

## AIS 於海難資訊平台及相關調查分析之應用

張淑淨 國立臺灣海洋大學通訊與導航工程學系教授  
張時銘 國立臺灣海洋大學光電科學研究所博士生  
邱永芳 交通部運輸研究所港灣技術研究中心主任  
黃茂信 交通部運輸研究所港灣技術研究中心副研究員  
葉冠宏 國立臺灣海洋大學通訊與導航工程學系碩士生  
彭冠敦 國立臺灣海洋大學通訊與導航工程學系碩士生  
陳詩佳 國立臺灣海洋大學通訊與導航工程學系碩士生  
任奕翰 國立臺灣海洋大學通訊與導航工程學系碩士生

### 摘要

海難調查可指出相關肇因或安全問題與缺失；海事案件資料庫的統計分析，更可得出整體趨勢以及潛在風險之所在。為使我國海難事故資料更完備，成為可支援調查分析以及時間空間分析統計的電子資料庫及資訊平台，進而藉由跡近事故偵測統計建立災害潛勢資訊，據以評估風險控管方案與決策，本研究整合 AIS 船舶動態、電子海圖地理資訊以及海氣象資訊，設計建置海難資料庫及其分析技術與服務，並以海翔 8 號與海研五號等海難為例，試驗其整合應用。

### 一、研究背景與目的

國際海事組織 (International Maritime Organization, 簡稱 IMO) 於 2008

年以 MSC.255(84) 決議案通過「海難調查章程 (Casualty Investigation Code)」，該章程已於 2010 年 1 月 1 日起生效 [1]。2013 年 12 月再以大會決議案 A.1075 (28), “Guidelines to assist investigations in the implementation of the Casualty Investigation Code”，為海難調查章程之實施提供系統化調查的實務建議，以利發展有效的分析與預防措施，達到避免再發生類似海難事故的總體目標 [2]。船上的航行數據記錄儀 (Voyage Data Recorder, 簡稱 VDR)、電子海圖系統，以及從外部取得的船舶自動辨識系統 (Automatic Identification System, 簡稱 AIS) 等，都是 A.1075 (28) 建議蒐集或記錄的重要電子物證。從文獻及海運相關媒體報導可知，由於這些電子證據通常是在海難發生後可立即取得的，無論是對於海難調查或

是在法律判定上，其價值與證據力已是國際公認，而且權重日益增高。

風險分析或安全相關決策的成本效益分析需要定量的海難事故模型。但海難是機率相當低的事件，通常缺少足夠的資料建立模型。而「跡近事故 (near-miss)」發生的頻率較高，且背後因素或機制與海難有相當的共通性。因此「跡近事故」事件資料庫被視為另一個重要的資料來源。

2008 年 IMO 的海事安全委員會 (MSC) 與海洋環境保護委員會 (MEPC) 以通函 MSC-MEPC.7/Circ.7 共同提出「跡近事故報告指南」，希望各國藉由鼓勵報告 near-miss 以提升海運安全文化 [3]。IMO 對於 near-miss 的定義是：可能造成損失的一連串事件或狀況，只因偶然突破該連環事件或狀況而幸運地避免了損失。所舉範例包括：因採取緊急措施而避免了碰撞；船舶偏航誤入淺水區，還好遇到不尋常的高潮位。跡近事故報告指南指出：調查「跡近事故」是持續改善安全管理系統不可或缺的要件。建議之「跡近事故」調查程序則是：蒐集資訊、分析資訊、指出原因、提出並實現相關建議事項。可惜在追究責任的陰影下，無論是公司或國家層級的系統，「跡近事故」報告的落實都面臨許多關卡。因此尚待研發改善資料蒐集系統。

在全球的層面，IMO 於 2013 年再

以 MSC-MPEPC.3/Circ.4 確立通報海難資料的程序與格式 [4]，以利各成員國透過網際網路在 IMO 的「全球整合航運資訊系統 (Global Integrated Shipping Information System, GISIS)」內的「海難事故模組 (Marine Casualty and Incidents, MCI)」執行電子式通報 [5]。

依據我國災害防救法第 3 條，海難事故的中央災害防救業務主管機關是交通部，依該法第 22 條應實施之減災事項包括：「災害防救上必要之氣象、地質、水文與其他相關資料之觀測、蒐集、分析及建置；災害潛勢、危險度、境況模擬與風險評估之調查分析，及適時公布其結果」。交通部依災害防救法第 22 條規定，訂定了「空難海難及陸上交通事故災害潛勢資料公開辦法」。該辦法對「海難」的定義為：「指船舶發生故障、沉沒、擱淺、碰撞、失火、爆炸或其他有關船舶、貨載、船員或旅客之非常事故者。」

民國 96 年台中港務局航政組劉慶林先生的「台灣海難與海事評議制度之研究」報告指出：「經實際蒐集相關單位資料發現，不論交通部統計處、農委會漁業署、海巡署及各港務局等單位之海難事故資料中，僅有海難事故類型、數量之統計，並未對事故發生之原因…進行分析統計，而找尋真正問題之癥結所在，以便進一步依此發出航行安全建議」；「我國海事調

查業務之來源不足，現有主要來源為船方所提供之海事報告」。

AIS 是海上人命安全國際公約 (SOLAS) 要求安裝的船舶設備，300 總噸以上國際航線船舶，500 總噸以上國內航線船舶，以及所有客輪都必須安裝 AIS 且保持運作。適用 SOLAS 公約的船舶皆已於 2008 年完成安裝 (國際航線船舶於 2004 年完成)，不少國家更是逐步擴大要求安裝的範圍，而我國漁船也已有不少基於本身航行安全而自願安裝。船載 AIS 設備 [6] 可自動廣播船舶的識別碼 (含水上行動通訊識別碼、船名、無線電呼號、船舶 IMO 編號)、航儀動態 (GPS 船位經緯度、對地航向航速、艏向、轉向速率)、船舶靜態與航程資料 (船舶與貨載種類、天線位置、船舶長寬、目前最大靜態吃水、定位系統、目的港、預計抵達時間)。無論是對於海難調查或跡近事故相關資訊蒐集都是很有價值的數據來源。應用 AIS 於水道航行風險評估、動態風險管理、跡近事故偵測等，已是國際實務應用趨勢與研究焦點，例如：歐盟的 EfficienSea[7]，MONALISA 等系列知名計畫都以 AIS 為基礎。EfficienSea 以 AIS 分析結果與海難資料庫比對，發現擱淺熱區出現在主要參數 (包括航向、航速、艏向等) 標準差較大的區塊內，而船舶發生事故前確實偏離典型的交通模式。

交通部運輸研究所港灣技術研究中心與國立臺灣海洋大學通訊與導航工程學系合作，於 2009 年起建置臺灣沿岸的 AIS 接收網路，以此建立「臺灣海域船舶動態資訊系統」，累積建立了長期的船舶動態資料庫。為使我國海難事故資料能更完備，成為可支援調查分析以及時間空間分析統計的電子資料庫，並輔以跡近事故偵測統計以利建立災害潛勢資訊，據以評估風險控管方案與決策，因此在「結合動態船舶與環境資訊之綠色航路智慧領航計畫」四年期合作研究計畫的第 2 年，以「電子海圖服務與資料安全系統建立研究」、「智慧化海運系統建立之研究」系列計畫所建立的電子航行圖資料庫與 AIS 分析應用技術為基礎，進行 AIS 於海難資料庫建置、調查分析以及跡近事故偵測之應用研究。本論文為計畫成果的部分摘錄。

## 二、結合船舶動態與空間資訊之海難資料庫設計

本研究建置的海難資料庫以 2004 年 (SOLAS 船舶安裝 AIS) 起，已具備或可取得經緯度位置資訊的海難事件資料庫為主要對象與範圍。無位置經緯度的部分則必須再透過船舶識別資訊查詢交通部相關單位的船舶基本資料庫後從 AIS 取出。無位置資訊又無法取得基本識別資料進而與 AIS 關聯者，

只能暫時排除不納入分析。

因我國目前海難或海上交通事故資料分散於不同部會，常牽涉商船與漁船(或海域養殖相關漁業活動)，而且從目前航港局各航務中心提供的海難資料看來，資料缺漏不明的情況相當多。這或許也是業務分散不同部會以及海難資料特性(各項資料難以明確分類、時間空間都不止是點狀而是範圍)使然。因此這項工作必須先從完善資料庫的各項機制開始，才能在一個能持續運作的資料庫系統上進行有意義的分析並提供服務。

本研究參考相關文獻報告與國際上的經驗，考量我國實際狀況，設計利用目前已趨成熟的網路分散式協作技術、網路地圖服務與空間資訊分析技術，從海難資料庫的分散式資料登錄，以及船舶航儀動態、航路交通、海域環境、海氣象狀況等方面的資料關聯，提供海難資料庫多元資料儲存查詢與整合分析顯示。

## 2.1 海難資料之蒐集與現況資料分析

交通部統計查詢網(<http://stat.motc.gov.tw/>)已提供海事案件統計查詢，圖1是於該網站查詢99年後港外商漁船海事案件事故類別統計結果。

該網站將「海事案件」定義為：「指船舶在海上發生沉沒、觸礁、擱淺、碰撞、失火、爆炸、傾覆、機器

故障或其他意外事故及有關船舶、貨載、船員或旅客之非常事變等案件」。原始來源主要是：海事案件發生後，船長依據「海事報告規則」，依照航政機關印置備用之空白海事報告書製作並送請航政機關簽證的海事報告。對於失事地點的統計區分港內與港外，港外海事案件係指事件發生於我國飛航情報區而非屬任一港區者；發生原因別原本區分為：碰撞、觸礁擱淺、失火、爆炸、洩漏、傾覆、機器故障、非常變故、惡劣天氣、其他。99年起將碰撞改為「兩船碰撞」、「與其他物碰撞」兩項，海事案件的統計單位由「艘」改為「件」，也不再具有「惡劣天氣」這一項，惡劣天候有損失者列為非常變故。可惜其中兩船碰撞件數的統計，無法明確區分是商船之間、漁船之間或商漁船之間的碰撞，因此從圖1實難以確認兩船碰撞類別的整體數量變化。

本研究於102年10月函請交通部航港局提供93-102年的海事案件資料，取得各航務中心以PDF或Word等檔案格式提供的「我國重大/一般海難事故統計資料表」，這些資料的船舶識別通常只有中文(或中譯)船名，肇事地點描述方式不一(可能是格式不一的經緯度或僅以大致的方位距離描述)，要建置成適於空間分析的地理資訊系統(GIS)資料庫，確實有相當的

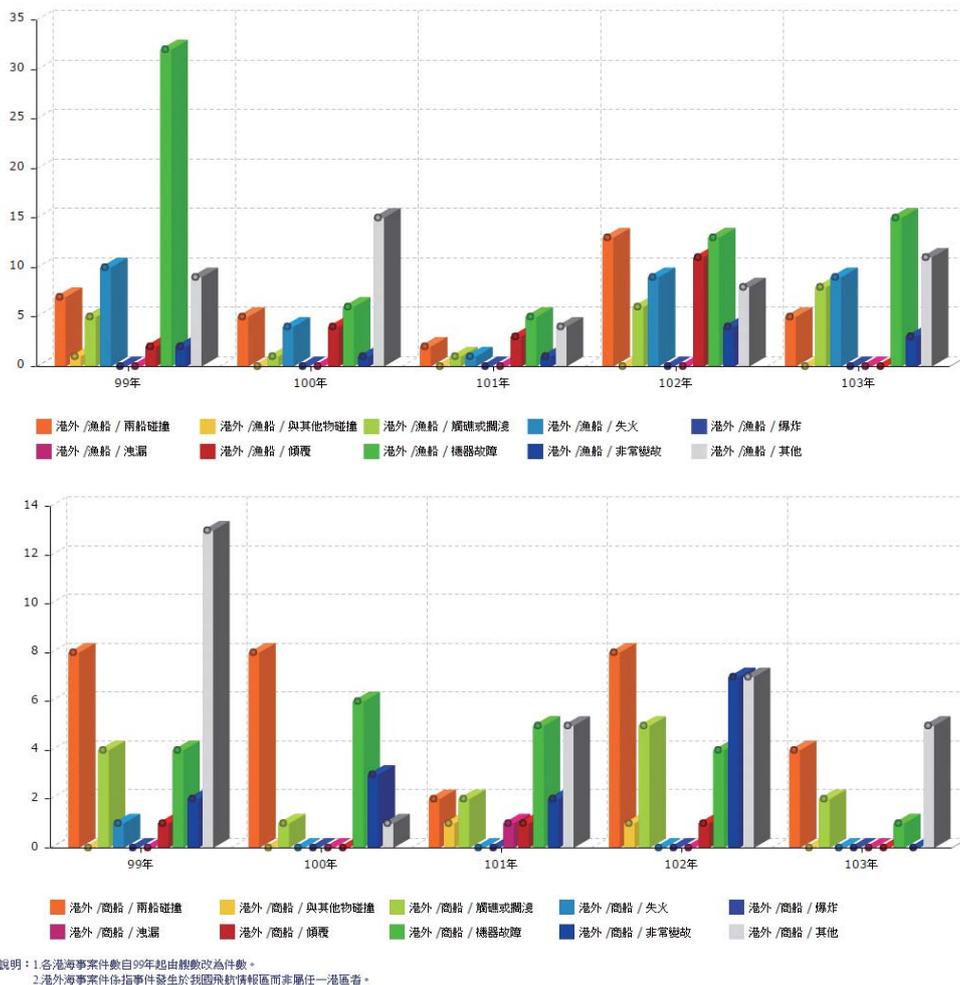


圖 1 (上) 漁船與 (下) 商船港外海事案件數與事故類別 (交通部統計查詢網)

困難度。研究團隊並就近前往北部航務中心從海事報告紙本資料取得必要資訊，例如：船舶的英文船名、IMO 號碼或 MMSI 等識別資料、時間等，以利與 AIS 船舶動態資料關聯。

## 2.2 海難資料庫之建置

為了從快速從紙本海事報告中取

出資料並輸入資料庫，本研究首先設計一海事案件輸入系統，操作時是透過網頁介面線上輸入，系統提供透過船名查詢 MMSI 後自動填入的功能，案件的地理位置經緯度則提供文數字與地圖兩種輸入介面，如圖 2。

從 MMSI 與日期時間就可以從 AIS 船舶動態資料庫中取出該案件的船舶



圖 2 海事案件輸入系統的操作畫面示意圖

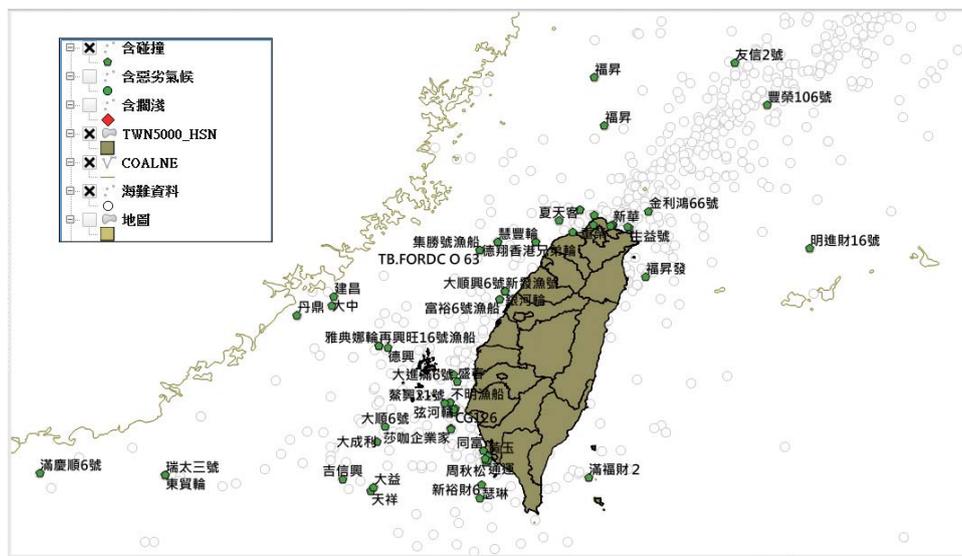


圖 3 原因含碰撞的的海事案件分佈

軌跡。各航務中心提供之海事案件統計表內所列案件，也以人工的方式輸入資料表，其中缺少經緯度資訊的部分案件，是從海軍航船布告中尋找對應的英文船名，繼而找出 MMSI 然後從

AIS 船舶動態資料庫中，取出實際發生位置。海難資料建置後，以地理資訊系統分別查詢事故原因含碰撞的分布如圖 3，事故原因含擱淺或觸礁的海事案件分布如圖 4。



Add >> Generic >> **Factual** >> Analyze >> AIS

Incident Reference:  Ship Reference:

**Generic Casualty**

事件概要:

初始海上事故或海上事件日期(本地):

初始海上事故或海上事件時間(本地):

經度 - 初始海上事故或海上事件位置:

緯度 - 初始海上事故或海上事件位置:

初始海上事故或海上事件發生的地點:

總體發生之海難事件劃分:

總體發生之嚴重程度:

圖 5 海難資料庫服務平台的資料登錄畫面

**Marine Casualty**

Welcome Incident

Search

案件編號:

地理位置範圍(最小經度,最小緯度,最大經度,最大緯度):

案件發生時間:

直到:

案件編號	影響的船舶	案件發生日期	案件發生時間	案件發生地點-經度	案件發生地點-緯度	事件嚴重程度
C00001	海翔八號	2012-03-19	04:30:00	25.22027	121.83433	非常嚴重的海難
C00002	民春輪	2011-02-28	02:00:00	25.15829	121.75142	海上事故
C00003	瑞興輪	2011-10-02	23:00:00	25.17958	121.70799	非常嚴重的海難

圖 6 海難資料庫服務平台的資料查詢畫面

此海難資料庫服務除了提供登錄海事案件之外，也結合了船舶動態系統 AIS 資料以及海氣象資料，並透過海難的前後時間點，向 AIS 資料庫及

海氣象資料庫搜尋該時間點的資料，以動態回播方式將涉及海難船舶周遭的交通狀況及氣象狀況還原出來，以利後續分析及研究之用。海氣象資料

分為氣象資料及潮位資料，氣象資料是從中央氣象局取得的民國 100~102 年颱風資料以及彭佳嶼、基隆、龍洞資料浮標、淡水、梧棲、高雄及澎湖測站，而潮位資料則是中央氣象局發布的年度潮汐表。

### 三、資料之整合應用與海難案例分析

本研究應用資料整合分析之海事案件或海難案例包括：99 年 1 月 12-13 日升隆 1 號於宜蘭蘇澳外海失去動力

漂流擱淺事件、100 年 10 月 2-3 日瑞興輪於基隆大武崙外擱淺斷裂沉沒並造成 8 死 2 失蹤及燃油外漏汙染的嚴重海難事故、101 年 3 月 19 日的海翔 8 號於基隆外海傾覆沉船事件、以及 103 年 10 月 10 日海研五號於澎湖外海觸礁沉沒事件。在此僅以海翔 8 號與海研五號之海難分析為例，報告應用 AIS 於調查分析的試驗成果。

#### 3.1 海翔 8 號海難事件

以海翔 8 號之分析為例，圖 7 是海難資料庫服務平台的查詢結果。

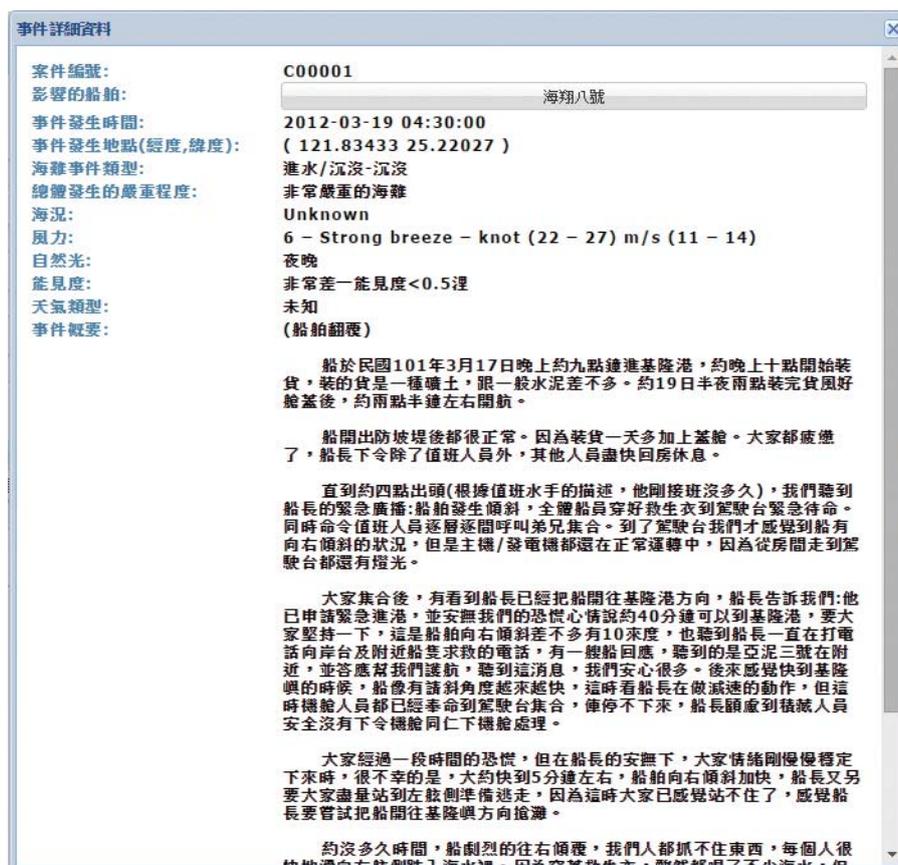


圖 7 以海翔 8 號現有資料填入海難資料庫服務平台的查詢結果



圖 8 海翔 8 號海難事件之動態回播畫面擷圖

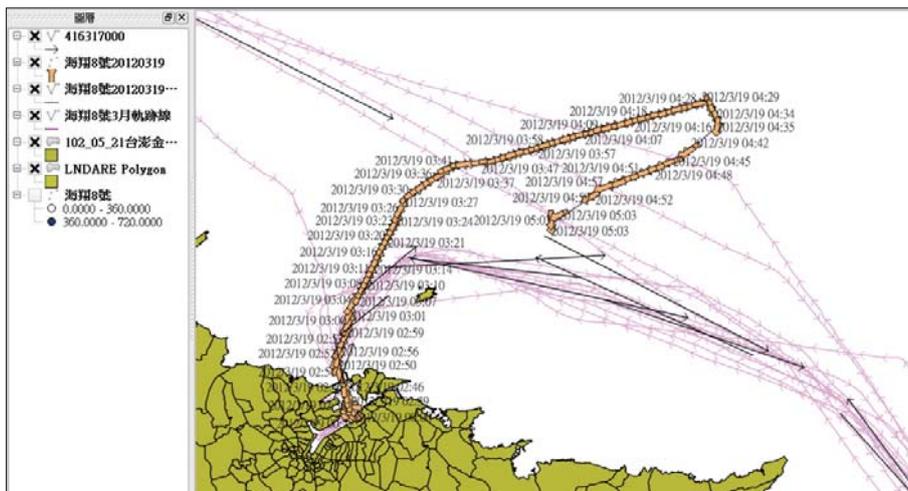


圖 9 海翔 8 號歷史軌跡、代表路徑及出事航次的船位與艙向

圖 8 是以海難資料庫服務平台動態回播的局部畫面擷圖，圖中可見事件發生於基隆嶼東北方海域，海翔 8 號從基隆港出港後到沉沒前的軌跡如紅色虛線，折返擬提供救援的亞泥 3

號軌跡則如白色虛線。

本研究取出該船當年所有 AIS 歷史航跡，執行軌跡群聚分析產生代表路徑後，與事發當日的 AIS 航跡套疊並顯示如圖 9，圖中黑色向量線段是當

年 1-3 月所有軌跡的代表路徑，橘黃色箭頭符號(依船艙向角度而旋轉)是當天的 AIS 船位，且標示記錄時間，另以紫色顯示海翔 8 號出事當月的所有歷史航跡。

依據海翔 8 號傳送的 AIS 報告，該航次目的地是花蓮，預計於當天下午 14:00 抵達。但是出基隆港後從 3:20 左右就明顯偏離該船歷史航跡與代表路徑。海翔 8 號出港後到出事這段期間的船艙向幾乎都和航向一致，且數值相當穩定，但在 4:29 到 4:31 兩分鐘內船艙向右轉了 78 度，4:35 到 4:43 約八分鐘內再度右轉 77 度，此時航速也從 7.1 節加快至 8.4 節 AIS 最後船位距離基隆嶼大約 5km，時間是 5:03 分。

氣象觀測資料顯示：當時風向約 30~50 度，風速在彭佳嶼測站約 7.7m/s，基隆測站約 4.4m/s，僅略高於測站的

年平均值。從上述各項資料看來，海翔 8 號明顯偏離其往常從基隆到花蓮的慣用航路甚遠，急右轉致使船艙內載運的貨物偏離，船身右傾，很可能是此一海難事故的重要因素。

### 3.2 海研五號海難事件

101 年 8 月才首航的海研五號研究船於 103 年 10 月 10 日(本研究計畫執行期間)發生海難沉沒於澎湖外海。海研五號出事的航次是從安平港出港經過澎湖群島北側海域於臺灣海峽北上，一開始返航時有段時間並未收到其 AIS 訊息，關鍵時段的 AIS 航跡(圖 10 左圖的黃色區段)同時被港研中心船舶動態系統以及海洋大學為氣象局設置的東吉島 AIS 站同時收到。從圖 10 可知海研五號先通過北淺石再到水深不到 5m 的外淺石區域。

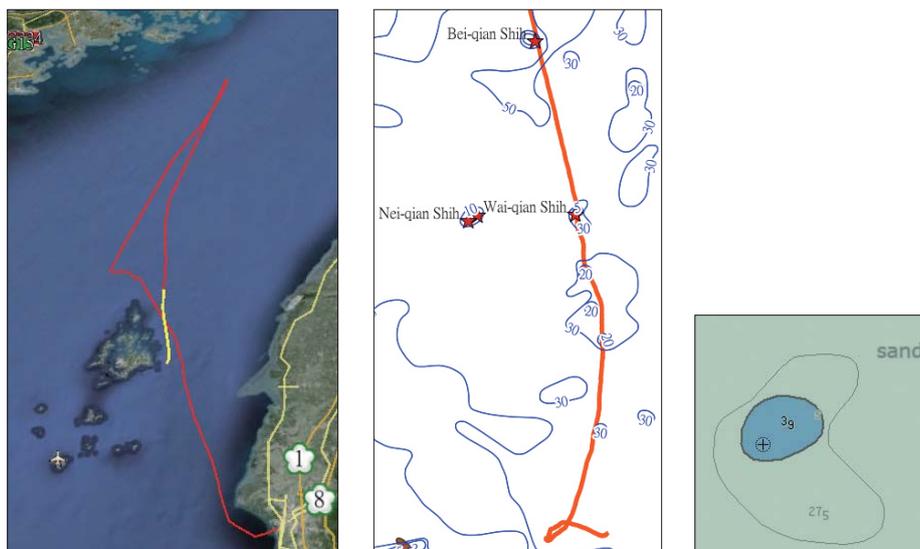


圖 10 海研五號最後航次航跡、出事區段及海圖標示的外淺石區域水深



圖 11 海研五號進入外淺石區域後的 AIS 報告 (AIS 動態回播畫面)

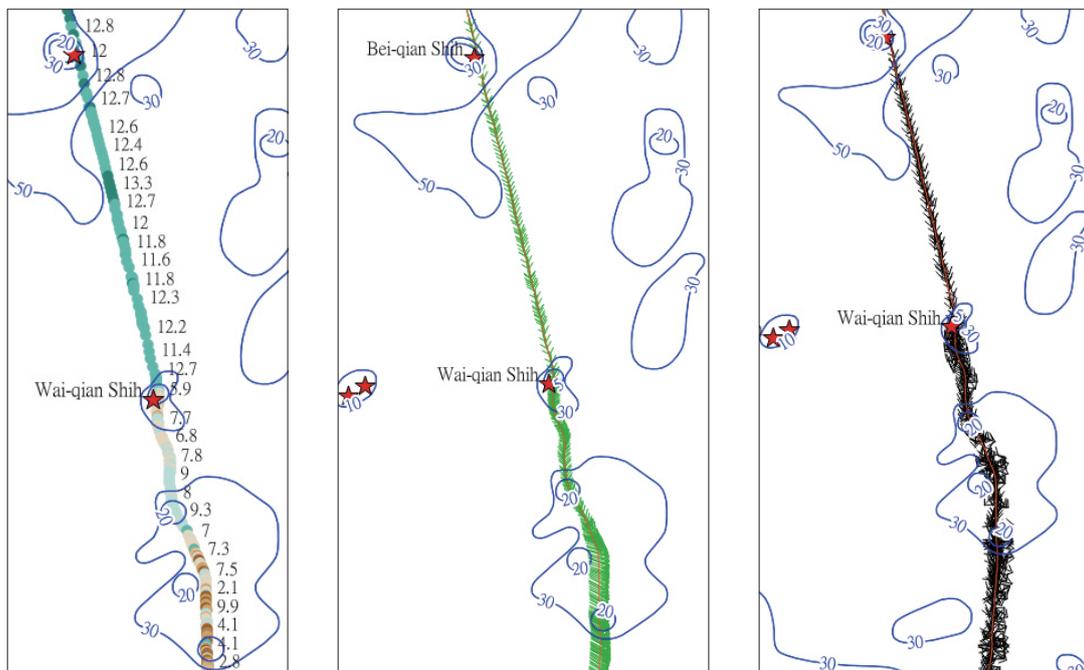


圖 12 海研五號經過外淺石前後的航速 (節)、艏向與航向 (左至右圖)

海研五號進入外淺石區域後的 AIS 報告如圖 11，設定的吃水是 6m，時間是 UTC。圖 12 由左至右圖分別是海研五號航行經過外淺石前後的航速 (數字標示，單位：節)、艏向 (箭頭方向) 與航向 (箭頭方向)。其中船艏向垂直於航跡方向是典型的漂流 / 漂航特徵。

圖 13 是國家實驗研究院臺灣海洋科技研究中心於該時段觀測到的表面海流，資料畫面取自該中心網站 (<http://www.tori.narl.org.tw/>)。

中央氣象局的東吉測波站觀測導浪高 2.5 ~ 3.3m，流速 0.1 ~ 0.5 節；澎湖資料浮標觀測的浪高 2.4 ~ 3m，流速

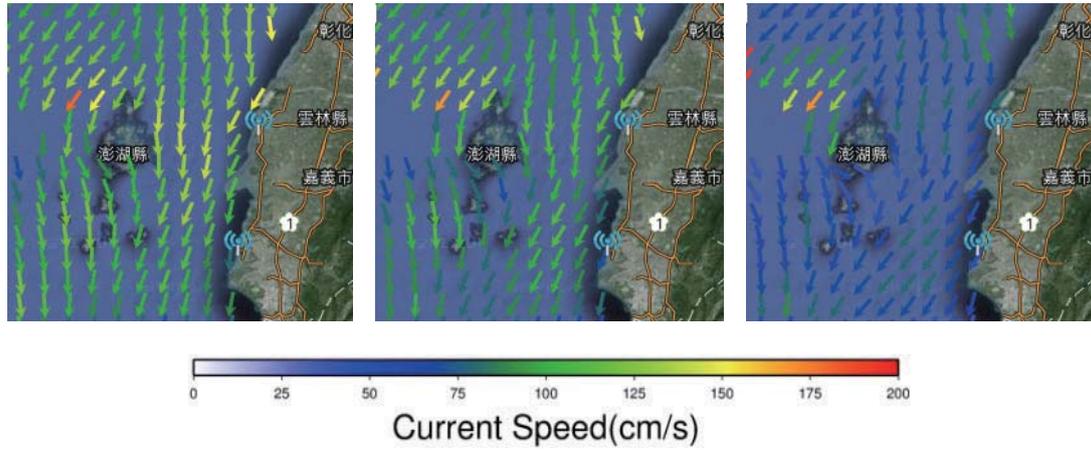


圖 13 該時段海科中心觀測的表面海流 (左至右為 15:00 至 17:00)

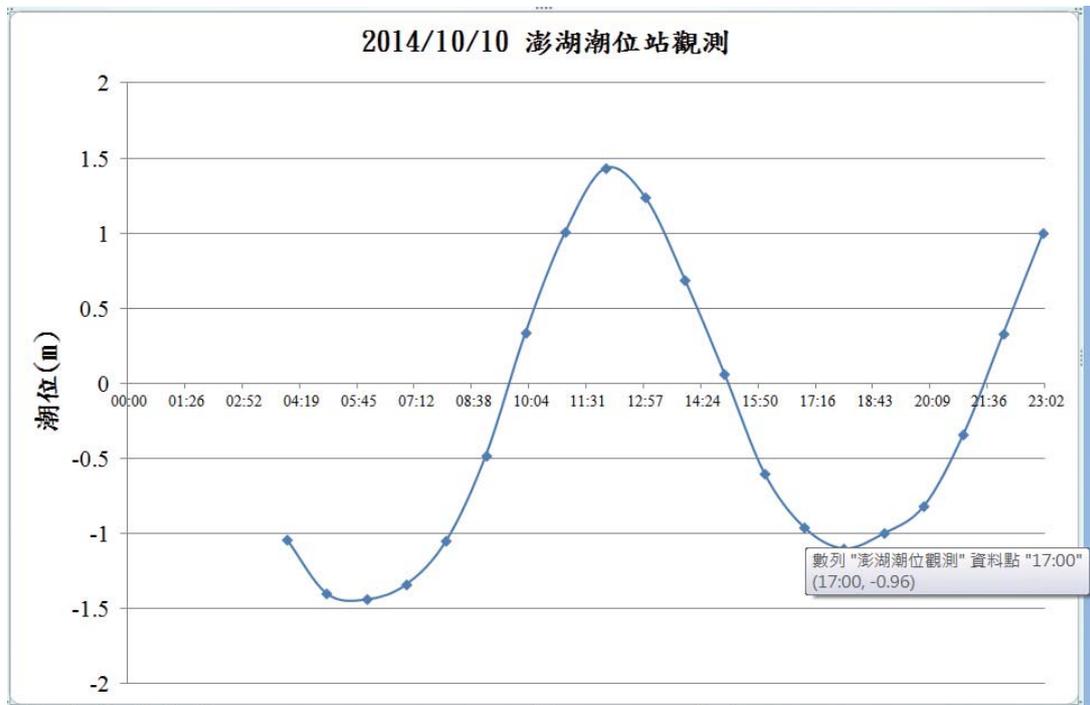


圖 14 海研五號出事當日的澎湖潮位觀測

0 ~ 0.7 節。圖 14 是海研五號出事當日的潮位觀測。

透過 AIS 資料、海圖、潮位這些事實資訊的整合分析，可清楚呈現海

研五號海難發生的主要事件序列。海研五號回程航行到澎湖海域北方時，並未轉入原先北上時的航路，而是順著風與流一路南下進入更貼近澎湖群

島的水域。海研五號先是以超過 12 節的速度通過北淺石所在的 10~20m 淺水區，大約 8 分鐘後再經過水深不到 5m 的外淺石區域。海研五號 AIS 設定的靜態吃水深度 6m，經過外淺石的時候潮位又已接近當日第二次退潮的最低點，未能幸運避過災難。海研五號與外淺石礁石高速接觸後船速驟降，航跡偏轉晃動，對地航向開始跳動，在失去動力後船艏向逐漸轉為垂直於航跡方向呈現漂流狀態，隨風逐流繞了個圈後，終因進水而致沉沒。

#### 四、結論與建議

本研究的具體成果總結如下：

1. 整合 AIS 船舶動態資料、電子海圖資料與海氣象資料應用於海難事故分析。
2. 建置海難資料庫：分析公開之海事案件統計現況，設計網頁版海事案件輸入系統，將紙本海事報告與不同格式的統計表格資料轉換建置成可供查詢分析的電子資料庫。
3. 建立海難資料庫內海難事件與 AIS 船舶動態資料、海氣象資料、海陸地圖的時間空間關聯、動靜態展示與分析技術。
4. 設計符合 IMO 海難事故通報準則之海難資料庫服務平台雛型，可提供海難資料登錄及查詢，進而關聯取得海難期間周遭船舶海域交通與氣

象狀況，還原當時的地理時空關係。

5. 以海翔 8 號、海研五號、瑞興輪…等多個實際的海難案例，試驗及示範如何應用船舶動態、電子海圖與海氣象等資料進行整合分析，以輔助海難原因的調查，獲致相關安全建議，例如實施沿岸船舶交通服務。

本研究建立的海難資料庫，以及依據 IMO 海難調查國際章程與相關通函或指南（內附 GISIS 海難調查模組線上通報的表格）而設計海難資料庫服務平台雛型，後續可再持續發展成為正式運作且與國際接軌的資料庫與填報/查詢系統。如此的設計較能將可納入更多的關於人員、訓練、船舶等等可能的因素，並與國際安全管理章程結合，提升海事安全。

從海難事件的特徵分析，可獲得利用 AIS 偵測跡近事故的重要參數。若能提高海難記錄與 AIS 船舶識別的可關聯比例，使海難位置與時間範圍資訊更加明確，輔以船齡、噸位等基本資料，將可透過更多的海難案例分析探勘歸納出更多的知識，應用於智慧化專家系統所需之推論準則與參數，輔助海難調查與航安相關決策。

#### 參考文獻

1. IMO (2008), Resolution MSC.255 (84), Adoption of the code of the international standards and recomm-

- ended practices for a safety investigation into a marine casualty or marine accident (Casualty Investigation Code), adopted on 16 May 2008.
2. IMO (2013), A.1075 (28), Guidelines to assist investigations in the implementation of the Casualty Investigation Code (Resolution MSC.255 (84)), adopted on 4 Dec. 2013.
  3. IMO (2008), MSC-MEPC.7/Circ.7. “Guidance on Near-miss Reporting”.
  4. IMO (2013), MSC-MPEPC.3/Circ.4, Casualty-related matters reports on marine casualties and incidents: Revised harmonized reporting procedures - reports required under SOLAS regulations I/21 and XI-1/6, and MARPOL, articles 8 and 12, 28 August 2013.
  5. IMO Global Integrated Shipping Information System (GISIS) , <http://gisis.imo.org/Public/Default.asp>
  6. International Electrotechnical Commission, (2012). IEC 61993-2: Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - Automatic identification systems (AIS) - Part 2: Class A shipborne equipment of the automatic identification system (AIS) - Operational and performance requirements, methods of test and required test results, Ed.2.0.
  7. EfficienSea project documents, <http://www.ufficiensea.org/>