

港灣海象及船舶資訊應用系統開發

李俊穎 交通部運輸研究所港灣技術研究中心科長
劉清松 交通部運輸研究所港灣技術研究中心研究員
林珂如 富鴻網股份有限公司系統工程師

摘要

臺灣四面環海，地處歐美兩大航運幹線上，隨著兩岸航線的陸續開通和水域觀光遊憩活動盛行，海上運輸交通日益繁忙，使其航行安全也非常受到重視。然而臺灣附近水域的地形環境複雜，又受季風及颱風影響，海象可說是變化莫測，而港區周遭之水理特性，除外海海象環境，更受制於港灣結構物的影響，常有局部性的效應產生，此都對船舶進出港的操航安全有極大之影響。

本研究主要呈現交通部運輸研究所港灣技術研究中心（以下簡稱本所港研中心）收集之臺灣各港附近海域及離島地區海氣象即時觀測資訊與臺灣近岸海象模擬系統 (Taiwan Coastal Operational Modeling System, TaiCOMS)，搭配交通部航港局之船舶自動辨識系統 (Automatic Identification System, AIS)，自 102 年起著手進行套疊海象數值模擬與 AIS 資訊，開發為「藍色公路資訊」系統，以利相關人員掌握海氣象及船舶航行等資訊，提升海上航行安全。

透過本研究整合多元的應用服務，希望於實質應用上，除提供各相關管理單位海氣象資訊的運用，追蹤船舶航行動態，進而掌握海上藍色公路航線海氣象狀況，以增進船舶進出港航行安全，作為後續應變與緊急狀況之救災參考。

一、緒論

基於臺灣周圍海域海象變化莫測，時有船舶或漁船筏等海上事件發生，如

近年來陸續發生海上航行安全事件，99 年 8 月 8 日海洋拉拉從澎湖馬公載運三百多名旅客回臺中港，因為十級風浪，船艙不敵兩小時風浪拍擊而破裂粉碎，船長發出緊急求救信號求救，所幸此事最後沒有擴大成為船難。100 年 6 月 11 日外圍環流帶來的強浪，讓航行於嘉義布袋至馬公的百麗輪，在布袋港外海遭逢強浪，加上船速太快，造成船身劇烈震盪，船隻上下震盪約 50 公分，造成 21 名乘客及兩名船員受傷。103 年 10 月 10 日載有 45 人隸屬國家海洋研究院臺灣海洋科技研究中心的海研 5 號研究船，晚間 9 時 30 分在澎湖縣湖西鄉龍門外海觸礁沉沒，顯示出海上運輸所存在的風險確實不容小覷其航安重要性。

臺灣四面環海，海岸線長達 1193 公里，位處國際航道要衝，周遭海域船舶活動頻繁，政府近年來也一再以「海洋立國」為口號，加上配合交通部提高海上運輸效能，建立藍色公路之政策以強化本島與離島間船舶航行安全，因此臺灣海域海氣象環境資料及相關資訊之完整獲得與提供相當重要，也有必要建置適用於各港務單位之查詢展示系統，以期能在海象狀況惡劣下，能快速得知海氣象變化，並降低船難發生的事件。本所港研中心於 92 年整合本所海象即時觀測資料成立「港灣環境資訊網」，而於 102 年起結合臺灣近岸海象模擬系統與臺灣海域船舶動態辨識系統，以積極態度面對建構安全之海上藍色公路，提供相關航線上海象數值預報資訊與船舶航行動態和軌跡資訊，確保航運安全，同時協助相關單位維護臺灣海域的安全。

二、相關研究發展現況回顧

2.1 國內外海氣象與藍色公路研究與發展

港灣海象是船舶航行時參考的重要資訊，但我國從事海象相關研究機關與管理船舶動態資訊之部門常不是同一單位，如國內船舶管理單位屬交通部航港局，而國內較具規模海象研究公部門單位有本所港研中心、交通部中央氣象局與經濟部水利署，財團法人有成功大學近海水文中心及成功大學水工試驗所，也因船舶管理與海象研究屬不同單位，影響到港灣海象及船舶資訊整合應用之發展。我們初步藉由探討不同單位或國家對外公開之服務網站，了解各網站所提供之海象資訊種類、是否提供船舶動態相關資訊、服務提供方式與設計特點等，進而提升本所相關系統之研究量能與未來系統開發設計參考。

目前參考之網站有日本海上保安廳(Japan Coast Guard)、交通部中央氣象局、加拿大政府網站(Government of Canada)、成大近海水文中心、中國大陸海洋局廈門海洋預報台等數個相關網站資訊，以下針對各網站資訊進行相關之說明。

日本海上保安廳網站在海象方面提供四種測站風速與風向等級分別為 11m/s 以上(紅色指標示意)、6~10m/s(橘色指標示意)、2~5m/s(黃色指標示意)與 2m/s(綠色指標示意)之觀測資訊，並無提供船舶動態資訊，但在進入港區時，在電子地圖上會有標示主要航道區域，其資訊服務方式主要由網頁查詢方式提供。交通部中央氣象局在藍色公路網站上，在海象資訊方面提供浪高(浪高對照表共分 17 階級)、浪向、週期、風速、風級(蒲福氏風級表 0~17 級)、風向、流速、流向等 48 小時預報資訊，在航路上提供 33 條海上藍色公路，分別為 5 條兩岸航線、12 條離島航線、3 條島際航線、4

條小三通航線及 9 條環島航線，如需資訊服務，可透過網頁與手機版 App 查詢。加拿大政府網站於海象資訊上提供風速(0~12 級風力)、風向、降水、能見度、凍沫(Freezing spray)、氣溫、浪高，提供 3 天之預報資訊，在資訊服務提供上也是以網頁方式，顯示加拿大周邊地區海域之海象情況。近海水文中心網站在海象資訊上提供浪高、浪向、潮汐、風速(蒲福氏風級表 0~17 級)、風向資訊，提供三天之預報資訊，以展示臺灣特定區域之海象。在中國大陸海洋局廈門海洋預報台網站，在海象資訊提供上有浪週期、浪高、風速資訊，提供 3 天之預報資訊，此網站有提供結合 8 條海上藍色公路航線與電子地圖疊合展示廈門至金門、臺中至金門、基隆至台州、泉州至金門、臺中至平潭、臺北港至平潭、基隆至馬祖與馬尾至馬祖等 8 航線。針對上述之網站並無船舶動態資訊，但有專屬的船舶動態資訊系統可以進一步做查詢，例如國外 Marine Traffic、船訊網與交通部航港局之船舶動態辨識系統。

2.2 港灣環境資訊服務系統回顧

本所港研中心投入大量經費與人力，著重於港灣海洋環境的量測與研究，曾相茂(2005)即著手進行臺灣五個國際商港附近海域長期性海氣象資料之蒐集、觀測、整理及分析歸納，以及吳基(2006)陸續建置臺灣國內商港附近海域長期性海氣象資料蒐集，冀求得到臺灣主要商港代表性區域的海氣象整體特性，這麼多年來以來，也已獲致頗佳的成果並提供港灣工程界及學者專家參考依據。也透過簽署合作備忘錄及換文方式，達到不同單位之間資料互惠與共享，互補觀測資料不足部分，整合本所港研中心、中央氣象局和經濟部水利署的長期性海氣象觀測站，建立一全國性的海象資料庫，可供相關管理單位查詢

運用與決策參考。除了觀測資料的蒐集與分析，另有李忠潘(2005)等人針對臺灣環島海象建置近岸海域海象預報系統。這些成果僅多以提供書面報告的方式來做展現，因此透過 IT 技術將臺灣各港口之海氣象現觀測即時資料與數值模式計算預報資訊加以系統整合，以及陸續將海嘯模擬資訊、大氣腐蝕以及船舶動態資訊等相關資料納入至資料庫，並進行加值應用，以建置港灣環境資訊系統，提供整合性的海氣象資訊平台，讓港埠管理單位、全國災害防救中心、國內外船舶業者及相關人員查詢，是一項積極提升海上航行安全之工作。

「港灣環境資訊服務系統整合及建置」計畫中，主要針對港灣環境資訊網，採用電腦自動化作業的運作方式進行大量且有系統的資料擷取、傳遞、品管、儲存及展示等工作，藉由資訊傳輸控制、系統硬體建置維護、軟體開發、資訊整合及網路安全控管，而達到資料整合與分享於網際網路平台使用者。並隨著資訊科技日新月異的進步，擬建置港灣環境資訊系統擴及支援行動裝置，期使能更即時提供港埠管理單位、全國災害防救中心及中央主管機關查詢，藉此迅速準確獲得各港區海域之海氣象即時與預報資訊，擬定適當之因應對策。

本研究目的主要為應用「港灣環境資訊服務系統」部分研究成果，加值應用本所港研中心發展之臺灣近岸海象模擬系統，及交通部航港局之船舶動態辨識系統，自 102 年起著手進行，整合 AIS 船舶與海象數值模擬資訊，開發為「藍色公路資訊」系統，提供 33 條航線上的海氣象及船舶航行等資訊，提升海上作業安全。

三、研究方法和開發工具

3.1 研究方法

本研究為「港灣海象及船舶資訊整合應用」，係依據海象觀測、數值模擬及船舶資訊等相關資料，進行海上藍色公路系統建置開發，如何蒐集、彙整、應用與展示之系統功能進行需求分析、開發等流程步驟，透過以下方法進行本研究之各項工作：

(1) 個案研究(Case Study)：

針對海氣象觀測、數值模擬與船舶資訊相關系統，以背景、現況、環境和發展歷程予以觀察、分析，並就其內部和外部的系統介接的諸種影響因素，分析並歸納其系統格式、功能與服務等。

(2) 評估研究(Evaluation Study)：

透過上述個案研究，評估此系統功能之需求是否有提供遵循、參照之處，以達成本系統預定的目標；

(3) 設計與展示研究(Design-Demonstration Study)：

透過個案研究、評估研究之過程與結果，提出本系統功能與設計概要，並且透過雛型系統之開發、建構、測試與評估，與本系統預定之目標確認、檢核，以釐清功能是否可行、符合服務之功能要求。

3.2 開發工具

由於本研究為實際之系統功能開發，其系統架設環境於 Microsoft Windows 平台，相關之開發使用工具如表 1 所示，詳細說明如下：

表 1 系統開發使用工具

使用工具	工具規格	版本
開發工具	Microsoft Visual Studio	2008 2017SP1
資料庫	Microsoft SQL Server	2016
程式底層架構	.Net Framework	3.5 SP1
主要程式語言	ASP.NET C#	
網頁開發技術	JavaScript CSS3、jQuery	
網站伺服器	IIS	10.0
其他應用模組	Google Map API、Markers	

四、系統架構說明

本研究介接整合本所港研中心發展之臺灣近岸海象模擬系統(TaiCOMS)，透過海象模擬作業化系統，每日提供包括風場、波場、水位及流場等海象模擬資訊，以此為基礎提供環島藍色公路全年航行之海象資訊。同時納入交通部航港局建置臺灣海域船舶動態辨識系統之 AIS 資訊，有效掌握臺灣本島周遭海域船舶航行動態資訊，如圖 1 所示，因此擷取海上航路之海氣象數值模擬資訊，加上擷取特定船舶動態(藍色公路之客船)和航行軌跡資訊，搭配全國性海象觀測資料平台，建構為一友善「藍色公路資訊」系統，如圖 2 所示，以確保海上航行安全及防救災評估依據，相關系統的介紹如下說明敘述。



圖 1 港灣海象及船舶資訊整合應用系統架構

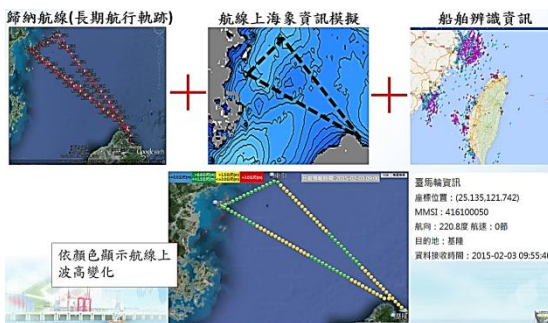


圖 2 港灣海象及船舶資訊整合應用系統

4.1 臺灣近岸海象模擬系統

本所港研中心所發展之海象預報模式，如圖 3 所示，透過不同範圍及精度之數值模式，提供港區特定位置與臺灣周圍海域每日 72 小時(昨日、今日與明日)之風場、波浪、水位及流場之海象數值模擬資訊。並與即時觀測資訊相輔相成，進而呈現非觀測位置的海象模擬資訊，以彌補現場監測僅能提供少數測站資訊的不足，可供港灣管理單位、國內外船舶業者及海岸保護等單位，作為航安作業與港勤推展等參考依據。

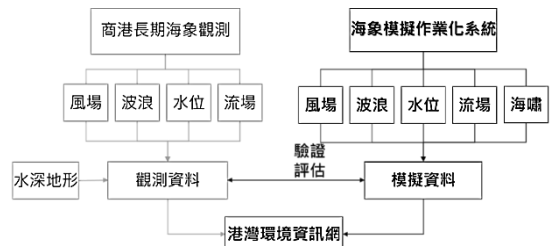


圖 3 臺灣近岸海象預報系統架構

4.2 船舶自動辨識系統

利用無線電通訊技術，透過發射與接收來傳送船舶靜態與動態資料；例如船舶類型、船名、航行狀態、經緯度等相關訊息，藉以提供用戶自動辨識海上船舶航行資訊的一套系統，整合臺灣及離島沿海船舶動態資料，AIS 訊息的傳遞與接收皆採用甚高頻 (Very High Frequency, VHF) 天線來收發訊號，一般而言，系統的接收距離為 50 海哩 (約 92.2 公里)，但 VHF 實際接收範圍狀況可能會因發射功率、海面或天候狀況以及天線高度而改變。

五、港灣海象及船舶資訊應用

隨著經濟發展海上運輸交通日益繁忙，海上航行安全也日漸受到重視，因此，利用 IT 技術將臺灣各港口之海氣象現場觀測即時資料、數值模式計算預報

資訊與船舶動態資訊加以系統整合，以建置海上航路海氣象系統功能，透過資訊網路即時提供給港灣管理單位、國內外船舶業者及有關人員查詢，以提升海上航行安全之工作。

為了促進臺灣本島與離島間海上航線航行的安全以及提昇海上活動海氣象資訊服務的品質，採用本所港研中心發展之 TaiCOMS 海象預報模式，以提供環島藍色公路全年航行之海象資訊需求，自 102 年開始，陸續建置 5 條兩岸航線、12 條離島航線、3 條島際航線、4 條小三通航線及 9 條環島航線如表 2 所示，共計 33 條海上藍色公路航線，如圖 4 所示。實際船舶於航行中會因航路上的天氣變化及海氣象情況而導致航線些許變動，針對固定船班之藍色公路航線(圓點圖示)會透過船舶動態辨識系統，擷取實際航行該航線的船舶軌跡(綠色線段)進行套疊，加以彙整修正航線位置，以更符合實際船舶動線，因此大部分於正常行駛狀態下，船舶仍會於預先劃定之藍色公路航線軌跡行駛，如圖 5 布袋至馬公航段為例所示。

表 2 藍色公路建置情形分析表

航線	航段	總計
兩岸航線	臺中-平潭、基隆-平潭、基隆-台州、臺北-平潭、臺中-廈門	5 條
島際航線	金門水頭-九宮、馬祖南竿福澳-北竿白沙、馬祖南竿福澳-馬祖西莒-馬祖東莒	3 條
離島航線	高雄-馬公、臺中-馬公、布袋-馬公、東港-小琉球、墾丁-蘭嶼、臺東-蘭嶼、臺東-綠島-蘭嶼、基隆-東引-馬祖南竿、龍洞-龜山島、烏石-龜山島、鳳鼻頭-小琉球、臺中-金門	12 條
環島航線	蘇澳-花蓮、基隆-龍洞、基隆-臺中、基隆-花蓮、花蓮-高雄、高雄-蚵仔寮漁港、高雄-彌陀漁港、高雄-臺中、興達港-安平	9 條
小三通航線	金門水頭-廈門五通、金門水頭-泉州石井、馬祖南竿福澳-福州馬尾、馬祖北竿白沙-福州黃岐	4 條



圖 4 藍色公路系統 33 條航線示意圖



圖 5 套疊藍色公路(布袋至馬公航段)與船舶實際航行軌跡

同時整合交通部航港局船舶動態辨識系統，納入固定航線之客船船舶，如表 3 所示，呈現即時所在位置、航行方向、航行速度、目的地港口及預計抵達時間等資訊，配合海上航路海氣象預報資訊之提供，以利業者及船長即時掌握海氣象及船舶航行等資訊，作為判斷船舶操作之參考，能進一步提升海上航行安全。因此藍色公路資訊，具有整合即時海象觀測與數值結果涵蓋全面性、即時性與預測性之港區環境資訊，並與船舶自動識別系統連結，以提供給港埠管理單位、船長、航商及遊客等，使其對航線之自然環境狀況能有較確實完整的掌握。

表 3 藍色公路固定航線之船舶資訊

固定航線	船舶名稱
基隆-東引-南竿	臺馬之星、臺馬輪
基隆-台州	中遠之星
蘇澳-花蓮	麗娜輪
臺北-平潭	麗娜輪、海峽號
臺中-平潭	海峽號
臺中-廈門	中遠之星
布袋-馬公	滿天星 1 號、百麗輪、滿天星 2 號、凱旋 3 號、太吉之星、今一之星、凱旋 6 號
高雄-馬公	臺華輪
東港-小琉球	泰富 1 號、泰富 2 號、泰富 3 號、飛馬號、欣泰號、翔信、群益、東昇 11 號、光輝、吉祥如意輪
墾丁後壁湖-蘭嶼	金星 5 號、恆星號
臺東-綠島-蘭嶼	金星 3 號、天王星、凱旋輪 1 號、凱旋輪 2 號、綠島之星
臺東-蘭嶼	綠島之星
蘇澳-花蓮	麗娜輪
馬祖南竿-北竿	吉順 2 號、吉順 3 號、吉順 6 號、閩珠 8 號、吉順 8 號、閩珠 2 號
馬祖南竿-東西莒	馬祖之星、東海明珠
馬祖南竿-福州馬尾	安麒輪、安麒 2 號、金龍輪
金門水頭-廈門五通	金瑞龍、捷安、迅安、五緣、和平之星、新武夷、金星、馬可波羅、東方之星、新金龍、金祥龍、新五緣、馬可波羅 1 號、金星 6 號
金門水頭-泉州石井	八方、蓬江、泉金

藍色公路系統展示畫面，為了方便使用者瀏覽查詢，依據中央氣象局的浪高對照表及蒲級風級表定義各海氣象數值警戒等級，採用顏色燈號進一步作呈現，如表 4 所示，提供的資訊包含目前時間和未來 24 小時該航段的波高、波向、風速和風向變化以及船舶動態資訊。以基隆-東引-南竿航段為例，其波高資訊(如圖 6)分為四階顏色呈現，如波高 ≤ 0.6 公尺以藍色燈號作呈現、波高 > 0.6 和 ≤ 1.5 公尺以綠色燈號作呈現、波高 > 1.5 和 ≤ 3 公尺以黃色燈號作呈現和波高 > 3 公尺以紅色燈號作呈現；而風速資訊(如圖 7)分為四階顏色呈現，風速 ≤ 3.3 公尺/秒以藍色燈號作呈現、風速 > 3.3 和 ≤ 7.9 公尺/秒以綠色燈號作呈現、風速 > 7.9 和 ≤ 13.8 公尺/秒以黃色燈號作呈現和風速 > 13.8 公尺/秒以紅色燈號作呈現；另波向和風向資訊(如圖 8 和圖 9 所示)，以 16 方位來表示。

3.3 和 ≤ 7.9 公尺/秒以綠色燈號作呈現、風速 > 7.9 和 ≤ 13.8 公尺/秒以黃色燈號作呈現和風速 > 13.8 公尺/秒以紅色燈號作呈現；另波向和風向資訊(如圖 8 和圖 9 所示)，以 16 方位來表示。

表 4 波高和風速數值警戒等級說明

顏色燈號	波高數值	風速數值
藍色	≤ 0.6 公尺 (小波)	≤ 3.3 公尺/秒 (小於等於 2 級風)-輕風
綠色	> 0.6 和 ≤ 1.5 公尺 (小浪)	> 3.3 和 ≤ 7.9 公尺/秒 (介於 3~4 級風)-和風
黃色	> 1.5 和 ≤ 3 公尺 (大浪)	> 7.9 和 ≤ 13.8 公尺/秒 (介於 5~6 級風)-強風
紅色	> 3 公尺 (巨浪)	> 13.8 公尺/秒 (大於等於 7 級風)-疾風

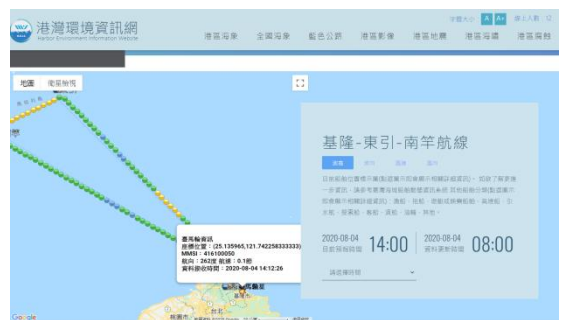


圖 6 基隆-東引-南竿航段波高與船舶資訊畫面

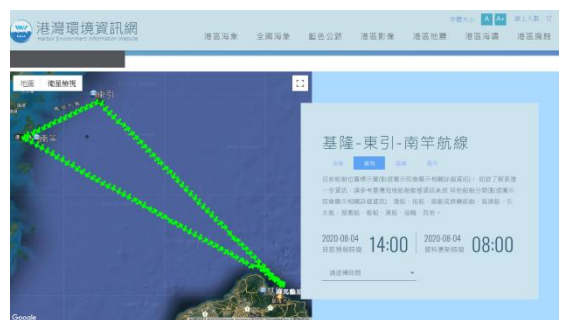


圖 7 基隆-東引-南竿航段波向與船舶資訊畫面

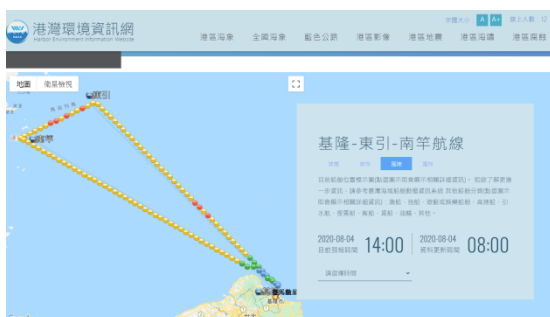


圖 8 基隆-東引-南竿航段風速與船舶資訊畫面

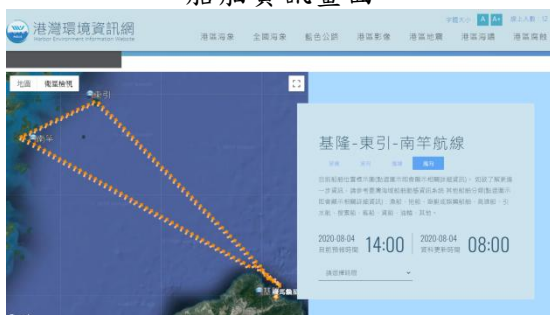


圖 9 基隆-東引-南竿航段風向與船舶資訊畫面

六、結論與建議

在以往資訊不足的時代，當船舶跨越臺灣海峽時，由於無法掌握海上瞬息萬變的海況，為使航行安全順利，應排除造成航行安全的因素，如航行或搭船前有明確的航線規劃及海氣象資訊供參考，可避免船舶因地形或惡劣的海氣象造成船隻觸礁、碰撞甚至傾覆等海難事件的發生，加上海上現場觀測不易，因此本研究整合本所港研中心所發展之臺灣近岸海象模擬系統及交通部航港局之船舶動態辨識系統，建置臺灣環島 33 條之藍色公路和遊輪航線資訊，包含兩岸直航、小三通、固定、非固定和國際航線，進一步提供海氣象之模擬預報資訊與固定航線之船舶航行動態和軌跡，且採用四階顏色燈號來展示航線上的海象，隨時提醒使用者注意航線上之海象狀況，以確保航運安全。

本系統(<https://isohe.ihmt.gov.tw/blue/index.aspx>)可藉由電腦或行動裝置，透過臺灣環境資訊網之藍色公路網頁，可進一步得知 33 條藍色公路航路每個點位之即時風速大小、風的方向、波浪有多高、波浪的方向等海氣象資訊及船舶目前所在位置、航行方向、航行速度、目的地港口及預計抵達時間等船舶動態資訊。船舶業者也可從藍色公路上的風、波浪即時與預報資訊，判斷船隻是否適合航行，而提升海上航行安全。乘客也可事先透過查詢藍色公路海象預報資訊，配合船班時刻表選擇風平浪靜的時候搭船，可避免風浪太大造成暈船，因此海氣象及船舶資訊之整合，不僅能提升藍色公路海上運輸安全，也能掌握海氣象變化狀況及船舶航行動態。

目前所提供之藍色公路模擬資訊，希望於實質應用上，能提供給民眾及各港埠管理單位參酌使用，進而掌握海上航線海氣象，以作為後續應變之用；因此對於海上航行安全議題，其藍色公路系統仍有相當大之改善空間，因而需持續擴充適用於各港務單位之查詢展示系統，以期能在海象狀況惡劣下，能快速得知海氣象變化，並降低船難發生的事件。

未來因應臺灣海域客貨輪船舶、旅客數量日益增多，臺灣環境資訊服務的需求愈趨重要，同時為提昇港埠運作效能與提供民眾對近岸海象之完整資訊，應持續擴充與維護臺灣環境資訊系統，尤其是針對與海上航行安全有關之重要功能，宜持續進行加值功能開發，如藍色公路與全國海象之應用，對於改善港區交通海氣象服務作業以及海上防救災工作有重要之影響，臺灣環境資訊服務系統作為一海氣象觀測資料的整合與加值應用平台，將持續擴大現有功能納入船班及到離港資訊等，有助於提升港埠營運效能亦保障海上航行安全。