

臺灣海域智慧化AIS系統發展與應用

黃茂信¹

陳子健¹

簡靖承¹

¹交通部運輸研究所臺灣技術研究中心

摘要

本研究運用目前交通部運輸研究所所架設的臺中港、布袋港、高雄港、花蓮港、蘇澳港、外埔港、基隆港、臺北港、安平港、新北瑞芳、新北石門、王功漁港、臺東富岡、臺東長濱、宜蘭頭城、屏東貓鼻頭、屏東東港、屏東旭海、等18處主要港口與澎湖馬公港、澎湖吉貝嶼、蘭嶼開元港、金門水頭港、金門烏坵、馬祖福澳、馬祖北竿、馬祖東引、馬祖東莒等9處離島共計27處船舶自動辨識系統所蒐集的船舶即時資訊及船舶歷史軌跡，來分析與統計行經臺灣海域的船舶特性及航路分布情況，籍以提供航商最佳化的航線，節省航程與時間，透過DSC與船舶自動辨識系統結合使用，改善海岸電台值守人員繁雜的操作方式，提供遇險警報功能，並增加台灣本島及離島共計二十處綜合氣象資訊供參考;除此之外AIS所獲得的統計資料更可以作為航政單位及港務公司在航線規劃及航道調度上的重要參考依據，藉此來縮短航程及減少碼頭調度的時間，節省運輸能耗與減低二氧化碳的排放量，並且由AIS資料庫的歷史資料來分析船舶航行軌跡，藉由船舶航行軌跡的分析與研判，可以判讀出不同船舶在碰撞及船難時，其發生的原因及發生的歷程。

關鍵字：船舶自動辨識系統、船舶動態資訊系統

一、前言

中華民國科學技術白皮書(民國104年至107年)揭示，政府的科技施政目標「以智慧科技打造永續成長的幸福社會」為科技發展之遠景。依據本施政目標中之四大目標包括如「科研創新轉化」、「永續綠能環境」、「產業科技加值」與「幸福多元社會」等均將與綠能相關之科技創新及產業發展列為重要之目標。緣此，本所提送科技四年期(102~105年)的中程綱要計畫「海洋防災科技及永續發展計畫」配合施政目標。而本研究為上述中程綱要計畫內所屬細部計畫之一，其主要研究主軸為規劃及建立運輸部門因應氣候變遷政策決策支援系統，提升運輸部門節能減碳整體效益，另外以建構智慧型運輸系統，發展智慧臺灣(i-Taiwan)運輸服務為宗旨。

本研究屬於整合型的研究計畫案，其研究主題與重點在強化綠色海運及智慧化海運系統的發展與提昇，期能達成運輸科技深入綠色港埠的目標。以有關綠色港埠方面的新技術為發展方向，來探討與分析有關綠色港埠的相關問題，並提出具體可行的解決方案。主要的研究重點在有效利用船舶自動識別系統(Automatic Identification System, AIS)接收站所獲得的船舶動態資訊，來分析與統計臺灣海域的船舶軌跡與航路分布，藉由船舶最適化的航路選擇，達成船舶節能減碳的成效。另外，經由臺灣海域航路分布分

析，得出臺灣海域的航線密集度情況，可以了解臺灣海域高碰撞風險區域，進而提供避險的航線，藉此達成海上防災的效能，並提供航傷及監控單位查詢共計二十處臺灣本島與離島之風力、潮汐、波浪、海流、水溫、能見度及綜合表等氣象資訊。

二、研究目的

本研究的主要目的在運用目前交通部運輸研究所所架設的27處AIS接收站，所蒐集的船舶即時資訊及船舶歷史軌跡，來分析與統計行經臺灣海域的船舶特性及航路分布情況，籍以提供航商最佳化的航線，節省航程與時間;除此之外AIS所獲得的統計資料更可以作為航政單位及港務公司在航線規劃及航道調度上的重要參考依據，藉此來縮短航程及減少碼頭調度的時間，節省運輸能耗與減低二氧化碳的排放量。

另外，在海上防災方面，本研究運用AIS船舶資訊，可以來監控航行於臺灣海域的船舶動態，強化海運安全基礎資料之蒐集與資訊系統建立之機制，並且由AIS資料庫的歷史資料來分析船舶航行軌跡，藉由船舶航行軌跡的分析與研判，可以判讀出不同船舶在碰撞及船難時，其發生的原因及發生的歷程;藉由災害發生歷程的研判結果，本研究可以提供防救災單位來進行必要的防災與救援工作，並可快速釐清船

難發生的責任歸屬。本研究亦將 AIS 資料庫導入交通部運輸研究所開發出的操船模擬室，作為模擬驗證與訓練，來提高船舶駕駛的操船經驗與專業素養，減少因人為操作所造成的災害發生機率；因此，無論在節能減碳或海上防災方面，AIS 相關的應用實在是目前海上航行不可或缺的基礎工具之一。

基於上述研究目的，本節就其主要研究發展的基礎工具，船舶自動識別系統分別以其 AIS 系統運作方式、AIS 接收站設置及船舶資訊整合系統開發等三大技術與開發方式，作一簡單的描述。最後本文再針對如何利用 AIS 為工具，在有關船舶節能減碳與海上防災上的應用方法，作一系列的分析與探討，並分述如下。

三、AIS 系統運作方式

3.1 AIS 系統概念

AIS 系統的主要概念在使得多數船舶之間能夠即時(real time)共享必需的資訊。其特性主要在利用自律型時間分割多元之存取通信技術(Self Organized Time Division Multiple Access: SOTDMA)其 AIS 系統概念圖如圖 3.1 所示。由圖 3.1 顯示，AIS 資訊與電腦間的傳輸通信協定採用開放型電腦互聯(Open Computer Interconnected: OSI) 模式。系統可以透過 RS-232 通訊協定與電腦串聯接收外部發送之 VHF 訊息，再由 TCP/IP 等網路通訊協定與網際網路傳送與鏈結，藉由網際網路可以使外界使用者得到 AIS 的相關訊息，進而利用其資料來分析各項船舶訊息。AIS 的動態資訊亦可經由網際網路連結成為一套完整的資料庫，整合分散各地的接收站所接收的資料，AIS 將可成為點、線、面的涵蓋資訊，將整個臺灣海域的船舶資訊完整呈現。

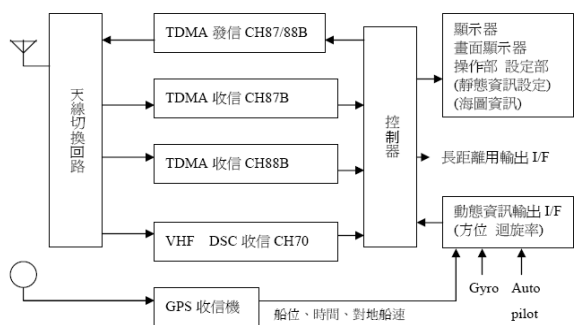


圖 3.1 AIS 系統概念圖

3.2 AIS 系統資訊內容

AIS 的傳輸資訊項目可以分為靜態、動態與航程等三種類別；各類別傳送的資訊項目與傳送間隔亦各有不同，其動態資訊項目配合船舶船速之變化每隔 2 秒至 3 分發信乙次。而靜態資訊項目則包含呼號船名、長與寬、船舶種類、定位天線在船上的相對位置

等資訊，此資訊每隔 6 分鐘發信乙次。另外，航程資訊類別包含船舶吃水、危險貨物、目的港與預計抵達日期時間等資訊，此資訊每隔 6 分鐘或有變更時發信乙次。其 AIS 傳送資訊類別與資訊項目如表 3.1 所示。

表 3.1 AIS 傳送資訊類別與資訊項目

資料類別	資訊項目	資料類別	資訊項目	資料類別	資訊項目
固定或靜態資訊	MMSI (水上移動業務識別)	動態資訊	船位附帶準確度指示	航程相關資訊	船舶吃水
	呼號		船位時載 (UTC)		危險貨物 (種類)
	船名		對地航向 (COG)		目的地與預計抵達時間
	IMO 號碼		對地航速 (SOG)		航路計畫 (航路點)
	船舶的長寬		航向		
	船舶種類與貨載		航行狀態		
	定位天線的位置		轉向速率 (ROT)		安全相關的簡訊

3.3 AIS 系統應用範圍

AIS 系統的應用範圍包含了以下項目: AIS 應用在 VTS 系統、強制性船舶報告系統、AIS 之於搜救作業、助航設施、AIS 之於整體資訊系統，其 AIS 系統應用範圍如表 3.2 所示。

表 3.2 AIS 系統應用範圍

AIS 應用在 VTS 系統	航行警告、交通管理資訊、港埠管理資訊。
強制性船舶報告系統	AIS 系統可以提供的靜態、航程相關、與動態資訊中。
AIS 之於搜救作業	AIS 可以用於搜救作業，特別是結合直昇機與水面搜索的海空聯合搜救作業。
助航設施	藉由在固定或浮動的助航設施上安裝 AIS，並適當連結相關感測裝置，將可以對航海人員提供下列資訊：位置、狀態、潮流資料、氣候與能見度狀況。
AIS 之於整體資訊系統	支援航程的計畫與監控。此系統將可輔助航政主管單位，監測其管轄範圍內的所有船舶並追蹤危險貨物。

四、AIS 接收站設置

4.1 AIS 接收站架設情形

本研究於 2009 年迄今，已完成基隆港、臺北港、臺中港、高雄港、花蓮港、蘇澳港、安平港、新北瑞芳、新北石門、苗栗外埔漁港、彰化王功漁港、嘉義布袋漁港、臺東富岡、臺東長濱、宜蘭頭城、屏東貓

鼻頭、屏東東港、屏東旭海等 18 處主要港口與澎湖馬公港、澎湖吉貝嶼、蘭嶼開元港、金門水頭港、金門烏坵、馬祖福澳、馬祖北竿、馬祖東莒、馬祖東引等 9 處離島的 AIS 接收站，共計 27 處接收站的設置工作。建置完成之現階段臺灣海域 AIS 接收站設置地點如圖 4.1 所示。

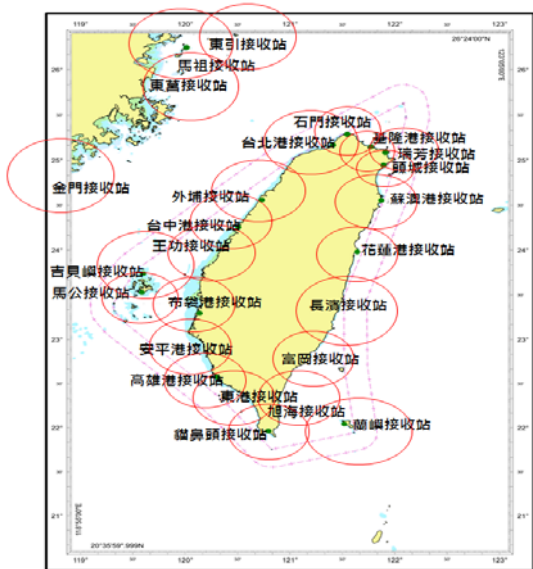


圖 4.1 現階段臺灣海域 AIS 接收站設置地點

五、船舶資訊整合系統開發

本研究為了整合臺灣海域 AIS 接收站的船舶資料，開發了一套以 WINDOWS 為系統的作業平臺，以 SQL 為核心的資料庫管理系統，並提供台灣近海氣象觀測資訊，建立了可以讓使用者透過網際網路查詢船舶動態訊息的「臺灣海域船舶動態資訊系統」與查詢海氣象資訊的「港灣環境資訊網」網站。

5.1 船舶動態地理資訊模組

船舶動態地理資訊模組主要功能有顯示船舶動態位置，船舶基本資料，船舶數量統計，船舶追蹤、計算船舶距離與方位等子模組。其船舶動態地理位置資訊顯示如圖 5.1 所示；而船舶基本資料顯示與船舶軌跡匯出與顯示則如圖 5.2 及圖 5.3 所示。

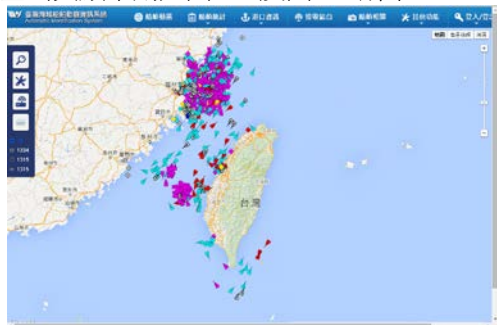


圖 5.1 船舶動態地理位置資訊顯示

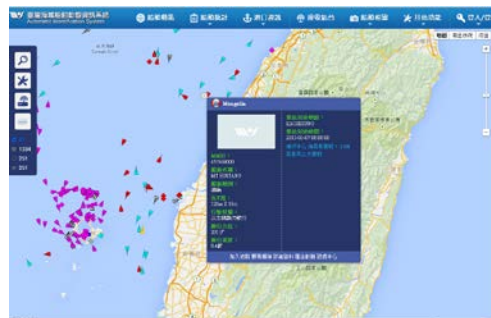


圖 5.2 船舶基本資料顯示



圖 5.3 船舶軌跡匯出與資訊顯示

5.2 氣象資訊模組

氣象資訊模組主要功能有彙整共計二十處臺灣本島與離島(台北港、基隆港、臺中港、蘇澳港、花蓮港、安平港、布袋港、高雄港、綠島、澎湖、金門、馬祖)之風力、潮汐、波浪、海流、水溫、能見度及綜合表等氣象資訊如圖 5.4 所示，也可透過連結至中央氣象局查詢各站之天氣預報如圖 5.5 所示。



圖 5.4 港灣環境資訊網



圖 5.5 中央氣象局台灣近海氣

5.3 船舶空污排放監測模組

依據美國 Puget Sound Maritime Air Emission Inventory (2006) 及 Port of Los Angeles Inventory of Air Emission (2007) 報告中，港區遠洋船舶排放量估
 算基本公式： $E = Energy \times EF \times FCF$ ， $\times EF \times FCF$ ，
 並整合本所船舶動態識別系統 AIS 接收站共計 27 處
 所蒐集之資訊，藉此估算航行於臺灣海域各船舶之
 NOX、VOC、CO、SO₂、PM10、PM2.5、DPM、CO₂、
 N₂O 及 CH₄ 等的空污氣體排放量，其單艘船舶統計
 量如圖 5.6 而當資料整合之後可用於各港口總量如圖
 5.7。



圖 5.6 艘船舶統計量



圖 5.7 港口統計量

5.4 船舶減速查核機制系統

針對進出臺灣主要港口的船舶，建立一套船舶減速查核系統。利用岸上架設的船舶自動識別系統 (AIS) 接收站，接收港口附近的船舶即時動態資訊及靜態資訊，再利用蒐集到的船舶資訊，透過特定的船舶減速應用程式來計算出各別船舶的減速數據，最後將船舶減速數據儲存於資料庫管理系統中，於每月或每季提供船舶減速統計報表如圖 5.8 及圖 5.9 所示。

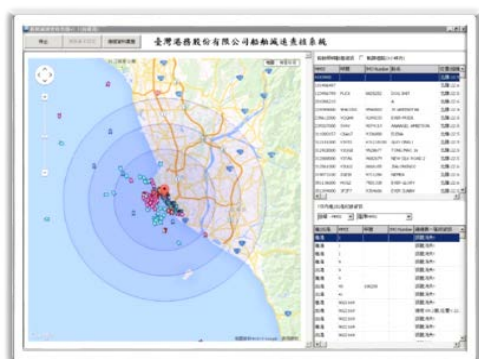


圖 5.8 船舶減速查核機制系統介面

105年度船舶減速系統各港平均減速達成率							
港口	基隆	臺北	臺中	安平	高雄	花蓮	蘇澳
達成率	32%	40%	43%	67%	35%	63%	70%
106年度船舶減速系統各港平均減速達成率							
港口	基隆	臺北	臺中	安平	高雄	花蓮	蘇澳
達成率	42.2%	43.1%	44.1%	61.4%	35.3%	71.5%	69.3%

圖 5.9 各港平均減速達成率

5.5 AIS 暨 DSC 即時資訊整合系統介面

利用岸上架設的船舶自動識別系統接收站，接收港透過本系統將解決海岸電台值守人員除須持續監聽遇險頻道外，亦需操作多視窗介面繁雜操作，故將數位選擇呼叫(DSC)與船舶自動辨識系統結合使用，提供岸台人員一目瞭然的操作介面及簡易的操作方式呈現即時的船舶資料，當接收到遇險警報時則會立即呈現 DSC 遇險船舶警報畫面並警報聲作為警示功能如圖 5.10。



圖 5.10 DSC 遇險警報

六、研究成果

依據 AIS 系統運作方式、AIS 接收站設置及船舶資訊整合應用等研究方法與分析過程，本研究將 AIS 接收站所蒐集的船舶歷史軌跡及即時訊息進行統計分析，來探討各類船舶的航行特性及分布情況。藉由各類船舶的航行特性及分布分析，可以求得最佳化航路，進一步達成航線規劃及航路建議的終極目標。並以海上防災的案例，來概要說明本研究的相關研究成果與分析方式。

6.1 航線密集度分析

本研究以 2017 年 01 月 01 日起至 2017 年 10 月 31 日止為期十個月，分析臺灣周圍海域共 13 條斷面線，如圖 6.1 所示。



圖 6.1 船舶流量統計段面示意圖

東半部及西半部各段面交通穿越流量統計圖如圖 6.2，圖 6.3 為 A1B1 段面（新北石門外海）統計圖，其分析結果藍色為向北航行船隻分佈長條圖，綠色為向南航行船隻分佈長條圖。

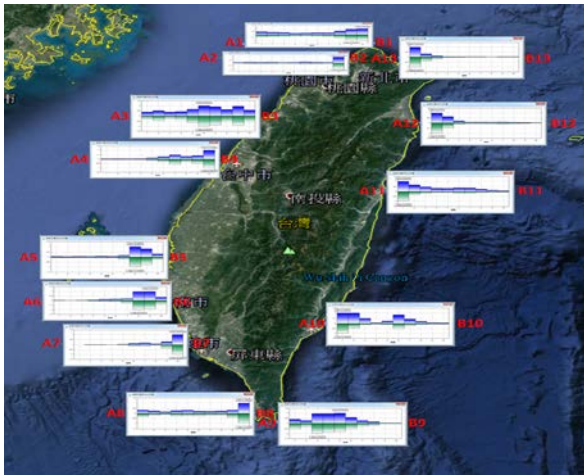


圖 6.2 東半部及西半部各斷面交通穿越流量統計圖

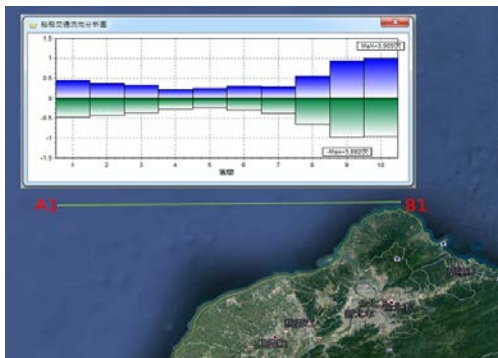


圖 6.3 A1B1 段面（新北石門外海）統計圖

由 AIS 資料庫的記錄配合本研究之交通流統計與迴歸分析可以得知臺灣船舶各主要港口航路分布如圖 6.4，由圖 6.4 可瞭解臺灣海域航行的船舶航經東半部及西半部之 60% 密集度分佈情況，紅色為非

常密集、橘色為中等密集、黃色為稍微密集，經過前述的最密集航道分析後，我們可以針對特定港口與港口之間作最佳化的航路分析，本研究列舉臺中港與高雄港之間的航路為例，找出一條臺中港與高雄港最佳化軌跡線（紅色路徑）如圖 6.5 所示，此條軌跡線代表船舶航行於臺中港與高雄港之間最密集的航行路線。從上述透過密集分佈圖，可以作為規劃分道航行、及離岸風電設置之依據。

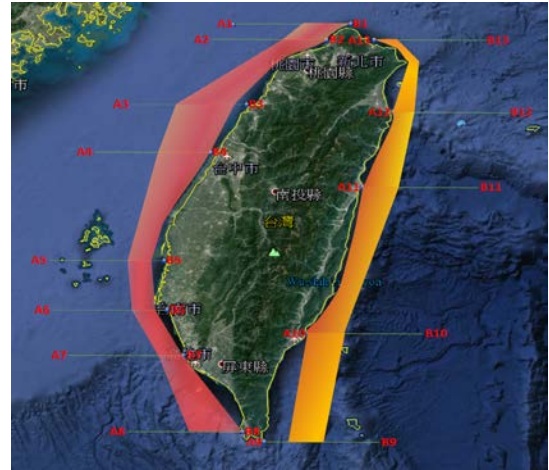


圖 6.4 東半部及西半部之航行 60% 密集航線分佈

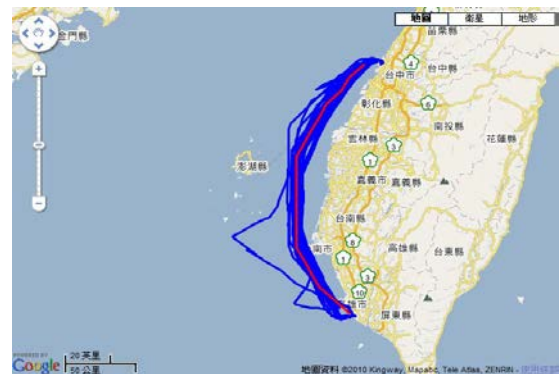


圖 6.5 臺灣船舶各主要港口航路分布

6.2 海上防災相關研究成果

由於近年來臺灣海域船舶航安事件頻繁，本研究特別利用本所 AIS 接收站所蒐集的船舶動態歷史資訊，進行分析。

6.2.1 SARVIN 偷排廢油事件

依據 106 年 10 月 13 日環保署委託國立中央大學太空及遙測研究中心告知高雄外海有可疑船進行偷排廢油。利用衛星影像對照 AIS 船舶軌跡資料庫，發現期間共有 8 艘該可疑船舶經過，該署給予指定經緯度，經交叉比對，唯可疑船船舶 (MMSI: 422031800)，於 106 年 10 月 09 日 3 點 23 分接第一筆資料其航速約 17 節，本所比對航行軌跡與衛星影像污染排放路徑，相吻合之船舶為 SARVIN. (MMSI: 422031800)。

該船於 107 年 3 月 4 日停泊於高雄港時，環保署依《海污法》第 29 條規定裁罰該船運公司罰鍰 150 萬元。

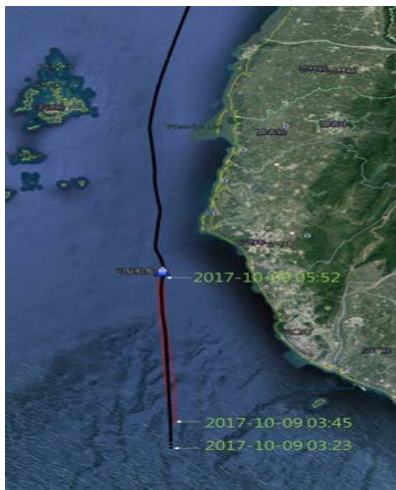


圖 6.6 SARVIN 軌跡圖

七、結論

為了因應智慧化海運的國際現勢與需求，結合了 GPS 衛星導航與無線通訊技術的船舶自動識別系統 (AIS) 已日漸成為海上航行的主流設備，本研究依據此一趨勢先期建置了臺灣海域 AIS 接收站及其整合資料庫系統。本文則就 AIS 整合資料庫的船舶即時資訊與歷史軌跡，如何應用在節能減碳與海上防災上的相關研究，並對其獲致的研究成果說明如下：

1. 本研究透過 27 處 AIS 接收站收集的船舶資訊，整合成為 AIS 資料庫，透過資料庫的船舶動態資訊(CSV 檔案)轉成 Google earth 軌跡 (KML 檔案)，並以統計迴歸、類神經等方法獲得最佳化航線規劃與航路分析，作為節能與航安分析的最佳工具。
2. 藉由 AIS 資料庫的資料收集，本研究已完成有關節能減碳及海上防災的相關研究成果。藉由節能減碳的相關研究成果與分析方法，可進行交通流統計分析、高碰撞風險分析、港口附近航線密集度分析、臺灣海域主要航路分析、LNG 液態船進出港分析、操船模擬及現場驗證分析等研究分析。而藉由海上防災的相關研究成果與分析方法，可以作為航務主管機關與港務單位於探討航安事件發生原因時，作為重要的佐證資料，藉以釐清航安事件的責任歸屬。
3. 估算航行於臺灣海域各船舶空汙廢氣排放類估算，主要參照美國洛杉磯港口執行的排放量清冊，針對臺中港、台北港、安平港、花蓮港、高

雄港、基隆港、蘇澳港等港口 NOX、VOC、CO、SO₂、PM₁₀、PM_{2.5}、DPM、CO₂、N₂O 及 CH₄ 等各類船舶比例之統計分析，計分析的結果可以提供交通部航港局、各港務分公司、環保署、學術研究單位與航運界等作為施政或學術研究的參考依據。

4. AIS 暨 DSC 整合系統提供岸台人員一目瞭然的操作介面及簡易的操作方式，而當接收到遇險警報時則會立即呈現 DSC 遇險船舶警報畫面並以警報聲作為警示功能，能第一時間進行船舶救援調度，以爭取黃金救援時間，降低生命財產的損失。

參考文獻

1. 邱永芳、張富東、蔣敏玲, 2012: “智慧型航行與監測系統之研究 (3/4)”, 交通部運輸研究所專書
2. 邱永芳、張富東、蔣敏玲, 2011: “智慧型航行與監測系統之研究 (2/4)”, 交通部運輸研究所專書
3. 邱永芳、張富東、蔣敏玲, 2010: “智慧型航行與監測系統之研究 (1/4)”, 交通部運輸研究所專書
4. 邱永芳、張富東、張淑淨、李良輝、周宗仁, 2009, “電子化(e 化)航行安全模式之建立研究(4/4)”, 交通部運輸研究所專書
5. 邱永芳、張富東, 1996: “資料庫管理系統應用在電子海圖之研究”, 第 30 屆海洋工程研討會論文集, 323-332
6. 邱永芳、張富東、張淑淨、簡曉芸, 2008: “資料庫管理系統在電子海圖上之應用”, 國土資訊系統通訊季刊, 65 期, 55-64