

出國報告（出國類別：教育訓練）

赴英國海事搜救研討會及海事單位 研修訓練

主辦機關：內政部消防署

姓名職稱：副主任 沈義哲

專 員 陳佑鈞

同行機關：海洋委員會海巡署

副 組 長 劉正文

派赴國家：英國

出國期間：114 年 9 月 28 日至 114 年 10 月 5 日

報告日期：114 年 12 月 3 日

摘要

鑑於全球貿易與海事活動的發展，海上安全與搜救工作變得愈加重要。本次研討會於英國南安普敦舉行，為全球唯一專門針對艦艇損害控制與海上搜救的國際盛會，來自 30 餘國、超過 350 位軍方、政府、緊急救援單位及產業界專家共同參與。行政院國家搜救指揮中心作為臺灣搜救協調中心，肩負東亞海域繁忙交通環境下的海上安全重任。本次活動將深入探討國際搜救協調、新興科技應用、軍民協作與多國聯合訓練等議題，並分享各國實際案例與最佳實務。此外，研討會內容涵蓋無人機、AI、自動化、穿戴式科技、即時監控等創新科技於搜救行動之應用，有助於掌握全球搜救科技趨勢，進而提升我國海上搜救系統的現代化與國際化水準。

目次

壹、概述.....	5
一、目的.....	5
二、緣由.....	5
貳、過程.....	6
一、行程概要.....	6
二、參訪行程.....	7
(一) 英國聯合搜救協調中心.....	7
(二) 皇家全國救生艇協會.....	12
三、研討會內容.....	21
(一) 海上搜救研討會主席簡介.....	21
(二) 舉辦國開幕致詞：共同海域及共同職責.....	22
(三) 經過驗證、快速且可靠：適用於最嚴苛環境的搜救船隻解決方案.....	25
(四) 軍事衝突對搜救的影響.....	31
(五) 英國海事與海岸防衛總署的介紹性概述.....	35
(六) 利用即時態勢感知，強化海事搜救與執法行動.....	38
(七) 氣候變遷與海事搜救中的調適.....	40
(八) 北約潛艇救援系統.....	43
(九) 超越雷達：用於搜救的下一代開放式平台.....	47
(十) 極端環境下的搜救：加拿大在北極地區的能力與挑戰.....	50
(十一) 地中海大規模救援行動：記取教訓並於其他情境應用.....	55
(十二) 波羅的海之韌性：波蘭視角下的海事搜救挑戰.....	58
(十三) 從岸上強化海事監控能力.....	61
(十四) 全球搜救系統評估.....	65
(十五) 歐洲邊境與海岸防衛局的海事活動、合作與對搜救的支援.....	68
(十六) 專為真實搜救需求而設計，而非為了廣告宣傳.....	71
(十七) 展望未來在北歐地區運作的搜救船隻，同時考慮到志願者的需求.....	74
(十八) 用於搜救和海岸防護的 Cannon 無人機.....	77
(十九) 無人機系統在海事搜救中的整合應用.....	81
(二十) MSS 8000：適用於未來的可擴展任務系統.....	85
(二十二) 透過決策智慧、船隊協調和作業可視化，增強海事搜救能力.....	94
(二十三) IORIS 在搜救行動中的支援作用.....	98
(二十四) 應對 21 世紀挑戰的水面資源適用性框架.....	101
(二十五) 在艱難的法羅群島水域進行搜救行動.....	105
(二十六) 在冰冷水中的存活時間.....	109
(二十七) 新世代技術在海事搜救行動中的應用.....	114
(二十八) 潛艇逃生、救援、棄艇與生存訓練設施.....	117
(二十九) 水面自動船、海上自動化：無人系統如何塑造海事搜救的未來.....	121
(三十) 對抗正常化偏差：搜救決策中的認知偏差.....	124

(三十一) 將人從海事作業的決策環節中移除：所有的事故都會消失嗎？	127
(三十二) 近海再生能源設施附近的搜救	131
(三十三) 設置標準：透過認可提升海事搜救能力	135
(三十四) 專題座談：採取行動	138
參、心得感想	142
肆、建議事項	143
一、 導入「無人機分層搜救」體系，優化資源調度效益	143
二、 AI 運用提升	143
三、 強化大規模救援 (MRO) 能量	143

壹、概述

一、目的

鑑於全球貿易與海事活動的發展，海上安全與搜救工作變得愈加重要。英國 Defence Leaders 於南安普敦舉辦 2025 年海上搜救及海軍損害控制研討會 (Maritime Search & Rescue and Naval Damage Control Conference 2025) 邀請來自 30 餘國、超過 350 位軍方、政府、緊急救援單位及產業界專家共同參與，分享國際搜救協調、新興科技應用、軍民協作與多國聯合訓練等議題。行政院國家搜救指揮中心作為臺灣搜救協調中心，肩負東亞海域繁忙交通環境下的海上安全重任，會同海難搜救單位海洋委員會海巡署汲取國際經驗及新知。

為強化搜救中心間之國際合作，特別安排拜會參訪英國聯合搜救協調中心 (JRCC UK，全稱 Joint Rescue Coordination Centre UK) 及皇家全國救生艇協會 (RNLI，全稱 Royal National Lifeboat Institution)，英國聯合搜救協調中心隸屬於英國海岸防衛隊(HM Coastguard，全稱 His Majesty's Coastguard)，負責英國責任海域為歐洲海域樞紐，處理大量海上事故；皇家全國救生艇協會為英國主要的海上搜救執行者，據點遍布英國外與愛爾蘭沿海及近海水域，其主要經費來源係依靠民間捐款與募款，不依靠政府。

臺灣位於東亞海域，海上交通繁忙，海上搜救系統對我國安全至關重要。如能借鑑英國海岸防衛隊、皇家全國救生艇協會及與會各國的經驗，可提升臺灣海上搜救能力，並與其他國家合作，強化資源運用與信息共享。臺灣應在組織協調、技術設備與應急能力方面進行提昇，並透過國際合作，增強自身在全球海上搜救體系中的角色。透過學習各國的搜救協調模式，促進發展更完善的海上搜救系統，提升海上安全保障，並與世界接軌，增強臺灣影響力。

二、緣由

行政院國家搜救指揮中心 (由本署擔任作業幕僚) 於 114 年 6 月 10 日受邀參加 2025 年「海上搜救及海軍損害控制研討會 (Maritime Search & Rescue and Naval Damage Control Conference 2025)」，並規劃拜會參訪英國聯合搜救協調中心及皇家全國救生艇協會，實際與我國相對應機關進行交流，強化未來合作之可能性。

貳、過程

一、行程概要

出差人員	沈義哲副主任、陳佑鈞專員、劉正文副組長
出差事由	赴英國海事搜救研討會及海事單位研修訓練
英國時間	任務
9/28 (日)	1. 抵達倫敦希思羅機場並前往南安普敦 2. 行前整備會議
9/29 (一)	參訪英國聯合搜救協調中心
9/30 (二)	南安普敦海上搜救研討會
10/1 (三)	南安普敦海上搜救研討會
10/2 (四)	南安普敦海上搜救研討會
10/3 (五)	參訪皇家全國救生艇協會
10/4 (六)	南安普敦返回倫敦希思羅機場並前往搭機
10/5 (日)	返臺途中

二、參訪行程

本次參訪行程配合研討會時間安排參訪「英國聯合搜救協調中心」及「皇家全國救生艇協會」等 2 個搜救相關單位，分別說明如下：

(一)英國聯合搜救協調中心

英國聯合搜救協調中心（以下簡稱 JRCC UK，全稱 Joint Rescue Coordination Centre UK）是英國負責海上與空中搜救（Search and Rescue，SAR）的中央指揮與協調機構，隸屬英國海事與海岸防衛總署（Maritime and Coastguard Agency，MCA）。其核心任務為接獲遇險資訊後，即時統合資源、發布指令並協調相關單位執行任務。

1、主要職掌：JRCC UK 同時肩負「國家救援協調核心」之角色，整合多元資源指揮救援行動，確保最快反應及最有效資源運用。

- (1) 接收、研判求救訊息（含遇險通報、EPIRB、PLB 信號與海空事故回報）
- (2) 統籌海上及空中搜救資源之派遣與指揮
- (3) 與國防部、民航單位、志願救難組織及周邊國家協調
- (4) 維持全天候 24 小時搜索與救援即時通聯指揮

2、地點

JRCC UK 位於英格蘭南部的漢普郡(Hampshire)費勒姆(Fareham)，設置於國際海事救援協調中心（National Maritime Operations Centre）大樓內，亦為英國海空救援資訊處理及指揮中樞。

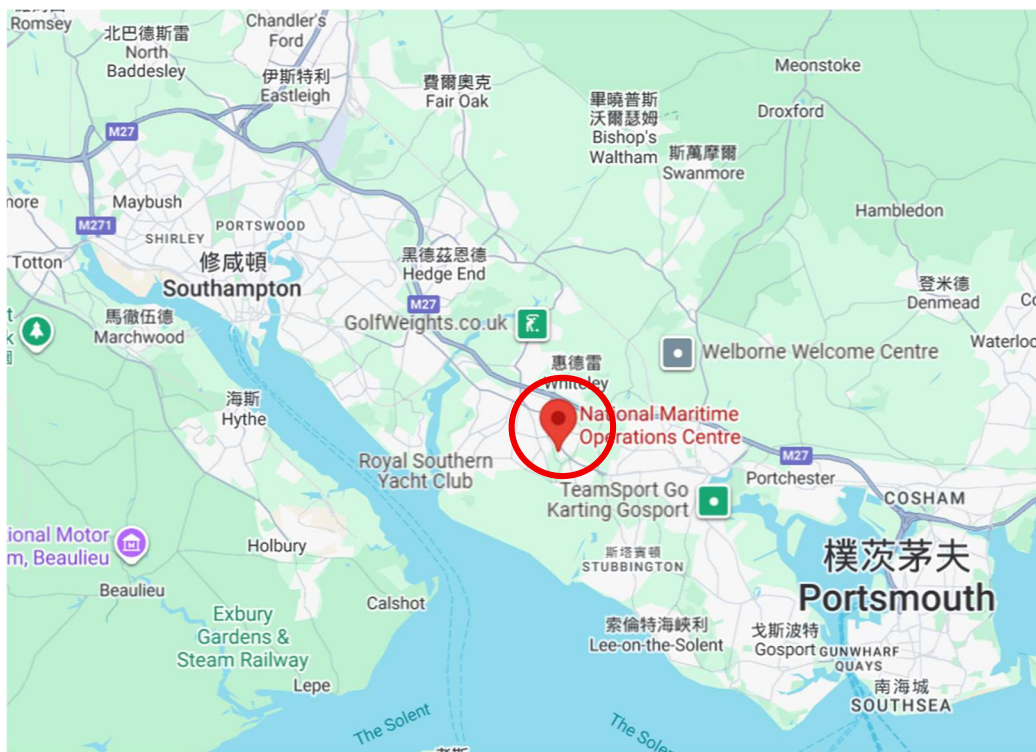


圖 1. JRCC UK 位置圖

3、組織結構

JRCC UK 內部主要由以下單位構成：

- (1) 搜救協調官 (SAR Coordinators)：負責任務指揮與資源調度。
- (2) 海事值勤官 (Maritime Operations Officers)：處理海上事故通報與任務派遣。
- (3) 航空值勤官 (Aviation Operations Officers)：整合軍方直升機、民間航空器與其他空中救助資源。
- (4) MCC(Mission Control Centre)單元：負責接收低軌衛星系統(如 COSPAS-SARSAT)之遇險訊號，包含 EPIRB、PLB 與 ELT 之警報判讀與研判。

- (5) 通訊支援組 (含 Coast Radio System) : 整合全國海岸電台網路與數位通信系統，透過 VHF、MF、HF 與 GMDSS 設備執行通聯、廣播與遇險訊息轉送。



圖 2.參訪 JRCC UK 值勤室

4、運作方式

- (1) 海上搜救資源：通訊部分由海岸電台系統維持即時聯繫，包含遇險廣播 (Mayday 或 Pan-Pan)、VHF 第 16 頻道、DSC 自動遇險訊號等。
- A. 皇家國家救生艇協會(RNLI): 提供多型救生艇，為志工團體，亦為英國海上第一線救援主力。
- B. 海岸巡邏與警戒單位: 與海事機構合作派遣沿岸巡邏艇或民間合約船隻。

- C. 商船及附近船舶徵用:依國際公約請求協助(如 SOLAS 及 IMO 規範)。
 - D. 海岸防衛岸上救援小組:處理沿岸或濱海地形事故,如墜崖、潮間帶受困等。
- (2) 空中搜救資源:空中任務指派時, JRCC UK 即時整合氣象、位置、燃料與距離等要素,並透過衛星、航空無線電與地面控制站維持通聯。
- A. 搜救直升機 (Search and Rescue Helicopters)
 - B. 由民間承包商 (如 Bristow) 與國防部合作提供
 - C. 部署於英國多處基地,全天候待命
 - D. 皇家空軍 (RAF) 與皇家海軍 (Royal Navy) 航空器支援
 - E. 針對海難、空中事故或需要快速運輸醫療資源的任務
 - F. 民間航空協力 (如海上巡邏機或包機)
 - G. 必要時依任務請求協調



圖 3.本訪團人員與 JRCC Manager Matt West 先生合影



圖 4.本訪團帶隊官致贈紀念品



圖 5.本訪團海巡署代表致贈紀念品

(二)皇家全國救生艇協會

皇家全國救生艇協會（以下簡稱 RNLI，全稱 Royal National Lifeboat Institution, RNLI）成立於 1824 年 3 月 4 日，為英國負責海上與近岸救援之主要志願性組織。經費來源以募款、捐款及慈善基金為主，不依賴政府預算。雖為民間非營利機構，實際上擔負英國全國絕大部分近海與沿岸救援任務。

1、核心任務

- (1) 執行海上人命搜救與緊急醫療運送
- (2) 維持沿岸至外海各級救生艇及救援人力之待命
- (3) 支援英國聯合搜救協調中心（JRCC UK）指派之搜救任務
- (4) 推廣水上安全教育與溺水防治（如學校宣導、水域安全訓練）
- (5) 執行防災演練與志願人員訓練

2、地點

RNLI 總部設於英格蘭多塞特郡 (Dorset) 普爾 (Poole)，並於英國本土、愛爾蘭及離島設立約 230 座救生站 (Lifeboat Stations)。各救生站依地理特性配備不同型式的救生艇及人員，形成綿密救援網絡。

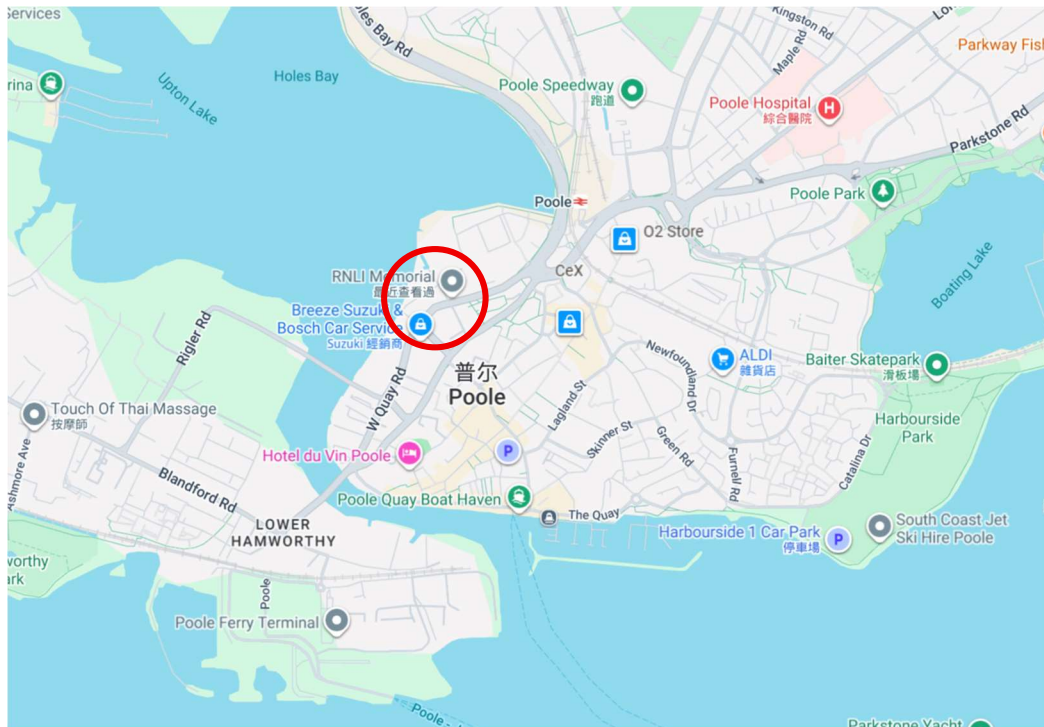


圖 6.RNLI 總部位置圖

3、組織結構

- (1) 總部 (Headquarters)：統籌政策制定、募款、訓練、技術研發及行政支援
- (2) 區域管理中心 (Regional Management)：依英格蘭、蘇格蘭、威爾斯及愛爾蘭等區域劃分
- (3) 地方救生站 (Lifeboat Stations)：為救援執行核心，由志願人力

及少部分全職職員組成

(4) 訓練與支援單位：包含船員訓練中心（如 Poole 訓練中心）、技術維修廠及後勤維保部門

(5) 募款與社區志工體系：負責經費募集及社區合作事務

4、運作方式

(1) 人員

A. 主體為志願者（Volunteers），包含船長、船員、岸勤支援及通訊協助人員

B. 全職人員（Paid Staff）負責管理、訓練、工程維修及行政

C. 24 小時待命制度，以地方救生站輪值方式執行任務

(2) 裝備與資源

RNLI 依任務環境與海象配置不同型式之救援船艇，包括：

A. 全尺寸全天候救生艇（All-weather Lifeboats, ALB）：如 Shannon 級、Severn 級

B. 近岸快速救生艇（Inshore Lifeboats, ILB）：如 Atlantic 級、D-Class

C. 滅火、醫療與拖曳設備

D. 個人防護裝備（PPE）、夜視儀與衛星定位裝置



圖 7. Severn 級 ALB



圖 8. Atlantic 級 ILB



圖 9.RNLI 造船廠

(3) 任務啟動程序

- A. 接獲 JRCC UK 或民眾通報後，由地方值勤主管啟動船員集結
- B. 船員平均反應時間約 8 至 15 分鐘
- C. 出勤後透過 VHF、衛星通訊或 JRCC 指令持續掌握狀況

(4) 訓練與標準

- A. 於 Poole 訓練中心及區域訓練站實施專業訓練
- B. 包含駕船、醫療、夜航、繫泊、繩索操作與岸際救助訓練
- C. 定期演練與裝備維保，確保任務能力



圖 10.Senior Evidence Manager Tom Mecrow(中)先生簡介訓練室

(5) 募款與永續營運

A. 透過慈善募款、捐款箱、遺產捐贈、義賣活動維持經費

B. 對外成立安全教育與推廣計畫維持社會支持

另一項重點為國際工作全球防溺水與搜救支援，此願景源於創始人威廉希拉里爵士 (Sir William Hillary) (1824 年) 的初衷：「將防溺水視野擴展到全球最偏遠的角落」。

1、應對全球溺水危機

(1) 規模：每年全球約 30 萬人溺水，且此數字未計入洪水或交通相關

災難性溺水，實際數字可能更高。

- (2) 分佈：90%發生在低收入和中等收入國家，其中半數是兒童和年輕人。
- (3) 地點：大多數溺水發生在內陸水域 (Inland)，主要由於日常暴露 (如上學路徑有水)。

2、國際資源分享與培訓

- (1) 免費資源：開發針對低資源環境的培訓手冊，供免費使用和改編，包括：
 - A. 海灘救生服務設立指南 (Beach Lifeguard Service)。
 - B. 基本社區急救 (Basic Community First Aid，假設沒有救護車支援)。
 - C. 基礎搜救手冊 (Basic SAR Manual)：RNLI 的手冊被國際海事救援聯合會 (IMRF) 採用並發布。
- (2) 歷史合作：RNLI 於 1924 年創立了「國際救生艇會議」，後發展成為 IMRF(國際海事救援聯合會)，在全球救生界有超過百年的參與歷史。
- (3) 舊救生艇銷售：將使用期限結束的救生艇出售給智利、烏拉圭等地的自願性搜救組織。

3、國家級長期防溺水計畫

RNLI 在選定的四個國家推行 10 年計畫，以了解問題、證明解決方案可行性並爭取政府支持：

國家	核心問題	介入措施	關鍵成就
孟加拉	兒童溺水（一歲以上最大殺手）。	社區日托中心，將兒童與水隔離。	孟加拉政府承諾投入 3200 萬美元 用於擴大干預措施。
坦尚尼亞	漁業安全問題（維多利亞湖）。	漁業安全手冊（IMO 未涵蓋的小船）、救生衣設計、天氣資訊、安全培訓。	正在進行救生衣補貼試點研究，測試成本是否是漁民不穿救生衣的主因。
印度	社區成員救援和復甦能力、氣候變化導致的洪災。	訓練母親和照顧者進行救援和復甦。	
柬埔寨	兒童溺水問題嚴重。	與聯合國兒童基金會（UNICEF）和世界衛生組織（WHO）合作，利用 RNLI 專業知識改善狀況。	

4、全球倡議與政策影響力

5、聯合國決議：經過三年努力，促成聯合國於 2021 年通過首個全球防溺水決議，獲得 193 個成員國同意。

6、世界防溺水日：決議確立了每年的 7 月 25 日為世界防溺水日（World Drowning Prevention Day）。

7、多邊合作：與 WHO 合作制定全球指南，並將防溺水信息與永續發展目標（SDGs）結合，與聯合國糧食及農業組織（FAO）、UNICEF、WHO 等機構在紐約和日內瓦舉辦活動。



圖 11. 本訪團與 RNLI 代表合影



圖 12. 本訪團帶隊官致贈紀念品

三、研討會內容

海上搜救及海軍損害控制研討會 (Maritime Search & Rescue and Naval Damage Control Conference 2025) 辦理時間為 2025 年 9 月 30 日至 10 月 2 日，共計 3 日，分為海上搜救及海軍損害控制 2 主題於不同會議室辦理，本次參與研討會為海上搜救研討會，內容由各國政府或民間主講人講述，內容多元豐富，本次海上搜救研討會所有議程討論主題，各項主題摘要如下介紹：

(一)海上搜救研討會主席簡介

Brian Johnson 先生是全球海事安全與搜救領域公認的領軍人物。他曾長期擔任英國海事與海岸防衛總署 (以下簡稱 UK MCA) 執行長，全面負責英國海域的船舶安全、海員標準、海洋環境保護，以及協調全球最繁忙、最複雜海域的海上搜救體系。

在其卓越的職業生涯中，Johnson 先生憑藉其在海事政策、危機管理和大規模行動方面的豐富經驗，成功領導 UK MCA 應對了無數嚴峻挑戰。他致力於推動搜救能力的現代化，引進新一代技術與設備，並強化跨國合作機制，確保英國的搜救服務始終保持世界領先水平。

為表彰他對海事領域的傑出貢獻，他被授予大英帝國司令勳章 (CBE - Commander of the Order of the British Empire)，這是對其專業成就與領導力的崇高肯定。

卸任後，Johnson 先生依然活躍於海事界，擔任資深顧問，為各國政府與組織提供戰略諮詢。他對未來搜救行動的發展趨勢、無人系統的整合應用以及人為因素在決策中的影響，均有著獨到且務實的見解。

有關海難搜救上面臨的挑戰：

- 1、 部分地區的敵對事件 (hostile events)。
- 2、 郵輪業 (cruise industry) 爆炸性增長帶來的潛在大規模疏散 (potential mass evacuations)。

3、 氣候變化 (climate change)。

4、 技術變革，包括無人系統和人工智慧 (unmanned systems and artificial intelligence)。

本次研討會議規則，依循查塔姆守則 (Chatham House rules)：歡迎使用在活動中聽到的任何信息，但不得透露發言者身份。(以下報告內容接不揭示主講人資訊)



圖 13.本訪團與研討會主席 Brian Johnson 先生(中)合影

(二)舉辦國開幕致詞：共同海域及共同職責

有關本場次主題「舉辦國開幕致詞：共同海域及共同職責」(Host nation opening address: Shared waters; shared duty)，主講主題統整如下：

1、 RNLI 概況：

- (1) 成立於 1824 年，今年是其兩百週年 (bicentennial year)。
- (2) 主要由志願者組成：8,000 名運營志願者，近 15,000 名籌款志願者 (總團隊的 97% 為志願者)。
- (3) 在英國和愛爾蘭設有 237 個救生艇站和 250 多個提供救生服務的海灘。
- (4) 服務範圍涵蓋海岸線，從內陸 75 英里到海上 75 英里。
- (5) 2024 年重點：救生艇 (lifeboat)、救生員 (lifeguard) 和水上安全/溺水預防 (water safety/drowning prevention)。

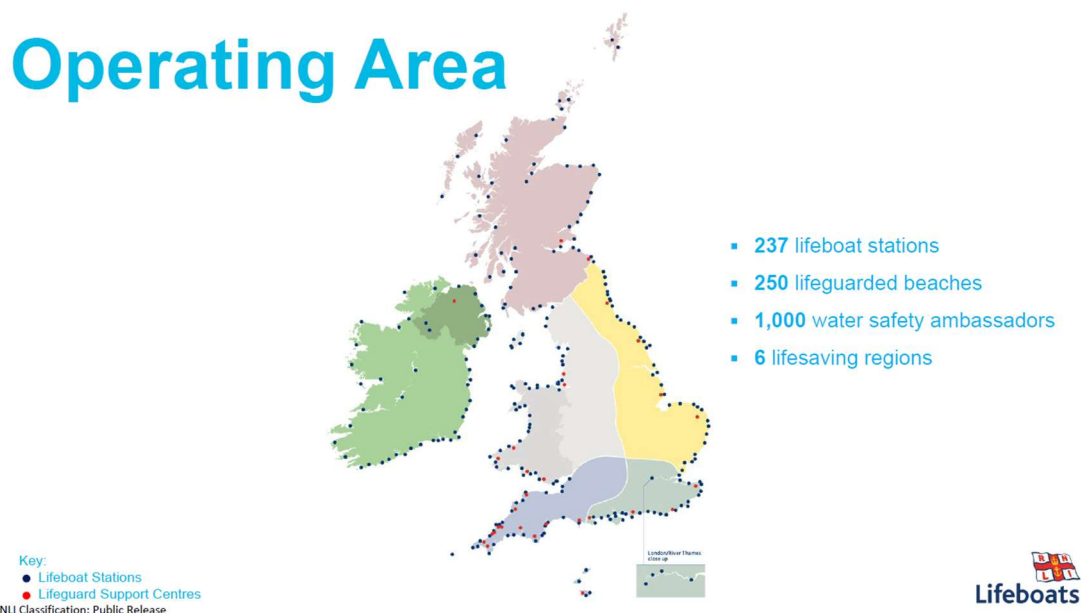


圖 14.RNLI 操作區域一覽(圖片來源為研討會簡報擷取)

2、RNLI 的經費來源：

- (1) 完全由公眾的慷慨捐助資助，不接受任何納稅人或政府資金。
- (2) 這種獨立性有助於專注在其核心宗旨：在海上拯救生命。

3、溺水預防與公眾認知：

- (1) 每年有 2700 萬人去海灘，其中三分之一不會游泳（在某些區域比例更高）。
- (2) 40%陷入困境的人最初並無意進入水中。
- (3) 42%的英國人不知道潮汐會漲落。
- (4) 推廣“Float to Live”（仰浮求生）概念：向後傾斜、頭部後仰、耳朵浸水，找到自然浮力。

4、未來五年計劃（2024-2029）：

- (1) RNLI 已在 200 年內拯救了 146,000 條生命（相當於為社會帶來 400 萬生命的巨大社會和經濟效益）。
- (2) 需求變化：1970 年主要救援漁船和遊艇；現在需求大幅增長，98%的服務在 10 英里以內（95%在 5 英里以內）。
- (3) 戰略目標：開發更連貫、整合、分層的救生服務，將救生艇服務、救生員和水上安全整合。

5、船隊調整：

- (1) 減少全天候救生艇（All Weather Life Boat, ALB）船隊，從 150 艘減少到約 100 艘。
- (2) 開發新型的臨時近海救生艇（interim coastal life boat），作為充氣艇（rib）和 ALB 之間的能力補充，以提高救援人員自身的安全（90%的船員不是專業海員）。
- (3) 將運營範圍縮減至 75 浬（以前是 100 浬）。

6、國際合作：

- (1) 全球每年有 30 萬人溺水（其中 356 名是 15 歲以下兒童）。

- (2) 與聯合國合作，促進對全球溺水形勢的認識。
- (3) 在英國海外領土進行搜救培訓。
- (4) 將主辦國際海事救援聯合會（IMRF）年度會議。
- (5) 在東非開展「救生領袖」活動，特別關注小型漁民的溺水預防培訓。
- (6) 向智利海事救援服務中心等合作夥伴提供退役資源（例如一艘充氣艇）。

(三)經過驗證、快速且可靠：適用於最嚴苛環境的搜救船隻解決方案

有關本場次主題「經過驗證、快速且可靠：適用於最嚴苛環境的搜救船隻解決方案」(Proven, Fast and Reliable: SAR vessel solutions for the most demanding environments)，主講主題統整如下：

1、Baltic Workboats 公司概况與核心能力：

- (1) 公司定位：北歐（愛沙尼亞，薩雷馬島）領先的工作船（Workboat）造船廠，專注於 15 至 50 米的船隻。
- (2) 核心產品：專業製造快速鋁製船隻（Fast aluminum vessels），主要包括：
 - A. 搜救船（Search and Rescue boats）
 - B. 引水船（Pilot boats）
 - C. 巡邏船（Patrol boats）
- (3) 經驗規模：擁有 25 年經驗，已交付超過 240 艘船，其中超過 25 艘是專用搜救船，客戶遍及歐洲（波羅的海、北海、地中海、黑

海) 及阿曼、美加等地。

(4) 內部能力：

- A. 高度客製化：擁有 30 名內部工程師 (海軍建築師、電氣工程師)，能與客戶共同開發全新平台。
- B. 全系統整合：所有系統 (如導航、電氣) 均內部完成，不依賴分包商，確保品質與整合性。

(5) 環保與未來技術：

- A. 已製造 15 艘混合動力與全電動船隻。
- B. 正在建造使用氫氣、壓縮天然氣 (CNG) 推進，以及甲醇預備 (Methanol-ready) 的船隻。

(6) 自主航行：正領導一個歐盟國防基金 (EDF) 的 1 億歐元項目，開發 45 米的半自主海軍平台。

(7) 船廠設施：擁有現代化的全室內生產設施，並安裝了風力渦輪機和電池儲存系統，基本實現能源自給自足。

2、 搜救船 (SAR) 的核心技術與設計：

(1) 專利穿浪船體 (Patented Wave Piercing Hull)：這是 Baltic Workboats 最關鍵的技術之一，已使用超過 10 年。

- A. 核心優勢：顯著減少惡劣海象中的垂直加速度 (G 值)。

B. 實際效果：

(A) 傳統船體在海浪中 G 值峰值常達 2G，而穿浪船體可控制在 1.5G 左右。

(B) 船員疲勞度大幅降低，使其能夠在惡劣天氣下維持更高

航速，這對搜救任務至關重要。

- C. 設計原理：鑽石形的船首（通常由實心鋼製成）更重，體積更小，使其能「穿透」海浪，而不是被海浪向上推。

(2) 自扶正能力 (Self-Righting Capability)

- A. 標準配置：26 米以下的搜救船均標配自扶正結構。
- B. 嚴格驗證：每款新平台都會進行真實的翻轉測試 (Real-life self-righting test) 以驗證其性能。

(3) 整合自動化監控系統 (IAMCS)

- A. 內部開發 (In-house) 的系統。
- B. 功能：船員可從單一螢幕控制船上所有主要和輔助系統 (主推進、照明、探照燈、特定設備等)，大幅簡化操作。

(4) SAR 專用功能

- A. 多功能性：具備外部消防 (External firefighting)、動態定位 (DP) 系統。
- B. 救援設計：
 - (A) 駕駛室後部有可開啟的窗戶，便於擔架舒適進出。
 - (B) 設有靠近水線的甲板區域和液壓平台，以利將人員從海中救起。
 - (C) 大容量救援：17 米的船隻可短期容納 35 人。
 - (D) 子母船方案 (Daughter boat)：配備專用滑道或隔間，允許子船 (如 Jetski) 進入主船無法到達的極淺水域進行救援。

3、 搜救船實例與未來發展

(1) 船隊實例：

- A. 12m-16m 型：用於內陸或近岸，部分具備消防功能。
- B. 19m 型：速度達 35 節，客戶反饋其穿浪船體和安靜的特性非常出色。
- C. 21m 型：駕駛室寬敞，可容納 4 個擔架位置。
- D. 26m 型：適用於半近海區域，客戶反饋在惡劣天氣下非常舒適。
- E. 45m 型：多功能，具備混合動力、漏油回收能力，並在船體內設有子母船艙。



圖 15.12m 型(圖片來源為研討會簡報擷取)



圖 16.19m 型(圖片來源為研討會簡報擷取)



圖 17.21 型(圖片來源為研討會簡報擷取)



圖 18.26m 型(圖片來源為研討會簡報擷取)



圖 19.45m 型(圖片來源為研討會簡報擷取)

(2) 未來重點：26 米「UltraZ」開發案 (丹麥海軍)

- A. 設計目標：專為丹麥最惡劣的海岸線設計，該地區海浪陡峭，環境惡劣。
- B. 極端性能要求：
 - (A) 必須能在 7 米浪高下以 21 節的速度航行。
 - (B) 必須具備全船體自扶正能力。
 - (C) 必須具備所有船艙的破損穩定性。
- C. 嚴苛測試：進行了 18 個月的詳細模擬與模型測試，包括駕駛室完全浸水情況下的自扶正測試（要求駕駛室在 2 分鐘內依靠重力自行排水）。

(四)軍事衝突對搜救的影響

有關本場次主題「軍事衝突對搜救的影響」(Impact of military conflict on SAR)，重點介紹了在俄羅斯全面入侵期間，烏克蘭文職搜救單位所面臨的極端挑戰，主講主題統整如下：

1、烏克蘭搜救單位的身份與現狀：

- (1) 文職機構 (Civilian)：烏克蘭海事搜救局是一個文職機構，隸屬於基礎設施與發展部。
- (2) 戰爭下的運作：儘管是文職單位，但在戰爭期間，由於海洋被封鎖 ("the sea is not that much open")，所有行動都必須在烏克蘭海軍的協調下進行。
- (3) 組織結構：該組織於 2011 年成立，是一個現代化的機構，整合了除航空 (Aviation) 之外的所有搜救功能。

2、戰爭初期的搜救行動：

(1) 救援敵方公民：戰爭剛爆發時，俄羅斯軍隊襲擊了多艘商船。烏克蘭搜救單位在戰爭的狀況下進行了救援。其中一艘遭俄軍轟炸的油輪，其船員中高達 80% 是俄羅斯聯邦公民，他們同樣被烏克蘭搜救單位救起。

(2) 電子戰下的救援 (愛沙尼亞貨輪)：

- A. 一艘愛沙尼亞船隻遭襲，但由於強烈的電子戰 (Radio Electronic Warfare, REW) 干擾，搜救中心無法收到其求救訊號。
- B. 當時俄羅斯戰艦就在附近，所有人都警告這可能是一個陷阱。
- C. 救援的關鍵轉折點是船長的妻子和朋友設法打電話給搜救中心求救。
- D. 局長決定冒險撥打船長的私人手機號碼，船長接聽了電話 (他當時正趴在一塊救生筏殘骸上)。搜救團隊隨即出動並成功救出了倖存船員。

3、 搜救船隻被俘虜及「人肉盾牌」事件：

- (1) 人道任務遭俘：烏克蘭搜救船被派往蛇島 (Snake Island) 執行人道主義任務，試圖營救島上約 80 名倖存者。
- (2) 遭俄軍扣押：該船被俄羅斯海軍以「檢查」為由攔截，隨後俄國特種部隊登船，俘虜了這艘載滿文職船員的搜救船。
- (3) 被當作「人肉盾牌」：俄軍深知烏克蘭軍隊不會攻擊自己的搜救船，因此在接下來的兩週內，俄軍將這艘船當作「休閒區」 (recreational area)，讓他們的士兵到甲板上抽煙、休息，以規避烏克蘭的攻擊。
- (4) 船員遭囚禁與酷刑

- A. 文職船員被押往塞瓦斯托波爾，隨後被空運至俄羅斯庫爾斯克 (Kursk)。
- B. 他們遭受了酷刑，包括被迫在-25°C 的雪地上跪地數小時，並被強迫演唱俄羅斯國歌。船上的隨行牧師也遭到了同樣的對待。

4、戲劇性的船員交換

- (1) 交換的籌碼：烏克蘭方面在談判後，提出用戰爭初期從油輪上救下的那批俄羅斯船員來交換被俘的搜救文職船員。
- (2) 天壤之別的待遇：
 - A. 被烏克蘭救下的俄羅斯船員，被安置在旅館裡，食物充足，並保留了所有個人物品。
 - B. 烏克蘭搜救船員被交還時，「像一袋袋馬鈴薯」，神智不清，頭上套著麻袋，雙手被綁，所有個人物品（包括十字架）都被洗劫一空。
- (3) 堅持崗位：大多數被釋放的船員在康復後，仍繼續重返崗位執行危險的搜救任務，並獲得了國家表彰。

5、當前的挑戰：糧食走廊與基礎設施攻擊

- (1) 護航任務：搜救單位目前的主要任務之一，是為通過「糧食走廊」(Grain Corridor) 的商船提供護航，這項任務極度危險，充滿了水雷、敵方航空和海上無人艇的威脅。
- (2) 技術困境：由於持續的電子戰 (REW) 干擾 (來自敵方和友軍)，船隻的導航系統完全失效。他們必須依靠 Starlink (星鏈) 和反欺騙 (anti-spoofing) 天線才能運作。
- (3) RCC 遭導彈攻擊：俄羅斯曾發射巡航導彈瞄準烏克蘭的 MRCC

(搜救協調中心) 辦公室。由於俄方地圖未更新，導彈錯過了辦公室，卻擊中了一旁的新建住宅大樓，導致 6 名平民死亡。



圖 20.RCC 遭導彈攻擊圖(圖片來源為研討會簡報擷取)

6、 核心呼籲，演講者最後向國際社會（特別是國際海事組織 IMO）提出嚴肅呼籲：

- (1) 現行的保護搜救任務及船隻的國際公約（自二戰後未曾更新）已經過時。
- (2) 必須緊急修訂這些公約，以確保文職搜救組織在軍事衝突中免受攻擊。
- (3) 感謝各國的援助，並希望國際社會在提供援助時，也能特別關注烏克蘭文職搜救單位的具體需求。

(五)英國海事與海岸防衛總署的介紹性概述

有關本場次主題「英國海事與海岸防衛總署的介紹性概述」(Introductory overview from the UK Maritime and Coastguard Agency)，主講主題統整如下：

- 1、英國海事與海岸防衛總署的職責範圍遠大於搜救，其法規和國際義務主要涵蓋三大領域：

- (1) 沿岸國 (Coastal State) 責任：

- A. 管理英國 11,000 英里的海岸線及 75 萬平方公里的專屬經濟區 (EEZ)。
 - B. 職責包括海上人命安全、搜救以及海洋環境與污染應對。

- (2) 港口國 (Port State) 責任：

- A. 監管進出英國港口的航運交通。
 - B. 檢查船舶。去年 MCA 檢查了超過 1,200 艘外國船隻 (其中 350 艘為「第一優先」高風險船隻)。

- (3) 船旗國 (Flag State) 責任：

- A. 負責懸掛英國國旗的船隻。
 - B. MCA 與英國海外領土合作，共同組成「紅船旗集團 (Red Ensign group)」，該集團的總噸位全球排名第九。這也是英國在國際海事組織 (IMO) 具有重大技術影響力的原因。

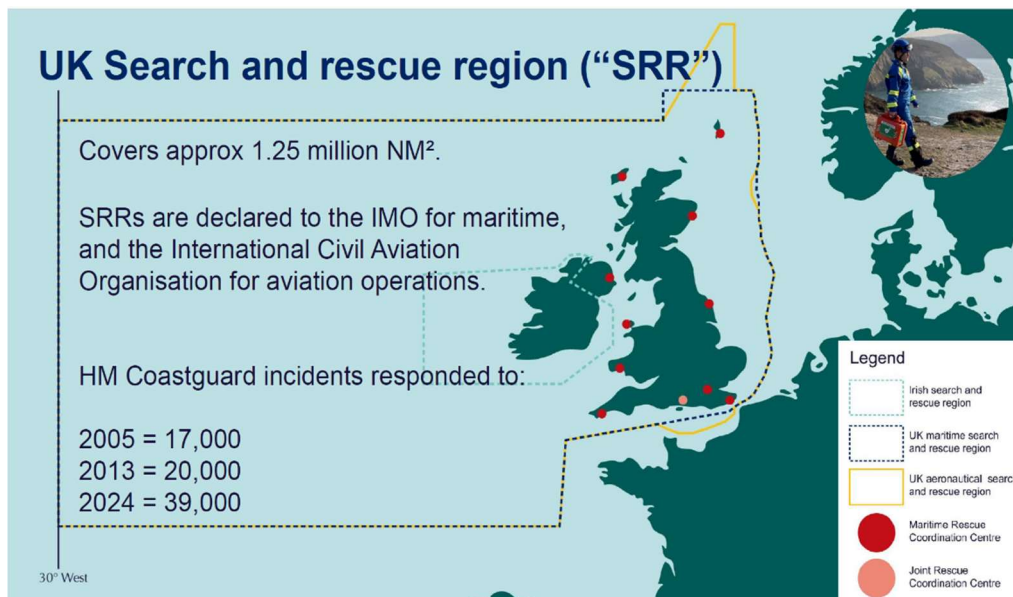


圖 21.英國搜救責任區(SRR) (圖片來源為研討會簡報擷取)

2、英國管理海事的方式有三個特色：

- (1) 高度網絡化的組織：英國的海事安全（包括航行安全、搜救等）是由一個複雜、高度相互連結的網絡共同提供的，合作夥伴包括燈塔管理局（Trinity House，可追溯至 16 世紀）、英國水文辦公室（UKHO）、氣象局等。
- (2) 高度依賴志願者：英國的搜救反應是「由國家力量和志願者力量共同編織的被子」。除了 MCA 的核心專家外，還極度依賴數千名志願者，包括 RNLI（皇家全國救生艇協會）、國家海岸觀察站（NCI）以及 MCA 自己的海岸救援服務（CRS）。
- (3) 公眾的「海洋盲視」（Sea Blindness）：
 - A. 儘管海岸防衛隊是英國唯一全國性的 999 緊急服務，但公眾對其認知度很低。
 - B. 這對一個島國而言是矛盾的：95%的貨物貿易依賴海運；數據並非儲存在「雲端」，而是依賴海底電纜。

3、 搜救面臨的挑戰與未來

- (1) 擁擠的航道：英吉利海峽是世界級的航運「咽喉點」(choke points)，每日船隻流動量約 500 艘。
- (2) 移民危機：跨越英吉利海峽的移民潮，使該海域的搜救工作變得極度複雜，並對海岸防衛隊、救生艇和邊防部隊 (Border Force) 帶來巨大需求。
- (3) 海域空間規劃：離岸風電場 (目前 49 座，且將增長 2-3 倍) 的快速增加，壓縮了船隻在失去動力時的「緊急操縱區域」，引發新的安全隱憂。

4、 SAR 2G：搜救的未來

- (1) 需求上升：過去 20 年，事故數量從 17,000 起增加到 39,000 起。
- (2) SAR 2G 合同：MCA 啟動了「第二代搜救合同」(SAR 2G)，這是一項為期 10 年、價值 16 億英鎊的合同，由 Bristo 公司執行，旨在全面升級搜救能力。
- (3) 技術演進：
 - A. 合同包括旋翼機 (直升機)、固定翼飛機，以及越來越多的無人機 (Drones) 用於監視。
 - B. 演講者強調，由於軍事技術外流，「搜索 (Search)」要素的技術演進速度可能比「救援 (Rescue)」更快。
- (4) C2 系統現代化：海岸防衛隊將在未來 6-9 個月內啟動指揮與控制系統 (C&C) 的重大現代化，目標是增強數據整合、態勢感知，並導入 AI 技術以提取異常數據。
- (5) MCA 創新中心：將於明年 4 月啟動，專注於航運脫碳和海上自

主航行 (Maritime Autonomy) 帶來的新安全挑戰。

5、案例分析：Humber 河口碰撞事故

- (1) 事件：2025 年 3 月 10 日，"So Long" 號船隻在 Humber 河口撞上了 "Stena Immaculate" 號油輪，導致兩船起火並造成一名船員死亡。
- (2) 關鍵教訓：這是一次大規模的多機構聯合應對 (耗時 42 天)。然而，救援的關鍵並非來自官方的搜救資源。
- (3) Mayday 轉發的價值：當時是 Mayday 轉發訊號發揮了作用，附近風電場的船員轉運船 (Crew Transfer Vessels) 最先抵達現場，並救起了兩艘船上的絕大多數船員。
- (4) 結論：該事件凸顯了有效演練、指揮系統以及所有 (包括非官方) 人員敬業精神的重要性。

(六)利用即時態勢感知，強化海事搜救與執法行動

有關本場次主題「利用即時態勢感知，強化海事搜救與執法行動」 (Enhancing Maritime SAR and LE Operations with Real-Time Situational Awareness)，主講主題統整如下：

1、 搜救技術必須極度簡單、易用且標準化

- (1) 演講者觀點：「我們不希望人們忙著按按鈕。我們希望人們去執行任務。」
- (2) 問題點：如果船員的「頭埋在顯示器裡」，他們就無法觀察海象 (例如側後方的湧浪)，也無法用肉眼搜索目標物。
- (3) 標準化的必要性：以美國海岸防衛隊為例，15,000 名操作員駕駛 2,056 艘船隻。他們需要一套標準化系統，無論是從邁阿密調到

西雅圖，都無需重新學習。

- 2、 解決方案：以 AIS 為基礎的安全戰術網絡。Teledyne FLIR (Raymarine) 開發的系統並非「搜救規劃工具」，而是「搜救執行工具」。它旨在簡化指揮中心 (RCC/SMC) 與一線船隻 (SRU) 之間的溝通，確保搜救模式被精確執行。

(1) 核心技術：AIS 5000

- A. 此系統基於一個特製的 AIS 收發器 (AIS 5000)。
- B. 在未啟用密碼時，它就是一個標準的 A 類 AIS。
- C. 一旦輸入密碼 (Pass phrase) (例如 USCG 每月分發給所有合作夥伴)，它就會成為一個安全、保密但非機密 (SBU) 的戰術數據交換系統。

3、 主要功能與優勢：

(1) 搜救模式精靈 (SAR Wizard) 與即時廣播：

- A. SMC (指揮中心或現場指揮官) 可以使用「搜救精靈」，輸入搜救行動計劃中的幾個基本參數 (如搜索起始點、第一航程方向、轉向等)，立即生成最複雜的搜救模式 (如擴展方形搜索)。
- B. SMC 隨後可將此搜救模式直接廣播到所有配備該系統的友軍船隻顯示器上。
- C. 優勢：取代了過去 SMC 必須透過無線電，口頭念出每一個轉折點經緯度給 SRU，而 SRU 必須在搖晃的船上手動輸入的低效且易錯流程。

(2) 即時監控與自動回報 (減少無線電通話)：

- A. SMC 可以在自己的螢幕上即時觀看搜救船隻的航跡，確保任

務被正確執行。

- B. 當搜救船隻到達一個航點 (waypoint) 時，船員只需在螢幕上按「確認」，系統就會自動發送確認訊息回報給 SMC。
- C. 優勢：演講者戲稱「SMC 總是在你最不方便的時候 (例如正在應對 8 呎湧浪時) 用無線電呼叫你。」，此系統將狀態回報「從無線電頻道中解放出來」。

(3) 目標物分享 (Target of Interest, TOI):

- A. 任何一個單位都可以將一個目標 (如失火船隻、落水者) 在螢幕上標記為「目標物」(TOI)。
- B. 該目標會變成一個紅色三角形，並立即同步顯示在網絡中所有單位的海圖上。
- C. 優勢：港口內發生事故時，所有不同的應變機構 (如消防、海警) 都能立即看到同一個目標位置，無需透過無線電反覆確認。

(4) 短訊息傳遞 (Short Messaging):

- A. 允許單位間直接發送文字訊息 (如經緯度)。
- B. 優勢：避免了在惡劣海象下，船員試圖用紙筆抄寫無線電中模糊不清的座標數字時發生的錯誤。

(七)氣候變遷與海事搜救中的調適

有關本場次主題「利用即時態勢感知，強化海事搜救與執法行動」
(Climate change and adaptation in MSAR)，主講主題統整如下：

- 1、對烏克蘭與挪威殉職人員的回應：

- (1) 聲援烏克蘭：表示 IMRF 已於前一天啟動了一項關於「武裝衝突中的搜救 (Armed conflict in SAR)」的新倡議，正與紅十字國際委員會 (ICRC) 合作，專門研究烏克蘭提及的「搜救人員法律保障 (Legal safeguards) 不足」問題。
- (2) 悼念挪威殉職人員：強調搜救界的理念是「出任務後，我們全體回家 (After we go out, we come home, all the way home)」，這提醒了所有人海上救難的固有風險與人員的奉獻精神。

2、關於 IMRF (國際海事救援聯合會)

- (1) 定位：一個擁有 160 個會員的全球性會員組織，在國際海事組織 (IMO) 擁有諮詢地位，目標是實現「全球水域零生命損失」。
- (2) 核心工作：
 - A. 建立網絡：透過工作組、論壇和「救生艇船員交換 (Lifeboat crew Exchange)」等活動連結全球搜救社群。
 - B. 能力建構：在資源匱乏地區提供培訓，如「大規模救援行動 (MRO)」和「搜救女性領導力」課程。
 - C. 發布全球搜救培訓系統 (即將啟動)：
 - (A) 將在 10 天內啟動一個免費、高品質的搜救線上學習 (e-learning) 系統。
 - (B) 該系統基於 Imsar (國際航空和海上搜救手冊) 第 1-3 卷。
 - (C) 培訓對象不僅是搜救專業人員，更首次納入商船船員，旨在強化全球 (特別是低資源地區) 的搜救能力與標準化。
- (3) 研究與倡議：進行全球搜救系統審查及倡議工作 (如武裝衝突議

題)。

(4) 發布指南：每年發布約三份指南，涵蓋心理健康、救援艇操作和 MRO 等主題。

3、氣候變遷與「未來搜救倡議」：全球搜救正處於十字路口（面臨技術、地緣政治和氣候變遷的挑戰）。IMRF 體認到氣候變遷對「資源匱乏地區」的影響遠大於「資源充足地區」，因此啟動了「未來搜救倡議」以應對。

(1) 第 1 階段：研究報告（已完成）

A. 兩年半前啟動，報告已於 2024 年發布。

B. 確定了 85 項潛在挑戰（影響行政、船隻設計、人員、站點等）。

C. 提出了 303 項檢查清單行動，以增強氣候韌性。

(2) 第 2 階段：工具開發（2025 年 11 月啟動）

A. IMRF 正在開發實用的框架工具，協助組織應對變遷。

B. 將推出「影響反應卡（Impact Response Card）」：這是一個線上工具，旨在幫助搜救組織量化氣候風險、評估適應需求，並確定優先應變領域。

(3) 第 3 階段：洪水救援指南（明年初啟動）

A. IMRF 觀察到海事搜救服務越來越常被要求支援洪水救援，但目前尚無相關的國際標準指南。

B. IMRF 正在制定一本「洪水救援手冊」（Flood Rescue Manual），將免費提供。

C. 內容將涵蓋：洪水背景、風險評估、在洪水環境中操作的危

害、培訓與裝備標準等。

(4) 案例研究：澳洲新南威爾斯州海事救援隊 (MRNSW) 是一個成功適應氣候變遷的案例。

A. 面臨問題：自 2019 年以來，該組織發現自己越來越頻繁地應對洪水 (Flooding) 和叢林大火 (Bush fires)。

B. 風險意識：他們意識到，其為「海上」搜救設計的標準船隻，並不適合在洪水氾濫的河流中執行任務，這對救援人員自身構成了極大風險。

C. 採取的行動：

(A) 收集證據並成功向地方政府爭取到資金。

(B) 採購了適用於洪水和火災救援的新型多功能船隻。

(C) 成立了一個專門小組，成員接受額外的洪水和火災部署培訓。

D. 成果：MRNSW 現在能夠安全地應對這些新型態的災害，並提升了其應變能力。

(八)北約潛艇救援系統

有關本場次主題「北約潛艇救援系統」(NATO Submarine Rescue System)，主講主題統整如下：

1、為什麼需要潛艇救援？演講者強調，潛艇事故 (submarine incidents) 發生的頻率高於大眾認知。

(1) 歷史事故：

- A. Kursk (庫爾斯克號)：著名的悲慘全體失蹤事件。
 - B. USS San Francisco (舊金山號)：在關島附近以 33 節高速撞上海底山脈。此案例現被用作培訓情景 (如何救援大量受傷但仍生還的船員)。
 - C. 近斯全損事故：阿根廷的 Sun Juan (聖胡安號) 和印尼的 Nangala (南伽拉號)，均為全體遇難。
- (2) Titan (泰坦號) 事件：2023 年的泰坦號事件，凸顯了民用/商業活動與軍事救援能量 (Military response) 之間的交叉協同。
- (3) 即時威脅：演講者提到，就在近期 (演講當週)，俄羅斯才剛在在地中海發生了一起 Kilo 級潛艇事故。

2、救援系統的運作與協調

(1) "NSRS" 系統的真實身份

- A. 關鍵釐清：北約潛艇救援系統 (NSRS) 並非北約 (NATO) 的資源。
- B. 所有權：該系統由英國、法國和挪威三國共同擁有。它最初是一個大型北約專案，但其他國家陸續退出，僅剩此三國，但名稱保留了「北約」。

(2) 國際協調：ISMERLO

- A. ISMERLO (國際潛艇脫險和救援聯絡辦公室) 是在庫爾斯克號事故後成立的。
- B. 功能：它扮演著全球潛艇的「channel 16」。任何國家 (不限於北約) 都可以加入該組織，並在其網站上發布警報 (例如：「我們遇到了麻煩，請求協助」)。

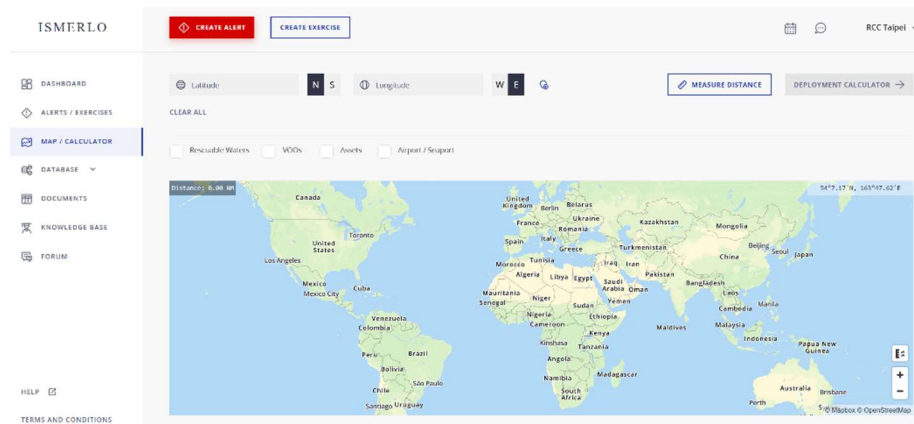


圖 22.ISMERLO 官方系統(圖片來源為研討會簡報擷取)

(3) 民用與軍事的協同

- A. 事故發生後，當地的 MRCC (海上救援協調中心) 或 JRCC 將成為軍方與民政當局之間的聯繫窗口。
- B. NSRS 系統必須部署在「機會船隻」(Vessels of Opportunity) 上，這些通常是民用或商業船隻。

3、NSRS 的救援流程與裝備：潛艇發生事故後，船員的生命支持系統通常可維持約 7 天。NSRS 的目標是在此時間內完成救援。

(1) 救援三階段與裝備

- A. 介入遙控潛水器 (Intervention ROV) :
 - (A) 首先下水，為受困潛艇提供「急救」。
 - (B) 它可以遞送緊急維生包 (如 CO2 吸收器、食物、水)，以延長 7 天的黃金救援時間。
- B. 潛艇救援載具 (SRV) :
 - (A) 這是載人的小型救援潛艇 (比影片中瑞典的 URF 系統更新、更小)。

(B) SRV 會下潛並與失事潛艇的逃生艙口進行「對接」
(Mating)。

(C) 一次可救援 35 人。

C. 減壓艙 (Decompression Complex)：

(A) 關鍵步驟：由於船員在深海受困已久，身體已處於高壓狀態。他們被救出後，必須「在壓力下轉移」
(Transfers Under Pressure) 進入減壓艙，以防止俗稱「潛水夫病」的減壓症 (The Bends)。

(B) NSRS 的減壓系統一次最多可容納 72 人。

(C) 整個減壓過程可能長達 3.5 天。

(2) 最大的挑戰：時間與後勤：NSRS 系統的核心挑戰是後勤
(Logistics)。

A. 7 天時限 vs 72 小時目標：雖然有 7 天的維生時間，但 NSRS 的目標是在 72 小時內完成首次「對接」救援。

B. 驚人的重量與運輸需求：

(A) 整套 NSRS 設備重達 350 噸。

(B) 需要 4 架 C-17 加上 3 架安托諾夫-124 (或 C-5) 等級的巨型軍用運輸機才能將其空運至事發地點。

(C) 抵達後，還需要兩艘大型的「機會船隻」來裝載和部署這套系統。

(九)超越雷達：用於搜救的新世代開放式平台

有關本場次主題「超越雷達：用於搜救的新世代開放式平台」(Beyond Radar: Next generation open platform for SAR)，主講主題統整如下：

1、海上監控面臨的關鍵挑戰

(1) 交通量與規模劇增：

A. 海上交通比 10-20 年前更為繁忙 (例如北海、英吉利海峽)。

B. 船舶大型化對交通管理和搜救行動構成挑戰。

(2) 新法規 (IMO 淨零排放)：

A. 2050 年淨零排放目標，意味著將出現替代燃料 (乙醇、甲醇、電力)。

B. 對搜救的影響：這類燃料的事故處理方式完全不同 (例如甲醇洩漏肉眼看不見，其火焰顏色在白天也可能不可見)，對救援人員極度危險。

(3) 新法規 (IALA 新服務)：

A. 遠端領航 (Remote Pilotage) 和海上自主水面船舶 (MAS) 的出現。

B. 對搜救的影響：當船上沒有船長時，應如何處理事故或危險情況？

(4) 新型貨物風險：

A. 電動車 (EV)：由 Ro-Ro 船 (滾裝船) 運輸，但 EV 的火災撲滅方式與傳統火災完全不同。

- B. 危險品標示：來自亞洲工業區的貨物，其危險品的文件和標籤不一定準確，這對消防和安全應對構成威脅。

(5) 混合型挑戰 (Hybrid Challenges):

- A. 網路威脅 (Cyber threats)。
- B. 黑暗船隊 (Dark fleets)。
- C. 無人機 (Drones) 的威脅 (例如用於販毒偵察或干擾行動)。

2、現有系統的限制

- (1) 孤島系統 (Siloed Systems): 運營商 (Operator) 需要在多個獨立系統之間切換 (例如，一個看 AIS/雷達，另一個看天氣，再一個看船舶資料庫)。
- (2) 認知負擔 (Cognitive Load): 不斷的「上下文切換」(Context switching) 會導致操作員疲勞、效率低下且極易出錯。
- (3) 人力資源挑戰：海事行業的人才招募和留存越來越困難，人員流動率高，導致經驗難以傳承。
- (4) 變革速度：當今的挑戰演變速度遠快於過去，傳統系統 (通常 10 年才更新一次) 無法跟上。

3、Thales 的「開放平台」解決方案：Thales (前身為 SAP Maritime) 正推動一個「真正開放的」軟體平台，旨在將所有數據整合到單一的「共同操作圖像」(Common Operating Picture, COP) 中。

(1) 安全範例：整合 3D 毒氣/燃料洩漏模型

- A. 應對挑戰：甲醇等替代燃料的洩漏和火焰「隱形」問題。
- B. 解決方案：與 3D 建模公司合作，將天氣、海流、氣壓和洩

漏材料等資訊結合，在 COP 中即時顯示「3D 有毒氣體/煙霧擴散模型」(3D toxic plume model)。

- C. 價值：搜救操作員可以清楚看到危險區域，以便規劃安全的接近路線。

(2) 保安範例：整合無人機偵測

- A. 應對挑戰：無人機威脅 (例如波羅的海地區的威脅)，以及無人機可能干擾搜救直升機作業。
- B. 解決方案：整合第三方無人機偵測系統的數據。
- C. 價值：不僅能在 COP 上顯示無人機的位置，還能顯示操作員的位置。這有助於區分敵我 (例如，避免己方搜救無人機與搜救直升機衝突)。

(3) 互聯互通：打破孤島

- A. 應對挑戰：船舶資料庫、潮汐、天氣資訊分散。
- B. 解決方案：一個基於 Web 的開放平台，可輕鬆共享 URL，並能隨時添加未來的新服務 (例如自主船舶的通訊)。

(4) 人力因素：AI 輔助與可配置規則

- A. 應對挑戰：認知負擔和人才流失。
- B. 解決方案：
 - (A) 簡化 UI：新的 UI 介面，使不具備深厚海事背景的人也能操作。
 - (B) AI 輔助 (目前已應用)：
 - a. AI 熱點預測 (Hotspot Prediction)：結合即時航線

和歷史數據，預測船舶可能聚集或交叉的「熱點」區域。

b. CPA 警報：最近會遇點 (Closest Point of Approach) 的自動警報。

(C) 可配置規則 (Configurable Rules)：用戶無需原廠即可自行設定規則 (例如：「如果一艘船符合『黑暗船隊』的某些特徵，就將其高亮強調顯示」)。

(5) 敏捷性 (Agility)

A. 應對挑戰：市場變化太快。

B. 解決方案：一個網路安全的系統，可頻繁更新，並能「隨時」(on the go) 添加新的感測器 (如 RDF) 和服務。

(十)極端環境下的搜救：加拿大在北極地區的能力與挑戰

有關本場次主題「極端環境下的搜救：加拿大在北極地區的能力與挑戰」(SAR in the Extreme: Canadian Capabilities and Challenges in the Arctic Zone)，主講主題統整如下：

1、加拿大搜救的挑戰與運作模式

(1) 獨特的組織結構：加拿大擁有世界第三大的搜救區域 (SRR)，橫跨六個時區，設有三個 JRCC。

CAN UNCLASSIFIED
Framework - Joint Federal Responsibility

- Air Distress (Military)
- Marine Distress (Coastguard)
- Other Royal Canadian Mounted Police

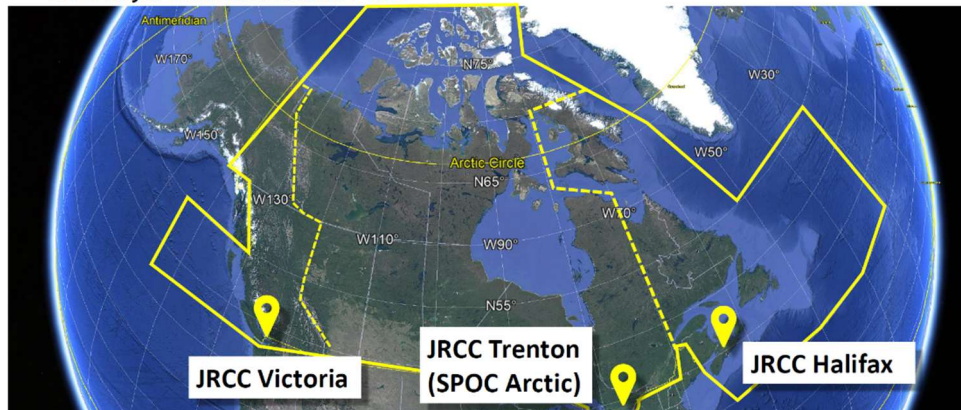


圖 23.加拿大搜救責任區示意圖(圖片來源為研討會簡報擷取)

- A. 「聯合」的定義：JRCC 整合了空中（由軍方負責）和海上（由海岸防衛隊 CCG 負責）的搜救。
- B. 結構性的不一致：
- (A) 空中和海上的協調員都是該領域的專家。
 - (B) 但人道主義/地面搜救（Humanitarian）在聯邦層級由加拿大皇家騎警（RCMP）負責。
 - (C) RCMP 警官在被派往偏遠的北極社區（可能成為當地唯一的聯邦代表）之前，平均只接受約 4 小時的搜救培訓。

(2) 最大的挑戰：資源錯置（Asset Disposition）

- A. 北極的現實：北極（北緯 60 度以北）是主要的關注區域，人口幾乎完全由原住民（First Nations）組成。
- B. 資源與需求的脫節：

- (A) 加拿大每年約 10,000 起搜救事件，絕大多數發生在南部的
美加邊境和沿海地區。
 - (B) 因此，幾乎所有空中和海上的專業搜救資源都集中部署在南部。
 - (C) 結論：當北極發生事故時，JRCC 面臨巨大的資源調度距離和漫長的反應時間。
- (3) 應對策略：「系統中的系統」(System of Systems)：儘管面臨結構性挑戰，JRCC 發展出了一套極其靈活的應對模式，演講者稱之為「系統中的系統」。
- A. 核心理念：高層的戰略協調 (Strategic coordination) 很少，但戰術層級 (Tactical level) 的協調幾乎是即時且全面的。
 - B. 戰術授權：作為 JRCC 協調員，演講者被賦予極高權力，可以跳過官僚程序，直接打電話給 RCMP 警官、軍方飛行員或民用機構下達任務，反之亦然。
 - C. 人際關係是支柱：這種模式的運作極度依賴 JRCC 協調員與各單位 (RCMP、CCG、Rangers) 之間建立的牢固個人關係。
- (4) 可動用的「王牌」(Aces up our sleeve)：在「系統中的系統」框架下，JRCC 協調員會動用所有可用的二線資源：
- A. 加拿大遊騎兵 (Canadian Rangers)：
 - (A) 關鍵資源。這是一支幾乎完全由原住民組成的預備役部隊。
 - (B) 他們是北極環境的真正專家，擁有聯邦資助的裝備，是軍方在北極的「眼睛和耳朵」。

- B. 海岸防衛隊 (CCG) 多功能船隻：雖然 CCG 的搜救船隻在南部，但他們常有船隻在北極執行科學或漁業任務。JRCC 可立即將其徵用轉為搜救任務。
- C. 特許資源：JRCC 有權租用「任何我們需要的東西」，包括民用飛機和船隻。
- D. 地面搜救 (GSAR)：由各省資助的志願者組織。

2、 案例研究：北極直升機失聯 (戰術授權的展現)。

- (1) 情境：NORAD (北美防空司令部) 的雷達顯示，該直升機在山區「突然減速、劇烈機動，然後在雲層中從雷達上消失」，這看起來像是一場災難性的墜機。
- (2) JRCC 的反應：
 - A. 演講者立即判定為「遇險」階段。
 - B. 他發現自己主要的搜救資源 (固定翼飛機) 不是故障，就是距離太遠。
 - C. 他在戰術層級立即決定：透過航管 (ATC) 聯繫到一架正在飛越大西洋的民用灣流 650 豪華商務機，要求其改道協助空中搜索。
- (3) 結果：飛行員最終用自己的電話回電，困惑地問為何有這麼多未接來電。他只是因為「覺得那座山很漂亮」而擅自降落，並未告知任何人。
- (4) 案例結論：雖然結果是烏龍一場，但此案例完美展示了「系統中的系統」模式的精髓，基層協調員被賦予極大的戰術權力，以便在黃金時間內動用所有可用資源。

3、 未來的挑戰：MRO 與北極地緣政治

(1) 大規模救援 (Mass Rescue Operations, MRO)

- A. 當前最大的威脅：隨著氣候變遷，北極航道開放時間更長，吸引了大量郵輪和渡輪（例如票價 10 萬美元的北極觀光航線）。
- B. 能力缺口：JRCC 沒有能力從一艘下沉的郵輪上救出 500 人。
- C. 應對：
 - (A) MRO 裝備：開發了可空投的 MRO 工具包（海運貨櫃），內含住宿、食物等，可由加拿大遊騎兵在現場快速搭建。
 - (B) MRO 演習：目前的挑戰是 MRO 需要「戰略層級」的協調，但這些高層機構平時很少一起演練。加拿大正開始強制進行 MRO 實兵演習，以打通高層協調。

(2) 國家安全與地緣政治

- A. 地緣威脅：演講者明確提到「沒有任何理由認為」發生在烏克蘭的侵略行為不會在加拿大北極發生。
- B. 加拿大海岸防衛隊 (CCG) 的轉型：
 - (A) CCG 已被併入 D&D (國防部)。
 - (B) 這帶來了一個棘手的開放性問題：當 CCG 這類傳統上的文職/人道主義船隻被裝上武器時，它在國際法上是否還能享有同等的保護？

(十一)地中海大規模救援行動：記取教訓並於其他情境應用

有關本場次主題「地中海大規模救援行動：記取教訓並於其他情境應用」
(Mass rescue operations in the Mediterranean: Lessons learned and their application in other contexts)，主講主題統整如下：

- 1、 殘酷的現實：傳統救援的致命失誤，演講者首先指出，他個人的救援經驗證實，傳統的搜救技術在「大規模」情境下是完全失敗且致命的。
 - (1) 傳統救援的失效：演講者播放了一段影片，顯示一艘船隻解體，數十人在水中。救援人員試圖使用傳統方法（靠近最危險的區域、一次拉一個人上船），結果導致了災難。



圖 24.大規模救援示意圖(圖片來源為研討會簡報擷取)

(2) 致命的「磁鐵效應」(Magnet Effect)：

- A. 救援人員的出現（或任何「逃生路線」的出現）會立即引發恐慌。
- B. 恐慌的人群會像磁鐵一樣湧向救援船。在超載（8 噸重）的

橡皮艇上，這種突然的重量轉移會立即導致船隻翻覆或解體，使情況急劇惡化。

C. 演講者的結論是：「有時，我們的出現反倒讓情況變得更糟。」

2、兩大致命殺手為擠壓與沉船，在這些大規模救援中，死亡的主要原因並非傳統認知（如失溫），而是：

(1) 擠壓 (Crushing)：恐慌的人群在小空間內朝「逃生路線」移動，互相踩踏。演講者描述，他們曾在獲救者身上發現咬痕，顯示了當時的慘烈狀況。

(2) 沉船 (Shipwreck)：橡皮艇的薄膠合板甲板因超載和扭曲而斷裂，人們掉入燃料和海水混合的毒水中（造成化學灼傷和中毒），並迅速溺水。

關鍵：這兩大殺手的根源都是恐慌 (Panic)。因此應發展核心戰術是「控制恐慌」。

3、戰術核心：爭取時間 (Extend the Time Frame)

演講者的核心理念：「你可以用一艘獨木舟救出 100 個人，前提是他們每 10 分鐘落水一個。我們面臨的問題是，所有人在 10 分鐘內同時落水。」，因此，首要目標不是「拉人上船」，而是「穩定局勢」和「爭取時間」。

(1) 戰術一：群眾控制 (Crowd Control)

這是最重要的戰術。你無法用蠻力「抬」100 個驚慌失措的人，你必須「說服」他們合作。

A. 語言不是障礙：溝通中 60% 是肢體語言，30% 是語氣，只有約 7% 是你說的「詞語」。

- B. 技巧：救援者必須保持絕對冷靜（用深呼吸控制自己），使用開放的肢體語言和果斷（Assertive）而非侵略性（Aggressive）的語氣。
- C. 陣型：一艘救援船擔任「主講人」（Speaker），吸引所有人注意；另一艘船在遠處進行 360 度評估，避免分散注意力。

(2) 戰術二：卸載（Offloading）

當船隻即將沉沒或發生擠壓時，目標是快速降低重量和密度。

- A. 做法：立即將人員轉移到任何漂浮平台（例如充氣救生筏），而不是試圖轉移到救援船上。
- B. 效果：立即停止擠壓（密度降低），並減緩船隻下沉（重量減輕），從而爭取到寶貴時間。

(3) 戰術三：漂浮（Floating）

對於已經落水的人群，首要任務不是「拉上來」，而是「讓他們浮著」。

- A. 做法：救援船靠近，大量拋擲救生衣、救生圈或任何漂浮物。
- B. 效果：延長落水者的存活時間，將「10 分鐘內 100 人」的災難，轉變為可管理的、時間更長的救援行動。

4、普世的教訓：從哈德遜河到全球

演講者強調，這些戰術具有普世價值，並非只適用於地中海。

- (1) 哈德遜河迫降（Sully）案例，演講者稱自己觀看電影時被「觸發（triggered）」，因為情境驚人地相似：

- A. 平台下沉（飛機機翼、救生筏）。

- B. 救生筏超載。
- C. 有擠壓風險（機艙內）和溺水風險。
- D. 結論：電影中渡輪船長採取的行動（90 度接近、拋擲救生衣、群眾控制），與地中海緊急求助（SOS Méditerranée）的戰術幾乎一致。

- (2) 知識轉移：SOS Méditerranée 已開始將這些戰術模組化，為其他機構（包括政府和民用單位，如哥本哈根機場）提供培訓。
- (3) 培訓模式：他們採用「桌面推演」和「海上實地演習」相結合的方式，讓受訓單位（如機場救援隊）使用他們自己的船、自己的設備，模擬應對（例如）飛機迫降的情境，從中提煉出最適合他們的標準流程。

(十二)波羅的海之韌性：波蘭視角下的海事搜救挑戰

有關本場次主題「波羅的海之韌性：波蘭視角下的海事搜救挑戰」(Baltic resilience: Polish perspective on MSAR challenges)，主講主題統整如下：

1、波羅的海的新現狀

演講者首先反駁了一個可能的疑問：「為什麼要關心波蘭的視角？」他指出，由於俄羅斯發動的戰爭，波羅的海已成為安全挑戰的「試驗場」。

- (1) 鄰近侵略者：波蘭與俄羅斯為鄰。目前除俄羅斯外，所有波羅的海沿岸國家均為北約（NATO）成員，導致該地區情勢「持續緊張」。
- (2) 新型威脅：海底基礎設施遭破壞、「影子艦隊」（老舊且訓練不足的油輪）的存在，以及最關鍵的，全球導航衛星系統（GNSS）

訊號的蓄意干擾。

(3) 荒謬的現實：演講者提到，如果幾年前有人告訴他以下情況，他會覺得難以置信，但這些現在都正在發生：

A. 專業海員在進入格但斯克灣時，竟需打電話詢問自己船隻的位置。

B. 波蘭的救援船隻會「突然出現在」俄羅斯聯邦的領海內（在系統上）。

C. 波蘭的搜救無人機一起飛就墜落。

2、核心威脅：GNSS 的干擾與欺騙（第一手經驗）

要製造海域混亂，最簡單的方法就是剝奪船隻的定位能力，或「用一個完全錯誤的位置取代它」。

3、搜救資源受害：

(1) 救援船：波蘭搜救船 *Kapitan Poinc* 號在執行拖吊任務時，其航跡一度顯示它位於非洲的幾內亞灣，並記錄到 364 節的地面速度。

(2) 無人機 (UAV)：這是演講者認為最嚴重的事件。在搜救一名 18 歲失蹤泳客時，搜救無人機駕駛員在起飛前於手機上注意到了 GNSS 干擾。

A. 結果：無人機起飛一分鐘後，駕駛員完全失去控制。

B. 結論：這是第三方首次成功阻止我們使用搜救資源執行任務。

4、威脅的惡性循環與未來

(1) GNSS 干擾對搜救的災難性連鎖反應：

- A. 遇險者無法提供自己的位置。
- B. 搜救協調員 (MRCC) 無法追蹤自己的搜救資源。
- C. 海上的救援單位失去了自身船隻的精確位置。
- D. 無人載具 (UAV/USV) 無法被控制。

(2) 這些威脅將在兩種情況下被放大：

- A. 離岸風電場：這些設施是「關鍵基礎設施」，也是波羅的海「混合攻擊的首要目標」。在這些設施附近執行搜救將極端複雜且危險。
- B. 大規模救援行動 (MRO)：一旦發生 MRO，侵略者將會加倍努力阻止有效的救援。在這種情況下，衛星定位的奢侈品將不復存在。

5、如何實現「彈性搜救」(Resilient SAR)

沒有現成的解決方案，但可實現彈性搜救的三大支柱：

(1) 技術準備 (Technological Preparedness)：

- A. 必須發展可靠的替代定位方案 (例如：增強型雷達定位系統 E-RPS)。
- B. 波蘭正計畫全面升級其 RCC、船隊和沿岸救援站。

(2) 多機構與國際合作 (Multi-agency and International Cooperation)：

- A. 搜救系統 (在波蘭) 依賴海軍提供空中資源，必須進行包含「新興威脅」的共同訓練。
- B. 他列舉了 NATO Dynamic Mercy (與德國海軍直升機協同)

和 BALEX DELTA (應對影子艦隊) 等演習的重要性。

(3) 共同意識 (Common Awareness):

- A. 即使搜救系統具有彈性，但如果遇險的平民 (商船、漁民、遊艇) 無法定位自己，救援仍會失敗。
- B. 需要建立一個適用於所有海事用戶的威脅資訊交換系統。

6、核心結論 (Key Takeaway)

演講者最後提出一個發人深省的總結：「今天，這是波羅的海、黑海、紅海、東地中海、波斯灣的問題。明天，這將是全球性的問題。」

演講者稱這是一場「針對我們有效性基礎系統的直接攻擊」。他向聽眾提出最後一個問題：「在沒有這些系統的情況下，我們是否準備好履行我們的職責？」

(十三)從岸上強化海事監控能力

有關本場次主題「從岸上強化海事監控能力」(Enhancing maritime surveillance from the shore)，主講主題統整如下：

1、為何雷達是搜救的主要感測器？

演講者強調，雖然情境意識需要多種資訊來源 (如光學攝影機、AIS)，但雷達具有不可替代的核心優勢：

- (1) 持續的廣域監視：雷達 360 度旋轉，每幾秒鐘刷新一次大範圍區域。
- (2) 非合作性 (Non-cooperative)：這是雷達的關鍵優勢。無論目標是否有一個功能正常的 AIS 發報器，雷達都能偵測到它。

- (3) 全天候 (All-weather) : 雷達不受惡劣天氣或缺乏日光 (夜晚) 的影響。
- (4) 持續追蹤與記錄 : 與必須轉向特定目標的光學攝影機不同 , 雷達可同時追蹤和記錄多達 4,000 個目標的航跡。
- (5) 長距離 : 其頻率 (相較於光學) 使其大氣吸收較少 , 繞地球衍射 (diffraction) 效果更好。

2、整合系統的重要性

雷達雖是主要感測器 , 但並非唯一。所有資訊必須整合在單一顯示器上進行「數據融合」(Data Fusion) :

- (1) 光電/攝影機 (Electro-Optic) : 提供高解析度影像 , 用於早期事件評估和目標分類。
- (2) AIS (船舶自動辨識系統) : 用於識別附近資源 , 並接收 AIS-SART (搜救應答器) 訊號。
- (3) 多通道數據記錄器 : 能夠重播事件發生前的最後動向 (包括音訊) , 且無需停止當前的錄製。
- (4) 警報功能 : 系統可設定複雜的警報條件 , 例如
 - A. 偵測到目標 , 但沒有 AIS 。
 - B. AIS 位置與雷達位置不一致。
 - C. 目標越過某個邊界。
 - D. 系統可自動觸發動作 , 如「Slew-to-Cue」(攝影機自動轉向該雷達目標) 或發送網路警報。

3、雷達系統的關鍵工程進展

(1) 天線 (Antenna) : 此為最重要的組件

A. 碳纖維反射面 (Carbon Fibre Reflectors)

- (A) 問題：雷達的覆蓋範圍完全取決於天線的「波束形狀」 (pattern shape)。傳統的金屬天線表面精確度不佳 (約 1mm RMS 誤差)。
- (B) ESAT 解決方案：15 年前轉向使用碳纖維。這不僅更輕，且表面精確度提高了 5 倍 (小於 0.2mm RMS)。這種「高精確度」的曲面是塑造完美波束、確保無縫覆蓋 (從近距離到遠距離) 的關鍵。

B. 海/空雙波束 (Dual Beams)

- (A) 問題：現代威脅中，空中目標 (直升機、無人機) 與海面目標同等重要。但傳統的單波束天線專為海面設計，偵測空中目標時會收到大量「海面雜波」 (sea clutter)，導致偵測率低下。
- (B) ESAT 解決方案：從同一個天線發出兩個獨立波束：
 - a. 海面波束 (Sea Beam) : 專門優化用於海面目標。
 - b. 空中波束 (Air Beam) : 專門優化用於空中目標。此波束不會照射到海面，因此能大幅減少海面雜波，顯著提高空中目標的偵測率。

C. 高增益 (High Gain) 的物理優勢

- (A) 關鍵物理學：雷達的偵測距離與「天線增益的平方」成正比。
- (B) 原因：增益在「發射」時作用一次，在「接收」時再次作用一次，因此其影響力遠大於發射功率或目標尺寸。

(C) 實例：將一個典型的 36 dBi 增益天線，換成 ESAT 的 46 dBi 高增益天線：

- a. 增益提升 10 dB，意味著發射功率密度增加 10 倍。
- b. 接收時，接收功率再增加 10 倍。
- c. 總共等於接收到 100 倍的功率。
- d. 反映在距離上，等於將雷達的偵測距離增加了 3 倍。

(2) 收發器 (Transceiver)

- A. 雙通道備援 (Dual Channel Redundancy)：一組 active (工作中)，一組 standby (備援)，若發生故障可自動切換，確保服務不中斷。
- B. 氮化鎵 (GaN) 固態電晶體：允許先進的數位訊號處理和雜波抑制。
- C. 三頻分集 (Three Frequency Diversity)：同時使用三個頻率。由於雜波在不同頻率下的表現不同，這等於將系統在惡劣海象下獲得良好偵測條件的機率提高了三倍。

(3) 處理器與追蹤 (Processing & Tracking)

- A. 多重假說追蹤 (Multi-hypothesis Tracking)：系統會對一個目標的未來動向同時考慮多種可能性 (假說)，並始終輸出最可能的那一個。
- B. 模型追蹤：允許根據目標的速度、方向等模型過濾特定類型的目標。

(4) 典型性能

- A. 海面：可在雷達視距範圍內偵測到小型開放式船隻（如充氣艇）。
- B. 空中：可在最遠 20 哩的距離偵測到極小型無人機（RCS 1m^2 ）。

(十四)全球搜救系統評估

有關本場次主題「全球搜救系統評估」(Global SAR system review)，主講主題統整如下：

IMRF 全球搜救系統審查計畫，IMRF 最近啟動了一項為期 20 個月的「全球搜救系統審查」計畫。這場演講不僅是簡報，更是一次「行動的呼籲」(Call to Action)，旨在邀請全球搜救社群共同參與。



圖 25.全球搜救系統示意圖(圖片來源為研討會簡報擷取)

- 1、計畫的核心目標：解決全球搜救的「不平衡」

全球搜救系統存在嚴重的不平衡 (Imbalance)。

- (1) 高資源地區 (如英國索倫特海峽)：擁有成熟的系統 (海岸防衛隊、RNLI、救護車)，能提供高效的救援。
- (2) 全球大部分地區：這種服務「根本不存在」。

此計畫的目標是縮小這一差距，建立一個更具韌性與公平性 (Resilience and Equity) 的全球系統，確保系統為「每個人」服務，而不僅僅是高收入地區。

2、 關鍵案例：兩種截然不同的反應

演講者用兩個同期發生的真實事件來凸顯這種差距：

- (1) 歌詩達協和號 (Costa Concordia, 2012)：
 - A. 載有 3,000 人，32 人罹難 (死亡率 1%)。
 - B. 儘管有教訓要學，但「總體而言，系統發揮了作用」(警報發出、救援抵達、人員獲救)。
- (2) 香料島渡輪 (Spice Island Ferry, 坦尚尼亞, 2011)：
 - A. 專為 600 人設計，卻載了 2,500 人。
 - B. 造成超過 1,700 人死亡 (多數是兒童)。
 - C. 「幾乎沒有任何救援反應」，協調混亂，絕大多數救援工作是靠當地漁民打撈屍體。

結論：這兩起規模相似的事故，得到了截然不同的反應。世界並未關注到第二種 (更常見的) 災難，因此必須提高對這類事件的關注。

3、 審查的定義與範圍

- (1) 誰在執行搜救？審查發現，大多數海上搜救並非由專業搜救組織完成，而是由「其他人」(商船、漁船、休閒船隻) 執行。本計畫的重點之一是支持這些非專業人員。
- (2) 系統的定義：涵蓋從 IMO (制定公約) 到社區響應者 (漁民救漁民) 的「端到端」所有環節，並包含海洋、沿海與內陸水域。
- (3) 為何關注海軍/海警？他們是系統的關鍵層級，能應對大規模救援行動 (MRO) 和複雜的海上情境，並具備技術前瞻性 (如 AI)。

4、計畫內容與行動呼籲

- (1) 資金來源：由勞氏驗船協會基金會 (Lloyd's Register Foundation) 資助。
- (2) 研究重點：審查將重點關注「低資源環境」(如撒哈拉以南非洲、中南美洲、亞太地區)，而不是「在高收入地區與同樣的人談論微不足道的問題」。
- (3) 審查內容：
 - A. 評估現有國際框架 (如 SOLAS、STCW) 是否仍適用。
 - B. 分析宏觀因素 (氣候變遷、AI、地緣政治、非正常移民)。
 - C. 評估內部因素 (如跨境合作)。
- (4) 未來導向：計畫著眼於未來 10 到 20 年的需求，以實現「未來驗證」(Future proof)。

5、如何參與 (行動呼籲)

- (1) 參與問卷調查。
- (2) 分享資訊：歡迎隨時與 IMRF 聯繫，分享觀點。

- (3) 傳播訊息：將此計畫「傳播出去」，特別是傳達給那些「通常不被聽到的聲音」(voices aren't normally heard)。

(十五)歐洲邊境與海岸防衛局的海事活動、合作與對搜救的支援

有關本場次主題「歐洲邊境與海岸防衛局的海事活動、合作與對搜救的支援」(Frontex' s maritime activities, cooperation and support to SAR)，主講主題統整如下：

1、 EU Frontex 的定位與三大海事機構

儘管名稱中有「海岸防衛隊」，但 Frontex 並非一個傳統的海事行動者，其核心任務是邊境管制 (海上、陸地、空中)。

- (1) 搜救的角色：Frontex 的法規中明確提到，其任務之一是「支援搜救 (Support the search and rescue)」。
- (2) 三機構合作：歐盟有三個主要海事機構，它們的法規中都有相同條款，即「促進歐洲海岸防衛隊職能的合作」。這三者是：
 - A. Frontex (歐洲邊境與海岸防衛署)
 - B. EMSA (歐洲海事安全局)
 - C. EFCA (歐洲漁業控制局)
- (3) 合作模式：這三個機構每年共同制定年度計畫，涵蓋資訊共享、監視服務、能力建構、風險分析和能力共享等領域。

2、 核心議題：搜救與移民的交集

演講者指出，Frontex 的日常業務不可避免地與搜救交織在一起，因為其主要行動區域就是移民路線。

(1) 觀點的兩面性：「我們面對的是同一幅畫面。」一方面，這被視為「非正常移民」或「非法移民」；另一方面，這些乘坐「不適航船隻」的人們，也顯然是一個搜救議題。

(2) Frontex 的角色：Frontex 在移民進入歐盟水域的熱點地區執行任務，因此搜救是其日常工作的重要組成部分。

3、多功能海事行動 (Multipurpose Maritime Operations, MMO)：這是歐盟三大海事機構合作的主要模式。

(1) 運作方式：Frontex 沒有自己的船隊 (但有飛機)，其行動主要依賴「匯集 (pull)」成員國的資源。Frontex 在行動中沒有獨立的執法權，其權力完全基於地主國 (host country) 的國內法規。

(2) MMO 的優勢：MMO 是一個「歐洲層級」的協調行動。地主國可以透過一個簡單的「勾選清單」範本，向三大機構一次性請求所有需要的支援 (例如 Frontex 的邊境管制、EFCA 的漁業檢查、EMSA 的監視服務)。

(3) MMO 案例：

A. 波羅的海 (Frontex 主導)：這是 Frontex 第三次在波羅的海執行 MMO，規模逐年擴大。

B. 亞德里亞海 (EFCA 主導)

C. 英吉利海峽 (EMSA 主導)：Frontex 目前在該行動中「基本沒有角色」，因為地主國法國不希望 Frontex 在此執行海上邊境管制 (未來可能改變)。

D. 新發展：西班牙和葡萄牙已表示有興趣加入 MMO。

4、監視與新技術 (Eurosur)

(1) Eurosur (歐洲監視系統)：這是 Frontex 的資訊共享和監視服務

核心。

- A. 服務內容：衛星影像、船隻追蹤、異常偵測等。
- B. 空中資源：Frontex 擁有 2 架遠程無人機 (UAVs)，部署在義大利和馬爾他) 和 10 架固定翼飛機。
- C. 新部署：Frontex 正計畫將一架飛機部署到西非，以監控前往加那利群島的移民路線。

- (2) 波羅的海特定情勢圖：鑒於當前的地緣政治緊張局勢，Frontex 正在討論為波羅的海的 MMO 參與國建立一個「特定情勢圖」 (Specific situational picture)，以確保所有參與方擁有相同的戰場感知。

5、Frontex 在搜救方面的具體作為

- (1) 能力建構 (Capacity Building)：

- A. 核心理念：「演練如作戰 (Fly as you train)。 」你不能等到發生狀況時才開始練習合作。
- B. 在行動中演練：Frontex 利用其聯合行動的機會，為參與國 (尤其是地中海國家) 舉辦搜救研討會和演習 (包含理論與實操)。
- C. 現場協調員 (On-Scene Coordinator) 課程：為參與 Frontex 行動的船隻人員提供 OSC 培訓，確保在發生重大事故時，RCC (救援協調中心) 知道 Frontex 行動區內有哪些受過訓的指揮官。

- (2) 新技術研討：

- A. 2024 年春天在西西里島舉辦了研討會，專門探討 AI 在搜救事件中的應用。

- B. 定期舉辦「工業日」(Industry Days)，邀請技術供應商展示其在偵測、監視等領域的產品。

(3) 戰術層級 (Tactical Level) 的最佳實踐：

Frontex 正在研究戰術層面的標準化，例如：

- A. 救援泳士 (Rescue Swimmers)：某些成員國有，某些則完全沒有。Frontex 考慮為此制定最佳實踐或培訓課程。
- B. 高乾舷救援：演講者特別提到：「當你有一艘 10 米高的船，旁邊是一艘正在洩氣的小橡皮艇時，救援並非易事。」
Frontex 正在研究這類具體戰術的最佳工具和做法。

(十六)專為真實搜救需求而設計，而非為了廣告宣傳

有關本場次主題「專為真實搜救需求而設計—而非為了廣告宣傳」
(Designed for Real SAR Needs – Not for the Brochure)，主講主題統整如下：

1、關於 Kewatec 船廠

- (1) 公司概况：Kewatec 是一家北歐 (芬蘭) 造船廠，總部位於芬蘭西岸的 Kokkola (新船建造基地)，並在 Porvoo 設有服務和生命週期支援中心。
- (2) 核心產品：專注於建造 15 至 25 米的高性能鋁製船隻。
- (3) 三大市場：
 - A. 民用安全 (Civil Security)：搜救船、消防船、巡邏船 (例如，曾交付 5 艘船給 Frontex 專案，現部署於黑海)。
 - B. 基礎設施 (Infrastructure)：引水船、油污回收船等 (已交

付大量混合動力或全電動船隻)。

C. 國防 (Defense): 勤務船、登陸艇等。

(4) 核心能力：

A. 內部設計 (In-house Design): 擁有完整的內部工程師團隊 (海軍架構師、電氣工程師等)，設計師與造船廠位於同一地點，能高效解決建造中的問題。

B. 高級認證：擁有 ISO 認證，特別是針對政府客戶的 ISO IT 與網路安全認證。

C. 國防資質：芬蘭加入北約 (NATO) 後，公司也獲得了相關的國防產業認證。

2、核心理念：「接單生產」與「驗證設計」的平衡

演講的核心主軸是 Kewatec 如何平衡客製化 (Made-to-Order) 與標準化 (Proven Design)，為客戶提供兼具可靠性、彈性與交付速度的解決方案。

演講者以一款 17 米的搜救船隻平台為例，該平台已成功交付給多個不同需求的客戶：

(1) 冰島 (ICE-SAR): 已交付 5 艘，目前正在建造第 6、7、8 艘。

(2) 地中海 (Civil): 交付 2 艘。此專案凸顯了「交付速度」，第一艘船在簽約後 12 個月內即交付。

(3) 波蘭 (Polish SAR): 最近簽約採購 6 艘同系列船隻。

3、深度客製化案例 (Made-to-Order)

Kewatec 強調，他們使用經過驗證的船體設計，但能根據客戶的具體操作需求進行深度修改：

(1) 性能與推進系統

A. 航程 vs 消防：

(A) 地中海客戶：需要極大的航程 (Range)，Kewatec 為其安裝了 5,000 公升的油箱，使其航程超過 500 浬。

(B) 波蘭客戶：需要極高的消防能力，Kewatec 為其安裝了 5 倍於常規的消防幫浦出水量。

B. 動力彈性：可依據客戶需求或現有後勤體系，選用不同品牌的引擎 (Scania, Volvo, Caterpillar) 和推進器 (如 Hamilton 水刀)。

(2) 甲板與結構設計 (針對波蘭搜救的特殊需求)

A. 液壓後甲板：波蘭搜救人員希望能在船尾更靠近水面進行救援。Kewatec 為其設計了可降低的液壓後甲板。

B. 加大前艙門：波蘭搜救希望能從船頭運送擔架。Kewatec 設計了更大的前艙門，並配備滑動系統，可將擔架從船頭安全送入駕駛室。

(3) 環境適應性

同一款船型設計，可透過客製化的加熱系統在冰島的極寒環境下運作，也可透過強化空調系統在突尼西亞的酷熱環境下運作。

(4) 突破極限的穩定性

A. 地中海客戶最初在招標時要求 (6 名船員 + 40 名獲救者)，但在專案執行中，需求增加到 60 名獲救者。

B. Kewatec 不僅達成了此要求，甚至還滿足了「所有 60 人站在船的同一側」的極端穩定性要求。

- C. 演講者笑稱，他確信波蘭客戶看到這場簡報後，也會馬上發郵件要求同樣的 60 人容量。

(十七) 展望未來在北歐地區運作的搜救船隻，同時考慮到志願者的需求

有關本場次主題「展望未來在北歐地區運營的搜救船隻，同時考慮到志願者的需求」(A look into the future of SAR-vessels operating in the Nordic with volunteers in mind)，主講主題統整如下：

1、 關於瑞典海上救援協會 (SSRS)

- (1) 成立與性質：SSRS 成立於 1907 年，是一個非政府組織 (NGO)，其運作完全不依賴政府預算。所有資金均來自會員費、捐款和遺囑捐贈。
- (2) 志願者核心：SSRS 是一個 100% 由志願者組成的組織。全瑞典 74 個救援站的 2,500 名志願者是其「最寶貴的資源」。
- (3) 任務規模：每年執行約 14,000 次任務，其中約 1,000 次為搜救任務。SSRS 參與了瑞典近 90% 的搜救行動。
- (4) 管轄範圍：瑞典的海岸線極長，且擁有大量湖泊。SSRS 的主要任務是應對休閒船隻 (Pleasure boats) 的求救，且絕大多數事件發生在距離基地 10 哩以內。

2、 核心理念：專為「志願者」設計的船隻

SSRS 的核心是強調自主擁有設計權、並專為非全職的志願者打造的新一代救援船隊。

- (1) 面臨的挑戰：傳統的海事設備 (螢幕繁多、系統各異) 整合度極差，對於非全天候操作的志願者而言，資訊過載且操作複雜。
- (2) SSRS 的解決方案：打造一個極度簡潔、高度整合的操作平台。

3、 新一代「Samson」系列救援船 (9m, 12m, 15m)

SSRS 正在推出一個全新系列船隊，由挪威設計、瑞典船廠 (Swede Ship) 建造，SSRS 擁有該設計的全部智慧財產權。



圖 26. 「Samson」系列救援船示意圖(圖片來源為研討會簡報擷取)

(1) 關鍵設計：極簡化的「一鍵啟動」駕駛艙

- A. 移除一切非必要設備：駕駛艙內沒有雜亂的螢幕和按鈕。
- B. Garmin 系統深度整合：SSRS 與 Garmin 合作，將導航與全船電氣系統 (基於 Canvas 的系統) 深度整合在同一套觸控螢幕上。
- C. 「一鍵啟動」：志願者有 15 分鐘的出勤準備時間。當他們衝上船時，只需：
 - (A) 按一個按鈕：全船系統 (導航、電力) 啟動。
 - (B) 再按兩個按鈕：啟動雙引擎。

(C) 即可出發。

D. 自動化流程：船隻會自動評估所有系統，並用語音提示操作員。

(A) 範例 1 (智慧引擎保護)：在引擎水溫未達到 75°C 之前，系統不允許船隻超過怠速，以保護引擎。

(B) 範例 2 (自動冷卻)：按下熄火按鈕時，引擎會自動再運轉 7-10 分鐘，待排氣溫度冷卻後才關機。

(2) 智慧化與任務輔助

A. 路線自動建議：JRCC (搜救協調中心) 的任務資訊可以直接傳輸到船上。船隻系統會自動計算並向船員「建議」一條前往目標點的航線。

B. 目的：讓船員在航行途中不必分心於駕駛，而是可以專注於「規劃救援任務」。

C. G 力監測：系統會即時監測 G 力，並根據當前海況向船員建議安全航速。

D. 分級警報系統：

(A) 嚴重警報 (如火災)：會佔據所有螢幕。

(B) 非緊急警報：僅在螢幕下方顯示一個小提示條，並用語音告知船員「可以稍後處理」，確保船員在關鍵時刻不被分心。

(3) 雲端連接與預測性維護

A. 即時數據上雲：船上的所有數據 (引擎、電氣、油料、電池狀態) 會即時傳送回雲端。

- B. 遠端支援：岸上的技術團隊可以即時監控船隻狀態並提供支援，未來希望能藉此實現「預測性維護」。

(4) 全套模擬器中心

- A. SSRS 正在救援船的建造地旁，興建一個全新的模擬器中心。
- B. 模擬器將配備與真實船隻相同的駕駛台硬體（手柄、按鈕、螢幕）。
- C. 12 米船的模擬器將安裝在六軸運動平台上，以提供最真實的訓練體驗，確保志願者能熟練應對各種海況。

(十八)用於搜救和海岸防護的 Cannon 無人機

有關本場次主題「用於搜救和海岸防護的 Cannon 無人機」(Cannon uncrewed aircraft for search and rescue and coastal protection)，主講主題統整如下：

1、關於 Canon Technologies

- (1) 核心業務：演講者強調，與在座多數為「使用者」不同，Canon 是一家「製造商」(Manufacturer)。
- (2) 產品線：
 - A. 無人系統 (UAVs)：製造從小型四旋翼、八旋翼，到 25 公斤以下（開放等級）的垂直起降/固定翼飛機，以及高達 100 公斤（需授權）的大型飛機。
 - B. 其他業務：公司的根基是數據中心和電信（安全網路），並擁有複合材料部門，這些業務共同支援無人系統的發展。
- (3) 英國製造：公司正致力於將製造業（包括引擎製造）帶回英國，

以確保供應鏈的韌性。

2、 產品與技術核心

(1) 關鍵優勢：雙翼 (Twin-Wing) 設計

- A. 獨特性：雙翼飛機在傳統航空領域極為罕見，因為飛行員不習慣其獨特的重心位置。
- B. UAV 的優勢：對於自動駕駛儀 (Autopilot) 來說，重心在哪裡並不重要。
- C. 性能提升：
 - (A) 傳統飛機的尾翼是向下施加壓力 (不產生升力)。
 - (B) 雙翼設計中，兩個機翼都產生升力。
 - (C) 結果：在相同重量下，雙翼飛機的升力 (載重) 增加了一倍。這使得 6 米翼展的飛機能達到 12 米翼展飛機的載重能力，大幅提高了運輸和部署的便利性。

(2) 電動 vs. 汽油動力

- A. 電動 (Electric)：續航力約 2 小時。適用於快速反應。
- B. 汽油 (Petrol)：續航力可達 20 至 24 小時。這是目前載人飛機無法比擬的長時間滯空能力。

(3) 垂直起降固定翼 (VTOL Fixed Wing)：搜救的未來

這是搜救領域「取得良好視野」的最佳途徑。

- A. 速度與效率：
 - (A) 可以在一分鐘內從箱中取出並發射。

(C) 抵達後仍有 2 小時的續航力，足以完成「首次察看」(first eyes on scene)，確認是否為誤報，或引導載人資源前往。

(4) 機載 AI 攝影機 (Gimbals)



A. AI 的真正價值：演講者指出，AI 只是「機器學習」(Machine Learning) 的新潮說法。

79

機，而是整合第三方產品。關鍵在於攝影機本身內建的 AI 處理能力。

C. 優勢：

(A) 無需回傳影像：影像在飛機上即時處理，攝影機可以直接識別並標記目標（熱源、特定物體）。

(B) 即時訓練：操作員可以即時「教導」AI 識別新的目標類型。

(C) 降低操作員疲勞：AI 會自動標記潛在目標，大幅減少了操作員長時間盯著螢幕的疲勞感。

3、UAV 在搜救中的獨特應用

UAV 提供了傳統載人資源無法比擬的獨特功能：

(1) 極速反應時間：幾分鐘內即可抵達現場並回傳影像。

(2) 手機偵測與通訊（關鍵功能）：

A. UAV 可搭載「手機偵測器」，飛越災區（如山區）並定位到手機訊號。

B. 技術上可行：系統可以強制喚醒（wake up）受困者的手機，並強制開啟擴音模式，讓救援人員直接與受困者通話（即使受困者無法操作手機）。

C. 目前阻礙：這項技術的應用主要受限於通訊法規的批准。

(3) 多光譜感測器（Multi-spectral）：

不僅是紅外線，多光譜攝影機可以穿透植被（vegetation），這對於內陸洪水或山區救援至關重要。

(4) 投放能力：

- A. 可投放 RFID (無線射頻辨識系統) 定位信標 (空中 40 公里可見)，讓信標隨漂浮物一起移動。
- B. 可投放通訊設備 (如無線電) 或急救包。

(十九)無人機系統在海事搜救中的整合應用

有關本場次主題「無人機系統在海事搜救中的整合應用」(UAS integration within MSAR)，主講主題統整如下：

1、 英國海事與海岸防衛總署的搜救模式

- (1) 機構背景：首先釐清，與許多國家不同，英國海事與海岸防衛總署 (MCA) 並非軍事單位，而是隸屬於交通部 (Department for Transport) 的行政機構。
- (2) 外包模式：MCA 不擁有任何直升機或船隻。其搜救航空服務 (包括有人駕駛和無人駕駛) 完全外包給供應商，目前即由 Bristow 公司承攬。

2、 英國 UAS 搜救的演進歷程

MCA 從 2018 年至今的 UAS 發展歷程：

- (1) 2018 年 (與 RNLI 合作)：進行了初步的行業挑戰，探索了四種使用情境 (岸上搜索、失蹤人口、洪水、通訊中繼)。結論是：技術可行，但當時的技術尚不足以實現最大效益。
- (2) Futy 試驗 (與愛爾蘭合作)：這是為了「推動監管機構 (CAA)」的邊界。MCA 飛行了一架大型固定翼無人機，穿越英國和愛爾蘭的國際空域，旨在了解在民用領域操作超視距 (BVLOS) 飛行器到底需要什麼。

(3) 2021 年 (與 Bristow 合作) : 開始看到 UAS 的實際「操作效益」。

(4) Caesar 專案 (海峽航空緊急搜救專案) :

- A. 背景：由於英吉利海峽的 (移民) 局勢，MCA 的載人機隊 (固定翼和直升機) 飛行時數壓力巨大，導致這些「國家資源」無法執行其他任務 (如漁業、污染監測)。
- B. 目的：部署「區域性」資源 (即 UAS) 來緩解「國家級」資源的壓力，並為多佛 (Dover) 的搜救協調中心 (MRCC) 快速提升情境意識。
- C. 成果：這是英國首個專門用於 SOLAS (海上人命安全) 的 UAS 外包服務。

3、凱撒專案 (Caesar) 的作戰概念

(1) 分層協同作戰：這是一個「有人駕駛」與「無人駕駛」混合的分層 (Layered approach) 模式：

- A. 高層 (UAS) : UAS (呼號 Coastguard 500) 在最高層飛行，建立「領域意識」 (Domain Awareness)，長時間搜索「黑目標」 (Dark targets)。
- B. 中層 (有人固定翼) : 一旦 UAS 發現目標，有人固定翼飛機會「蛙跳」 (Lily pad) 式地飛往該目標，利用其機載感測器和人力進行近距離識別和分類。
- C. 低層 (直升機) : 協調中心 (SMC) 根據前兩層提供的即時資訊，對威脅進行「分診」 (Triage)，然後精確派遣直升機 (救援資源) 前往最高優先級的目標。

(2) 驚人的成效 (數據) :

- A. 從 2022 年 3 月到 2024 年 8 月，UAS 在海峽飛行了 2,500 小時。
- B. 識別了 680 艘船隻，涉及超過 30,000 人。
- C. 效益：大幅降低了載人直升機和固定翼飛機的飛行時數壓力，使這些國家資源得以回歸其原有任務。

4、Bristow 的執行方案與技術 (S-100)

(1) 發展歷程

- A. Bristow 從 2016 年開始涉足無人機 (最初是用於石油和天然氣的檢查)。
- B. 他們很早就鎖定了奧地利 Schiebel 公司的 S-100 (艦載無人直升機) 作為其未來搜救服務的主力平台，因為它具有「軍用級」能力。
- C. 2018 年，Bristow 獲得了在英國民用空域操作 S-100 (超視距) 的首次許可。

(2) 「靈光一閃的時刻」(Light bulb moment)

- A. 2021 年在北威爾斯的一次「例行巡邏」(非接獲報案) 中，請求 UAS 查看一個目標。
- B. 即時影像顯示：一艘船在安格爾西島 (Angle Sea) 觸礁。
- C. 關鍵決策：
 - (A) UAS 的即時影像讓 SMC 能立即評估：船上無人落水，船隻沒有立即危險。
 - (B) 結果：SMC 沒有派遣 RNLI 救生艇、直升機或海岸救援隊 (CRT)。UAS 僅在空中監看，看著附近的小船將其拖

離岩石。

- (C) 結論：這次事件向 MCA 證明了 UAS 在「即時決策」和「資源分層」上的巨大價值，避免了高價值資源的非必要出動。

(3) S-100 平台 (Caesar 專案)

A. 機型：Schiebel S-100 (200 公斤級直升機)。

B. 性能：

(A) 攜帶 55 升燃料，可提供超過 5 小時的飛行時間。

(B) 搜救速度 (55 節) 與載人直升機一致，易於協同。

(C) 快速週轉：30 分鐘內可加油並再次升空。

C. 駕駛艙：

(A) 操作員和飛行員均為雙重認證，可隨時切換角色。

(B) 所有飛行員都必須先擁有 PPL (私人飛行駕照)，才能接受 S-100 的型號培訓。

D. 空域整合：

(A) Caesar 專案的空域是「整合但隔離的」(Integrated as segregated)。

(B) 該空域 (可在 CAA 網站上查到) 由多個有人和無人駕駛飛機 (包括 Bristow 的 S-92、King Airs) 共享，並依靠詳細的「解衝突計畫」(Deconfliction plan) 來確保安全。

1、英國搜救的未來：UKSR2G 計畫 (英國第二代搜救航空計畫)

- (1) 合約背景：這是一項價值 16 億英鎊的「交鑰匙」(Turnkey) 解決方案，已授予 Bristow，將持續到 2037 年，涵蓋所有直升機、固定翼和 UAS。
- (2) 「解決方案不可知論」(Solution Agnostic)：MCA 在撰寫合約時，刻意保持了「解決方案不可知」和「基於效果」(Effect-based)。這意味著 MCA 不關心 Bristow 如何達成目標 (無論是用直升機還是無人機)，只關心結果。
- (3) 從「區域」走向「國家」：
 - A. 凱撒專案證明了 UAS 在「固定區域」的價值。
 - B. UKSR2G 的下一步是將這種能力「國家化」和「機動化」。
- (4) REACT (可快速部署的資源)：
 - A. Bristow 已開發了「REACT」系統：一個裝在卡車上的移動 UAS 控制站。
 - B. 該系統可在 24 小時內通知，部署到英國任何地方 (例如東海岸的油輪碰撞事故、約克郡的荒地火災)，並在當地設立臨時空域執行任務。

(二十)MSS 8000：適用於未來的可擴展任務系統

有關本場次主題「MSS 8000：適用於未來的可擴展任務系統」(MSS 8000 a scalable mission system for the future)，主講主題統整如下：



圖 28.MSS 8000 任務管理系統(圖片來源為研討會簡報擷取)

1、 公司概況與核心業務

- (1) 公司定位：ST Airborne Systems 是一家專注於海事監視的公司，擁有近 50 年的經驗，為全球 21 個海岸防衛隊機構提供服務。
- (2) 核心產品：該公司為固定翼和旋翼飛機提供完整的「任務系統」(Mission Systems)，包括硬體、軟體和感測器整合。
- (3) 關鍵理念 (Sensor Fusion)：演講者強調，成功的關鍵是將所有感測器資訊「融合」(Fuse) 到一個單一系統和畫面上。多螢幕、多軟體的操作模式是低效的。
- (4) 任務：
 - A. 搜救

- B. 環境保護 (例如使用 SLAR 偵測海上油污)
- C. 邊境管制、執法、漁業控制
- D. 冰情巡邏 (Ice Patrol , 為加拿大客戶服務以避免「鐵達尼號」事件重演)
- E. 海洋野生動物監測 (例如監測鯨魚並重新導向航運交通)

2、關鍵感測器技術

(1) SLAR (側視機載雷達)

- A. 獨家技術：這是 ST Airborne Systems 自行開發的感測器。
- B. 工作原理：與傳統雷達試圖「抑制」海面雜波不同，SLAR 專門用於「觀看」海面。它的天線是固定的 (非旋轉)，像線掃描儀一樣向飛機兩側看。
- C. 優點：
 - (A) 極寬的搜索寬度：演講者展示了一張愛沙尼亞邊防衛隊的航跡圖，僅需一次飛行即可覆蓋波羅的海的整個寬度。
 - (B) 偵測油污：由於油污會使海面波浪平靜，SLAR 可以輕易地偵測到油污。
 - (C) 偵測「黑目標」(Dark Targets)：在波羅的海，該系統對於追蹤關閉了 AIS 的「影子艦隊」(Shadow Fleet) 非常有效。

(2) AMS (機載多光譜感測器)

- A. 新技術：這是取代舊的紅外/紫外 (IR/UV) 線掃描儀的新一代感測器。

B. 工作原理：垂直向下觀看，用於在 SLAR 發現目標後進行精確飛越 (Fly-over) 和識別。

C. 核心優勢：

(A) 繪製油污範圍：用於精確繪製油污範圍，以決定是否值得派遣船隻回收。

(B) 搜救應用：

a. 具備紅外 (IR) 能力，使其能夠在惡劣天氣下「穿透雲層」(see through the clouds) 進行搜索。

b. 高解析度足以偵測「水中人體」(Man in water)。

c. 具備機載 AI，可自動提示操作員「水面有異常」，大幅減少操作員因長時間盯著螢幕而產生的疲勞。

3、任務系統 (MSS 8000) 與 AI 應用

MSS 8000 是該公司的最新一代任務系統平台，其核心是應對未來的挑戰。

(1) 可擴展性 (Scalable)：系統設計允許未來輕鬆添加更多運算能力 (如 GPU)，以應對 AI 發展，而無需重新認證整個航空系統。

(2) 數據融合：所有感測器 (SLAR、AMS、AIS、EO/IR 攝影機) 的資訊都會疊加 (Overlay) 在同一個戰術地圖上，操作員可以調整各圖層的透明度。

(3) AI 應用 (目前階段)：

A. 自動目標偵測：如前所述，AMS 和 SLAR 均使用 AI 進行物體偵測，以減少操作員的工作量。

B. AIS 異常偵測：

- (A) 自動標記沒有 AIS 的目標 (例如 SLAR 上的紅點)。
- (B) 行為異常偵測：偵測船隻是否在不應停止的地方停止，或是否在關鍵基礎設施 (如海底電纜) 上空盤旋。
- (C) AIS 篡改偵測：系統正在開發偵測 AIS 欺騙 (Spoofing) 的能力。

C. AI 數據篩選：未來，AI 將能決定哪些數據是重要的並優先傳輸回地面，而不是傳輸所有原始數據。

4、數據共享：無縫戰術地圖分發

演講者強調，過去將飛機上的情境圖像分享給地面單位或友軍非常困難且昂貴 (依賴衛星通訊)。

(1) 新的解決方案：ST Airborne Systems 開發了一套系統，允許任務指揮中心透過「電子郵件」或「SMS 簡訊」向任何人 (例如警察、消防隊、救援船) 發送一個連結。

(2) 即時訪問：

- A. 接收者無需安裝任何特殊 App 或軟體。
- B. 只需在手機或 iPad 上點擊該連結，即可立即訪問完整的戰術地圖 (包含 AIS、感測器數據) 或觀看即時串流影像。
- C. 連結具有時效性 (例如 2 小時)，並可添加密碼或雙重驗證 (2FA) 以確保安全。

(3) 戰術應用：

- A. 登船：瑞典海岸防衛隊在登船前，可讓小艇上的警察透過手機即時觀看目標船隻甲板上的情況。
- B. 搜救/消防：讓地面單位獲得完整的空中視角。

(二十一)冰島搜救協會 (ICE-SAR) 的救援船隻更新計畫

有關本場次主題「冰島搜救協會的救援船隻更新計畫」(ICE-SAR' s rescue vessel renewal programme)，主講主題統整如下：

1、關於冰島搜救隊 (ICE-SAR)

- (1) 組織性質：ICESAR 成立於 1928 年，是一個完全由志願者組成的組織（僅辦公室人員為僱員）。
- (2) 獨特的雙重任務：與歐洲多數海上救援組織（如 RNLI）不同，ICESAR 的任務範圍涵蓋陸地和海上（Land and Sea）。
- (3) 組織架構：
 - A. 冰島是一個位於大西洋中部的島國。ICESAR 是冰島沿海安全的骨幹。
 - B. 全島有 13 個配備全天候救生艇的海上救援站和 92 個救援隊。
 - C. 與海岸防衛隊的關係：冰島海岸防衛隊（ICG）只有兩艘船，一次只有一艘在海上巡邏。當事故發生時，ICG 的船隻可能需要 32 小時才能抵達現場。因此，ICESAR 扮演著海岸防衛隊「手指」的角色。
- (4) 全球角色：ICESAR 也擁有一支 INSARAG（國際搜救諮詢團）認證的隊伍，曾赴土耳其、海地等地執行國際救援。

2、船隊更新計畫：背景與動機

ICESAR 啟動了其歷史上最大規模的投資，更新全部 13 艘全天候救生艇。為何更新？

- (1) 船隊老化：現有主力船隊是從 RNLI 購買的二手 Arun 級救生艇 (1980 年代建造，1960 年代設計)。
- (2) 維修噩夢：船隊老化導致備件極難尋找。演講者提到：「當你作為船隊經理，需要上 eBay 去買備件時，你就很難維持一支待命的船隊了。」
- (3) 世代差距 (Analog vs. Digital)：年輕一代的新船員習慣數位化，而老船員則習慣類比操作，船隊需要現代化以彌合差距。
- (4) 需求增加：冰島周邊的漁業活動和旅遊業 (郵輪) 增加，導致求救事件增多 (目前每年約 170 起)。

3、新一代 Kewatec 17 米救生艇



圖 29.新一代 Kewatec 17 米救生艇示意圖(圖片來源為研討會簡報
擷取)

ICESAR 決定打造一款全新的、標準化的船隊。

(1) 設計過程：「世界巡遊」

- A. ICESAR 團隊參訪了歐洲所有知名的搜救組織 (包括 RNLI 等)，進行「精挑細選」(cherry-picked)，「我們想要這些螢

幕、這些座椅、這些天線」。

B. 最終由芬蘭的 Kewatec 船廠贏得標案。

(2) 新船規格：

A. 17 米鋁合金船體，雙 Scania 引擎，Hamilton 水刀推進。

B. 航速 32 節以上，航程約 400 浬。

(3) 關鍵升級（船員反饋）：

A. 船員安全：採用減震座椅、具備自動扶正能力（self-righting，船上 36 人時仍可自動扶正）。

B. 人性化設施：船員反饋最好的升級是船上有了「一個可以用的水廁」（a working water toilet），取代了舊船上的水桶。這極大地改善了工作環境，並有助於吸引更多女性志願者加入。

(4) Hafring 系統：新船隊全面導入 Hafring 系統（一個智慧航行輔助和數據記錄系統）。

A. 對船隊經理：演講者（作為經理）可以遠端看到每一艘船、每一次航行、每一位船長的駕駛表現和船舶數據，有助於優化船隊管理。

B. 對船員：彌合了世代差距。年長的舵手（Coxswain）會主動請求年輕船員協助操作數位化系統，促進了團隊融合。

4、標準化與培訓

(1) 標準化的價值：這是該計畫的核心之一。全冰島 13 個站的船隻都相同。

(2) 效益：任何一個救援站的志願者，都可以在另一個城鎮的救援站

立即登船執行任務，因為所有系統和操作邏輯都完全相同。

- (3) 培訓升級：ICESAR 正在（在 RNLI 的協助下）實施全新的培訓課程（從零到舵手 Zero to Hero），以匹配數位化的新船隊。
- (4) 個人安全：藉此機會，ICESAR 為每一位船員配備了帶有 GPS 發射器的個人 AIS 搜救背心。

5、挑戰與經驗教訓（What we learned）

(1) 資金（最嚴峻的挑戰）：

- A. 每艘船耗資約 200 萬歐元。
- B. 冰島政府承諾支付前 10 艘船隻的 50%費用。
- C. ICESAR（作為志願者組織）必須自行籌集另外 50%（約 1000 萬歐元）。
- D. 籌款方式：賣聖誕樹、賣煙火、賣救援公仔、彩票、企業贊助等。

(2) 給其他組織的建議：

- A. 盡早且頻繁地接觸利益相關者。
- B. 耐心與資金多樣性：錢來來去去，必須有耐心並擁有多元化的資金來源。
- C. 堅持不懈的溝通：不斷與政府、漁業、旅遊業（任何潛在需要你幫助的人）溝通。
- D. 接受變革：準備好適應變化，你計畫的東西在執行中一定會改變。

6、成果：更強大的船隻，更強大的組織

- (1) 反應時間大幅縮短：平均反應時間從 2 小時降至 35 分鐘。
- (2) 縮短原因：
 - A. 啟動速度：新船啟動只需按兩個按鈕，而不是手動檢查所有類比系統。
 - B. 待命狀態：新船的電腦系統可以保持「睡眠待命」，雷達可即時開啟。
 - C. 人員意願：志願者更願意快速出動，因為他們知道新船速度更快，出勤總時間將從 4 小時縮短到 2 小時。
- (3) 公眾信任：最新的民調顯示，98.5%的冰島人民信任 ICESAR。

(二十二)透過決策智慧、船隊協調和作業可視化，增強海事搜救能力

有關本場次主題「透過決策智慧、船隊協調和作業可視化，增強海事搜救能力」(Empowering Maritime SAR with Decision Intelligence, Fleet Coordination and Operational Visibility)，主講主題統整如下：

1、Hefring Marine 的起源：一個「安全」問題

Hefring Marine 的創立源於一個在冰島 Rafnar 造船廠工作時的發現：

- (1) 問題的發現：在測試新型船體時，團隊使用對照船（通常是借來的賞鯨船）進行比較。他們發現，船上的衝擊 (Shocks and Impacts) 分佈極不均勻。
- (2) 驚人的數據：坐在船頭的乘客所承受的衝擊力，可能是船尾操作員（舵手）感受到的 9 到 10 倍。
- (3) 核心理念：演講者意識到，如果這發生在汽車或航空業，監管機

構「早就強制要求」將這些關鍵的安全資訊呈現在操作員面前。

2、核心產品：IMS (智慧海事輔助系統)

Hefring 的 IMS 系統不僅是衝擊監測，它已發展成為一個「決策智慧」(Decision Intelligence) 平台。

(1) 系統構成：

- A. 硬體：一個堅固耐用的船載電腦主機，以及多個慣性測量單元 (IMU，即感測器)。
- B. 數據融合：系統的核心能力是接入並利用船上已有的數據 (如引擎、GPS、氣象站)，而非增加多餘的感測器。

(2) 目標：賦予操作員、船隊經理和技術總監所需的「決策智慧」，以避免不安全的狀況、可避免的昂貴維護，以及不必要的燃料消耗。

3、駕駛艙內的「決策智慧」

4、系統在駕駛艙的介面被「刻意設計得非常簡單」，因為在高速搜救行動中，操作員沒有時間研究複雜的圖表。

(1) 安全速度 (Safety Speed)

- A. 介面：螢幕左側顯示即時衝擊 G 值 (例如 4.6G)，讓操作員首次「看見」體感上的不適所對應的確切數據。

- B. AI 模型：

- (A) 系統內建的機器學習模型會持續學習船隻的動態，並即時計算一個「建議的安全速度上限」。

- (B) 關鍵洞察：這不是要你「開慢點」，而是要你「開得更平穩」。

(C) 數據證明：在遵循「安全速度」建議時，船隻衝擊力平均降低了 87%，而平均航速僅降低了 1%。

(D) 反直覺操作：有時系統甚至會「敦促」缺乏經驗的操作員開得更快，以達到更平穩的滑行姿態 (Planing speed)。

(2) 省油的速度 (Eco Speed)

A. 介面：同樣的儀表盤，但顯示的是燃油效率。

B. AI 模型：系統會根據當前的天氣、海況和船隻負載，即時計算出當下最省油 (或航程最遠) 的速度區間。

C. 價值：操作員不需要被告知「必須開多少節」，系統只是提示他們：「如果你今天的速度在 30 到 35 節之間，那麼保持在 32-33 節會比 34-35 節省油得多。」

5、岸上的「決策智慧」：IMS Console 數據後台

所有數據都會即時傳回雲端 (或本地伺服器)，供管理層使用。

(1) 船隊健康地圖 (Fleet Health Map)

A. 系統會自動記錄每次航行，無需手動操作。

B. 數位孿生 (Digital Twin)：管理者可以回放任何一次航行，查看船隻的即時動態、衝擊力和速度曲線 (實際速度 vs 建議速度)。

C. 即時警報：可自訂規則 (例如「引擎冷啟動」警報)，或監測設備健康狀況 (例如「電池電壓低於 5%」)。

(2) 衝擊分析與事故偵測

A. 區分衝擊類型：系統擁有數億筆「波浪衝擊」的數據模型。

- B. 自動事故標記：如果一次衝擊不符合波浪衝擊的特徵，系統會自動檢查是否同時發生了「RPM 飆升」或「處於淺水區」，並自動標記該事件可能為擱淺 (Grounding)、碰撞 (Collision) 或螺旋槳撞擊 (Prop strike)。

(3) 疲勞管理

- A. 系統可以即時監測「全身振動暴露」(Whole Body Vibration) 並對照國際標準。
- B. 管理應用：在一次高強度航行中，系統顯示船員在 20 分鐘時就達到了「疲勞極限」，在 50 分鐘時達到了「行動極限」(應立即下船)。這為船員輪換 (Crew rotation) 提供了客觀依據。

(4) 船隊輪換與行為分析

- A. 橫向比較：數據顯示，兩艘執行完全相同任務的同款船隻，其累積衝擊可能截然不同
- B. 人為因素
- C. 管理應用：數據證實了「人為行為」是安全的核心。管理者可據此輪換船隻，讓承受高衝擊的船隻「休息」，以平衡整個船隊的損耗

(5) 對「無人艦艇」(USV) 的應用

- A. Hefring 的系統正大量應用於無人艦艇。
- B. 原因：當你把操作員這個「最重要的感測器」從船上移除時，無人艇失去了「直覺」。
- C. Hefring 的價值：IMS 系統提供了這種「直覺」，它知道何時該減速，而不是以 30 節的速度飛越下一個巨浪，從而極大

地提高了無人艇的存活率。

(二十三) IORIS 在搜救行動中的支援作用

有關本場次主題「 IORIS 在搜救行動中的支援作用」(IORIS in support of SAR operations)，主講主題統整如下：

1、 CRIMARIO 與 IORIS 簡介

- (1) CRIMARIO 專案：歐盟資助的海事能力建構專案，旨在促進區域合作，強化海事治理，使各國海事組織能更好地互聯互通和協同作業 (interoperate)。
- (2) 資金與範圍：自 2015 年以來，歐盟已投入 3000 萬歐元，專案活躍於全球南方 (從東非、印度洋、太平洋到拉丁美洲)。
- (3) IORIS 核心：IORIS 是 CRIMARIO 開發的核心工具，一個歐盟資助，但屬於區域夥伴的協同合作系統。
 - A. 定位：該系統旨在成為海事社群的一個安全、複雜且互聯的「海事 WhatsApp」。
 - B. 採用情況：自 2018 年推出以來，已被來自 57 個國家/地區的 100 多個組織試用和測試。

2、 IORIS 的功能與解決方案

演講者回顧了他在 2002 年擔任馬爾他海岸防衛隊指揮官時，中央地中海地區缺乏適當的通訊和協調工具。IORIS 旨在填補這一空白：

- (1) 核心能力：共同操作圖像 (Common Operating Picture, COP)
 - A. 地圖與通訊：允許 MRCCs (海事搜救協調中心) 透過訊息傳遞和互動式地圖來協調搜救行動。

- B. 精確標繪：可以在地圖上精確標繪遇險位置和搜救模式，並包含商船（類似於航空業的飛航情報區）。
- C. 即時預警：向航運廣播事件和潛在危害的警告。
- D. 通訊：提供與穿越搜救區域的商船進行安全、私密和即時通訊的功能。

(2) 運作模式（類似 WhatsApp）：

- A. 誰擁有數據？歐盟和 CRIMARIO 皆無法存取系統內交換的資訊。
- B. 群組化：使用者（如 MRCCs）是群組的「管理員」，他們決定誰可以加入。資訊僅在群組內部流通。
- C. 應用類型：
 - (A) 國家內部：不同機構（海關、漁業、海岸防衛隊）在一個國家群組內協作（例如秘魯和菲律賓海岸防衛隊）。
 - (B) 區域性：跨國界協作（例如紅海地區 6 國的 9 個組織正在交換資訊）。
 - (C) 主題性：跨區域 MRCCs 形成群組，交換特定海上事件資訊。
 - (D) 應對事件：針對單一事件（例如沉船、污染），MRCC 可即時創建群組，納入必要單位和受影響的船隻（船隻可透過網路低頻寬版本存取系統）。

3、IORIS 的應用案例

- (1) 西印度洋搜救區域：MRCCs 協調跨洋搜救，並評估和追蹤危險貨物船隻。

- (2) 紅海危機：歐盟軍事行動 (Aspides) 使用 IORIS 協調護航，並管理被飛彈擊中的船隻的救援工作。
- (3) 跨洋搜救協調：成功協調了祕魯和厄瓜多 MRCC 進行的 1800 英里外的遊艇船員撤離。

4、未來的發展方向：搜救專用變體 (SAR Variant)

- (1) 目前挑戰：IORIS 目前是一個「萬用型」工具，但搜救社群需要更專業的功能 (例如在系統內標繪搜救圖形)。
- (2) 發展願景：創建 IORIS 的不同變體 (Variants)，但所有變體都能相互溝通。
 - A. 預期變體：Prime (專業版)、Light (管理決策版)、搜救專用版。
 - B. 搜救社群呼籲：演講者積極尋求搜救領域夥伴的建議或共同開發，以調整技術，滿足搜救社群的需求。
- (3) 移動應用程式 (App)：正在開發 IORIS App，讓海員、漁民或遊艇操作員能直接透過 App 向海岸防衛隊總部報告事件、遇險或可疑情況。

5、結論與呼籲

- (1) 協作的價值：任何協作系統，即使是世界上最好的，如果沒有被使用，就無法生存。
- (2) CRIMARIO 的價值：CRIMARIO 不僅創造了 IORIS 這個工具，更重要的是將其「制度化」(institutionalizing its use)，這比開發工具本身更耗費資源，因為需要贏得社群的信任。
- (3) 力量倍增器：IORIS 是一個強大的「力量倍增器」(Force Multiplier)，能促進軍民協作 (Civmilit actions)、標準化通訊、

並在不同社群之間建立信任與信心。

- (4) 邀約：鼓勵聽眾加入不斷增長的 IORIS 社群，並考慮合作開發 IORIS SAR 應用程式。

(二十四)應對 21 世紀挑戰的水面資源適用性框架

有關本場次主題「應對 21 世紀挑戰的水面資源適用性框架」(Surface asset suitability framework for 21st century challenges)，主講主題統整如下：

1、研究背景與動機

- (1) 個人經驗：演講者具有商業海員和搜救的背景，對不同搜救資源的差異及其背後的原因感到好奇。
- (2) 現代 MRO 案例：除了傳統的「歌詩達協和號」(Costa Concordia) 案例，還有「諾曼大西洋號」(Norman Atlantic，涉及大量空中資源) 和「哈德遜奇蹟」(水上迫降) 等現代 MRO 案例。
- (3) 全球移民背景：自 2015 年以來，地中海地區有超過 41,000 人喪生。這顯著改變了過去十年人們對大規模救援的看法。
- (4) 未來風險增加：
 - A. 郵輪 (Cruise Ships) 持續變大，載客量增加。
 - B. 航空客運量增加，長途飛機 (Long-haul flights) 跨越廣闊水域。
 - C. 新移民路線和危險海上旅程的數量正在增加。

2、研究差距與目標

- (1) 學術空白：缺乏專門針對水面搜救資源 (Surface SAR Assets) 在 MRO 中有效性的學術研究。IMO 雖然要求搜救單位配備「合適的設備和訓練有素的人員」，但缺乏具體的評估標準。
- (2) 數據不足：缺乏關於特定搜救單位在 MRO 中成功或失敗的實際數據和資訊。
- (3) 研究目標：旨在設計一個水面搜救單位適用性框架 (SAR Unit Suitability Framework)，以評估資源是否適合應對其搜救區域內存在的 MRO 風險。

3、研究方法與發現

研究採用了歸納法、問卷調查、訪談和案例研究，聯繫了全球 110 位專家，得到 21 份回覆 (包含 MRCC 指揮官、IMO 審計員、運營船員等)。

(1) MRO 定義與觸發機制 (Disconnect)

- A. 定義不一致：88%的受訪者同意 IMO 的定義 (「超出正常搜救基礎設施能力的事件」)，但只有 50%的人會在實際事件中以此觸發 MRO 響應。
- B. 觸發點：88%的人表示，實際觸發 MRO 的主要因素是「人數」(Number of people)，儘管只有 38%的人將高傷亡人數納入其 MRO 定義中。

(2) 對現有指導方針的陌生 (Guidance Unfamiliarity)

- A. 受訪者只有 1 人知道 IMO 2003 年的 MRO 圓圈圖。
- B. 受訪者只有 31%的人知道 IMSAR Volume 2 和 3 中包含具體的 MRO 指導。
- C. 令人憂慮的現象：60%的受訪者對 MRO 有更廣泛的擔憂，

認為在資源不足地區，整個搜救系統在實施和維護上存在「徹底的失敗」(complete failure)。

(3) 資源能力評估 (Asset Effectiveness)

A. 40%的受訪者認為，如果發生真正的 MRO，他們的搜救單位可能「無效」。即使認為有效的，也會設限（例如只能處理 30-40 人，無法處理 100 人）。

B. 五項關鍵能力 (Top 5 Critical Capabilities)：

(A) 足夠的數量 (Sufficient numbers)：在風險區域內有足夠的搜救單位進行同時救援。

(B) 稱職的搜救訓練船員 (Competent SAR trained crew)：具備基本的搜救技能（不一定是專門的 MRO 訓練）。

(C) 快速發射與反應時間 (Rapid launch and response time)。

(D) 船上生存設施 (Onboard survival facilities)：為被救人員提供福利設施（尤其是在地中海等長途救援環境）。

(E) 有效的人員落水救助系統 (Effective Man Overboard recovery system)：許多搜救資源的落水救助設備是為救助單人設計，而非像石油/天然氣行業的 ERRV 那樣具備大規模打撈能力。

C. 最不重要 (Least Important)：船員模式（志願者/全職）、船隻認證、拖曳能力 (Towing capability)。

(4) 最大風險：人為因素 (Human Element)

A. 56%的受訪者認為 MRO 中最大的風險是人為因素的失敗，

特別是在 C4ISR (指揮 Command、控制 Control、通信 Communication、電腦 Computer、情報 Intelligence、監視 Surveillance 和偵察 Reconnaissance) 方面。引用：「在所有層級上缺乏明確的角色和責任。」

B. 其次是資源缺乏、遇難船隻安全，以及惡劣天氣等。

(5) 訓練 (Training)

A. 69%認為缺乏「標準化訓練」是最大的風險，特別是在需要跨國協作的區域搜救中。

B. 94%認為應該進行「專門的 MRO 訓練」(與第二個發現稍有矛盾)。

C. 現實問題：協調 MRO 演習極為困難，難以模擬數百人尖叫的真實壓力情境。

4、MRO 適用性框架 (Suitability Framework)

(1) 目標：將 MRO 準備工作與 IMSAR Volume I 的風險等級 (低、中、高) 掛鉤，實現「資源對風險」(Resource to Risk) 的匹配。

(2) 基礎：風險分析 (Risk Analysis)

A. 關鍵前提：組織首先必須進行 MRO 風險分析 (但受訪者普遍不知道這類分析是否存在)。

B. 挑戰 IMO 定義：IMO 對 MRO 的定義「能力不足」可能讓人覺得永遠無法完全準備，但這不應成為不準備的藉口。

(3) 框架結構：根據搜救區域的 MRO 風險等級 (低、中、高)，框架為資源的五項關鍵能力 (船員訓練、啟動時間、落水系統等) 設定了不同的最低要求。

5、 框架的限制 (Limitations)

- (1) 樣本量小：參與者多數對 MRO 有強烈興趣和經驗。
- (2) 依賴意見：框架基於受訪者的「意見」，缺乏實際的硬數據支持。
- (3) 僅限水面資源：未考慮空中資源在現代 MRO 中的重要作用。
- (4) 尚未測試：框架尚未經過實際操作測試。
- (5) 演講者呼籲：歡迎搜救組織下載框架，測試其評估資源能力是否有效的工具性，並提供反饋。

(二十五)在艱難的法羅群島水域進行搜救行動

有關本場次主題「在艱難的法羅群島水域進行搜救行動」(SAR operations in the difficult Faroese waters)，主講主題統整如下：

1、 關於 MRCC Tórshavn 與法羅群島概況

- (1) 地理位置：法羅群島 (Faroe Islands) 由 18 個小島組成，位於蘇格蘭北部和冰島之間。
- (2) 組織架構：MRCC Tórshavn 隸屬於漁業部，旗下還包括 VERN (國防)、漁業檢查、氣象服務和海上石油污染應急處理。組織職責非常廣泛，涵蓋海上救援和污染清理。
- (3) 法律依據：雖然法羅群島沒有 MRCC 的專門法律，但工作遵循 IMSAR 和 SOLAS 國際公約。
- (4) 歷史：於 1954 年成立，2002 年從丹麥接手海事救援協調職責。
- (5) 管轄範圍：負責廣大的 275,000 平方公里搜救區域。與冰島和英國簽有搜救協定，同時是哥本哈根協定 (北歐國家間) 的成員。

2、 搜救資源與挑戰

MRCC Tórshavn 的資源數量不多，但面對的搜救區域非常廣闊。

(1) 水面資源

A. 船隻數量：僅有兩艘救援檢查船和四艘全天候救援艇。

B. Brimil 號 (較新)：建造於 2000 年，拖力 68 噸。

缺陷：燃油艙缺乏加熱裝置，只能使用中級燃油，無法處理重油。

C. Older Vessel 號 (較舊)：建造於 1976 年，拖力 24 噸。

挑戰：零件必須特別訂製，已經接近「博物館船」等級。

(2) 空中資源

A. 直升機：兩架 Augusta Westland 139 (10 年機齡)，被認為是性能最好的直升機之一。

(A) 續航力：續航時間 4.5 小時，航程 200 哩。

(B) 重要性：由於距離遙遠，直升機對於快速救援至關重要。

B. 超載經驗：在一次救援 12 人的火災事件中，直升機總共載了 16 人 (機組人員及 12 名穿著救生服的被救者)，機艙空間極為擁擠。機長事後提到，必須確保油量不能加滿，因為機體會過重而影響航程。

(3) 事故數據

A. 日常任務多樣：事故包括搜救事件、27 起病患運送 (離島醫療需求) 和 83 起協助任務 (通常由附近船隻協助)。

- B. 非搜救任務：檢查船經常被用於鋪設和維修島嶼間的光纖電纜。

3、典型的搜救案例與挑戰

(1) 擱淺與人為疏失

- A. 多次擱淺事件：某漁業公司旗下三艘拖網漁船，因船員在返航途中睡著而撞上同一座島嶼。
- B. 救援考量：救援船隻不能直接拖離擱淺漁船，必須先花時間探測周邊海床（確認無二次損害），並等待下一個漲潮才能拖走。
- C. 潛在污染：一次擱淺事件中，船底出現大洞，幸運的是工程師前一天剛好清空了受損位置的油箱，避免了污染。

(2) 船難與救援的極限（2024 年 2 月長線漁船沉沒事件）



圖 30.2024 年 2 月長線漁船(延繩釣漁船)沉沒事件圖(圖片來源為研討會簡報擷取)

- A. 事件經過：一艘長線漁船在島嶼西南 70 哩處，因船長操縱失誤，被大浪從側面擊中，導致船側艙門（用於放繩）進

水，船隻迅速傾斜進水。

- B. 船員逃生：13 名船員獲救。其中一名 18 歲船員在船艙全黑後，利用工程師成功重啟發電機帶來的一瞬光亮，發現小洞逃生。
- C. 致命錯誤：兩名船員登上充氣救生筏，但救生筏未能脫離（可能纜繩未切斷）。船桅倒下敲擊救生筏導致漏氣。
- D. 英雄事蹟：倖存者站在船艙的繫纜柱上，只穿著內褲和毛衣，等待了兩個半小時。直升機第一次救起 13 人後，必須飛回岸上卸載人員，再返回現場救最後一人。最後一刻，倖存者直到船隻開始下沉才鬆手，在 30 秒內被救上直升機。
- E. 事後學習：這次事件證明了尋求國際協助的重要性。

(3) 未來的最大擔憂：大規模救援 (Mass Rescue)

- A. 郵輪威脅：2025 年預計有 106 艘郵輪到訪，部分船隻載有 4000-5000 人。
- B. 能力極限：參照挪威「Viking Sky」事件，挪威動用了大量直升機，仍花了 10-12 小時才救出 470 人。
- C. 法羅群島的憂慮：法羅群島沒有足夠的資源來應對數千人的 MRO。同時，當地缺乏將大量被救人員安全接收上岸並安置的設施和經驗。

(4) 新興趨勢：悲劇性旅遊 (Dark Tourism)

- A. 法羅群島正在成為一些遊客的生命終結站。
- B. 演講者提到，過去兩個月正在尋找三名失蹤者，其中兩人是從南韓遠道而來，從一座名為「奴隸山」的高山跳海。MRCC 也需要處理這類搜救任務。

4、 MRCC Tórshavn 的未來目標

- (1) 翻新船隊 (船隻和直升機)。
- (2) 確保直升機的新合約。

(二十六)在冰冷水中的存活時間

有關本場次主題「在冷水中的存活時間」(Survival time in cold water)，主講主題統整如下：

1、 體溫失衡：生存的關鍵因素

- (1) 生存等級：在生存等級中，「體溫失衡」與「缺氧」同樣重要，其生存時間為數分鐘至數小時。
- (2) 水的影響：大部分偉大的海上生存故事都發生在溫暖水域，因為在冷水中，人無法生存足夠長的時間。
- (3) 對失溫的誤解：由於「鐵達尼號」的影響，人們普遍過度關注失溫症 (Hypothermia)，但事實上，還有其他階段的風險更高。

2、 冷水浸入的四個階段與風險

死亡風險與冷水浸入的四個階段相關：

(1) 冷休克 (Cold Shock) (< 3 分鐘)

- A. 機制：皮膚冷感受器突然受到溫度變化刺激，會引發非自主的喘氣 (Gasp) 和換氣過度 (Hyperventilation)。

脂肪層對此無保護作用，因為感受器位於脂肪層上方。

- B. 死亡原因：喘氣反應可能導致吸入 2-3 升海水 (致死劑量僅

1.5 升) · 造成溺水 (Drowning) 和心臟驟停 (Sudden Cardiac Death) 。

(2) 肢體功能失調 (Physical Incapacitation) (10 - 15 分鐘)

- A. 機制：淺層神經和肌肉冷卻，導致肢體功能失調。
- B. 風險：人會迅速喪失自救能力 (如爬出水面、抓住東西或游泳)，若無救生衣則會溺水。

(3) 失溫症 (Hypothermia) (> 30 分鐘)

- A. 機制：核心體溫下降。即使在冰凍的水中，赤身裸體的成人也不會在 30 分鐘內進入失溫狀態 (核心體溫開始急劇下降)。
- B. 風險：失溫症導致的意識喪失和隨後的心臟驟停是更大的風險。

(4) 救援後死亡 (Circum-rescue collapse) (17% 的死亡發生於此)

機制：死亡發生在救援期間或之後，可能與救援方式、再加溫方式或溺水延遲有關。

3、冷水作為「防腐劑」：水下生存時間

(1) 淹沒後生存時間：對於溺水者而言，若在 5-10 分鐘內未進行有效 CPR，生存機率會急劇下降，約 25 分鐘後失敗率接近 100%。

(2) 冷水擴大窗口：如果水溫非常低 (< 6°C)，溺水者的生存時間會顯著延長。

原因：冷水通過肺部迅速冷卻心臟和腦部的血液供應，「保鮮」大腦。

(3) 搜索時間建議 (水下):

- A. 水溫 $> 6^{\circ}\text{C}$: 恢復/救援時間約 30 分鐘。
- B. 水溫 $< 6^{\circ}\text{C}$: 恢復/救援時間可延長至 90 分鐘。
- C. 最新案例: 有在 7°C 水中淹沒 147 分鐘後成功復甦的案例。

4、預測水面生存時間: 挑戰與變異性

預測水面生存時間需要預測致死原因及其發生的時間 (即身體冷卻的速度)。

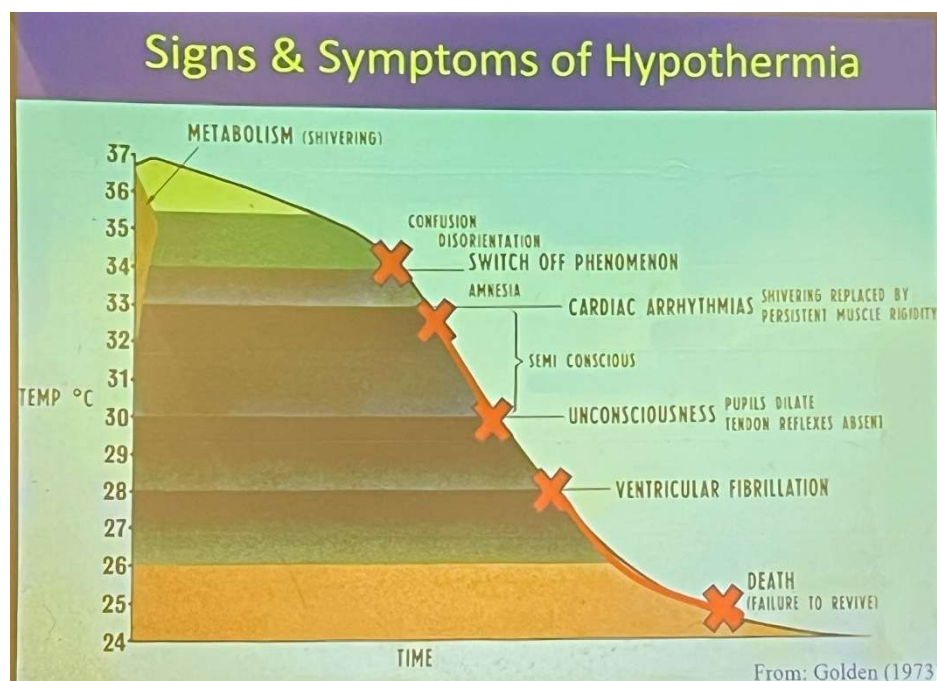


圖 31.低溫症特徵變化(圖片來源為研討會簡報擷取)

(1) 死亡溫度點

- A. 功能時間 (Functional Time) : 核心體溫降至 34°C時，肢體可能失能 (無法自救)。
- B. 意識喪失：體溫降至 33°C至 30°C時，意識逐漸喪失 (溺水風險)。
- C. 心臟驟停：體溫降至 28°C至 25°C時，心臟可能驟停。
- D. 生存時間範圍：預測生存時間所採用的致死體溫點因此從 34°C到 25°C不等。

(2) 影響冷卻速率的因素 (Variability)

- A. 服裝 (PPE) : 防護裝備如絕緣乾式潛水服 (Insulated Dry Suit) 能極大地延長生存時間。
- B. 體型 (Body Fat) : 體型較胖的人生存時間更長。
- C. 非熱因素：還有許多非熱因素 (如年齡、水域類型、是否穿著救生衣) 會影響冷卻速率。
- D. 年齡：大多數冷水生存數據來自 20 多歲的年輕人。老年人 (70-80 歲) 的顫慄反應較晚且較不敏感，深部體溫的防禦能力下降。因此，基於年輕人的生存時間預測會高估老年人的實際生存時間。

5、搜救時間的預測與改進

(1) 現有的搜索時間建議

- A. 過去基於經驗：50%生存時間 (預計 50%人仍存活的時間) 通常乘以 3 到 6 倍，作為建議的搜索救援時間。

- B. IMSAR 手冊曲線：國際上常用的冷水生存曲線（如 IMSAR 手冊中的曲線）是基於歷史數據中最大的生存時間點進行回歸分析而得出的，與經驗法則吻合。

(2) 邁向更精準的預測

- A. 問題點：目前所有生存時間預測大多僅基於水溫，但這會導致資源長時間被佔用（例如，搜索時間可能多出 7 小時）。
- B. 關鍵變數：為了提高預測準確性，必須將水溫以外的變數納入模型。最重要的六個變數包括：

(A) 水溫 (Water Temperature)

(B) 水域類型 (Water Area) (內陸/沿海/近岸/離岸)

(C) 年齡 (Age)

(D) 衣著 (Clothing)

(E) 是否穿著救生衣/PFD (PFD/Life Jacket)

(F) 體脂/體重 (Fat/Weight)

- C. 實施：美國海岸防衛隊已經開發了「生存機率決策輔助工具」(Probability of Survival decision aid) 允許輸入多種資訊（從水溫到年齡、服裝），以更精確地預測功能時間和生存時間。

6、應對大規模傷亡 (Mass Casualty Triage)

- (1) 問題：傳統搜救專為處理少量傷亡設計（3-4 人），無法應對大規模傷亡（50 人以上），因為等你救出最後一人，分類檢傷已無意義。
- (2) 解決方案：演講者團隊（與英國國防部、海岸防衛隊合作）開發

了一個「水上大規模傷亡分類檢傷工具」(In-water Mass Casualty Triage Tool)。

- A. 目標：在救援之前，根據獲救後生存的可能性，迅速有效對水中傷亡者進行分級排序（優先救援順序）。
- B. 基礎：基於對浸入生理病理學的理解，透過一系列問題（例如是是否受到戰火威脅、能見度等）引導救援人員決定優先順序。

(二十七)新世代技術在海事搜救行動中的應用

有關本場次主題「新世代技術在海事搜救行動中的應用」(Next generation technologies in MSAR operations)，主講主題統整如下：

1、英國海岸防衛隊 (HM Coast Guard) 的技術應用

今日的主題是「操作韌性」。

(1) 搜救

- A. 核心理念：技術系統的設計是為了「支援，而非取代」人類決策。最終的判斷仍應交給經驗豐富的專業人員。
- B. 漂移預測：使用先進的電腦模型，基於天氣、潮汐和海流，進行多達 10,000 次的預測，以推算失蹤人員或船隻的漂移位置。
- C. 陸地搜索：陸地搜索技術的重點是能夠快速、輕鬆地將搜索計畫分享給地面 3,500 名志願者，尤其是在網路訊號不佳的地區。

(2) 船舶交通管理 (VTM)

- A. 基礎設施：擁有超過 60 個 AIS 基地站、漁船監控系統 (VMS)、遠程識別與追蹤 (LRIT) 以及雷達和 VHF 定向儀 (VHF DF)。
- B. 數據融合：使用軟體將所有數據源 (AIS、雷達、海圖) 融合到單一的使用者介面上。
- C. 使用彈性：任何 MRCC (救援協調中心) 的操作員都可以從英國任何地方存取任何地區的介面，提供了極高的系統韌性。
- D. 自動警報：系統可根據特定區域規則自動發出警報 (例如船隻偏離航道、接近淺灘、進入分道航行區的錯誤方向)，使操作員能監控更大範圍並及早介入。
- E. 自動報告 (第一階段)：軟體會自動預填 (pre-populates) 船舶報告系統 (Ship Reporting System) 的欄位 (使用 AIS 數據)，以減少船岸雙方的作業負擔。
- F. 自動報告 (未來)：正在研發使用 Web 介面 (讓船隻提前填報) 和機器對機器 (machine to machine) 的全自動報告。

(3) 反污染與打撈

- A. 資源監控：使用軟體監控全英國所有清油資源的規格和標準，以便快速調度。
- B. 衛星偵測：利用衛星影像套疊海圖，自動警報油污洩漏。
- C. 追溯肇事者：透過融合 AIS 數據，系統可以重播油污區域的船舶動態，以找出可能的肇事者。

2、人工智慧 (AI) 在搜救領域的未來潛力

AI 在未來搜救中扮演的關鍵角色，特別是在處理「海量數據」方面。

(1) 海量數據分析 (AIS)

- A. 數據規模：英國海岸防衛隊擁有過去 20 年的 AIS 數據，在任何特定時間都在接收超過 10,000 艘船隻的訊號。
- B. AI 的價值：AI 可以比人工分析更快地處理這些海量數據，並將其與衛星、無人機、天氣等數據集即時結合。
- C. 主動風險管理：
 - (A) 識別高風險區域：分析數據以預測事故可能性高的區域，從而實現主動管理。
 - (B) 行為監控：透過行為監控（例如結合船舶違規紀錄、污染歷史、保險文件等）來標記高風險船隻。

(2) 搜索規劃與資源部署

- A. 優化搜索計畫：運行多次模擬，為多個搜救單位 (SRUs) 規劃最優的搜索模式。
- B. 精準漂移模型：將預報和即時環境數據融入搜索軟體，提供更準確的漂移模型。
- C. 事件預測：利用歷史事件、天氣、活動等數據融合，預測事件發生，以便主動部署資源和人員。
- D. 部署建議：AI 可以推薦部署人員、無人機、船隻和直升機的最有效方式，並預測生還機率，將資源分配到最能產生影響的地方。

(3) 減少操作員的認知負荷

- A. AI 儀表板：AI 可以整合所有感測器、無人機和人工報告，在「單一操作畫面」中向指揮官提供基於證據的建議。

- B. 自動篩選：AI 可以自動為操作員提供他們需要的關鍵資訊，而不是讓他們在多個應用程式和數據流中手動篩選。

(4) 無人機 (Drone) 應用

自動影像分析：AI 可以自動篩選數百小時的無人機影像，偵測熱訊號、移動、人形或求救訊號，無需人工審查。

3、成功整合的三個關鍵點

確保系統整合和數據共享有效性的三個關鍵點：

- (1) 政府機構間的數據共享：這是合作的驅動力。英國透過在「聯合海事安全中心」(Joint Maritime Security Centre, JMSC) 的代表來實現跨部門共享。
- (2) 開放標準 (Open Standards)：政府必須選擇開放標準，以確保數據能夠以一致、可互通和機器可讀的方式被存取和使用。
- (3) 遵守 IMO 標準：系統必須遵守 IMASR 手冊的嚴格標準，特別是在術語命名上 (例如搜索模式的縮寫、單位、角色、報告格式等) 必須保持一致。

(二十八)潛艇逃生、救援、棄艇與生存訓練設施

有關本場次主題「潛艇逃生、救援、棄艇與生存訓練設施」(Submarine Escape, Rescue, Abandonment and Survival Training Facility)，主講主題統整如下：

1、關於 SMERAS 團隊與其使命

(1) 核心職責：

- A. 負責英國國防部對全球任何英國潛艇事故的應對。

B. 向任何請求援助的國家提供協助。

(2) 核心理念：「一呼百應」(A call from one is a call to all)。承諾前往世界任何地方提供援助。

(3) 與民用機構的關係：演講者強調，他們此行的重要目的是與民用機構（如海岸防衛隊）建立聯繫。如果發生國家級事件（如三叉戟核潛艇事故），國防部將會徵用（call upon）所有民用資源（船隻、直升機）來協助定位和救援。

2、英國的救援資源與流程

(1) 前線反應部隊（DSG / SMERAP）

A. 構成：由約 9 人組成的兩支小隊，24 小時待命。

B. 任務：作為「第一批眼睛」抵達現場。他們會搭乘任何可用的平台（海岸防衛隊船隻、漁船、直升機）前往出事地點。

C. 裝備：攜帶人員可攜式（man portable）裝備，主要包括：

(A) 水下通訊設備

(B) 衛星通訊設備

(C) 未來希望能攜帶空中和水下無人機。

D. 職責：建立現場指揮、評估潛艇狀況（是否適合救援），並等待後續大型救援系統抵達。

(2) 大型救援系統

A. 北約潛艇救援系統（NSRS）：

(A) 歸屬：這不是北約的資源，而是由英國、挪威和法國三國共有的系統，由英國主導運營。

(B) 組成：總重約 400 噸，包括 ROV (水下機器人，用於清理殘骸和評估) 和 SRV (潛艇救援載具，即小型潛艇)。

B. 全球協同合作：如果發生事故，全球所有救援系統都會開始行動，直到被通知停止。主要合作夥伴包括美國 (聖地牙哥) 和瑞典 (URF 系統)。

(3) 最大的挑戰：後勤 (Logistics)

NSRS 的移動：將 400 噸的裝備 (基地在格拉斯哥) 用公路運至機場，裝上全球少數能承載它的巨型運輸機，飛到另一個機場，再用公路運至港口，最後裝上一艘商船 (Vessel of Opportunity)，這個過程極其困難且充滿風險。

3、國際協調：ISMERLO (潛艇救援的「公開」頻道)

(1) ISMERLO (國際潛艇脫險和救援聯絡辦公室)：

A. 設於倫敦的北約協調中心，但其網站向全球所有國家開放。

B. 關鍵點：潛艇救援是「開放資源」(Open Source) 的，沒有安全機密。其唯一目的是救援生命，因此作戰保密原則在此失效。

(2) 對民用機構的呼籲：演講者「強烈鼓勵」所有民用搜救組織註冊並使用 ISMERLO 網站。

泰坦號 (Titan) 的教訓：泰坦號事故期間，大量非軍事組織湧入該網站試圖協調救援。

4、潛艇的三種生存 (逃生) 方式

(1) 水面撤離 (Surface Abandonment)：

A. 首選方式。潛艇的設計目標始終是返回水面。

- B. 威脅：可能有 110 至 170 人同時落水。
- C. 裝備缺陷：目前僅有單人救生筏，這被認為是不可接受的。
- D. 改進：SMERAS 團隊正採購多人的 25 人救生筏。

(2) 救援載具救援 (Rescue by Submersible):

- A. 次要選擇方式 (當潛艇在海底時)。
- B. 流程：使用 NSRS 的 SRV 下潛對接，一次最多救援 16 人。
- C. 時間：救援一艘核潛艇 (SSBN) 可能需要長達 4 天。(潛艇內儲備物資可維持 7 天)

(3) 逃生塔逃生 (Tower Escape):

- A. 最後手段 (高風險)。
- B. 流程：船員穿上逃生服，進入逃生塔，加壓並彈出水面。
- C. 風險：極易造成減壓症 (DCS) 和傷亡。即使是在 30 米深的訓練塔中逃生也非常可怕。

5、未來的挑戰與方向

(1) 技術的悖論 (AK-47 理論):

- A. 救援系統必須像 AK-47 一樣：粗糙、基本，但絕對可靠。
- B. 儘管如此，團隊仍在積極尋求 AI 和無人機 (空中和水下) 的應用，因為無人系統將是抵達現場最快的軍事資源。

(2) 全球救援系統的「大限」(2032):

- A. 世界上所有主要的潛艇救援系統 (英國/挪威/法國、美國、

瑞典) 都將在 2032 年同時到期 (壽命終結)。

- B. 這被視為一個「世代機遇」，以推動建立一個全球標準化的救援系統。

(二十九)水面自動船、海上自動化：無人系統如何塑造海事搜救的未來

有關本場次主題「水面自動船、海上自動化：無人系統如何塑造海事搜救的未來」(MASS, Automation at Sea: How unmanned systems are shaping the future of MSAR)，主講主題統整如下：

1、未來的樣貌：MASS (海上自主水面船舶)

未來航運景觀將發生巨大變化。

- (1) 主要驅動力：許多國家 (尤其是日本) 正面臨海員短缺的嚴重問題，因為年輕一代不願意出海。自動化和遠端操作是解決方案。

- (2) IMO 的 MASS 準則：國際海事組織 (IMO) 正在制定 MASS 準則 (海上自主水面船舶準則)，該準則包含四個自主等級：

- A. 等級一：船上有船員，但有高度的決策支援 (演講者認為這是個好的開始)。

- B. 等級二：船隻被遠端控制，但船上仍有船員 (可能導致船員減少)。

- C. 等級三：船隻被遠端控制，船上沒有船員 (演講者稱之為 ROS，遠端操作船舶)。

- D. 等級四：完全自主的船舶。

- (3) 預測：到 2035 年 10-20% 的新造船可能具有高度自主性；到 2055 年 30-50% 的營運船舶可能具有某種形式的自主性。

2、 搜救的法律義務不變

無論技術如何變化，MASS 的法律義務與載人船舶完全相同。

- (1) SOLAS (海上人命安全公約) 第 5 章第 33 條：船長有義務「提供援助」(provide assistance)。
- (2) UNCLOS (聯合國海洋法公約) 第 98 條：船長有義務「前往救援」(to the rescue)。
- (3) MASS 準則第 23 章：IMO 明確要求 MASS (無論是否有船員) 都必須具備「救助遇險人員」(recover persons in distress) 的手段。

這項「救助」的任務要求將帶來巨大的技術挑戰。

3、 MASS 時代的搜救新難題

(1) 新的協調模式

- A. 遠端操作中心 (ROC)：當 RCC (救援協調中心) 調動一艘 MASS 時，他們可能不再是與船橋通話，而是與地球另一端的「遠端操作中心」(ROC) 通話。
- B. 延遲問題 (Latency)：指令傳遞和船舶實際執行之間可能存在時間延遲，這在載人救援艇與 MASS 協同作業時可能產生新的風險 (例如，要求 MASS 轉向 10 度，但需等待 30 秒才執行)。

(2) MASS 作為「搜救資源」的優劣

- A. 優勢 (潛力)：MASS 為了自身航行安全，可能會配備比人眼更強大的感測器 (光達、先進雷達、熱成像、聲音探測)。這些感測器可能使 MASS 成為極其優秀的「搜索」平台。
- B. 劣勢 (挑戰)：如何「救援」？

(3) 「救助」(Recovery) 的挑戰

- A. 核心衝突：IMO 要求 MASS 必須能「救助」人員，但工程師和船東對此持保留態度。
- B. 「僅投放救生筏」的選項 (演講者強烈反對)：
 - (A) 有人提議 MASS 只需向落水者投放救生筏即可。
 - (B) 演講者堅決反對此觀點，稱「向已經在救生筏裡的人再丟一個救生筏沒有任何幫助」，「要求水中的人自己爬進救生筏是不公平的」。
- C. 替代方案 (均有缺陷)：
 - (A) 大型船舶靠近：對於大型船舶而言，靠近水中微小目標的操作極其困難 (無論是自主還是遠端)。
 - (B) 發射「機器人救援艇」：船隻發射一艘無人救援艇去救人，然後再回收。
 - (C) 船側救援設備：使用傳送帶、吊臂、吊籃等。但這些設備的自主/遠端版本尚未經過充分測試。

(4) 船上安置 (Sheltering) 的難題

- A. 「救上來然後呢？」：最大的問題是，當 MASS 成功救起人員後，如果船上沒有船員，該怎麼辦？
- B. 人道危機：獲救者可能處於濕冷、受傷、驚嚇的狀態，需要醫療和基本照護。
- C. MASS 的設計缺陷：為了降低成本，MASS 可能完全沒有為人類設計的起居空間 (如住宿、廁所、食物)。
- D. 可能的解決方案：是否應強制要求所有 MASS 必須配備一個

裝有基本維生設施的「倖存者貨櫃」？

4、 結論：

- (1) IMO 已明確規定：MASS 必須參與搜救，沒有藉口。
- (2) 「拉鋸戰」：目前正處於「工程師/設計師」(希望降低成本) 與「搜救人員」(希望船舶具備所有救援功能) 之間的拉鋸戰。
- (3) 沿海豁免的風險：有人提議「沿海」的自主船舶可以豁免救援義務 (因為岸際救援船會到場)，演講者對此表示反對，因為「最近的船隻」必須立即開始救援，以防止人員在救援隊抵達前死亡。
- (4) 時間窗口：IMO 的 MASS 準則預計在 2028 年試行，2032 年強制生效。搜救社群仍有時間影響這些規則的制定，以確保未來的船舶具備真正的救援能力。

(三十)對抗正常化偏差：搜救決策中的認知偏差

有關本場次主題「對抗正常化偏差：搜救決策中的認知偏差」
(Combating Normalcy Bias: Cognitive Biases in Search and Rescue
Decision Making)，主講主題統整如下：

1、 什麼是「常態偏見」(Normalcy Bias) ？

- (1) 定義：「常態偏見」是一種認知偏誤 (Cognitive Bias)，指人類傾向於低估災難性事件發生的可能性及其衝擊。
- (2) 白話解釋：這是我們內心深處渴望生活繼續保持「正常」軌跡的期望。當我們收到與「正常」相悖的資訊時 (例如災難警報)，大腦的第一反應是「否認」和「排斥」它。
- (3) 搜救的關聯：演講者在研究了幾乎所有重大的搜救任務失敗案例後發現，「常態偏見」是導致任務失敗、本可避免的生命損失的核

心因素。

2、常態偏見在搜救中的表現（案例研究）

演講者講述了兩個真實案例，說明常態偏見如何導致經驗豐富的協調員做出致命的錯誤決策：

(1) 案例一：巡邏艇與失蹤的流浪漢

- A. 事件：凌晨 4:30，一名海岸防衛隊哨兵看到一名流浪漢在碼頭上，轉身倒咖啡再回來時，人已消失。他用熱像儀（FLIR）在水中看到一個「人形熱點」，立即發出人員落水警報。
- B. 常態偏見的反應：救援協調中心（RCC）立即開始懷疑這個報告：
 - (A) 「天太黑了，你怎麼知道他掉下去了？」
 - (B) 「那個熱點可能只是一隻鳥或海洋生物。」
 - (C) 「他只是個年輕哨兵，他可能根本沒注意看。」
- C. 結果：RCC 將其裁定為「虛假警報」（False Alert）並暫停了搜索。幾小時後，屍體被發現。

(2) 案例二：欺騙通道（Deception Pass）的沉船

- A. 事件：夜晚，在 3 米高的巨浪中，一艘大船看到旁邊的小船突然消失了。大船靠近後，在水下看到了疑似「導航燈」的亮光，隨即報警。
- B. 常態偏見的反應：海岸防衛隊最初採取了行動。但不久後，另一艘船報告稱「看到一艘相似的小船正在返航」。
- C. 結果：RCC 立即抓住（grasp on to）第二個「正常」的報

告，並以此推翻了第一個「災難性」的報告，停止了行動。
一名船員死亡，另一名 7 小時後才被發現。

3、常態偏見何時最容易發生？

(1) 資訊模糊不清時 (Ambiguity)：

- A. 搜救案件的資訊永遠是不完整的 (像缺少拼圖)。
- B. 我們的大腦會自動填補缺失的拼圖，但它不是用客觀經驗去填補，而是用「我們希望它成為的樣子」去填補。

(2) 負面訊號淹沒正面訊號時：

- A. 正面訊號：VHF 16 頻道傳來模糊的『Mayday』聲。
- B. 負面訊號 (正常的訊號)：「但天氣很好。」、「沒有其他船隻報警。」
- C. 結果：大腦傾向於用多個「正常」的訊號來否定一個「異常」的訊號。

(3) 無意識的動機 (Unconscious Motivations)：

案例：演講者指出，有記錄顯示，僅僅是因為「文書工作太痛苦」，就導致了協調員決定不對紅色信號彈採取行動 (因為 98% 都是誤報，但每次出動都要填寫 2 小時的報告)。

(4) 打破常規時：任何打破值班常規的事件。

(5) 虛警率高時：例如 SARSAT (衛星搜救系統) 高達 98.6% 的虛警率，會讓人麻痺。

(6) 「黑天鵝」事件：事件規模大到無法理解，導致反應遲緩。

4、如何對抗常態偏見 (三種策略)

常態偏見存在於每個人心中（無論資歷深淺）。以下是防禦策略：

(1) 去偏見訓練（Debiasing Training）

- A. 方法：讓成員「意識到」（Awareness）這種偏見的存在。
- B. 行動：閱讀案例研究、調查報告。HM Coast Guard 已在使用相關影片對新成員進行培訓。

(2) 建立「程序遵從」的文化（Procedural Compliance）

- A. 核心：組織文化必須是「永遠遵守程序，除非有充分理由不遵守」。
- B. 偏差的正常化：必須警惕「常態化違規」（Normalization of Deviance，源自挑戰者號太空梭災難），即把「偏離程序」當作常態。程序是抵禦偏見的「對沖」（Hedge）工具。

(3) 對「不作為」採取敵對立場（Adversarial Posture against Inaction）

- A. 關鍵時刻：搜救團隊文化是合作的，但只有一個時刻必須採取「敵對立場」。
- B. 時機：當有人提議「不作為」時，例如「我們不該去」、「停止搜索」、「這是誤報」。
- C. 行動：在那一刻，團隊中的每個人都有義務（Duty bound）站出來挑戰這個決定，無論職位高低。

(三十一)將人從海事作業的決策環節中移除：所有事故都會消失嗎？

有關本場次主題「將人從海事作業的決策環節中移除：所有事故都會消失嗎？」（Removing humans from the decision loop in maritime

operations: Will all accidents disappear?) · 主講主題統整如下：

1、 核心論點：對「自動化」的迷思

航運業正朝著自動化和 AI 發展，但這種趨勢並未減少事故，只是轉移了事故的原因。

(1) 「80%事故是人為失誤」的謬論：

- A. 演講者強烈反駁這一學術界的普遍說法。他指出，這個數據之所以成立，是因為只有「失敗」才會被報告。
- B. 那些由人類操作員（舵手、船長）透過經驗和直覺成功避免的事故（如減速、轉向）數量「高得嚇人」（sky high），但從未被報告。
- C. 因此，不能將「人為失誤」當作移除人類的理由。

(2) 區分「失誤」與「疏忽」：

- A. 演講者承認「人為疏忽」（Human Neglect）確實會導致事故（例如船員睡著或關閉所有警報）。
- B. 但解決「疏忽」的自動化系統（如駕駛台警報）也常被人類輕易破解。

(3) 自動化的演變：從「主動」到「被動」：

- A. 自動化前：人類主動操作一切。
- B. 自動化後（電子海圖時代）：人類的角色變為「被動觀察者」，只需在系統出錯時介入。
- C. 電子海圖的反效果：演講者指出，電子海圖的引入增加了事故，因為「糟糕的資訊導致糟糕的決策」。

2、AI 與自主船舶 (MASS) 的挑戰

演講者對 AI 和自主船舶的未來持謹慎態度，認為其核心問題是信任、透明度和培訓。

(1) 培訓的困境

- A. 時間不足：未來的海員既要學習傳統的「主動」技能（以防系統失靈），又要學習如何操作複雜的「被動」系統（AI、自動化）。
- B. 演講者的預測：我們很快將沒有足夠的時間來完成這兩種培訓。傳統的航海技術（如天文航海）已經被放棄，未來的海員將過度依賴他們可能並不完全信任的系統。

(2) AI 的信任與透明度問題

- A. AI 不可信：演講者以他與 Co-pilot (AI 助理) 的辯論為例，強調 AI 必須被挑戰，不能全盤接受其建議。
- B. AI 如何決策？如果一艘自主船舶為了避碰而突然轉向，它必須在行動前向人類（無論在船上還是在遠端中心）解釋「為什麼」。
- C. AI 應扮演的角色：AI 應該像一個「全像投影的副駕駛」（Holographic co-pilot），與人類駕駛員對話、協同，而不是一個黑盒子。

(3) AI 無法應對「不按規矩」的人類

- A. 研究案例（小型渡輪）：研究團隊記錄了 3,500 次渡輪航行，發現有 228 次，渡輪船長故意違反了避碰規則（例如在擁有路權時主動避讓）。
- B. 原因：船長判斷另一艘船（通常是休閒遊艇）「無論如何都不

會遵守規則」。

C. AI 的困境：

(A) 你如何為 AI 編寫一個「除非對方看起來要違規，否則就遵守規則」的演算法？

(B) 如果 AI 嚴格遵守規則（例如亞利桑那州的自駕車在黃燈時急停），反而會導致追撞，增加風險。

(4) 遠端操作中心（ROC）的局限性

A. 經濟上不可行：業界幻想的「一人對一船」的遠端監控在經濟上不可行。現實將是「一人監控 10 艘或 20 艘船」。

B. 感官的缺失（關鍵）：

(A) 遠端操作員只有視覺。

(B) 他們失去了航海中至關重要的其他感官：「我感覺不到船體的震動，我聞不到氣味，我聽不到聲音。」

(C) 一個有經驗的海員能「感覺」到海浪的變化並知道需要減速，而 ROC 中的操作員無法做到這一點。

C. 可行的替代方案：演講者建議，與其追求「無人駕駛台」，不如像「無人機艙」（Engine Zero）一樣，將駕駛台的監控權交給船上其他醒著的人（如輪機員），至少確保船上有人。

(5) AI 與搜救無人機的盲點

A. 案例（Mercury 專案）：團隊測試了一款具備模式識別功能的自主（非遙控）搜救無人機。

B. 結果：

(A) 無人機成功執行了搜索模式。

(B) 但它錯過了要尋找的目標 (假人)。

(C) 原因：假人夾克的顏色錯誤 (淺藍色)，AI 未能將其識別為「人」。

C. 結論：「人眼」和「人腦的解讀」在當下仍然是最好的感測器。如果 AI 漏報了一次，你就永遠不會再信任它。

3、 結論：人類必須留在決策迴圈中

(1) 演講者的預測：真正的自主航行在 10-15 年內都不可能實現，不是因為技術不行，而是因為「倫理」(Ethics) 問題。

(2) 未來的重點：我們不應只關注系統的發展，而應關注「人機互動」(Human-Machine Interaction)。

(3) AI 的角色：技術應該是「夥伴」(Partner)，而不僅僅是提高效率的工具。

(4) 最終警告：如果我們不有意識地將人類置於決策中心，我們最終會進入一個「由 AI 決策、由第二個 AI 控制、並由第三個 AI 批准」的世界，而人類只是船上的「乘客」。

(三十二)近海再生能源設施附近的搜救

有關本場次主題「近海再生能源設施附近的搜救」(SAR near offshore renewable energy)，主講主題統整如下：

1、 離岸風電的增長與搜救的挑戰

演講者指出，離岸再生能源（特別是風能）正在全球爆炸性增長，這給搜救行動帶來了新的複雜性。

(1) 發展趨勢

- A. 全球增長：雖然歐洲曾領先，但近年來中國在裝機容量上增長最快，全球新興市場（如巴西、日韓、澳洲）也在快速發展。
- B. 英國的挑戰：英國未來 10-15 年將在全國海岸線附近建滿風電場，搜救系統必須適應。
- C. 事故趨勢：雖然石油和天然氣行業的事故總數仍更高（多為醫療後送），但離岸風電行業的「重大事故」數量正在上升，顯示潛在風險增加。

(2) 事故類型與案例

A. 船隻碰撞事故：

- (A) 值班失誤：許多事故歸因於值班瞭望不當或船長在駕駛台睡著。
- (B) 影響：一艘漁船在夜間撞上風機，事後船員否認駛向離岸，並聲稱被葉片擊中（極不可能），暗示可能受影響駕駛。
- (C) Walk-to-work 船隻 (W2W)：曾發生過 W2W 船隻撞上自家風機，導致直升機甲板嚴重受損。
- (D) 人為分心：一艘 CTV (Crew Transfer Vessel，人員轉運船) 在駕駛過程中，船員因操作某種設備而分心，撞上風機。

B. 其他事故：

- (A) 火災：首次有船員在場的風機火災，船員成功撤離，但推翻了業界認為「風機著火時不會有人在場」的說法。

- (B) 設備故障：風機葉片或整個輪轂因索具故障而掉落海中，產生破纖維碎片等環境挑戰。
- (C) 「尋求刺激者」(Thrill Seekers)：衝浪者、立槳衝浪者 (Paddle boarders)、甚至有人攀爬風機後跳傘或跳水。

2、 搜救運作的主要挑戰

離岸風電場極大地限制了搜救協調員的選擇和效率。

(1) 搜索的限制

- A. 漂流 (Drift)：風機對水流和漂流物的影響是未知的，這使得漂流計算 (Drift Rate) 變得不可靠。
- B. 探測概率 (Probability of Detection, PD)：當搜索資源 (飛機、船隻) 在風機之間穿梭時，視線被遮擋，探測落水者或物體的機會大大降低。
- C. 資源部署：在惡劣天氣、低能見度或夜間，SMC (搜救任務協調員) 很可能必須裁定進入風電場進行搜索的風險過高，從而減少可用資源。

(2) 救援 (Rescue) 的限制

- A. 高空作業：現代風機越來越高 (最高達 300 米，約 1,500 英尺)，直升機必須在風機之間低空飛行，不能在其上空運作 (雲層限制)。
- B. 風電場佈局：多個風電場相鄰時，其佈局方向不一致，給救援資源進出帶來困難。
- C. 商船的意願：演講者未得到確切答案，但懷疑一般商船在收到 Mayday 時，是否願意或被允許進入複雜的風電場進行救

援。

(3) 新興技術與風險

漂浮式風電 (Floating Wind) :



圖 32.漂浮式風電(圖片來源為研討會簡報擷取)

- A. 這是下一個重大趨勢，將風機部署到更深、更遠的海域。
- B. 定義困境：這些設施在某些法規中被視為「船隻」，在另一些法規中被視為「設施」，法律定義的不確定性造成處理困難。
- C. 風險：如果它們沉沒，可能不會完全沉入海底，而是像巨大的障礙物突出水面。

(4) 低頻高風險 (Halo) :

- A. 卡住/纏繞 (Entrapment) : 雖然發生頻率低，但人員被離岸裝置或漁網纏住後，英國目前沒有完善的應對機制。
- B. 體重限制：由於海上工作人員平均體重增加，英國的搜救直

升機絞車 (Winch) 面臨負載限制。英國石油產業已考慮實施 124 公斤的體重限制。

3、 業界合作與新措施

儘管存在挑戰，演講者強調離岸風電行業也是搜救的重要資源。

- (1) 積極貢獻：風電場的船隻和人員往往是第一個到達事故現場的，他們曾提供除顫器 (AED)、幫助處理炸彈 (Ordnance) 爆炸事故，或在海難中提供救援。
- (2) 合作措施：
 - A. TRIX 演習 (Triennial Renewables Exercise)：英國每三年舉行一次大規模的再生能源搜救演習，記取教訓，主要集中於通訊、協調和互操作性。
 - B. 風機頂部救援：英國海岸防衛隊已成功進行了真實的直升機從風機頂部接載傷員的救援。
 - C. 搜救研究：正在與美國海岸防衛隊合作，利用 GPS 浮標 (Self-locating marker buoys) 進行漂流試驗，以量化風機對漂流的影響。
 - D. 技術增強：要求在風電場安裝 VHF 無線電和 AIS 設備，並將訊號接入海岸防衛隊的運作中心，以改善風電場內部的通訊問題。

(三十三)設置標準：透過認可提升海事搜救能力

有關本場次主題「設置標準：透過認可提升海事搜救能力」(Setting the Standard: Enhancing Maritime Search and Rescue through endorsement)，主講主題統整如下：

1、 搜救領域的核心問題：缺乏標準化

演講者指出，過去兩天的會議都在討論硬體（船隻、設備、AI），但很少關注人類操作員（Human in the loop）。搜救社群面臨的最大問題是標準和培訓的分散性，這嚴重威脅了行動效率和救援人員的安全。

(1) 訓練與標準的分散性（Fragmentation）

- A. 國際手冊的歧義：《國際航空和海上搜救手冊》（IAMSAR Manual）的解釋因國家而異，部分措辭模糊且不具體。
- B. 地區差異巨大：超過 100 個國家管理各自的搜救區域，協議獨特。僅歐洲，IMO 就承認超過 30 個不同的搜救區域，各有不同的操作框架。
- C. 資格認可：搜救資格認可缺乏跨境互認（Mutual Recognition）。在一個國家接受的培訓，在另一個國家可能無效。
- D. 比喻：醫生可以在印度和英國之間轉移執照，但搜救人員不能。
- E. 行動影響：缺乏共同標準，導致聯合行動成為「聯合混亂」（Joint Confusions），缺乏船上信任，並阻礙了年輕專業人員的職業發展。

(2) 對救援人員的嚴峻挑戰

- A. 高風險環境：搜救人員不僅在海上，還經常在最惡劣的條件下工作。
- B. 疲勞與壓力：在高壓情況下，「疲勞」是最大的敵人。
- C. 生死攸關：搜救行動是與時間、條件和人類極限的鬥爭，生命取決於救援人員在該時刻的統一決策。

2、 解決方案：透過「認可」(Endorsement) 建立統一標準

海事研究所 (The Nautical Institute, NI) 作為一個全球專業機構 (非 IMO 顧問地位)，正與海事搜救委員會合作，推動一套全球認可方案，旨在統一搜救領域的能力標準。

(1) 認可的意義與價值

- A. 目的：認可的目標不是為了「打勾」(ticking boxes)，而是為了建立整個生態系統的信心和一致性。
- B. 適用對象：認可對個人、團隊和組織都至關重要。
- C. 對個人的好處：提供職業發展路徑、增強信心、建立專業社群、確保與隊友同步行動。
- D. 對行業的好處：建立全球基準、增強互操作性、提高安全協調、最終實現任務成功。

(2) NI 提出的認可方案 (MSAR 認可)

- A. 核心原則：該方案是為了「認可」救援人員已經擁有的技能，而不是提供培訓。NI 尊重各國和組織的培訓專業性。
- B. NI 的角色：僅作為管理方 (Administrator)。認可標準由業界專家 (海事搜救培訓專家小組) 決定。
- C. 實施方式：
 - (A) 設有「船員認可」(Crew Endorsement) 和「指揮認可」(Command Endorsement) 兩條路徑。
 - (B) 框架涵蓋技術能力、人為因素、心理健康和韌性。
 - (C) 申請人提交培訓記錄簿 (Training Record Book)，通過評估後由 NI 頒發認證。

(3) 為未來世代創造基礎

- A. 舊世代的挑戰：許多資深人士習慣於「在職培訓」(Ad hoc training) 和「創新」(re-inventing)。
- B. 新世代的需求：年輕專業人員 (出生於 90 年代後) 需要透明度、問責制和結構化的職涯路徑。
- C. 標準化不是扼殺：對年輕人而言，標準化並非限制，而是提供一個穩定的基礎，讓他們可以在此基礎上進行創新。未來的搜救領導者將建立在一致性上，而不是花時間重新發明已經應該達成共識的東西。

(三十四)專題座談：採取行動

有關本場次主題「專題座談：採取行動」(Panel Discussion: Taking action)，主題討論統整如下：

1、未來搜救的主要挑戰

小組成員認為，搜救社群面臨的最大挑戰是創新速度與整合能力之間的差距，以及不斷變化的全球風險。

(1) 技術創新與整合的鴻溝

- A. 創新速度超前：創新速度呈指數級增長 (例如 AI、無人機、植入式晶片等)，但搜救組織和政府整合這些創新的速度卻非常緩慢。
- B. 挑戰：真正的挑戰不是目前的技術，而是創新速度超越了我們整合技術的能力。除非建立新的系統、政策和架構，否則未來這個差距只會更大。
- C. AI 的局限性：AI 潛力巨大 (例如協助識別正確的程序、審核

程序變更的影響)，但目前仍有風險。例如，AI 聊天機器人提供的航空救援建議被證明是隨機且不準確的，目前不應用於操作響應。

(2) 環境變化與資源緊縮

- A. 風險增加：全球氣候變化、大型客船數量增加、海上移民增加等，都使搜救風險不斷提高。
- B. 新技術的意外風險：電動車（EV）透過汽車運輸船大量運輸，但搜救群體尚未掌握撲滅鋰電池火災的有效方法，增加了棄船風險。
- C. 預算減少：全球搜救和應急響應的預算正在減少，因為預防工作不會帶來直接的經濟收益，這與不斷增加的風險形成鮮明對比。

2、合作與創新模式

小組一致認為，多元化合作和思維多樣性是應對這些挑戰的關鍵。

(1) 跨界合作的重要性

- A. 與私營部門合作：鑑於公共部門資源下降，應更有效地與營利性行業合作（例如英國海岸防衛隊與 Bristow 的合約），利用私人行業的創新速度來彌補政府的整合不足。
- B. 人資多樣化：歷史上搜救組織多招募海員，但現在應從不同領域引進人才。非海事背景的人員往往能提供全新的視角或「好的主意」。
- C. 國際協作：會議邊緣的非正式交流（交換名片、會後的後續對話）是推動相互學習和創新的巨大動力。
- D. 國際責任：不能遺忘資源匱乏的國家。需要找到簡單、高效

且成本低廉的解決方案（例如設備捐贈、透過視訊連結進行會議）。

(2) 創新與基礎工作的平衡

A. 回歸基礎：雖然創新令人興奮，但有時需要退一步，做好基礎工作。

(A) 例如，由於 GNSS 欺騙和戰爭風險，需要重新掌握無 GNSS 情況下的導航技能（雷達、紙質海圖、天文導航）。

(B) 對於志願者搜救組織來說，要求他們掌握複雜的傳統導航技能是一個巨大的挑戰。

B. 非技術技能（NTS）：非技術技能（如船員資源管理和人為因素）對搜救效率至關重要。將這些概念嵌入日常操作中，能有效提高搜索效率和探測概率（PD）。

(3) 業界與搜救社群的對話

A. 共同制定需求：業界（製造商、技術供應商）需要與搜救社群更緊密地合作，幫助業界了解搜救組織的實際需求，而不僅是業界認為的需求。

B. 無契約工作坊：舉辦製造商和搜救專家之間的非正式工作坊，在沒有合約承諾的情況下，共同討論什麼樣的解決方案能提供價值，並克服實施障礙。

C. 全球經驗教訓：需要建立一個全球搜救經驗教訓庫（Global SAR lessons learned），防止過往教訓（例如 30 年前的教訓）不斷被重複學習。

3、對未來的預測

- (1) 領域界限模糊：由於技術創新（例如 70% 的智慧型手機配備非地面通訊晶片），傳統的搜救領域界限（例如海上搜救 vs. 陸地搜救）將會模糊。
- (2) 統一的應急響應：未來的緊急呼救（例如透過手機）將強制政府整合其響應系統（例如將 RCCs 整合到 999/911 系統中）。未來的會議可能不再是「海上搜救會議」，而只是「搜救會議」。

參、心得感想

這次為期 5 日的英國南安普敦研討會暨交流，最核心的收穫莫過於與英國聯合搜救中心(JRCC UK)及執行單位皇家國家救生艇協會(RNLI)的深度交流。由受理、派遣至實際搜救單位出動，充分了解英國實務運作模式，這不僅讓我方對英國在搜救領域的模式有了更直觀的認識，也強化了未來跨國合作的實力。

本次研討會主題多樣且來自各國的演講者皆有許多觀點及意見值得學習，以下對於較重要內容進行摘要。

從「純人道救援」轉向「混合戰威脅下的韌性搜救」，烏克蘭與波蘭代表所揭示的殘酷現實，搜救 (SAR) 已不再單純是對抗大自然，更包含對抗人為的惡意干擾與戰爭迷霧，過去我們習慣依賴的 GPS/GNSS 定位、AIS 系統與國際公約保護，在現代混合戰 (Hybrid Warfare) 與灰色地帶衝突中顯得極為脆弱。波蘭提到的「船舶瞬移」與搜救無人機因電子干擾而墜毀，以及烏克蘭搜救船被敵軍俘虜作為「人肉盾牌」的案例，可了解到搜救上更具挑戰性的樣態。

技術整合的關鍵在於「去中心化的決策」與「系統間的互操作性」，傳統「由上而下、層層匯報」的指揮體系，在應對如北極或廣大經濟海域的瞬時災難時，往往緩不濟急。降低第一線人員的認知負擔 (Cognitive Load)，並賦予他們即時決策的資訊與權力是較為有效的做法。國際趨勢已從單純購買昂貴載台 (如大型救難艦)，轉向投資「數據融合」與「無人載具分層作業」，以無人機確認後再擴展到搭載人機方式執行，極大化了資源效益。

過去我們常誤以為提升搜救能力就是購買更多螢幕、安裝更多感測器，但研討會中「正常化偏差」與「將人移除決策迴圈」的講題給予我們當頭棒喝。當資訊過載時，指揮官容易產生認知偏誤，導致像「忽略異常訊號」這類致命錯誤。真正的現代化搜救系統，不應要求操作員自行整合雷達、AIS 和紅外線影像，而是系統應自動完成數據融合，並利用 AI 篩選出「異常行為」(如偏離航道、無 AIS 目標)，讓指揮官能專注於決策而非數據判讀。

肆、建議事項

一、導入「無人機分層搜救」體系，優化資源調度效益

建立高低配分層架構：目前我國搜救仍高度依賴昂貴的旋翼機（直升機）與海巡艦艇。建議建立「無人機先行」機制，利用長滯空無人機（如垂直起降定翼機）擔任「高層」廣域搜索與通訊中繼角色，確認目標後再派遣直升機或船艇進行「低層」救援。此舉除節省昂貴的飛行時數與燃油外，更能降低救援人員在惡劣海象下的風險。

二、AI 運用提升

(一) AI 輔助決策：引進類似英國海警的 AI 漂流預測與資源部署建議系統，減少人為判斷的主觀誤差，特別是在長時間搜索導致疲勞的情況下。

(二) 善用 AI 辨識技術：導入具備邊緣運算（On-board AI）的熱顯像與多光譜偵測技術，讓 AI 自動過濾海面雜波並標記異常熱源或物體，解決操作員長時間注視螢幕產生的疲勞與漏看問題。

三、強化大規模救援（MRO）能量

隨著目前郵輪觀光產業復甦，必須具備處理數百甚至數千人同時落水的大規模救援能力。應優先推展戰術授權與去中心化，賦予現場指揮官（OSC）更大的戰術裁量權。在緊急狀況下，指揮官應有權直接調動附近民用船隻、漁船或特種資源（如風電工作船），而不需等待層層公文批示。

整合民間與志願力量，臺灣擁有龐大的漁船。可參考 RNLI 模式，研發或提供簡易、標準化的通訊設備，並定期舉辦聯合演訓，使「民力」能成為正規搜救體系的有效延伸。