m)
三功	(01:21 乾潮 -1.265m) (07:36 高潮 0.993m) (13:42 乾潮 -1.092m) (19:54 高潮 1.304m)
台西	(01:12 乾潮 -0.54m) (07:31 高潮 1.1m) (13:26 乾潮 -0.48m) (19:45 高潮 1.36m)
東石	(00:58 乾潮 -0.31m) (07:14 高潮 0.75m) (13:07 乾潮 -0.26m) (19:25 高潮 0.98m)
將軍	(00:29 乾潮 -0.19m) (06:48 高潮 0.6m) (12:31 乾潮 -0.12m) (19:01 高潮 0.83m)
安平	(05:38 高潮 0.054m) (11:20 乾潮 -0.306m) (17:51 高潮 0.264m)
高雄	(04:17 高潮 0.043m) (10:25 乾潮 -0.237m) (17:05 高潮 0.243m) (23:47 乾潮 -0.247m)
興達	(04:06 高潮 0.41m) (10:15 乾潮 0.04m) (17:02 高潮 0.63m) (23:42 乾潮 0.05m)
南鯤	(03:22 高潮 0.4m) (08:59 乾潮 0.09m) (15:40 高潮 0.67m) (22:43 乾潮 -0.04m)
福隆	(04:08 高潮 -0.078m) (09:47 乾潮 -0.198m) (15:23 高潮 0.112m) (22:50 乾潮 -0.448m)
頭城	(03:34 高潮 0.15m) (09:15 乾潮 -0.26m) (15:28 高潮 0.37m) (22:11 乾潮 -0.53m)
蘇澳	(02:50 高潮 0.18m) (08:40 乾潮 -0.29m) (15:02 高潮 0.42m) (21:41 乾潮 -0.52m)
花蓮	(03:07 高潮 0.23m) (08:56 乾潮 -0.29m) (15:11 高潮 0.44m) (21:46 乾潮 -0.55m)
成功	(02:58 高潮 0.11m) (08:52 乾潮 -0.49m) (15:12 高潮 0.35m) (21:43 乾潮 -0.73m)
台東	(02:53 高潮 0.27m) (08:51 乾潮 -0.27m) (15:09 高潮 0.47m) (21:43 乾潮 -0.48m)
鹽水	(02:47 高潮 0.155m) (08:47 乾潮 -0.455m) (15:09 高潮 0.355m) (21:42 乾潮 -0.605m)
淡海	(01:29 乾潮 -0.748m) (07:55 高潮 0.632m) (13:42 乾潮 -0.648m) (20:03 高潮 0.872m)
馬祖	(00:47 乾潮 -1.648m) (06:58 高潮 1.642m) (13:07 乾潮 -1.438m) (19:16 高潮 1.862m)
金門	(02:10 乾潮 -1.335m) (08:30 高潮 1.345m) (14:28 乾潮 -1.165m) (20:42 高潮 1.695m)

圖 2 潮汐預報 RSS 訂閱畫面



圖 3 海象警示畫面

(二)海象資訊e化服務系統功能規劃

以加入了 Google Earth API 開發之兩個 WebGIS 系統為主。針對進階圖層的規劃, 已完成前期海域安全資訊及 GIS 系統之圖層清查, 最後以四類圖層(即時測站、海象氣候、氣壓場、波浪場, 如圖 4-7 所示) 作為整併進入海象資訊 e 化系統, 於專業版 WebGIS 展示。歷史颱風暴潮資訊系統、及預計於明年年度進行規劃與開發之暴潮展示與校驗系統, 將

整併進入內部版, 僅供海象中心人士操作及瀏覽。

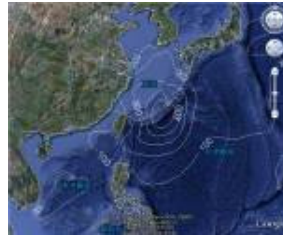


圖 4 波浪場套疊 3D Earth



圖 5 氣壓場套疊 3D Earth

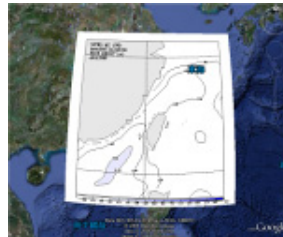


圖 6 波浪模式預報圖套疊

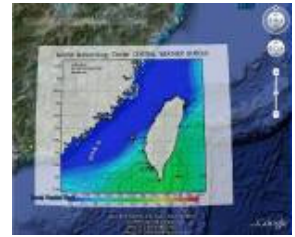


圖 7 海溫圖套疊 3D Earth

(三)亞太地區技術交流參訪

參訪目的主要係執行中央氣象局之『海象資訊 e 化服務系統之整合與建置』計畫, 同時也期望對亞太地區各國(如中國大陸、日本、韓國及越南等)海域資訊交流與研討交流, 得能瞭解台灣海域週邊國家之系統建置狀況、收集相關資訊、技術研討及資訊交流。初步規劃由網路先收集研究對象之基本資料、擇其與本研究計畫內容相關之項目, 以作為海域資訊交流之參考。亞太交流參訪方面, 本研究團隊籌組參訪團研究階段安排規劃北京國家海洋局參訪行程, 訪談題綱包含: 海象資料庫及資訊 e 化服務技術交流、海域預報與現報資訊在防災、近岸遊憩休閒及航行安全之技術交流、海峽兩岸海象調查資料交換與合作調查可能性之研討, 並就與本次研究計畫相關項目作初步比對, 並討論資訊接軌之可行性, 期望落實亞太交流參訪的實質目的, 促進兩岸間海洋資訊 e 化的交流。參訪紀實照片如照片 1 所示。



照片 1 本研究團隊拜訪國家海洋局及中國海洋學會

三、海岸線與暴潮國土資訊系統建置

(一) 波高與暴潮極值的復現期

由於本研究所取得台灣各海域的波高與暴潮同步觀測資料皆較為有限，對於長期間復現期的評估，恐有所不足。為解決此一議題，本研究透過蒙地卡羅法繁衍各海域波高與暴潮資料，藉以在同時考慮到波高與暴潮復現期條件下，計算出各海域的設計水位條件。由蒙地卡羅法模擬資料的分佈圖可看出，波高最大值的條件下，暴潮值並不一定會是最大。此外，蒙地卡羅法模擬波高與暴潮資料的準確度在於實測資料的所選用之統計分佈函數是否能準確的描述出組體分佈(圖 7)。若統計分佈函數無法精準描述波高以及暴潮的組體分佈，將直接影響到蒙地卡羅法模擬波高與暴潮資料的準確度，並進而影響到後續復現期之分析。為能更有效評估岸邊設計水位之復現期(圖 8)，建議未來待有更長時間的實測樣本波高以及暴潮資料後，仍需透過實測資料進行復現期計算。

(二) 颱風特性與波高/暴潮關係

本研究除了計算同時考慮波高與暴潮極值的復現期以外，進一步探討颱風特性與波高/暴潮關係，藉以掌握颱風特性對台灣海域波高與暴潮的影響。本研究依據九類颱風路徑進行分類，探討「不同颱風路徑對颱風資料統計特徵之影響，如圖 9」。本研究選取的觀測資料為颱風與測站距離小於 150 公里內的觀測紀錄進行分析，分析結果顯示一般型極端值分佈統計函數能較有效描述出花蓮海域之波高以及暴潮之組體分佈。此一結果與本研究透過所有波高與暴潮偏差樣本資料(包含颱風以及非颱風期間)所統計之結果有所差異。判斷是因為若將颱風資料排除後，樣本資料的波高與暴潮值理應多偏高，這會造成波高與暴潮組體圖的統計分佈會受到影響，進而改變其對應之統計分佈函數。

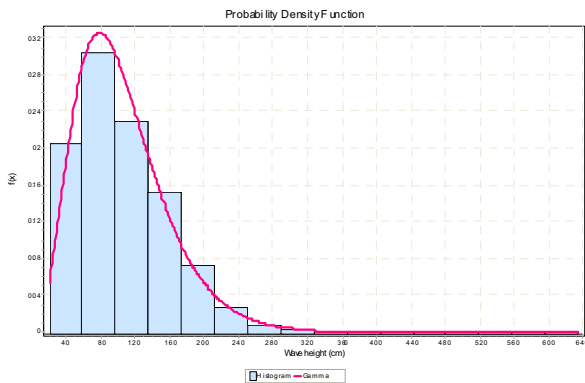


圖 7 金門波高組體圖與 Gamma 分佈之關係

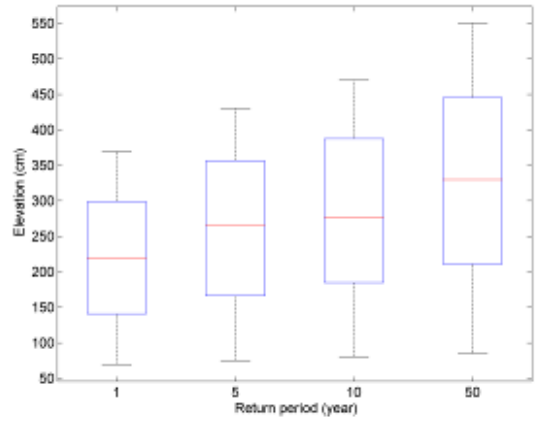


圖 8 花蓮海域波高與暴潮聯合影響下，不同重現期對應設計水位之鬚盒圖

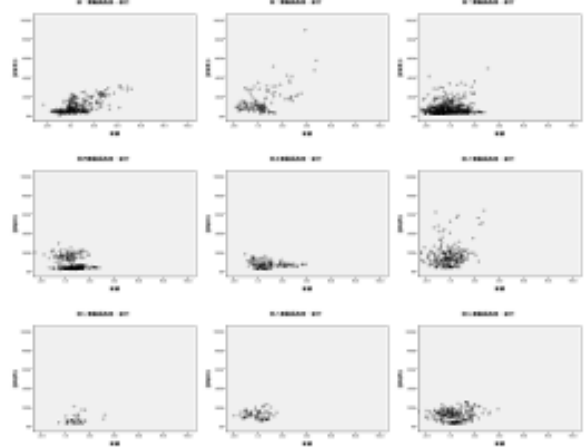


圖 9 新竹海域各分類颱風路徑之波高與暴潮的相關分析圖

(三) 歷史颱風資訊系統

依據去年歷史波浪與暴潮資料統計成果進行規劃歷史颱風資訊系統之功能架構(圖 10、11)。已完成初步系統功能規劃，包含建議規劃以基礎資料表及時序資料表共 7 資料表建置波浪與暴潮資料庫，分別為測站資料表、颱風資料表、颱風位置資料表、最大暴潮偏差資料表、最大波高資料表、暴潮偏差資料表、示性波高資料表等。以提供系統作為查詢基礎資料，此規劃方式方便日後擴充未來颱風事件、暴潮與波高數值。系統設計為可依據測站或浮標測站調閱歷次颱風造成之暴潮與波高資訊，並且也可依據某年度之颱風事件調閱台灣地區近岸之最大暴潮、最大暴潮偏差與波高資訊，以進一步作綜合成果的比對(如圖 12、13 所示)。



圖 10 海岸線與暴潮(國土)資訊系統查詢流程



圖 13 依颱風事件查詢暴潮或波高結果

四、海象資訊 e 化服務系統圖資、資料庫整合及建置

(一) 颱風災害系統資料庫整合

根據近岸地區於颱風影響期間發生的災害類型進行 shapfile 檔案建置，包括海水倒灌、海堤護岸破壞、沿岸溢淹、海岸侵蝕與淤積等四種類型進行分析並建置成 shapfile 檔案。

(二) 颱風災害系統資料庫內容更新

依據本年度侵襲颱風的資料更新颱風期間海岸災害查詢展示系統，並透過報章雜誌與媒體資訊蒐集 2003~2009 年間歷史颱風災情報導，並依據颱風侵襲日期、名稱、產生的災害類型，以 CSV 分隔值檔案進行建置，已完成更新颱風災害系統資料庫內容。

本研究依據歷史災情報導與災損圖片資料庫，建置成地理資訊系統可讀取之 shapfile 圖層資料。將 97、98 年度所蒐集之歷史災損圖片，按颱風期間所引致之災損位置，並將災損圖片直接展示於圖面之上，以方便使用者直接與災損點進行對照，以獲知該災損之位置資訊、災損情況資訊及災損圖片資訊等。詳細災損點分布及災損圖片對照見圖 14~圖 15。

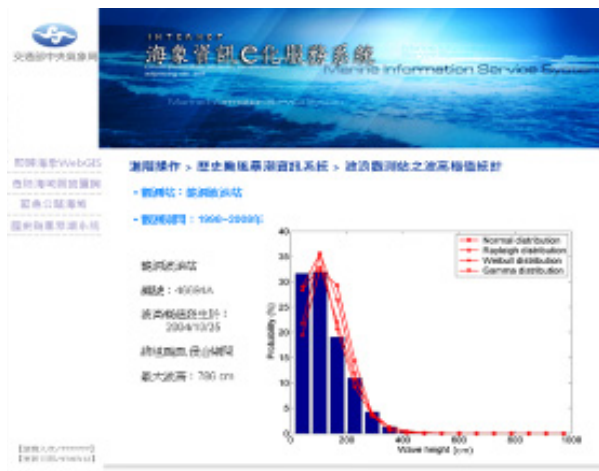


圖 11 依統計分布查詢結果統計分布結果

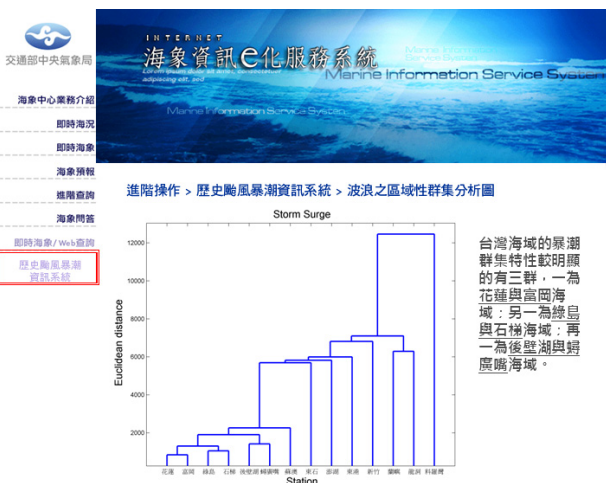


圖 12 以波高進行區域性分析查詢結果

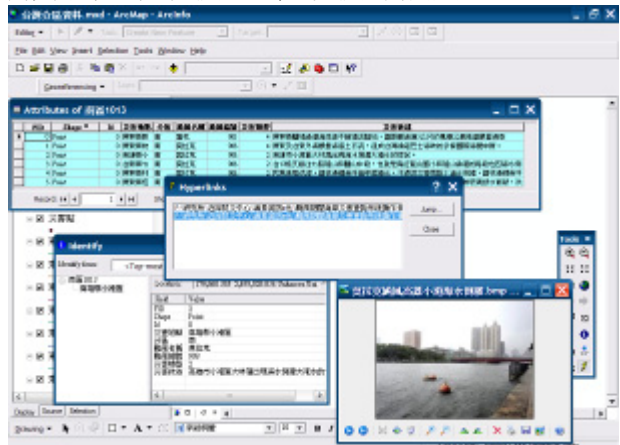


圖 14 南部災情展示莫拉克颱風 (高雄縣小港區海水倒灌)

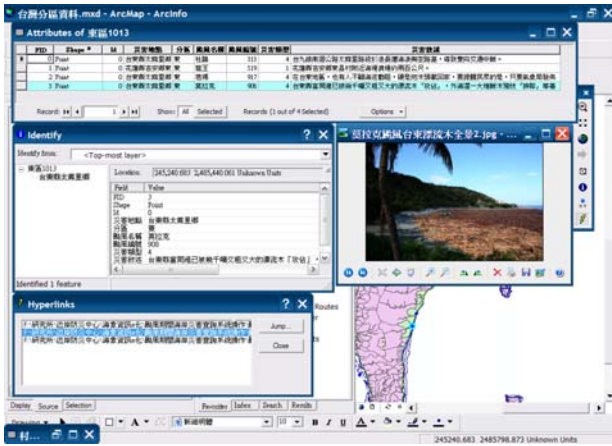


圖 15 東部災情展示莫拉克颱風(台東漂流木滿港景象)

(三) 海象數值模式與資訊e化服務系統之整合

已完成網際網路 GIS 展現海象即時資訊的初步程式設計，可以使用暫存圖層的方式來展示海象即時觀測資料(圖 16)。第二項工作項目已確認時序列比較圖的展現方式乃是使用 ChartFX 網路繪圖軟體進行比較時序列圖的繪製(圖 17)。第三項工作項目已完成 Google Earth kmz 檔的建置測試並產生多種海象測報中新產品的 kmz 檔案。已完成三種 kml 自動產生程式，可定時排程來產生波浪模式預報動畫檔(每 3 小時 1 幅共 3 日)、海溫分析圖(臺灣)(每日 1 幅共 7 日)、及海溫分析圖(太平洋)(每日 1 幅共 7 日)，透過網頁上的超連結使用者即可下載這些 kml 檔案並啟動電腦上的 Google Earth 軟體來套疊展示這些產品。

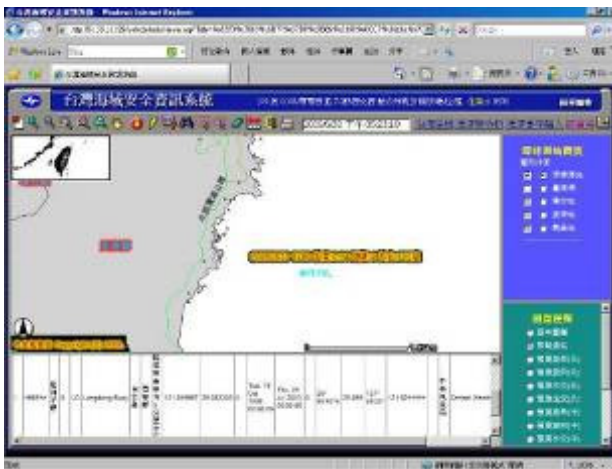


圖 16 即時資訊與預報資訊的時序列比較功能架構圖

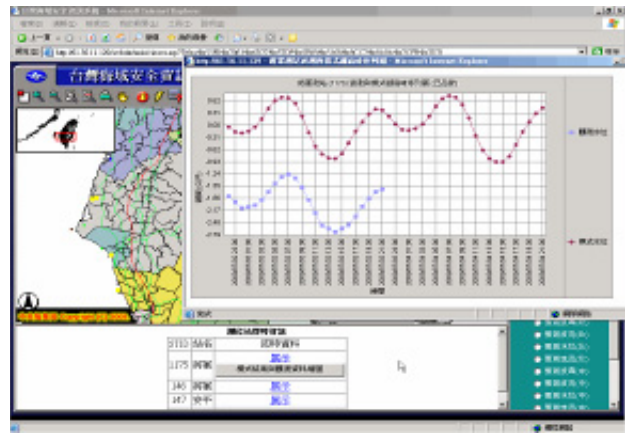


圖 17 將軍朝位站模式結果與觀測資料時序列圖展示

五、台灣海域安全資訊系統與海域 GIS 資訊服務系統維運

海象資訊e化服務系統之整合與應用研究中將針對已建立的海域 GIS 資訊服務系統與台灣海域安全資訊系統進行系統維護更新的工作。在海域 GIS 資訊服務系統維護與改善工作項目包括圖層更新作業、船舶布告資料輸入與系統維護、及船舶追蹤系統改善。在台灣海域安全資訊系統維護及東部資料展示功能增加方面，工作包括作業化運轉功能維護、電子看板功能維護更新、及台灣東部資料展示功能增加等。



圖 18 2008 辛樂克颱風期間的波浪場圖層展示

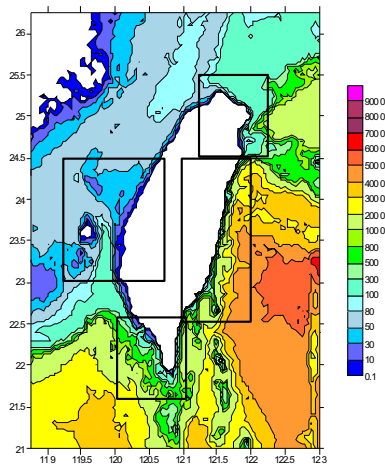


圖 19 SWAN-4 台灣海域風浪模式計算範圍示意圖



圖 20 裝設在淡水漁人碼頭遊客中心的電子看板在大太陽下依然清晰

在海域 GIS 資訊服務系統維護與改善方面，持續圖層更新作業如颱風期間氣壓場與波浪場圖層的製作(圖 18)，並持續輸入船舶布告資料，除此之外並進行船舶追蹤系統的推廣與聯繫相關的廠商及單位。已與交通部航政司、觀光局、及科技顧問室，以及聯合船舶信託發展中心、Garmin 公司、百展科技有限公司、育新科技有限公司、新禾航電股份有限公司等進行聯絡，並已開始進行實地拜訪推廣工作。本團隊實際拜訪位於淡水的聯合船舶信託發展中心及新禾航電股份有限公司，除瞭解其業務及研發項目外，並說明本團隊開發之船舶追蹤系統，聽取相關領域專家的看法及可能的合作方向。

在台灣海域安全資訊系統維護及東部資料展示功能增加方面，下年度持續監控測試與修改系統作業化運轉功能(增加東部相關模式作業化運轉如圖 19 所示)，保持系統之正常運作，並建置台灣東部資料處理展示功能，增加東部地區 7 個預報站，展示海氣象預報資訊與海域安全資訊。在電子看板方面，持續維護淡水漁人碼頭遊客中心的電子看板正常運作(圖 20)。由於在績效指標方面在此四年計畫中須要進行計畫研發成果的專利申請，而原先的海上漂流物搜尋範圍劃定系統為工作項目之一，因此訂定「漂流物搜索範圍劃定機制與系統」為發明名稱，並於本年度與長江國際專利商標去律事務所簽約，開始申請專利的作業。

六、結論

本研究自民國 97 年起至民國 100 年進行「海象資訊 e 化服務系統之整合與應用研究」，以中央氣象局現有海域 GIS 資訊服務系統建置成果為基礎，整合規劃海象資訊 e 化服務系統，將系統功能持續更新，提供全方位海域相關服務，包括海象資訊 e 化服務系統建置及推廣；海岸線與暴潮國土資訊系統建置、海象資訊 e 化服務系統圖資、資料庫整合及建置、「台灣海域安全資訊系統」與「海域 GIS 資訊服務系統」維運之研究等工作項目。

未來將持續進行相關研究，針對海象資訊 e 化服務系統進行建置及推廣、海岸線與暴潮國土資訊系統建置即正式上線、海象資訊 e 化服務系統圖資、資料庫整合及建置以及暴潮展示與校驗功能雛形建置。執行過程需整合其他防災科技研發模式，轉化成可落實應用於防災業務的技術，並結合政府相關部門，有系統地推動海象 e 化資訊服務系統，以提供相關單位執行救災業務之依據。

七、謝誌

本研究執行過程中，感謝中央氣象局海象測報中心滕春慈主任及其相關同仁協助，以及各階段評審委員給予指導，並特別感謝海軍大氣海洋局、經濟部水利署、各港務局以及相關單位提供資料進行資料庫建置，使得本研究得以順利完成，在此一併感謝。

八、參考文獻

1. 羅基玉(1980) “多元統計分析方法與應用”，科技圖書股份有限公司，台北市。
2. 徐義人(1999) “工程機率統計學”，國立編譯館，台北市。
3. 黃瓊珠(2005) “潮位資料補遺及天文潮分潮特性之研究”，國立成功大學碩士論文，台南市。
4. 楊春生(1974) “台灣北岸暴潮推算之研究”，台南水工試驗所土木水利學術彙刊，49 頁-63 頁。
5. 黃壽銘(1975) “花蓮暴潮推算之研究”，國立台灣大學海洋研究所碩士論文。
6. 魏靜公(1976) “暴潮統計分析及數值推算”，國立成功大學水利及海洋研究所碩士論文。
7. 王俊，馬平亞(1980) “台灣地區暴潮現象之研究”，第四屆海洋工程研討會論文集，1980。
8. 羅基玉(1980) “多元統計分析方法與應用”，科技圖書股份有限公司，台北。
9. 侯和雄，王玉懷，陳森河(1995) “颱風暴潮之探討-龍河案例”，第十七屆海洋工程研討會暨 1995 兩岸港口及海岸開發研討會論文集，351 頁-365 頁。
10. 徐月娟，曾淑芬，陳進義，蔡函雄(1998) “台灣地區八十三年至八十六年颱風暴潮特性之初步研究”，交通部氣象局氣象學報，42 卷，第 3 期，230 頁-247 頁。