

# 中央氣象局107年天氣分析與預報研討會

## 以AIS輔助海氣象服務之設計、建置與應用

張淑淨、張時銘、許功穎、黃俊豪、楊家翱

通訊與導航工程學系電子海圖研究中心

國立臺灣海洋大學

### 摘要

海氣象資訊對於船舶航行與海域作業活動而言是極重要的資訊，適時適地以最適於應用的方式提供的海氣象資訊服務將可同時提升其安全與效率。海上現場觀測不易，雖然在臺灣海域已設置多座海氣象資料浮標，但仍有賴海上航行船舶協助觀測以提高資料密度，進而提升資訊服務品質。因此在海上船舶與岸上服務之間需要以適當的通訊鏈路建置此等應用功能，在設計上更必須與國際海運船舶相關規範相容，才能真正實現運作。船舶自動辨識系統（AIS）即具備此特性與應用潛力，因而在國際上逐步擴展其在海氣象領域的應用。中央氣象局於2012至2015年委託國立臺灣海洋大學執行「船舶自動辨識系統的海象資料應用」研究計畫，利用AIS國際通用應用訊息與區域自訂應用訊息的設計機制，從海氣象資訊的岸端廣播發佈、船端接收應用、船舶透過AIS船台提供氣象觀測報告、到區域海氣象特警報廣播、船舶氣象觀測報告遠端設定與轉播等，分階段實現AIS於海氣象資訊服務的應用，稱之為"AIS Weather"。本論文將呈現此四年計畫之研究成果，自2017年開始正式建置運作之船舶自動辨識海氣象資訊系統，並就近年國內外相關發展及其影響提出分析與建議。

關鍵字：船舶自動辨識系統、海象、船舶氣象觀測報告

### 一、前言

海氣象資訊對於船舶航行與海域作業活動而言是極重要的資訊，適時適地以最適於應用的方式提供的海氣象資訊服務將可同時提升其安全與效率。海上現場觀測不易，雖然臺灣海域已設置多座海氣象資料浮標，但仍有賴海上航行船舶協助觀測以提高資料密度，進而提升資訊服務品質。因此在海上船舶與岸上服務之間需要以適當的通訊鏈路建置此等應用功能，在設計上更必須與國際海運船舶相關規範相容，才能真正實現運作。船舶自動辨識系統（AIS）即具備此特性與應用潛力，因而在國際上逐步擴展其在海氣象領域的應用。

AIS是運作於海事特高頻(Very High Frequency, VHF)頻段的無線電通訊系統，於2002年被海上人命安全國際公約(Safety of Life At Sea Convention, SOLAS)列為船舶必須安裝的設備。300總噸以上國際航線船舶、500總噸以上國內航線船舶、以及不分大小的所有客輪，已分階段至2008年完成安裝A類AIS收發機。強制船舶安裝此系統的主要目的是促進船舶之間以及船岸之間的資料交換，特別是識別船舶、取得船位動態、貨載與目的地等資訊，使船舶之間可藉此避免碰撞、沿岸國可監控航行經過其海域的船舶、也為港口或沿岸船舶交通服務提供很有效的工具。許多沿岸國已經要求漁船安裝AIS收發機，而且逐步擴大適用於更小型漁船。更有

愈來愈多的漁船、遊艇基於自身航行安全而安裝AIS收發機或接收機。沿岸國則是透過設置岸基AIS設施(具接收與發射功能的基站或是單純的接收機)蒐集船舶報告，提供船舶交通服務。此外也有專用於航標或助航裝置的AIS設備(簡稱AIS ATON)可裝置於海上浮標，提供多元應用。

AIS的通訊協定除了可讓船舶自動化報告動靜態資訊，以及廣播或指定位址傳送安全相關文字簡訊，還具備透過廣播或指定位址傳送二進制訊息的機制，由軟體程式依訊息的功能代碼辨識應用之，這類特定應用訊息稱為ASM

(Application Specific Message)。國際海事組織(International Maritime Organization, IMO)於2010年通過了多種國際通用的ASM訊息格式(IMO SN.1/Circ.289)，於2013年1月1日啟用。其中與海氣象相關的重點項目包括：氣象水文資訊的發佈、船舶的氣象觀測報告、環境感測器資料報告、區域通知或警報。

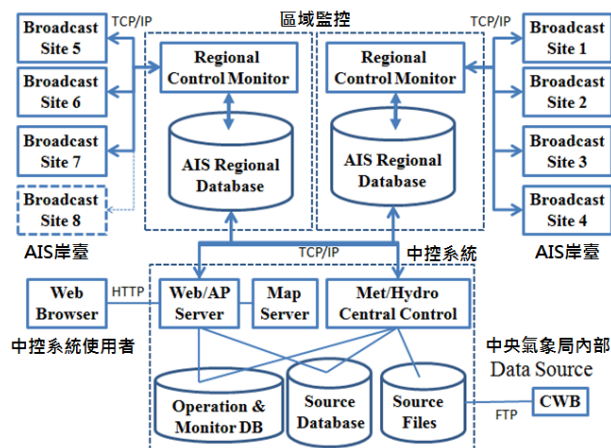
中央氣象局於2012至2015年委託國立臺灣海洋大學執行「船舶自動辨識系統的海象資料應用」研究計畫，利用AIS國際通用應用訊息與區域自訂應用訊息的設計機制，從海氣象資訊的岸端廣播發佈、船端接收應用、船舶透過AIS船台提供氣象觀測報告、到區域海氣象特警報廣播、船舶氣象觀測報告遠端設定與轉播等，分階段實現AIS於海氣象資訊服務的應用，稱之為AIS Weather。期中的研究成果曾發表於中央氣象局103年天氣分析與預報

研討會，本論文將更完整呈現四年計畫研究成果與經驗，以及自2017年開始正式建置運作之船舶自動辨識海氣象資訊系統，並就近年國內外相關發展及其影響提出分析與建議。

## 二、船岸兩端系統與服務之設計

### (一) 岸端系統

AIS Weather是利用AIS數據通訊鏈路提供服務，必須設置AIS岸臺以廣播氣象資訊、接收船舶氣象觀測報告，以及遙控設定船舶觀測氣象報告相關操作參數等。AIS Weather的岸臺設備採用符合IEC 62320-2的AIS航標臺 (Type 3 AIS ATON)。岸端系統的架構如圖一，其中的Broadcast Site即是AIS岸臺。



圖一 岸端的系統架構與組成示意圖

為擴大AIS Weather系統服務的覆蓋範圍，AIS岸臺多設置於外島離島，網路通訊甚至電力都較不穩定，因此在通訊鏈路、遠端遙控及傳訊機制方面都需要特別因應設計。

中控系統的海氣象中控繫維持持續依據中央氣象局 (CWB) 透過FTP提供的資料檔案更新資料庫 (有些直接取自氣象局Open Data)，依據設定的各站廣播訊息的排程，編輯AIS應用訊息並將傳送訊息的要求傳給該岸台所屬的區域監控站。

區域監控子系統依訊息的時效與優先序遙控岸台執行廣播傳送。各岸台廣播站收到的船舶靜態與氣象觀測報告等也由區域監控站解碼儲存於區域資料庫再匯流至中控系統。岸台AIS收發機的RS422串列通訊係轉換為乙太網路伺服供區域監控站透過TCP/IP遙控。區域監控站還負責各岸台運作相關的檢查、記錄、警示通知，處理通訊鏈路的重新連接以及訊息的重新傳送。區域監控站本身的狀態則由中控系統的海氣象中控模組檢查。

整體系統的組態設定、維護運作與監控功能，包括增刪修改區域監控站、岸台廣播站、廣播排程等都可透過中控系統的客戶端以網頁瀏覽器執行。

### (二) 應用訊息與通訊協定

AIS Weather的海氣象資訊廣播是使用AIS數據鏈路的Type 8訊息，遙控設定則採用Type 6指定地址傳訊。無論是Type 6或Type 8都是二進制訊息，也有一個由「指定區域號碼 (DAC)」與「功能識別碼 (Function Identifier, FI) 組成的「應用識別」欄位，讓收訊端解碼時可以知道該訊息是屬於哪個應用。DAC=0是測試用；DAC=1是國際應用，臺灣自訂的應用訊息應該使用DAC=416。AIS Weather的應用訊息編碼優先採用 IMO SN.1/Circ.289所列格式，使其具備國際通用性，在測試階段暫設DAC=0，正式推出服務時再改為DAC=1。

AIS Weather以國際通用訊息實作的部分如表一。

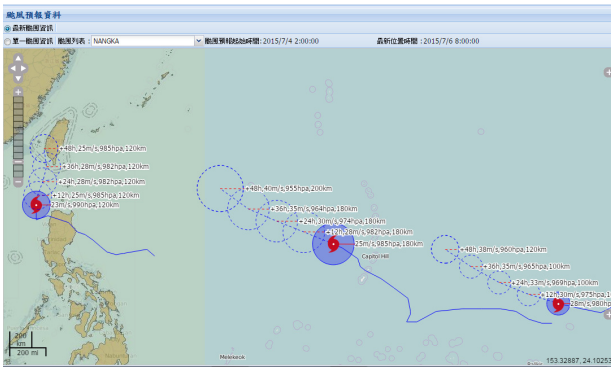
表一 AIS Weather實作的國際通用AIS特定應用訊息

FI	訊息名稱	資料源
31	氣象與水文資料	海上資料浮標的觀測值 (風力、波浪、海流、水溫、氣溫、氣壓)
26	環境	潮汐觀測與預報
21	船舶氣象觀測報告	船載氣象站或手動輸入

前述FI=31訊息廣播的內容是每個小時的海上浮標觀測結果，從資料蒐集回報到品管後提供廣播往往已經超過1小時。初期使用者也反應即時性和預報資訊的需求，尤其是風與浪。因此AIS Weather依據AIS通訊協定的標準，設計實作「區域風場預報」以及「颱風預報」兩項資訊服務。

區域風場預報應用訊息的FI設為34，DAC設為416，每筆訊息資料量580個位元，使用2個時槽最多能廣播8個網格的風力向量資料。因此再設計台灣海或區域風場預報資料的特徵值篩選與輪番排程機制，使岸端能最快獲得全區預報資料概況，而且隨著接收時間能消耗增加密度。

「颱風預報」應用訊息是參考颱風特警報預報單。預報單資訊包含：(1) 颱風目前位置、風力、暴風半徑；(2) 颱風未來(12h、24h、36h、48h)的位置、風力、暴風半徑。經分析而篩選一個颱風特警報需要使用兩個廣播訊息，因而設計利用IMO SN/Circ.289國際通用的區域通知警告訊息 (FI=22) 鏈結文字敘述訊息 (FI=29)，分別將颱風位置動態與相關數值資料傳送給船舶。颱風位置動態是以圓 (點、半徑) 加折線的方式將颱風目前的位置、暴風半徑、未來12h、24h、36h、48h後的位置廣播傳送出去。颱風資料則以文字描述未來12h、24h、36h、48h後颱風的風力與半徑變化。FI22與FI29都有一個Linkage ID欄位，當船台收到這個兩項訊息後可根據Linkage ID鏈結內容整合顯示之。圖二是中控系統的颱風預報資料畫面 (2015/07/06 12:25 PM擷圖)，當時有三個颱風，分別是蓮花、昌鴻、南卡。



圖二 中控系統的風風預報資料畫面

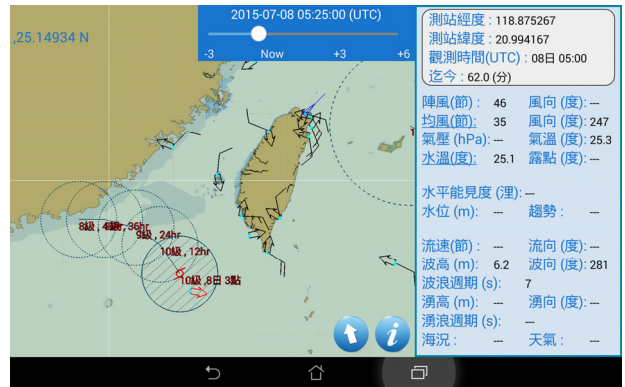
雖然IMO SN.1/Circ.289建議利用AIS的鏈路管理機制，以FATDMA（Fixed Access Time Division Multiple Access）通訊協定，於岸台固定預約的時槽內傳送這些特定應用訊息，以取得更高的接收率。然而AIS鏈路管理訊息須以AIS Base Station設備發送，並錯開各站預約的固定時槽，而收到此鏈路管理訊息的其他AIS設備都不得使用這些時槽。為了避免造成AIS無線通訊鏈路的過度負荷，影響各港口船舶交通服務系統或船舶避碰等AIS主要用途的運作，因此AIS Weather選擇使用RTDMA（Random Access Time Division Multiple Access），由廣播站的AIS收發機依據AIS網各狀況選擇未被預約或占用的時槽傳送。透過中控系統客戶端網頁介面可查看各廣播站AIS系統A與B 兩個VHF通訊頻道的時槽利用情況統計，包括有多少船舶、使用多少時槽。

因使用者所需資訊不限於其當下位置附近，且浮標觀測資料是每小時才更新一次，因此AIS Weather可以於中控系統各別設定每個廣播站要廣播的是哪幾個浮標的資訊，輪流廣播。區域風場預報是在每個站都廣播全區域，並在設計上錯開，使船舶能在最近時間收到整個台灣海域的風場預報，尤其在廣播站涵蓋範圍重疊區。

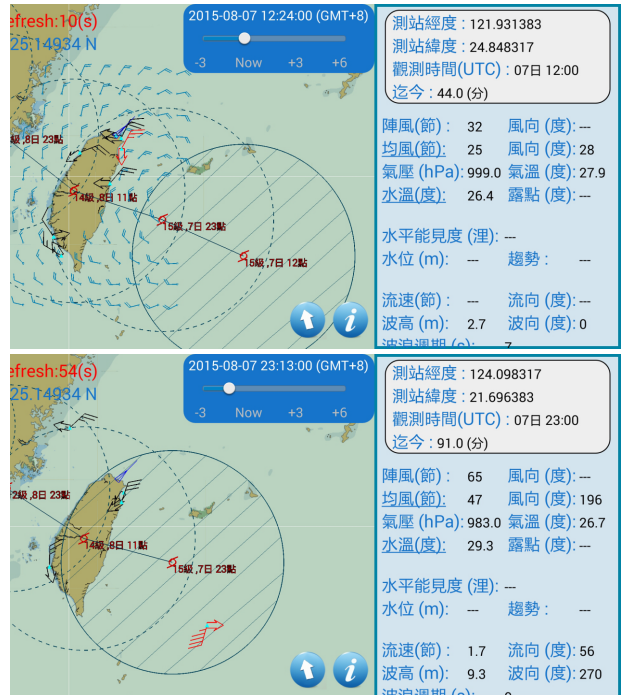
### （三）船端的應用平台

AIS Weather的船端應用軟體以Android智慧行動裝置（平板或手機）為平台，透過無線網路連接船上現有AIS設備。此Android APP的使用者介面以電子海圖為參考底圖，符號化顯示本船位置動態和接收到的海氣象資訊。圖三是AIS Weather船台APP顯示風預報和浮標觀測值的畫面：當時蓮花颱風已開始轉向，右側虛線圓是即將接近的昌鴻颱風，點選海圖上的則此項該站符號改為紅色，資料則顯示在右側資料視窗。劃有底線的資料項可以進一步以圖形呈現資料時序變化與趨勢，或是比較朝位預報與觀測值。圖四是蘇迪勒颱風時AIS Weather船台APP顯示風預報、風場預報和浮標觀測值的手機鎖圖畫面。

此AIS Weather船台APP可通用於船上與岸上，當不在船上或沒有AIS，但是可連接網路時，APP將可連接位於海洋大學電子海圖研究中心的AIS岸台伺服器。此外，考量應用環境亦設計有日夜間不同的顯示模式以及中英文介面語言的切換。



圖三 AIS Weather APP的風風預報及浮標觀測顯示畫面



圖四 船台畫面：顯示蘇迪勒颱風、預報風場、浮標觀測值

### （四）船舶氣象觀測報告及其轉播

AIS的國際標準要求採用CSTDMA(Carrier Sense TDMA) 通訊機制的B類船載台不得傳送二進制AIS訊息（只能接收）。要自動化透過AIS傳送船舶氣象觀測報告，船上必須有A類AIS船台或是採用SOTDMA(Self-Organized TDMA)的B類設備、具備數位輸出介面的氣象觀測站，以及可以從氣象觀測站取得資料編碼成AIS應用訊息（Type 8, FI=21）再控制AIS廣播的軟體平台。如果船上沒有可供自動介接傳輸的氣象儀器，也可以透過軟體平台提供的介面手動輸入海上的船舶氣象觀測報告。自動與手動輸入的資訊間已在傳送的訊息內容上設計其區分方式。

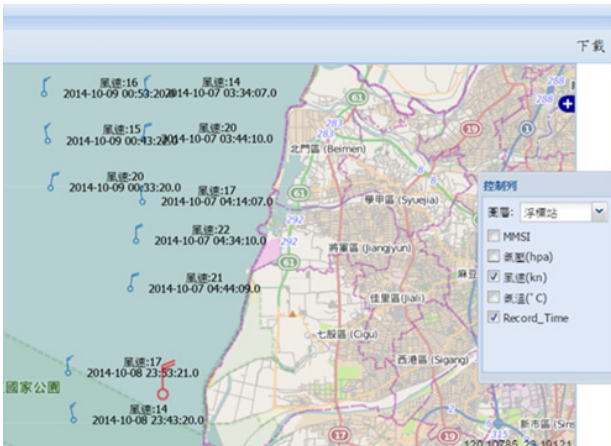
船舶觀測報告的傳送間隔設定為每10分鐘一筆。另亦設計可以遠端設定船台氣象觀測報告間隔的Type 6訊息，其FI設為35，DAC設為416，訊息的資料量為42bits，使用1個時槽。遙控指令從中控系統的船台管理項目下達。

AIS船舶氣象觀測報告由岸台接收後經由中控系統轉送至中央氣象局內部應用，也可以透過中控系統的網頁介面



查詢顯示，如圖五。圖五的上圖藍色符號是海研二號於2014年10月9日（海研五號觸礁沉沒事件前一天）經過澎湖水道時的船舶氣象觀測報告；下圖是新臺馬輪從基隆港出港前往馬祖途中的氣象觀測報告，標示的數字是風速（單位：節）。

由於船舶氣象觀測報告是以國際通用AIS應用訊息廣播，在其附近大約5~10海里內的船舶也可以接收到。為了使船舶可以獲得更廣域的即時海上氣象觀測資訊，AIS Weather設計了轉播功能，由岸臺再將AIS Weather系統接收到的船舶氣象觀測報告廣播出去，而這岸臺可以是較遠距離的另一個岸臺。

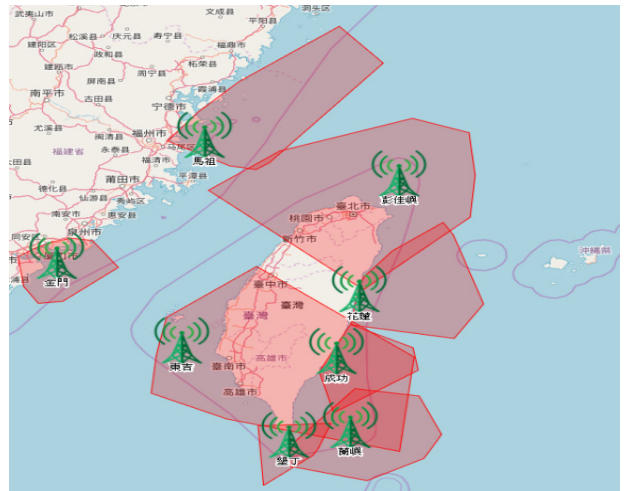


圖五 海研二號(上)與新臺馬輪(下)的氣象觀測報告

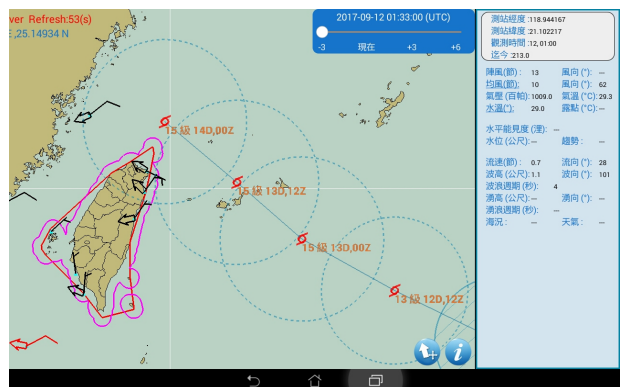
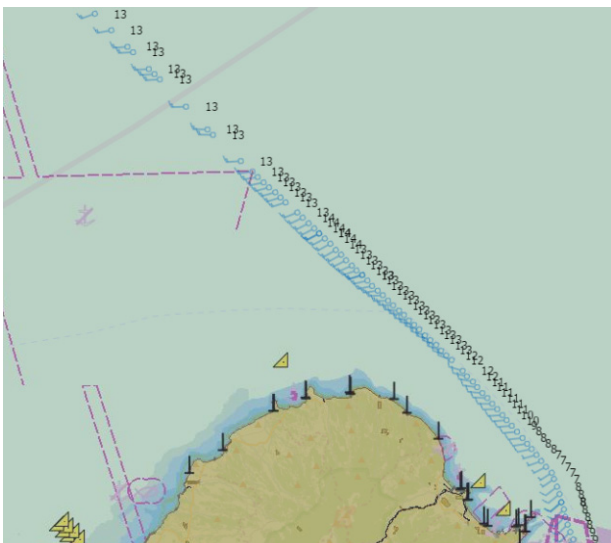
### 三、作業化建置運作現況

AIS Weather的四年研究計畫成果從106年開始進行作業化建置工作。運作中的AIS岸臺包括：金門、馬祖、蘭嶼、彭佳嶼、澎湖東吉、花蓮、成功、墾丁等站，各站約涵蓋30海里，可排程輪流廣播海洋浮標的風力、波浪、氣壓、氣溫、水溫等觀測資料、潮位預報、臺灣海或風場預報、颱風預報，並接收船舶的氣象觀測報告。安裝中央氣象局氣象觀測設備自動發送AIS氣象觀測報告的合作船舶包括：臺馬之星、中油的華運輪與通運輪、新造的港勤拖船。

圖六的中控系統畫面是各岸臺的服務範圍以及設備的連線運作狀態的即時顯示，服務範圍是從近幾分鐘內收到的船位報告產生並附船舶數量統計，運作狀態以符號與狀況編號標示，可線上對應查看排除狀況的指引。遇有連線中斷、斷訊、或岸台收不到信號等問題可發出電子郵件通知相關人員。



圖六 AIS Weather各岸臺的即時連線運作狀態與收訊範圍  
船臺APP新增支援iOS系統的這設計，海圖也改採向量式，可支援領海基線、漁業相關管理區界的顯示，如圖七。

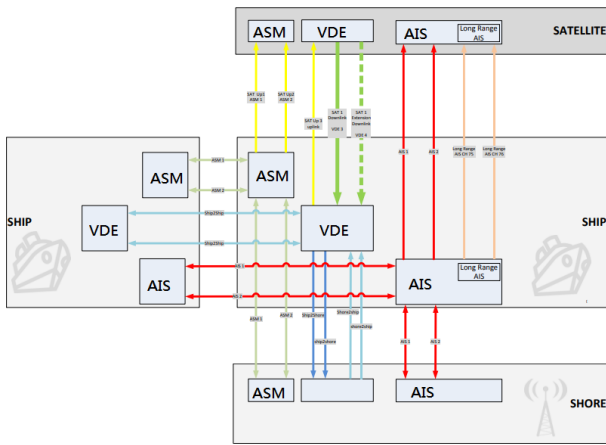


圖七 改採向量圖資的AIS Weather船臺APP

### 四、國內外相關發展與因應建議

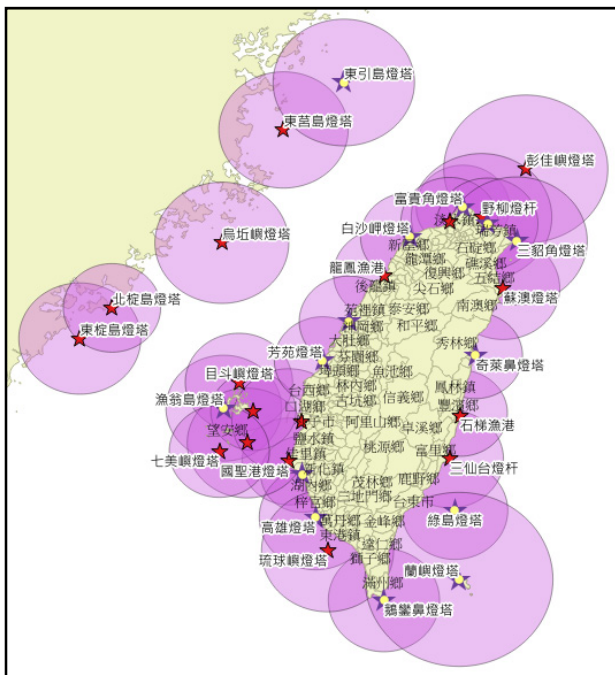
國際上已有不少國家以AIS廣播海氣象資訊，內容主要是岸上氣象站或海上浮標的觀測值；有些也嘗試透過行動通訊搭配手機APP提供海氣象資訊服務。在國際交流中得知的情況是：船舶使用者下載APP使用的普及率不高，尚待推廣。電子海圖顯示與資訊系統（ECDIS）船舶設備標準並未強制要求介接顯示AIS船舶目標，能解讀顯示IMO SN.1/Circ.289 ASM訊息的更是有限。有些區域因AIS通訊鏈路的負荷已超過50%，開始擔心過多的ASM影響AIS基本的船舶追蹤監控與避碰應用。為此，在IMO實現E-Navigation的推動工作中已為AIS ASM取得專用頻道的指配，用於下一世代的AIS（VHF Data Exchange System, VDES），架構示意如圖八。

AIS ASM將由國際航標協會 (IALA) 制定IS-230特定應用訊息產品規格, 依此規格的產品如何與ECDIS整合或顯示呈現也將有對應的標準。在E航海策略架構下發展的相關產品規格, 長期而言有助於AIS Weather目的的達成及其推展, 宜注意隨著國際發展規劃演進。



圖八 VDES的架構：船舶間、船岸間以及船舶與衛星間

就國內應用而言, 航港局建置中的我國沿岸 (以燈塔為主) AIS助航及監控系統以及漁業署推動漁船安裝AIS的應用規劃都是對推廣AIS Weather相當有利的發展。



圖九 航港局AIS助航及監控系統涵蓋範圍示意圖

航港局的AIS助航及監控系統以基站與航標臺建構覆蓋沿岸的接收與廣播傳訊功能, 各站位置及預估涵蓋範圍如圖九, 將可大幅提高船舶氣象觀測報告的接收率, 也可增加資訊廣播的覆蓋率。

漁業署全面推動中的漁船AIS應用需搭配資訊平台, 而AIS Weather的海氣象資訊是其絕佳加值應用。

透過穿鑿的合作與技術整合, 將能使AIS Weather發揮最大功效, 甚至成為國際最佳的合作與應用典範。

## 五、參考文獻

1. International Telecommunication Union, 2014, Recommendation ITU-R M.1371-5: Technical characteristics for an automatic identification system using time-division multiple access in the VHF maritime mobile band, April 2014.
2. International Maritime Organization, 2010, IMO SN.1/Circ.289-Guidance on the use of AIS Application-Specific messages, June 2010.
3. International Electrotechnical Commission, 2016, IEC62320-2 Ed. 2.0 : Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems –Automatic identification system (AIS)–Part 2: AIS AtoN Stations –Operational and performance requirements, methods of testing and required test results, Oct. 2016.
4. International Telecommunication Union, 2015, Recommendation ITU-R M.2092-0: Technical characteristics for a VHF data exchange system in the VHF maritime mobile band, Oct. 2015.
5. 張叔爭、黃俊豪、張時銘、許功顯, 2014, 基於船舶自動辨識系統之海氣象資訊服務, 103年天氣分析與預報研討會, 中央氣象局