

港區航行安全之海氣象及應變即時展示系統

蔣敏玲	交通部運輸研究所港灣技術研究中心研究員
李俊穎	交通部運輸研究所港灣技術研究中心科長
林騰威	數位地球科技有限公司總經理
賴志炫	臺灣港務股份有限公司工程處助理工程師

摘要

我國現有基隆港、高雄港、花蓮港、臺中港、蘇澳港、安平港、臺北港 7 大國際商港，在經濟發展上扮演了極重要的角色。為了讓船舶在進出港時，有更多的海氣象環境資訊提供港埠營運單位、航商等各界參考，交通部運輸研究所港灣技術研究中心(以下簡稱港研中心)在各商港設置許多即時海氣象觀測站，蒐集即時風力、波浪、潮位、海流等資料。

港研中心受臺灣港務股份有限公司(以下簡稱港務公司)委託，客製化國際商港之海氣象及應變即時展示系統，藉由資訊與通訊科技(Information and Communication Technology, ICT)之技術，將所有資訊收整於地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)，除了透過視覺化的地圖介面，可瀏覽各海氣象測站位置的觀測值外，本系統自動監測各項數據，在超過告警門檻值時，透過通訊軟體 Line 之聊天機器人(LINE Bot)推播告警資訊，讓相關人員能夠迅速掌握主要商港的海氣象資訊，做為決策輔助，提升港埠營運效率與提高船舶航行安全。

一、緒論

臺灣四面環海，國際貿易大多仰賴海上運輸，船舶航行一旦進入淺水區或港區就必須掌握近岸的海氣象資訊，尤其是大型船舶的受風面積大，對於風速

風向的資訊掌握是非常重要的，若資訊不足，船舶航行安全堪慮。

港務公司為提高進出港的安全性，特委託港研中心規劃設計「海氣象及應變即時展示系統」，包含硬體與軟體的建置，以提供業管人員與船舶(航商)所需的海氣象資訊，並建置一套整合性的系統，除了呈現海氣象資訊外，也須達到主動示警的效果。

港研中心於各商港設置了各式的觀測儀器，包含風速計、聲學都卜勒流速剖面儀(Acoustic Doppler Current Profiler, ADCP)、潮位計、側向 ADCP(Side-looking ADCP)等，蒐集各港口海域的基本海氣象資料，並分析產製海氣象年報，以利海事工程、海上救援與防災等用途使用。

本研究彙整前述海氣象資訊，建置「海氣象及應變即時展示系統」，系統除了呈現即時觀測的資訊外，也提供各式資料的統計結果，更運用通訊軟體 Line 之聊天機器人(LINE Bot)進行推播告警，當觀測值超過警戒門檻值時，就立即推播告警，讓業管人員收到資訊後，能夠立即做出防災的準備。透過 ICT 的技術，提升航運安全，降低危險發生機率。

二、研究方法

2.1 使用工具

本案系統開發採用三層式網路架構(3-Tier Architecture)，使用此架構可確保使用者與資料庫隔離，增加主機與資料庫的安全性；此架構第一層架構為客戶

端(Client)，主要是使用者及遠端管控者透過網際網路協定(TCP/IP)方式，以網站應用程式來瀏覽網頁。第二層架構是應用程式伺服器(Application Server)提供應用程式給客戶端進行資料的查詢，應用程式伺服器再經由內部虛擬私人網路(Virtual Private Network, VPN)或政府服務網路(Government Service Network, GSN)等來存取資料庫相關資訊。第三層架構資料庫伺服器(Database Server)依應用程式伺服器的要求，透過 GSN/VPN 網路將資料庫數據，透過 TCP/IP 協定回應使用者相關資訊。

本系統設計方法與使用工具及相關技術共分 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 及 XML 等，後端語法以 VB.NET 為主，資料庫系統使用 Microsoft SQL Server。

在 GIS 的部分是使用 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 Google Maps、Bing Map、及國土測繪中心、OpenStreetMap 的地圖服務。

2.2 資料介接

本系統展示資料主要使用港研中心設置在各商港之測站，包含風速、潮位、波流、流速(側向 ADCP)，以及港務公司設置之側向 ADCP，所介接資料如表 1。

2.3 系統架構

本系統架構詳如圖 1 所示，海氣象資料係由港研中心設置在各國際與國內商港的觀測站，透過網路將即時觀測資料回傳至港研中心的伺服器資料庫，並再傳送至本系統的伺服器資料庫，同時本系統也定時讀取港研中心的海象模擬資料至資料庫儲存，以提供本系統使用

者在即時觀測值與海象模擬的預測值瀏覽參考。

表 1 資料介接一覽

資料	來源
風速	1. 即時觀測：港研中心設置(基隆港、高雄港、花蓮港、臺中港、蘇澳港、安平港、臺北港) 2. 模擬：港研中心提供
潮位	1. 即時觀測：港研中心設置(基隆港、高雄港、花蓮港、臺中港、蘇澳港、安平港、臺北港) 2. 模擬：港研中心提供
波流	1. 即時觀測：港研中心設置(基隆港、高雄港、花蓮港、臺中港、蘇澳港、安平港、臺北港) 註：港研中心使用 Nortek 公司生產之 ADCP，該公司將儀器另取名為 Acoustic Wave and Current profiler(聲學的波浪與海流剖面儀，簡稱 AWAC)。 2. 模擬：港研中心提供
流速	1. 港研中心設置(臺中港 1 處) 2. 港務公司設置(高雄港 3 處)
GIS 底圖	內政部國土測繪中心、OpenStreetMap(開放源)
雷達回波圖	介接中央氣象局資料
衛星雲圖	介接中央氣象局資料
模擬成果圖	港研中心提供

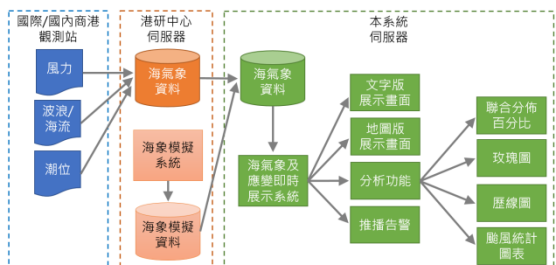


圖 1 系統架構

雷達回波圖與衛星雲圖介接中央氣象局資料；模擬成果圖則介接港研中心資料；各式資訊以 GIS 技術建置「海氣象及應變即時展示系統」呈現。

本系統以 Web GIS - Openlayers 整合展示各項資料，各項系統功能如下：

1. 可以切換不同的底圖：

- (1) 國土測繪中心-通用版電子地圖。
- (2) 國土測繪中心-正射影像混合圖。
- (3) OpenStreetMap。
2. 海象觀測資料：
 - (1) 風速計：風速、風向。
 - (2) ADCP：波高、週期、波向、流速、流向。
 - (3) 潮位計：潮位。
 - (4) 側向 ADCP：流速、流向。
3. 模擬資料：
 - (1) 風速、風向。
 - (2) 波高、週期、波向。
 - (3) 潮位。
4. 套疊中央氣象局雲圖、雷達回波圖。
5. 套疊「港灣環境資訊網」之各式模擬成果圖(風速向量場分佈圖、水位分佈圖、波高分佈圖、波浪週期分佈圖、波向分佈圖、流速向量場分佈圖、中尺度暴潮模式流速向量場分佈圖、各港區近岸波高分佈圖、近岸流速向量場分佈圖等)。

2.4 統計圖表產製

現今的趨勢為雲端計算，因此，本系統採用網頁的方式來建置資料分析機制，而資料皆在伺服器上處理，在維護上也較方便，使用者只要開啟網頁就能產製統計表與繪製相關圖資，不會因使用者的作業系統關係而有無法適用的疑慮。伺服器執行產製「聯合分佈百分比統計表」，統計的工作皆以 SQL 的指令於資料庫中完成(圖 2)，不需要將數據全數取出，不會有陣列過大而無法計算的問題。本系統於伺服器端計算，可產出聯合分佈圖、玫瑰圖、歷線圖與颱風統計圖等。

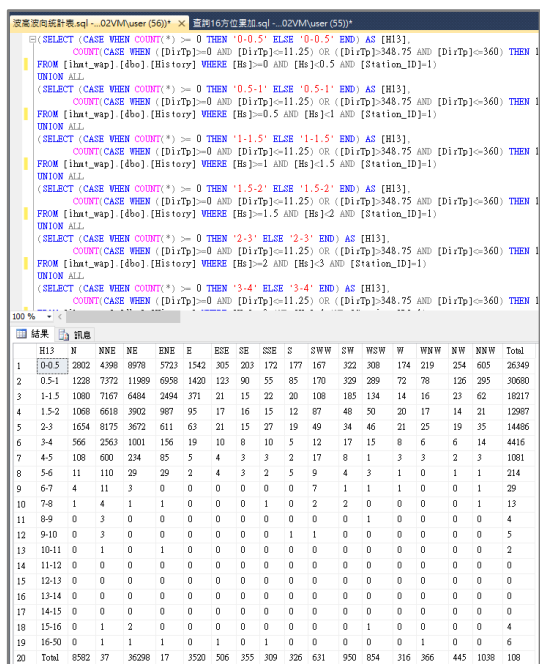


圖 2 以 SQL 內建指令完成聯合分佈百分比統計表

2.5 自動化告警

為了即時提醒使用者獲得海氣象觀測的告警資訊，因此，本系統可依各港口特性，率定出各項海氣象觀測之告警的門檻值，當實際觀測值到達門檻值時，透過通訊軟體 Line 之聊天機器人(LINE Bot)推播告警通知使用者，運作機制如圖 3。本系統在 Line 的應用程式(APP)已經建立一個專屬頻道，使用者可發送註冊碼至本系統的 Webhook 服務進行註冊，對於已註冊的使用者，當觀測值達到警戒值時，就會發出通知，讓使用者無需緊盯系統的畫面，也可以透過 Line APP 的通知機制(聲響或震動)，即時獲得此資訊，以利爭取應變處理時間。

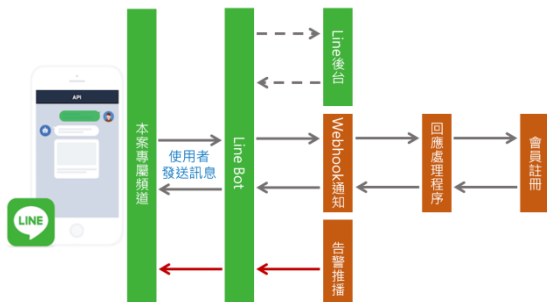


圖 3 Line@推播(Message API)機制

三、研究成果

3.1 海氣象及應變即時展示系統

本研究的系統採用響應式網頁設計，可在不同的裝置(電腦顯示器與行動裝置)上瀏覽，且提供文字版與地圖版讓使用者瀏覽，文字模式可以顯示各港測站的即時觀測資訊，而地圖模式則以單一港口呈現為主。

3.1.1 文字模式

以文字排列搭配警示燈號顏色，凸顯各項監測數據的狀態，如圖 4。點擊港口名稱，以地圖顯示儀器位置，如圖 5；於風速風向儀、潮位儀、潮波流儀顯示項目資料中，點擊「更新時間」，以彈跳視窗顯示歷線圖，如圖 6；若使用手機瀏覽，則會顯示如圖 7 所示畫面。

港口	基隆港	臺北港	蘇澳港	臺中港	高雄港(一)	高雄港(二)	安平港	花蓮港
時間	07/28 12:30	07/28 12:30	07/28 12:30	07/28 12:30	07/28 12:30	07/28 12:30	07/28 12:30	07/28 12:30
平均風速	3.8(5.29m/s)	2.9(3.96m/s)	3.8(5.29m/s)	3.8(5.29m/s)	3.8(5.29m/s)	3.8(5.29m/s)	3.8(5.29m/s)	3.8(5.29m/s)
平均風向	東北	西南	東北	西南	西南	西南	西南	西南
時間	07/28 12:24	07/28 12:31	07/28 12:31	07/28 12:31	07/28 12:31	07/28 12:31	07/28 12:31	07/28 12:31
相對潮位(m)	3.28	4.76	2.09	6.52	1.03	0.76	5.03	1.21
TWVD(m)	1.69	0.47						
CDL(m)	3.12	0.45						
時間	07/28 11:30	07/28 11:30	07/28 11:30	07/28 11:30	07/28 11:30	07/28 11:30	07/28 11:30	07/28 11:30
示性波高(Hs,m)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
週期(Tp,s)	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1
波向	北	北	北	北	北	北	北	北
波高	0.27(0.41)	0.27(0.41)	0.27(0.41)	0.27(0.41)	0.27(0.41)	0.27(0.41)	0.27(0.41)	0.27(0.41)
波向	東北	東北	東北	東北	東北	東北	東北	東北

圖 4 文字模式

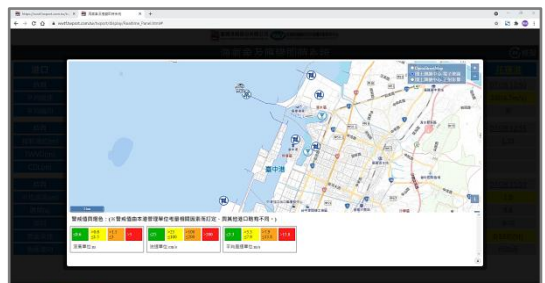


圖 5 文字模式-測站位置

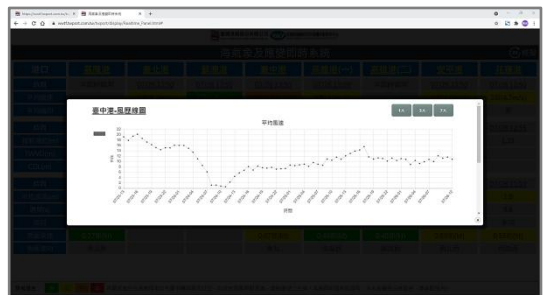


圖 6 文字模式-風歷線圖



圖 7 文字模式-響應式網頁

在文字模式的右上角點擊，可切換觀測資訊或模擬資訊。由港研中心提供 1、3、6、12、18、24、36 小時後的模擬結果，如圖 8，讓使用者針對未來的海氣象變化有一個預先的了解，以利做好防範災害的準備工作。

[illegible]

圖 8 模擬資訊



圖 9 地圖模式

3.1.2 地圖模式

畫面顯示單一港口資訊，以列表與地圖顯示，以利各港口的海氣象監控面板進行應用，如圖 9。左側列表顯示「潮波流」、「水溫」、「潮位」、「能見度」、「海流模擬」、「波浪模擬」、及「潮位模擬」等資料。右側列表顯示「風」及「風的模擬」等資料。中間主要顯示「地圖」與「風」資訊，圖示「2」的左側圖示箭頭為平均風速的來向，右側數字為蒲氏風力級數，可以透過地圖的顯示，了解港區各位置的風力狀況；若使用手機瀏覽，則會顯示如圖 10 所示畫面。

本系統介接中央氣象局「氣象雲圖」與「雷達回波圖」資訊，如圖 11 與 12 所示，可透過地圖了解目前的氣象狀況。

介接港研中心各式模擬圖，並套疊在系統地圖上，包括「風速向量場分佈圖(圖 13)」、「水位分佈圖(圖 14)」、「波高分佈圖(圖 15)」、「波浪週期分佈圖(圖 16)」、「波向分佈圖(圖 17)」、「流速向量場分佈圖(圖 18)」、及「中尺度暴潮模式流速向量場分佈圖(圖 19)」等資料，另外也有各港區小比例尺的模擬成果圖，以提供較精確之推算結果，如「近岸波高分佈圖(圖 20)」與「近岸流速向量場分佈圖(圖 21)」。



圖 10 地圖模式-響應式網頁

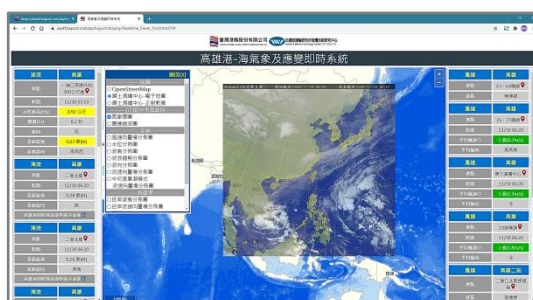


圖 11 系統套疊氣象雲圖



圖 12 系統套疊雷達回波圖

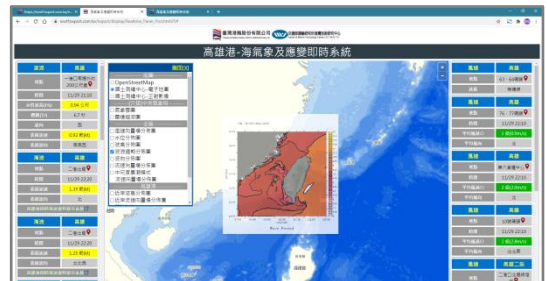


圖 16 波浪週期分佈圖

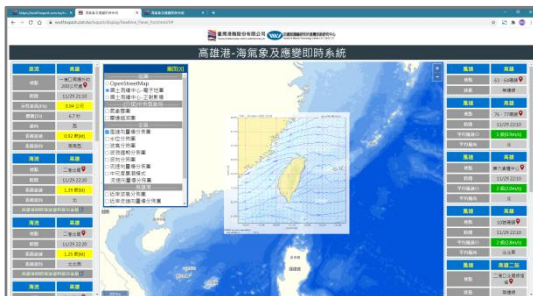


圖 13 風速向量場分佈圖

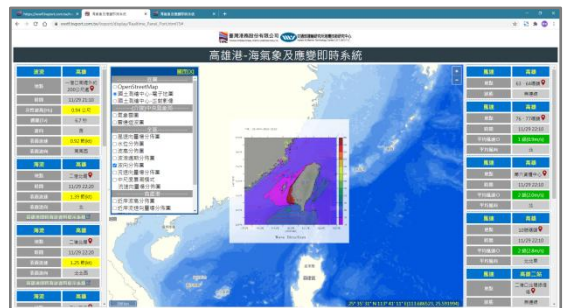


圖 17 波向分佈圖

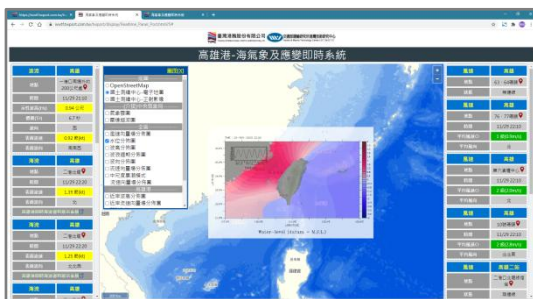


圖 14 水位分佈圖

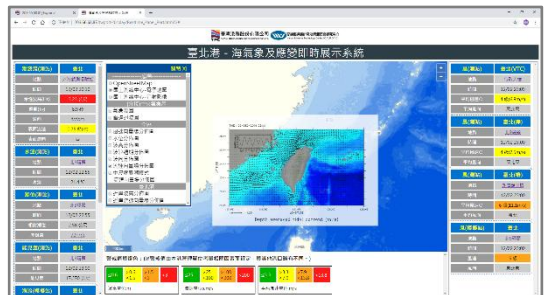


圖 18 流速向量場分佈圖

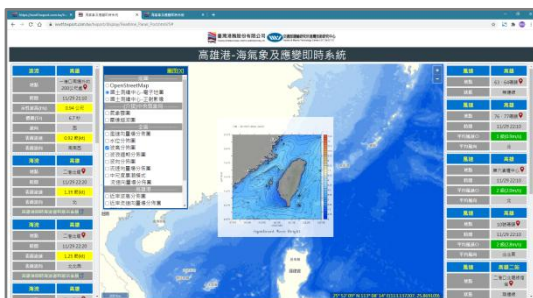


圖 15 波高分佈圖

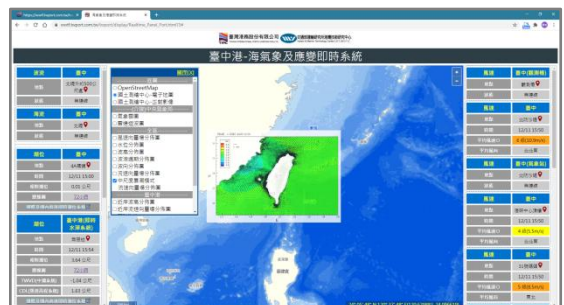


圖 19 中尺度暴潮模式流速向量場分佈圖

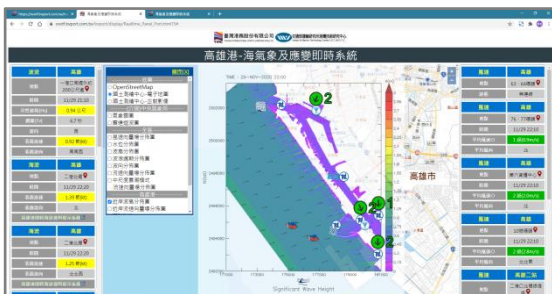


圖 20 近岸波高分佈圖

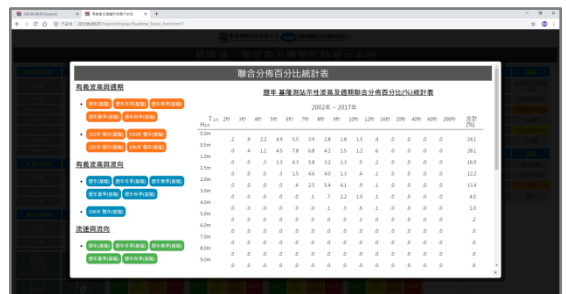


圖 23 聯合分佈百分比

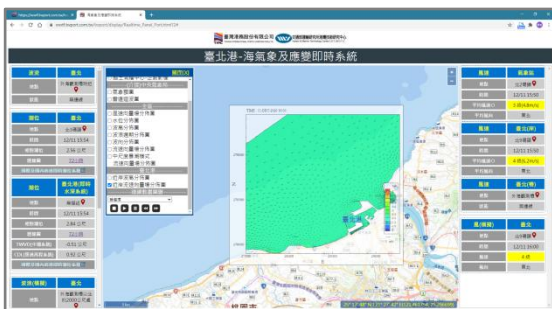


圖 21 近岸流速向量場分佈圖



圖 24 玫瑰圖

本系統在側向 ADCP 的顯示，如圖 22 所示，於地圖顯示 ADCP 各剖面位置的流速流向，以箭頭與數字標註，讓使用者容易閱讀。

此外，亦可點擊聯合分佈百分比、玫瑰圖、歷線圖、颱風統計圖表等，即可顯示各項統計報表結果，如圖 23 至 26 所示。



圖 25 歷線圖

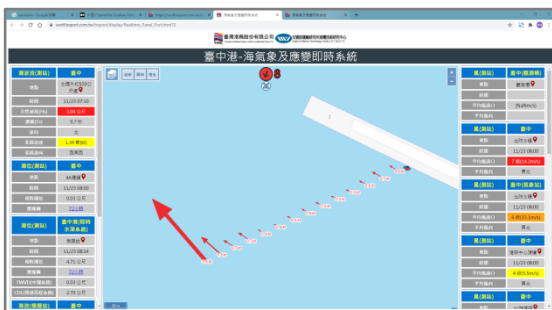


圖 22 側向 ADCP 之展示



圖 26 颱風歷線圖

3.2 自動化告警功能

透過自動化的監控，並搭配通訊軟體 Line 的推播，當測站的觀測值大於警戒門檻值時，透過 Line Message API 發送訊息，讓使用者可以即時掌握海氣象資訊(如圖 27 之左圖)。同時當測站沒有資料時，也可發送訊息通知管理員(如圖 27 之右圖)。

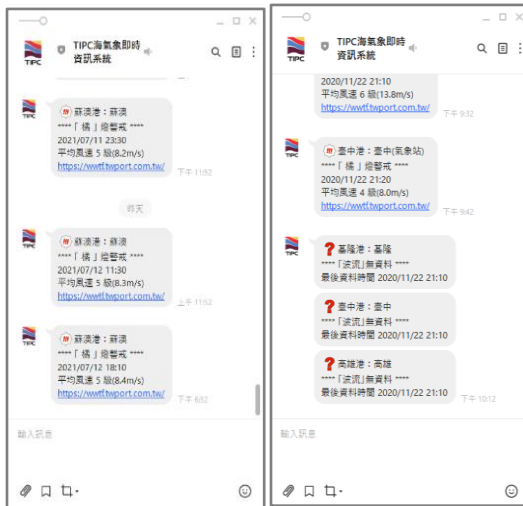


圖 27 Line 推播告警畫面

四、結論

本系統呈現海氣象觀測資料、數值模擬資訊、測站位置圖與相關統計圖表等，另外，也加入高雄港與臺中港的側向 ADCP 監測的資訊，將所有資訊綜合彙整於 GIS 圖台中，透過地圖呈現各測站的物理量，讓使用者可以了解港區各測站的海氣象狀況，並以燈號警示與訊息推播，讓使用者透過行動裝置獲得即時的通知，爭取應變處理時間，強化港務管理及災防應變效率。

此外，系統以地圖介接套疊中央氣象局氣象雲圖、雷達回波圖，以及港研中心的各式模擬成果圖，可以透過資訊樹，列表開啟或關閉所需的圖層，並以滑鼠拖曳、縮放來檢視資料，讓使用者

可以用簡單的方式，透過操作地圖檢視模擬資料，綜合研判未來海氣象變化，以提出防範災害的措施。

本研究透過 ICT 的技術，提升航運安全，降低危險的發生，以達港埠經營管理之效益。

參考文獻

1. 蘇青和、廖慶堂、黃茂信、羅冠顯、衛紀淮、李政達、林達遠、洪維屏、許義宏、劉明鑫、林受勳、蔡金吉，2019 年臺灣海氣象觀測資料統計年報(12 港域觀測潮汐資料)，交通部運輸研究所，2021 年。
2. 蘇青和、廖慶堂、黃茂信、羅冠顯、衛紀淮、李政達、林達遠、洪維屏、許義宏、劉明鑫、林受勳、蔡金吉，2019 年臺灣海氣象觀測資料統計年報(12 港域觀測風力資料)，交通部運輸研究所，2021 年。
3. 蘇青和、廖慶堂、黃茂信、羅冠顯、衛紀淮、李政達、林達遠、洪維屏、許義宏、劉明鑫、林受勳、蔡金吉，2019 年臺灣海氣象觀測資料統計年報(12 港域觀測波浪資料)，交通部運輸研究所，2021 年。
4. 蘇青和、廖慶堂、黃茂信、羅冠顯、衛紀淮、李政達、林達遠、洪維屏、許義宏、劉明鑫、林受勳、蔡金吉，2019 年臺灣海氣象觀測資料統計年報(12 港域觀測海流資料)，交通部運輸研究所，2021 年。
5. LINE Corporation, LINE Developers, <https://developers.line.biz/zh-hant/docs/messaging-api/getting-started/#using-console>, 2021 年 5 月。