

104-29-7804

MOTC-IOT-103-H2DB005a

# 結合動態船舶與環境資訊之綠色 航路智慧領航計畫(2/4)



交通部運輸研究所

中華民國 104 年 5 月

104-29-7804  
MOTC-IOT-103-H2DB005a

# 結合動態船舶與環境資訊之綠色 航路智慧領航計畫(2/4)

著者：邱永芳、張富東、黃茂信、張淑淨

交通部運輸研究所

中華民國 104 年 5 月



國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

結合動態船舶與環境資訊之綠色航路智慧領航計畫  
畫. (2/4) / 邱永芳等著. -- 初版. -- 臺北市：交通  
部運研所，民 104.05

面；公分

ISBN 978-986-04-4504-6(平裝)

1.運輸管理 2.運輸系統

557

104004455

結合動態船舶與環境資訊之綠色航路智慧領航計畫 (2/4)

著者：邱永芳、張富東、黃茂信、張淑淨

出版機關：交通部運輸研究所

地址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網址：[www.ihmt.gov.tw](http://www.ihmt.gov.tw) (中文版 > 中心出版品)

電話：(04)26587176

出版年月：中華民國 104 年 5 月

印刷者：群彩印刷科技股份有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 70 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所臺灣技術研究中心網站

定價：150 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880

國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號 F1•電話：(02) 25180207

五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

GPN：1010400358

ISBN：978-986-04-4504-6 (平裝)

著作財產權人：中華民國(代表機關：交通部運輸研究所)

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部份內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權

## 交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：結合動態船舶與環境資訊之綠色航路智慧領航計畫(2/4)			
國際標準書號 ISBN978-986-04-4504-6 (平裝)	政府出版品統一編號 1010400358	運輸研究所出版品編號 104-29-7804	計畫編號 103-H2DB005a
本所主辦單位：港研中心 主管：邱永芳 計畫主持人：邱永芳 研究人員：張富東、黃茂信 聯絡電話：04-26587115 傳真號碼：04-26564418	合作研究單位：國立台灣海洋大學 計畫主持人：張淑淨 研究人員：張時銘、蕭登騰、葉冠宏、任奕翰、王暉智、胡曉菁、陳詩佳、曾國鈞、彭冠敦 地址：202 基隆市北寧路二號 聯絡電話：02-24629225	研究期間 自 103 年 2 月 至 103 年 11 月	
關鍵詞：智慧運輸、空間資訊技術、資料探勘、決策支援			
<p>本研究的目的是在結合船舶動態、電子海圖與海氣象環境資訊，發展沿岸航路與進出港領航的綠色概念智慧化應用服務技術，將是航運效率與安全監測、預防、即時反應的重要指標與方向。前期研究建立的電子海圖資料庫與應用服務，臺灣海域船舶動態系統及其累積的巨量船舶自動辨識系統(AIS)資料，以 AIS 歷史資料與即時動態資料發展的航安技術、航跡探勘技術與即時預警技術，都是本研究技術開發或施行階段不可或缺的基礎與工具。本年度計畫已整合船舶動態、電子海圖與海氣象資料，建立碰撞、擱淺、航儀或是機械故障、漂流等事故隱患偵測技術，也從船舶航儀動態、航路交通、海域環境、海氣象狀況等方面的資料關聯，為海難資料庫建立分析技術與服務。</p> <p>本研究成果效益以及可以提供本所或政府機關後續應用情形包含下列幾項：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 相關資料庫內容可供交通部航港局、海巡署、漁業署、環保署、內政部等相關決策之參據與實務應用，提升運輸安全、效率與環保，也可應用於海域空間規劃，使國內海運相關技術與國際接軌同步發展。</li> <li>2. 航行安全與效率偵測分析結果可提供交通部航港局與港務公司在航運規劃與營運效率的重要參考，輔助規劃設計增進現有各港務分公司的船舶服務系統效能。</li> </ol>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
104 年 5 月	142	150	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 (解密條件： <input type="checkbox"/> 年 <input type="checkbox"/> 月 <input type="checkbox"/> 日解密， <input type="checkbox"/> 公布後解密， <input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密， <input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密) <input checked="" type="checkbox"/> 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS  
INSTITUTE OF TRANSPORTATION  
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

<b>TITLE: Green Routing and Smart Piloting with Ship Dynamics and Environment Information (2/4)</b>			
ISBN 978-986-04-4504-6 (pbk)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010400358	IOT SERIAL NUMBER 104-29-7804	PROJECT NUMBER 103-H2DB005a
DIVISION: Harbor & Marine Technology Center DIVISION DIRECTOR: Chiu Yung-fang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chiu Yung-fang PROJECT STAFF: Chang Fu-tong PHONE: (04)26587115 FAX: (04)26564418			PROJECT PERIOD FROM February 2014 TO October 2014
RESEARCH AGENCY: National Taiwan Ocean University PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chang Shwu-jing PROJECT STAFF: ADDRESS: 2, PEI-NING RD., KEELUNG 202, TAIWAN, R.O.C PHONE: (02) 24629225			
<b>KEY WORDS:</b> Intelligent Transportation System, Spatial Information Technology, Data Mining, Decision Support			
<b>ABSTRACT:</b>  <p style="text-indent: 40px;">This 4-year project is to combine vessel dynamics as well as nautical chart and meteorological information to develop intelligent application service technologies for green routes and smart piloting in maritime transportation. Important indicators and directions for shipping efficiency and safety will be developed, in respects of monitoring, prevention, and immediate reaction.</p> <p style="text-indent: 40px;">Based on the Electronic navigational chart (ENC) database, AIS vessel tracks database and vessel traffic analysis tools established or developed in previous projects on ENC, e-navigation and Maritime Intelligent Transportation System (M-ITS), this second year of the project achieved the integrated analysis and presentation of weather, vessel dynamics and geospatial environment for the detection of near-miss incidents, identification of maritime risks, and the analysis of marine accidents.</p> <p>The research outcome benefits and subsequent applications are as follows:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Automated tools for key indicators provide maritime authorities policy/decision and practical application supports to enhance navigation safety, efficiency, environment protection, as well as maritime spatial planning, and synchronizes domestic maritime technology with international developments.</li> <li>2. Integrated analysis results on shipping safety and efficiency in harbor and berthing identify key points for port operation planning and VTS improvement.</li> </ol>			
DATE OF PUBLICATION May 2015	NUMBER OF PAGES 142	PRICE 150	<b>CLASSIFICATION</b> <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

# 目 錄

摘 要 .....	I
目 錄 .....	III
圖目錄 .....	VII
表目錄 .....	XI
第一章 緒論 .....	1
1.1 計畫緣起與目的 .....	1
1.2 研究規劃 .....	4
1.3 前期計畫相關成果 .....	6
1.4 研究範圍與對象 .....	8
1.5 執行情形與報告架構 .....	8
第二章 相關研究發展與文獻探討 .....	9
2.1 國際海事組織 .....	9
2.1.1 「跡近事故 (Near-miss)」報告 .....	9
2.1.2 國際安全管理章程 (ISM code) .....	10
2.1.3 海難調查章程 .....	11
2.1.4 國際海事組織的海難資料庫 .....	14
2.2 歐盟地區相關研究發展 .....	19
2.2.1 芬蘭海事研究中心的相關研究 .....	19
2.2.2 歐盟的歐洲海難資訊平台 .....	20
2.2.3 波羅的海區域的 EfficienSea 計畫 .....	21

2.2.4	挪威利用自願漂流事件建立風壓差參數的研究 .....	23
2.2.5	法國 MINES ParisTech 以規則推理辨識事故風險的研究 .....	24
2.3	美國的相關研究 .....	25
2.4	海難資料庫的空間分析相關研究 .....	27
2.5	定量風險分析 .....	28
2.6	國內相關研究發展 .....	30
第三章	船舶動態、電子海圖與海氣象資料整合分析 .....	33
3.1	前言 .....	33
3.2	船舶動態資料 .....	35
3.3	電子海圖資料 .....	39
3.4	海氣象資料 .....	43
3.4.1	中央氣象局颱風資料庫 .....	43
3.4.2	中央氣象局氣象觀測歷史資料之採購規劃 .....	45
3.4.3	臺灣海洋科技研究中心的雷達測流資料 .....	47
3.5	整合分析 .....	48
3.5.1	颱風對船舶路徑的影響 .....	48
3.5.2	颱風或惡劣氣候與海難的關係 .....	49
3.5.3	海難事件點與水深、離岸距離之分析 .....	51
第四章	海難資料庫分析技術與服務 .....	56
4.1	概述 .....	56
4.2	海難資料之蒐集與資料現況分析 .....	57

4.2.1	交通部開放查詢之海事案件資料.....	57
4.2.2	交通部航港局各航務中心提供之海事案件資料 .....	60
4.2.3	海巡署開放提供之海難資料與海上救難救生案例 .....	61
4.3	海難資料庫之建置.....	63
4.3.1	歷史海難資料之輸入系統與資料庫建置成果 .....	63
4.3.2	依 IMO 海難事故通報格式設計之海難資料庫服務平台	68
4.4	資料整合應用與案例分析.....	72
4.4.1	海翔 8 號傾覆沉船事件.....	72
4.4.2	升隆 1 號失去動力漂流擱淺事件.....	75
4.4.3	海研五號觸礁沉沒事件.....	80
第五章	海上事故隱患偵測技術.....	85
5.1	概述.....	85
5.2	AIS 航儀感測資料之變化與相對關係分析 .....	86
5.3	海難事件的特徵分析.....	88
5.3.1	瑞興輪擱淺斷裂沉沒並造成死亡與汙染的嚴重海難事故 .....	88
5.3.2	萬海 235 進基隆港時碰撞西防波堤之事故 .....	91
5.4	跡近事故之偵測與統計.....	93
5.4.1	跡近擱淺事故之偵測.....	93
5.4.2	跡近碰撞事故.....	96
第六章	研究成果、結論與建議.....	107
6.1	研究成果.....	107

6.2 結論與建議.....	108
6.2.1 已建立 e-化的海難資料庫與服務平台雛型，應使其更加完善.....	108
6.2.2 已建立基於 AIS 的海難資料分析技術，應探勘取出更多知識.....	108
6.2.3 已建立跡近事故的偵測技術，應據以評估風險並引進安全措施.....	109
6.3 本研究成果之效益與後續應用.....	109
參考文獻.....	110
附錄一 期中報告審查意見處理情形表.....	114
附錄二 專有名詞對照表.....	119
附錄三 期中報告審查意見處理情形表.....	123

## 圖目錄

圖 2.1 以術語分類描述導致海難發生的事件序列.....	12
圖 2.2 以基隆為位置條件搜尋 IMO 海難資料庫的結果截圖.....	17
圖 2.3 登錄於 GISIS 的南韓世越號海難資料網頁.....	18
圖 2.4 歐洲海難資訊平台 EMCIP 畫面.....	20
圖 2.5 EfficienSea 計畫的動態風險管理工具研發架構.....	21
圖 2.6 取得網格內航跡參數特徵再用於評估風險的示意圖.....	22
圖 2.7 挪威 CMR 對於船舶漂流動態風險管理的研發架構.....	23
圖 2.8 法國 MINES ParisTech 危機與風險研究中心提出的系統 架構.....	24
圖 2.9 上海交大對 GISIS 海難資料的空間分析程序.....	27
圖 2.10 海上交通事故風險及搜救需求之空間相關分析(1996).....	31
圖 3.1 AIS 船舶動態船位密度變異係數.....	38
圖 3.2 禁漁區圖徵合併前（左圖）與合併後（右圖）.....	42
圖 3.3 透過 ENC-WFS 查詢取得海圖水深資訊.....	42
圖 3.4 臺灣海域 2011-2013 年曾發警報的颱風路徑.....	43
圖 3.5 從中央氣象局網站取得各海域海況觀測站資料.....	45
圖 3.6 依據海難分佈挑選擬購買之氣象資料與內容.....	46
圖 3.7 雷達測流系統測站位置範圍及結果 (TORI).....	47
圖 3.8 蘇拉颱風警報期間未受明顯影響的貨輪軌跡.....	48
圖 3.9 泰利颱風期間改走東部沿岸躲避的貨輪軌跡.....	49

圖 3.10 颱風期間的海難以及當時的颱風預報位置 (2011-2013)	.50
圖 3.11 2011-2013 年颱風期間的海難與颱風中心距離之統計	.....50
圖 3.12 在海圖等級 1 (全覽圖) 各水深區域上標繪海難點	.....51
圖 3.13 在海圖等級 3 (沿岸航行) 各水深區域上標繪海難點	.....52
圖 3.14 海圖等級 3 範圍內遇難船舶種類數量及比例	.....52
圖 3.15 海圖等級 3 各水深值區段內遇難船數及其種類	.....53
圖 3.16 海圖等級 3 各水深值區段內遇難船數及其事故類別	.....53
圖 3.17 海圖等級 3 各水深值區段內遇難船數及其離岸距離	.....54
圖 3.18 海圖等級 3 之海難事故類別與離岸距離	.....54
圖 4.1 交通部統計查詢網之海事案件統計查詢畫面	.....57
圖 4.2 港內外商漁船海事案件數與港外事故類別	.....59
圖 4.3 海事案件輸入系統的資料綱要	.....63
圖 4.4 海事案件輸入系統的案件資訊資料表概況	.....64
圖 4.5 海事案件輸入系統的案件船舶動態訊息資料表概況	.....64
圖 4.6 海事案件輸入系統的操作畫面示意圖	.....65
圖 4.7 海翔八號 2012/3/19 事發軌跡	.....65
圖 4.8 屬於惡劣氣候損壞的海事案件分佈	.....66
圖 4.9 屬於碰撞的海事案件分佈	.....66
圖 4.10 觸礁或擱淺的海事案件分佈	.....67
圖 4.11 海難資料庫服務平台的資料登錄畫面	.....69
圖 4.12 海難資料庫服務平台的資料查詢畫面	.....69

圖 4.13	海難資料庫服務平台查詢結果-以海翔 8 號為例 .....	70
圖 4.14	海難資料庫服務平台查詢海難船舶資料之結果.....	70
圖 4.15	海難資料庫服務平台動態回播周遭交通與氣象狀況 .....	71
圖 4.16	海翔 8 號的 AIS 船舶動態與歷史軌跡 .....	73
圖 4.17	升隆 1 號 2010/1/12-13 期間 AIS 動態軌跡.....	75
圖 4.18	升隆 1 號海事案件 AIS 動態回播影片畫面 .....	76
圖 4.19	升隆 1 號在事件期間的 AIS 船舶航儀資料變化 .....	77
圖 4.20	港灣環境資訊網的蘇澳港風與流實測值.....	78
圖 4.21	升隆 1 號 2010 年 1 月歷史航跡(圓點)與海難航次之比較..	79
圖 4.22	海研五號從出港北上到南下返航途中遇難的 AIS 航跡 .....	80
圖 4.23	海研五號出事當日 AIS 軌跡(左)與外淺石附近海圖(右)....	81
圖 4.24	海研五號接近北淺石淺水區時的 AIS 報告 (動態回播) ..	81
圖 4.25	海研五號進入外淺石淺水區後的 AIS 報告 (動態回播) ..	81
圖 4.26	海研五號航經外淺石前後的航速艏向與航向變化.....	82
圖 4.27	當日 TORI 測得的表面海流 .....	82
圖 4.28	海研五號出事當日的澎湖潮位觀測.....	83
圖 5.1	台中港 8 浬外低速船舶之艏向(黃)航向(橘)航速(數字) .....	87
圖 5.2	低船速時的艏向航向角度差值分佈與航速的關係.....	87
圖 5.3	IMO GISIS 資料庫內的瑞興輪海難資料.....	88
圖 5.4	瑞興輪出基隆港時的船舶動態與一般貨輪的差異.....	90
圖 5.5	瑞興輪出基隆港到出事擱淺航跡與海氣象動態回播畫面 ...	90

圖 5.6	萬海 235 碰撞基隆港防波堤的 AIS 動態回播影片畫面 .....	91
圖 5.7	萬海 235 碰撞基隆港防波堤事件的分析.....	92
圖 5.8	海翔 8 號 2011/11 中進出基隆港時與一般貨輪的差異 .....	92
圖 5.9	偵測出的液貨輪 OBERON 實際已擱淺 .....	93
圖 5.10	跡近擱淺偵測結果-麥寮港外 .....	94
圖 5.11	跡近擱淺偵測結果-布袋港外的山寶輪 .....	94
圖 5.12	跡近擱淺偵測結果-臺南北門外海的"FU YOU"輪 .....	95
圖 5.13	以參考線排除中國大陸沿岸 AIS 資料的示意圖 .....	97
圖 5.14	跡近碰撞偵測過程排除港區及錨區內資料點的情形 .....	97
圖 5.15	兩船會遇最近距離之分佈 (2012 年) .....	98
圖 5.16	兩船相距 200 公尺內之距離與會遇狀況分佈 (2012) .....	99
圖 5.17	北部海域近距離會遇位置 (2012 年商船間) .....	103
圖 5.18	雲林至台南沿岸近距離會遇位置 (2012 年商船間) .....	103
圖 5.19	南部海域近距離會遇位置 (2012 年商船間) .....	104
圖 5.20	東港小琉球之間兩船近距離會遇位置.....	104
圖 5.21	北部海域的商船碰撞風險.....	105
圖 5.22	雲嘉南與澎湖海域商船之間的碰撞風險.....	105
圖 5.23	臺灣東南與西南海域商船之間的碰撞風險.....	106

## 表目錄

表 2-1 IMO 的海難調查相關術語定義.....	13
表 2-2 IMO GISIS MCI 模組的海難事故分類.....	14
表 2-3 IMO GISIS MCI 模組的附錄.....	15
表 2-4 液貨輪事故頻率基準(DNV 2010).....	28
表 2-5 各類事故的當地衡量因子(彙整自 DNV 2010).....	29
表 3-1 A 級 AIS 資料內容與來源.....	36
表 3-2 A 級 AIS 動態船位報告訊息的傳送間隔.....	37
表 3-3 B 級 AIS 動態船位報告訊息的傳送間隔.....	37
表 3-4 海圖圖例之項目.....	39
表 3-5 2011-2013 年有發警報的颱風列表.....	44
表 4-1 東吉波浪站的海象觀測資料摘要.....	83
表 4-2 澎湖資料浮標觀測資料摘要.....	83
表 5-1 依航向差值將會遇情境分類的準則.....	96
表 5-2 距離 20m 內的兩船類別組合分佈.....	100
表 5-3 接近至 20~40m 的兩船類別組合分佈.....	101

# 第一章 緒論

## 1.1 計畫緣起與目的

民國 99 年 12 月 16 日行政院第 3226 次會議核定的「中華民國科學技術白皮書 (民國 100 年至 103 年)」設定的遠景是：2020 年我國成為綠能科技與智慧生活的全球創新領航者。

交通部推動科學技術發展的目標包括：

- (1) 推動交通系統品質管理科技，提升交通工程與經營管理效率、安全、可靠及節能減碳之績效；
- (2) 強化各項基礎資料之蒐集與資訊系統建立之機制，配合研發建置各類運輸系統安全監測、預防及即時反應科技，以確保運輸系統安全，減少生命財產損失；
- (3) 研發及推動綠色運輸科技在陸海空運輸系統之應用；
- (4) 推動現代化氣象及海象觀測為健康臺灣提供優質氣象資訊，並配合與運輸系統管理及資訊服務之整合應用。
- (5) 推動通訊整體資源規劃與研究，提供運輸系統資訊及管理服務應用。

本計畫可發揮臺灣海域船舶動態系統與海氣象觀測調查研究成果之加值應用效益，對應前述各項科學技術發展目標，發揮槓桿效果。

我國對資通訊科技應用的推動係從 E(Electronic)化、M(Mobile)化、到 U(Ubiquitous)化與智慧化，逐步達到提供無所不在、隨處可得優質 e-化生活服務的社會環境。相關科技也在聯合國國際海事組織的主持推動下，逐步發展應用於海運系統，目標除了一貫的「安全」與「效率」之外，已更強調「環保」。

經過國際上多年的努力，「電子海圖顯示與資訊系統(Electronic Chart Display and Information System, ECDIS)」終於在 2012 年起成為「海上人命安全國際公約(Safety Of Life At Sea Convention, SOLAS)」的船舶強制安裝配備，航海作業自此正式從紙海圖轉移至電子海圖（或稱電子航行圖）。國際海事組織正推動的 e-化航行策略也設定於 2014 年完成實行計畫，從概念進入實現階段。相關國際會議文件顯示：歐盟、美、加、日、韓、澳洲等都已經研擬策略積極投入研發，除了對應其本土問題，更希望成為 e-化航行世代的創新領航者。

此外節能減碳的議題不僅受到公部門或港埠重視，海運業界也已開始採取措施，例如 OCIMF（Oil Companies International Marine Forum）論壇與 INTERTANKO（International Association of Independent Tanker Owners）協會推出 Virtual Arrival 的概念，配合靠港卸貨可能的等候延遲、海氣象與航行時間的影響，動態調整以「最佳航速」達到節能減碳。該方案至今的試驗都頗具成效，但其中還有許多待探討的問題，尤其在推算最佳航速與效益的參數與方法上。

在智慧型海運系統與 e-化航行方面，歐盟依據其波羅的海區域策略繼 EfficienSea 計畫之後，於 2011 年中啟動 Mona Lisa（Motorways & Electronic Navigation by Intelligence at Sea）計畫。目標是發展海上公路、部署創新的 e 化航行方案，聚焦於海運的環境面—綠色路廊。Mona Lisa 計畫的工作項目主要有三：以動態主動式航路規劃優化航路以減碳；發展海上公路概念以促成綠色路廊、發展具體的 e 化航行應用、重新測量航道。

由此可知，航路規劃與執行已成為 e-化航行、智慧化海運系統、以及綠色海運極具潛力或受重視的研究方向。

ECDIS 屬於資訊系統層面的最主要功能設計正是：「航路計畫」、「航路監視」、「航程記錄」。而基於船舶自動辨識系統(Automatic Identification System, AIS)的臺灣海域船舶動態系統及其累積的巨量歷史資料，無論在研究開發階段或是實現施行的階段都是不可或缺的基礎與工具。

基於前述中華民國科學技術白皮書遠景與交通部推動科學技術發展目標，考量國內目前需求與未來環境，本計畫擬結合船舶動態以及電子海圖與海氣象環境資訊，發展沿岸航路與進出港領航的綠色概念智慧化應用服務技術。

整體而言，預期分年完成下列工作：

1. 船舶操作面之節能減碳關鍵數據自動化蒐集
2. 船舶交通服務之安全性與效率性效益之分析技術
3. 碰撞、擱淺、航儀或是機械故障、漂流等事故隱患偵測技術
4. 海難資料庫分析與海事調查輔助技術與服務
5. 航路建議與航程評估服務
6. 主要航道高品質 3D 動態航行海圖
7. 智慧領航行動平台與岸際雲端服務

## 1.2 研究規劃

整體計畫的分年執行策略如下：

第一年（102）先建立整合船舶動態資料與電子海圖地理資料庫之分析技術與平台。利用空間資訊分析與統計技術，設計港埠與船舶的節能減碳議題中屬於船舶操作面的船舶活動排放量資料的自動化蒐集；也為船舶交通服務之安全性與效率性效益分析提供更完整、真實的量化指標。

第二年（103）整合船舶動態、電子海圖與海氣象資料，建立碰撞、擱淺、航儀或是機械故障、漂流等事故隱患偵測技術，也從船舶航儀動態、航路交通、海域環境、海氣象狀況等方面的資料關聯，為海難資料庫建立分析技術與服務。

第三年（104）以前兩年成果為基礎，加入相關資料的(多媒體)動態整合分析與呈現以輔助海事調查，並試驗此海事調查輔助服務與海難資料庫的連結；以歷史資料庫為模擬驗證依據，設計試驗航路建議服務與航程評估服務於利用即時資料之即時運作。

第四年（105）為使計畫成果落實應用，擬以結合船舶動態、電子海圖與海氣象資訊之應用技術成果，設計為岸際雲端服務，以利其他各相關系統或服務的介接應用；並設計智慧領港行動平台，從領港與船舶交通服務開始實現 e-化航行概念之船岸協調合作。並以新世代電子航行海圖技術，建立主要航道高品質 3D 動態航行海圖。

AIS 是 SOLAS 國際公約強制船舶安裝的裝備，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。目前更已有不少漁船基於本身航行安全而自願安裝。

船舶透過 AIS 設備對外廣播下列動靜態與航程資訊：

- (1) 識別碼—水上行動通訊識別碼 MMSI、船名、無線電呼號、船舶 IMO 編號
- (2) 航儀動態—GPS 定位經緯度、對地航向航速、船艏向、轉向速率
- (3) 船舶靜態與航程資料—船舶與貨載種類、天線位置與船舶長寬、目前最大靜態吃水、定位系統、目的港、預計抵達時間。

除了自動化的基本報告之外，AIS 更有二進制特殊應用訊息的機制，且國際海事組織已通過多種國際通用的標準應用訊息格式可提供岸或是船舶之間系統對系統的軟體自動化應用。

本所自 2009 年開始建置運作的「台灣海域船舶動態系統」透過沿岸各 AIS 接收站蒐集到大量的船舶航跡。這些航跡是各船舶在依據海圖等航海資訊與經驗規劃其航路後，受到航儀感測值、定位、船舶操縱、海氣象水文、交通狀況影響後造成的結果。若能再依主要影響因素分類分析探勘，此知識經驗的豐富庫藏具有多方面決策支援應用潛力，甚至可據以發展專家系統。軌跡資料的時間空間特性與龐大資料量是其分析應用的挑戰，市面上的地理資訊系統或統計分析工具軟體無法有效處理，必須再開發專用分析軟體模組或整合系統服務。

在前期電子海圖、e-化航行與智慧化海運系統的研究中，已建置電子海圖資料庫與相關應用服務，也已就 AIS 的歷史資料與即時動態資料研發資料分析、航跡探勘以及即時預測預警技術。本期計畫擬再將電子海圖與海氣象資訊等重要因素納入分析，擴展提升具體應用效益。

### 1.3 前期計畫相關成果

前期計畫之成果為本期計畫之重要基礎，茲將相關成果摘要說明如下：

電子航行圖是 e-化航行的首要關鍵支柱，臺灣海域電子海圖資料庫與相關服務系統於 94-97 年執行的「電子海圖服務與資料安全系統建立研究」四年計畫中建置完成。

98-101 年的「智慧化海運系統之建立」四年計畫所建立基於 AIS 的交通流分析統計技術包括：穿越地理參考線的偵測分析技術（包括方向、速度、區段密度分布等），交通流分析之互動式網路應用服務；高風險時空密集區偵測分析技術；從軌跡探勘得出船舶交通流代表路徑，用於預估船舶路徑航程，輔助航道規劃與管理。

此外「智慧化海運系統之建立」四年計畫之相關研發成果還包括：利用 AIS 特定應用訊息(Application-Specific Message, ASM)於船舶之間以及船岸之間交換資料的資通訊功能模組；整合海陸域多種網路地圖服務、代表路徑與交通流分析操作、以及船舶動態航跡即時顯示的 e-化航行岸端整合操作平台；可整合航路計畫、航行警告、AIS 區域通知/警告、電子海圖等，強調「狀況感知」的智慧型船舶資通訊平台。101 年的計畫並以船舶報告航路、岸台提供航路建議的案例示範展示 AIS ASM 的應用。

本期計畫第一年(102)的成果如下：

- (1) 建立方法與平台，可依據 AIS 船舶長寬、天線位置、航向或艏向等動靜態產生真實比例輪廓之船舶圖徵、船舶領域圖徵，並將此等圖徵和取自電子海圖網路圖徵服務之水深資訊整合分析，偵測跡近擱淺事件。
- (2) 統計分析台中港外 3 哩、3-10 哩以及澎湖水道等不同航行水域之各相對方位船舶距離分佈，並比較不同船舶領域邊界定義的適用情形。成果可用於交通容量評估、航道規劃、偵測跡近碰撞事件；

- (3) 分析 AIS 動態航跡的速度變化，偵測取出在港外停船漂航的情形及其時間長度與空間分佈。
- (4) 分析 AIS 航跡穿越不同距離圈的角度及其到進港的實際航行時間與距離等，分別以進港航跡長度與航行時間分析偵測可能因等待領港/拖船、碼頭泊位或進出港排程等影響而在港外徘徊或是繞遠路才駛進港口的異常狀況，以及這些船舶進港後靠泊的碼頭位置。可據以檢視後續改善的重點。
- (5) 建立直接分析 AIS 航跡，自動取得估算船舶排放量所需之負載因子與活動量等參數的方法；
- (6) 建立先內插 AIS 航跡點再以網格式計算自動取得估算船舶排放量所需之負載因子與活動量等參數的方法，以此方法可同時得到排放量的空間分佈，不只適用於港口範圍也適用沿岸。

## 1.4 研究範圍與對象

今（103）年計畫的主要項目、範圍與對象如下：

### 1. 建立整合船舶動態、電子海圖與海氣象資料之分析技術與平台

船舶動態資料取自臺灣海域船舶動態資訊系統 AIS 資料；電子海圖地理資料庫採用臺灣海域電子航行圖資料庫；海氣象資訊以本所、交通部中央氣象局、國家實驗研究院臺灣海洋科技研究中心等單位可提供之資料為主。

### 2. 建立碰撞、擱淺、航儀或是機械故障、漂流等事故隱患偵測技術

以臺灣海域船舶動態資訊系統之 AIS 船舶動態資料庫為主，前項技術與平台為輔。

### 3. 建立海難資料庫分析技術與服務

以 2004 年 SOLAS 船舶開始安裝 AIS 後的海難事件資料庫為主要對象與範圍。無位置資訊的事件則盡量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。

## 1.5 執行情形與報告架構

本計畫於 2014 年 2 月 20 日開始執行，已依規劃時程順利完成。

報告架構如下：第一章概述計畫目的與規劃；第二章探討國內外相關研究發展與文獻；第三章提出船舶動態、電子海圖與海氣象的資料整合分析成果；第四章是海難資料庫分析技術與服務；第五章是跡近事故的偵測技術與結果；第六章提出結論與建議。

## 第二章 相關研究發展與文獻探討

### 2.1 國際海事組織

#### 2.1.1 「跡近事故 (Near-miss)」報告

Near miss 這個名詞在許多重視安全的行業領域中都愈來愈受到重視，但似乎沒有統一或一體適用的中文翻譯方式。在醫學領域通常翻譯成「跡近錯失」或「跡近錯誤」，以示其有跡可循的特點。我國內政部消防署參考其他國家建立的提報系統將 near miss 翻譯為「虛驚事件」。另有「倖免於難」、「僥倖脫險」、「未遂事件」等說法。由於在海運的 near miss 事件中，常見 near collision 與 near grounding 等，在此報告中將以「跡近事故」稱之，並分別以「跡近碰撞」和「跡近擱淺」表示 near collision 與 near grounding。

2008 年「國際海事組織 (International Maritime Organization, IMO)」的海事安全委員會與海洋環境保護委員會共同以通函 (MSC-MEPC.7/Circ.7) 向各國發出 "Guidance on Near-miss Reporting"，希望藉由鼓勵報告 near-miss 提升海運安全文化。該指南指出：調查 near-miss 是持續改善安全管理系統不可或缺的要件。其對於 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」。

對應於「跡近碰撞」和「跡近觸礁擱淺」的範例分別如下：

- (1) 因採取緊急措施而避免了碰撞；
- (2) 船舶偏航誤入淺水區，還好遇到不尋常的高潮位而未擱淺。

建議之 near-miss 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。

## 2.1.2 國際安全管理章程 (ISM code)

「國際安全管理章程 (International Safety Management Code, 簡稱 ISM Code)」於 1993 年 IMO 大會通過採納，並於 1994 年透過修訂「海上人命安全國際公約 (Safety Of Life At Sea Convention, SOLAS)」將 ISM code 增列於第 9 章，使 ISM code 自 1998 年起對客輪、油輪、散裝貨輪具備強制性。其後更於 2002 年擴大適用於更多貨輪以及海上移動鑽油平台。

ISM code 的目的是從管理面促進船舶安全營運及防止海洋污染。ISM code 要求船公司的安全管理目標應包括：

- (1) 提供船舶營運的安全實務以及安全的工作環境；
- (2) 就船舶、人員、環境的所有已知風險制定預防措施；
- (3) 持續增進船、岸人員的安全管理技能，包括安全及環保相關的應急準備。

2008 年通過並於 2010 年 7 月 1 日生效的國際海事組織 MSC.273(85) ISM code 修正案決議將其中第 1.2.2 條公司的安全管理目標的第二項從原條文「針對所有已確知的風險制訂預防措施」修改為「就所有被認為對其船舶、人員和環境的風險進行評估並制訂防護措施」。也就是說，強制要求船舶安全管理制度必須執行「風險評估」，包括系統性地檢視風險所在、評估並控制之，提出風險評估政策的書面文件，及其選擇之風險評估方法的程序與指示。

### 2.1.3 海難調查章程

IMO 的「海難調查章程 (Casualty Investigation Code)」於 2008 年通過，並於 2010 年 1 月 1 日起生效。該章程及相關通函與指南如下：

- (1) IMO Resolution MSC.255 (84), Adoption of the code of the international standards and recommended practices for a safety investigation into a marine casualty or marine accident (Casualty Investigation Code), adopted on 16 May 2008.
- (2) IMO MSC-MPEEC.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, article s 8 and 12, 28 August 2013.
- (3) IMO Assembly Resolution A.1075 (28), Guidelines to assist investigations in the implementation of the Casualty Investigation Code (Resolution MSC.255 (84)), adopted on 4 Dec. 2013.

MSC-MPEEC.3/Circ.4 是關於各成員國利用向 IMO 通報海難資料的程序與格式，而且是針對透過網際網路在 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)」執行的電子式通報。該通函特別聲明這些報告並不能取代下列文件所述報告要求：

- (1) MSC/Circ.539/Add.2 - Reports on casualty statistics concerning fishing vessels and fishermen at sea.
- (2) MSC/Circ.802-MEPC/Circ.332- Provision of preliminary information on serious and very serious casualties by rescue coordination centers.
- (3) MEPC/Circ.318 - Formats for a mandatory reporting under MARPOL 73/78, part 1.

就我國目前的政府組織架構而言，上述(1)至(3)文件所述通報責任

對應的政府機關分別是農委會漁業署、海巡署、環保署。

海難事件可能有很多的肇因以及相關安全問題，因此安全調查必須有足夠的廣度。IMO A.1075(28)把安全調查的範圍分為下列五個區塊：

- (1) 人
- (2) 環境
- (3) 設備
- (4) 處置與程序
- (5) 組織及外在影響

在探討海難事故時有幾個術語很容易造成混淆，IMO A.1075 特別為此列出如表 2-1 的術語定義，並以圖 2.1 說明導致海難發生的一系列事件可以怎樣用這些術語予以分類。

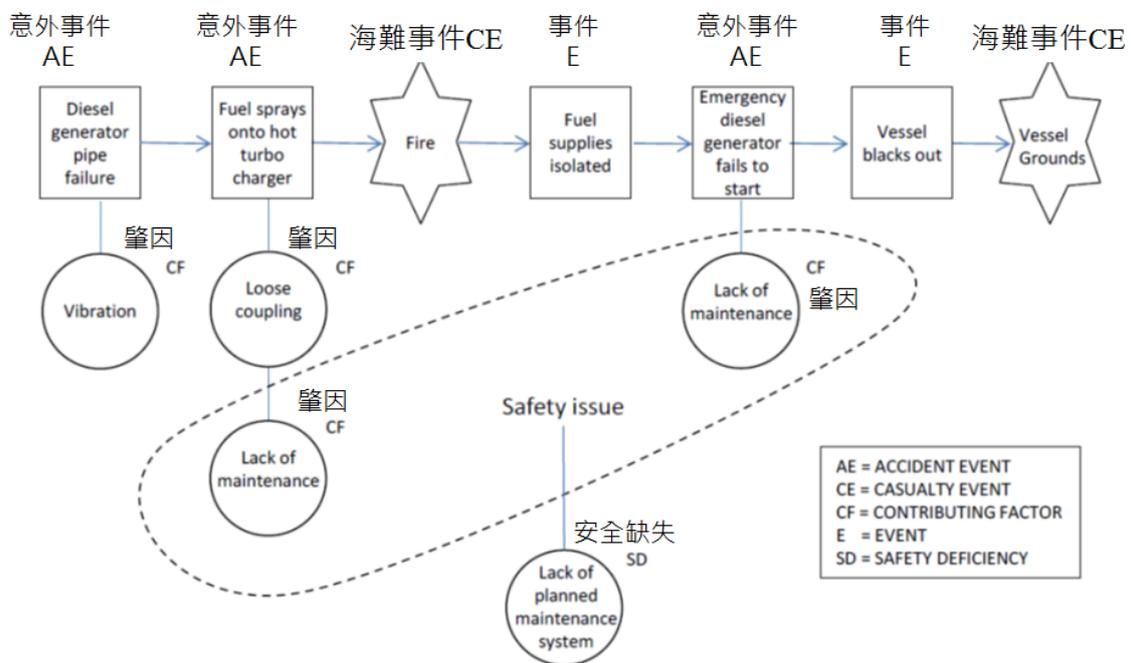


圖 2.1 以術語分類描述導致海難發生的事件序列 (IMO A.1075)

表 2-1 IMO 的海難調查相關術語定義

Event 事件	An action, omission or other happening
Casualty event 海難事故	The marine casualty or marine incident, or one of a number of connected marine casualties and/or marine incidents forming the overall occurrence (e.g. a fire leading to a loss of propulsion leading to a grounding).
Accident event 意外事件	An event that is assessed to be inappropriate and significant in the sequence of events that led to the marine casualty or marine incident (e.g. human erroneous action, equipment failure).
Contributing factor 促成因素/肇因	A condition that may have contributed to an accident event or worsened its consequence (e.g. man/machine interaction, inadequate illumination).
Safety issue 安全問題	An issue that encompasses one or more contributing factors and/or other unsafe conditions.
Safety deficiency 安全缺失	A safety issue with risks for which existing defences aimed at preventing an accident event, and/or those aimed at eliminating or reducing its consequences, are assessed to be either inadequate or missing.

## 2.1.4 國際海事組織的海難資料庫

IMO 的全球整合航運資訊系統(GISIS)設有海難事故模組(MCI)，提供 IMO 成員國查詢及填報海難調查資料，也有部分開放大眾查詢資料。

MCI 資料庫內登錄的海難有兩類資訊：

第一類是從各種來源蒐集的事實資料；

第二類是基於海難調查報告的闡述資訊。

MCI 模組內容包括通報給 IMO 的完整海事安全調查報告，也包括對這些報告的分析，以利指認整體趨勢與潛在顧慮。

GISIS 的 MCI 模組為了海難資料的登錄而採取的分類如表 2-2。

**表 2-2 IMO GISIS MCI 模組的海難事故分類**

類別	說明
非常嚴重的海難	船舶全損、人員死亡、嚴重汙染
嚴重的海難	未達非常嚴重的海難；涉及火災，爆炸，碰撞，擱淺，觸碰，惡劣天氣的損害，冰傷，船體破裂，或懷疑船體缺陷等，導致船舶不宜繼續航行，或造成汙染，或故障須拖船或岸上協助
較不嚴重的海難	未達非常嚴重的海難或嚴重的海難；為了記錄有用的資訊也包括海上事故
海上事故	包括「危險事件」和「跡近事故」

依據 IMO MSC-MPEEC.3/Circ.4，對於非常嚴重的海難，海事安全調查國除了須填報該通函附錄要求的資料之外，還必須提送海事安全調查給 IMO；其他海難或事故如果有重要教訓可以作為借鏡，則除了填寫資料庫也應提送完整的調查報告。該通函並敦請調查國在海難或事故發

生後儘速於 GISIS MCI 模組登錄關於該海難的基本事實資料。在此初期，調查國應至少填寫附錄 1 與 2 所有以星號標記的欄位(本研究附註：文件中並未看到任何星號標記，推測是在網路系統上填寫時才看得到)，並盡可能填寫附錄 3 的後果資料。

GISIS MCI 模組分為五個附錄，整理如表 2-3：

**表 2-3 IMO GISIS MCI 模組的附錄**

附錄	主題	內容
一	一般資訊	<p>(1) 概括資訊</p> <p>海事安全調查國、涉案船舶數、已採取之行動、安全建議焦點、安全建議接受度、安全建議</p> <p>(2) 海難事故基本資料</p> <p>事件總結、初始發生日期時間、初始發生之船位經緯度、初始發生之位置、整體事故之指定海難事件、整體事故之嚴重性</p> <p>(3) 外在環境數據</p> <p>海況、風力、自然光、能見度、天氣類型、冰況。</p>
二	事實資訊	<p>每艘涉案船的事實資料，分為：</p> <p>(1) 船舶資料</p> <p>(2) 航次資料</p> <p>(3) 海難資料</p> <p>(4) 後果</p>
三	海難分析資料	<p>對於每艘涉案船的每一海難事件的每一意外事件(例如圖 2.1)，依特性分別填寫，意外事件表格分類如下：</p> <p>(1) 人員錯誤行為</p> <p>(2) 設備故障</p>

		<p>(3) 危險物質影響</p> <p>(4) 環境影響</p> <p>(5) 外部機構</p>
四	補充資訊	<p>關於每一海難或事故在各種特定情況下須補充的資訊，例如：</p> <p>如果是「翻覆/傾側」海難事件或「船舶全損」，而且總長超過 25m（漁船 15m），則需再填寫的資料包括：波長、波高、相對於船艙向之風向、相對於船艙向之浪向、發生海難時之船速... 等等</p>
五	欄位值選項表	<p>用於上述附錄欄位以單選或複選方式選填時的選項表。</p> <p>計有：安全建議焦點、初始海難或事故的位置、海難事件、海難事件嚴重性、海況、風級、自然光、能見度、油貨/燃油類型與數量、意外事件、職位、相關訓練、錯誤類型、暫時性的相關肇因、永久性的相關肇因、運作上的肇因、管理/組織上的肇因、設備系統、設備故障類型、危險物質類型、危險物質影響之類型、環境影響現象、外部機構制度、受到影響的外部機構任務... 等等共 30 個表。</p>

我國目前並非 IMO 成員國，為了解 IMO 海難資料庫內關於我國國輪或發生於臺灣海域的海難的登錄情形，因此以海洋大學名義申請之個人帳號進入 GISIS MCI 模組，以位置條件查詢 Taiwan 及基隆臺中高雄等國際商港的海難資料，圖 2-2 是基隆港的查詢結果。

Reference #	Ships involved #	Location #	Incident date #	Type of casualty #	Investigation Reports #	Reporting Administration #
C0008735	HAI HSIANG NO 8 (-)	Off Keelung port in the north of Taiwan, China Island	2012-03-19	Very serious	-	IMO Secretariat
C0008783	OCEAN GLORY (-)	Port of Keelung	2012-03-19	Very serious	-	IMO Secretariat
C0008543	JUI HSING (IMO 7400041)	COASTAL WATERS NEAR KEELUNG CITY, TAIWAN, CHINA	2011-10-02	Very serious	1	Panama
C0007450	MORNING SUN (IMO 8221519)	The Port of Keelung is the major port in Northern Taiwan, China	2008-11-10	Serious	1	Panama
C0002666	NAME NOT REPORTED (-) UNIVERSAL ISLAND (IMO 9159309)	Keelung Harbour Quarantine	1999-07-13	Very serious	-	IMO Secretariat
C0004268	BUNGA TANJUNG (IMO 8618889) WIE FONE NO.1 (IMO 0)	Keelung	1998-06-16	Serious	-	IMO Secretariat
C0002001	AMANAH (IMO 8204664)	Keelung Port	1998-01-04	Very serious	-	IMO Secretariat
C0007648	EVER LINKING (-) QUATSINO SOUND (-)	In Keelung Roads, ROC	1987-02-14	Serious	1	IMO Secretariat
C0008274	NEW ENGLAND TRAPPER (-) PF845 (-)	In the approaches to Keelung Harbor, Taiwan, China	1978-04-25	Very serious	1	IMO Secretariat

圖 2.2 以基隆為位置條件搜尋 IMO 海難資料庫的結果截圖

在基隆外海翻覆的高雄籍「海翔 8 號」砂石船、在基隆與萬里交界處觸礁擱淺的巴拿馬籍砂石船「瑞興輪」、擱淺於新北市石門鄉海岸的巴拿馬籍汽車運載船「晨曦號」等海難都在列，而圖 2.2 第 2 筆 Ocean Glory 其實也就是海翔 8 號。

從 GISIS 資料庫查詢可知：關於我國籍船舶在臺灣海域發生的重大海難，是由 IMO 秘書處登錄，但內容通常僅限於船舶基本資料以及如媒體報導般的摘要敘述。

本計畫執行期間南韓發生世越號傾覆的重大海難，因此查詢 IMO GISIS 海難資料庫登錄狀況，結果畫面如圖 2.3，從 6 月至今 11 月資料都還是僅限於 IMO 秘書處登錄的初步概述。

Reference	Ships involved	Location	Incident date	Type of casualty	Investigation Reports	Reporting Administration
C0009263	SEWOL (IMO 9105205)	Sailing from Incheon to the Island of Jeju, Republic of Korea	2014-04-16	Very serious	-	IMO Secretariat


INTERNATIONAL MARITIME ORGANIZATION
Feedback | Log Out

GISIS: Marine Casualties and Incidents

Public User: sjchang

Public Home > Marine Casualties and Incidents > Incident Data

Basic Search | Advanced Search

**Incident Ref.** C0009263

**Ship(s):** SEWOL (IMO 9105205)

**Date:** 2014-04-16

**Location:** Sailing from Incheon to the Island of Jeju, Republic of Korea

**Type:** Very serious

---

[Incident Summary](#)

[Reporting Forms](#)

- [Annex 1](#) [0]
- [Annex 2](#) [0]
- [Annex 3](#) [0]
- [Annex 4](#) [0]
- [Annex 5](#) [0]
- [Annex 6](#) [0]
- [Annex 7](#) [0]
- [Annex 8](#) [0]
- [Annex 9](#) [0]
- [Annex 10](#) [0]

[Investigation Reports](#) [0]

[Analyses](#) [0]

### Incident Summary

#### Ship(s) involved

#### Event details

**Time of incident (local onboard):**

Date: 2014-04-16  
Time: 08:55

**Location:**

Place/area name: Sailing from Incheon to the Island of Jeju, Republic of Korea  
Latitude:  
Longitude:

**Coastal Administration(s):**

**Type of casualty:**  
Very Serious Casualties

**Initial event:**  
Foundering

**Summary of events:**

The ferry, carrying mainly school students, was travelling from the port of Incheon, in the north-west, to the southern resort island of Jeju.

Reports said the ship capsized and sank within a period of two hours

One body, of a female crew member, had been recovered from the ship, the coastguard said. Another person is reported to have died after being rescued.

- Ferry - named Sewol - was travelling from Incheon to Jeju Island
- It has a capacity of 900 people but was carrying about 459 people
- Passengers include about 330 students from Danwon High School in Ansan, a suburb of Seoul

It is not yet clear what caused the incident, but witnesses described hearing an impact, before the ship listed and quickly sank. Weather conditions were described as fine.

News agencies said the ferry had sent out a distress signal about 20km (12 miles) off the island of Byungpoong at about 09:00 local time (00:00 GMT)

The S&R work resumed around 5 pm but no news for survivors yet. The number of people on board increased from 459 to 475 as some drivers of vehicles were not counted into the original number. As at 6 pm, six lives lost and 290 still missing

©2014 International Maritime Organization [ [Disclaimer](#) | [Terms of Use](#) ] [Notes on nomenclature](#)

圖 2.3 登錄於 GISIS 的南韓世越號海難資料網頁 (2014-11-16 查詢)

## 2.2 歐盟地區相關研究發展

### 2.2.1 芬蘭海事研究中心的相關研究

歐盟地區的海事安全管理系列研究計畫有：METKU (Development of Maritime Safety Culture, 2008-2010 年) 及其延續計畫 CAFE (Competitive Advantage by Safety, 2010-2013 年)。這兩個計畫都是由芬蘭 Kotka 海事研究中心主導執行，該中心簡稱 KMRC，是由 4 所大學與研究機構在海運物流、海事安全與海洋環境方面的專家共同組成。

METKU 計畫名稱是「發展海事安全文化」，重點在於評估「國際安全管理章程」對航運公司以及海事與港埠安全管理的影響；

CAFE 計畫則是聚焦於 METKU 指出的海事安全管理缺失，研究目的是以安全管理增進航運的競爭力。

芬蘭 Kotka 海事研究中心 (KMRC) 在海上交通安全方面的研究主軸是：交通流的數學模型以及基於交通流評估的風險模型。該中心採用系統性的研究方法，涵蓋所有船舶交通模式並逐一確認各航路上最危險的區域。模型所需的輸入參數取自 AIS 資料與海難事故的統計分析。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 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 Near-miss 事件資料庫被 KMRC 視為另一個重要的資料來源，但也指出這部分尚待研發出適當的蒐集系統。依據 KMRC 舉辦之 IMISS (2011 International Maritime Incident and Near Miss Reporting Conference) 國際研討會獲得的共識：海上交通事故與事件資料的蒐集與儲存需要改進的地方包括漏報、資料庫分類法的差異、填報資料的缺漏與錯誤。

## 2.2.2 歐盟的歐洲海難資訊平台

在海難資料庫與海事調查方面，歐盟以 DIRECTIVE 2009/18/EC 指令明訂由委員會設置「歐洲海難資訊平台(European Marine Casualty Information Platform, EMCIP)」，要求歐盟各國從 2011 年 6 月 17 日開始將海難事故與事件依規定格式通報委員會，並依據 EMCIP 的資料庫網要填送調查報告與資料至 EMCIP 以供彙整分析。

EMCIP 入口網站 (<http://emcipportal.jrc.ec.europa.eu>) 與資料庫都是 Web-based 的系統。EMCIP 讓各成員國以同一網路平台彙整本國資料，並提供跨國協作機制，使整個歐盟的海上事故資料能有一致性的分析。各成員國可以藉此平台查詢資料、分析製作統計報表。在成員國的同意下，再從 EMCIP 平台將某些海難調查結果傳送給國際海事組織的 GISIS，以履行其國家義務。

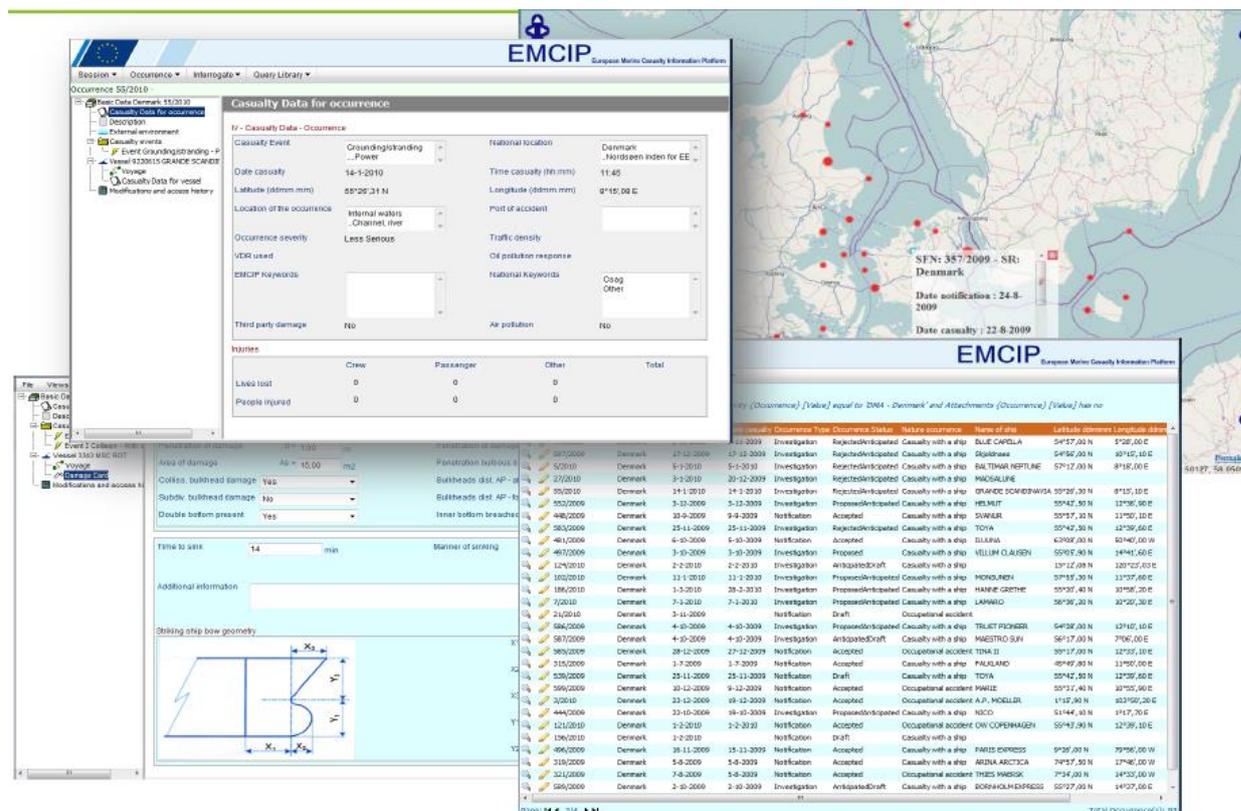


圖 2.4 歐洲海難資訊平台 EMCIP 畫面

### 2.2.3 波羅的海區域的 EfficienSea 計畫

波羅的海區域的 EfficienSea 計畫（2008/10-2012/1）是經費達 800 萬歐元(約台幣 3 億 6 仟萬)由 7 國參與的區域研究計畫，全名”Efficient, Safe and Sustainable Traffic at Sea“。

EfficienSea 計畫與本計畫最相關的項目是「動態風險管理」，而其目標是研發偵測潛在危險情境的自動化工具，以利交通管制工作。具體而言是：開發船舶交通流與相關風險模擬工具軟體，以管理船舶碰撞、擱淺或異常運作等動態風險，架構如圖 2.5。EfficienSea 該項研發工作是以丹麥技術大學、GateHouse 公司、瑞典 SSPA 公司、芬蘭 VTT (Technical Research Center of Finland, <http://www.vtt.fi/>) 合作的 BaSSy (Baltic Sea Safety) 與 IWRIS (Intelligent Waterborne Risk Indicator System) 計畫為基礎，而且強調無論是靜態或動態風險評估工具都應該是以地理資訊系統 (GIS) 為基礎的應用軟體。

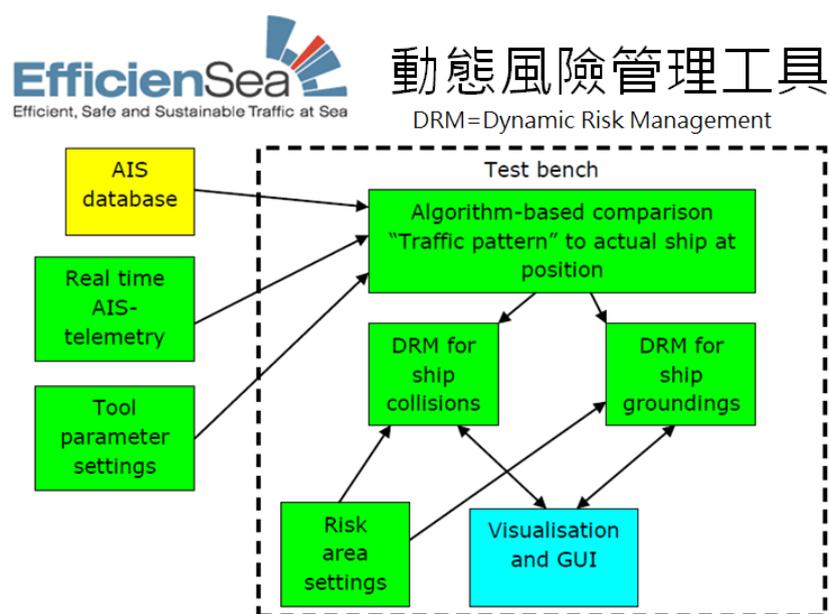


圖 2.5 EfficienSea 計畫的動態風險管理工具研發架構

芬蘭 VTT 的動態風險演算法是基於機率模型，程序大致如下：  
(1) AIS 資料的前置處理(2)將研究區域切割成網格(3)從 AIS 資料估算各網格的轉移矩陣，依據各網格船舶移動方向的機率分佈(4)評估各網

格可能的碰撞風險，同一網格同一時間內有兩艘船舶的機率(5)各網格異常狀況之偵測(6)測試不同參數(7)以真實的 AIS 資料測試(8)驗證。

IWRIS 計畫先用 Markov chain 在二維網格模擬產生船舶軌跡，再用 Bayesian Statistics- Bayesian 更新演算法從船舶軌跡觀測動態估計轉移機率。

BaSSy 計畫避免擱淺與避免碰撞等決策支援工具都是基於從船舶歷史航跡交通流取出的特徵，例如：不同船種與船舶長度在一些航道上或各網格的航向、航速、艏向、吃水等分佈，以及通過網格時的風向/風速、流向/流速。概念如圖 2.6。

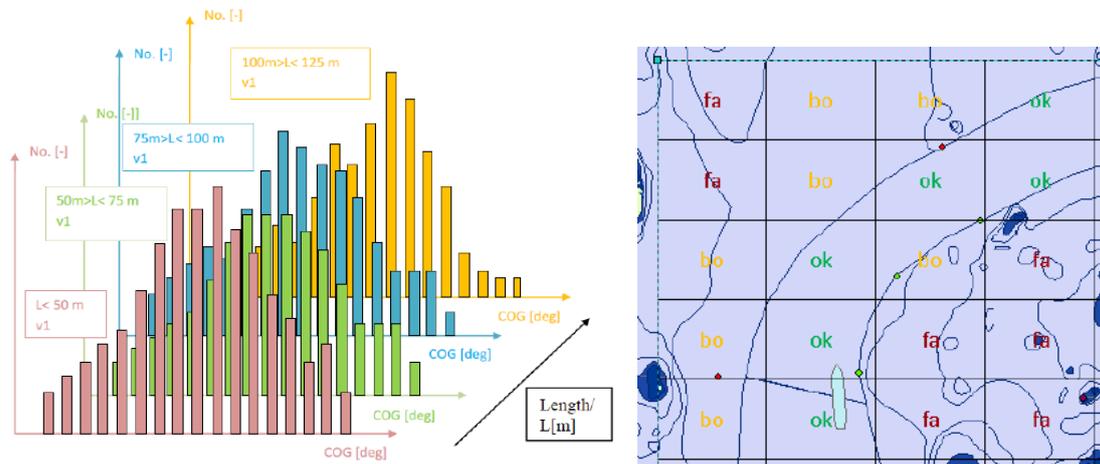


圖 2.6 取得網格內航跡參數特徵再用於評估風險的示意圖

這些演算法或模型、工具都需要驗證或以事故資料輔助確認參數。例如：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標準差比較大的區塊內，而船舶在發生事故前確實偏離典型的交通模式。

## 2.2.4 挪威利用自願漂流事件建立風壓差參數的研究

在漂流碰撞事件方面可參考挪威研究委員會委託 Christian Michelsen Research (<http://www.cmr.no/>)的研究計畫，其研究目的包括：

- (1) 在船舶開始漂流時即時偵測並通報；
- (2) 利用風壓差 (leeway) 模型預測可能的漂流路徑；
- (3) 計算該船碰撞離岸結構或觸底擱淺的機率。

其蒐集大型船舶漂流特性的方法是：關聯 AIS 資料與可得的氣象資料 (風、浪、表面流) 並利用自願漂流事件建立不同種類船舶的漂流參數分類。研發架構如圖 2.7。

該研究是以艏向幾乎垂直航向且船速極低為準則來偵測漂流事件。

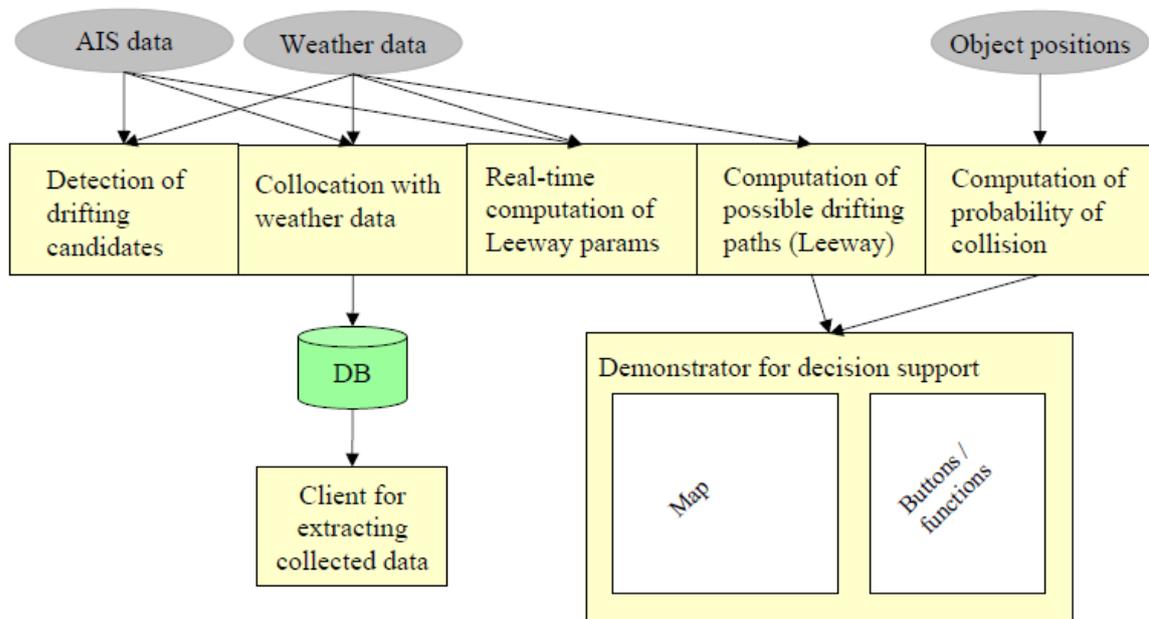


圖 2.7 挪威 CMR 對於船舶漂流動態風險管理的研發架構

## 2.2.5 法國 MINES ParisTech 以規則推理辨識事故風險的研究

法國 MINES ParisTech 的危機與風險研究中心在 2012 年系統工程系統國際會議中提出以規則推理自動辨識海上事故風險的系統架構，如圖 2.8。依其架構：可透過資料探勘從歷史資料中取得風險狀況（海況、船況）、風險海域、風險行為等知識再由專家評估確認（若直接由專家腦力激盪產生，可能侷限於個人經驗），然後將此專家知識納入電腦化的規則推理，以自動辨識海事風險，用於海上交通安全的監控管理。該論文僅提出架構並未呈現實際成果。

該研究團隊同時提出以空間推論強化「語意網規則語言(Semantic Web Rule Language, SWRL)」以偵測海上異常狀況。他們以基於「本體知識(ontology)」的地理資訊系統為雛型驗證其研究假設。展示的案例一是偵測在限制水域內的船位，案例二則是以幾何相似度偵測平行的軌跡。

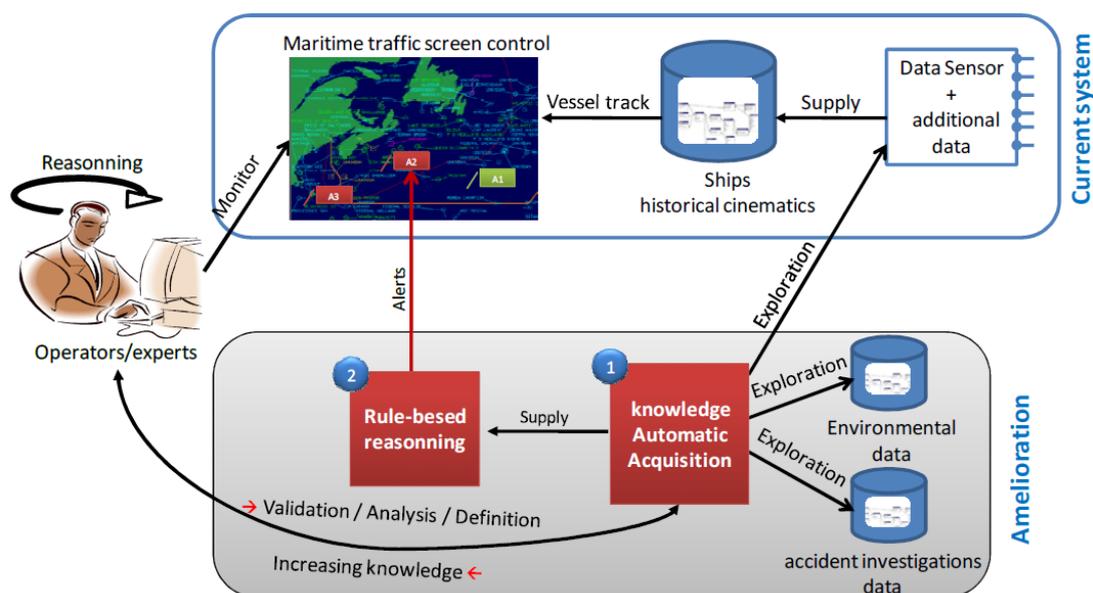


圖 2.8 法國 MINES ParisTech 危機與風險研究中心提出的系統架構

## 2.3 美國的相關研究

美國 CIFRE 的 "Mining Automatic Identification Systems (AIS) Data for Improved Vessel Trip Analysis Capabilities" 計畫 (以下簡稱 CIFRE 計畫) 研發近即時處理多個 AIS 站之船舶動態資料並提供特定目的資料查詢的功能, 藉此分析高風險與高交通量的位置、更準確估算航行時間、偵測船舶的抵達、指出關鍵交通區域據以投資強化、改善碼頭之運作管理、更了解特定區域的船舶交通狀況。研究範圍是大湖區與內陸水道。

CIFRE 計畫提出的研究方法包括：

- (1) 關聯 AIS 資料與顯著或極端的氣候事件 (高/低水位狀況、能見度降低、強風)；
- (2) 在 AIS 涵蓋範圍外利用其他網路服務資料產生船舶動態資料；
- (3) 分析 AIS 涵蓋範圍內的船舶種類與尺寸；
- (4) 編輯彙整關鍵區域內的船舶交通數據做為基礎建設投資的依據；
- (5) 統計 AIS 涵蓋範圍內的船舶航速；
- (6) 自動偵測船舶抵達與離開碼頭或碼頭設施，及其停留時間；
- (7) 港口設施內船舶停止事件的自動偵測 (例如：駁船、排隊等)；
- (8) 分析船舶停止事件與「航行興趣點(Navigational Point Of Interest, NPOI)」之間的關係。

CIFRE 計畫中關於內陸水運事故資料與船舶交通、天候 (風速、能見度、水位) 等資料之間的關聯分析與視覺化呈現等研究工作是由 VECTOR (CIFRE 成員之一) 執行，以下簡稱 VECTOR 計畫。此項研究採用的技術主要是：

- (1) 以網路地理資訊系統 (Web-GIS) 進行群聚分析與空間連結；
- (2) 以資料庫管理系統管理並關聯歷史資料；
- (3) 以資料的視覺化與分析發現資料的趨勢、依需求深入查看細節、以動畫呈現事件。

依據其 2012 年底的簡報，該計畫受限於資料缺漏與資料品質等問題，後續研究擬以 AIS 偵測 near-miss 事件並關聯 AIS 與「黑盒子」記錄的船舶主機轉速與舵角等資料偵測操船困難的區域。

## 2.4 海難資料庫的空間分析相關研究

文獻中已有一些研究利用 GIS 系統的空間資訊分析功能分析海難資料庫，例如：加拿大大西洋水域漁船活動與事故分析，採用事故與活動量雙變數的 kernel density 分析；上海交通大學的研究團隊採用 ArcGIS 軟體的 Cluster（群聚）分析與 Buffer（環域）分析工具分析並呈現國際海事組織 GISIS 資料庫 2002-2011 年全球海難分佈。

上海交大的海難分析架構如圖 2.9，過濾掉缺少坐標的事件後共有 1697 筆資料，其中群聚分析是以經緯度各 18 度將全球分為 10×20 個網格，依據各網格內海難點數以 Z-分數正規化進行熱點分析，得出的結果是英國附近最密集，其次是東亞與地中海區域；環域分析則得出 51% 發生在離岸 25 哩內，62% 發生在 50 哩內。

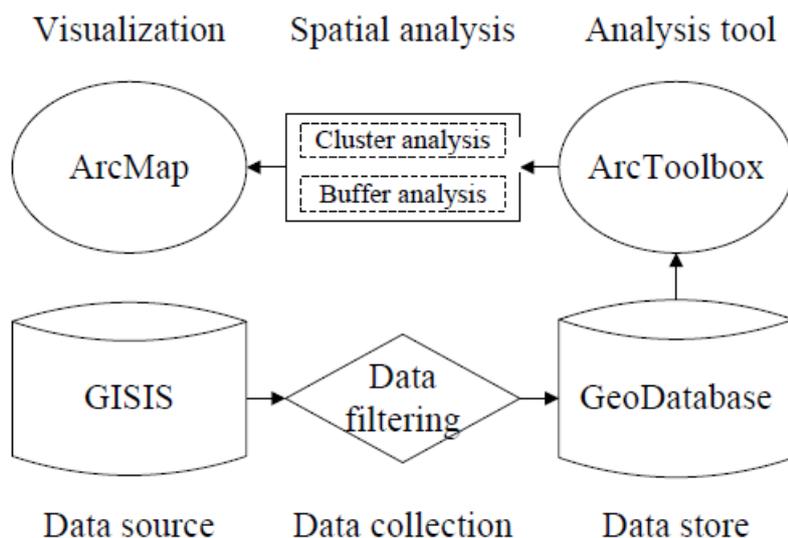


圖 2.9 上海交大對 GISIS 海難資料的空間分析程序

這些以 GIS 系統現有功能進行的研究，其資料、問題或方法都相對單純或簡化，對本研究而言參考價值不高。

## 2.5 定量風險分析

一般認為勞氏 (Lloyds Register Fairplay, LRFP) 的海難資料庫是全球最完整的資料庫，包含自 1978 年起的事故。挪威船級社(DNV)曾分析 1990-2006 年的 LRFP 資料，得出全球液貨輪的事故頻率主要受航路影響而與船種較無關，如表 2-4。

表2-4 液貨輪事故頻率基準(DNV 2010)

事故種類	事故頻率 (每船年)	液貨輪全年航程中 可能發生該類事故的航程比例	事故頻率 (每海哩)
動力擱淺	4.42 E-3	10% (可能碰撞固定物的沿岸區)	5.98E-7
漂流擱淺	1.11E-3	15% (在漂流擱淺距離內)	9.96E-8
碰撞	6.72 E-3	20% (航行於交通密集區)	4.54E-7
沉沒	3.36E-5	90% (可能沉沒的開放水域)	5.04E-10
失火或爆炸	2.41E-3	100%	3.26E-8

其中擱淺頻率大約 80% 屬於動力擱淺 (powered grounding)，其餘 20% 屬於失去動力的漂流擱淺(drift grounding)。表中所謂「每船年」是指一艘船運作一年，以事故頻率每船年 0.005 為例，相當於大約每 200 年有一件事務發生於一艘船。DNV 評估液貨輪每年大約 65% 時間在海上，其餘時間在港內或錨泊中。再依平均船速 13 節估算出每年每船航行距離約 74000 海哩。最後依可能發生各類事故的航程比例，換算出每船每海哩的事故頻率。

要定量評估航行風險，還必須考慮區域特性，因此上述基準頻率還要再乘上適當的「當地衡量因子 (Local Scaling Factor, LSF)」，不同事故類別各有其需考量的 LSF 組合。DNV 納入考量的當地衡量因子如表 2-5，各類事故的當地衡量因子就由表中勾選的各個 K 值相乘而得，結果若等於 1，則表示當地發生該類事故的頻率與全球平均值相同。

表2-5 各類事故的當地衡量因子(彙整自DNV 2010)

當地衡量因子，組成及其評估準則		事故種類			
		動力擱淺	漂流擱淺	碰撞	沉沒
航行路徑 $K_{route}$	關鍵轉向點少、離岸或淺水區距離(4nm)	✓			
交通密度 $K_{density}$	同航段至少 5 艘船能以安全距離通過			✓	
措施 $K_{measure}$	是否採用領港	✓		✓	
航行難度 $K_{difficulty}$	海流、風浪、能見度受限、航標	✓		✓	
離岸距離 $K_{distance}$	平均離岸距離(2nm)、漂流方向		✓		
緊急錨泊 $K_{anchor}$	能否緊急錨泊、最大水深不超過50~100m		✓		
氣候狀況 $K_{weather}$	風與流是否沿著航路或航道主軸、浪高、異常氣候頻率				✓

這些資訊預期對於本計畫後續航道規劃與定量風險評估有相當大的參考價值。

## 2.6 國內相關研究發展

依據我國災害防救法第 3 條，交通部是空難、海難、陸上交通事故的中央災害防救業務主管機關，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。

交通部於中華民國 98 年 6 月 19 日，依災害防救法第 22 條規定，訂定「空難海難及陸上交通事故災害潛勢資料公開辦法」。其對於「海難」之定義為：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 94 年交通部委託中華海運研究協會執行之「兩岸海運即時航行安全資訊服務系統之建立(2/2)」研究中，為落實「災害防救法」第 22 條而規劃海難資料庫架構，研製該資料庫的查詢展示系統並探討其應用及管理體制策略。資料庫內容以人工輸入之文數字表格為主，系統僅於單張臺灣海域圖像檔上標示事故位置，不具空間查詢分析功能。

民國 96 年農委會委託海洋大學執行之「我國漁船海難資料庫規畫建置之研究」則是蒐集台灣本島與離島各區漁會 94-96 年漁船海難資料，以 Excel 試算表進行統計建檔與簡單之分析（分東北中南四區的事務類別比例統計）。

民國 96 年台中港務局航政組劉慶林先生撰寫的「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」。

海巡署海洋巡防總局於 102-103 年度委託高雄海洋科技大學運籌管理系執行「海務資料庫及預警輔助系統建置之研究」。其背景目的是為

了規劃建置海務資料庫，並開發相關查詢介面，結合地理資訊系統技術，產出海域風險資訊地圖，以圖層及熱點（數量統計）方式顯示輸出，做為案件發生預警、預防之參考，亦可為勤務規劃、人船派遣之依據，精進執勤效能。該計畫的研究暨執行內容是：第一年規劃評估建置臺灣附近海流程式及臺灣海務資料庫綱要；第二年規劃臺灣附近海域浮標資料和歷史案件統整及介面化評估（研究建置歷史案件資料查詢系統之可行性，規劃查詢介面包含經緯度區域範圍與日期區間，並評估查詢案件結果呈現之技術性評估，以及相關雛型系統可行性評估）。

1996 年海洋大學張淑淨與紀嘉毅於第三屆運輸安全研討會發表之「海上交通事故風險及搜救需求之空間相關分析」，利用 GIS 對於空間相關資訊的分析與展現功能，首先將台灣搜救責任區內歷年（13 年）的海難事故記錄資料庫與電子海圖相結合，加入漁場位置、航路資訊等進行空間相關之分析。當時研究採用的航路資料取自航行指南以及幾位資深船長提供的資料，區分為靠泊台灣及不靠泊台灣兩大類。以環域分析得 42% 的海上遇險事件發生在臺灣三大港之間航路左右各 6 浬範圍內；南北穿行臺灣海峽以及台灣東岸外海的航路左右各 6 浬範圍則涵蓋歷年海上遇險事件的 14%。圖 2.10 中的三角形標示海難記錄的位置。

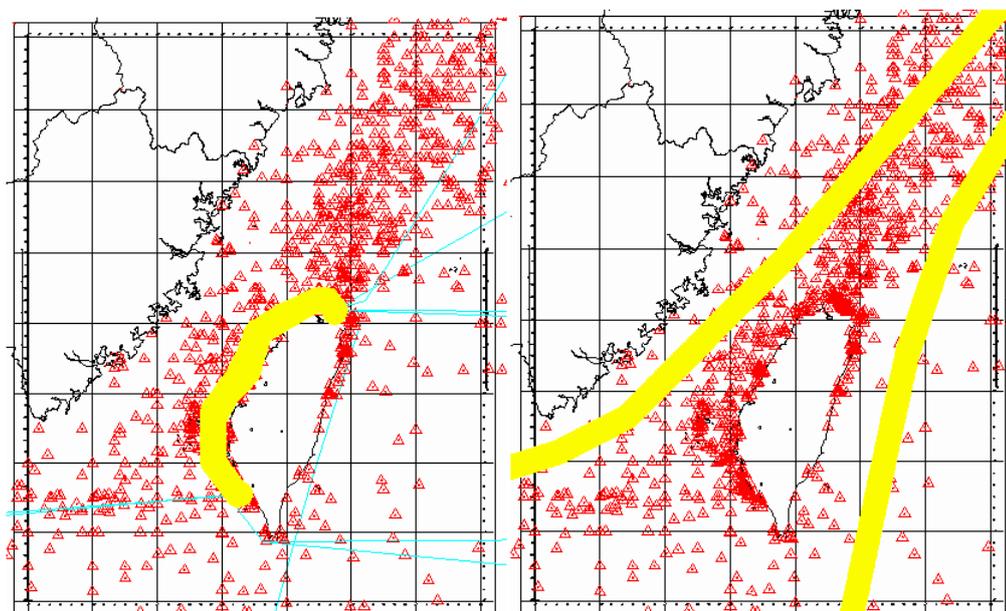


圖 2.10 海上交通事故風險及搜救需求之空間相關分析(1996)

1998 年海洋大學張淑淨等人於第五屆運輸安全研討會發表「在 ECDIS 下 VTS 系統對船/岸及船舶間資訊傳遞之研究」，以 AIS 系統特性的潛在應用為基礎（當時 AIS 國際標準尚未通過），提出：就可航範圍、進出港建議艏向範圍、航速限制、錨泊區管理、分道航行區管理、進出港狹窄航道區管制、特殊危險船舶管理等相關的自動化檢測與警示機制，設計 AIS 動態資訊與 ECDIS 中航行空間環境資訊的整合分析。論文中建議調查分道航行區之交通流與潮、流變化，把調查統計結果反應在航向航速警戒或限制的屬性值，讓 VTS 清楚確實地監控航道內船舶航行安全。文中也建議進出港關鍵區位可以透過速度、航向限制及艏向建議範圍，將不當行為或危機過濾出來，並且向 VTS 人員提出警示。安全艏向等建議範圍可利用操船模擬機設定環境條件、船型、船速等進行模擬分析取得。研究中利用基隆港委託海洋大學所作 3000TEU 滿載貨櫃輪之進港操船模擬資料進行初步分析試驗，結果發現確實能過濾出撞到東防波堤的艏向。

近年國內持續有海難或搜救相關研究，例如：

- (1) 楊猷章，論我國海難搜救規劃資訊系統建置，國立中山大學海洋環境及工程研究所碩士論文，民國 101 年 1 月。
- (2) 李慶忠，地理資訊系統應用於海域案件空間分析-以台中港為例，國立高雄海洋科技大學海事資訊科技研究所碩士論文，民國 101 年 6 月。
- (3) 徐國裕、張運杰、周和平，台灣西部國際商港水域海難事故之分析航運季刊，第 17 卷第 1 期，第 45-62 頁，民國 97 年 3 月
- (4) 涂劭琥，台灣主要港口航行安全之研究，國立臺灣海洋大學運輸與航海科學系碩士論文，民國 99 年 7 月。

前兩者都是以海巡署執行海難搜救或處理相關海上事故之資料庫進行分析統計，目的是用於系統或勤務規劃。後三者主要都是商港水域。

## 第三章 船舶動態、電子海圖與海氣象資料整合分析

### 3.1 前言

此項工作將建立分析技術與視覺化互動操作顯示平台，聚焦於支援其他兩項工作的應用需求。

船舶動態資料來源是臺灣海域船舶動態資訊系統以及國際商港船舶交通服務系統的船舶動態資料，兩者主要都取自 AIS 系統，內容包括：水上行動識別碼(MMSI)、時間、船位經緯度、航向、航速、船艏向、轉向速率、定位準確度、船舶與貨載種類、船舶長寬、吃水、船名、目的港等。

電子海圖資料來源是臺灣海域電子航行圖資料庫，但因實際應用時有陸域地名或地理資訊需求，因此也可取用國土資訊系統平台的開放圖資整合應用或是套疊其他國際通用開放的網路地圖服務，例如 OpenStreetMap (<http://www.openstreetmap.org/>)。

海氣象資料來源包括：

- (1) 本所港灣環境資訊網的各商港測站觀測資料（風力、潮位、波浪、海流、水溫）；
- (2) 中央氣象局的颱風資料庫（<http://rdc11.cwb.gov.tw/TDB/>）、浮標站監測資料（測站代碼、月、日、時、分、陣風、平均風、風向、陣風、平均風、風向、氣壓、氣溫、海溫、浪高、周期、波向）、沿岸潮位站監測資料、氣象站的氣象觀測資料等；
- (3) 國家實驗研究院臺灣海洋科技研究中心(簡稱 TORI)的 CODAR 雷達測流系統（<http://med.tori.org.tw/CODAR/>）

採用的標準與技術包括：

- (1) 地理資訊系統（GIS）

(2) 網路地圖服務 ( Web Map Service, WMS )

(3) 網路圖磚服務 ( Web Map Tiles Service, WMTS )

(4) 網路圖徵服務 ( Web Feature Service, WFS )

(5) JavaScript 與 OpenLayers 等網頁程式技術與模組

除了設計試驗即時資料的整合顯示，還需配合提供海難事件的船舶動態、電子海圖、海氣象資料整合查詢顯示與分析應用，並支援資料探勘產生風險狀況、風險區域等相關知識，因此需設計支援時間空間查詢與分析。

## 3.2 船舶動態資料

動態船舶資料的主要來源是「船舶自動辨識系統 (Automatic Identification System, AIS)」。AIS 於 2002 年起正式成為「海上人命安全國際公約 (SOLAS)」要求的船舶必要設備，各沿岸國則對應建置岸基設施以接收與應用船舶報告，據以管理或提供服務。至 2008 年底，所有客輪、液貨輪以及國際航線 300 總噸以上、國內航線 500 總噸以上貨輪應該都已依 SOLAS 要求安裝 AIS class A 船台設備 (設備標準是 IEC 61993-2)，且依規定保持運作。只在內水作業之船舶、100 總噸以下所有航線船舶、500 總噸以下非國際航線船舶、漁船等船舶則由政府決定是否適用或適用的範圍。

目前已有不少漁船基於本身航行安全而自願安裝，但可能選擇的是較低價的各種 B 級 AIS 設備。歐盟、中國大陸、美國等都已逐步把安裝 AIS 設備的要求擴大適用於漁船，但考量設備價格與通訊鏈路負荷等因素，要求安裝的大多是 Class B 船台 (設備標準是 IEC 62287-1)。

就安裝 A 級 AIS 船載設備的船舶而言，船載 AIS 設備會依船舶航速航向及航行狀態等調整時間間隔，分別以動態位置報告(訊息別 1,2,3) 以及每 6 分鐘一筆的靜態報告 (訊息別 5) 持續對外廣播其識別碼、船位動態及其他靜態與航程相關資料。廣播內容與來源如表 3-1，標準傳送間隔如表 3-2。(通訊標準是 ITU-R M.1371-4)

就安裝 B 級 AIS 的船舶而言，其船位動態可以從訊息別 18 與 19 取得。訊息 18 僅含船位動態資訊，內容包括：MMSI,對地航向、對地航速、船位經緯度、船艏向、時戳等。每 6 分鐘才能送一筆的訊息 19 則除了船位動態還包括：船名、船舶種類與貨載、船舶長寬與定位天線位置。B 級 AIS 還可以利用訊息 24 連結 MMSI 與船名、船舶種類與貨載、船舶長寬與定位天線位置等靜態資訊。訊息 18 的傳送間隔依 B 級 AIS 船載設備採用的通訊技術是 SOTDMA (Self-Organized TDMA)或 CSTDMA(Carrier-Sense TDMA)而異，如表 3-3。

表 3-1 A 級 AIS 資料內容與來源

資訊項目	訊息別	說明
水上移動業務識別 (MMSI)	全部	這是 AIS 所有訊息交換最主要的識別碼，於安裝 AIS 時輸入；船舶易主時可能需要更改
呼號 (Call Sign)	5	安裝 AIS 時輸入；船舶易主時可能需要更改
船名	5	安裝 AIS 時輸入；船舶易主時可能需要更改
IMO 號碼	5	安裝 AIS 時輸入；屬於船舶本身的編號
船舶長寬及定位天線位置	5	安裝 AIS 時輸入或是有變更的時候設定 A,B,C,D 值；天線至船艏距離為 A，至船艉是 B，至左舷是 C，至右舷是 D，單位都是 m，船舶總長 $L=A+B$ ，船寬= $C+D$ 。雙向型船舶或安裝多個定位天線的船舶，可能必須隨時配合更改
船舶種類及危險貨物 (種類)	5	從 AIS 預設的清單中選取；啟航時以人工輸入，確認是否裝載下列危險貨物：DG (危險貨物)、HS (有害物質)、MP (海洋污染物)
目前最大靜態吃水	5	啟航時人工輸入航程中的最大吃水，必要時修正之
目的地與預計抵達時間(ETA)	5	於航程開始時以人工輸入，並適時更新
船位經緯度	1,2,3	單位：1/10000 分；從定位裝置取最新值自動更新；
船位時戳 (UTC)	1,2,3	UTC 秒值；從定位裝置取得最新資訊並自動更新
對地航向 (COG)	1,2,3	單位：0.1 度；從定位裝置取得最新資訊並自動更新。

對地航速 (SOG)	1,2,3	單位：0.1 節；從定位裝置取得最新資訊。
艏向	1,2,3	單位：1 度；從艏向感測裝置取最新資訊自動更新
航行狀態	1,2,3	由航行當值人員輸入並適時變更
轉向速率 (ROT)	1,2,3	單位：度/分；從 ROT 感測裝置或電羅經取得最新資訊並自動更新。註：有可能無法取得此資訊

表 3-2 A 級 AIS 動態船位報告訊息的傳送間隔

船舶動態狀況	報告間隔
錨泊或停泊中，且移動速度不超過 3 節	3 分鐘
錨泊或停泊中，且移動速度超過 3 節	10 秒
航速 0-14 節	10 秒
航速 0-14 節且轉向中	3 $\frac{1}{3}$ 秒
航速 14-23 節	6 秒
航速 14-23 節且轉向中	2 秒
航速 >23 節	2 秒
航速 >23 節且轉向中	2 秒

表 3-3 B 級 AIS 動態船位報告訊息的傳送間隔

B 級"SOTDMA" AIS 船載設備		B 級"CSTDMA" AIS 船載設備	
船舶動態狀況	報告間隔	船舶動態狀況	報告間隔
移動速度不超過 2 節	3 分鐘	移動速度不超過 2 節	3 分鐘

航速 2-14 節	30 秒	航速>2 節	30 秒
航速 14-23 節	15 秒		
航速 >23 節	5 秒		

雖然本所船舶動態資訊系統所建置之沿岸 AIS 接收站已大致可以覆蓋沿岸航行船舶。但因設置地點地形地物遮蔽以及 AIS 訊號特性等狀況，其間仍有部分區域的訊號覆蓋情形並不穩定。圖 3.1 是從接收到的 AIS 訊息數評估訊號變動情形的結果。方法是統計一年（52 週）各週在各網格內接收到的訊息數量的變異係數（以標準差除以算術平均計算之）。變異係數越大表示該網格內的訊號變動越大，越不穩定。

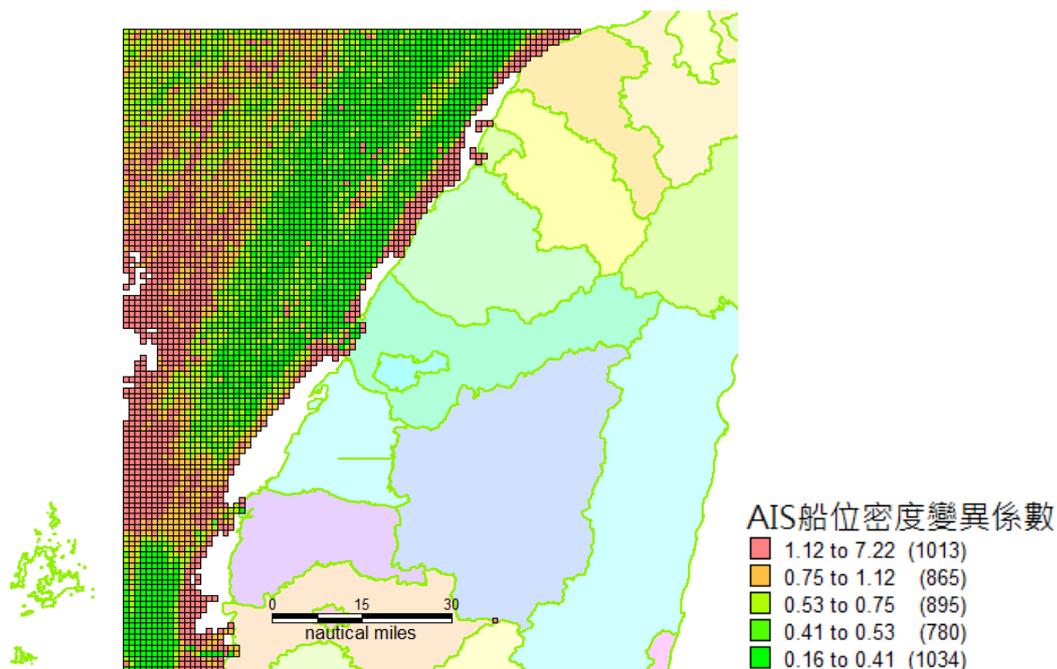


圖 3.1 AIS 船舶動態船位密度變異係數

### 3.3 電子海圖資料

船舶在海上航行所需的地理環境資訊來源主要是海圖，歷來各國編繪製作紙質航海圖時都是依據國際海測組織 S-4 標準海圖規格，並刊行「海圖圖例」供航海人員對應解讀海圖上各種符號與縮詞。所以從中華民國海軍刊行的「海圖圖例」所列項目可以知道我國航海圖內容，如表 3-4。

表 3-4 海圖圖例之項目

	項目代碼	項目涵蓋內容
陸 上 地 形 地 物	C	自然地貌
	D	人文地物
	E	陸標
	F	港埠
	G	陸部名詞
海 道 測 量	H	潮汐、水流
	I	水深
	J	海床底質
	K	岩石、船骸、障礙物
	L	海上設施
	M	航線、航路
	N	區域、界線
	O	水部名詞

航 標 與 港 務	P	燈
	Q	浮標、立標（標杆）
	R	霧號
	S	雷達、無線電、電子定位系統
	T	港務
	U	小艇設施

目前國際海事組織推動 e-化航行的第一步就是：從使用紙海圖轉換為使用電子海圖。實行策略是把「電子海圖顯示與資訊系統 (Electronic Chart Display and Information System, ECDIS)」正式列入 SOLAS 公約的船舶設備要求。用於 ECDIS 而能被視為具有航海圖法律地位的電子海圖必須是各國官方製作發行或授權製作發行，且符合國際海測組織 S-57 標準的 Electronic Navigational Chart (ENC)。S-57 標準採用物件導向式向量資料模型，以大約 175 種物件、195 種屬性、以及點線面等空間幾何的組合，把海圖和潮汐表、水道燈表、航行指南等相關航海刊物的資訊納入電子海圖，而且建立嚴謹的空間位相關係（也就是 Topology）。舉例而言，有礙航行的障礙物，依其範圍大小在不同編輯比例尺的海圖中，可能是以點、線或面形的圖徵物件表示，並以屬性區分障礙物類別、狀況、與周圍水深之間的關係、深度、材質、與潮位之間的關係等等。如果把 ENC 物件類別轉入一般地理資訊系統，通常點線面三種圖徵會再被分層處理，於是常見 ENC 轉入後對應產生 300 多個 GIS 圖層的情形，水深群組以及某些屬性也有無法對應轉入 GIS 的情形（GIS 的資料模型不支援）。

ENC 以陸地、水深區、未測區、浚深區、浮船塢、浮橋、沉船這幾類面形物件完整覆蓋地表。紙海圖上的水域深度資訊以等深線與水深點表示，而 ENC 則在等深線之間建立水深區域物件，並賦予其最大與最小水深屬性值，建置過程中需依航行安全原則判讀等深線與水深點，

釐清其中的模糊與衝突之處。正因為有這樣嚴謹設計製作的電子海圖資料庫，才能透過 ECDIS 將地理資訊系統的空間資訊技術引進到船舶駕駛台，整合船舶的各種航儀與感測資訊，提供海圖顯示與資訊查詢、海圖更新、航路規劃、航路安全檢核、航程監視等功能，不只減輕航海人員的海圖作業負荷，更智慧化地提升航行安全與效率。

IMO 的 ECDIS 設備性能標準（簡稱為 ECDIS PS）要求必須永遠顯示在 ECDIS 螢幕上的基本顯示內容包括：岸線（高潮線）、本船安全等深線（以此定義安全水域）、深度小於安全等深線且在安全水域內的孤立水下危險物、安全水域內的孤立危險物（例如：固定結構、高架電纜）.. 等等。這些也是檢核航路上的深度與高度是否足夠，是否有擱淺觸礁或是與固定物碰撞之危險的必要資訊。但是上述每一項內容，並非直接對應於一種 S-57/ENC 物件類別，而是對應於一個組合。舉例而言，ECDIS PS 所謂的「岸線」至少包括：陸地、浮船塢、沈船、浮橋、海岸線，防波堤、碼頭、突堤等所謂的「人工海岸」，以及繫泊設施和障礙物類別中的幾種（屬性值）。

電子海圖沿岸區域由多個不同比例尺圖幅涵蓋及其圖幅切割的情形，也使得同一障礙物或限制區（例如：海洋牧場或箱網養殖區、或是同一淺水區域等）在電子海圖資料庫中會部分或重覆出現在不同比例尺或同比例尺相鄰的多個圖幅中。為提升整合應用時的圖徵顯示與過濾查詢分析效能，本計劃在海洋大學電子海圖研究中心的電子海圖網路圖徵服務（簡稱 ENC-WFS）中加入了圖徵合併的功能，就物件類別與屬性值都相同的鄰接圖徵以 Java 程式自動合併為單一圖徵。圖 3.2 是就物件類別代碼是"RESARE"（限制區）且屬性代碼"RESTRN"（限制）的屬性值等於 3（禁漁）的禁漁區進行圖徵合併的測試結果。圖 3.3 是透過 ENC-WFS 查詢取得海圖水深資訊後套疊顯示於網路圖磚服務 WMS 的結果。

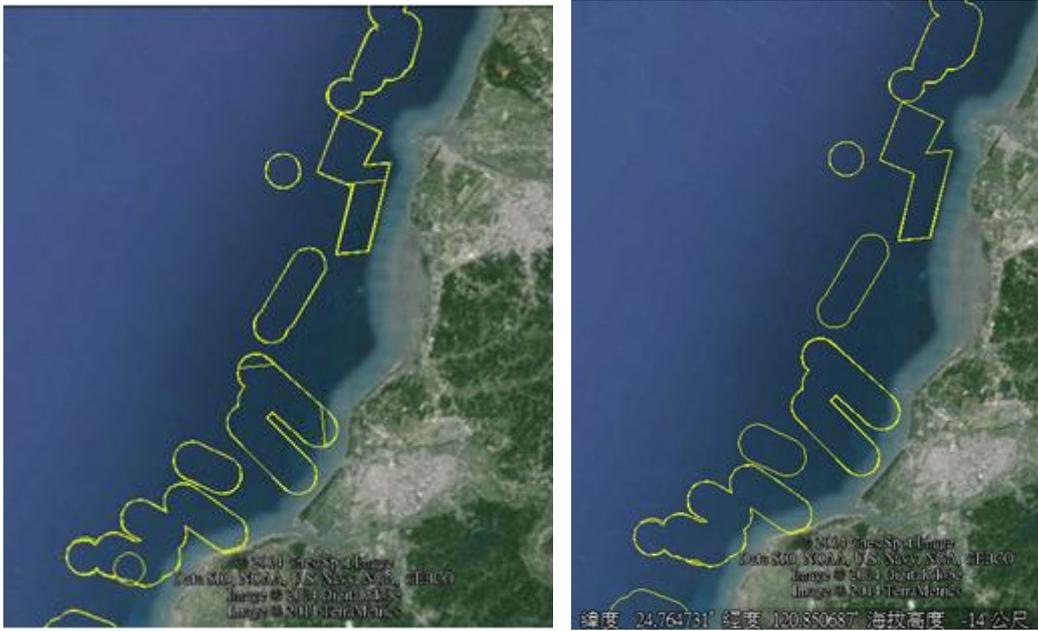


圖 3.2 禁漁區圖徵合併前（左圖）與合併後（右圖）

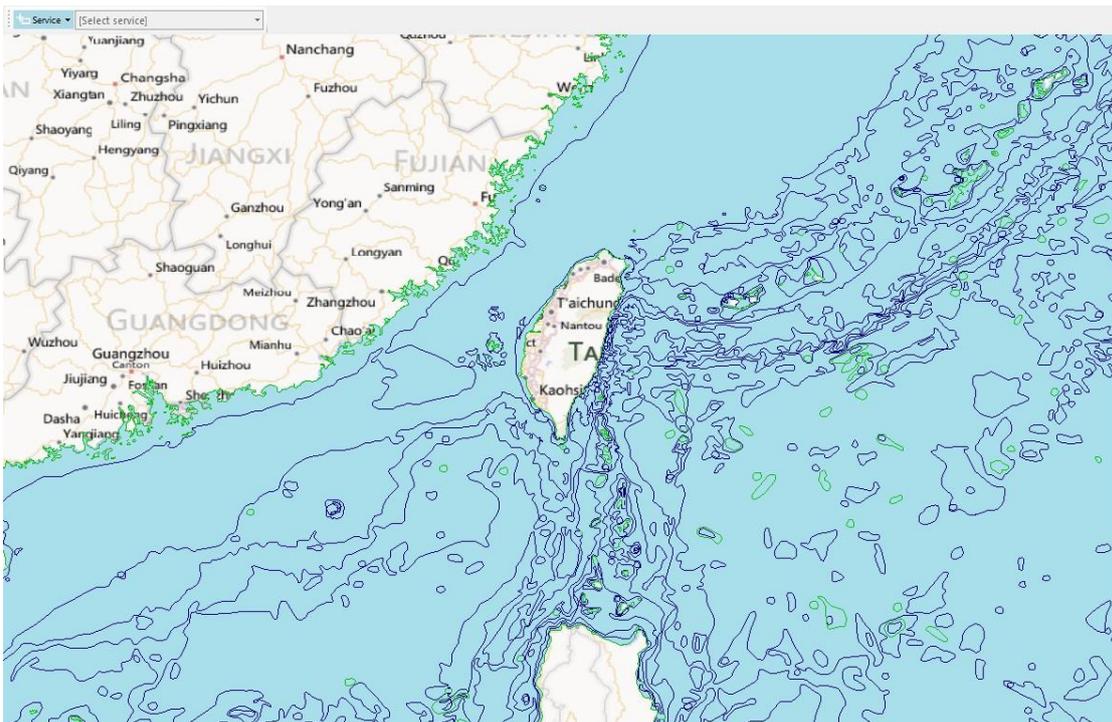


圖 3.3 透過 ENC-WFS 查詢取得海圖水深資訊

## 3.4 海氣象資料

### 3.4.1 中央氣象局颱風資料庫

中央氣象局已開放颱風資料庫提供查詢，但是有申請研究者帳號才能下載颱風路徑坐標數據檔案，而且提供的坐標大多仍是各次警報發佈的預測位置。該資料庫的圖表中各資料的標示時間系統分為兩類：一為臺灣標準時 (TST)，另一為世界時 (UTC)，兩者相差 8 小時，亦即臺灣標準時 08:00(TST) 等於世界時之 00:00Z(UTC)。

本研究針對 2011-2013 年有發警報的颱風資料查詢並轉檔建置圖資與資料庫。表 3-5 是從颱風資料庫網站查詢 2011-2013 年有發警報的颱風資料，共 18 個颱風。經下載颱風路徑坐標數據檔案，轉檔轉置地理資訊系統繪製之軌跡顯示如圖 3.4，圖中各位置點符號係依風力調整比例。

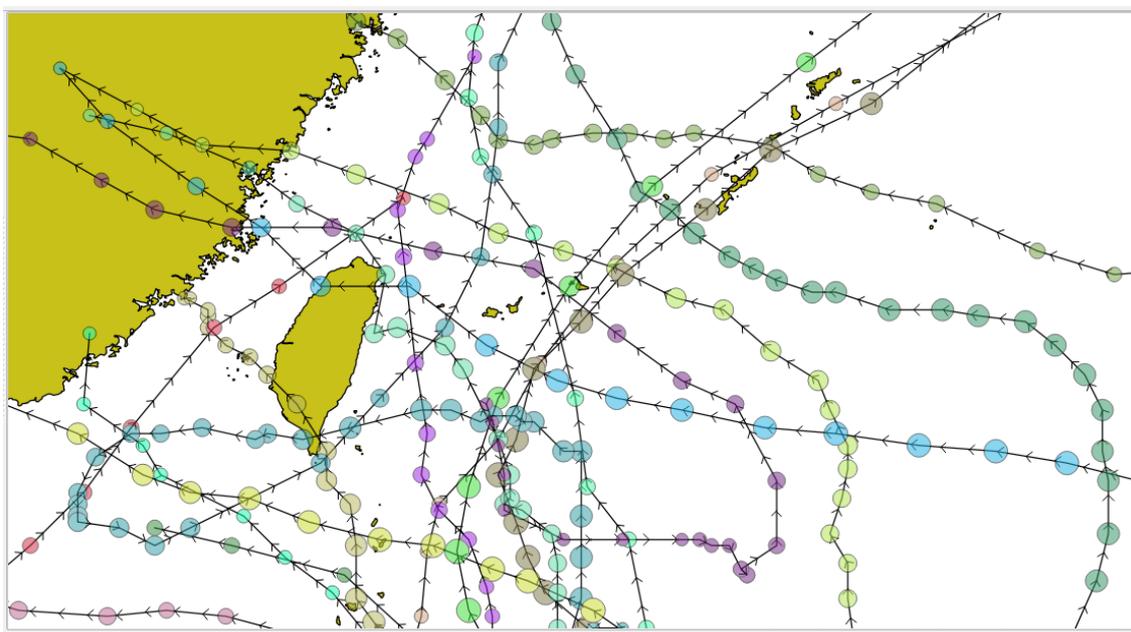


圖 3.4 臺灣海域 2011-2013 年曾發警報的颱風路徑

表 3-5 2011-2013 年有發警報的颱風列表

年份	編號	中文名稱	英文名稱	侵臺路徑分類	警報期間	近臺強度	近臺近中心最低氣壓(hPa)	近臺近中心最大風速(m/s)	七級風暴風半徑(km)	十級風暴風半徑(km)	警報發布報數
2013	201323	菲特	<a href="#">FITOW</a>	1	2013-10-04 23:30 2013-10-07 08:30	中度	960	38	250	80	20
2013	201319	天兔	<a href="#">USAGI</a>	5	2013-09-19 23:30 2013-09-22 14:30	強烈	910	55	280	120	22
2013	201315	康芮	<a href="#">KONG-REY</a>	6	2013-08-27 11:30 2013-08-29 20:30	輕度	985	25	120	---	20
2013	201312	潭美	<a href="#">TRAMI</a>	1	2013-08-20 11:30 2013-08-22 08:30	輕度	970	30	180	50	16
2013	201308	西馬隆	<a href="#">CIMARON</a>	---	2013-07-17 10:30 2013-07-18 11:30	輕度	998	18	100	---	10
2013	201307	蘇力	<a href="#">SOULIK</a>	2	2013-07-11 08:30 2013-07-13 23:30	強烈	925	51	280	100	22
年份	編號	中文名稱	英文名稱	侵臺路徑分類	警報期間	近臺強度	近臺近中心最低氣壓(hPa)	近臺近中心最大風速(m/s)	七級風暴風半徑(km)	十級風暴風半徑(km)	警報發布報數
2011	201111	南瑪都	<a href="#">NANMADOL</a>	4	2011-08-27 05:30 2011-08-31 08:30	強烈	920	53	180	50	34
2011	201109	梅花	<a href="#">MUIFA</a>	---	2011-08-04 17:30 2011-08-06 11:30	中度	945	43	280	100	15
2011	201105	米雷	<a href="#">MEARI</a>	---	2011-06-23 23:30 2011-06-25 14:30	輕度	982	28	200	---	14
2011	201102	桑達	<a href="#">SONGDA</a>	---	2011-05-27 02:30 2011-05-28 14:30	強烈	920	55	200	100	13
2011	201101	艾利	<a href="#">AERE</a>	---	2011-05-09 05:30 2011-05-10 17:30	輕度	990	23	150	---	13
年份	編號	中文名稱	英文名稱	侵臺路徑分類	警報期間	近臺強度	近臺近中心最低氣壓(hPa)	近臺近中心最大風速(m/s)	七級風暴風半徑(km)	十級風暴風半徑(km)	警報發布報數
2012	201217	杰拉華	<a href="#">JELAWAT</a>	---	2012-09-27 02:30 2012-09-28 20:30	強烈	910	55	250	100	15
2012	201214	天秤	<a href="#">TEMBIN</a>	特殊	2012-08-21 14:30 2012-08-25 14:30	中度	945	45	180	50	33
					2012-08-26 11:30 2012-08-28 23:30	中度	945	35	180	50	21
2012	201213	啟德	<a href="#">KAI-TAK</a>	---	2012-08-14 14:30 2012-08-15 17:30	輕度	995	20	150	---	10
2012	201211	海葵	<a href="#">HAIKUI</a>	---	2012-08-06 11:30 2012-08-07 17:30	中度	960	35	180	50	11
2012	201209	蘇拉	<a href="#">SAOLA</a>	2	2012-07-30 20:30 2012-08-03 14:30	中度	960	38	220	80	31
2012	201206	杜蘇芮	<a href="#">DOKSURI</a>	---	2012-06-28 05:30 2012-06-29 08:30	輕度	995	23	120	---	10
2012	201205	泰利	<a href="#">TALIM</a>	9	2012-06-19 05:30 2012-06-21 05:30	輕度	985	25	150	---	17

### 3.4.2 中央氣象局氣象觀測歷史資料之採購規劃

為取得能與海難資料整合分析的氣象觀測歷史資料，本研究從中央氣象局網站內觀測-即時海況網頁所列的各分區海域，點選每個區域裡本研究所需要的測站（如圖 3.5），整理成 EXCEL 表，再匯入 GIS。接著把現有海難資料匯入 GIS，並以各網格內海難數的概略密度為依據，來選擇擬購買的測站，如圖 3.6，顏色愈深的網格其海難密度越高。該圖所用的海難資料尚未完整納入從北部航務中心抄錄的海事報告資料。

測站資料分為逐日（以每站每年計價的日平均值）與逐時（以每站每月計價的每小時平均值）這兩種採購方式。逐時資料的部分是以 2011-2012 年間海難所屬月分以及鄰近測站為依據來篩選。

首頁 > 觀測 > 即時海況

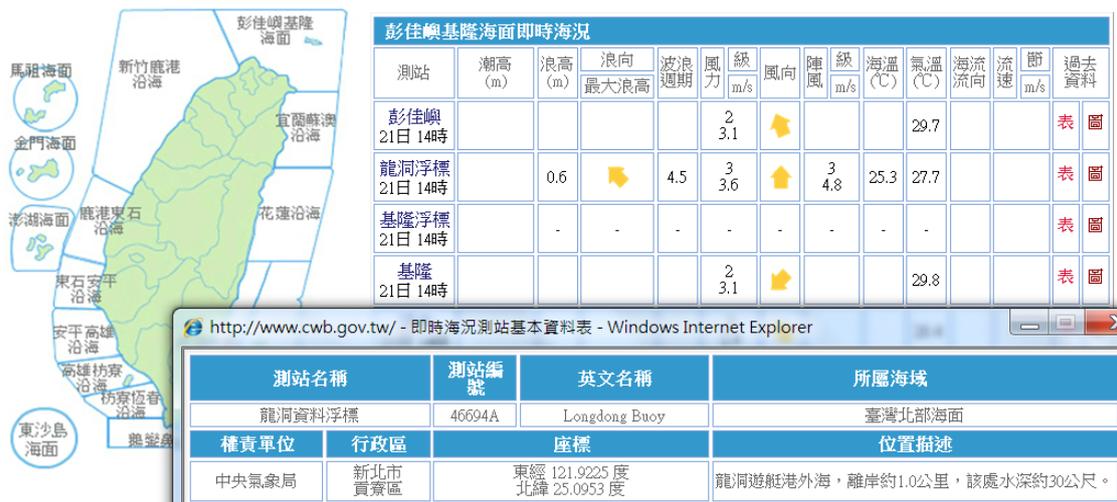


圖 3.5 從中央氣象局網站取得各海域海況觀測站資料

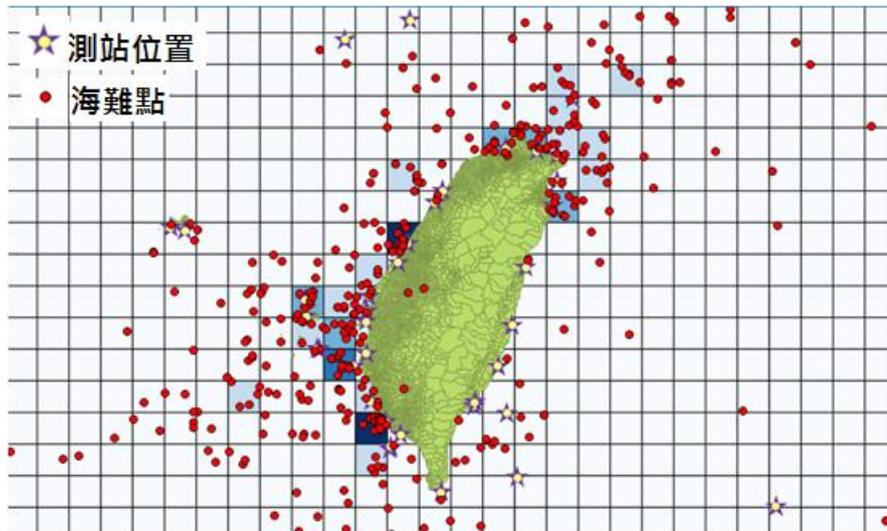


圖 3.6 依據海難分佈挑選擬購買之氣象資料與內容

依此列出的採購清單如下：

(逐日/每站-每年)	權責單位:中央氣象局 (100年/101年/102年)
◆ 1梧棲氣象站	
◆ 2箔子寮潮位站	
◆ 3七股資料浮標	
◆ 4高雄氣象站	
◆ 5彭佳嶼氣象站	
◆ 6龍洞資料浮標	
◆ 7基隆氣象站	
◆ 8淡水氣象站	
◆ 9澎湖氣象站	價錢: $9 \times 3 \times 400 \times 0.3 = 3240$
(逐日/每站-每年)	權責單位:水利署 (100年/101年/102年)
◆ 1彌陀資料浮標	
◆ 2蘇澳資料浮標	
◆ 3澎湖資料浮標	價錢: $3 \times 3 \times 390 \times 0.3 = 1053$
(逐時)(每站-每月)	權責單位:中央氣象局
◆ 1基隆氣象站 101年	海翔8號 3/19-3/20
◆ 2梧棲氣象站 100年	
◆ 3澎湖氣象站 101年	
◆ 4七股資料浮標 100年	
◆ 5高雄氣象站 100年	價錢: $5 \times 12 \times 400 \times 0.3 = 7200$
(逐時)(每站-每月)	權責單位:水利署
◆ 1澎湖資料浮標 101年	價錢: $1 \times 12 \times 320 \times 0.3 = 1152$

### 3.4.3 臺灣海洋科技研究中心的雷達測流資料

國家實驗研究院台灣海洋科技研究中心(TORI)從 2008 年開始建置高頻雷達測流系統長期觀測台灣近岸周邊海域表層海流。單一高頻雷達測流系統測站可觀測的是相對該測站之徑向流速，海域表層海流之流速、流向至少需要兩個系統同時覆蓋相同的測區才能達成。到 2013 年已設置的 15 站，測流結果在 TORI 網站上提供 2012-2014 逐時資料查詢展示。圖 3.7 左圖是到 2013 年測站位置及其測流範圍，右圖是查詢 2014 年 10 月 10 日 15:00 (本地時間) 資料的結果。

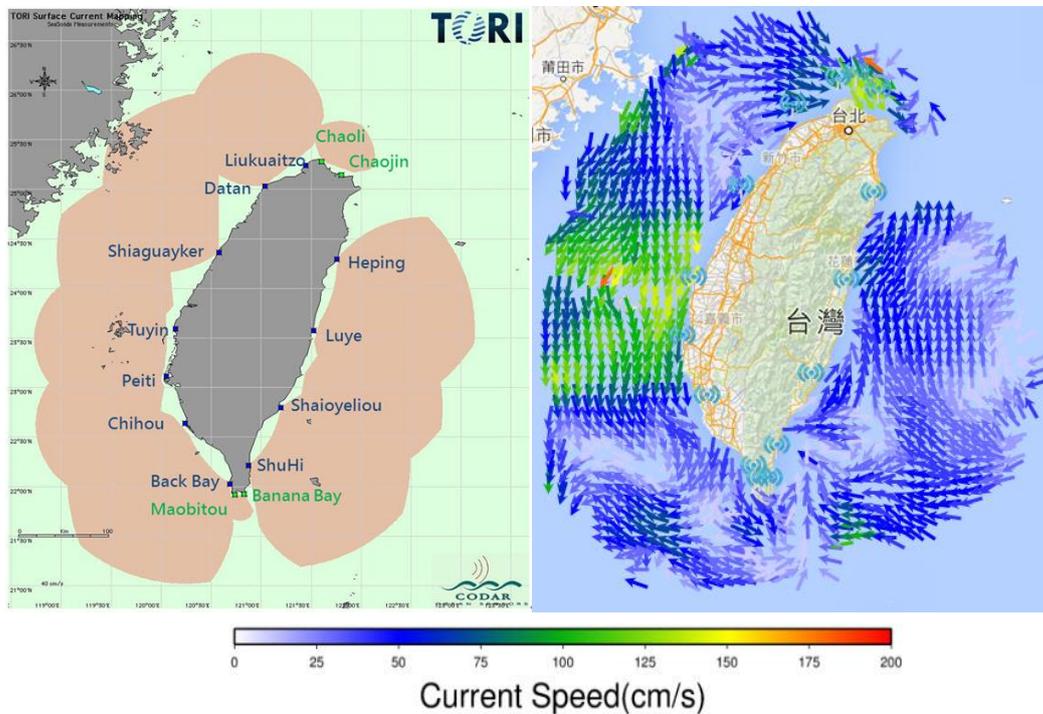


圖 3.7 雷達測流系統測站位置範圍及結果 (TORI)

## 3.5 整合分析

### 3.5.1 颱風對船舶路徑的影響

本研究從 AIS 歷史資料庫中選取經常往來基隆高雄的貨輪，從船舶動態軌跡分析其因應颱風警報採取的航路規劃，以此觀察並試驗整合分析時可應用的資料與程序。

圖 3.8 與圖 3.9 是同一艘貨輪因應不同颱風路徑與相對時間採取不同航路規劃的情形。蘇拉颱風從台灣東側接近後沿岸北上切過東北角，近台時的強度是中度，中心最大風速 38m/s，七級風半徑 220km。該貨輪仍依往常航路沿臺灣西岸從基隆經澎湖水道到高雄。泰利颱風接近台灣時的強度是輕度，沿台灣海峽北上，中心最大風速 25m/s，七級風半徑 150km。該貨輪改走東部沿岸南下再繞回到高雄港，從圖 3.9 的貨輪軌跡時戳可看到該貨輪在綠島附近海域停留了將近 9 小時。

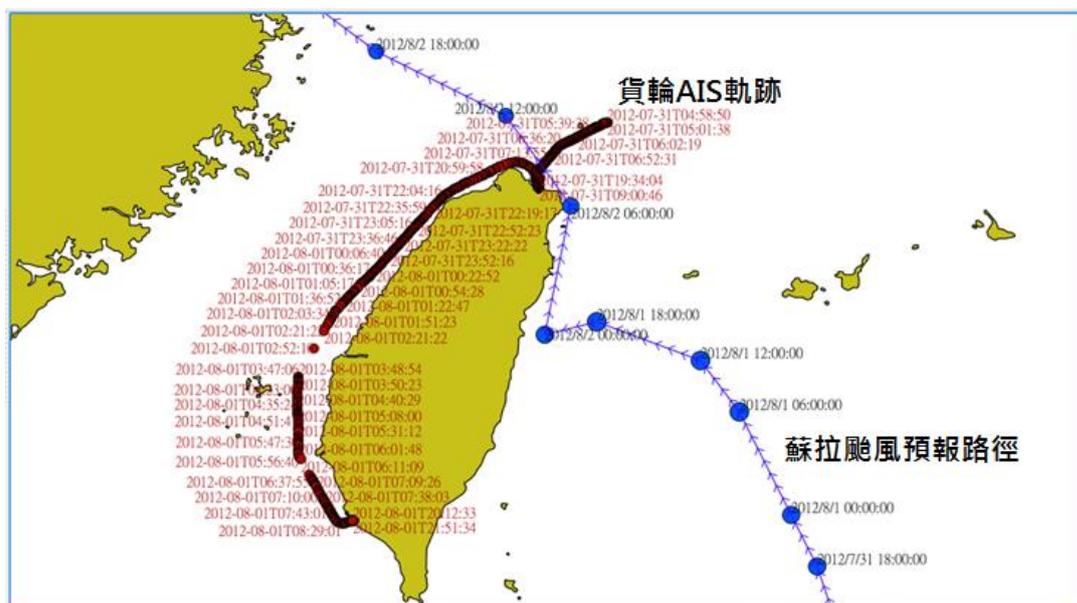


圖 3.8 蘇拉颱風警報期間未受明顯影響的貨輪軌跡

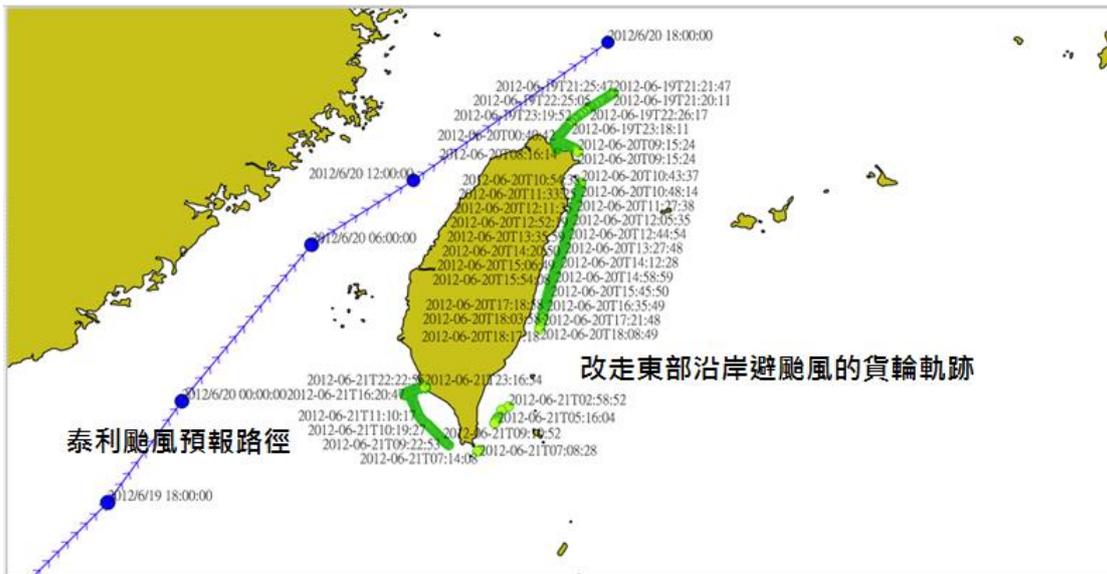


圖 3.9 泰利颱風期間改走東部沿岸躲避的貨輪軌跡

### 3.5.2 颱風或惡劣氣候與海難的關係

此部分的探討以本研究建置之海難資料庫中的 1610 筆記錄資料進行。資料庫中將「惡劣氣候損壞」列為海難原因的有 1294 筆資料，「無原因」的有 25 筆，其他 291 筆資料的原因雖然不是寫「惡劣氣候損壞」，但是敘述文字類似的有 12 筆，也被挑出歸類為「惡劣氣候損壞」，則海難資料庫裡因為「惡劣氣候損壞」所造成的海難的百分比是  $(1294+12)/1610 \times 100\% = 81\%$ 。值得注意的是：目前的海難資料庫中屬於北部海域的資料是抄錄自航港局北部航務中心的海事報告，其資料筆數比其他區域多出許多，而且宣稱是「惡劣氣候損壞」的比例相對高出許多。

由於以現有資料難以定義或區分惡劣氣候，本研究先就有發佈颱風警報的期間進行分析。以 2011-2013 年有發警報的颱風資料與海難資料庫做關聯，尋找出在颱風期間裡有發生海難事件的海難點，並且計算每個海難點與關聯的颱風中心位置實際上的距離是多少公里。圖 3.10 是颱風警報期間發生的海難與當時預報之颱風中心的位置關係圖，橢圓形符號是海難事故點，星形是預報之當時颱風中心位置。圖 3.11 是颱風

期間的海難與颱風中心距離統計圖。由該統計圖看來距離大多相當遠。

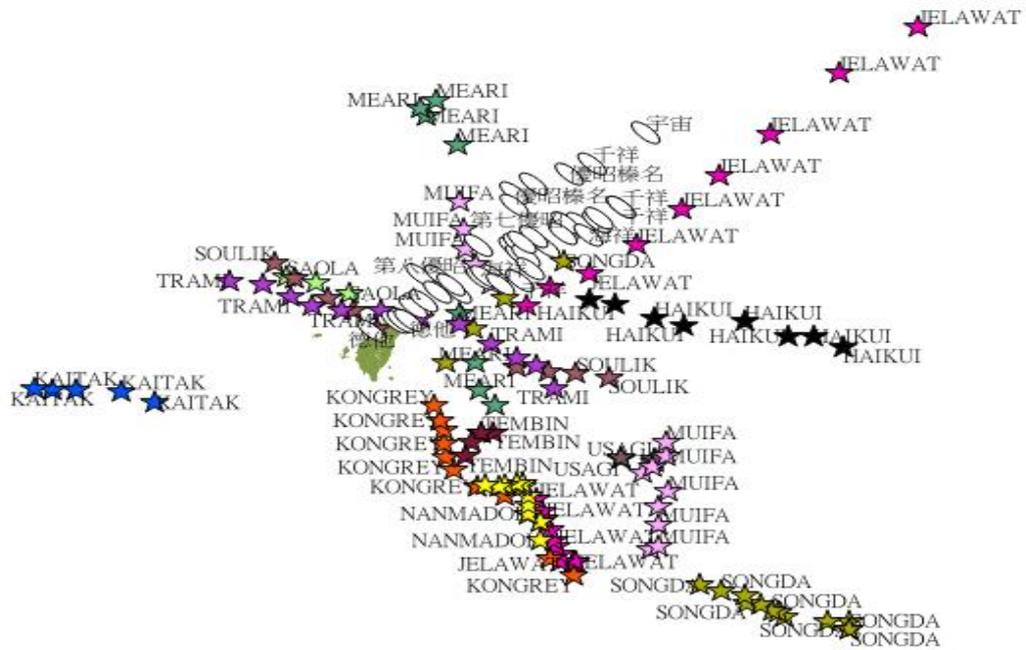


圖 3.10 颱風期間的海難以及當時的颱風預報位置 (2011-2013)

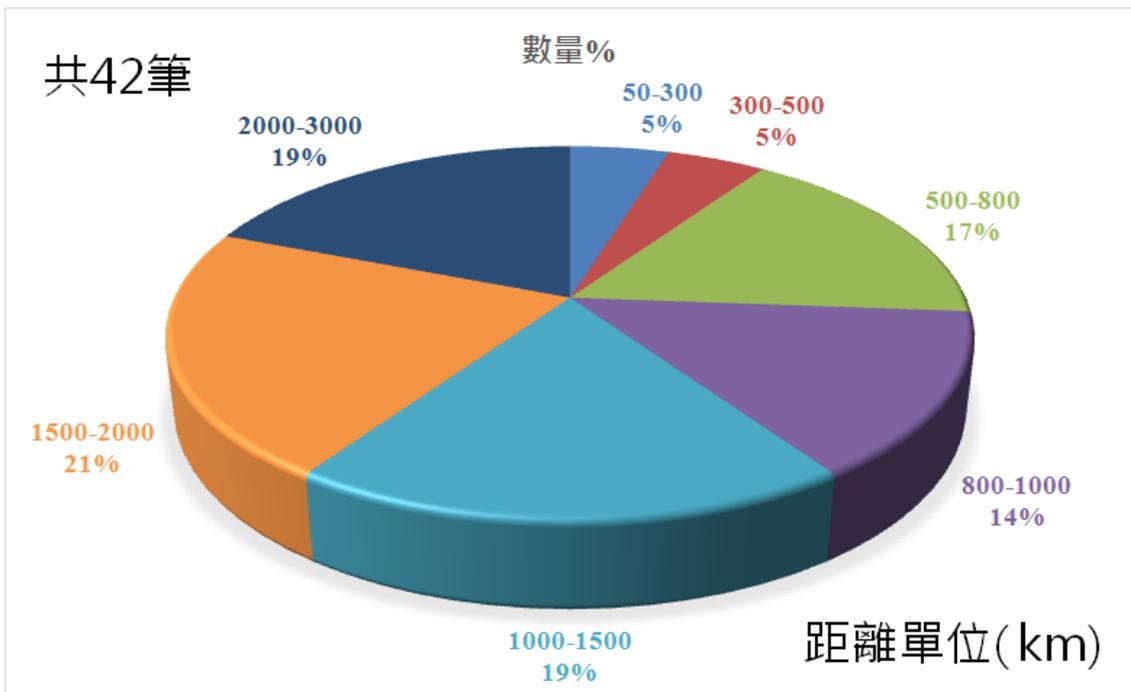


圖 3.11 2011-2013 年颱風期間的海難與颱風中心距離之統計

### 3.5.3 海難事件點與水深、離岸距離之分析

這部分的分析是從本計畫所建置的海難資料庫內取得海難事件的日期時間、經緯度、船舶種類以及原因，並透過海洋大學電子海圖研究中心的電子海圖網路圖徵服務(簡稱 ENC-WFS)查詢取得海圖水深、陸地資訊等，以自行設計之 JAVA 程式進行空間資料的位相關係相關幾何計算，以統計分析事件點與水深、離岸距離之關係。

因考量海圖涵蓋的離岸距離以及水深範圍區分的詳細度，此章節以海圖等級 3(沿岸航行用圖)範圍內的海難點為統計分析之重點，圖 3.12 和圖 3.13 是透過 ENC-WFS 查詢取得海圖水深資訊以及海難資料庫之海難事件點，其海圖等級分別為 1 和 3，且物件類別代碼為 DEPART(水深區)，套疊顯示於網路圖磚服務(WMS)。

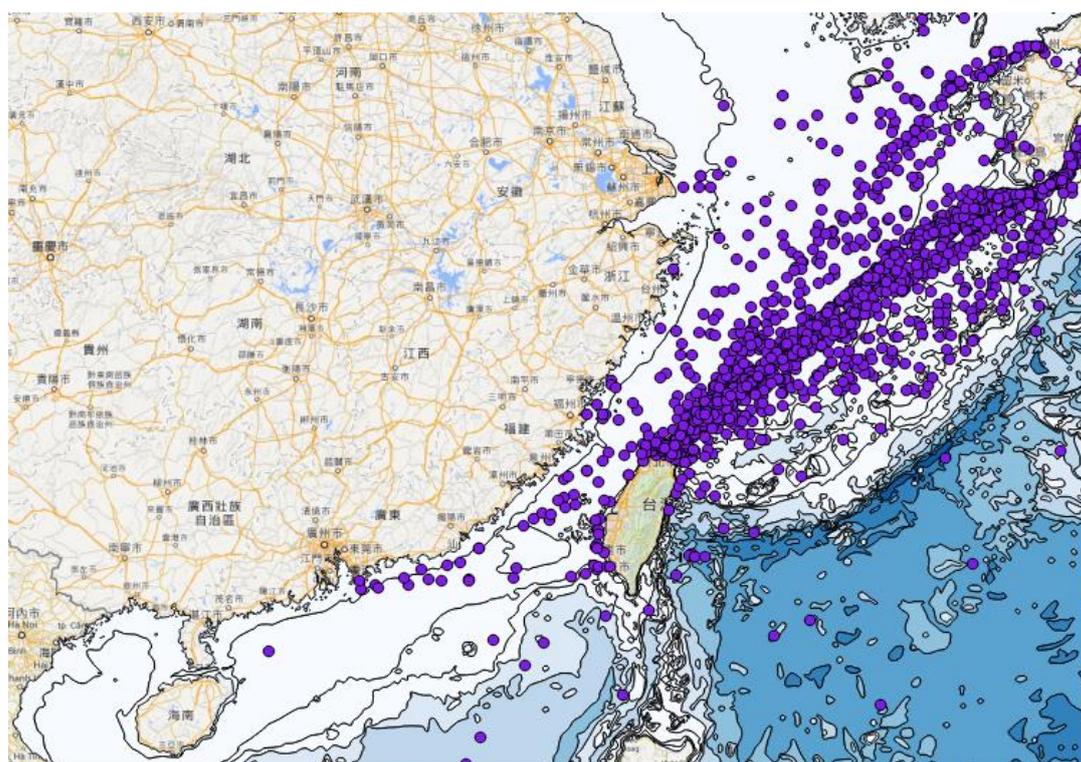


圖 3.12 在海圖等級 1 (全覽圖) 各水深區域上標繪海難點

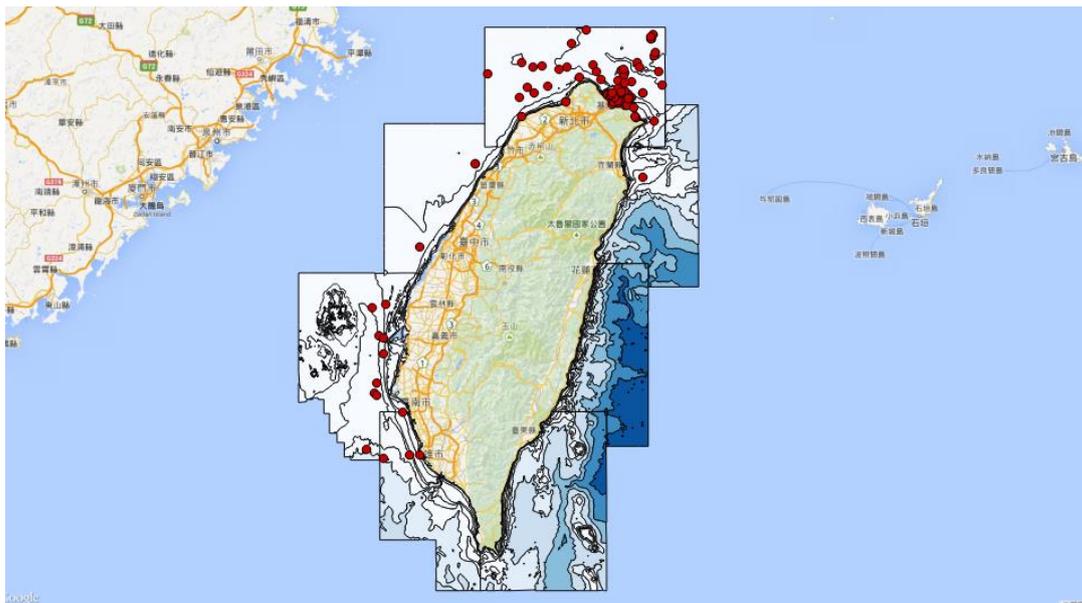


圖 3.13 在海圖等級 3 (沿岸航行) 各水深區域上標繪海難點

將海圖等級 3 取得之水深值劃分為數個區段(0~10 公尺、10~20 公尺...等等)與海難事件點和離岸距離之數據綜合統計得出結果如圖 3.14 到圖 3.18。

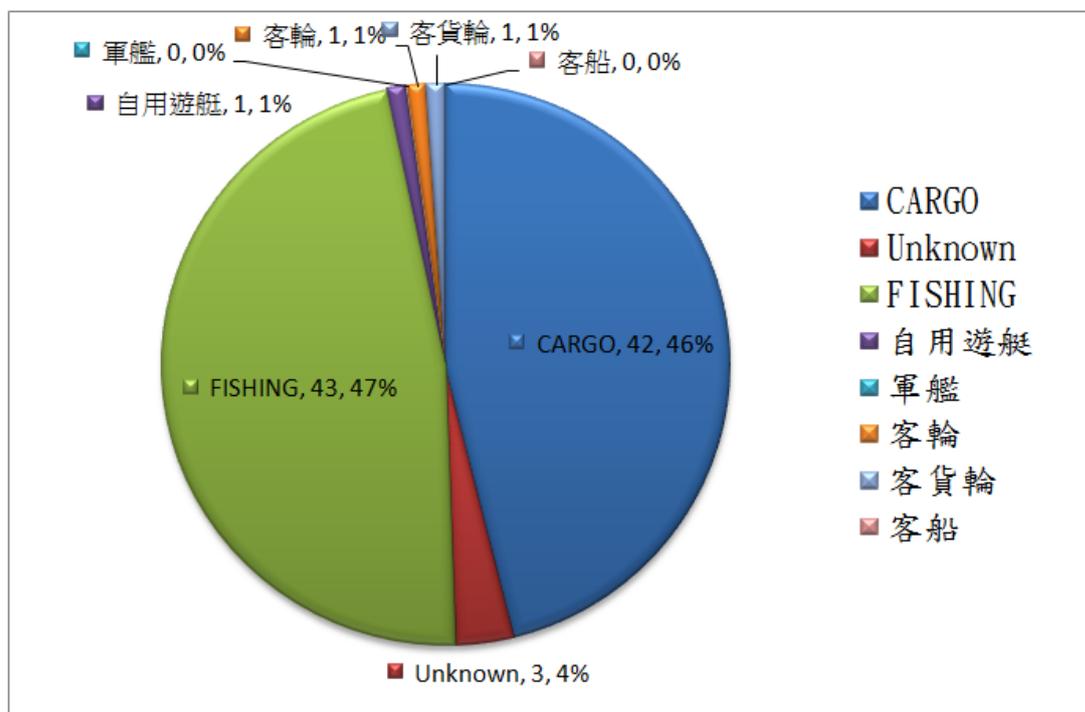


圖 3.14 海圖等級 3 範圍內遇難船舶種類數量及比例

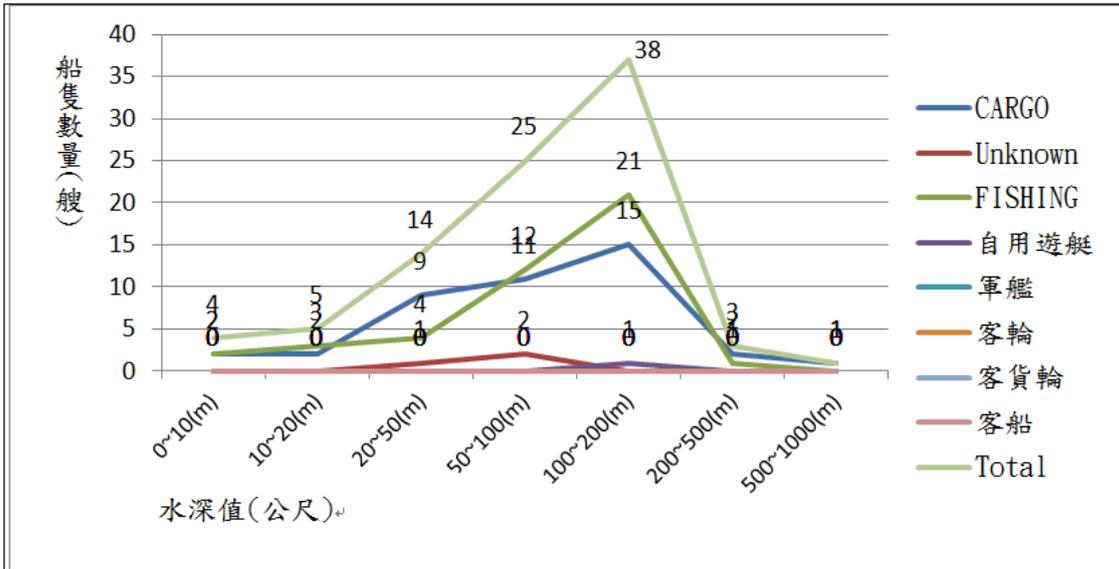


圖 3.15 海圖等級 3 各水深值區段內遇難船數及其種類

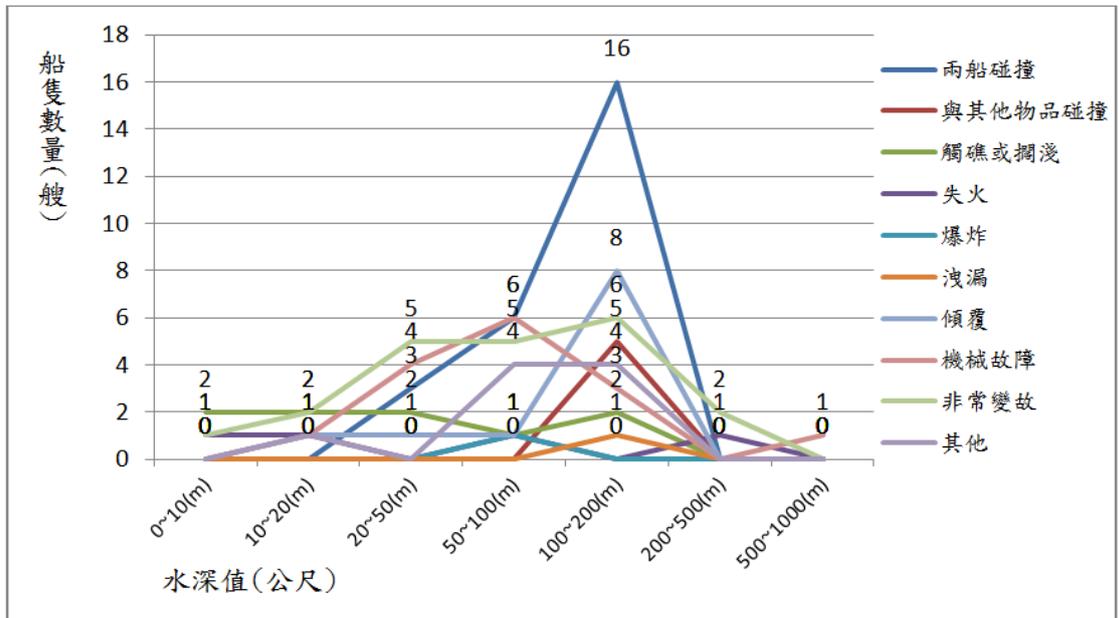


圖 3.16 海圖等級 3 各水深值區段內遇難船數及其事故類別

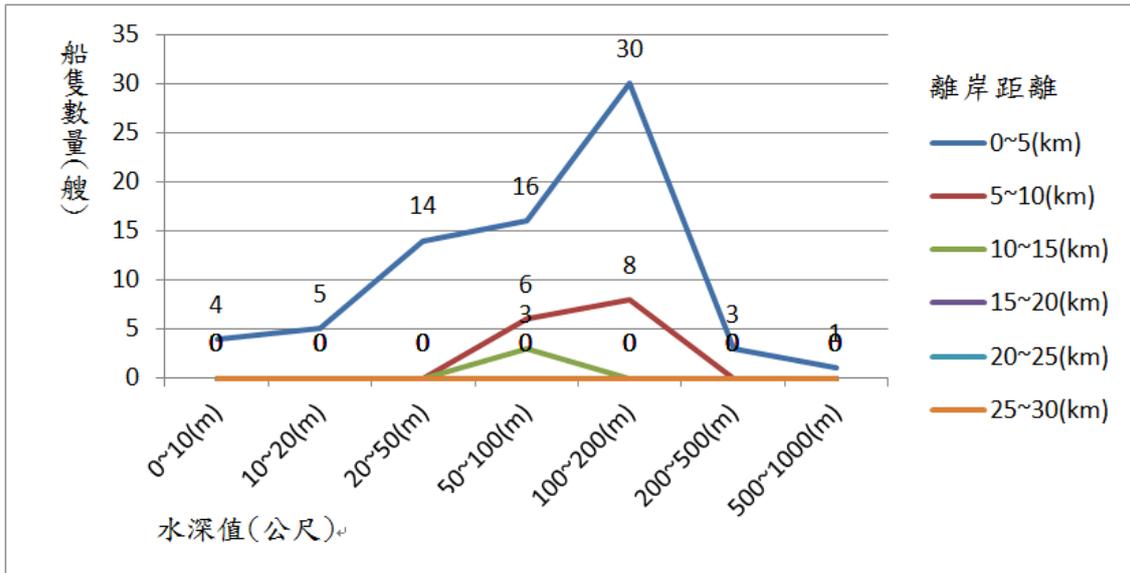


圖 3.17 海圖等級 3 各水深值區段內遇難船數及其離岸距離

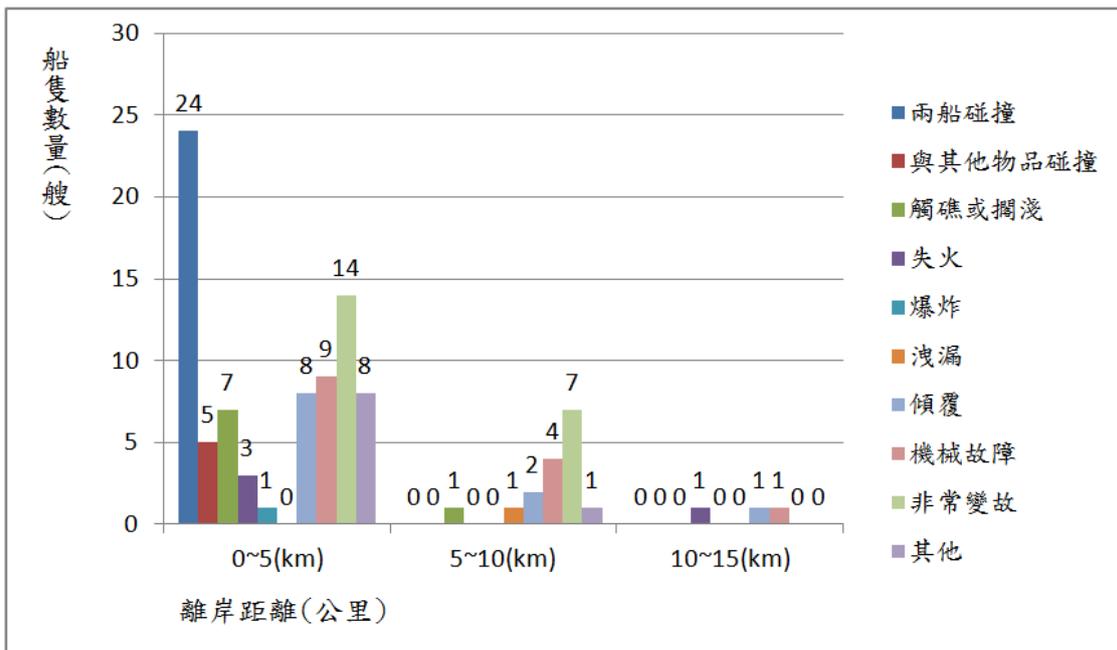


圖 3.18 海圖等級 3 之海難事故類別與離岸距離

由這些結果可看出，在海圖等級 3 範圍內的遇難船舶種類大多為漁船與貨船，發生事故的離岸距離大部份分佈於 0~5 公里，主要分佈於水深 20~200m 範圍內，其中漁船的出事位置更明顯偏向在水深較深處。

兩船碰撞、與其他物品碰撞、傾覆這三類事件都以離岸 5 公里內、水深 100~200m 範圍為高峰；觸礁或擱淺主要分佈於離岸 5 公里內水深

0~50m 範圍內；非常變故事件在水深 20~200m 之間較多。離岸 5 公里內以兩船碰撞為最常發生之事件（若以事件數計算則為第二），其次是非常變故，再其次是機械故障、傾覆。事故種類或其宣稱的歸屬原因詳見第四章 4.2 節交通部的統計方式，其中「非常變故」是指惡劣天候且有損害的情形。

## 第四章 海難資料庫分析技術與服務

### 4.1 概述

本研究建置的海難資料庫以 2004 年 SOLAS 船舶開始安裝船舶自動辨識系統(AIS)後，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），而且從目前從航港局取得的海難資料看來，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。因此這項工作將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 GIS 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。

## 4.2 海難資料之蒐集與資料現況分析

### 4.2.1 交通部開放查詢之海事案件資料

交通部統計查詢網（<http://stat.motc.gov.tw/>）已提供海事案件的統計查詢，如圖 4.1。依據該網站的統計名詞查詢，「海事案件」的英文名稱包括：Ship-wreck/Marine Incident/Sea Accident/Casualty；定義是：「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」。

The screenshot shows the MOTC Statistical Query System interface. The header includes the MOTC logo and navigation links like 'Home', 'Common Query', 'More Query', 'Cross-industry Query', 'Data Sorting', 'Statistical Stories', 'Statistical Reports', 'Other Databases', and 'Operation Manual'. The main content area is titled 'Marine Incidents' and features a search bar with filters for 'Statistics Period' (99 H1 to 102), 'Period' (Half/Year), and 'Statistics Value/Change Rate'. Below the search bar are three columns of filters: 'Statistics Item' (Marine Incident Location), 'Subclassification' (Ship Type), and 'Cause Category'. The 'Cause Category' column has several items checked, including 'Collision', 'Collision with other objects', 'Grounding or running aground', 'Fire', 'Explosion', 'Leakage', 'Capsizing', 'Machine failure', 'Unusual incidents', and 'Other'.

圖 4.1 交通部統計查詢網之海事案件統計查詢畫面

交通部統計查詢網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，港內的部分原本只區分國際商港、輔助港、工業港、其他港口，於 99 年起再細分各港口；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，也不再具有「惡劣天氣」這一項；98 年以前海事案件的單位是「艘」，99 年起改為「件」。

交通部航港局網站也提供了我國一般海難事故調查表，但僅限 102

年上半年的資料。其中有相當許多筆的肇事原因列為惡劣天候，其中僅在 102/1/27 有 1 件有損失，資料如下：

海事日期	船名	總噸位	肇事地點	肇事原因	船員			旅客			船體損害
					受傷	失蹤	死亡	受傷	失蹤	死亡	
102/01/27	榮富輪	5,551.00	L23度35.5分 N E120度00.8分E 遇 到Storm	惡劣天候	0	0	0	0	0	0	船損

交通部海事案件資料的原始來源主要是：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。經查詢高雄港的船舶海事報告書簽證申請書中提供勾選的原因分為下列幾項：

- (1) 碰撞（含船對船、碼頭、棧橋或其他固定物體）
- (2) 觸礁或擱淺
- (3) 失火
- (4) 爆炸
- (5) 漏洩（船體破損致海水浸入或貨油洩出）
- (6) 傾覆（船舶遭遇惡劣天候、天然災害致貨物失衡翻覆）
- (7) 機器故障
- (8) 惡劣天候無損害者
- (9) 非常變故（惡劣天候有損害）
- (10) 其他（船員疾病或傷害、對他船之海難救助或避難港口、偏航等無法歸類事項）。

由此可知惡劣天候無損害者不在交通部統計查詢網統計內，惡劣天候有損失者則是列為非常變故。

首先於交通部統計查詢網查詢 99 年後的港內港外商漁船海事案件數變化，結果如圖 4.2 的上圖，自 100 年起港內的商漁船海事案件數都

持續下降，但港外海事案件在 102 年明顯增多，港外漁船及商船海事案件原因分類如圖 4.2 的下兩圖。

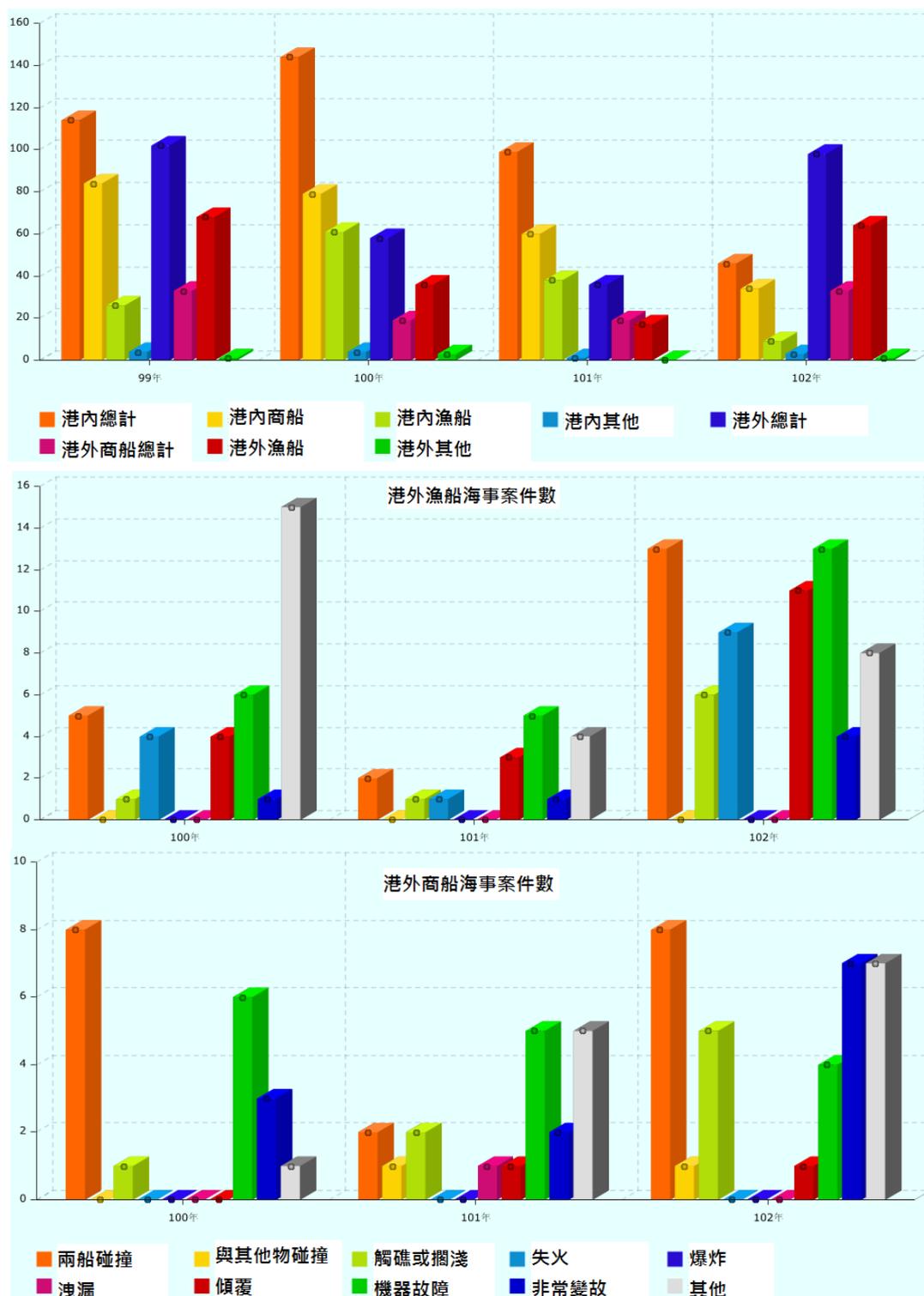


圖 4.2 港內外商漁船海事案件數與港外事故類別 (交通部統計查詢網)

比較港外漁船及商船海事案件原因分類，發現 102 年港外商船海事案件數增加的是兩船碰撞、非常變故、觸礁擱淺與其他原因等，港外漁船海事案件則增加於兩船碰撞、失火、傾覆、機器故障、觸礁擱淺等原因。

#### 4.2.2 交通部航港局各航務中心提供之海事案件資料

本計畫因研究之需於 102 年 10 月函請交通部航港局提供 93-102 年間的海事案件資料，希望至少取得下列內容：

- (1) 海事案件經緯度；
- (2) 日期時間及原因；
- (3) 若無海事評議，可提供案件所屬統計分類資料。

當時獲得南部中部與東部航務中心以 PDF 或 WORD 檔格式提供該航務中心的「我國重大/一般海難事故統計表」。以中部航務中心提供的資料為例，概況如下：

海事日期			船名	總噸位	肇事地點	海 事 原 因										人 員 傷 亡			船體損害		備 考
年	月	日				撞	擱淺	失火	爆炸	洩漏	傾覆	機器故障	非常變故	絞網	其他	船員受	旅客受	船損	船沉		
100	7	25	集勝號漁船 TB.FORDCEO 63	72.8	N24°55.3' E120°11.8'	✓													1		碰撞。
100	9	5	華運 富裕 6 號漁船	28.410 73.25	N24°21.5' E120°25.5'	✓													1		碰撞。
100	11	17	東昇 天成 168 號漁船	6.002 77.21	台中港西北 方外海 5 浬	✓													2		碰撞。
101	12	24	津興 6 號	1985	大肚溪口外海 2 浬	✓															船舶載 2600 噸 柴油，擱淺在大 肚溪口。
102	1	1	東益 1 號	267	大肚溪口		✓													✓	東益 1 號平台 船因拖救津興 6 號而擱淺(國)
102	3	6	盛春	13246	布袋外海 23° 25.0N 119° 56.4E	✓															與不明物碰撞 (外輪)

這些資料的船舶識別只有船名，而且通常是中文（或中譯）船名，肇事地點描述方式不一，要建置成具備地理坐標而且適於分析的 GIS

資料庫，確實有相當的困難度。

因此研究團隊另於本期(103)計畫中就近前往位於基隆的北部航務中心，擬從海事案件紙本資料取得更多的必要資料，例如：船舶的英文船名、IMO 號碼或 MMSI 等識別資料，以利與 AIS 船舶動態資料關聯。

### 4.2.3 海巡署開放提供之海難資料與海上救難救生案例

海巡署在政府開放資料平台提供下載的有海難資料與海上救生救難實例這兩種資料，格式分別是 CSV 表格檔與 TXT 文字檔，資料的描述如下：

#### 海難資訊

[訂閱](#) [訂閱說明](#)

下載

CSV

資料集評分

♡♡♡♡♡

尚未評分

資料集類型

原始資料

資料集描述

為預防海難災害發生或減低海難災害損害，提供海難事故相關統計數據，期有效提供預警及救助參考。

主要欄位說明

事故種類分析、事故月份分析、事故船舶分析、人員狀況分析、案發海象分析。

資料集提供機關

行政院海岸巡防署

更新頻率

每月

授權方式

政府資料開放平臺資料使用規範

#### 海上救生救難案例

[訂閱](#) [訂閱說明](#)

下載

TXT

資料集評分

♡♡♡♡♡

尚未評分

資料集類型

原始資料

資料集描述

本署執行指標性海難案件概述

主要欄位說明

發生時間、地點及案情經過

資料集提供機關

行政院海岸巡防署

資料量

約112筆

更新頻率

每週

授權方式

政府資料開放平臺資料使用規範

海難資料的內容概況如下：

事故船舶統計		事故種類統計		案發海象統計	
漁船	49.00%	機械故障	49.00%	0級	0.10%
漁筏	23.00%	擱淺	12.00%	1級	0.60%
舢舨	16.00%	失火	9.00%	2級	4.30%
商船	5.00%	漏水	5.00%	3級	8.70%
		碰撞	2.00%	4級	11.40%
		絞擺	4%	5級	21.30%
		天災	4%	6級	16.30%
		其他	14%	7級	17.90%
				8級	9.80%
				9級	5.80%
				10級	3.20%
				11級	0.40%
				12級	0.20%

海上救生救難實例資料的內容概況如下：

名稱	修改日期
行政院海岸巡防署全球資訊網-海上救難案例-100年4月15日大陸籍「閩龍漁819號」漁船失火救援案	2013/3/22
行政院海岸巡防署全球資訊網-海上救難案例-100年4月19日高雄籍「發寶財號」漁船失火救援案	2013/3/22
行政院海岸巡防署全球資訊網-海上救難案例-100年5月15日巴拿馬籍「利達」輪失火救援案	2013/3/22
行政院海岸巡防署全球資訊網-海上救難案例-100年5月22日蘇澳籍「順豐漁238號」漁船失火救援案	2013/3/22
行政院海岸巡防署全球資訊網-海上救難案例-100年6月9日內坡南籍「勝財利6號」漁船失火救援案	2013/3/22
行政院海岸巡防署全球資訊網-海上救難案例-100年6月17日烏石籍「蘭鯨號」貨輪失火救援案	2013/3/22
行政院海岸巡防署全球資訊網-海上救難案例-100年7月18日「RAINBOW」號及「CALANDRA」號貨輪碰撞救援案	2013/3/22
行政院海岸巡防署全球資訊網-海上救難案例-100年8月29日「奮進3號」油船斷纜擱淺案	2013/3/22
行政院海岸巡防署全球資訊網-海上救難案例-100年9月13日大陸籍「閩連漁12001號」漁船觸礁搜救案	2013/3/22
行政院海岸巡防署全球資訊網-海上救難案例-100年9月22日「金利鴻66號」漁船遭貨輪擦撞救援案	2013/3/22
行政院海岸巡防署全球資訊網-海上救難案例-100年10月1日「欣航6號」漁船觸礁救援案	2013/3/22
行政院海岸巡防署全球資訊網-海上救難案例-100年10月3日「瑞興號(JUI HSING)」貨輪擱淺斷裂救援案	2013/3/22
行政院海岸巡防署全球資訊網-海上救難案例-101年1月8日「連○祥號」漁船失去動力救援案	2013/3/22
行政院海岸巡防署全球資訊網-海上救難案例-101年2月8日「健○旺3號」漁船船員救援案	2013/3/22
行政院海岸巡防署全球資訊網-海上救難案例-101年2月14日「新○輪」雜貨船救援案	2013/3/22
行政院海岸巡防署全球資訊網-海上救難案例-101年2月26日「龍○一號」娛樂漁船沉沒救援案	2013/3/22
行政院海岸巡防署全球資訊網-海上救難案例-101年3月19日「海○8號」砂石船沉沒救援案	2013/3/22
行政院海岸巡防署全球資訊網-海上救難案例-101年4月1日花蓮岸際釣客落海救援案	2013/3/22
行政院海岸巡防署全球資訊網-海上救難案例-101年4月27日「野○767號」遊艇救援案	2013/3/22

## 4.3 海難資料庫之建置

### 4.3.1 歷史海難資料之輸入系統與資料庫建置成果

交通部航港局北部航務中心持有的海事報告資料為紙本資料，而且沒有統一的格式，必須以人工閱讀紙本資料，再依設計的格式輸入電子資料庫，才能提供查詢分析。為了輔助資料輸入，本研究設計了海事案件輸入系統。此海事案件輸入系統的資料庫綱要如圖 4.3，這是為了從快速從紙本海事報告中取出資料並輸入資料庫而設計。

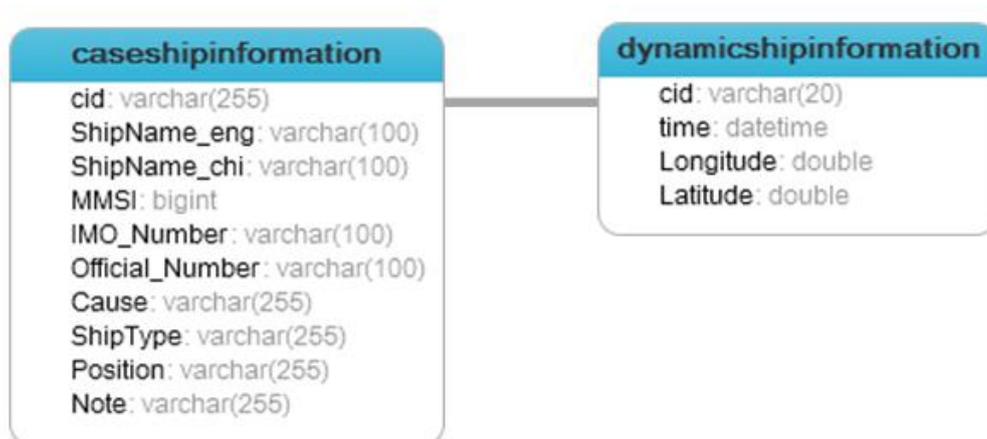


圖 4.3 海事案件輸入系統的資料綱要

「案件資訊資料表 (caseshipinformation)」是紀錄船舶基本資料及案件發生原因，如果紙本資料沒有記錄經緯度點而有說明大約位置則填入至 Position 欄位，資料概況如圖 4.4。「案件船舶動態訊息資料表 (dynamicshipinformation)」是紀錄海事案件的經緯度及時間，資料概況如圖 4.5。以 cid=93.1.10 的海事案件為例，該案件沒有經緯度只有位置描述，所以「案件船舶動態訊息資料表」內的經度緯度都是預設的 0 值，而把位置描述儲存在「案件資訊資料表」的 Position 欄位。

操作時是透過線上資料輸入方式，將海事案件資料上傳至資料庫當中。以海翔 8 號海事案件為例，根據紙本資料報告所記載的發生時間、地點、原因及過程，輸入至對應的欄位當中的情形如圖 4.6。

本研究已透過此介面輸入將近 1000 件海事案件資料。

cid	ShipName_eng	ShipName_chi	MMSI	IMO_Number	Official_Number	Cause	ShipType	Position
93.1.1	M/V YUSHO SEVEN	海昇第七優照	352504000	9258569	28331-02	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.1.10	M.V. BUNGA MAS 1:	(Null)	533334000	9168582	328301	惡劣氣候損: CARGO		KEELUNG PC
93.1.11	M/V MERCURY SEVEN	水星7號	(Null)	(Null)	23369-A	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.1.12	M/V ATLAS SHINE	泓陽海祥	351890000	9168441	25317-98-A	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.1.13	GLORY SUMMIT	海陽勝榮	357270000	9205524	26213-99	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.1.14	EASTERN HERO	海陽東方英雄	567050100	9103609	(Null)	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.1.15	M.V. ASIAN ENERGY	晉森亞神	351938000	8805169	23261-96-B	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.1.16	M.V.ASIA HARMONY	晉森亞洲協和	(Null)	(Null)	387724	惡劣氣候損: CARGO		未有詳述地點
93.1.17	M/V YAMAHARU	祥和山春	441658000	9124029	22215-95-C	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.1.18	M/V YUSHO OCEAN	海昇優海	375772000	9100499	21428-94	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.1.19	M/V YUSHO SEVEN	海昇第七優照	352504000	9258569	28331-02	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
▶ 93.1.2	M/V.ESPERANZA II	聖森依蘭二世	525005105	9108582	21634-94-B	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.1.20	M.V.TIMBER DYNAS	海協冠榮	565910000	9124201	(Null)	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.1.21	VENUS EIGHT	金星八號	353402000	9263007	30313 PEXT	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.1.3	M/V SHARROW BAY	海洋峽灣	354346000	9187801	25431-98-A	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.1.4	THAILINE 2	中台泰航2號	533513000	9010046	不詳	惡劣氣候損: CARGO		未有詳述地理
93.1.5	(Null)	海昇優照	(Null)	(Null)	(Null)	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.1.6	M/V TASMAR PRO	海昇	477440400	9070709	不詳	浪擊損害 CARGO		(Null)
93.1.7	M.V.ACX MARIGOLC	(Null)	412769000	9009176	390424	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.1.8	M/V YUSHO OCEAN	海昇優海	375772000	9100499	21428-94	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.1.9	OCEAN AUSPICES	祥和吉祥	441490000	9105669	不詳	惡劣氣候損: CARGO		不詳
93.10.1	M.V.CENTURY SHIN	泓陽海祥	355608000	9245079	9245079	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.10.10	M/V YUSHO SEVEN	海昇第七優照	352504000	9258569	28331-02	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.10.11	M/V :ULSWATER	(Null)	(Null)	(Null)	25893-98-A	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.10.12	M/V ATLAS SHINE	泓陽海祥	351890000	9168441	25317	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.10.13	M/V Stella Beauty	(Null)	(Null)	(Null)	220258-95	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.10.14	M/V YUSHO HARUN	(Null)	(Null)	(Null)	32371-KJ	惡劣氣候損: CARGO		(Null)
93.10.15	M/V YUSHO OCEAN	海昇優海	375772000	9100499	21428-94	(Null) CARGO		(Null)
93.10.16	PINE BRIGHT	(Null)	548745000	9004073	19464-91-CH	惡劣氣候損: CARGO		位置並未有詳
93.10.17	MV "YM Hanoi"	(Null)	(Null)	8513766	不詳	惡劣氣候損: CARGO		未有詳述

圖 4.4 海事案件輸入系統的案件資訊資料表概況

cid	time	Longitude	Latitude
▶ 93.1.11	2004-01-13 22:00:00	122.55	25.933333333333334
93.1.11	2004-01-12 14:00:00	127.21666666666667	29.833333333333332
93.1.10	2004-01-14 00:00:00	0	0
93.1.1	2004-01-28 08:00:00	123.7	26.9
93.1.1	2004-01-26 22:00:00	129.43333333333334	31.65
93.1.12	2004-01-11 12:00:00	128.56666666666666	30.401666666666667
93.1.12	2004-01-12 16:00:00	123.97666666666667	26.978333333333333
93.1.13	2004-01-03 14:00:00	138.91666666666666	34.533333333333333
93.1.13	2004-01-04 04:00:00	136.75	33.533333333333333
93.1.15	2004-01-02 04:00:00	128.48333333333332	28.5
93.1.15	2004-01-03 04:00:00	124.48333333333333	26.816666666666666
93.1.17	2003-12-31 09:00:00	129.66666666666666	33.916666666666664
93.1.17	2003-12-31 22:00:00	127.93333333333334	32.4
93.1.18	2003-12-30 22:00:00	128.76833333333335	30.223333333333333

圖 4.5 海事案件輸入系統的案件船舶動態訊息資料表概況



圖 4.6 海事案件輸入系統的操作畫面示意圖

海事案件輸入系統提供透過英文船名查詢 MMSI 後自動填入的功能，案件的地理位置經緯度的輸入則提供文數字與地圖兩種介面。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軌跡，如圖 4.7。

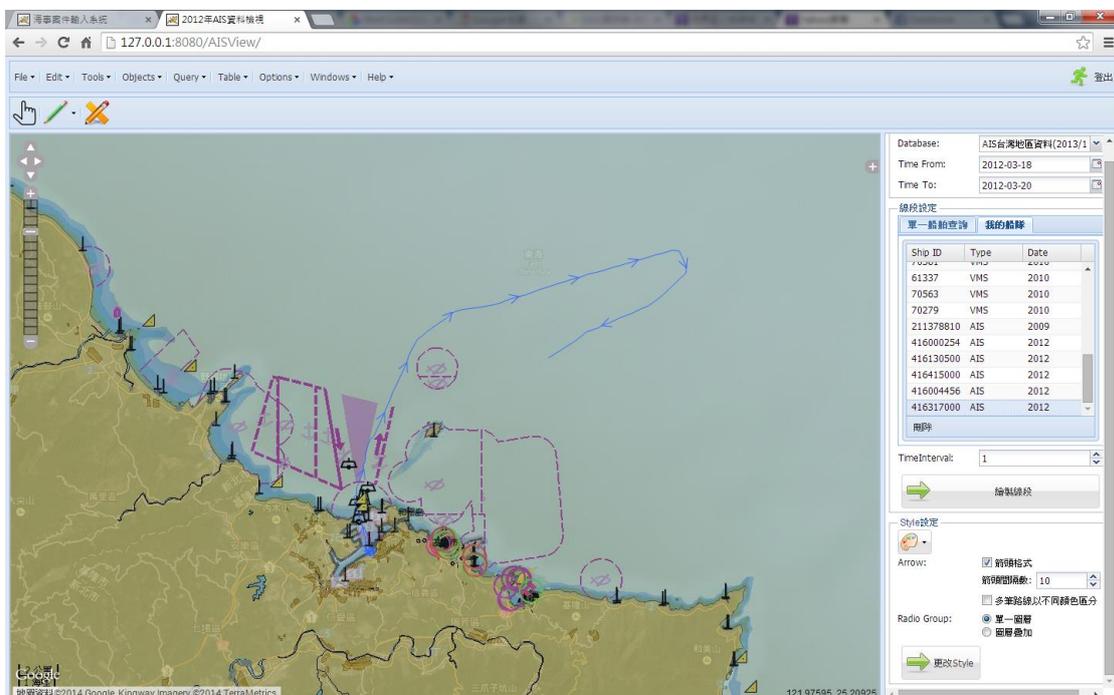


圖 4.7 海翔八號 2012/3/19 事發軌跡

102年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，是從海軍航船佈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。連同透過海事案件輸入系統輸入的北部航務中心海事報告資料，輸入資料庫內已有大約2000筆資料，其中大部分被歸類於惡劣氣候損壞的案件(主要來自北部航務中心資料)。圖4.8至圖4.10分別是惡劣氣候損壞、碰撞以及擱淺案件的分佈。

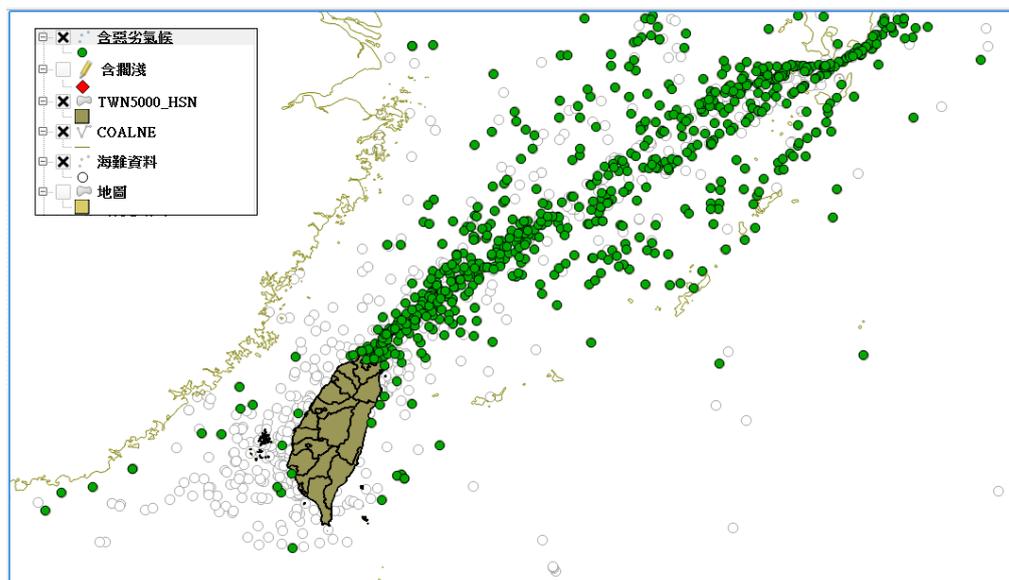


圖 4.8 屬於惡劣氣候損壞的海事案件分佈

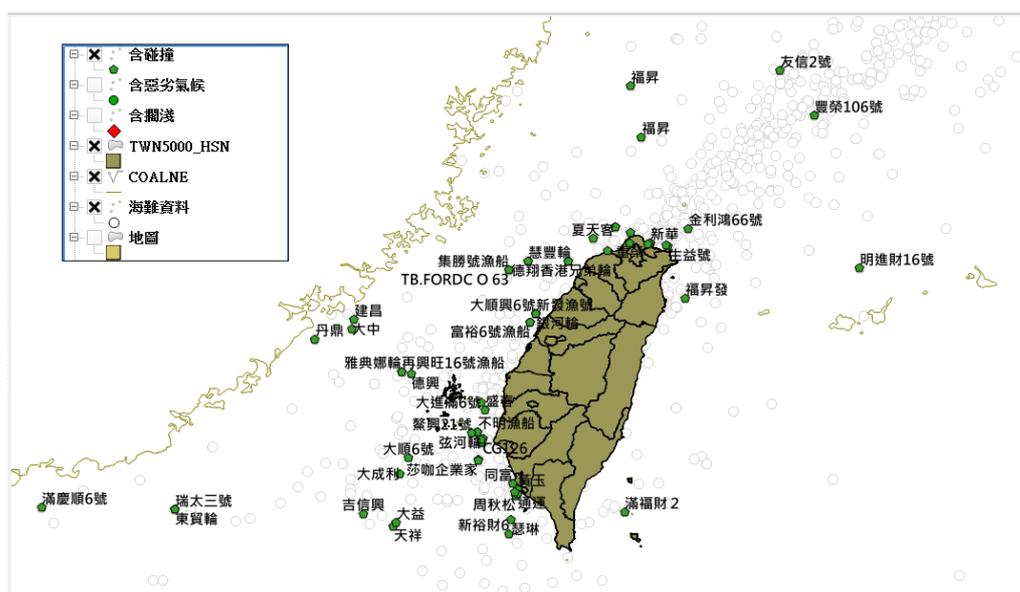


圖 4.9 屬於碰撞的海事案件分佈



### 4.3.2 依 IMO 海難事故通報格式設計之海難資料庫服務平台

前節所述的海難資料庫與輸入系統是為了盡速將蒐集到的現有海難資料建置成資料庫，以利分析研究。就長期運作維護我國海難資料庫而言，仍應另建一作業化的系統供航港局專責人員操作。此一資料庫系統之設計應符合海難調查章程及其相關通報要求。

如第二章所述，MSC-MPEC.3/Circ.4 是關於各成員國利用向 IMO 通報海難資料的程序與格式，而且是針對透過網際網路在 IMO 的全球整合航運資訊系統海難事故模組執行的電子式通報。本研究基於 MSC-MPEC.3/Circ.4 格式並符合 IMO 國際標準之準則，設計海難資料庫服務平台雛型，以整合海氣象資訊、電子海圖與船舶動態資訊系統 AIS 資料。此服務可提供下列功能，紀錄並還原當時的地理時空關係：

- (1) 海難資料登錄及查詢；
- (2) 海難期間周遭船舶海域交通及氣象狀況。

海難案件登錄至 MSC-MPEC.3/Circ.4 格式資料庫的資料分為基本及事實資料：基本資料項目定義了案件事發經過、位置、時間、環境、事故類別以及後續處理方式等；事實資料內容包含所涉及船舶的詳細資訊及在此案件對於船舶而言所造成的損壞或人員傷害。登錄案件的網頁畫面如圖 4.11。

登錄海難資料時系統會指派唯一的案件編號，搜尋時可根據案件編號、發生時間前後及地理位置範圍向海難資料庫搜尋案件。搜尋案件的網頁畫面如圖 4.12，畫面中資料是試登錄的幾個歷史案件。圖 4.13 與圖 4.14 分別是查詢詳細海難資料以及查詢船舶資料的結果。

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 4.11 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-緯度	案件發生地點-經度	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 4.12 海難資料庫服務平台的資料查詢畫面



圖 4.13 海難資料庫服務平台查詢結果-以海翔 8 號為例

船舶資料	航程資料	事件影響	後果
IMO編號:	8125650		
船舶名稱:	海翔八號		
呼號:	BIAH		
MMSI編號:	416317000		
船旗國籍:	中華民國		
船舶類型:	貨船		
總噸數(tonne):	2998		
船舶長度(m):	95		
船舶公司:	祥泰海運股份有限公司		
製造年份:	1982		
船體材料:	未知		
裝載重量(tonne):	4703		
船體構造:	未知		
推進型式:	未知		
燃料種類:	未知		
船舶證書之船員人數:	16		

圖 4.14 海難資料庫服務平台查詢海難船舶資料之結果

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。目前海氣象資料分為氣象資料及潮位資料，氣象資料取得自中央氣象局民國 100~103 年彭佳嶼、基隆、龍洞資料浮標、淡水、梧棲、高雄及澎湖測站，而潮位資料取得自中央氣象局發布的年度潮汐表。

圖 4.15 是以海翔 8 號為例的動態回播結果，及其局部放大圖。

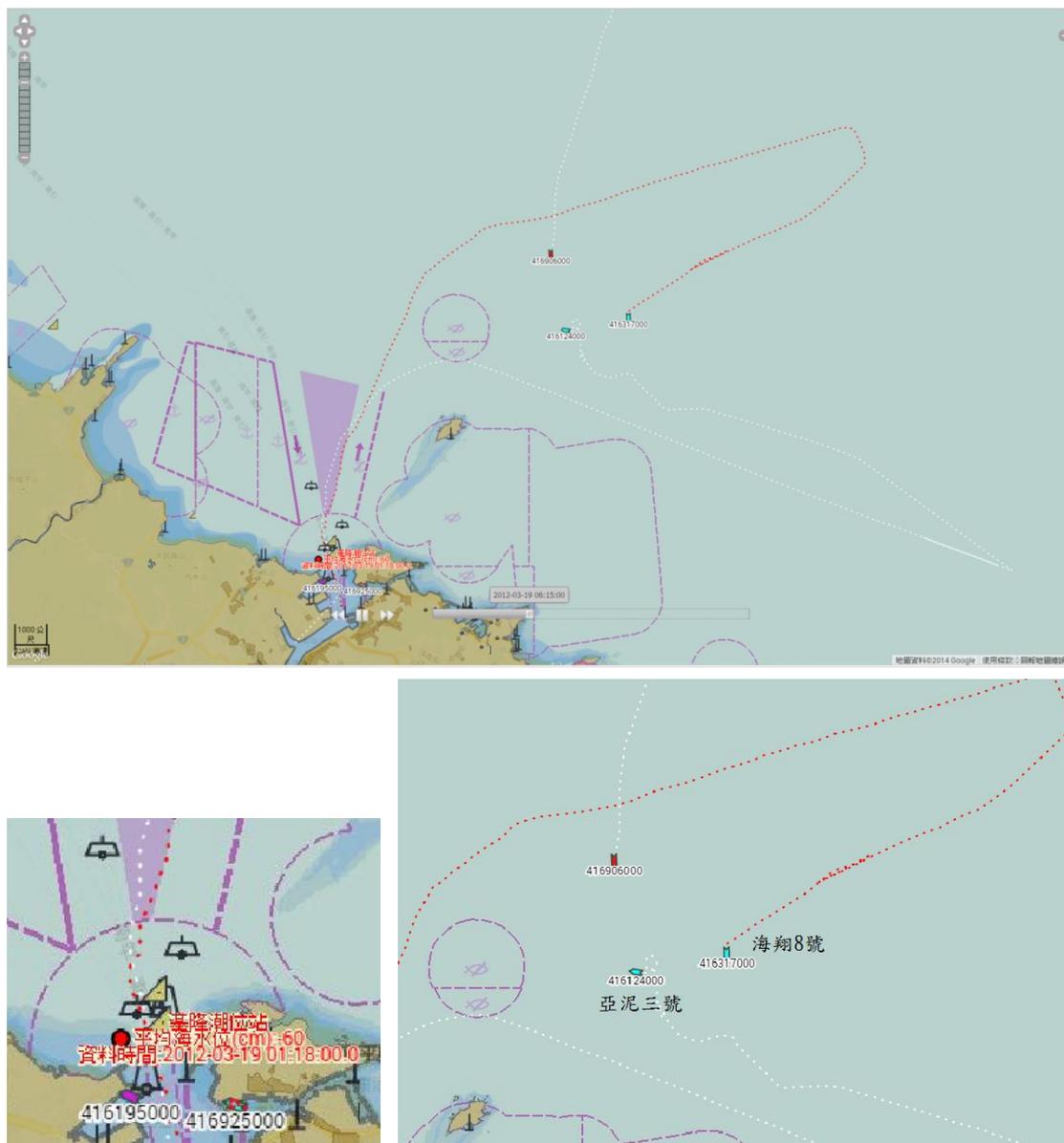


圖 4.15 海難資料庫服務平台動態回播周遭交通與氣象狀況

## 4.4 資料整合應用與案例分析

### 4.4.1 海翔 8 號傾覆沉船事件

「海翔 8 號」建造於 1982 年，總噸位 2998 噸，2012 年 3 月 19 日凌晨自基隆港載運黏土出港航往花蓮，行經基隆外海東北方 9 浬處發生船身傾斜意外，雖緊急掉頭欲折返基隆港，卻仍在港外 6 浬處沈沒，船上 15 人，13 人獲救（其中 6 人不幸死亡），2 人（包括台灣籍船長）失蹤。

依據本研究從航港局北部航務中心抄錄的海翔 8 號（Ocean Glory）船舶海事報告書，報告書中填寫或描述的內容大致如下：

- 此為沉船事件；
- 海事性質是氣候惡劣、船舶傾覆；
- 海事發生船位是基隆港外海；
- 海事發生時間是民國 101 年 3 月 19 日約清晨 4~5 點鐘；
- 氣象大概是東北風 6~7 級；
- 潮汐流向流速不清楚；
- 海浪 6~7 級；
- 海事時速率約 6~8 節。

本研究在查得該船 MMSI 後，從 AIS 船舶動態資料庫中取出該船 2012 年所有 AIS 歷史航跡，執行軌跡群聚分析產生代表路徑後，與 3 月 19 日發生事故這段的 AIS 航跡套疊並顯示如圖 4.16，圖中黑色向量線段是 2012 年 1-3 月所有軌跡的代表路徑，橘黃色箭頭符號（依船艏向角度而旋轉）是 3 月 19 日當天的 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。

AIS 資料提供了明確的航跡船位時間以及航向航速艙向等資料，該航次的目的地是花蓮，預計於當天下午 14:00 抵達。但是出基隆港後其實從 3:20 左右就明顯偏離該船歷史航跡與代表路徑，海翔 8 號的 AIS 最後船位距離基隆嶼大約 5km，時間是 5:03 分。

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。

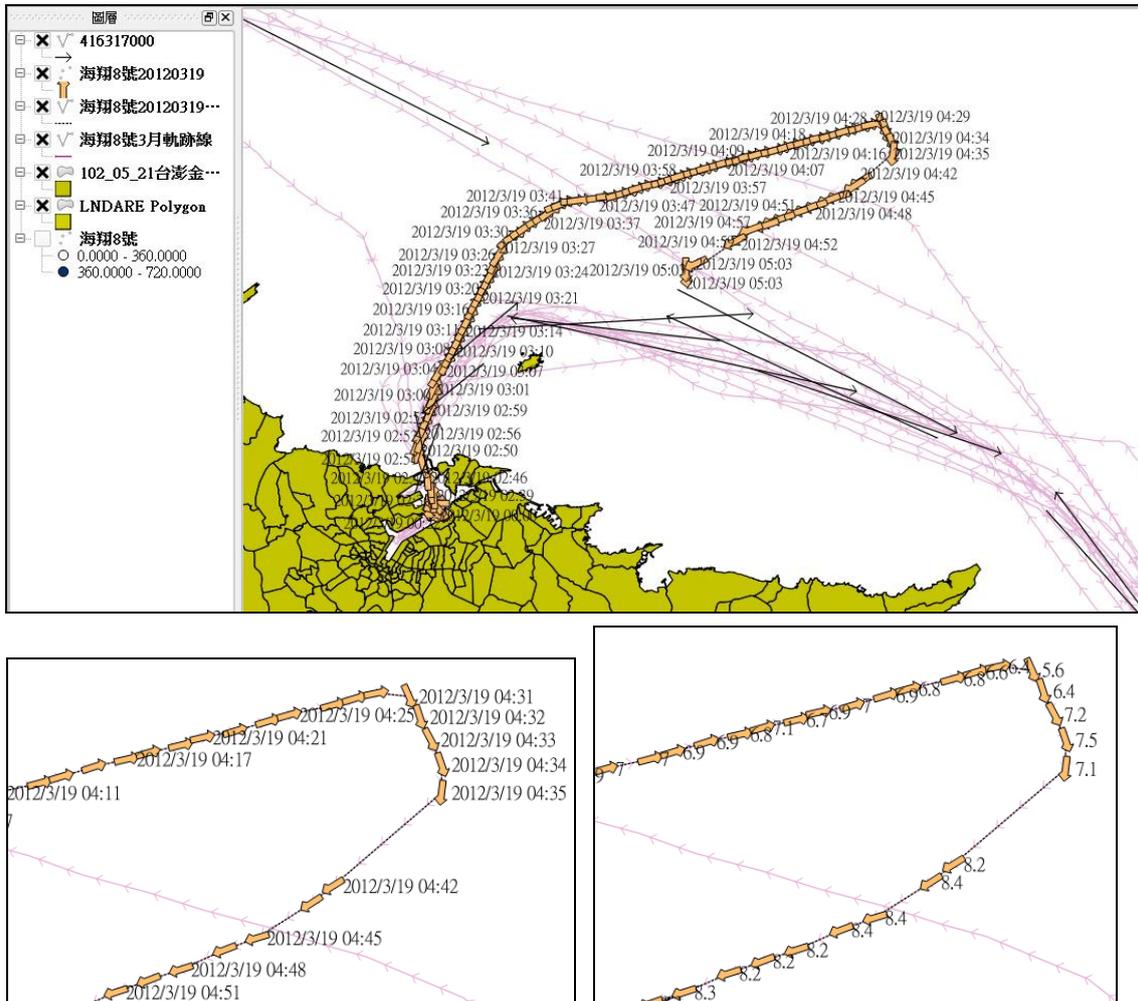


圖 4.16 海翔 8 號的 AIS 船舶動態與歷史軌跡

依據媒體報導，海翔 8 號於 4:45 左右向基隆港船舶管制中心求救。船長說：「我的船向右傾斜 15 度，請幫我通報海巡隊救援」、「還有我要申請緊急入港！」。另媒體亦提到獲救水手的描述：凌晨 4 點多被船長

叫起床，說船有狀況，船艙內載運的黏土偏離，船原本要開往花蓮，已經掉頭試圖返回基隆港。

2012年3月TORI的雷達測流範圍尚未涵蓋基隆外海，而海翔8號出事當日氣象局觀測的風力資料如下：

逐日資料	測站	時間	風速 (m/s)	風向 (度)	該測站 年平均風速(m/s)
	彭佳嶼	2012/3/19 00:00	7.7	50	7.4

逐時資料	測站	時間	風速 (m/s)	風向 (度)	該測站 年平均風速(m/s)
	基隆	2012/3/19 02:00	4.3	20	3.1
		2012/3/19 03:00	4.4	30	3.1
		2012/3/19 04:00	3.1	30	3.1
		2012/3/19 05:00	4.3	30	3.1
		2012/3/19 06:00	2.9	10	3.1

風速(V)與風級(B)轉換公式為：

$$V = 0.836 * (B^{3/2}) \quad (\text{風速單位：m/s})$$

當日氣象局觀測的風力僅略高於各站的年平均，海事報告內的風力則比氣象局的觀測資料高出許多。

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，應是此一海難事故的重要因素。

#### 4.4.2 升隆 1 號失去動力漂流擱淺事件

依據海巡署的海上救難案例資料，本國籍「升隆 1 號」砂石輪於 99 年 1 月 12 日在蘇澳港外 5 浬因艙軸斷裂失去動力，13 日 23 時 40 分漂流至龜山島擱淺。經查詢該船 MMSI (416004600) 關聯取得 AIS 資料後，於 GIS 顯示如圖 4.17 (上圖船位以箭頭表示艙向，下圖以箭頭表示航向，皆標示航速數值)。AIS 船舶動態回播影片畫面如圖 4.18。

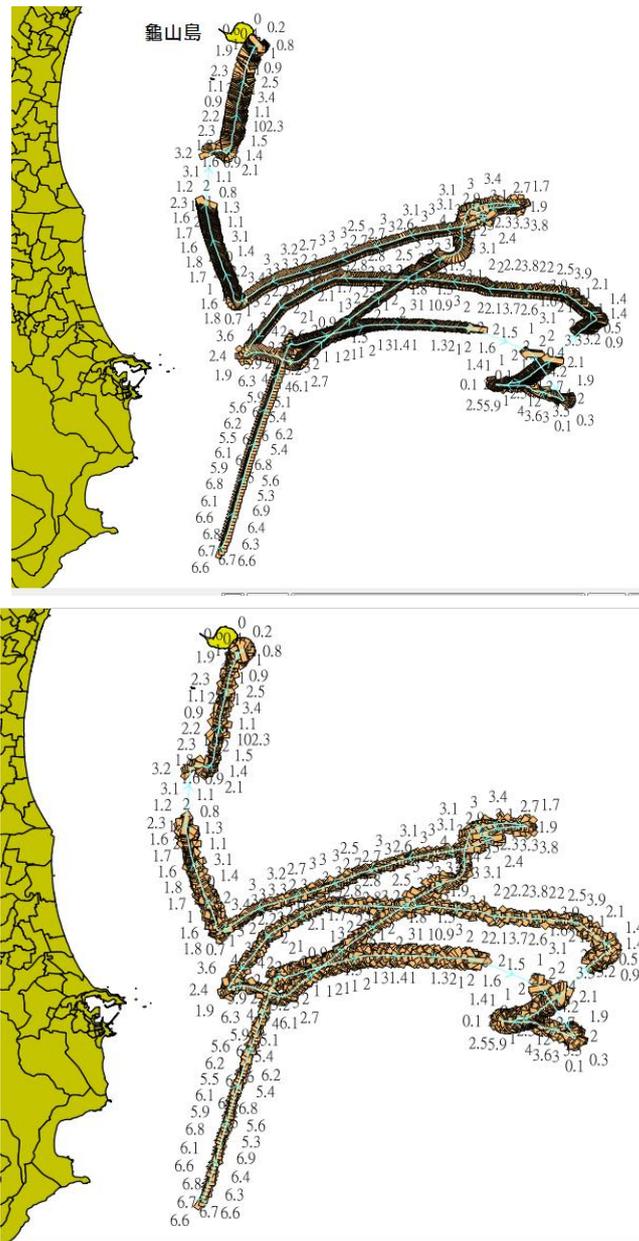


圖 4.17 升隆 1 號 2010/1/12-13 期間 AIS 動態軌跡

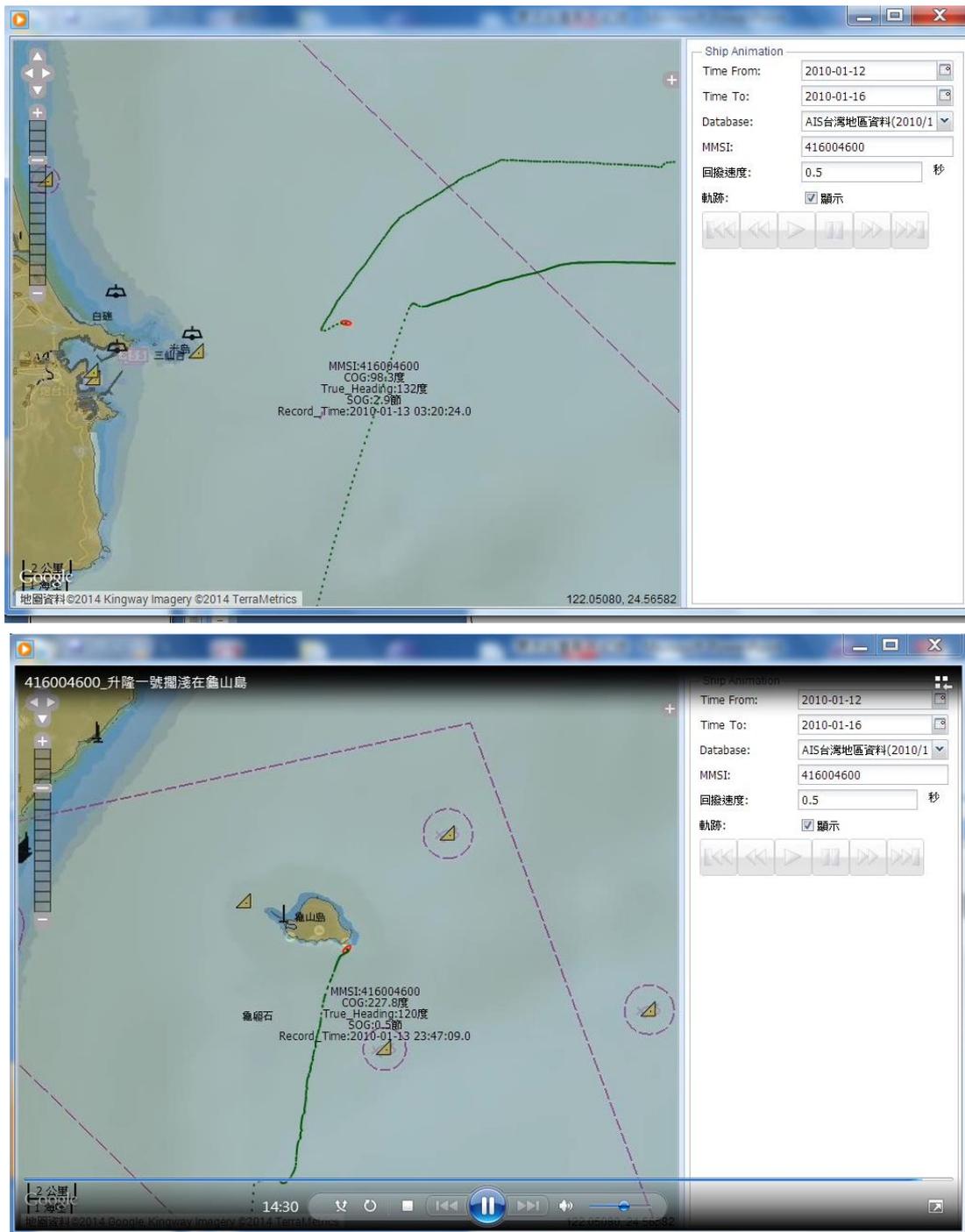


圖 4.18 升隆 1 號海事案件 AIS 動態回播影片畫面

圖 4.19 則是航向與艏向依船位報告時序的變化。該船在失去動力期間的 GPS 航向航速變動頻繁；GPS 航向值的移動平均和艏向之間在初期幾乎都有接近 180 度的角度差，航速在 1-2 節之間，處於漂流狀態；中期有兩段航速稍微提高至 3 節左右時 GPS 航向約 250 度，航向變動

縮小而且和艏向較為一致，該等期間的船位都是往西南方接近蘇澳港。

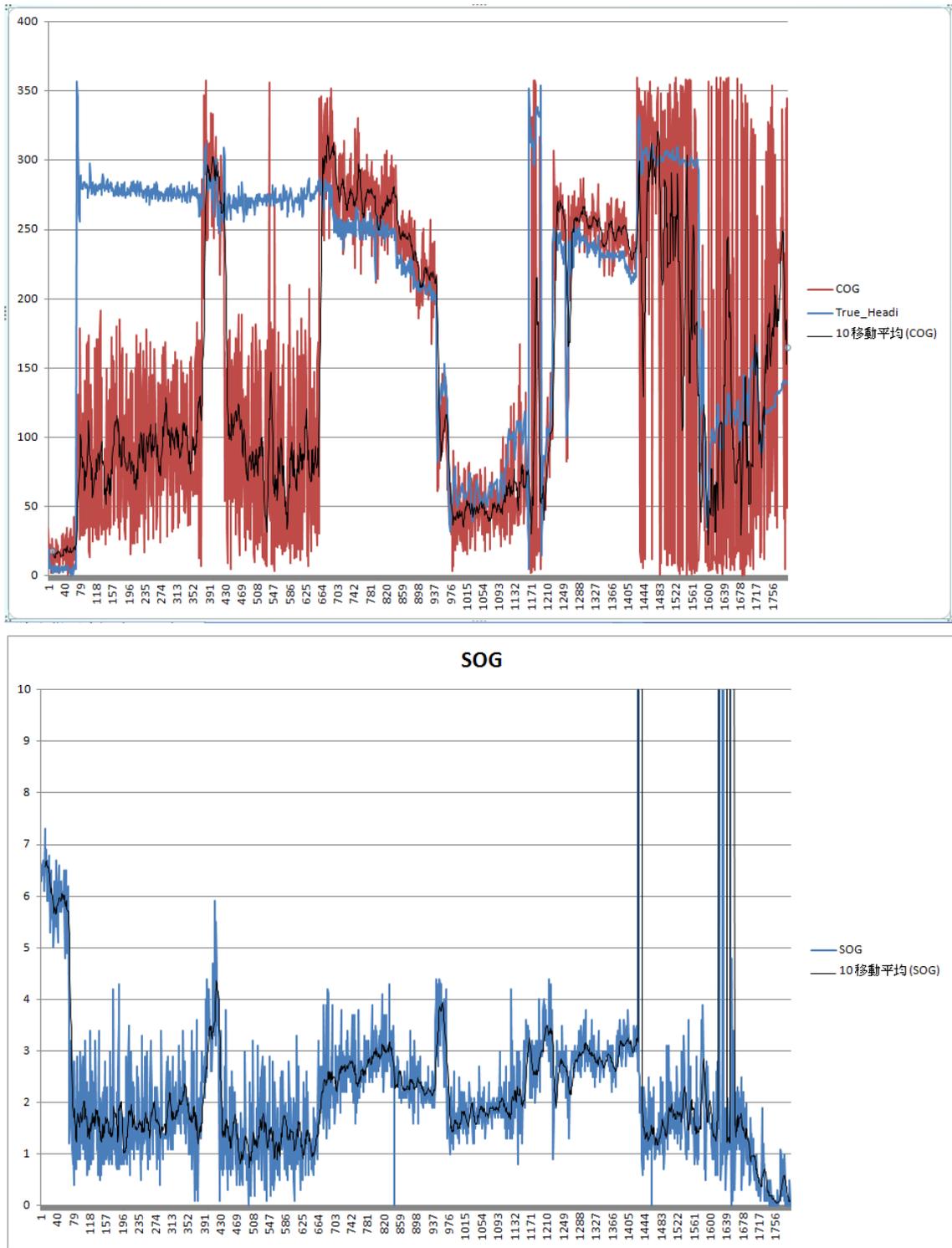


圖 4.19 升隆 1 號在事件期間的 AIS 船舶航儀資料變化

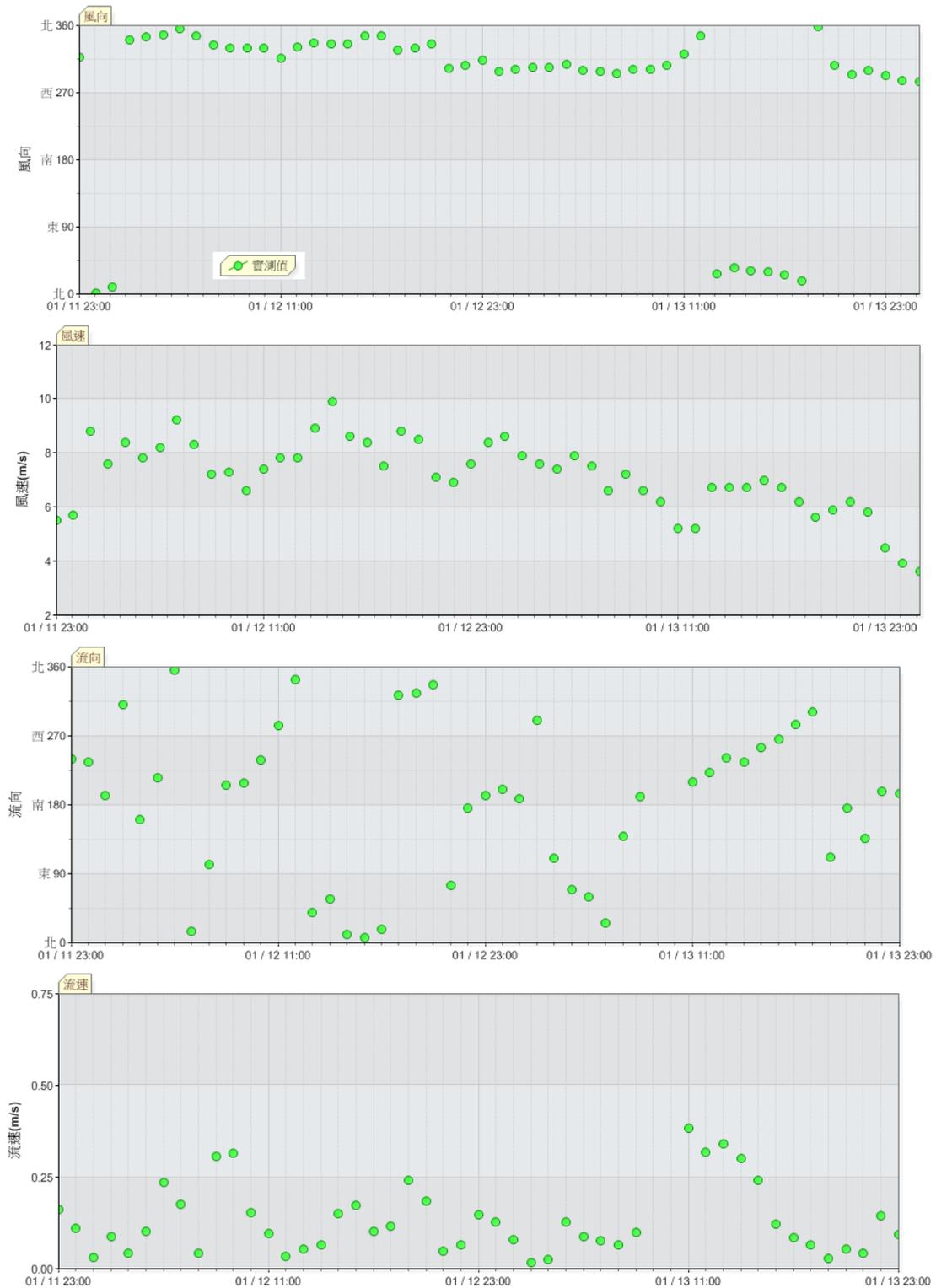


圖 4.20 港灣環境資訊網的蘇澳港風與流實測值

經查詢本所之港灣環境資訊網 ( [http://isohe.ihmt.gov.tw/ Station/ StatisticsChartData/current/sa\\_chart.aspx](http://isohe.ihmt.gov.tw/Station/StatisticsChartData/current/sa_chart.aspx) )，蘇澳港當時的風與流如圖

4.20。然而事件位置在離岸 6 公里以上，而蘇澳外海冬季流速平均約 2 節，從升隆 1 號的 AIS 資料看來其漂流速度也在 1-2 節之間。

圖 4.21 是升隆 1 號事件航跡與出事當月（2010 年 1 月）各航次的航跡點（圓點）。由此圖更可明顯看出失去動力開始偏離原航路的位置，以及失去動力時 AIS 報告航儀資料之變化狀況。



圖 4.21 升隆 1 號 2010 年 1 月歷史航跡(圓點)與海難航次之比較

#### 4.4.3 海研五號觸礁沉沒事件

今 (2014) 年 10 月 10 日造價超過 14 億 101 年 8 月才首航的海研五號研究船在澎湖外海發生海難沉沒，船上 45 人全數被救起，可惜其中兩位研究人員不幸罹難。

海研五號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（從最北往下拉直線的那一段），但是關鍵時段的 AIS 航跡同時由本所之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。在 Google Earth 上繪製的航跡圖如圖 4.22，其右圖是從出事到沉沒這段的局部放大，在 Google Earth 的衛星影像上看不到淺灘礁石，也不會有等深線等水深資訊。

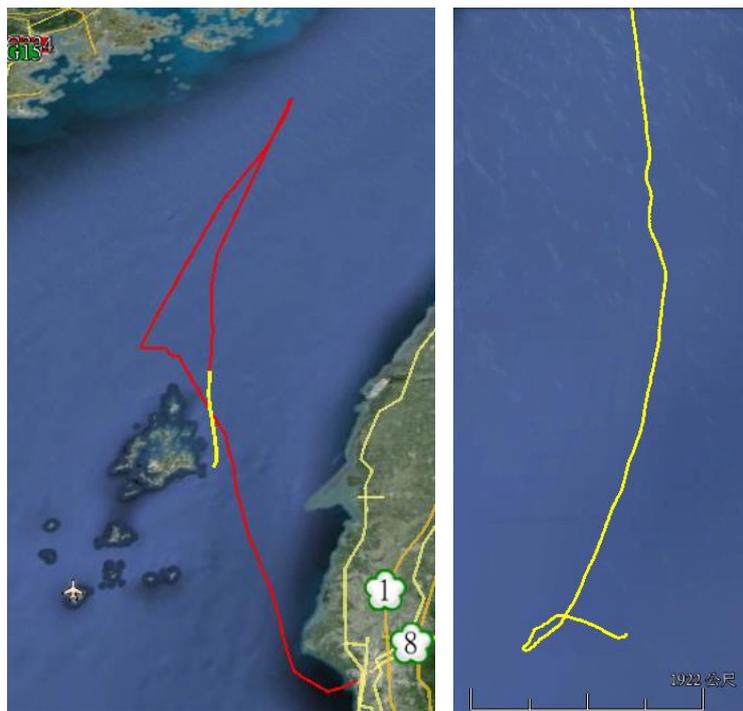


圖 4.22 海研五號從出港北上到南下返航途中遇難的 AIS 航跡

本研究以 AIS 船舶動態資料與澎湖水域電子海圖資料（海圖等級 3-4，分別是 TW300336 與 TW404525）整合分析結果如圖 4.23 至 4.26。出事關鍵期間的海象觀測資料如表 4-1、表 4-2。圖 4.27 與圖 4.28 分別是表面海流與潮位觀測。

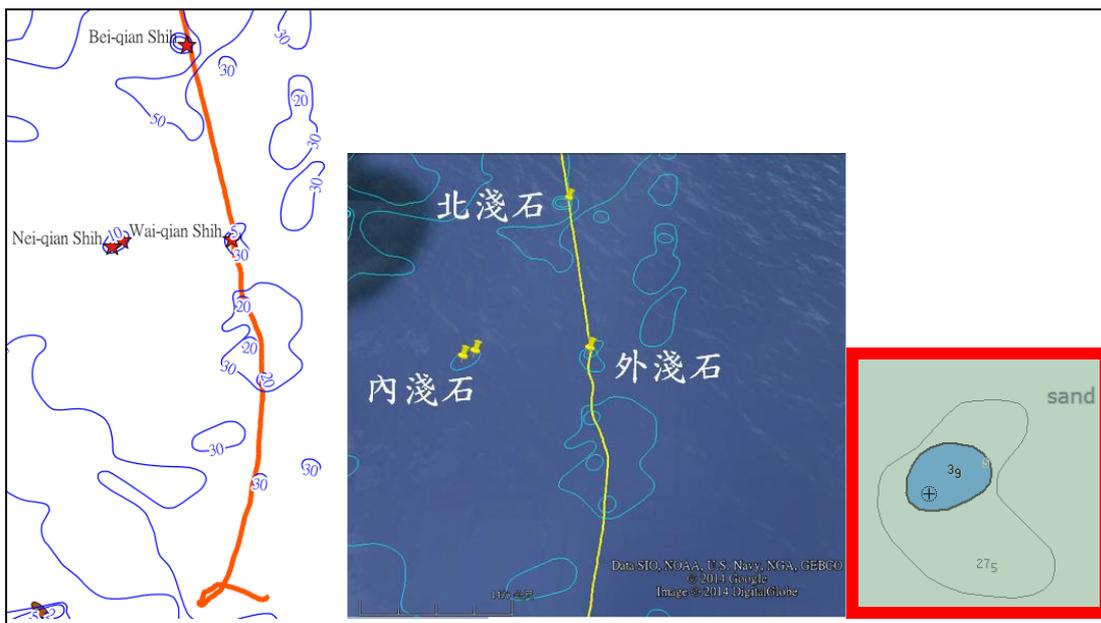


圖 4.23 海研五號出事當日 AIS 軌跡(左)與外淺石附近海圖(右)

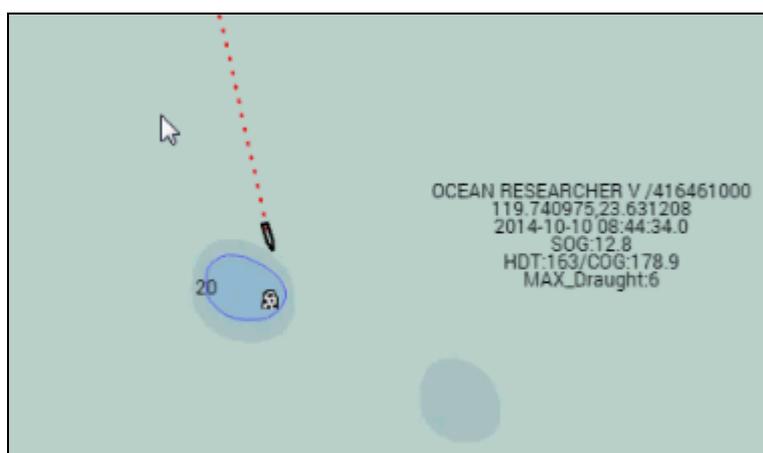


圖 4.24 海研五號接近北淺石淺水區時的 AIS 報告 (動態回播)



圖 4.25 海研五號進入外淺石淺水區後的 AIS 報告 (動態回播)

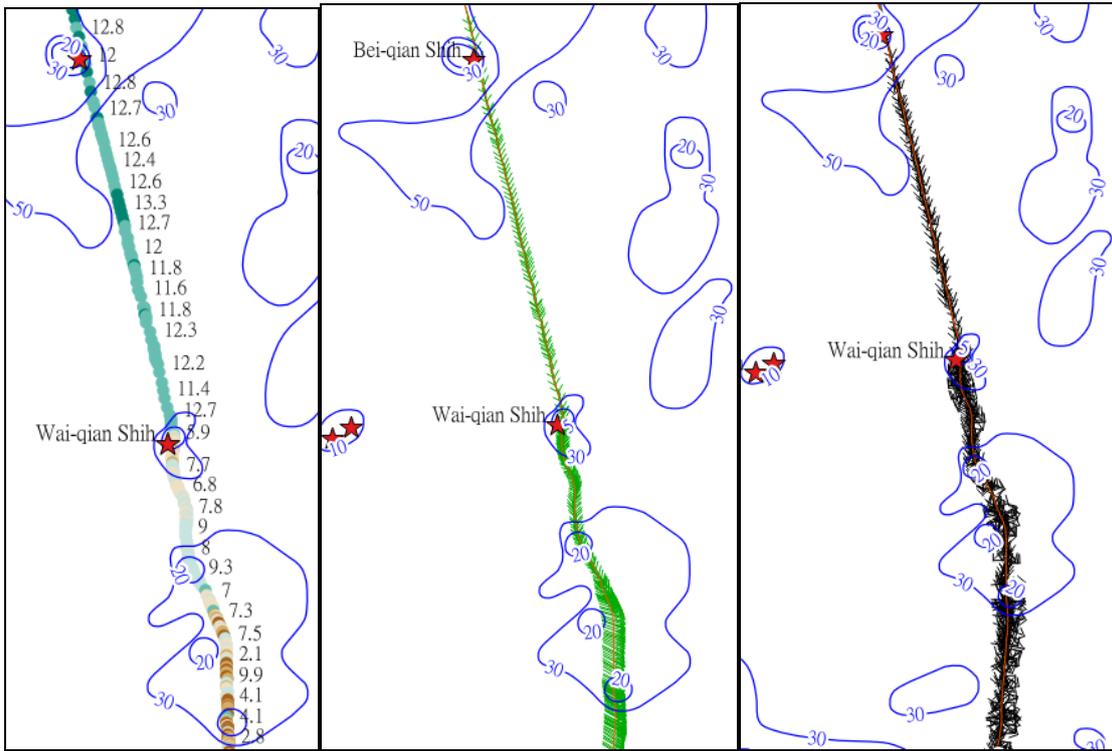


圖 4.26 海研五號航經外淺石前後的航速(左)艏向(中)與航向(右)變化

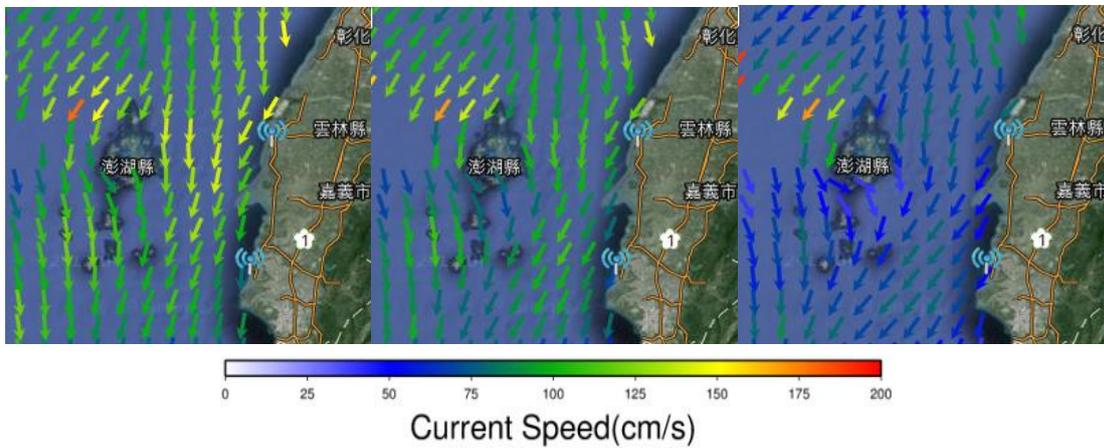


圖 4.27 當日 TORI 測得的表面海流 (左至右為 15:00 至 17:00)

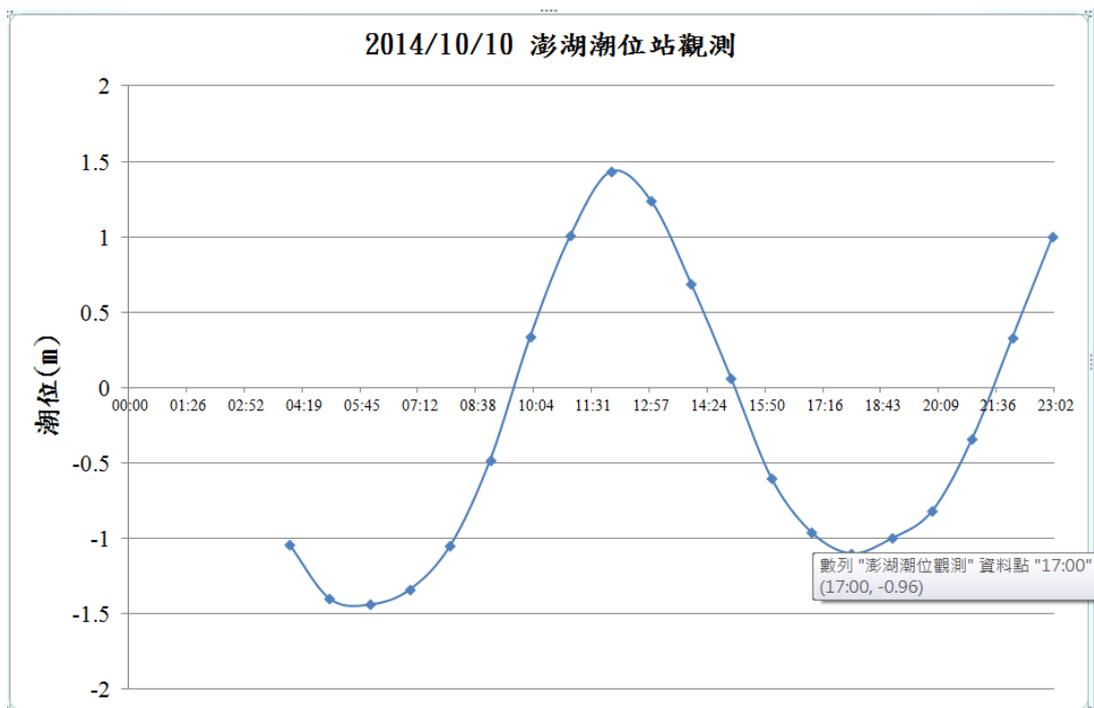


圖 4.28 海研五號出事當日的澎湖潮位觀測

表4-1 東吉波浪站的海象觀測資料摘要 (2014/10/10)

日期	時間	浪高 (m)	浪向	海溫 (度)	海流 流向	流速 (m/s)	流速 (節)
10/10	17:00	2.5	東	26.5	北北西	0.1	0.19
10/10	16:00	2.8	東	26.5	東南東	0.06	0.11
10/10	15:00	3.3	東	26.6	東	0.12	0.23
10/10	14:00	3.3	東北	26.3	南南東	0.28	0.54

表4-2 澎湖資料浮標觀測資料摘要 (2014/10/10)

時間	浪高 (m)	浪向	風力 (m/s)	風力 (級)	風向	陣風 (m/s)	陣風 (級)	海流 流向	流速 (m/s)	流速 (節)
17:00	2.5	北	14.6	7	北北東	19.2	8	北	0.09	0.17

16:00	2.4	西北	14	7	北北東	18.7	8	西南	0.01	0.02
15:00	2.7	西北	14.3	7	北北東	18.4	8	西南西	0.23	0.43
14:00	3	西北	13	6	北北東	17.6	8	西南西	0.35	0.68

透過 AIS 資料、海圖、潮位這些事實資訊的整合分析，已可清楚呈現海研二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 分鐘後再經過水深僅 2~5m 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瞬間使船速驟降，航跡向右偏轉晃動，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。

## 第五章 海上事故隱患偵測技術

### 5.1 概述

在前一年的計畫中，本研究團隊以每 2 分鐘的內插船位、航向航速與船艏向，以船舶領域、船舶吃水以及海圖內的水深資訊偵測跡近擱淺的狀況。從 AIS 原始資料依船舶航速的變化判定航行狀態的改變：航速降到 0.5 節以下視為進入停船狀態，直到其航速增加到高於 2 節才視為離開停船狀態，其中在港外且非錨泊區的停船狀態視為屬於漂航情形。

本期計畫對海上事故隱患偵測之研究規劃分三方面進行：(1)分時空特徵探勘分析 AIS 各項船舶航儀感測資料變化與相對關係；(2)針對發生海難事故之船舶，取出 AIS 資料及區域環境與海氣象特徵；(3)實作偵測方法並分析偵測結果與效能。

## 5.2 AIS 航儀感測資料之變化與相對關係分析

船舶透過 AIS 傳送的動態報告中，船位與航向航速都是取自船載全球導航衛星系統（Global Navigation Satellite System, 簡稱 GNSS）接收機，其中又以 GPS 最常見。船艏向資料則是取自電羅經。已知 GPS 在船舶停靠碼頭靜止不動時，其計算出的船舶航速可能仍不為零，而航向會有跳動的情形。而船舶在海上漂航時，因為風與水流的影響，船速也通常不為零，艏向與航向之間則會有較大的差異。為了定量評估這些因素，本研究做了以下初步分析：

取台中港 8 浬外區域 AIS 船速小於 1.5 節的船位報告，於 GIS 中以箭頭符號顯示如圖 5.1，橘色箭頭依航向旋轉，黃色箭頭依船艏向旋轉，符號旁標註的數字是航速（節）套疊顯示，其中藍色箭頭則是標示從電子海圖取得的海流方向與流速（1~1.5 節往東北）。另依據廖建明等人的臺灣重要商港海域海流模擬結果指出：「台中港海域海流特性方面，受夏季黑潮分支影響下外海流速強勁，不論漲退潮段皆持續向北，而冬季於小潮時段時若東北季風強勁，導致近岸處有沿著海岸線向南流動之明顯現象，且受北防坡堤之阻擋影響，導致堤頭附近海域流速偏向西南西」。

從圖 5.1 可以看到不少艏向與航向差異大的情形，但是角度差和航速的關係不易確認。因此本研究試算不同航速範圍內角度差值的分佈，結果如圖 5.2，其中有 64% 航速在 0.3 節以下，72% 在 0.6 節以下，而且艏向與航向的角度差值多集中在 80~100 度之間（約為 35%），尤其是在航速  $\leq 0.3$  節時更是明顯（占 45%）。

由此可見，關於自願漂航或非自願漂流的偵測除了空間區位與航速的變化以外，可再加入航向與艏向差異的條件，但是此項條件應考慮船舶轉向時必然的差異，不能以單點瞬間決定，而是應該採用多點判斷。

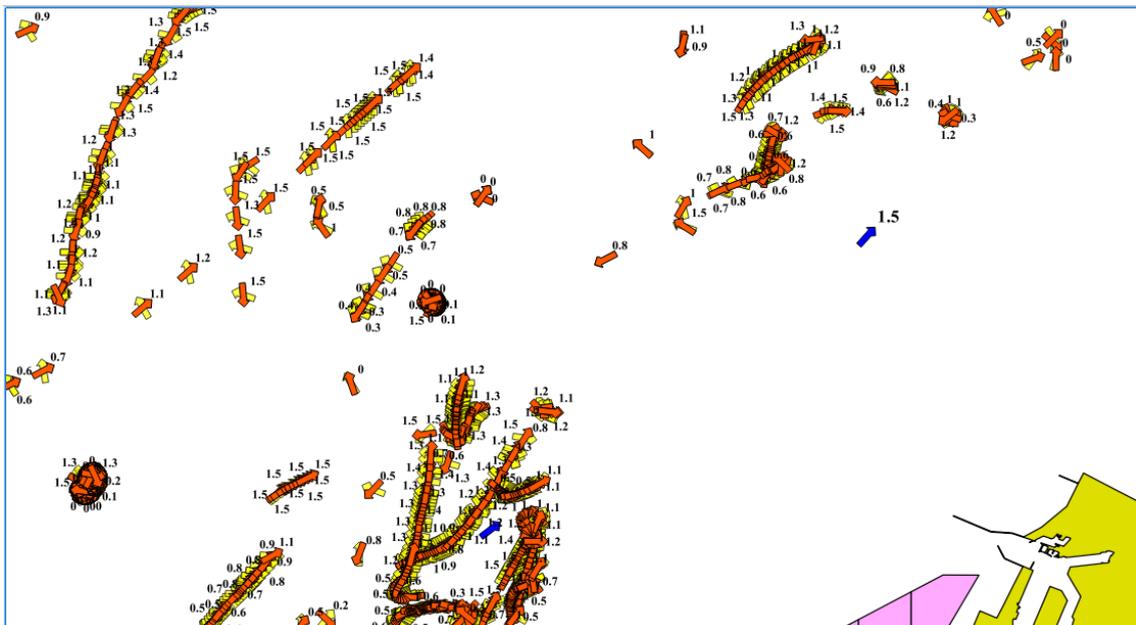


圖 5.1 台中港 8 浬外低速船舶之艏向(黃)航向(橘)航速(數字)

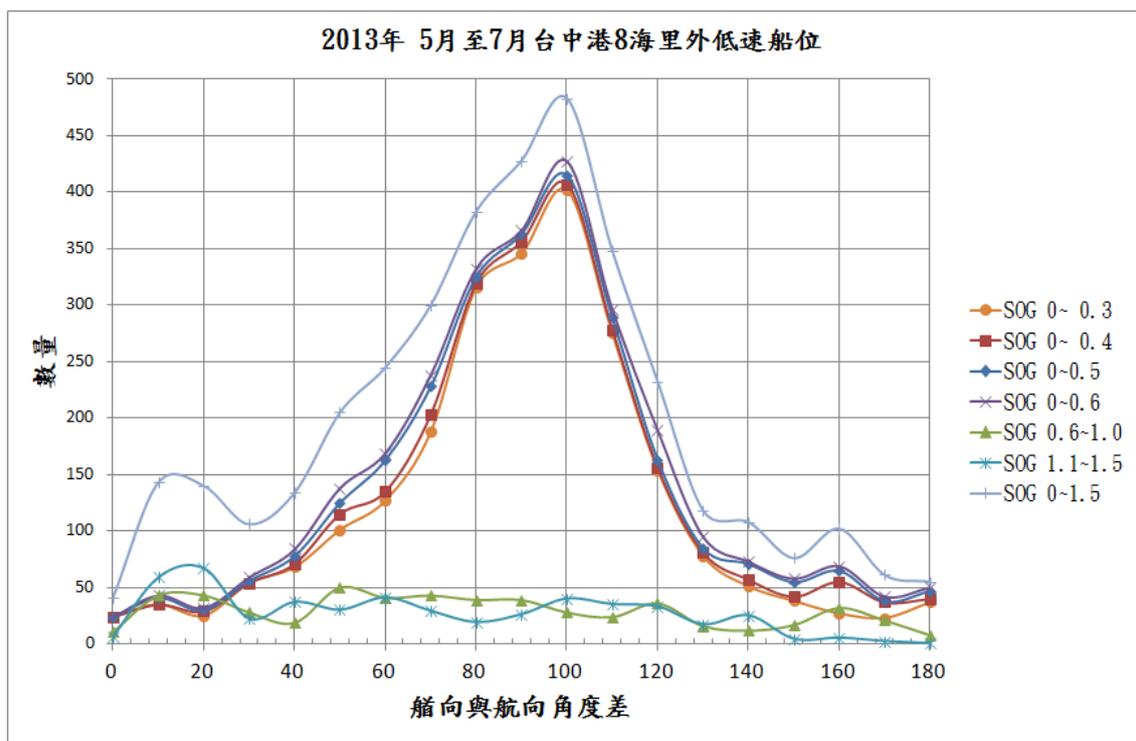


圖 5.2 低船速時的艏向航向角度差值分佈與航速的關係

## 5.3 海難事件的特徵分析

第四章已就數個案例進行分析，在此再以幾起海難事故為例，分析海難事件的特徵。

### 5.3.1 瑞興輪擱淺斷裂沉沒並造成死亡與污染的嚴重海難事故

瑞興輪海難是造成多人喪生且污染海洋的嚴重海難。瑞興輪是 1 萬 1531 噸巴拿馬籍散裝貨輪 (Bulk Carrier)，建造於 1974 年，出事時船齡已超過 36 年。

依據海巡署海上救生救難實例資料：「10 月 3 日 0 時 10 分獲報巴拿馬籍「瑞興號(JUI HSING)」貨輪於基隆大武崙外 0.1 浬處擱淺，船上 21 人無貨物，...1 時 28 分「瑞」輪斷成 2 截，...1 時 53 分發現「瑞」輪有漏油情形，...11 時 30 分發現油污已延伸至外木山。...5 日 10 時 21 分於核二廠進水口尋獲第 19 人。迄今共尋獲 19 人，尚有 2 名船員失蹤。」該事件最終造成 8 死 2 失蹤，300 多噸燃油外漏，造成綿延 3 公里、寬達 40 公尺的東北角海域受到污染。圖 5.3 是此案件在 IMO 海難資料庫內的記錄內容，其中 Coastal Administration 竟是「韓國」！

The screenshot displays the IMO GISIS Marine Casualties and Incidents database interface. The main content area shows the 'Incident Summary' for the ship JUI HSING (IMO 7400041). The incident occurred on 2011-10-02 at 23:55 in the coastal waters near Keelung City, Taiwan, China. The ship was a Bulk Carrier with a gross tonnage of 11531, registered in Panama. The event details indicate a stranding/grounding incident. The summary of events states that after departure from Keelung, the ship anchored in coastal waters near Keelung due to poor weather, leading to a strong swell that caused the ship to ground, break, and founder, resulting in 8 deaths and 2 missing crew members. The coastal administration is listed as the Republic of Korea. The incident type is categorized as 'Very Serious Casualties'.

Name	Flag Administration	Ship type	Gross tonnage
JUI HSING (IMO 7400041)	Panama	BULK CARRIER	11531

Event details

Time of incident (local onboard):  
Date: 2011-10-02  
Time: 23:55

Location:  
Place/area name: COASTAL WATERS NEAR KEELUNG CITY, TAIWAN, CHINA  
Latitude: 25° 10.00' N  
Longitude: 121° 42.00' E

Coastal Administration(s):  
Republic of Korea

Type of casualty:  
Very Serious Casualties

Initial event:  
Stranding / grounding

Summary of events:  
After departure from Keelung, due to poor weather condition, the ship anchored in coastal waters near Keelung, which caused this ship to ground. With strong swell striking, the ship was broken and finally foundered, turned out that 8 of 21 crews were dead and 2 of them were still missing

圖 5.3 IMO GISIS 資料庫內的瑞興輪海難資料

AIS 資料顯示該船於 2011/10/02 22:34 出基隆港，吃水 5.2m（此為進基隆港前的資料，該船出港後未並更新此資料），船舶長 155m 寬 23m，斷訊前最後一筆資料顯示於 2011/10/03 00:17 擱淺在基隆安樂區岸邊（靠近與新北市萬里區的交界處），就該區域最大比例尺電子海圖（TW404513.000 檔）而言，最後的 AIS 船位在 5-10m 水深區域內，距離 5m 等深線大約 165 公尺。新聞報導的說法是：「疑因移船需多支出一筆費用，決定漏夜冒著港外十級陣風駛離基隆港」。該船的下一任務是前往中國大陸裝貨。

此案件的初步分析如圖 5.4，圖例中名為 1, 2, 5 的圖層是分別就基隆港東西防波堤到分道航行系入口劃設數條大致垂直於出港交通流的地理參考線，以 passage line 方法（詳見本所研究報告：MOTC-IOT-99-H2DB005 智慧化海運系統建立之研究（2/4））分析 2011 年 2 月所有 AIS 船舶歷史航跡穿過這些參考線的位置與方向後呈現的統計結果。箭頭符號越大表示穿越該區段的往外航行航跡數越多，箭頭方向表示該區段的平均航向；瑞興輪出港後的船位報告點也以箭頭表示其航向，旁邊並標示航速；另再取 2011 年 11 月中 15 天的所有貨輪船位，以灰色箭頭顯示其航向，以茲比較。

依據基隆港的分道航行系統，應從西側航道進港從東側航道出港。從圖 5.4 可以看到瑞興輪一出港就明顯往西偏移，且在接近進港單向航道出口前曾迴轉再迴轉後往西北方向離開基隆港。這期間航跡明顯偏離一般貨輪的出港航跡範圍，該區段的航向也偏離了正常範圍，這些特徵都可以做為異常狀況或危機偵測的依據。

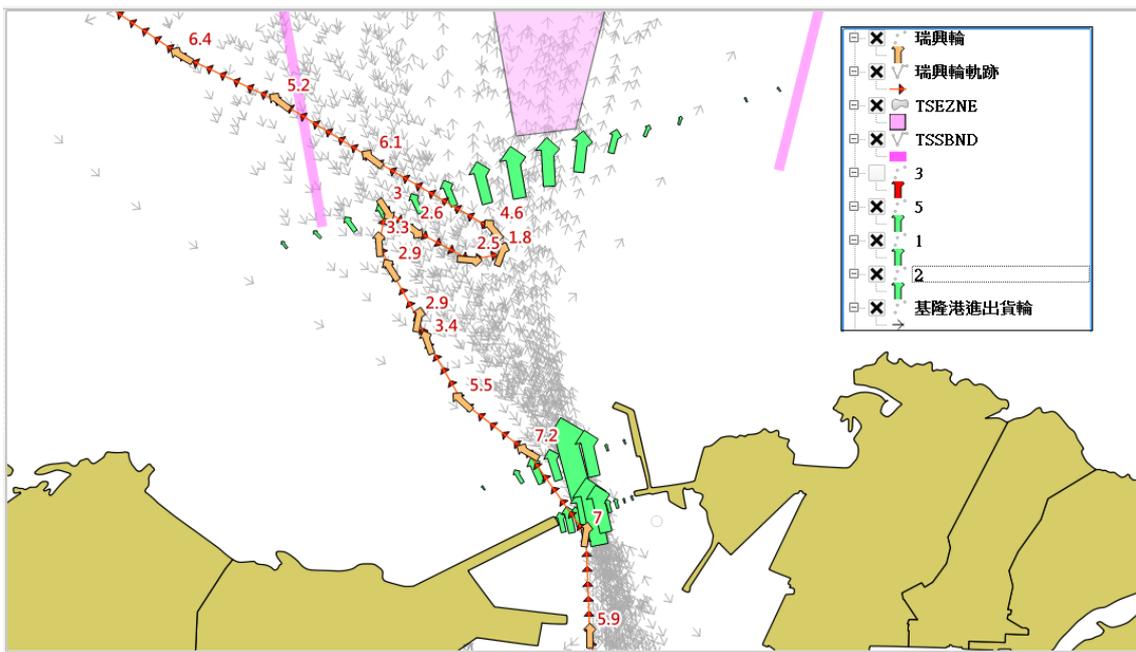


圖 5.4 瑞興輪出基隆港時的船舶動態與一般貨輪的差異

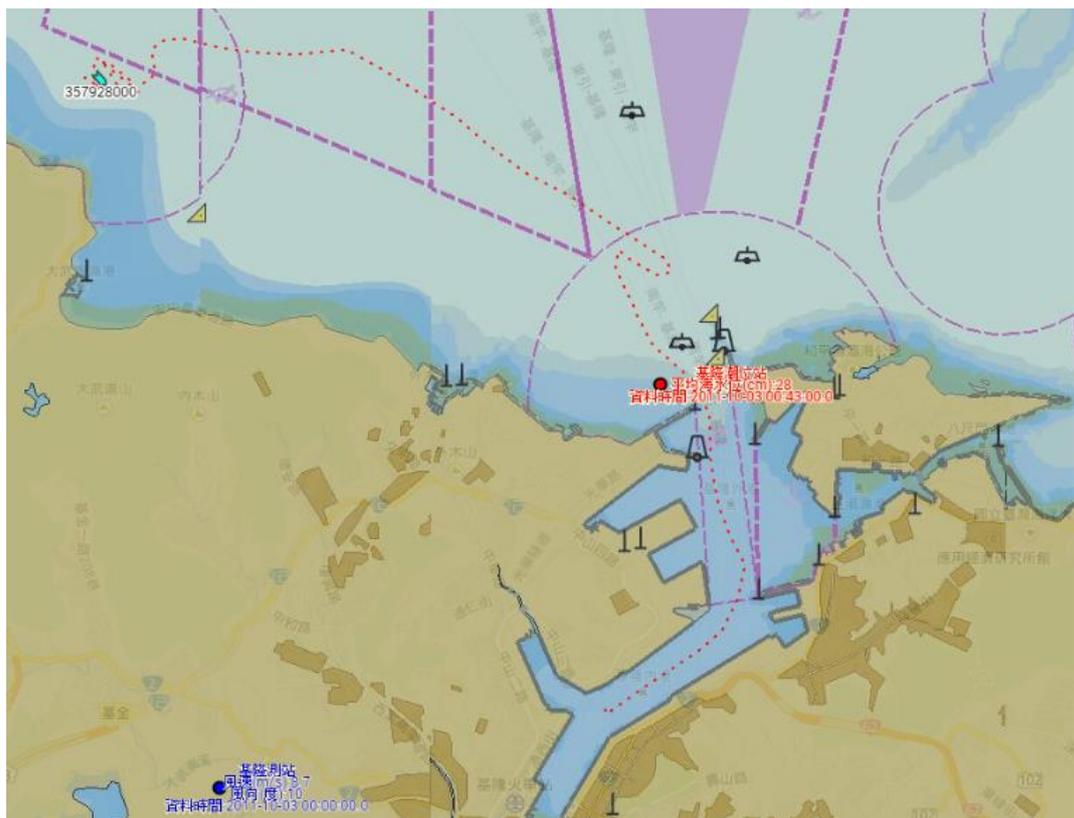


圖 5.5 瑞興輪出基隆港到出事擱淺航跡與海氣象動態回播畫面

### 5.3.2 萬海 235 進基隆港時碰撞西防波堤之事故

再以 2011 年 2 月 28 日萬海 235 進基隆港時發生的海事案件為例，瞬間大霧導致誤判位置應是該事件的主要肇因之一。

圖 5.6 是該事件的 AIS 動態回播影像畫面，在本船真實尺度符號外的橢圓是依船舶長度決定長短軸半徑（Fuji 模型）的船舶領域。該事件的 AIS 資料在本所 AIS 船舶動態資訊系統的收訊記錄中並不完整（約有兩段各約兩分鐘的空缺），有賴基隆港 VTS 的雷達目標軌跡資料補足，如圖 5.7 中的圓點。圖 5.7 套疊的 Passage line 分析結果改依進港方向的數值以紅色箭頭顯示。從航向偏離正常範圍到出事只有大約 2 分鐘的時間，或許難以及時避開，但可用以偵測事故隱患或跡近事故。

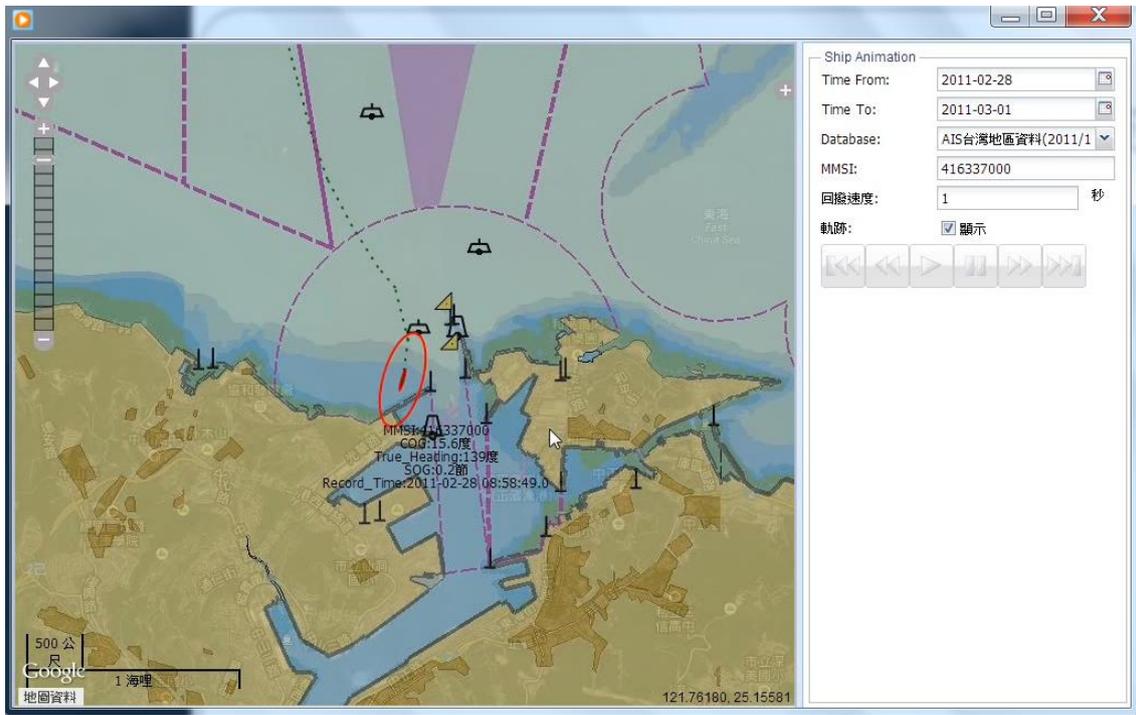


圖 5.6 萬海 235 碰撞基隆港防波堤的 AIS 動態回播影片畫面

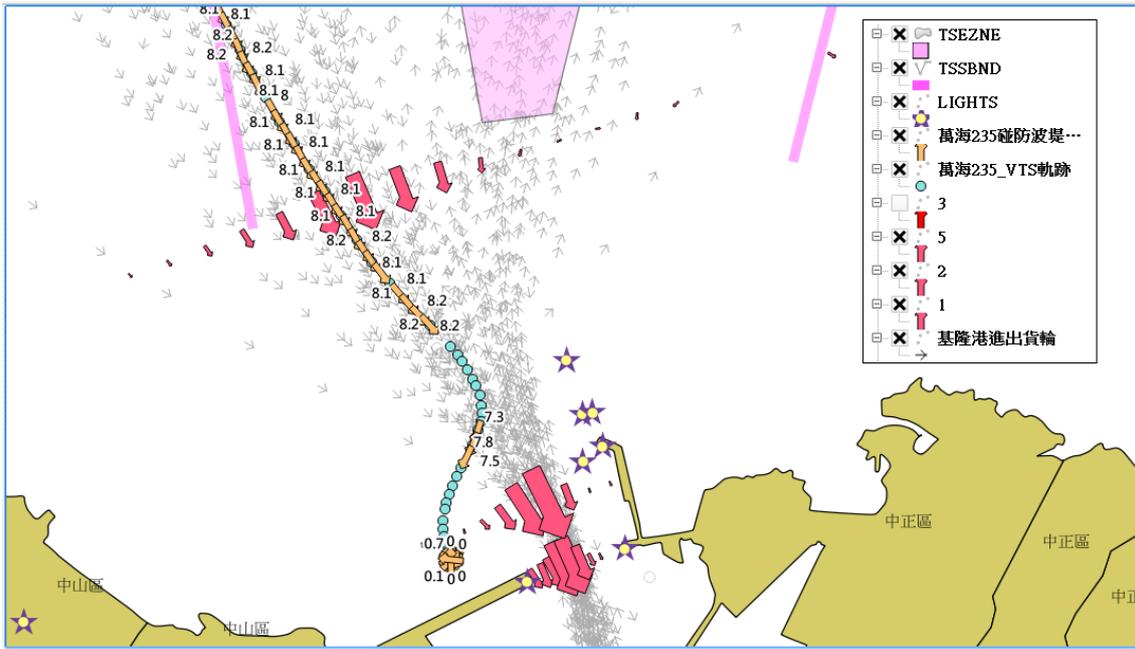


圖 5.7 萬海 235 碰撞基隆港防波堤事件的分析

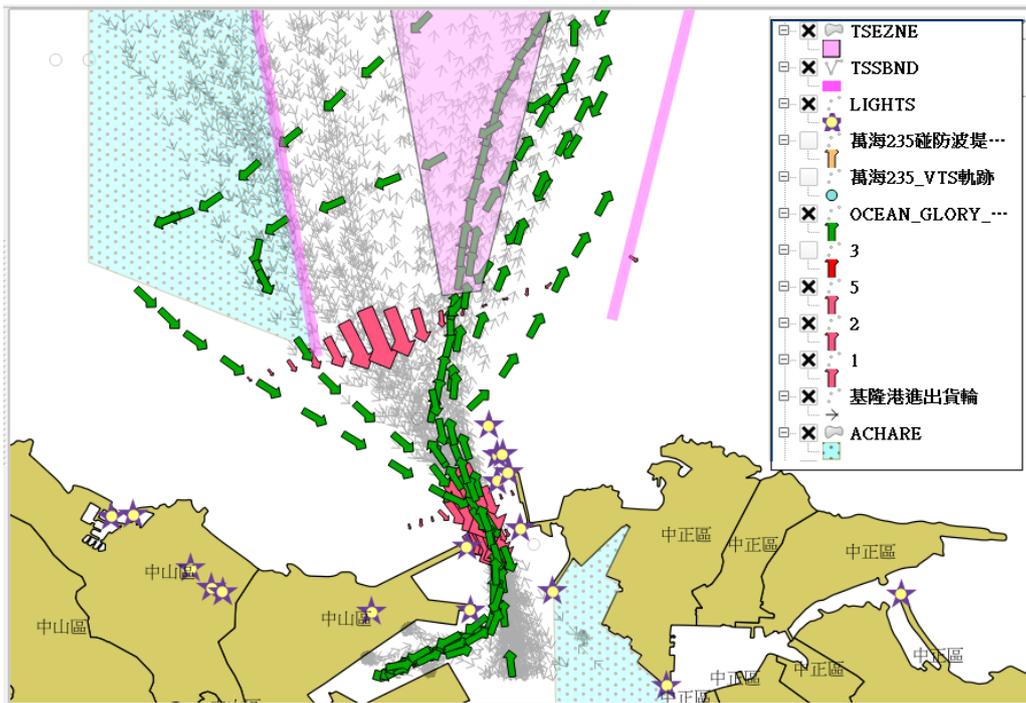


圖 5.8 海翔 8 號 2011/11 中進出基隆港時與一般貨輪的差異

本研究注意到圖中的基隆港進出貨輪航跡，左右兩側明顯有偏離一般航群聚範圍的航跡點，經查詢後赫然發現是大約在 4 個月後 (2012/3/19) 出事的海翔 8 號 (Ocean Glory)，如圖 5.8。

## 5.4 跡近事故之偵測與統計

### 5.4.1 跡近擱淺事故之偵測

在跡近擱淺事故的偵測方面，本研究採用的方法如下：

取全年兩分鐘間隔的 AIS 內插資料；取海圖等級 4（近岸航行用）檔案內的水深區物件及其深度範圍屬性；先取出在圖幅內的所有船位點，再根據船位點的經緯度與該圖中的水深區多邊形比較，若船位點在水深區多邊形裡面且船舶 AIS 設定的吃水值大於水深區的深度範圍限制則予以記錄。

由於資料量相當大，本研究先以 2012 年 AIS 資料以及涵蓋澎湖水道的 TW04525, TW04506, TW04507, TW04508 等四幅圖進行重點偵測。

在 TW404525 圖幅範圍內偵測結果僅一艘 MMSI=567288000，船名 OBERON（歐倍隆）的泰國籍化學船，船速 0.1 節，設定吃水 4.2m，已進入 0~2m 水深區，如圖 5.9 左圖藍色橢圓符號或右圖箭頭所指位置。經搜尋本研究建置之海難資料庫，該筆資料是確實已發生之海難事故，資料記錄該船於 2012 年 2 月 19 日擱淺於澎湖外海。據媒體報導：該船載運丁烯，從台中出發返泰國途中，疑似誤判安全距離，因風浪偏航擱淺於目斗嶼西北側關帝爺礁，燃油外洩造成汙染。

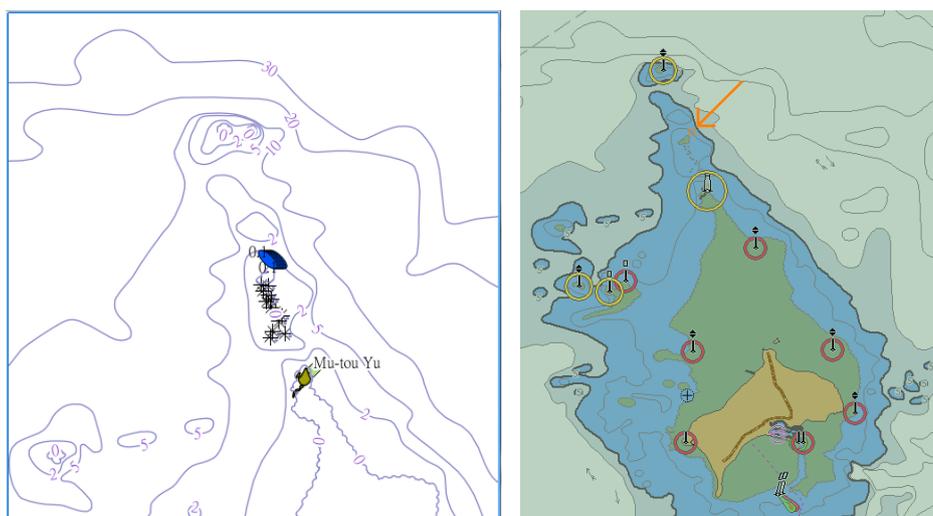


圖 5.9 偵測出的液貨輪 OBERON 實際已擱淺

以 TW404507 與 TW404508 兩海圖檔案圖資在麥寮港外偵測到三艘次 (MMSI 分別是 352306000, 351168000, 352306000) 水深不足的情況 (AIS 報告的吃水分別設為 25.5m, 20.3m, 25.5m), 如圖, 船位旁標示船速, 並套疊錨區、等深線、領港登輪處等海圖資訊。從這些船的 AIS 歷史資料看來, 這些航次設定的吃水值特別大。以 MMSI=352306000 這艘名為 SOUTHERN FALCON, 載運石化產品的液貨輪而言, 在 2014 年 10 月 27 日前往印度時設定的吃水值是 7.5m。由於 SOUTHERN FALCON 設定的吃水相當深, 該船在前往麥寮港沿途經過多處水深不足 20m 區域內的船位也都被偵測出來。

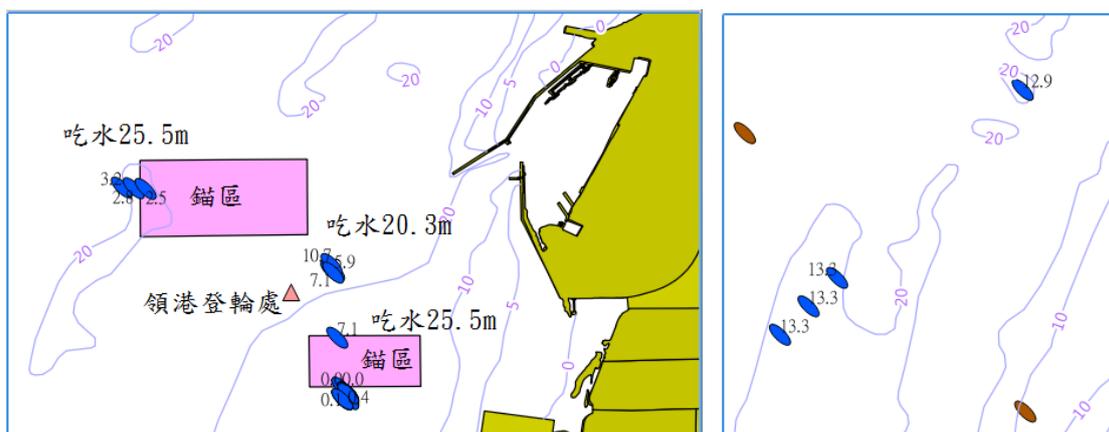


圖 5.10 跡近擱淺偵測結果-麥寮港外

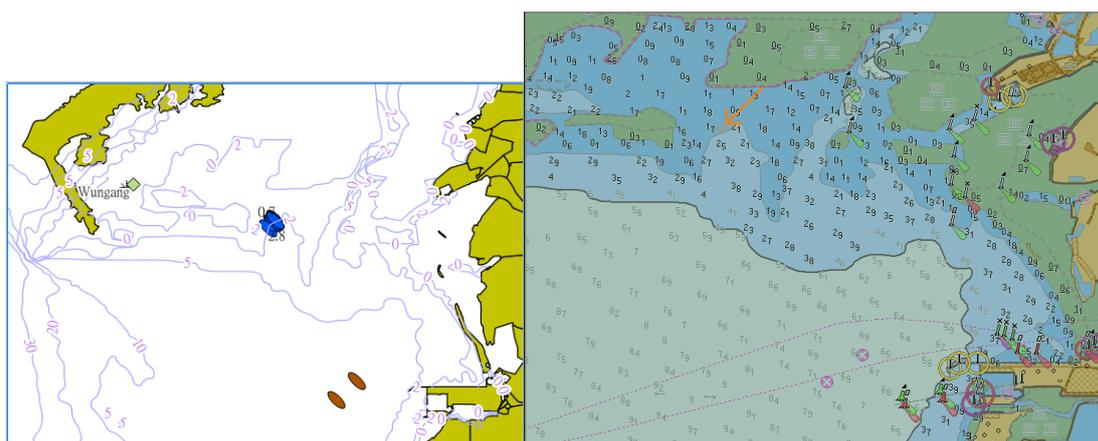


圖 5.11 跡近擱淺偵測結果-布袋港外的山寶輪

同樣以 TW404507 圖資從 2012 年全年 AIS 資料中偵測出的還有「山寶輪」。山寶輪是從 2010 年 9 月初開始航行於嘉義布袋商港與澎湖龍門尖山港之間的雜貨輪, MMSI=416004093, 英文船名 SAM BO LUN, 被偵

測出的航次時間是 2012/6/10 下午 13:00~14:14 間，該段期間的船速是 0~2.8 節。山寶輪當時設定的吃水值是 4m，已進入 0~2m 水深區，如圖 5.11。經分析山寶輪當日航跡，發現該船是從布袋港出港後至該淺水區等待後再度進港。

英文船名 FU YOU 的液貨輪，MMSI=667003031，該船 AIS 設定的吃水深度是 10.1m，在 2012 年內兩度被偵測出往西北方向經過布袋港外西南方水深 5-10m 的淺水區，時間分別是 2012/3/25 17:50 與 2012/9/16 18:58，航行速度分別是 4.5 節與 7.1 節，如圖 5.12 上半部藍色橢圓符號顯示的船位，箭頭所指的是對應的電子海圖局部放大截圖。該船(FU YOU)另亦被偵測出在 2012/1/4, 2012/2/5, 2012/2/15, 2012/3/29, 2012/12/10 這幾個航次以 6~9 節的速度通過布袋港以南北門以西的兩處水深 5-10m 的淺水區，如圖 5.12 左下角藍色橢圓符號顯示的船位，箭頭所指的是對應的電子海圖局部放大截圖。經分析 FU YOU 輪這些航次當日航跡，該船無論是從高雄港北上或是從澎湖群島南方往東北方向接近布袋港，都習慣性地彎進被偵測出的這些淺水區附近停留後，再彎出繞過外傘頂洲從澎湖水道北上，並未進入布袋港。

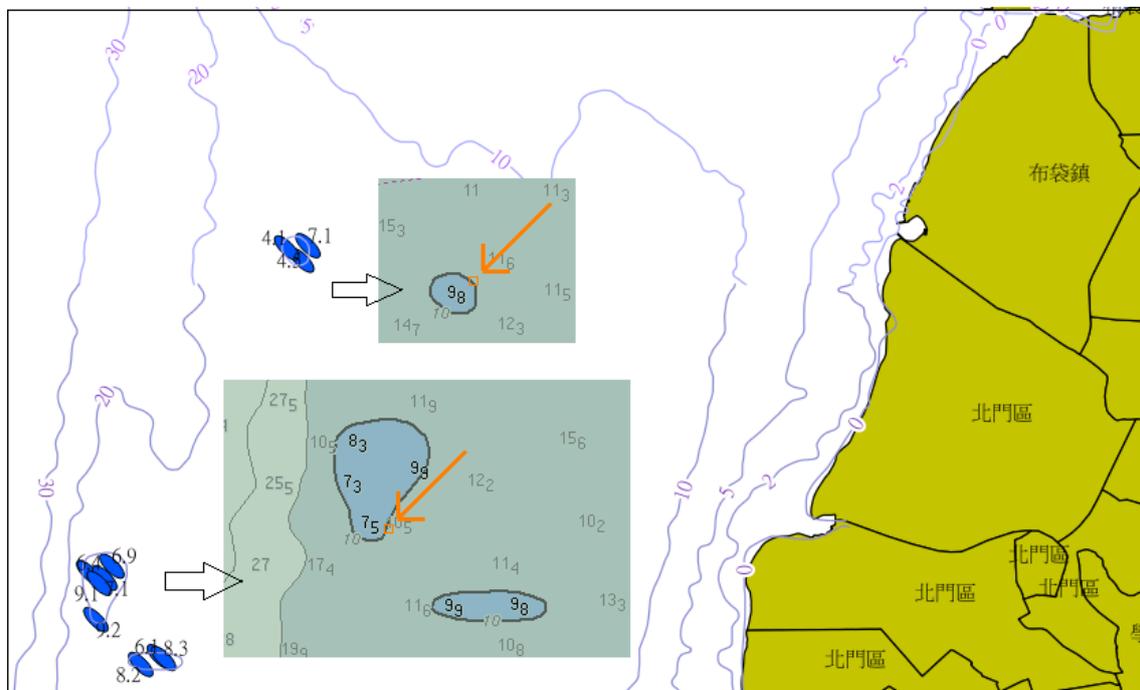


圖 5.12 跡近擱淺偵測結果-臺南北門外海的"FU YOU"輪

## 5.4.2 跡近碰撞事故

在跡近碰撞事故的偵測方面，本研究採用的方法如下：

利用 2012 年 AIS 歷史資料，計算出船舶之間的 CPA(Closest Point of Approach)、TCPA(Time to CPA)，以相對角度區分為迎艏正遇、追越、交叉相遇等會遇狀況。篩選出  $CPA < 0.5$  浬、 $0 < TCPA \leq 10$  秒的狀況，就同一事件計算出兩船之間實際上的最近距離。接著利用所計算出的資料，分析統計其各距離區間和會遇狀況之比例。

國際海上避碰規則(International Regulations for Preventing Collisions at Sea, COLREGS)把兩船之間可以互相看到對方的會遇狀況分為三種：迎艏正遇(Head-On)、交叉相遇(Crossing)、追越(Overtaking)。後面的船舶從前船側邊後方 22.5 度(相對於前船船艏向 112.5 度或是 247.5 度)接近前船的情況視為追越；兩船彼此以相反或是幾乎相反的航向對遇時視為迎艏正遇，有碰撞危險時應各朝右轉向航行，互在對方左舷通過；兩船舶交叉相遇而含有碰撞危險時，見他船在其右舷者應避讓他船。本研究將角度差 170~190 度之間視為迎艏正遇。就追越而言，從前船的 112.5 度接近的船，其航向與前船相差  $112.5 + 180 = 292.5$  度，從前船的 247.5 度接近的船，其航向與前船相差  $247.5 - 180 = 67.5$  度。因此本研究依兩船航向角差值將會遇情況分類的準則如表 5-1。

表 5-1 依航向差值將會遇情境分類的準則

會遇情境	兩船航向角差值
迎艏正遇	170 度到 190 度之間
追越	( $< 67.5$ 度) 或 ( $> 292.5$ 度)
交叉相遇	(67.5 度到 170 度之間) 或 (190 度到 292.5 度之間)

中國大陸的漁船已大量裝設 AIS，產生的資料量龐大，本研究為聚

焦於臺灣海峽東側至臺灣沿岸，於大陸沿岸劃設一參考線，只處理該參考線以東的 AIS 資料，如圖 5.13 以紅色粗線段區分左右。

此外必須排除各國際商港港內的船隻以及 AIS 資料異常之船隻，以高雄港為例，排除情形如圖 5.14 藍色框線範圍；接著利用電子海圖網路圖徵服務(ENC-WFS)查詢取得海圖等級 5 的港區航行用圖內的錨區為篩選條件，排除各港口錨區內之船舶，如圖 5.14 紅色框線範圍。

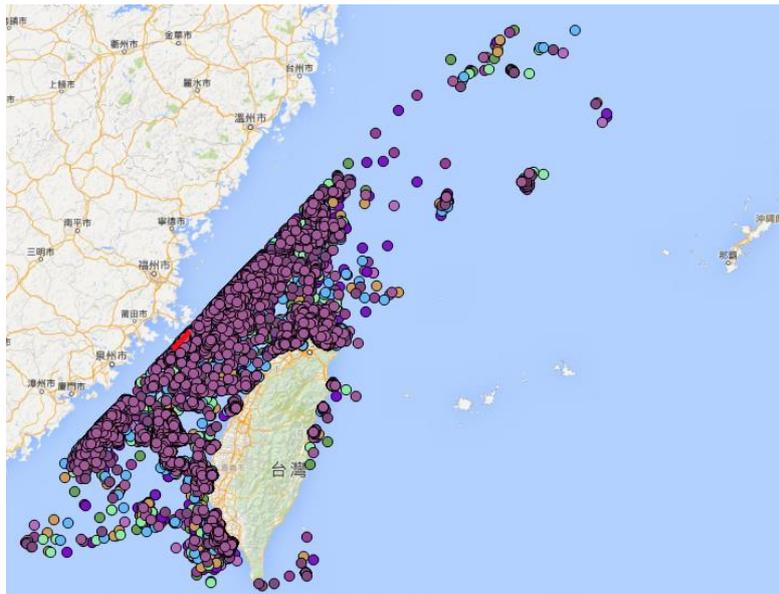


圖 5.13 以參考線排除中國大陸沿岸 AIS 資料的示意圖

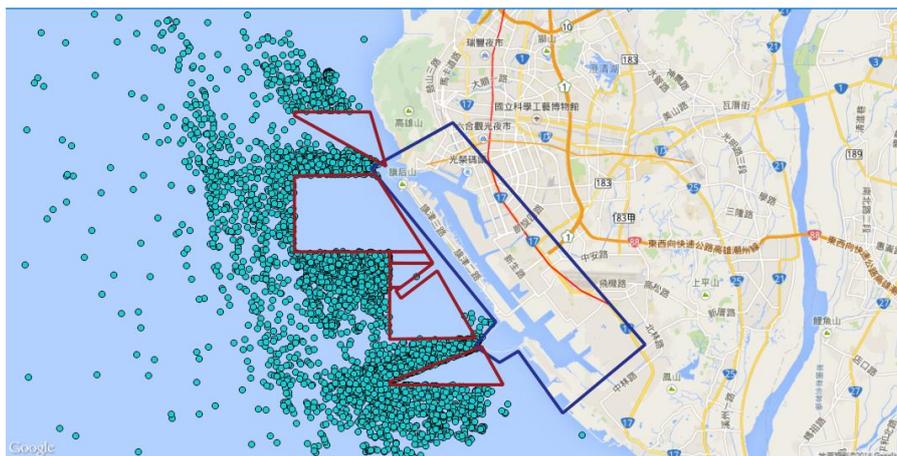
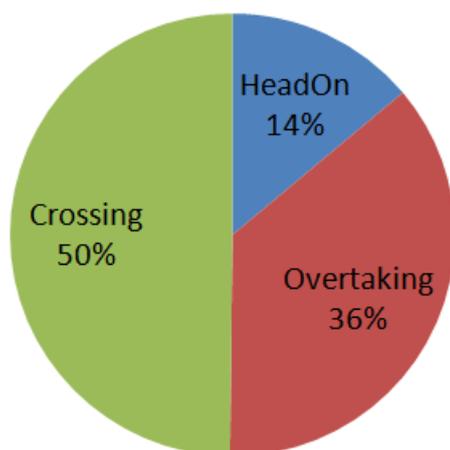
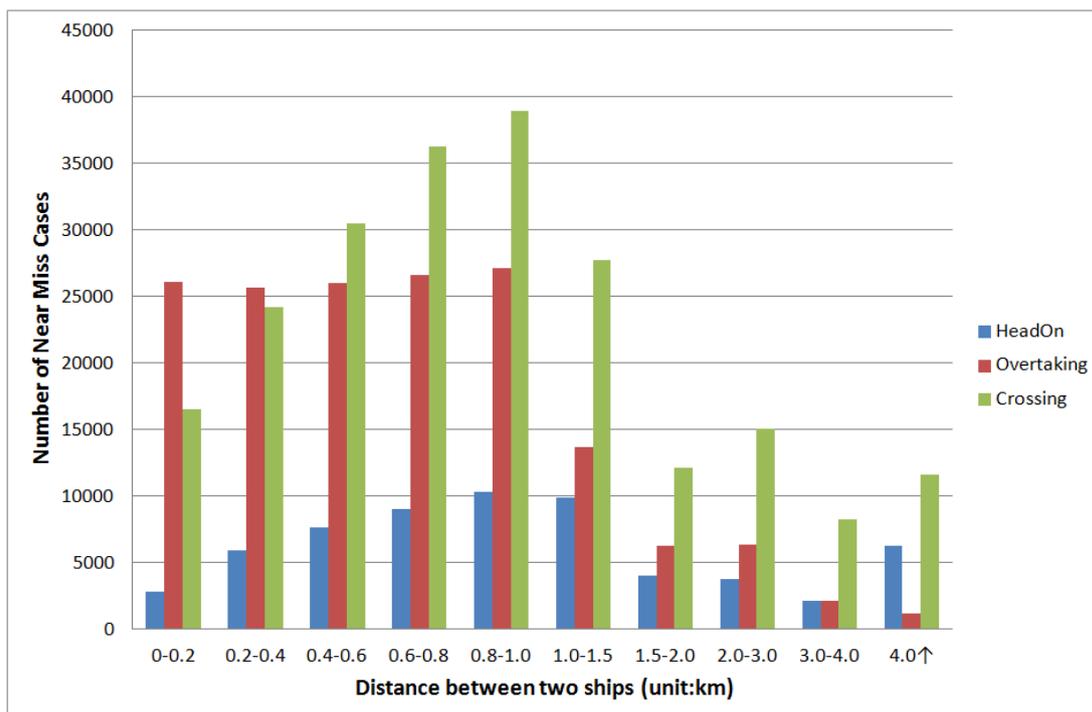


圖 5.14 跡近碰撞偵測過程排除港區及錨區內資料點的情形

處理完之船舶資料，經分析與統計後得出不同會遇狀況下兩船會遇最近距離的分佈結果如圖 5.15。由此圖可以看出：有碰撞危機的兩船之間以交叉相遇的情境比例最高（達 50%），而且最近距離以 0.3~0.5 哩為高峰；比例次高的是追越，其最接近距離大約平均分佈在 0.5 哩內；迎船正遇的比例最低，其最近距離的分佈與交叉相遇相似。



排除錨區之近距離會遇狀況比例

圖 5.15 兩船會遇最近距離之分佈 (2012 年)

再取兩船距離接近至 200 公尺內的案例進行細部分析，結果如圖 5.16，比例最高的是追越（達 58%），交叉相遇次之（約 36%），迎船正遇依然是最少的。

在此所謂的兩船距離，實際上是指兩船 GPS 定位點之間的距離。即使假設兩船都把 GPS 天線設置在船身的正中央，兩艘船船身之間的實際距離也還必須再考慮兩船各自的長寬以及相對角度與位置。

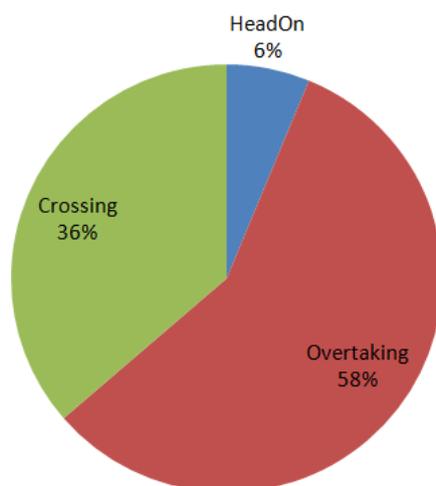
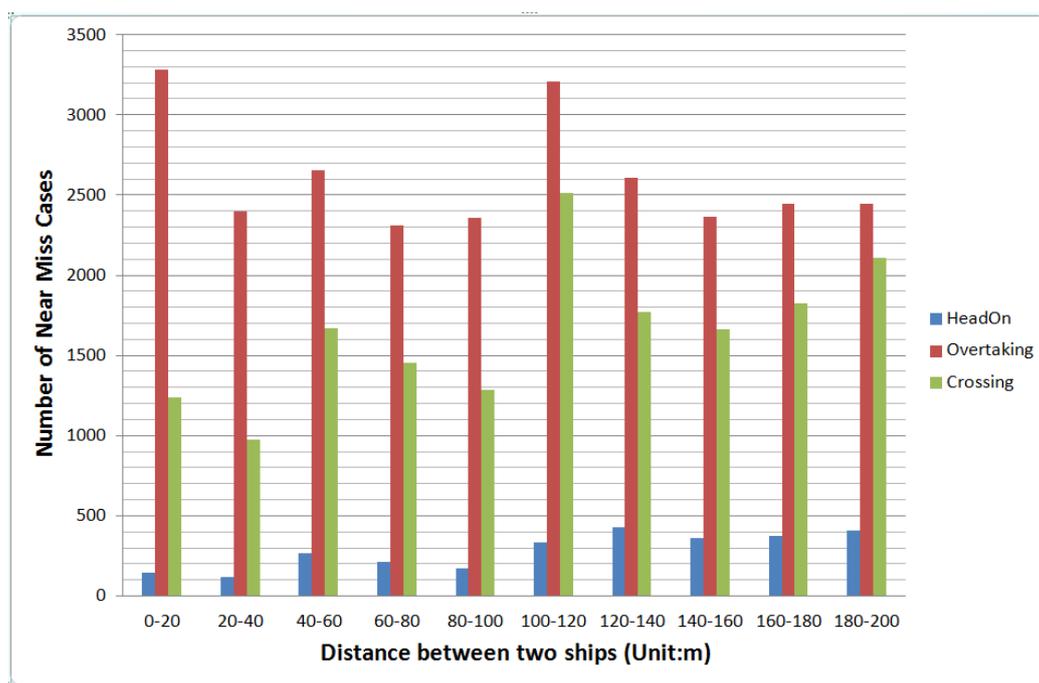


圖 5.16 兩船相距 200 公尺內之距離與會遇狀況分佈（2012）

2012 年全年兩船接近至 20 公尺內的次數共 4660 次，兩船都有明確船舶種類的分類組合次數小計 4038 次（87%），而兩船中任一船類別不明的有 622 次（13%）。距離 20m 內的兩船類別組合分佈如表 5-2。

**表 5-2 距離 20m 內的兩船類別組合分佈**

船舶種類	船舶種類	次數	比例
客、貨、液貨輪	客、貨、液貨輪	638	14%
客輪	液貨輪	0	0%
客輪	貨輪	1	0%
貨輪	液貨輪	14	0%
液貨輪	液貨輪	48	1%
貨輪	貨輪	257	6%
客輪	客輪	318	7%
漁船	漁船	2530	54%
客、貨、液貨輪	漁船	381	8%
客輪	漁船	80	2%
貨輪	漁船	265	6%
液貨輪	漁船	36	1%
特殊船舶	漁船	24	1%
特殊船舶	特殊船舶	31	1%
客、貨、液貨輪	特殊船舶	434	9%

其中兩船皆為漁船的情況達 54%，以北部海域最多。貨輪與漁船之間的 265 次有 47.5% 牽涉同一艘貨輪，很可能不是意外接近。兩客輪間接近至 20m 內的有 318 次，其中 96% 在東港與小琉球之間，其餘分別

在蘭嶼開元港與布袋港內。

2012 年全年兩船接近至 20~40m 的次數共 3488 次，兩船都有明確船舶種類的分類組合次數小計 3054 次（88%），而兩船中任一船類別不明的有 434 次（12%）。距離 20~40m 的兩船類別組合分佈如表 5-3。

表 5-3 接近至 20~40m 的兩船類別組合分佈

船舶種類	船舶種類	次數	比例
客、貨、液貨輪	客、貨、液貨輪	347	10%
客輪	液貨輪	0	0%
客輪	貨輪	0	0%
貨輪	液貨輪	10	0%
液貨輪	液貨輪	44	1%
貨輪	貨輪	82	2%
客輪	客輪	211	6%
漁船	漁船	1734	50%
客、貨、液貨輪	漁船	283	8%
客輪	漁船	56	2%
貨輪	漁船	186	5%
液貨輪	漁船	41	1%
特殊船舶	漁船	34	1%
特殊船舶	特殊船舶	46	1%
客、貨、液貨輪	特殊船舶	610	17%

其中兩船皆為漁船者主要仍是分佈於北部海域。

我國並未要求漁船安裝 AIS，因此本研究針對商船之間的跡近碰撞狀況分析風險海域。在此所謂商船是依據 AIS 船舶報告的船舶種類資料中屬於客輪、貨輪或液貨輪的船舶。從偵測跡近碰撞的事件中，取出兩船都是屬於商船，最近距離 20m 內以及 20-40m 的案例，分別以「20m\_商船間」、「20-40m 商船間」為圖層名稱套疊顯示於網路地圖上，並標示各事件是屬於哪一種會遇情境，結果如圖 5.17 到圖 5.20。

為了呈現臺灣海域的船舶交通流模式與碰撞危機之間的關係，各圖中再套疊了名為「201006\_70 軌跡」的圖層，該圖層是以 2010 年 6 月貨輪 AIS 軌跡經過群聚分析後取得的貨輪代表路徑；此外名為「201006 貨輪軌跡 20 以上」的圖層則是貨輪代表路徑所代表的軌跡數量超過 20 航次以上的部分，是更具代表性也是貨輪航跡更密集的航路區段。註：2010 年 6 月時尚未在苗栗外埔設置 AIS 接收站，新竹苗栗外海仍是收訊缺口，所以在該區域沒有代表路徑資料。

為比對跡近碰撞事件的偵測結果與歷年屬於碰撞的海難記錄，本研究再取歷年屬於碰撞的海難記錄，不分船舶種類，以「海難\_含碰撞」的圖層名稱，套疊分析如圖 5.21 至圖 5.23。但請注意：目前的海難記錄中未能關聯取得 AIS 船位者，其位置資料可能是粗略而不準確的，例如图 5.21 中位於陸地上的海難點。

本研究目前是以 2012 年全年的 AIS 資料執行跡近碰撞的偵測，經查詢已建置的海難資料庫，2012 年列為碰撞的海難事故只有一件涉及漁船的碰撞事故，位置在圖 5.21 中標示"2012"的海難點，該位置就在跡近碰撞事件偵測結果中涉及漁船的北部海域密集區內。

這些分析結果顯示，單一年的跡近碰撞事件偵測結果與船舶代表路徑（交通流模式）以及歷年海難記錄之間的關聯性都相當高。碰撞事故的高風險海域也清楚可見。

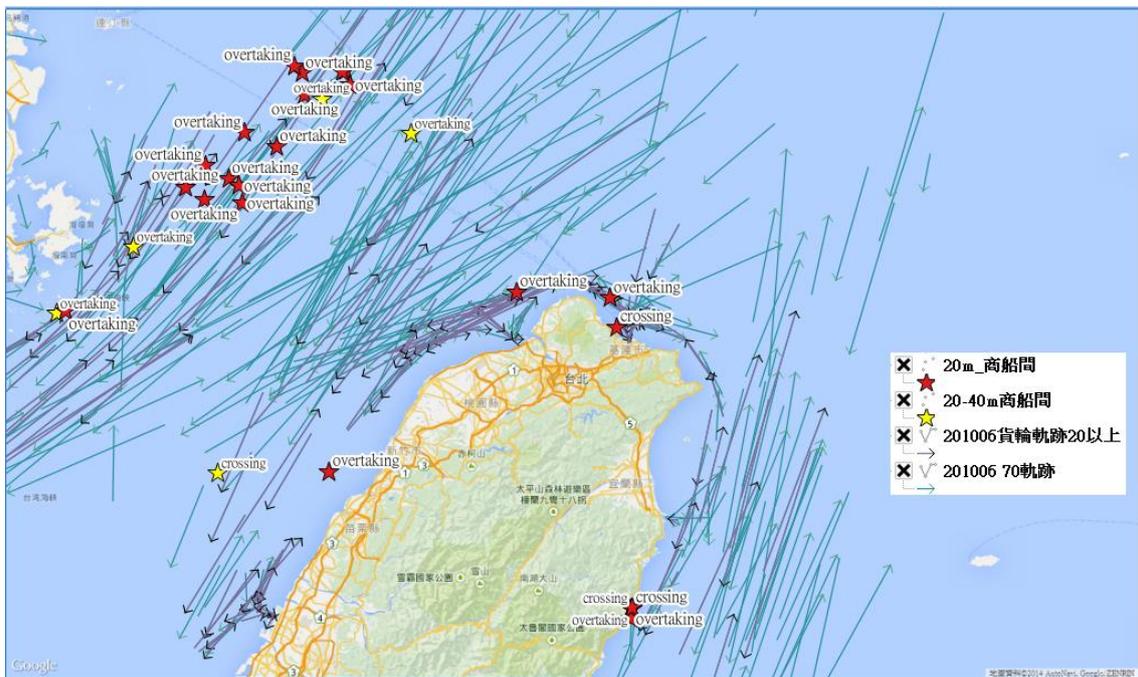


圖 5.17 北部海域近距離會遇位置 (2012 年商船間)

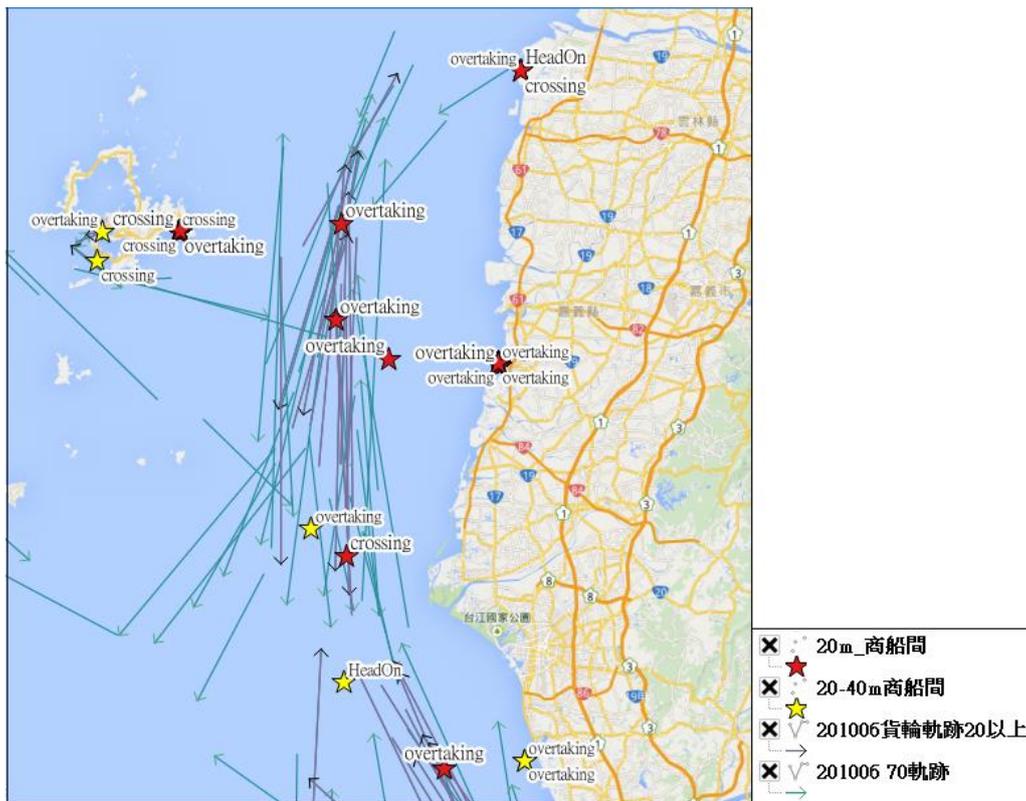


圖 5.18 雲林至台南沿岸近距離會遇位置 (2012 年商船間)

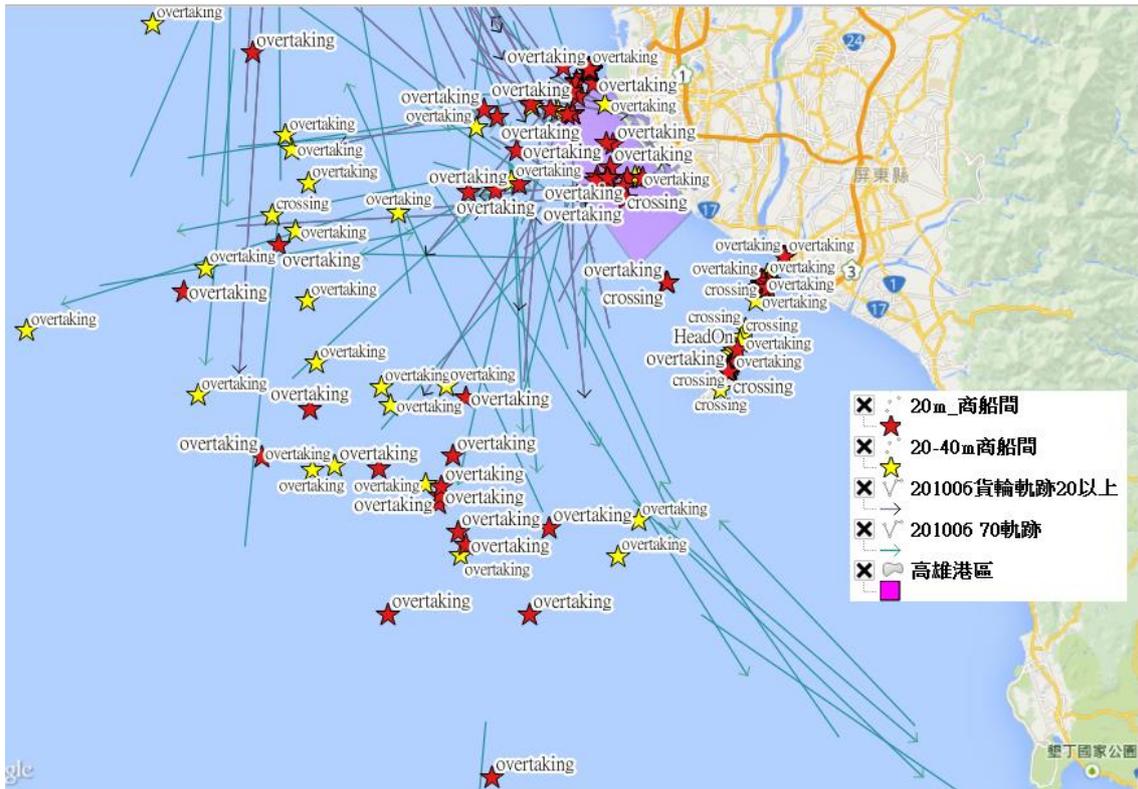


圖 5.19 南部海域近距離會遇位置 (2012 年商船間)

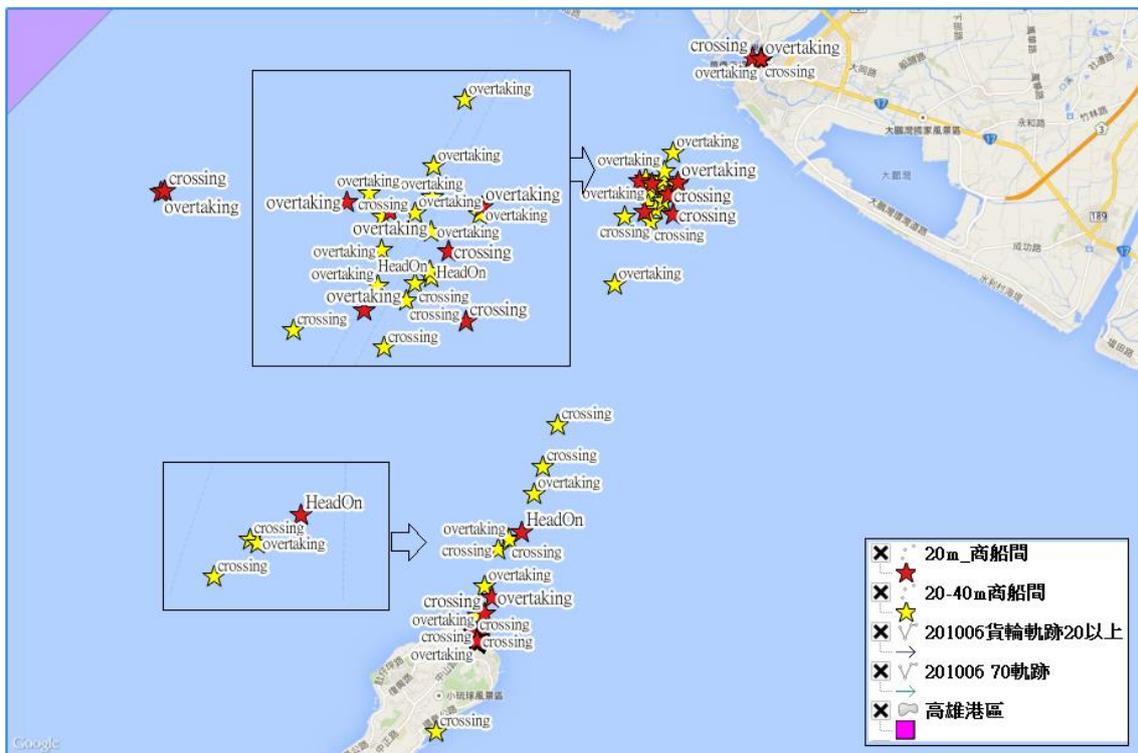


圖 5.20 東港小琉球之間兩船近距離會遇位置

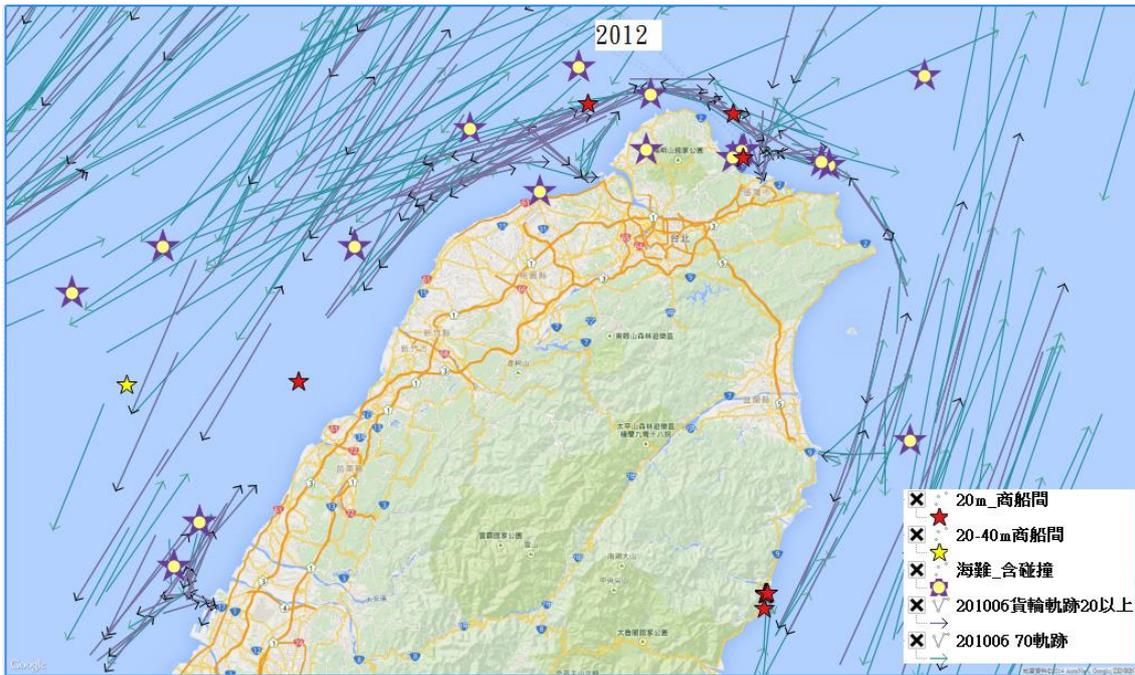


圖 5.21 北部海域的商船碰撞風險

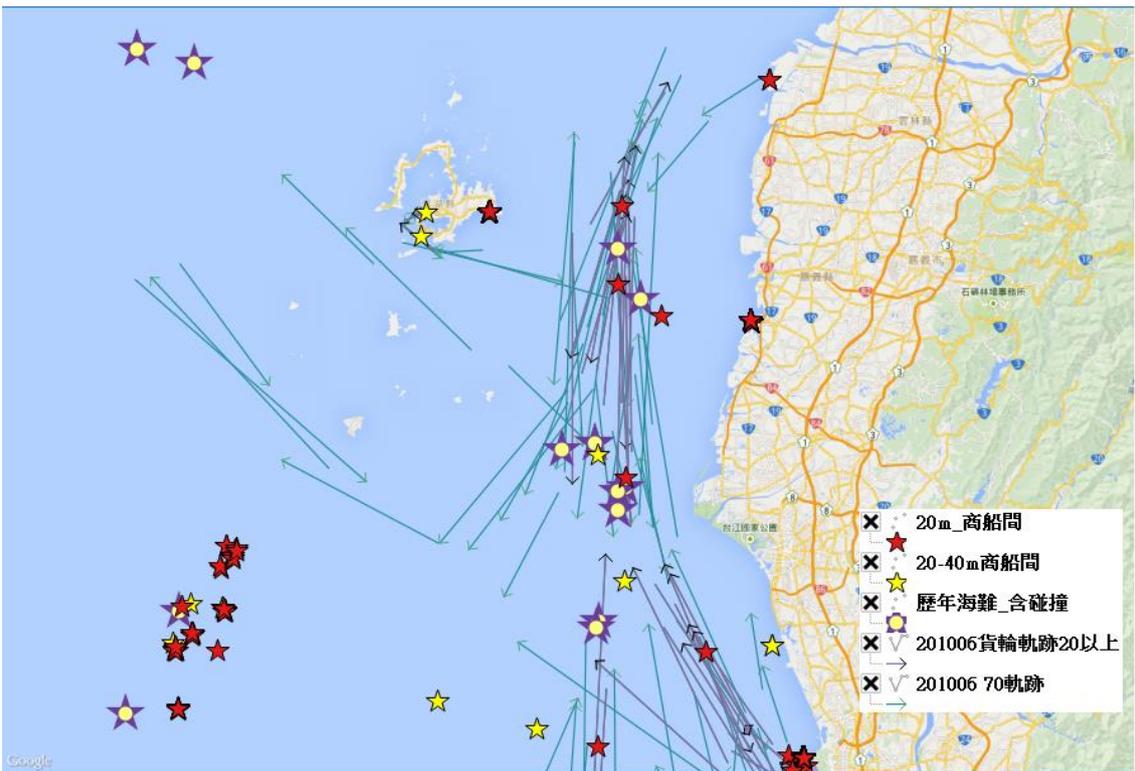


圖 5.22 雲嘉南與澎湖海域商船之間的碰撞風險

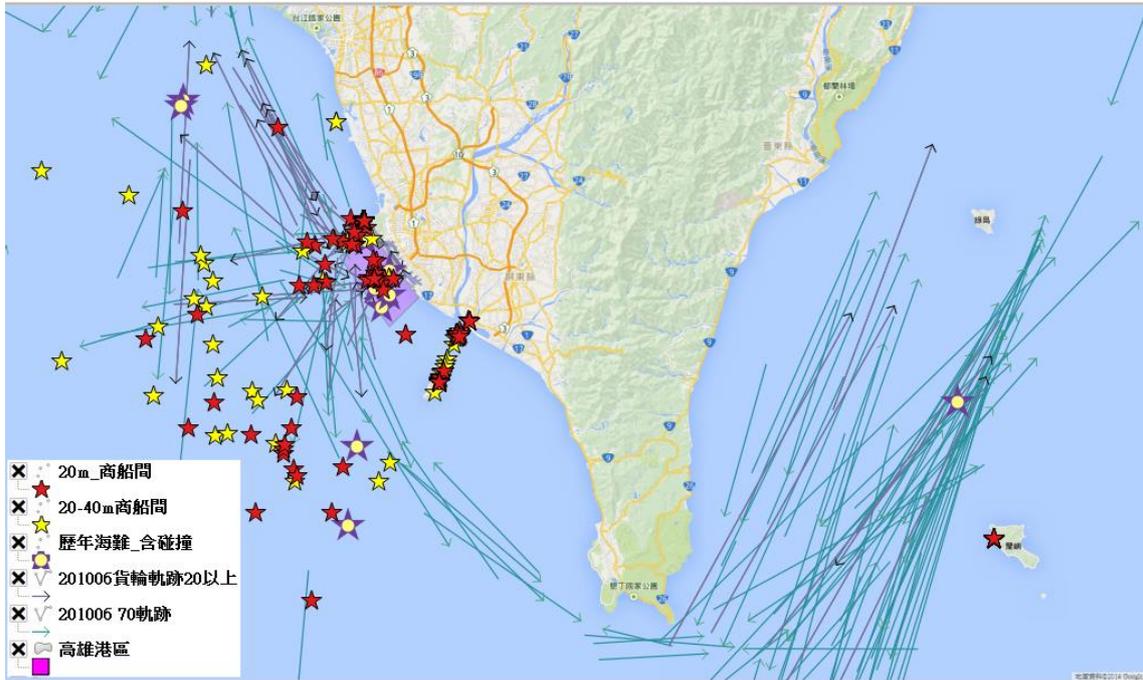


圖 5.23 臺灣東南與西南海域商船之間的碰撞風險

## 第六章 研究成果、結論與建議

本計畫之研究議題係對應於交通部推動科技發展之目標，目的在於：強化海運安全基礎資料之蒐集與資訊系統建立之機制，研發海運安全監測、預防及即時反應之科技，並促進海氣象觀測與海運管理及資訊系統之整合應用，以確保海運系統之安全，減少生命財產損失。

### 6.1 研究成果

本期計畫的研究成果總結如下：

- (1) 建立整合 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與危機偵測之技術與平台；
- (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。
- (6) 從 AIS 各項航儀資料變化與相對關係、海難事故的特徵分析、跡近事故偵測等方面及其間的關聯，建立事故隱患與風險海域的偵測分析技術；

## 6.2 結論與建議

### 6.2.1 已建立 e-化的海難資料庫與服務平台雛型，應使其更加完善

本研究已將航港局提供的海難資料以及自北部航務中心抄錄的海事報告資料建置成為可提供時間空間相關查詢分析的電子資料庫，並具備關聯船舶動態資料及海氣象動態回播的功能。

海事案件資料庫和船舶動態資料的關聯必須有適當的船舶識別資訊，例如船舶的英文船名、IMO 號碼或 MMSI。這部分若能從航港局或各港 VTS 取得船舶基本資料，對於研究成果的實質效益必能有相當大的幫助。

海氣象資料目前是從政府開放資料下載以及採購方式取得，只能先局部進行試驗研發，未來實際運作有賴資料系統的協調介接。

本研究已依據 IMO 的海難調查國際章程以及相關通函或指南（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。

### 6.2.2 已建立基於 AIS 的海難資料分析技術，應探勘取出更多知識

首先必須提高海難資料庫內海難記錄與 AIS 船舶識別資訊的可關聯比例，除了取得船舶的船齡、噸位等基本資料，也使海難事故的位置與時間範圍資訊更加明確。取得 AIS 歷史軌跡（含航儀動態與航程資料）後，透過軌跡群聚分析取得其代表路徑，再取得事發當時周遭的海域環境資訊（海圖、海象、氣象）與船舶交通資訊等。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。

### 6.2.3 已建立跡近事故的偵測技術，應據以評估風險並引進安全措施

在跡近擱淺方面，本研究關聯 AIS 的船舶動態與吃水設定值以及海圖的水深資訊這兩個資料源，偵測出的擱淺危機，有的是實際已發生擱淺事故，有的則是潛在的危險行為（經常航經容易被忽視的小範圍淺水區），若確認其 AIS 設定的吃水深度並非誤填，則應儘早採取行動建議其避開。

在跡近碰撞方面，本研究的分析結果顯示，單一年的跡近碰撞事件偵測結果與船舶代表路徑（交通流模式）以及歷年海難記錄之間的關聯性都相當高。碰撞事故的高風險海域也清楚可見（詳見 5.4.2 節各圖），尤其是交通模式複雜的高雄外海。

無論是跡近擱淺或跡近碰撞的偵測，都牽涉巨量資料的探勘處理，而其產出結果的應用價值甚至可高於海難資料庫。建議在擴大跡近事故偵測的空間與時間範圍後，使風險評估定量化，並依據評估結果引進適當的航道規劃或船舶交通服務等相關安全管理措施。

## 6.3 本研究成果之效益與後續應用

本研究建置的海難資料庫是海運安全管理的基礎資料，其設計使得海難資料成為現代化網路資訊系統真正可應用的資料格式，其內容也因關聯船舶動態相關時間空間資訊與海圖及海氣象環境資訊而成為更具應用價值的資訊。以此海難資料庫為基礎，結合本研究之海難資料分析與探勘成果，可應用於：海運安全管理措施之規劃評估，例如航道、助導航設施、船舶交通服務...等，搜救資源之配置規劃，海上遇險事故之即時反應。

海難資料庫服務平台雛型之設計與國際接軌，可成為海難資料庫更新的機制，支援海運安全管理相關資訊系統的持續運作，並與國際安全管理章程結合，提升海事安全。本研究建立之跡近碰撞與跡近擱淺偵測技術則可應用於航行風險評估，指出風險區域，據以引進相關安全管理措施。

## 參考文獻

1. J.Shahrabi and R. Pelot, "Kernel desnsity analysis of maritime fishing traffic and incident in Canadian Atlatic Waters, J. of Applied Sciences 9(3):415-426, 2009
2. A. Mullai and U.Paulsson,A grounded theory model for analysis of marine accidents,Accident Analysis and Prevention,no.43 pp.1590-1603, 2011
3. Y. Wang, J. Zhang, X. Chen, X. Chu, and X. Yan, A spatial-temporal forensic analysis for inland-water ship collisions using AIS data, Safety Science No.57, pp.187-202, 2013
4. M. Ladan and M. Hanninen, Data sources for quantitative marine traffic accident modeling, Science and Technology Report, Aalto University Publication Series, Nov.2012.
5. B. Idiri and A. Napoli, "The automatic identification system of maritime accident risk using rule-based reasoning, Proc. of the 2012 7th International Conference on System of Systems Engineering, Genoa, Italy, July 2012
6. D. Z. Huang, H. Hu, and Y.Z. Li, "Spatial analysis of maritime accidents using Geographic Information System", Transport Research Board (TRB) 2013 Annual Meeting.
7. Krzysztof Marcjan, Navigation incident models and ship domains studies on the Baltic Sea,Baltic Master II project presentation, <http://www.balticmaster.org/>
8. Peter S. Lindquist, New Developments in the Great Lakes Maritime Information Delivery System, <http://www.glmri.org/research/>
9. EfficienSea project documents, <http://www.ufficiensea.org/>
- 10.Y.Heggelund, T.C.Bekkvik, K.Roang,and O.Breivik, Real-time calculation of leeway parameters for drifting vessels using AIS,4th

International Workshop on Technologies for Search And Rescue and other Emergency Marine Operations, Brest 10/05/2011

- 11.J. Hinnenthal, Robust Pareto – Optimum routing of ships utilizing deterministic and ensemble weather forecasts, Ph.D. Dissertation, Technische Universität Berlin, Berlin, 2008.
- 12.B. Idiri and A. Napoli, "The automatic identification system of maritime accident risk using rule-based reasoning", Proc. of the 2012 7th International Conference on System of Systems Engineering, Genoa, Italy, July 2012
- 13.A. Vandecasteele and A. Napoli, "An enhanced spatial reasoning ontology for maritime anomaly detection", Proc. of the 2012 7th International Conference on System of Systems Engineering, Genoa, Italy, July 2012
- 14.IMO MSC-MEPC.7/Circ.7, Guidance on Near-miss Reporting, 2008.
- 15.IMO Assembly resolution A.741(18), International management code for the safe operation of ships and for pollution prevention (International Safety Management (ISM) code) - safety and pollution prevention management requirements, 1993.
- 16.IMO Resolution MSC.255 (84), Adoption of the code of the international standards and recommended practices for a safety investigation into a marine casualty or marine accident (Casualty Investigation Code), adopted on 16 May 2008.
- 17.IMO MSC-MPEEC.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.
- 18.IMO Assembly Resolution A.1075 (28), Guidelines to assist investigations in the implementation of the Casualty Investigation Code (Resolution MSC.255 (84)), adopted on 4 Dec. 2013.

19. IMO Resolution MSC.273(85), Adoption of amendments to the International Management Code (ISM Code) for the safe operation of ships and for pollution prevention, 2008.
20. IMO Global Integrated Shipping Information System (GISIS) , <http://gisis.imo.org/Public/Default.asp>
21. International Electrotechnical Commission, 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, Oct. 2012.
22. International Electrotechnical Commission, IEC 62287-1: Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - Class B shipborne equipment of the automatic identification system (AIS) - Part 1: Carrier-sense time division multiple access (CSTDMA) techniques, Ed.2.0, Nov.2010.
23. International Telecommunication Union, Recommendation ITU-R M.1371-4: Technical characteristics for an automatic identification system using time-division multiple access in the VHF maritime mobile band, April 2010.
24. International Hydrographic Organization, Publication M-4 Regulations of the IHO international (INT) charts and chart specifications of the IHO.
25. 盧成偉，船舶自動識別系統應用於船舶交通管理之研究，國立台灣海洋大學航運技術研究所碩士論文，民國 87 年 6 月。
26. 劉慶林，台灣海難與海事評議制度之研究，交通部台中港務局研究報告，民國 96 年 10 月。
27. 楊獻章，論我國海難蒐究規劃資訊系統建置，國立中山大學海洋環境及工程研究所碩士論文，民國 101 年 1 月。

- 28.李慶忠，地理資訊系統應用於海域案件空間分析-以台中港為例，國立高雄海洋科技大學海事資訊科技研究所碩士論文，民國 101 年 6 月。
- 29.廖建明、莊文傑、許泰文，臺灣重要商港海域海流模擬，港灣報導 91 期第 23-35 頁，2012/02
- 30.張淑淨，離岸風場開發對航運安全影響評估技術與管理制度研析，工業技術研究院委託研究報告，2013。
- 31.張淑淨、許功穎，船舶自動辨識系統之海象資料應用(2/4)，交通部中央氣象局委託計畫報告，2013。
- 32.張淑淨，結合動態船舶與環境資訊之綠色航路智慧領航計畫(1/4)，交通部運輸研究所委託研究報告，2013。
- 33.張淑淨、紀嘉毅，海上交通事故風險及搜救需求之空間相關分析，中華民國第三屆運輸安全研討會，1996
- 34.張淑淨、陳彥宏、周鑫佑，我國海上搜救資訊系統之規劃與先期試驗，中華民國第二屆運輸安全研討會，1995

## 附錄一 期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：MOTC-IOT-103-H2DB005a

結合動態船舶與環境資訊之綠色航路智慧領航計畫(2/4)

執行單位：國立臺灣海洋大學通訊與導航工程學系

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>運輸研究所 張金機主任：</p> <p>一、氣象觀測歷史資料建議分為海象(浪、潮、流)：氣象局、水利署、港務單位(公司、港研中心)。氣象(颱風、風速)：氣象局、港務公司、港研中心。</p> <p>二、海象事件除分惡劣天候、觸礁擱淺及碰撞外，建議在分商船、漁船及工作船等，並對海象船隻噸位、船況(維修、故障)等加以分析。惡劣天候可再分波浪、強風、霧等，並探討惡劣天候避險航路。。</p> <p>三、其他</p> <p>1.圖表請重新整理，如圖 2.2、2.3、3.3、4.1、4.5 等可改為表</p> <p>2.文中用「我們...」建議改為本研究(團隊)、本計畫等。</p>	<p>一、遵照辦理，將再予區分。</p> <p>二、後續依據 IMO 建議設置之海難資料庫納入這些因素與事實資料後，將可再區分、分析，進而探討惡劣天候避險航路。</p> <p>三、1. 委員所指各圖是擷取自網路查詢結果畫面或掃描檔，故以圖稱之。2. 謝謝建議，將依此處理。</p>	
<p>港研中心 邱永芳主任：</p>	<p>一、感謝肯定</p>	

<p>一、符合計畫執行內容。</p> <p>二、技術評估與平台建立應加強研析。</p>	<p>二、遵照辦理。</p>	
<p>國立臺灣大學 蔡進發教授：</p> <p>一、對國內外相關研究及規範蒐集完整。</p> <p>二、執行的項目多，報告有點雜亂。</p>	<p>一、感謝肯定</p> <p>二、各項成果互相關聯，將依據整體成果彙整報告，並著重敘述其間的關聯。</p>	
<p>國立臺灣海洋大學 方志中教授</p> <p>一、海難資料庫之建置輸入格式應考量建立標準格式(電子化)，以利未來資料的輸入及更新。</p> <p>二、海象事故偵測技術，除 AIS 資料外是否有其他設備可輔助進行分析及預警(VDR 資料輸入)。</p>	<p>一、後續將設計符合 IMO 建議且具備電子/格式化介面之海難資料庫輸入與查詢系統。</p> <p>二、今年度計畫已目前可取得的 AIS 為主，較難取得之 VDR 資料規劃於下年度計畫。</p>	
<p>國立中山大學 薛憲文 教授：</p> <p>一、報告撰寫結構完整，值得肯定。</p> <p>二、P.8 請加入計畫使用對象。</p> <p>三、P.24 請加入該文獻中所述東亞區域與本研究之關係。</p>	<p>一、感謝肯定。</p> <p>二、遵照辦理。</p> <p>三、遵照辦理，關係僅在於主題及其使用之 GISIS 資料庫。</p>	

<p>四、P.25-26 所引國內之文獻僅至 1998 年嗎?是否有正確的文獻。</p> <p>五、P.29 所述將採用國土資訊系統平台的開放圖資之項目為何?僅地名而已?</p> <p>六、P.42-43、P.57、P.61、P.68 皆結論，只有數據，請補充說明。</p> <p>七、P.57 之分析並未加入海象資料，為什麼?</p> <p>八、P.57 之圖 4.14 中並未如文說所述有藍色、黑色，請說明。</p> <p>九、可能考慮 AIS 與海難分佈之關係。</p>	<p>四、將如原計畫書所列，再補充說明其他相關研究。</p> <p>五、國土資訊系統平台的開放圖資項目相當多，還包括行政區界、人工漁礁區、箱網養殖區、各測站位置等</p> <p>六、期中僅就初步試驗提供觀察結果，待有明確成果結論再予完整說明。</p> <p>七、海翔 8 號的海象資料目前僅限於其海事報告的記載，尚待取得其他實際觀測資料。</p> <p>八、將調整用色使其更容易區分。</p> <p>九、擬從船舶交通</p>	
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

	<p>密度以及 AIS 涵蓋範圍兩方面探討其與海難分佈的關係。</p>	
<p>運研所運安組 洪憲忠 研究員：</p> <p>一、P.57 海翔 8 號海難之肇因是否如報告所述為「氣候惡劣，船舶傾覆」，宜釐清。</p> <p>二、針對漁船動態定位，有何建議？安裝 AIS-B 是否妥適？</p> <p>三、P.11 海難通報機關宜補入交通部航港局。</p> <p>四、簡報內容宜補入報告書內容。</p>	<p>一、p. 57 所述「氣候惡劣，船舶傾覆」只是摘錄該船提送之海事報告上填報的海事性質。</p> <p>二、漁船動態定位目前最佳方案應是 AIS-B。可惜涵蓋範圍未能滿足漁業管理需求。</p> <p>三、海難調查章程對應的海難通報機關是交通部航港局，p. 11 最後一段所述是對應於漁船與漁民、搜救協調中心、海洋汙染等方面的報告</p>	

	<p>責任。</p> <p>四、遵照辦理，簡報內容為研究現況，將於期末報告完整呈現。</p>	
--	------------------------------------------------	--

## 附錄二 專有名詞對照表

AIS	Automatic Identification System 船舶自動辨識系統
ASM	Application-Specific Message 特定應用訊息
COG	Course Over Ground 對地航向
CPA	Closest Point of Approach distance 最近距離點
CSTDMA	Carrier-Sense Time Division Multiple Access 載波感測分時多重進接
DGPS	Differential Global Positioning System 差分全球定位系統
ECDIS	Electronic Chart Display and Information System 電子海圖顯示與資訊系統
EMCIP	European Marine Casualty Information Platform 歐洲海難資訊平台
ENC	Electronic Navigational Chart 電子航行圖
ETA	Estimated Time of Arrival 預計抵達時間

GIS	Geographic Information System 地理資訊系統
GISIS	Global Integrated Shipping Information System 全球整合航運資訊系統
GNSS	Global Navigation Satellite System 全球導航衛星系統
GPS	Global Positioning System 全球定位系統
HTTP	Hypertext Transfer Protocol 超文本傳輸協定
IALA	International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities 國際助導航協會
IEC	International Electrotechnical Commission 國際電子技術委員會
IHO	International Hydrographic Organization 國際海測組織
IMO	International Maritime Organization 國際海事組織
ISM Code	International Safety Management Code 國際安全管理章程
ITS	Intelligent Transportation System 智慧型運輸系統

ITU	International Telecommunication Union 國際電信聯盟
MCI module	Marine Casualty and Incident Module 海難事故模組
MMSI	Maritime Mobile Service Identification 水上行動識別碼
MPEC	IMO Marine Environment Protection Committee 海洋環境保護委員會
MSC	IMO Maritime Safety Committee 海事安全委員會
MSI	Maritime Safety Information 海事安全資訊
NAV	IMO Subcommittee on Safety of Navigation 航行安全分委會
OGC	Open Geospatial Consortium 開放地理空間資訊聯盟
S-57	IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data 國際海測組織數位海測資料傳輸標準
SOG	Speed Over Ground 對地航速
SOLAS	Safety of Life at Sea Convention 海上人命安全國際公約

SOTDMA	Self- Organized Time Division Multiple Access 自我組織式分時多重進接
TCPA	Time to the Closest Point of Approach 最近距離點時間
TEU	Twenty-Foot Equivalent Unit 20 呎標準貨櫃
UTC	Coordinated Universal Time 世界協調時
VDR	Voyage Data Recorder 航程數據紀錄器
VTS	Vessel Traffic Service 船舶交通服務
WGS84	World Geodetic System 1984 世界大地測量系統
WFS	Web Feature Service 網路圖徵服務
WMS	Web Map Service 網路地圖服務
WMTS	Web Map Tile Service 網路地圖圖磚服務

### 附錄三 期末報告審查意見處理表

計畫名稱：MOTC-IOT-103-H2DB005a

結合動態船舶與環境資訊之綠色航路智慧領航計畫(2/4)

執行單位：國立臺灣海洋大學通訊與導航工程學系

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
<p>國立臺灣大學 蔡進發教授：</p> <p>一、國內外相關研究資料庫蒐集完整。</p> <p>二、研究成果符合預期。</p> <p>三、請說明圖 3.7 中顏色代表的意義。</p> <p>四、文中英文字體的格式請統一。</p> <p>五、建議海難資料庫服務平台的輸入及輸出格式建立 XML Schema 以標準化。</p>	<p>一、感謝肯定</p> <p>二、感謝肯定。</p> <p>三、已補充。</p> <p>四、依港研中心規定處理。</p> <p>五、航港局已規劃於航港單一窗口服務平台建立輸出入介面，標準化的部分將依據該系統。</p>	
<p>運輸研究所港研中心 張金機 委員</p> <p>一、P.96 跡近碰撞事故，篩選 CPA=0.5NM，<math>0 &lt; TCPA &lt; 10(\text{SEC})</math> 兩套標準不一致。例如以正遇兩船船速 10 Knols = 5 m/s。0.5<sup>NM</sup> = 90<sup>m</sup>。兩船兩遇時間須 90sec，船速低或追遇情境時間更長。</p> <p>二、P.98，圖 5-15,5-16 均為公制，文</p>	<p>一、篩選條件為：依當下的兩船動態，兩船將在 10 秒(TCPA)內接近至 0.5 浬距離 (CPA) 內。</p> <p>二、將補充一致之單位。距離小</p>	

<p>中則以哩為單位是否可改一改。圖 5.16 相距 200m 以內建數千艘，以 100m 為例，船速 10Knots 兩船相撞時間(正遇)只需 10sec。且船速增加相對隨接近而增加，船側壓減低，碰撞機率提高，因此這些資料是否有多數停船狀態。</p> <p>三、P.103 接近距離 20m 或 40m 是否船隻容易碰撞？</p> <p>四、海研五號 表 4-2,4-3 風向 NNE，波向不可能為 E。從 14:00 至 17:00 為退潮，潮流流向偏西南正確，17:00 轉潮流向為不穩定。</p> <p>五、有些圖不容易閱讀(如 P.89、P.66-73)。</p>	<p>的多數為追越狀況。</p> <p>三、這些是偵測出來可能跡近碰撞的情形。但是距離 20m 內的船舶也有許多實際上應是故意接近或併靠的行為。</p> <p>四、該表內容是直接取自中央氣象局網站上的觀測資料。</p> <p>五、這些圖因是軟體系統畫面，實際互動操作時應能清楚呈現。</p>	
<p>國立中山大學 薛憲文 教授：</p> <p>一、比期中報告有大幅進度，值得肯定。</p> <p>二、關鍵詞提及資料探勘，且結論提及探勘處理，請說明此名詞與資訊中之「資料探勘技術」之差異？</p> <p>三、P.41 中提及同一障礙物或限制區在電子海圖資料庫中會部分或重複出現在不同比例尺或同比例尺相鄰的多個圖幅中，請說明其原因屬於人為或技術上之缺陷？</p>	<p>一、感謝肯定。</p> <p>二、本研究採用之方法應在「資料探勘技術」範疇內。</p> <p>三、文中係指 ENC 用於網路圖徵服務時必然面對的狀況，並非缺陷。</p> <p>四、該圖係說明如</p>	

<p>四、P46 圖 36 之氣象資料為已購或擬購？</p> <p>五、P.72-83 之資料整合案例分析中之海氣象資料庫似未被突顯，請說明</p> <p>六、P.80 中海圖等級 3-4 之意義為何？請說明</p> <p>七、P.82 外淺石之水深是否在海圖中呈現？</p> <p>八、海研五號案例是否目前調查中放入報告中？</p>	<p>何規劃採購。</p> <p>五、目前可得的海氣象資料為稀疏的單點資訊，與海難發生的時間空間點尚難產生足夠的關聯。</p> <p>六、文中所謂海圖等級，實為航行目的（對應於不同的比例尺等級）。</p> <p>七、無論海軍紙海圖或港研中心製作之電子航行圖都有呈現外淺石水深。</p> <p>八、報告中主要呈現 AIS、海圖與環境相關資料之整合與解讀，不涉及人員責任歸屬。</p>	
<p>運研所運安組 洪憲忠 研究員：</p> <p>一、報告 P.74，海翔 8 號是先急右轉、然後貨物偏離、船身右傾，或船已先貨物偏離、船身右傾然後急右</p>	<p>一、從 AIS 各項資料（尤其航跡已偏離其前往花蓮之慣行航路</p>	

轉、使貨物偏離、船身右傾加劇?	相當遠)以及相關報導內的時間資訊看來,應為前者。	
-----------------	--------------------------	--