

113 年馬祖海情資訊系統功能精進

張永葵¹ 林有騰² 林雅雯³ 鄭采誼⁴ 黃騰毅⁵ 郭庭彰⁶

¹ 數位地球科技有限公司副總經理

² 交通部運輸研究所助理研究員

³ 交通部運輸研究所科長

⁴ 數位地球科技有限公司駐點工程師

⁵ 連江縣港務處處長

⁶ 連江縣港務處課長

摘要

連江縣(馬祖)四鄉五島間彼此聯繫的交通仰賴海上藍色公路，為使港務管理單位掌握船舶管理及海氣象資訊，本研究「馬祖海情資訊系統」整合船舶自動識別系統(Automatic Identification System, AIS)、海氣象現場觀測即時資訊以及數值模式計算資訊，藉由資訊與通訊科技技術(Information and Communication Technology, ICT)，將資訊彙整於地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)，提供港務管理人員視覺化地圖介面，可快速掌握船舶動態、海氣象資訊，以及碼頭船席與港外泊船區的即時水深時序變化，並持續精進系統功能，讓港務管理人員能透過此系統輔助決策，提升海上航行安全。

一、緒論

馬祖海情資訊系統(以下簡稱本系統)應用交通部運輸研究所運輸技術研究中心(以下簡稱運技中心)、交通部中央氣象署的海氣象觀測與模擬資訊，以及交通部航港局的 AIS 資訊，彙整成連江縣政府及旅客所需的海氣象資訊，並以易操作的介面提供使用者應用。

蔡等人(2021)針對馬祖各港區(南竿福澳碼頭、北竿白沙碼頭、西莒青帆碼頭、東莒猛澳碼頭、東引中柱碼頭)，整合即時海氣象觀測、海象模擬、船舶動態(AIS)、港區結構物等基本資料以及船班等資訊服務，建置本系統，各項資訊根據經緯度標註於 GIS 圖臺，透過視覺化地圖介面瀏覽各海氣象測站觀測值，如圖 1 系統首頁畫面所示，做為港務管理人員的決策輔助工具，也提供搭乘藍色公路旅客瀏覽。本系統自動監測各項數據，當超過告警門檻值時，即透過通訊軟體 Line 之聊天機器人(LINE Bot)推播告警資訊，如圖 2 所示，達成海氣象資訊提供、防災應用、優化管理及航行安全之目標。

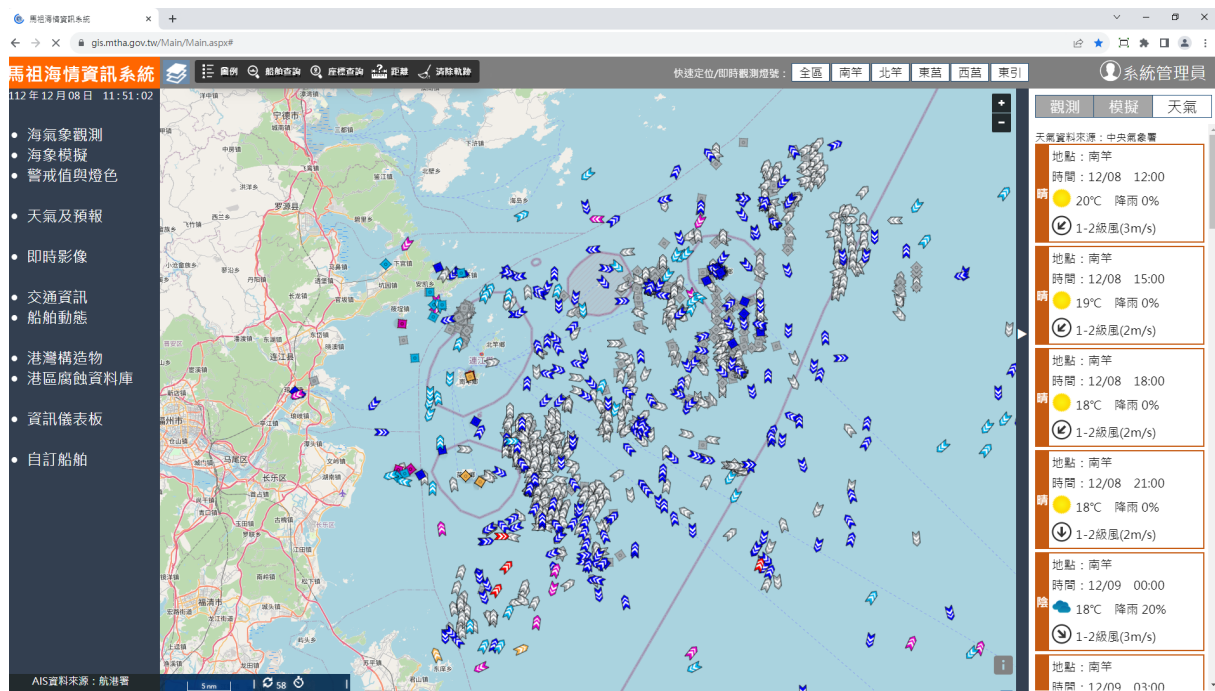


圖 1 馬祖海情資訊系統首頁畫面

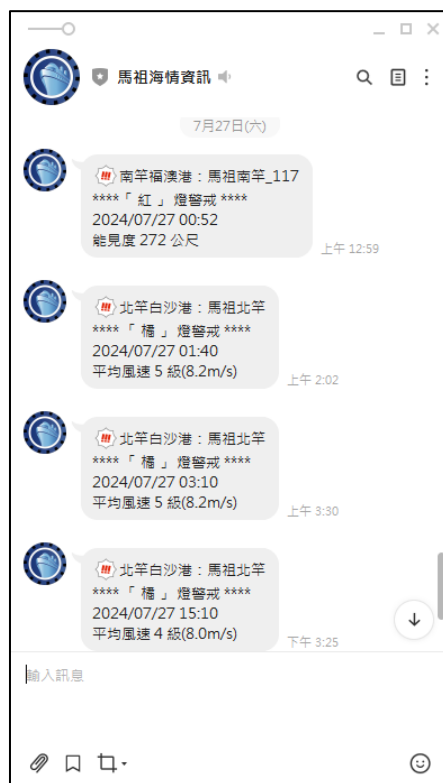


圖 2 LINE 推播告警

海氣象觀測資料係以運技中心代辦設置之測站為主，介接中央氣象署所設置之測站為輔，海氣象資料經由 4G 行動通訊服務傳送至運技中心海氣象資料接收主機，再以專線發送至本系統之資料庫。系統資料庫介接中央氣象署氣象開放資料平臺海氣象資訊，定時擷取儲存於系統資料庫。並向交通部航港局申請 AIS 資料介接，由航港局發送資料到系統資料庫；雷達回波圖

與衛星雲圖則介接中央氣象署資料；海氣象模擬成果圖則介接運技中心資料；船班則介接自連江縣港務處「馬祖智慧港口服務系統」；各項資訊透過 GIS 技術並於本系統呈現，另外也提供「多媒體船班資訊系統」供旅客於候船室觀看，本系統架構如圖 3。

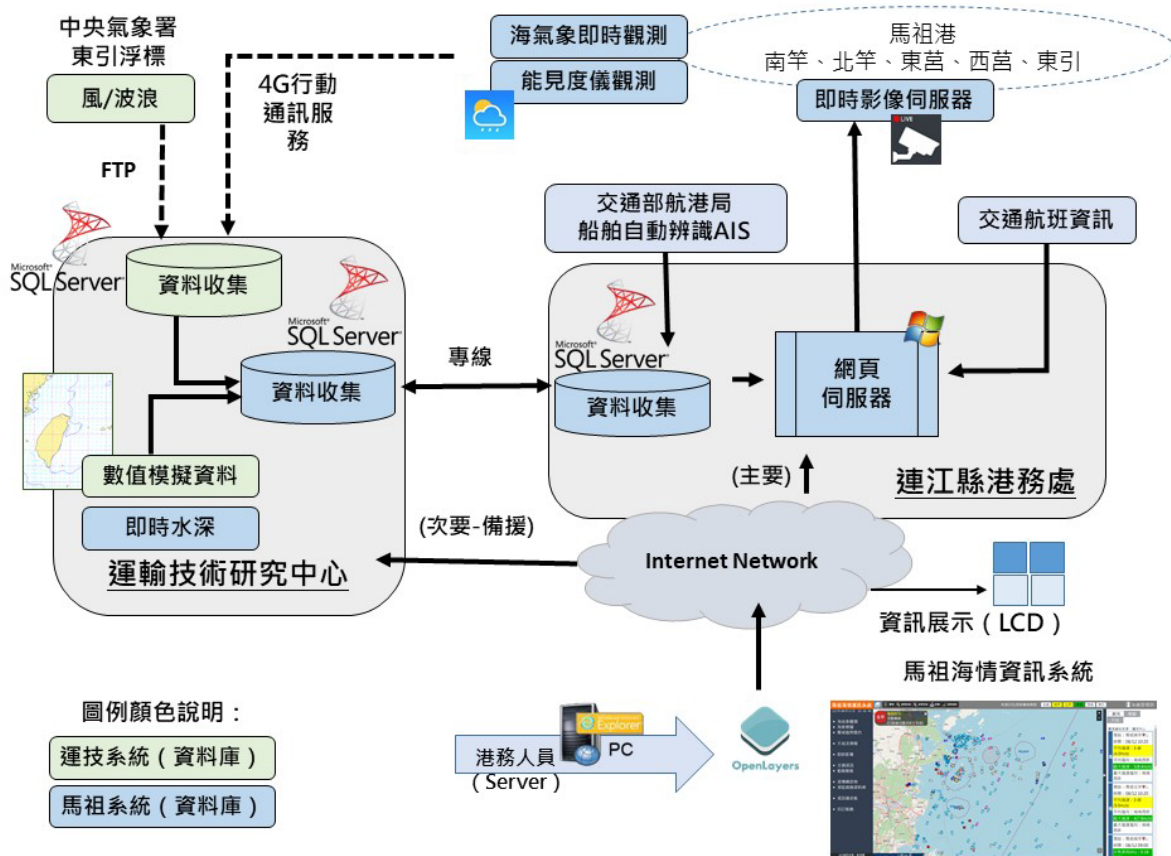


圖 3 馬祖海情資訊系統架構

本計畫延續既有系統，113 年配合連江縣港務處的需求，開發馬祖 5 港區各碼頭可靠泊長度警示氣泡功能，以利港務人員可即時調整船班靠泊位置。

二、研究方法

2.1 使用工具

本系統使用工具及相關技術分 3 大層面，系統開發環境(程式語言)：網頁開發主要使用 ASP.NET 為主，並搭配其他相關前端語法，如 HTML5、JavaScript、JQuery、CSS 等，並符合響應式網頁(Responsive Web Design, RWD)設計，後端語法以 VB.NET 為主。資料庫系統：使用 Microsoft SQL Server。GIS：使用 OpenLayers，它是一個用於開發 WebGIS 用戶端的 JavaScript，其建立 GIS 資料的方法符合 OpenGIS 的 WFS 和 WMS/WMTS 規範標準，支援介接國土測繪中心與 OpenStreetMap 的地圖服務。

2.2 資料介接

本系統展示之海氣象觀測資料係以運技中心代辦設置之測站為主，介接中央氣象署所設置之測站為輔，資料包含風力、潮位、波浪、海流、能見度與港內靜穩度，而風力資料包含平均風速/風向、最大陣風風速/風向，波浪資料有波高(Hs)、週期(Tp)、波向，流速資料有流速/流向，潮位資料則是經換算後顯示 TWVD(TaiWan Vertical Datum, 臺灣高程基準)，港內靜穩度則提供波高(Hs)。

表 1 資料介接

資料	來源
風速	1.即時觀測：運技中心代辦設置(南、北竿、莒光、東引)、介接中央氣象署 OpenData 資料 2.模擬：運技中心提供(南、北竿、莒光、東引)
潮位	1.即時觀測：運技中心代辦設置(南、北竿、莒光、東引) 2.模擬：運技中心提供(南、北竿、莒光、東引)
波流	1.即時觀測：運技中心代辦設置(南、北竿、莒光、東引)、介接中央氣象署 OpenData 資料 2.模擬：運技中心提供(南、北竿、莒光、東引)
港內靜穩度	即時觀測：運技中心代辦設置(南竿、北竿) 模擬：運技中心提供(南竿、東莒、東引)
能見度	即時觀測：運技中心代辦設置(南、北竿、東莒、東引)
GIS 底圖	內政部國土測繪中心、OpenStreetMap(開放源)
港區水深圖	運技中心代辦「馬祖港未來發展及建設計畫」成果
港區正射圖	運技中心代辦「馬祖港未來發展及建設計畫」成果
海圖	購買自海軍大氣海洋局
雷達回波圖	介接中央氣象署資料
衛星雲圖	介接中央氣象署資料
海氣象模擬成果圖	運技中心提供
AIS	介接交通部航港局
船班	介接連江縣港務處「馬祖智慧港口服務系統」

2.3 自動化告警

為了即時提醒使用者海氣象觀測的告警資訊，本系統訂定各項海氣象觀測之告警門檻值，如表 2，當實際觀測值到達門檻值時，即透過通訊軟體 Line 之聊天機器人(LINE Bot)推播告警通知使用者，俾利爭取應變處理時間。

表 2 海氣象觀測之告警門檻值

燈號	平均風速(m/s)	波高(Hs)(m)	流速(cm/s)	能見度(m)
綠燈	-	-	-	-
黃燈	3.3	0.6	25	1000
橘燈	7.9	1.5	100	800
紅燈	13.8	3	200	600

2.4 精進功能

依連江縣港務處需求，新增馬祖 5 港區各碼頭可靠泊長度警示氣泡功能，增加明日預排船舶靠泊碼頭長度用罄警示，今日即時長度用罄警示每 5 分鐘以紅色氣泡通知 1 次，明日長度用罄警示則每 1 小時以橘色氣泡通知 1 次。此外，碼頭動態儀表板中，將南竿福澳港區 S1 及 S2 碼頭可靠泊長度可調整合併計算，當 S1 碼頭容量用罄，將自動使用 S2 碼頭容量，同時 2 碼頭皆顯示同一艘船舶資訊。船舶停靠一般碼頭採安全長度(船長 + 船寬 × 2)計算，若停靠在浮動碼頭則採船長計算。

三、研究成果

3.1 馬祖海情資訊系統操作介面

本系統以地理資訊系統的架構彙整各式資訊，讓使用者專注在地圖上，以地圖檢視所有的資訊，成為輔助決策的系統。如圖 4 所示，其操作介面設計概述如下：

- 一、左側：為各項功能選單，包含海氣象觀測與模擬值綜合表、警戒燈色圖例開關、中央氣象署最新天氣、預報與漁業氣象、馬祖五島 CCTV 即時影像、船班資訊與 AIS 船舶動態相關工具、港灣構造物、港區腐蝕資料庫、資訊儀表板及自訂船舶。功能點選後以子視窗顯示內容。
- 二、中間：為地圖(含圖層開關)，顯示風速、AIS、即時水深等，使用者可透過圖層開關套疊所需之圖層。
- 三、右側：為顯示海象觀測、海象模擬及天氣資訊的切換。
- 四、上方：為工具列，左側包含圖層對話框開關，船舶與座標查詢工具及地圖量測工具，右側為馬祖全區與 5 島快速定位按鈕，可迅速將地圖切換至各島嶼商港範圍。

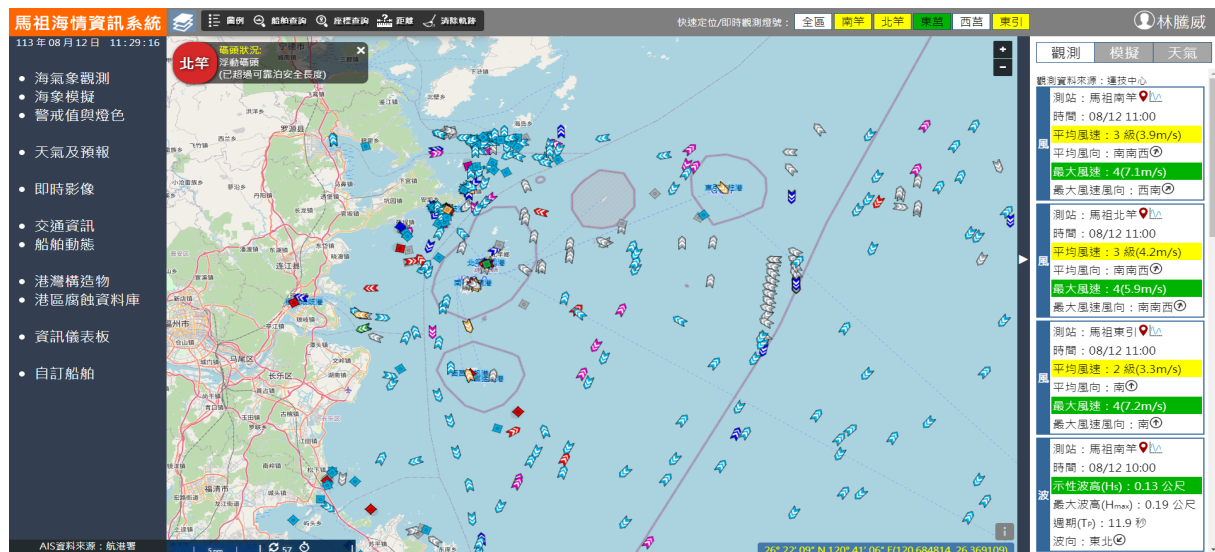


圖 4 馬祖海情資訊系統操作介面

本系統左側功能清單，海氣象觀測內容以列表呈現最新觀測結果(圖 5)，海象模擬內容為介接運技中心的模擬資訊(圖 6)。右側觀測資訊欄中，除風、波、流、潮位、水溫與能見度資訊外，也加入了靜穩度資訊，在靜穩度資訊欄中點擊歷線圖圖示，則以浮動視窗出現靜穩度的觀測與模擬歷線圖(圖 7)。在圖層開關的部分，除了有中央氣象署雷達回波圖與衛星雲圖(圖 8)，也有運技中心的各式模擬成果圖(圖 9)，另也新增了港區靜穩度模擬圖(圖 10)。此外，系統也有碼頭動態儀表板(圖 11)，彙整港棧資料與定期客船資訊後，計算出各碼頭的使用情形，另也介接港灣構造物維護儀表板(圖 12)，讓管理人員可以快速掌握港區資訊。



圖 5 觀測結果



圖 6 模擬資訊

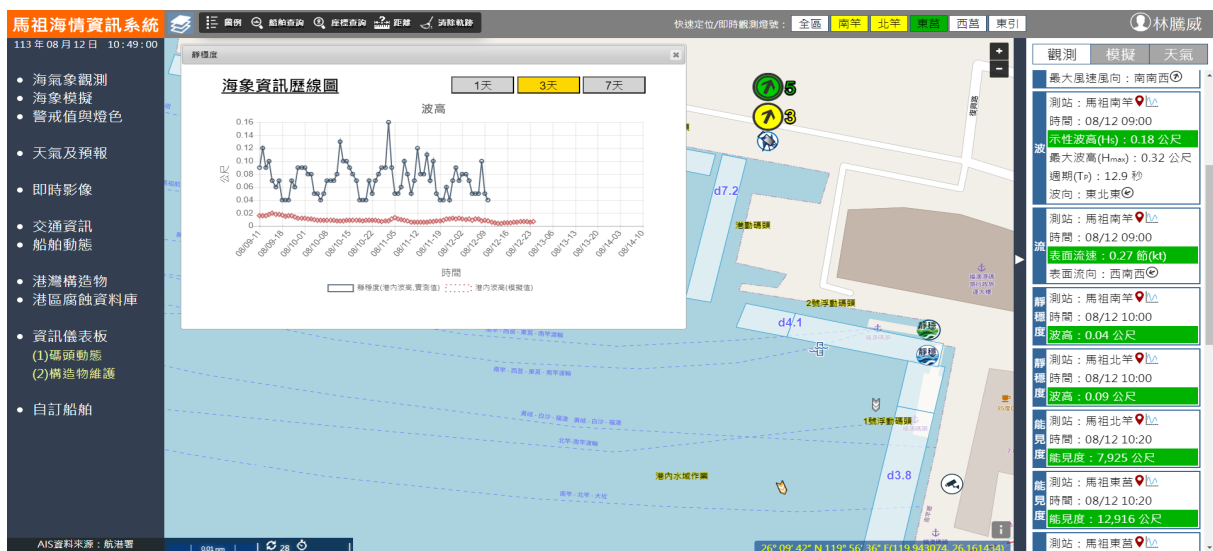


圖 7 靜穩度觀測與模擬

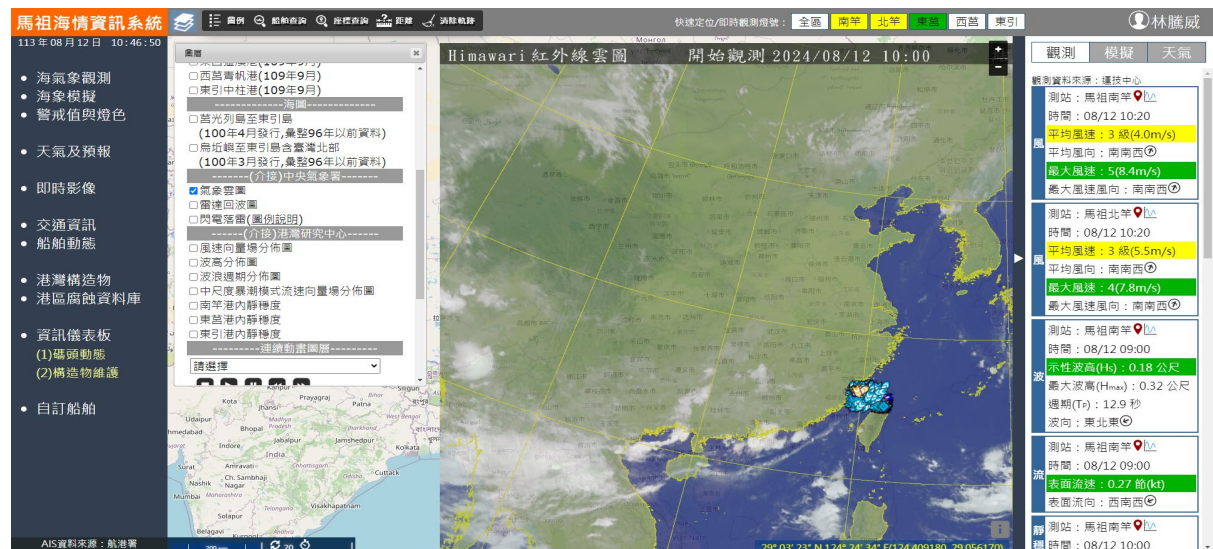


圖 8 衛星雲圖

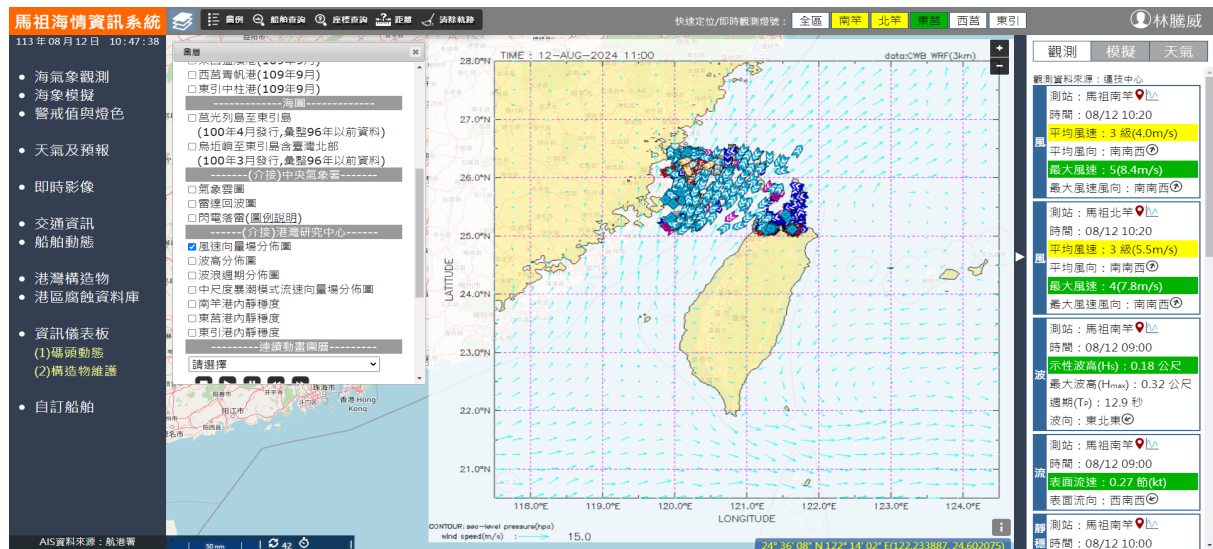


圖 9 風速向量場分佈圖

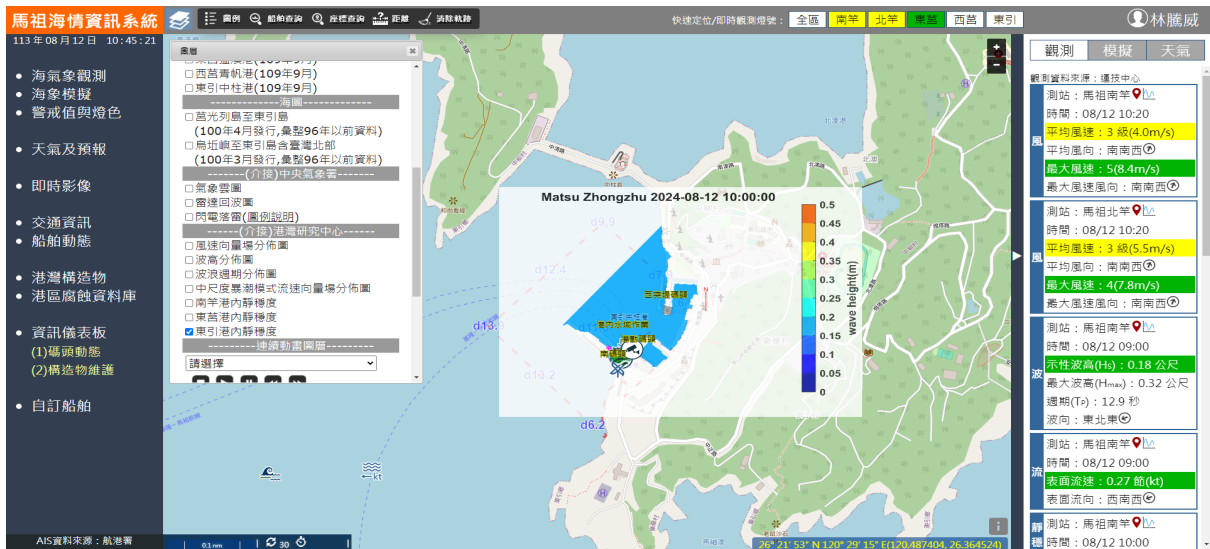


圖 10 港區靜穩度模擬圖

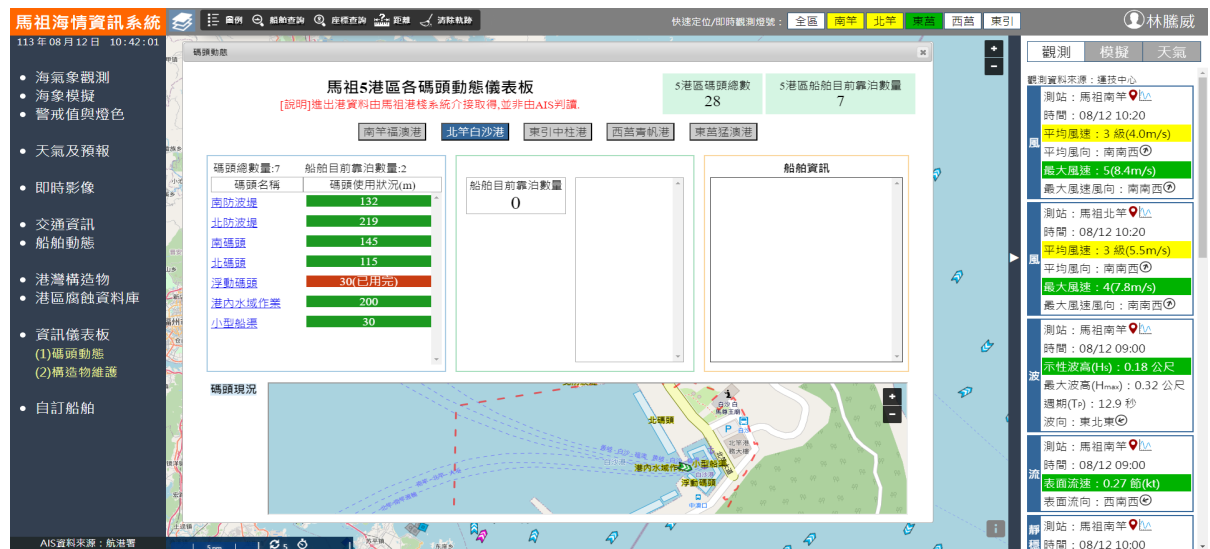


圖 11 碼頭動態儀表板



圖 12 構造物動態儀表板

3.2 新增碼頭可靠泊長度警示氣泡功能

船舶靠泊碼頭長度用罄警示，是依據馬祖港棧系統與客船預定班表取得進出港船舶資料，與海情資訊系統船舶管理中的船舶長度資料，對今日與明日預定船舶靠泊碼頭長度用罄狀況，於海情資訊系統地圖畫面左側跳出警示，可供碼頭管理人員瞭解碼頭使用狀況與調度船舶之依據。

今日警示為每 5 分鐘檢查 1 次，並以紅色氣泡顯示；明日船班則每隔 1 小時警示 1 次，以橘色氣泡顯示。警示氣泡位置於地圖左上角，依發生時間由近至遠向下依序排列(圖 13)。氣泡內容，包含碼頭名稱、超過可靠泊安全長度警語、預計發生時間、靠泊碼頭之所有船舶名稱。當船舶停靠南竿福澳港 S1 碼頭長度不夠時，需占用 S2 碼頭，亦會在氣泡中顯示 S2 碼頭被占用多少長度。

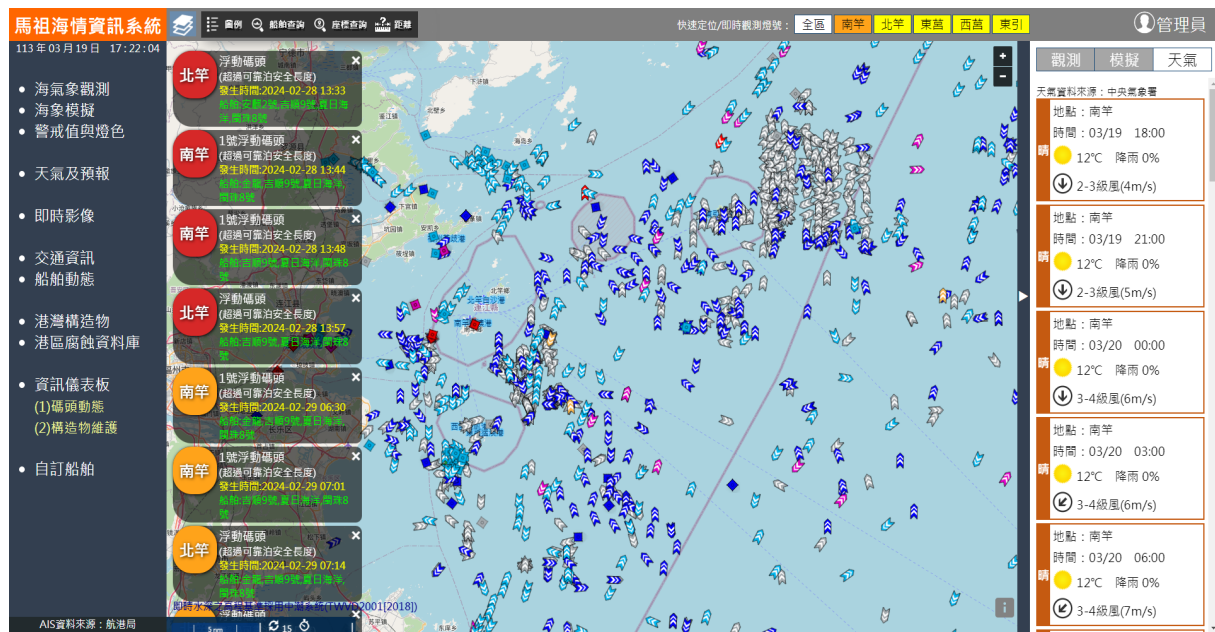


圖 13 碼頭使用長度告警

3.3 精進南竿福澳港區 S1 及 S2 碼頭可靠泊長度計算

南竿福澳港區當 S1 碼頭容量用罄，將自動使用 S2 碼頭容量。以臺馬之星為例，臺馬之星靠泊安全長度為 130.18 公尺，S1 碼頭長度為 120 公尺，在碼頭動態儀表板，福澳港 S1 碼頭(圖 14)，其碼頭使用狀況顯示為紅色 120(已用完)，不足的長度則使用 S2 碼頭，S2 碼頭顯示使用 10.18 公尺，以黃底顯示 11 公尺(無條件進位)使用中(圖 15)，於船舶資訊中，增加顯示船舶長度與靠泊安全長度，無論點擊 S1 或 S2 碼頭都顯示臺馬之星，點擊 S1 碼頭顯示停靠臺馬之星，使用長度 120 公尺，點擊 S2 碼頭顯示停靠臺馬之星，使用長度 11 公尺。

另外，在計算碼頭容量時，船舶所需長度使用安全長度(船長 + 船寬 × 2)，如果是浮動碼頭調，則調整為使用船舶長度做為計算，如圖 16 所示，以夏日海洋號靠泊 1 號浮動碼頭為例，船長 18.7 公尺，碼頭動態儀表板顯示 1 號浮動碼頭使用狀態，黃底顯示 19 公尺使用中。



圖 14 福澳港 S1 及 S2 碼頭可靠泊長度(S1 碼頭)



圖 15 福澳港 S1 及 S2 碼頭可靠泊長度(S2 碼頭)



圖 16 福澳港浮動碼頭使用狀況顯示

3.4 自動化告警

本系統以 LINE 進行告警(風速、能見度、波高及流速)，當實際觀測值到達門檻值時，透過 LINE 推播告警通知，即時提醒使用者獲得海氣象觀測的告警資訊，俾利爭取應變處理時間。112 年 8 月至 113 年 7 月共有 912 次推播，其中以 12 月份為最多，若以一年四季來看則以秋季最多，LINE 推播次數超過 100 次的有 112 年的 10 月至 12 月。

另外，由中央氣象署颱風資料庫得知 112 年共發佈 6 次颱風警報(表 4 與圖 17)，但警報時間都不在 112 年 10 月~12 月，因此，由推播次數可以推定馬祖海域的風速(大於 7.9m/s)，從秋季的 10 月開始至冬季的 12 月比較不佳(風速大)，所以推播次數較多。

表 3 LINE 推播次數

112 年	12 月								8 月	9 月	10 月	11 月
風速	149								33	58	142	133
能見度	4								2	5	0	0
波高	1								2	0	3	1
流速	0								0	0	0	0
113 年		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月				
風速		76	52	37	29	28	43	48				
能見度		7	8	5	22	5	4	11				
波高		0	1	0	0	1	0	2				
流速		0	0	0	0	0	0	0				
季節	冬季			春季			夏季			秋季		
次數	298			127			145			342		

表 4 112 年颱風警報

項次	颱風編號	名稱	颱風警報期間	強度
1	202302	瑪娃(MAWAR)	2023/05/29 20:30~2023/05/31 17:30	中度
2	202305	杜蘇芮(DOKSURI)	2023/07/24 20:30~2023/07/28 17:30	中度
3	202306	卡努(KHANUN)	2023/08/01 20:30~2023/08/04 11:30	中度
4	202309	蘇拉(SAOLA)	2023/08/28 23:30~2023/08/31 14:30	強烈
5	202311	海葵(HAIKUI)	2023/09/01 20:30~2023/09/05 08:30	中度
6	202314	小犬(KOINU)	2023/10/02 23:30~2023/10/06 11:30	中度

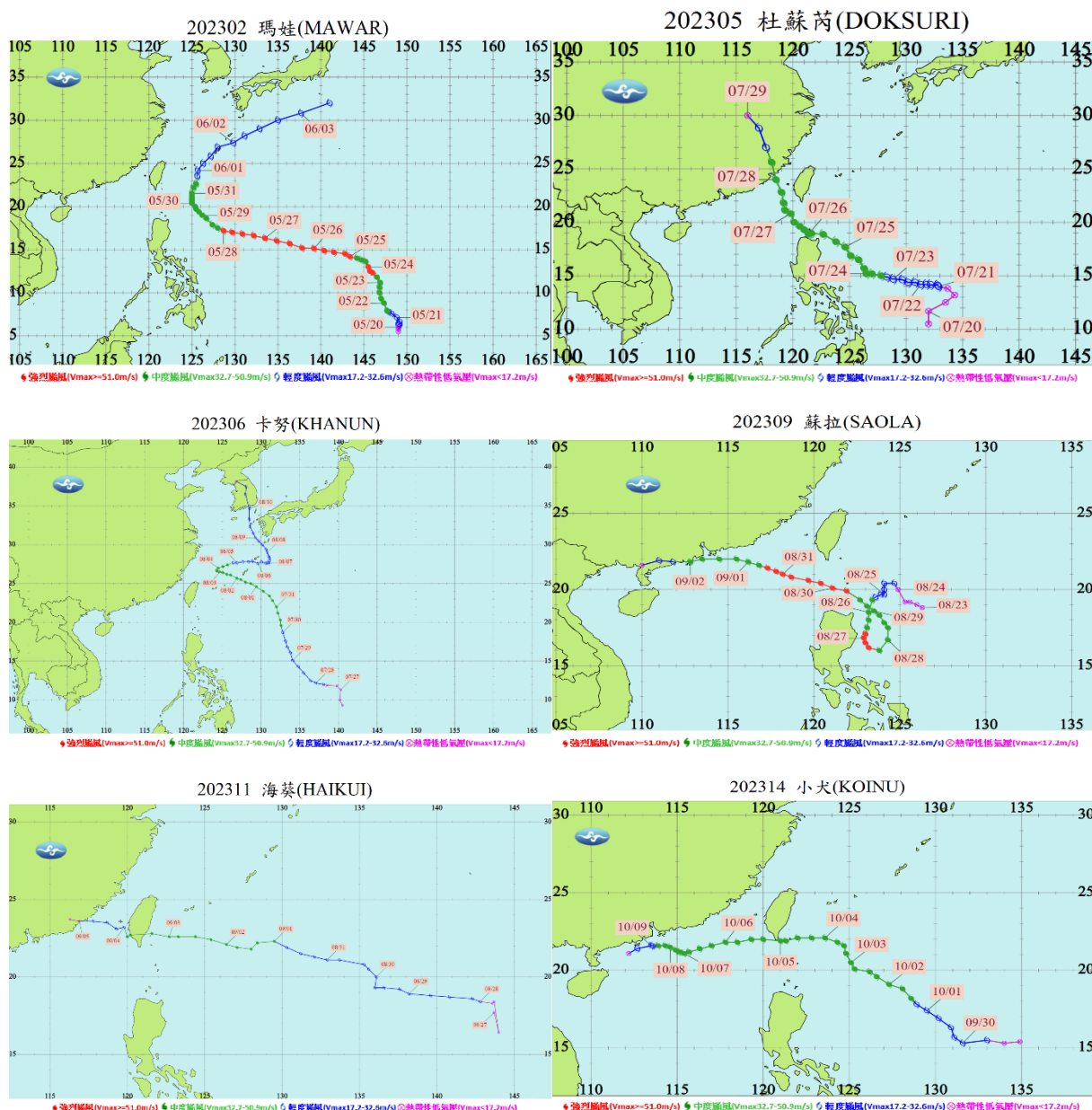


圖 17 112 年颱風警報路徑

(資料來源：中央氣象署颱風資料庫，https://rdc28.cwa.gov.tw/TDB/public/warning_typhoon_list/)

四、結論

「馬祖海情資訊系統」以 GIS 的介面將所有資訊整合在地圖介面上，讓使用者能透過地圖，快速地瀏覽海氣象觀測數據，尤其港區水深地形圖、即時水深以及即時水深歷線圖的加值服務，可瞭解港區碼頭的水深時間變化，有助於大型郵輪入港靠泊時的管制。

本系統新增碼頭可靠泊長度警示氣泡功能、精進南竿福澳港區 S1 及 S2 碼頭可靠泊長度計算，讓使用本系統的業務管理人員更容易取得港務作業所需資訊，強化港務管理與災防應變效率，俾利爭取應變處理時間。

參考文獻

1. 蔡世璿、李俊穎、林騰威、鄭采誼、林志豐、陳登壽，「馬祖海域 AIS 與海氣象資訊整合運用」，港灣季刊，第 120 期，2021 年。
2. 許義宏、林達遠、羅冠顯、曹勝傑、柯拓宇、陳子健、陳孟宏、李俊穎 (2024)，「2022 年港灣海氣象觀測資料統計年報(8 港域觀測風力資料)」，交通部運輸研究所。
3. 羅冠顯、林達遠、廖慶堂、劉明鑫、曹勝傑、柯拓宇、陳子健、陳孟宏、李俊穎 (2024)，「2022 年港灣海氣象觀測資料統計年報(8 港域觀測波浪資料)」，交通部運輸研究所。
4. 廖慶堂、林達遠、羅冠顯、劉明鑫、曹勝傑、柯拓宇、陳子健、陳孟宏、李俊穎(2024)，「2022 年港灣海氣象觀測資料統計年報(8 港域觀測潮汐資料)」，交通部運輸研究所。
5. 林達遠、羅冠顯、廖慶堂、劉明鑫、曹勝傑、柯拓宇、陳子健、陳孟宏、李俊穎(2024)，「2022 年港灣海氣象觀測資料統計年報(8 港域觀測海流資料)」，交通部運輸研究所。