理事長開講：當海上船舶位置不可信賴時～船位欺騙、海事安全與海上治理的信任危機

When Vessel Positions at Sea Can No Longer Be Trusted: Position Deception, Maritime Safety and the Crisis of Trust in Maritime Governance

陳彥宏*

摘要

現代海上監控仰賴全球衛星導航系統(GNSS)、船舶自動識別系統(AIS)及衛星影像掌握船舶動態，監控畫面呈現的船位與航跡卻未必反映實際航行。本文採取公開資料的質性案例比較、國際規範分析及海事實務檢視，探討船位主動操弄、第三方定位欺騙、船舶身分偽冒，以及設備故障與資料處理失誤的不同機制，分析其對航行安全、海事保安、航運合規、事故調查及海域治理的影響。

研究發現，完整連續的電子航跡可能失真，多套設備亦可能因共用定位來源而形成同源污染。確認資訊異常、辨識實際行為人及認定法律責任，須依不同證據與法律要件分別判斷。本文據此提出可信海上態勢感知(Trusted Maritime Situational Awareness, T-MSA)架構，以船舶存在、身分、實際位置、歷史航跡、船舶行為及決策證據建立六層驗證模型，並以五種資訊可信狀態標示查證結果與剩餘不確定性。研究進一步提出多源獨立觀測、船端安全應變、電子證據保全及跨機關協作等整備方向，使海事安全與治理決策建立在可驗證的事實之上。T-MSA 仍屬概念性治理架構，其實際成效尚待後續驗證。

關鍵詞：船位欺騙、可信海上態勢感知、海事安全、海事保安、電子證據、海域治理

Abstract

Modern maritime monitoring relies increasingly on Global Navigation Satellite Systems (GNSS), the Automatic Identification System (AIS) and satellite imagery, yet displayed vessel positions and trajectories may not correspond to actual movements. Drawing on qualitative comparisons of publicly documented cases, international regulatory instruments and

* 陳彥宏 Solomon CHEN，英國威爾斯大學海洋事務與國際運輸學博士，台灣海事安全與保安研究會理事長，新台灣國策智庫諮詢委員，國家運輸安全調查委員會諮詢委員，海洋委員會海巡艦隊分署海損評議審查會委員，海事仲裁人。曾任教於臺灣海洋大學、澳大利亞海事學院國家港埠與航運中心、高雄海洋科技大學。曾客座於上海交通大學凱原法學院國際海事研究中心、廈門大學南海研究、澳大利亞海事學院。EMAIL: solomonyhchen@gmail.com。

maritime practice, this study examines deliberate position manipulation, third-party spoofing, vessel identity impersonation, equipment failures and data-processing errors. It assesses their implications for navigational safety, maritime security, shipping compliance, casualty investigation and maritime governance.

The findings demonstrate that apparently continuous electronic tracks may be misleading and that multiple systems can reproduce erroneous positions through common-source dependence. Identifying anomalies, establishing the actions of responsible parties and determining legal liability require distinct evidential assessments. The study proposes a Trusted Maritime Situational Awareness (T-MSA) framework comprising six verification layers: vessel existence, identity, actual position, historical trajectory, behaviour and decision evidence. Five information verification states are introduced to indicate the evidential status of specific findings and their remaining uncertainties. Practical measures involving independent multi-source observations, onboard contingency procedures, preservation of electronic evidence and inter-agency coordination are recommended to strengthen the factual basis of maritime safety and governance decisions. T-MSA remains a conceptual governance framework requiring further practical testing and empirical validation.

Keywords: Vessel position deception; Trusted Maritime Situational Awareness; Maritime safety; Maritime security; Electronic evidence; Maritime governance

楔子

海洋從來不會主動告訴航海人，自己究竟身在何處。千百年來，人們仰望星辰、辨認岸形、觀察潮流，憑藉羅經與海圖，在遼闊而變動的海面上尋找自己的位置。航海技術不斷進步，從天文定位到衛星導航，從紙海圖到電子海圖，人類逐漸有能力將浩瀚的海洋轉化為一組組清楚的座標，也漸漸習慣相信，只要螢幕上出現那個熟悉的光點，便已經知道一艘船究竟在哪裡。

然而，人類對世界的認識，始終存在一項難以迴避的限制。我們所看見的，有時只是感官與工具所允許我們看見的事物；我們深信不疑的，也可能只是某種被反覆呈現、逐漸習以為常的解釋。海上航行尤其如此。當幾部精密儀器同時指向相同的位置，人們很容易相信自己已經得到充分的證實，卻可能忽略那些看似彼此印證的資訊，其實來自同一個錯誤的源頭。最令人不安的，是錯誤未必伴隨警報或混亂，有時反而以完整的數據、連續的航跡，以及令人安心的精確模樣出現在眼前。

一艘船的位置，看似只是海圖上的一組經緯度，背後卻連結著許多人的生命、責任與命運。船長可能據此決定航向，搜救人員可能據此前往救援，政府機關可能據此

展開調查，航商、保險人與金融機構也可能據此判斷一艘船的行為是否合法。當一個錯誤的座標被反覆傳送、保存與引用，原本只存在於電子系統中的偏差，便可能逐漸成為人們共同相信的事實。有人可能因此誤判航行危險，有人可能為了不存在的目標耗費搜救與執法資源，也有人可能必須費盡心力，證明自己從未航經那片被指控的海域。資訊一旦取得制度上的信任，它所帶來的影響，便可能遠遠超過最初那組錯誤的數字。

我想，航海人長久以來對海洋懷抱的敬畏，其實也包含一種對自身認知有限性的理解。知道自己的位置固然重要，知道什麼時候已經無法確定自己的位置，同樣重要。科技使人類看得更遠，專業使我們懂得懷疑，證據使判斷有所依據，而承認未知與修正錯誤的能力，則使我們不至於被自己創造的工具所蒙蔽。面對愈來愈精密的海上監控技術，我們或許需要重新找回這份原本屬於航海人的謙遜。

海洋始終在那裡，潮汐依然漲落，船舶依然迎風破浪。當我們透過螢幕凝視海洋，看見的究竟是海面上真實發生的事，還是人類利用訊號、數據與想像，替海洋描繪出來的另一個世界？當兩者開始出現差距，我們是否還願意放下對螢幕的確信，重新向真實的海洋尋找答案？

第一章　引言：海面實體與數位幻影的信任危機

1.1　海上監控技術的發展與認知轉變

1.1.1　從視距搜索到電子監控的普及與依賴

過去，海上監視最根本的困難，是如何在遼闊海域找到一艘船，並持續掌握其行蹤。目視瞭望受到天候與能見度限制，岸際雷達受到地球曲率與偵測距離影響，巡邏艦艇與航空器也難以隨時掌握每一艘船舶的動態。船舶離開沿岸監控範圍後，岸上往往只能依靠航行計畫、定時通報與預計抵達時間，推測其可能出現的位置。這種資訊落差長期存在於國際航運、漁業管理、海上執法與搜索救難之中，使船舶行蹤具有相當程度的不確定性。

全球衛星導航系統(Global Navigation Satellite System, GNSS)、船舶自動識別系統(Automatic Identification System, AIS)、電子海圖顯示與資訊系統(Electronic Chart Display and Information System, ECDIS)及衛星 AIS 接收技術的發展，逐漸改變了海上監控的方式。船舶的位置、航向、航速與識別資料得以持續傳送、接收及保存，海上交通監控也從有限範圍的觀測，延伸至跨海域、跨國境的航跡追蹤。這些資訊除了協助航海人員掌握周邊交通，更廣泛運用於港口調度、漁業監管、航運合規、海事調查及海上保安。

過去需要投入大量人力才能掌握的船舶動態，如今透過監控平台便能迅速取得相當完整的歷史航跡。

海上監控技術的進步提升了航行安全與管理效率，也逐漸改變人們認識海洋的方式。航海人員、航商、保險人與政府機關逐漸習慣依據電子資訊判斷船舶行為，甚至據以作成具有經濟與法律效果的決定。船舶活動愈來愈容易被看見，監控資訊的可信程度，也逐漸成為海事安全與治理的重要問題。

1.1.2 數位訊號與實體船舶存在脫節的隱憂

船舶出現在電子海圖或岸際監控畫面上，代表監控系統已經接收到某種目標資訊，其證據意義取決於資料的形成方式。雷達主要透過電磁波回波偵測實體目標，AIS 則由相關設備廣播船舶身分及航行資訊，其中的船位通常來自衛星導航接收機。兩者具有不同的觀測基礎，所能證明的事實也有所差異。AIS 所顯示的識別碼與座標，反映的是設備對外提供的資訊，接收者仍須查證其真實性，以及相關船舶是否確實存在於宣稱的位置。岸際接收站與衛星即使同時收到相同的 AIS 訊息，原始資訊仍可能來自同一個發報來源，兩條接收途徑所保存的紀錄也就具有相同的資料依賴關係。

設備故障、衛星導航干擾或人為操弄，都可能造成船位跳躍、航速異常與航跡中斷。經過設計的虛假訊號，甚至可以呈現合理的航向、航速及連續航跡，使監控人員難以從畫面察覺異常。一艘真實存在的船舶，可能留下從未航經某處的電子紀錄；一艘沒有實體對應的虛構船舶，也可能在監控畫面上持續移動。原本用來掌握海上活動的資訊系統，便可能成為誤導判斷的來源。當這些資料進入港口管理、航運交易、保險審查或海上執法程序，錯誤資訊所造成的影響還會延伸至航行安全以外的制度與法律層面。

我們花了數十年時間，努力縮小海上監控的盲區，讓船舶行蹤愈來愈容易掌握。如今，監控能力的提升也帶來另一項值得警惕的風險。螢幕上顯示得清清楚楚的船舶，實際上可能遠在另一處海域；一條完整而合理的航跡，也可能記錄了從未發生的航行活動。海上監控逐漸從實體目標觀測，延伸至電子資訊的接收、整合與解讀，資訊的完整程度與海上活動的真實程度，開始出現值得重新檢視的落差。未來海事安全(Maritime Safety)與海事保安(Maritime Security)除了持續追查刻意隱匿行蹤的船舶，還須辨識那些早已出現在監控畫面上，位置、身分與航跡卻可能失真的目標。

1.2 船舶位置不可信現象的現實挑戰

1.2.1 實船隱匿與虛假航跡套利的實務態樣

2026 年 10 月 7 日，海巡署公布一起頗值得深思的漁業用油詐欺案件。高雄籍「宏吉盛號」漁船涉嫌改裝衛星定位接收設備，向船上航程紀錄器輸入不實的全球定位系統(Global Positioning System, GPS)訊號，藉此虛增航行與作業紀錄。根據海巡署公布的偵查結果，該船自 2023 年 10 月至 2026 年 2 月間，利用不實作業時數購買優惠漁業用油達 62 次，涉及溢領補助約新臺幣 438 萬元，澎湖地方檢察署已於 2026 年 9 月偵結起訴。這起案件最令人玩味的地方，在於漁船確實存在，航程紀錄器也持續運作，政府據以核發補助的航行活動卻涉嫌遭到偽造。政府已經支付補助，作為給付依據的船舶活動卻可能從未發生。

類似的欺騙手法，早已出現在規模更大的國際航運。2025 年 6 月 5 日，《勞氏日報》(Lloyd's List)揭露，遭美國制裁的超大型油輪 Jaya，其國際海事組織(International Maritime Organization, IMO)船舶識別號碼為 9410387，曾反覆變更船名與海上移動業務識別碼(Maritime Mobile Service Identity, MMSI)，並冒用已於 2022 年拆解的油輪 Sos (IMO 9233791，曾名 Assos)之身分，使用 Quasar 等船名及虛假 AIS 船位掩飾實際航行。調查人員透過衛星影像、AIS 資料及港口紀錄交叉比對，追查該船於 2025 年 4 月將伊朗原油運往中國山東董家口港的活動。影子船隊藉由船舶身分及航跡欺騙，還可能掩飾貨物來源、停靠港、船對船貨物轉運(Ship-to-Ship Transfer, STS)及其背後的交易關係。當一艘真實存在的油輪使用已經拆解船舶的身分，並讓監控系統顯示另一條航線，租船人、保險人及金融機構便可能根據不實紀錄完成制裁審查、保險承保與航運交易。

1.2.2 幽靈訊號與虛構船舶對海上監控的干擾

2025 年 12 月 26 日，日本《產經新聞》首先揭露一宗出現在釣魚臺列嶼(日本稱尖閣諸島)附近的異常 AIS 船舶訊號。2026 年 10 月 16 日，該報進一步公布追蹤調查。根據船舶監控平台 MarineTraffic 保存的資料，2025 年 12 月 19 日至 2026 年 1 月 1 日期間，一艘使用「FUCK JAPAN」船名的虛構貨輪，曾在電子航跡上進入釣魚臺周邊敏感海域，穿越魚釣島與北小島之間，甚至顯示停泊在魚釣島北側約 155 公尺處。日本海上保安廳第十一管區巡視船前往查證，現場未發現相應的實體船舶。後續調查發現，相關 AIS 訊號曾集中於中國浙江省舟山市周邊被接收，據此推測發送源可能位於當地。這項研判主要依據訊號接收分布，目前公開資料仍缺乏足以獨立確認發射設備位置的技術證據，發送者的身分、組織關係及行為意圖也有待查明。

釣魚臺幽靈船事件與前述澎湖漁船案件形成了有趣的對照。澎湖漁船具有真實船體，卻涉嫌留下不實的航行與作業紀錄；釣魚臺附近的異常 AIS 訊號則呈現另一種情況，監控系統保存了船舶活動紀錄，海上巡視人員卻未發現相應的實體目標。尤其值得注意的是，這些虛構訊號自 2025 年 12 月 19 日開始出現，比中國人民解放軍東部戰區於 12 月 29 日展開的「正義使命－2025」環臺軍事演習早了十天，並在 12 月 31 日軍演結束後不久消失。兩項事件在時間上有所重疊，引起外界對海上監控干擾及灰色地帶行

動的疑慮。現有公開證據仍有待補強，才能確認軍演與虛假訊號之間是否存在指揮、技術或組織關係。虛構船舶出現在主權爭議及軍事敏感海域，已經具有值得研究的海事保安意義，其行為人與目的仍須進一步查證。

海巡監控系統接收到這類異常訊號時，必須決定是否派遣艦艇、投入查證資源，以及如何評價後續出現的類似目標。監管機關若過度相信電子訊號，可能因為不存在的船舶而調動有限的巡邏力量；如果因為曾經發現假訊號，便降低對後續異常的警覺，又可能錯失真正需要處置的海上活動。當虛構船舶也能留下完整航跡，海上執法所要面對的問題，便包括監控畫面所呈現的目標究竟具有多少真實性，以及如何在資訊尚待確認時作出適當決定。

1.2.3 從個別航跡異常到海上態勢感知的信任危機

漁船航程造假、影子船隊身分冒用及釣魚臺疑似幽靈船訊號，分別呈現經濟套利、制裁規避與海域監控誤導的不同風險。這三類事件都涉及現代海事管理對電子資訊的信任，使可能失真的船位與識別資料進入作業認定、航運合規及執法判斷。資料傳遞愈快、使用範圍愈廣，原始錯誤便可能沿著整條資訊鏈持續擴散。

AIS 航跡中斷可能源於船方蓄意隱匿、設備故障、收訊不良或高風險海域的防禦性措施；錯誤船位也可能來自人為欺騙、外部干擾或資料處理異常。這些不同原因可能留下相似的電子紀錄，卻涉及不同的行為動機、技術機制與法律責任。監管機關將所有異常視為違法，可能造成錯誤歸責；過度相信完整航跡，又可能讓蓄意欺騙的船舶通過查核。航海人員、航商、保險人與政府機關愈來愈依賴電子資料，海上態勢感知(Maritime Situational Awareness, MSA)也就面臨一項更加根本的問題。我們所掌握的究竟是海面上真實發生的活動，還是一套由船舶、設備及資訊系統所呈現，仍待進一步證實的海上圖像？

1.3 研究目的、範圍與論述架構

1.3.1 研究背景、目的與核心命題

船舶實際所在位置、設備對外宣稱的位置，以及監控平台最後呈現的位置，可能存在不同程度的差異，並影響航行安全、貨物來源查證、違法行為認定及國家海域安全判斷。

本研究關心現代海事安全與海事保安體系如何面對電子資訊與實際海上活動之間的落差。研究問題包括船舶位置失真的原因、可能從中獲益的行為人、不同監管制度所受影響，以及航海人員與主管機關在位置資訊尚待確認時，如何依據可信事實作出

合理決定。這些問題涵蓋技術、人的行為、商業利益、法律責任與國家安全，也涉及海上監控能力本身的評價。當監控系統已經能夠持續追蹤船舶，卻仍可能接收虛假的身分、位置與航跡資訊，我們便需要重新檢視海上態勢感知所能提供的實際治理能力。

1.3.2 海事安全、海事保安、監管與治理之研究範圍

本文以海事安全與海事保安為主要研究立場，分析位置資訊失真對船舶航行、港口國管制、漁業監管、國際航運制裁、保險合規及海巡執法的影響，並延伸至搜索救難、海洋污染責任追溯、灰色地帶行動與國家安全。各領域使用船位資料的目的不同，對資訊準確程度、查證方式及法律依據也有不同要求。航海人員需要確認船舶能否安全通過，航商與保險人需要掌握實際航行及交易風險，執法機關則須查明可疑目標、具體行為與法定權限。這些差異構成本文跨領域比較的重要基礎。

在技術範圍上，本文聚焦於衛星導航干擾與欺騙、AIS 資訊操弄、船舶識別偽冒，以及設備故障、資料傳輸與航跡處理造成的非蓄意失真。相關技術原理以理解航海實務、監管風險及查證方法所需的內容為範圍。海事事故調查與電子證據問題亦納入討論，主要關注資料可信度及法律責任認定所受的影響，使整體研究持續圍繞海事安全、海事保安與海域治理的核心命題。

1.3.3 案例分析、國際規範與海事實務研究方法

本文採取以公開資料為基礎的質性案例比較、國際規範分析及海事實務檢視。案例涵蓋經濟利益驅動的虛假航程、影子船隊的身分與位置欺騙、敏感海域的虛構 AIS 目標、區域性衛星導航干擾，以及設備故障與資料處理造成的非蓄意失真。案例選擇主要考慮失真機制的代表性、資料來源的可追溯性，以及對航行安全、監管與海上治理的實際影響。研究透過不同案例比較技術來源、行為動機及治理後果，辨識海上監控體系的共同弱點。案例採取目的性選擇，研究成果主要用於解釋失真機制及制度風險，相關發生頻率仍有待其他實證研究評估。

資料查證以正式事故調查報告、主管機關公告、國際組織文件及學術研究為主要依據，並參照具名專業媒體的調查報導。各類資料依其形成過程與證明範圍分別評價。事故調查報告用於確認調查機關的技術分析及結論，行政與司法文件用於核對主管機關處置、程序狀態及裁判結果，學術研究與專業媒體調查則提供技術分析、航運活動及可供查證的事實線索。對於 AIS 紀錄、衛星影像、船舶登記及商業航運資料，本文特別注意原始來源、取得時間與觀測獨立性。相同原始訊號即使經過不同平台呈現，仍具有共同的資料來源；媒體或研究機構完成的交叉比對，也須依其實際使用的資料及查證方法評價。

在制度層面，本文參照國際海事組織(IMO)相關公約、決議及技術指引，結合船旗國、港口國、沿岸國及海上執法機關的權限，分析位置資訊失真對航行安全、航運合規、事故調查及法律責任的影響。案例分析分別辨識已有證據支持的觀測事實、主管機關的行政認定或當事人主張、專業調查所提出的判斷，以及本文根據公開資料形成的推論。技術異常、蓄意欺騙、違法行為與法律責任，各有不同的證明要求。部分案件的原始訊號、設備紀錄及調查卷證尚未完整公開，研究結論仍受資料取得範圍限制。最後，本文回到臺灣的海域監控與治理環境，探討船端安全管理、岸端目標查證、跨機關協作及定位失效應變等整備方向，提出具有實務可行性的改善建議。

第二章　船舶位置異常的行為動機與威脅型態

2.1　第一方主動操弄與內生性動機

2.1.1　影子船隊規避國際制裁與掩飾船對船轉運活動

影子船隊為了維持受制裁貨物的運輸，逐漸由關閉 AIS、留下航跡空白，轉向持續發送虛假位置，使監控系統顯示另一條看似正常的航線。這些欺騙性航運實踐(Deceptive Shipping Practices)影響外界對船舶實際活動的辨識，也增加制裁審查與航運交易的查證負擔。

2024 年 7 月 22 日， Lloyd's List 揭露多艘受美國制裁油輪持續操弄 AIS 資料的情況。其中，超大型油輪 Moonbay (IMO 9230907，原名 Eternal Fortune)於同年 3 月 6 日遭美國制裁後，AIS 資料曾顯示該船自 3 月 10 日至 4 月 18 日長時間停留於越南外海，相關航跡卻呈現異常的船舶運動模式，衛星影像也支持所顯示的位置並不真實。調查人員發現，監控系統內同時存在兩組 MMSI 資料。一組沿用 Eternal Fortune 的舊船名與巴拿馬船旗資訊，持續顯示虛假位置；另一組使用 Moonbay 船名與蓋亞那船旗資料，較能對應船舶的實際航行。然而，蓋亞那海事主管機關並未授權該船使用其船旗。Moonbay 其後仍於 5 月 27 日在中國董家口港卸貨，相關運輸活動持續進行。另一艘油輪 Reneez (IMO 9232450)在遭美國制裁約兩個月後，仍於伊朗哈格島(Kharg Island)裝載貨物，其 AIS 卻顯示船舶位於伊拉克巴斯拉石油碼頭附近海域。這些案件顯示，真實的貨物運輸可以持續進行，電子監控所呈現的船名、船旗與航行位置，卻可能分別對應不同的事實。

影子船隊藉由虛假航跡掩飾船對船轉運(STS)、貨物來源及裝卸港，使航商、保險人與金融機構可能根據失真的紀錄評估交易風險。船舶繼續航行，貨物繼續流通，真實的運輸活動卻可能隱沒在看似正常的電子航跡之中。

2.1.2 虛假航程、漁業優惠補助詐領與越界作業掩飾

漁場限制、越界捕撈及非法漁業(Illegal Fishing)的監管，同樣依賴船舶活動紀錄。漁政機關利用漁船監控系統(Vessel Monitoring System, VMS)、航程紀錄與漁獲申報，確認船舶的作業位置、時間及許可條件。當經濟利益或行政給付取決於紀錄所顯示的航行活動，相關人員便可能操弄定位資料，掩飾越界作業或虛增作業時數。漁業用油補助與影子船隊各有不同的法律規範，其違法構成與責任歸屬仍須依具體行為及證據分別認定。

2.1.3 防禦性關閉 AIS 與蓄意隱匿行為的界線

船舶關閉 AIS 或出現航跡空白，可能涉及多種不同的航行背景。海盜、武裝攻擊及地緣政治衝突所帶來的威脅，有時使船長必須評估持續廣播船舶位置的保安風險。國際海事組織(IMO)第 A.1106(29)號決議所附《船載自動識別系統操作修訂指引》(Revised Guidelines for the Onboard Operational Use of Shipborne Automatic Identification Systems)第 22 段指出，當船長認為持續使用 AIS 可能危及船舶安全或保安，或保安事件迫在眉睫時，可以暫時關閉 AIS。相關措施及原因須記載於航海日誌，符合規定的船舶報告制度亦涉及向主管機關通報的要求，危險消除後則須儘速恢復使用。

商船航經海盜威脅或武裝衝突水域時，船長可能為降低遭到鎖定的風險而暫時關閉 AIS；從事制裁規避或非法運輸的船舶，也可能利用相同方式隱匿行蹤。兩類行為都可能留下航跡空白，主管機關須結合航行環境、航海日誌、船長當時的安全判斷，以及訊號恢復後的活動，查明停止發報的原因與實際行為。船長負有保護船員與船舶的安全職責，監管機關則依具體事實與適用法律評價相關責任。

2.2 第三方訊號干擾、位置欺騙與虛構目標

2.2.1 地緣政治衝突海域的 GNSS 干擾與阻斷

2025 年 6 月 13 日，芬蘭運輸暨通訊局(Finnish Transport and Communications Agency, Traficom)與愛沙尼亞主管機關聯合警告，芬蘭灣(Gulf of Finland)的全球衛星導航系統(GNSS)干擾事件持續增加，已經影響正常商船航行，甚至出現險些釀成事故的情況。兩國隨後在領海及專屬經濟海域發布航行警告，提醒船舶事先評估定位失效風險。

全球衛星導航系統干擾(GNSS Jamming)，主要透過外部無線電訊號干擾正常衛星導航訊號的接收，使接收機難以持續取得可靠的定位、導航與授時資訊。典型情況是干擾訊號壓制原本微弱的衛星訊號，造成定位精度下降、定位中斷或相關設備警報。船載 GNSS 失去可靠性，也可能來自天線故障、訊號遮蔽、自然環境及其他技術因素，具

體原因仍須依設備與訊號紀錄查明。GNSS 欺騙(GNSS Spoofing)則可能利用偽造的衛星導航訊號，使接收機持續輸出看似合理的錯誤位置或時間。兩者具有不同的作用機制，航海人員可能察覺的徵兆也有所差異。現代商船的電子海圖、自動識別系統及其他航海設備，經常使用相同的定位與授時來源，外部干擾便可能同時影響多套設備。船長與航行當值人員需要利用雷達、目視及其他獨立觀測確認船位，並查明異常發生於衛星訊號、接收設備或後續資料傳輸的哪一個環節。

這類干擾揭露了海上安全治理的一項共同風險。無線電干擾可能出於軍事行動、設施防護或其他目的，其影響卻可能跨越國界，波及不同船旗及貨物性質的民用商船。船舶正常航經國際航道，仍可能因外部行為而失去可靠的導航資訊。2025 年 3 月 25 日，國際海事組織、國際民用航空組織(International Civil Aviation Organization, ICAO)及國際電信聯盟(International Telecommunication Union, ITU)共同對衛星導航干擾與欺騙表達嚴重關切，顯示這項問題已成為國際運輸安全與無線電治理的共同課題。

2.2.2 定位欺騙對船舶航向與航行安全的威脅

全球衛星導航欺騙(GNSS Spoofing)最危險的情況，是接收機持續輸出看似合理的錯誤位置，使駕駛臺誤信船舶仍在預定航線上。航海人員遇到明確的 GPS 失效警報，通常會改用替代定位方法；當設備顯示穩定、彼此一致卻失真的座標，錯誤便可能沿著航向修正轉化為實際的航行偏差。

2013 年 6 月，美國德州大學奧斯汀分校(The University of Texas at Austin)由 Todd Humphreys 率領的研究團隊，在地中海航行中的大型遊艇 White Rose of Drachs (IMO 1008140)上進行了一項實船試驗。研究人員經由船方同意，使用特製設備向船上的 GPS 接收機發送偽造訊號，逐步改變導航系統所認定的船位。駕駛臺人員隨後依照電子海圖所顯示的位置偏差進行航向修正，使船舶實際逐漸偏離原定航線，最後航行至距離原航線數百公尺的平行位置。電子海圖始終顯示船舶沿著預定航線前進，真實航跡卻已經隨著操船修正逐漸偏移。

這項受控制的科學試驗，揭露了航海實務中一項重要的安全弱點。船長掌握舵令，航海人員持續檢查航向，整套操船程序看似正常，作為操船依據的船位卻已經受到外部訊號操弄。駕駛臺按照不實船位進行合理的航向修正，實際效果反而使船舶逐漸偏離安全航路。這項試驗的結果仍須依具體設備與環境條件評價，對大型商船而言，若相同風險發生於狹窄水道、港口入口或暗礁附近，航海人員可供察覺及修正偏差的時間與空間，都可能相當有限。

外部定位欺騙與前述影子船隊的主動操弄，在作用對象上具有重要差異。影子船隊希望外界相信船舶位於另一處海域，外部導航欺騙則可能使船上人員相信自己的船舶正在另一個位置。兩者都利用錯誤位置改變人的判斷，影子船隊主要影響外部監管

與航運交易，GNSS 欺騙則可能直接介入駕駛臺的操船決策。當錯誤位置成為航向修正的依據，資訊失真便可能迅速轉化為碰撞或擱淺危險。

2.2.3 AIS 幽靈目標與敏感海域的資訊誤導

2019 年 12 月 3 日，義大利厄爾巴島(Elba Island)附近海域發生一起值得研究的 AIS 異常事件。Andrej Androjna 等人於 2021 年發表的研究指出，當地 AIS 接收資料在短時間內出現大量異常訊息。研究團隊從相關紀錄中取得 5,241 則 AIS 訊息，涉及 3,741 組不同的海上移動業務識別碼(MMSI)，其中包含大量人工生成的虛構目標。研究人員並辨識出七艘位於受影響水域的真實船舶，再利用航跡回放與模擬系統，分析這些虛假訊號如何影響船舶電子海圖及岸際監控畫面所呈現的目標資訊。

AIS 幽靈目標(Ghost AIS Targets)使電子海圖與岸際監控畫面出現實際不存在的船舶，並呈現看似合理的船名、航向與航速。當值人員可能因而投入額外查證資源，甚至誤判周邊交通態勢。厄爾巴島研究提供訊號紀錄與模擬結果，相關船舶是否在實際航行中遭遇避碰危險，仍須依個別航次或事故資料查明。

前述釣魚臺疑似幽靈船事件具有相似的監控疑問，所涉及的海事保安環境則更加敏感。繁忙商船航道關心虛假目標是否影響交通安全，地緣政治敏感海域還須評估巡邏部署、目標識別與執法資源調度可能受到的干擾。當海巡監控中心接收到身分不明、位置敏感的 AIS 目標，卻難以透過雷達、目視或其他資料確認其存在，主管機關便須判斷後續查證方式、艦艇派遣的必要性，以及是否將事件列為疑似資訊異常。這些決定涉及不同程度的時間、人力與安全風險。

AIS 訊息偽冒與 GNSS 欺騙具有不同的技術途徑。AIS 訊息偽冒可能涉及船載設備輸入不實資料、冒用其他船舶識別資訊，或由外部發射設備傳送虛假 AIS 無線電訊息，使監控系統顯示錯誤位置或不存在的船舶。GNSS 欺騙則利用偽造的衛星導航訊號，影響接收機對位置與時間的計算；船舶若將受到欺騙的 GNSS 位置傳送至 AIS，也可能使 AIS 對外廣播不實船位。部分異常還可能發生於岸端資料接收、處理及平台呈現階段，須與實際無線電訊號偽冒分別查證。厄爾巴島事件已有 AIS 接收紀錄及訊號特徵分析支持，釣魚臺疑似幽靈船事件則仍待進一步確認訊號來源。監控畫面出現虛構目標，可以支持資訊失真的判斷，具體欺騙技術、發送者身分及行為目的仍須依相關證據查明。這項區別對海事保安具有重要意義，海巡的監視、巡邏及查證決策，需要建立在可追溯的原始訊號與實體觀測之上。

2.3 非蓄意資料失真與系統性資訊污染

2.3.1 自然環境、設備故障與資料傳輸造成的異常

2019 年 7 月 12 日，歐洲伽利略衛星導航系統(Galileo)的初始導航與授時服務發生大規模中斷，直到 7 月 18 日才逐步恢復。歐洲全球衛星導航系統局(European GNSS Agency, GSA)事後說明，事故源於地面基礎設施的設備故障，影響衛星導航訊息所需的時間與軌道預測資料。這起事件屬於衛星導航系統本身的技術失效，使正常使用相關服務的船舶與其他用戶突然面臨定位可靠性下降的問題。使用多星系接收機的船舶仍可透過其他衛星系統維持定位，單獨依賴 Galileo 的接收設備則受到影響。這項事故顯示，海上定位資訊的錯誤可能始於距離船舶極為遙遠的系統環節，船長與航行當值人員卻必須在現場承擔其安全後果。

衛星導航系統即使維持正常服務，船舶位置仍可能受到電離層擾動、多路徑效應(Multipath Effect)、設備故障與通訊條件影響。港口的大型起重機、岸際建築及船舶上層結構可能造成衛星訊號反射，使接收機計算的位置出現偏差。AIS 也可能因接收距離、訊息碰撞或衛星接收時機而留下航跡空白。全球漁業觀察(Global Fishing Watch)曾指出，在部分大洋水域，同一艘船可能於一小時內留下數十筆 AIS 紀錄，接下來卻因衛星接收條件而連續數小時缺乏新的船位資料。對岸端監管人員而言，資料未被接收與船舶主動停止發報，具有不同的技術意義，仍須從接收紀錄、設備狀態及相關航行資料辨識實際原因。

AIS 航跡空白可能來自船方主動停止發報、接收條件不足或設備失效。主管機關須查明異常發生於哪一個環節，再結合設備紀錄、接收資料與其他獨立觀測，評估是否涉及蓄意隱匿。

2.3.2 資料處理、航跡重建與衍生資訊失真

2026 年 2 月，Jón Winkel 等研究人員發表 SeaSpoofFinder 預印本研究，利用大量 AIS 資料建立潛在全球衛星導航欺騙事件(Potential GNSS Spoofing Events)的自動化偵測方法。研究團隊先依船舶運動學及資料品質條件辨識不合理的船位跳躍，再利用多艘船舶異常位置在時間與空間上的一致性，減少個別船舶資料錯誤造成的誤判。研究人員在荷蘭阿姆斯特丹(Amsterdam)附近發現，部分船舶紀錄突然跳往非洲或其他遙遠地區，相關異常甚至通過多船比對程序。研究還辨識出「折返出發港跳躍」(Back-to-Port Jump)現象，2025 年 12 月 15 日美國佛羅里達州勞德代爾堡(Fort Lauderdale)附近的資料便曾出現此類案例。這些觀測顯示，資料傳輸、接收及處理過程中的異常，可能產生與定位欺騙相似的航跡特徵。SeaSpoofFinder 可以協助找出值得進一步查證的事件，船載 GNSS 接收機是否實際遭到欺騙，以及訊號來源與行為人身分，仍須利用其他證據確認。

這個發現頗有意思。負責辨識定位欺騙的程式，也可能受到原始資料錯誤誤導。當異常偵測結果被後續使用者視為已經確認的事實，演算法的誤報原因、資料來源及適用限制，便成為監控體系須持續檢驗的問題。

另一項值得注意的研究，是 Liang 等人於 2024 年發表的 AISClean。研究團隊針對 AIS 紀錄中的雜訊與缺漏，提出利用歷史航跡特徵修復船舶軌跡的方法。這類技術有助於改善船舶追蹤、港口管理與航運分析，同時也產生兩種需要區分的資訊。第一種是船舶設備實際發送、接收站確實取得的船位紀錄；第二種則是系統根據前後資料推算或重建的航跡。經過重建的航跡可能十分合理，也有助於理解船舶活動，但其中部分位置仍屬演算法推估，與實際接收的原始觀測具有不同的證據性質。

當這些經過整理的歷史航跡進入航運合規、港口管理、海事調查或其他法律程序，資料修正歷程、推估座標及原始紀錄的可追溯性，都會影響後續判斷。電腦可以把一條斷斷續續的航跡修補得十分漂亮，螢幕上呈現的連續航線，仍須有足夠的實際觀測才能證明船舶確實沿著那些位置航行。

2.3.3 從個別船位錯誤到海上態勢認知偏差

AIS 航跡可能同時進入航商、保險人、港口管理與海巡等不同平台。不同平台顯示相同的船位，仍可能只是同一筆原始訊息經過重複傳遞與處理。查證工作的重點是確認各項資料的原始來源及其相互依賴關係，判斷哪些紀錄真正具有獨立的觀測基礎。

這也使海上監管面臨新的判斷困難。當系統將某艘船標示為異常目標，監管人員需要了解該船究竟只是位置不合理、疑似遭到欺騙，或已有證據顯示船方蓄意造假。三種情況具有不同的證據意義，也可能涉及不同的執法措施。過度相信自動警示，可能耗費有限的海巡資源；反覆將真正的異常視為系統誤報，又可能使違法活動通過監控。監管制度需要依據資料可信度與實際風險決定查證方式，讓監控警示、事實確認及後續處置具有清楚的程序與證據基礎。

海上監控最令人擔心的情況，是我們已經習慣相信螢幕顯示的結果，卻逐漸忘記追問那些結果究竟從何而來，又經過了什麼處理。

第三章　駕駛臺航行安全的立即威脅與人因防線

3.1 電子導航依賴與避碰決策風險

3.1.1 錯誤船位對最近會遇距離(CPA)與到達最近會遇點時間(TCPA)判斷的影響

現代商船駕駛臺可以同時利用雷達、自動雷達標繪設備(Automatic Radar Plotting Aid, ARPA)及船舶自動識別系統(AIS)掌握周邊交通。航行當值人員利用最近會遇距離(Closest Point of Approach, CPA)與到達最近會遇點時間(Time to Closest Point of Approach,

TCPA)評估碰撞危險。ARPA 主要依據雷達量測的相對方位、距離及其連續變化追蹤目標；AIS 會遇計算則使用本船與目標船的位置、對地航向(Course over Ground, COG)及對地航速(Speed over Ground, SOG)等資料。當其中一方的定位或運動資訊失真，相關會遇參數也可能隨之改變。雷達對實體目標的相對量測具有不同的觀測基礎，其計算結果仍須考慮本船航向、航速輸入及目標追蹤狀態。

CPA 與 TCPA 本質上是依據當時取得的運動資訊，推算船舶在既定運動條件下可能形成的會遇結果。船舶轉向、改變航速、受到潮流影響，或目標追蹤出現延遲，原先的推算結果便可能隨之改變。AIS 提供的對地航向與對地航速，也與船首向(Heading)及船舶相對於水體的運動具有不同意義。這些差異對熟悉雷達標繪與避碰實務的航海人員而言，原本就是重要的判斷條件。整合式導航設備將不同來源的資訊集中呈現之後，畫面上的數值愈精確、操作愈便利，航海人員反而愈需要理解其背後的觀測基礎、計算假設及誤差限制。

《國際海上避碰規則》(International Regulations for Preventing Collisions at Sea, COLREG)第 7 條要求船舶利用適合當時環境的一切可用方法判斷碰撞危險，並對依據不足資訊作出推斷設有明確限制。國際海事組織(IMO)第 MSC.192(79)號決議對雷達目標追蹤與 AIS 資訊呈現亦有不同要求。這些規範共同確立了一項基本的航海責任。航行當值人員需要持續評估船舶之間實際存在的碰撞危險，並確認螢幕所顯示的 CPA 與 TCPA，是否足以支持當時的避碰決策。

3.1.2 過度信賴 AIS 目標資訊所衍生的碰撞風險

AIS 普及之後，航海人員可以在目標進入有效目視範圍之前，或雷達追蹤尚未穩定時，先行取得船名、船舶類型、航向、航速及航行狀態。這項便利在繁忙航道具有實際價值，也逐漸改變駕駛臺辨識目標的習慣。AIS 符號反映的是設備所廣播及接收到的資訊，其所宣稱的位置與身分仍須與實際海上交通相互查證。部分船舶可能因停止發報或設備故障而未出現在 AIS 畫面上，外部行為人也可能透過虛假 AIS 訊息製造不存在的目標。當值人員所看到的電子監控畫面，便可能與真實海面出現差距。

現代雷達系統已經可以將雷達追蹤目標與 AIS 目標進行關聯(Matching or Association)，協助操作人員辨識周邊船舶。這種整合提高了操作效率，也增加了資料相互依賴的程度。當 AIS 身分或位置資訊失真，系統可能建立錯誤的目標關聯，或使原本可以對應的目標出現分離。航海人員如果過度依賴整合後的符號與數值，原始雷達回波所呈現的差異便容易受到忽略。尤其在船舶密集、目標交錯或能見度不佳時，畫面上看似已經完成識別的目標，仍須利用雷達、瞭望與其他航海資訊持續確認。

IMO 第 A.1106(29)號決議第 41 至 42 段指出，AIS 可用於輔助避碰決策，航行當值人員仍須遵守《國際海上避碰規則》，並運用其他可得的航海安全資訊。當 AIS 目標與

雷達回波無法對應，或不同來源的會遇參數互相矛盾時，航海人員須重新檢查雷達相對運動、目視瞭望及其他觀測結果，確認實際存在的碰撞危險。電子目標的識別與顯示可以協助判斷，避碰決策仍須建立在可靠的交通態勢認知之上。

3.1.3 電子海圖、雷達與實際航行環境不一致的安全問題

2025 年 7 月 22 日，國際保賠協會 Gard 公布一宗發生於紅海的船舶觸礁案例。根據其理賠經驗，涉案船舶在航行期間失去 GPS 訊號，駕駛臺改用電子海圖顯示與資訊系統(ECDIS)的估計船位(Estimated Position, EP)功能，繼續朝目的港航行。數小時後，船員發現海面顏色異常，卻將其誤認為海藻，船舶最終以 11.3 節航速觸及珊瑚礁，造成船底板、雙層底壓載艙及珊瑚礁受損。事後，負責該船安全管理的公司透過船旗國查詢遠距離識別與追蹤系統(Long-Range Identification and Tracking, LRIT)資料，發現其所記錄的船位與 ECDIS 顯示的估計位置相差超過 40 浬。這項差距顯示，駕駛臺在失去可靠 GPS 定位後，持續使用的估計船位已經發生重大偏差。依據 IMO 第 MSC.263(84)/Rev.1 號決議，LRIT 傳送的船位仍屬 GNSS 定位資訊，可能來自設備內部定位功能或船載 GNSS 輸入。Gard 尚未公開該船 LRIT 設備的定位來源及連接配置，現有資料可以確認兩套船位紀錄存在重大差異，兩者的定位來源是否真正獨立，仍有待進一步查證。

這起案件涉及 GPS 訊號喪失，以及後續估計船位逐漸偏離實際船位的問題。現有公開資料尚缺乏足以認定蓄意定位欺騙的證據，但事故所揭露的航海危險已經十分清楚。駕駛臺在失去可靠 GPS 定位後，仍依照電子海圖顯示的估計位置維持航行。當估計船位隨時間累積誤差，航海人員又未利用其他可靠物標重新確認船位，船舶便可能逐漸偏離安全水域。這種持續累積而未被察覺的位置偏差，對沿岸航行與狹窄水道操船尤其危險。

船載雷達在這類情況下具有重要的獨立觀測價值。雷達直接量測實體物標相對於本船的方位與距離，其原始觀測通常可以獨立於 GNSS 地理座標。然而，雷達影像與電子海圖進行重疊(Radar Overlay)時，影像定位及顯示仍可能受到本船位置、航向等輸入資訊影響。當雷達岸形與電子海圖岸線出現差異，航海人員需要檢查定位來源、雷達校準、航向輸入及其他可能因素，確認哪一項資訊發生異常。航海設備整合得愈密切，駕駛臺愈需要清楚掌握各項資訊的原始來源及其相互依賴關係。電子海圖可以持續顯示一條正確的航線，船舶卻可能早已偏離那條航線。

3.2 導航訊號受損下的駕駛臺人因與安全管理

3.2.1 多重導航警報、告警疲勞與情境意識下降

現代商船駕駛臺的電子海圖顯示與資訊系統(ECDIS)、雷達、自動識別系統(AIS)及其他航海設備，經常使用相同或相互連結的定位與航行資料。全球衛星導航系統(GNSS)訊號突然中斷時，相關設備可能接連出現定位失效、資料不一致、航線偏離及其他異常警報。航行當值人員必須在短時間內處理多項警示，同時維持船舶的操縱與監控，工作負荷便可能迅速升高。英國海事暨海岸防衛局(Maritime and Coastguard Agency, MCA)在電子航海設備使用指引中，特別提醒不同設備可能針對同一事件發出多重警報，過量警報容易使當值人員分心，甚至逐漸養成未經充分確認便直接消除警報的操作習慣。

這類人因風險具有兩種不同的形成方式。突發性的多重警報可能造成注意力超載，使航海人員忙於辨識及處理警示，減少對船舶操縱與周邊交通的注意；長期頻繁出現的不必要警報，則可能造成告警疲勞(Alarm Fatigue)，使當值人員對真正重要的警示逐漸失去敏感度。2026 年英國海圖局(United Kingdom Hydrographic Office, UKHO)公布的電子海圖警報研究與訓練觀察指出，部分船員仍難以正確區分不同警報的優先程度及觸發條件。航海設備具有警報功能，還需要船員具備辨識、理解及採取適當行動的能力，才能發揮預期的安全作用。

衛星導航欺騙(GNSS Spoofing)還可能形成另一種更加隱蔽的人因風險。當接收機持續輸出看似合理的錯誤位置，電子海圖可能仍然顯示船舶沿著預定航線前進，部分依賴相同定位來源的設備，也可能呈現彼此一致的資訊。駕駛臺於是面臨一種表面正常、實際失真的導航環境。設備發出警報時，航海人員至少已經取得需要查證的線索；當錯誤資訊持續存在，各項顯示又彼此吻合，駕駛臺便可能在毫無警覺的情況下，繼續依賴失去可靠性的船位。

3.2.2 船位異常對船長、引水人及航行當值人員決策負荷的影響

船舶進出港口或通過狹窄水道時，駕駛臺需要同時處理航向、航速、潮流、拖船、交通動態及岸際通信。引水人提供當地水域知識與操船經驗，船長負責船舶整體安全，航行當值人員則持續監控船位與航行進程。這些工作仰賴駕駛臺團隊對船舶所在位置、預定航線及下一個操船動作具有共同理解。當電子船位突然跳躍，或與雷達、目視及引水人所掌握的水域特徵出現差異，原有的工作分配便可能受到干擾。駕駛臺需要立即確認誰負責重新測定船位、誰持續監控船舶動態，以及誰決定是否調整原定操船計畫。

2024 年 8 月 30 日，333 公尺長的貨櫃船 Maersk Shekou (IMO 9466984)，在兩名引水人引領下航經澳洲費利曼圖港(Fremantle Port)內港入口時遭遇強風，最後與停泊於碼頭的訓練帆船 STS Leeuwin II 及岸壁發生碰撞。澳洲運輸安全局(Australian Transport Safety Bureau, ATSB)於 2025 年 11 月 3 日公布的最終調查指出，主引水人未在預定轉向

點向舵工下達轉向舵令，舵工仍依先前指示維持原有船首向，使拖船及艏側推所促成的轉向效果受到抵消。船長與其他駕駛臺人員未能及時察覺操船意圖與實際航向之間的差異，第二名引水人又在關鍵階段受到非必要電話通話干擾。強風增加了船舶操縱的困難，駕駛臺團隊對操船進程的監控，以及對轉向意圖的共同確認，也未能充分發揮作用。

Maersk Shekou 事故涉及操船指令、團隊監控與共同情境認知，事故調查未將定位欺騙列為事故原因。這起案件所揭露的人因問題，對導航資訊失真的研究仍具有參考價值。當駕駛臺團隊缺乏明確分工與相互確認，突發定位異常可能使部分人員忙於檢查設備，其他人員則繼續依賴尚待確認的資訊操船。駕駛臺團隊的安全效能，取決於每個人是否清楚理解當前局勢、各自職責及共同的操船意圖。駕駛臺上有多少人，並不等於有多少人正在有效監控船舶。

3.2.3 駕駛臺團隊協作、專業判斷與安全管理責任

國際海事組織第 A.960(23)號決議附件二關於引水作業程序的建議，強調船長、引水人與駕駛臺人員之間的資訊交換及相互理解。引水人登輪後，船長與航行當值人員仍負有船舶安全的相應職責，並須持續監控引水作業。這項原則在導航訊號異常時尤其重要。船長與引水人可能根據不同設備、經驗及資料判斷船位，當彼此的判斷出現差異，駕駛臺團隊便須及時提出疑問、確認資訊來源，並共同評估對後續操船的影響。

船長與引水人資訊交換(Master-Pilot Exchange, MPX)可以事先確認船舶定位設備的可靠性、替代導航能力及特殊水域風險，減少突發異常造成的混亂。駕駛臺團隊更需要在日常作業中建立主動提出疑問、相互提醒及確認指令的習慣。當電子海圖與雷達顯示的船位發生矛盾，航行當值人員須及時提出，船長與引水人則共同確認實際船位及其對既定航線與操船計畫的影響。引水人隨身導航設備(Pilot Portable Unit, PPU)即使具有獨立的顯示與計算功能，其定位來源仍可能使用相同或同樣受到干擾的衛星導航訊號。設備之間的顯示一致性，仍須透過來源查證才能確認其證據價值。

航海實務重視船長的最終安全責任，也重視引水人的專業經驗，安全操船則需要整個駕駛臺團隊共同維持。當導航資料失去可靠性，設備可以提供參考，人員仍須判斷現有資訊是否足以支持下一個操船決定。這項判斷涉及專業知識，也需要不同職務之間願意承認疑問、提出異議及修正既定計畫。船舶安全管理體系(Safety Management System, SMS)與相關訓練的價值，便在於平時建立這些協作習慣，使船員在資訊失真、時間有限及工作負荷升高時，仍能維持有效的決策能力。當導航資訊開始相互矛盾，駕駛臺最危險的情況，往往是每個人都相信別人已經確認了船位，最後卻沒有人真正完成確認。

3.3 傳統船藝與定位失效下的應急操船

3.3.1 雷達、目視、測深與船位推算的交叉驗證

2022 年 5 月 4 日凌晨，225 公尺長的散裝貨船 Rosco Poplar (IMO 9336878)，在沿岸引水人引領下通過澳洲大堡礁的 Hydrographers Passage。船舶配有三部全球定位系統(GPS)接收機，但駕駛臺的兩部電子海圖顯示與資訊系統(ECDIS)、雷達及船舶自動識別系統(AIS)，當時均使用同一部選定 GPS 提供的船位資料。該部 GPS 最可能因天線故障，自凌晨 2 時 18 分至 2 時 35 分之間開始輸出不正確的位置，定位偏差隨著航行逐漸增加，設備卻持續向其他系統提供看似有效的船位資訊。引水人的隨身導航設備(PPU)雖然具備獨立 GNSS 定位能力，當時卻未正確設定使用自身定位來源，實際顯示的仍是經由船上 AIS 引水插座取得的錯誤 GPS 船位，與 ECDIS 呈現相同的錯誤位置。引水人與駕駛臺團隊持續根據電子航跡修正航向，實際船位逐漸偏離預定航線。直到 3 時 11 分，引水人發現前方扇形導航燈(Sector Light)顯示紅色，才察覺船舶已經進入危險水域，隨即採取航向修正。船舶最後從距離 Bond Reef 約 200 公尺的位置通過，原定航線與礁區的距離則約為 1,500 公尺。

澳洲運輸安全局(Australian Transport Safety Bureau, ATSB)於 2024 年 7 月 26 日公布的最終調查指出，故障期間 GPS 仍持續回報符合要求的定位精度，使相關航海設備未能針對錯誤船位發出有效警報。直到 3 時 12 分 GPS 訊號暫時中斷，駕駛臺才出現多項定位及設備狀態警示。引水人與駕駛臺團隊長時間依賴 ECDIS 及 PPU 監控航跡，對雷達相對位置及目視觀測的利用則有所不足。附近船舶 Camellia Island 的雷達回波與 AIS 目標位置，從 2 時 35 分前後已經出現明顯分離，礁區雷達回波及扇形導航燈也提供了其他可供判斷的線索。這些資訊原本具有提早揭露船位偏差的價值，卻未能及時進入操船決策。岸端礁區船舶交通服務系統(REEFVTS)在船位恢復正常後，也曾收到船舶接近礁區的警報，但值班人員最初將異常判斷為系統問題，延遲了向船方查證的時間。這起事件同時揭露船上導航資料的共同依賴、駕駛臺情境意識下降，以及岸端監控難以及時確認異常資訊的問題。

Rosco Poplar 事件最值得反省的地方，在於船上雖然裝設多部導航設備，真正獨立的位置資訊卻十分有限。兩部 ECDIS、雷達電子船位顯示及引水人 PPU 所使用的定位資料，最終都來自同一部故障 GPS。雷達對實體物標的相對方位與距離量測、陸標目視方位，以及回聲測深儀(Echo Sounder)與海圖水深的比對，則具有各自的觀測價值。測深比對仍須考慮潮高、船舶吃水及水深基準差異。航海人員利用不同觀測方式相互查證，才能建立足以支持安全操船的實際船位。當所有設備相信相同的定位來源，再多的顯示器也可能只是讓錯誤看起來更加可信。

3.3.2 推算航法、平行指標線與替代定位方法的運用

全球衛星導航系統(GNSS)失去可靠性時，推算船位(Dead Reckoning, DR)與估計船位(EP)仍具有實際用途。推算船位依據已知船位、航向與航行距離計算船舶位置，估計船位則進一步考慮潮流、風壓差及其他已知影響因素。這些方法原本就是傳統航海訓練的重要內容，整合式電子導航設備普及之後，其實務價值仍然存在。航海人員除了理解基本原理，還須熟悉本船 ECDIS 切換定位來源、使用 DR 或 EP 模式及進行人工定位的操作程序。當自動定位突然失效，船員平時累積的操作能力，便直接影響駕駛臺恢復可靠船位的速度。

沿岸航行還有一項值得重新重視的工具，即雷達平行指標法(Parallel Indexing, PI)。航海人員可以利用適當的固定物標及預先設定的平行指標線，持續監控船舶與預定航線或危險水域之間的橫向距離。這項方法利用雷達的相對觀測，協助判斷船舶是否偏離既定航路，減少對 GNSS 地理座標的依賴。平行指標線主要用於監控相對航跡，船舶沿航線前進的實際位置仍須配合雷達距離、方位、目視定位及其他方法確認。英國海事暨海岸防衛局(MCA)於 MGN 379 (M+F) Amendment 1 中，也特別提醒航海人員，使用平行指標線的同時，仍須定時測定並確認船位。

雷達、目視、測深與推算航法各有適用條件及誤差來源，航海人員需要依實際環境交叉檢驗。船上即使設有第二部 GPS，也須查明兩套接收機是否共用天線或資料傳輸路徑，以及外部干擾是否可能同時影響兩者。備援設備的實際價值，取決於其觀測基礎與失效風險是否具有足夠的獨立性。

3.3.3 狹窄水域風險評估、減速與安全錨泊的決策條件

船舶進入狹窄水域、港口航道或礁區附近，定位資訊的不確定性往往隨著可供操船的水域縮小而迅速增加風險。船長需要評估現有船位的可靠程度，也須考慮船舶航速、操縱性能、風潮流、能見度、海底地形、附近交通及可利用的安全水域。船舶即使利用推算航法維持航行，隨著最後一次可靠船位逐漸遠去，估計位置的不確定範圍也會持續擴大。當這個範圍逐漸接近航道邊界、淺灘或其他危險物，船長便須重新評估原定航線、航速及後續操船安排的安全性。

減速通常可以增加觀測、查證與操船反應的時間，同時仍須維持必要的舵效與操縱能力。暫停航行則須考慮船舶慣性、周邊交通、風潮流及剩餘水域。至於拋錨等待，需要具有適當水深、底質、錨泊空間、天候與交通條件，才能成為安全選項。船舶若已進入狹窄航道或強潮流區域，倉促停船或拋錨也可能產生新的碰撞與擱淺風險。英國海圖局(UKHO)於 2025 年提出的 GNSS 干擾與欺騙航海指引，將減速、暫停航行、增加人工定位及尋求較寬廣安全水域等措施，列為須依實際情況評估的選項。

船舶在港口或船舶交通服務(Vessel Traffic Service, VTS)水域發現定位異常時，須及時向岸端通報，使相關單位掌握船舶當前的航行風險。岸端提供的 AIS 船位仍須確認原

始來源，船長則依據現場可靠觀測、船舶操縱條件及周邊危險，決定後續安全措施。船岸協作可以提供額外資訊與應變支援，實際操船決策仍須建立在對本船位置與航行環境的可靠判斷上。

航海人員向來知道，任何航行計畫都必須接受實際海況與船舶操縱能力的檢驗。當定位資訊失去可靠性，船長便須重新確認本船位置的不確定範圍、周邊危險物及剩餘操縱空間，判斷原定航線與航速是否仍具有足夠的安全餘裕。一位有經驗的船長，可以接受航程延誤，也可以重新安排進港時間；當船舶的實際位置已經無法確認，繼續維持原定航速與航向，便已失去最基本的航行安全依據。

第四章　航運合規、監管執法與責任認定的連鎖衝擊

4.1　船旗國、港口國與海巡執法面臨的查驗障礙

4.1.1　船舶識別、航行紀錄與歷史航跡的監管要求

《國際海上人命安全公約》(International Convention for the Safety of Life at Sea, SOLAS)第五章第 19 條要求總噸位 300 以上從事國際航行的船舶、總噸位 500 以上從事非國際航行的貨船，以及所有客船，依規定裝設船舶自動識別系統(AIS)。系統須持續提供船舶身分、位置、航向、航速及其他航行資訊，並依相關安全與保安規範維持正常運作。這些要求使 AIS 成為現代航行安全與海事監管的重要設備，船旗國(Flag State)也負有監督所屬船舶設備配置、操作及安全管理的責任。當船名、海上移動業務識別碼(MMSI)與船位資料可能遭到操弄，主管機關仍須透過船舶登記、國際海事組織船舶識別號碼(IMO Ship Identification Number)、法定證書及實際航行紀錄，確認船舶身分及相關資訊的真實性。設備符合裝設要求與船位資料正確可靠，具有不同的查證目的。

2026 年 7 月 30 日，冰島海巡與警方登輪控制由保羅・華生船長基金會(Captain Paul Watson Foundation)運營的反捕鯨船 Bandero (IMO 9228447)，並逮捕船長。冰島海巡表示，此次行動涉及該船接近捕鯨船 Hval 9，以及船長未遵從海巡指令等安全問題。翌日，冰島運輸主管機關另行實施港口國管制(Port State Control, PSC)檢查。海上交通監控單位先前已發現該船 AIS 未正常運作，主管機關登輪後，又發現船方未能提出有效的國際噸位證書、必要海圖及 AIS 設備檢驗證明。由於該船同年 4 月才改登巴拿馬船旗，冰島還須向巴拿馬主管機關確認證書是否符合當時的船籍登記狀態。據保羅・華生船長基金會於 2026 年 8 月 31 日公布的解除留置通知，冰島運輸主管機關已同意解除該船的港口國管制留置。這起案件涉及海上執法、港口國管制及其他法律程序，各有不同的處置原因與權限基礎。AIS 異常可以促使主管機關進一步查驗，船舶是否構成應予留置的

缺失，仍須依據實際證書、設備狀況及法定要求判斷。從發現異常、實施檢查到解除留置，各階段都需要相應的事實與法律依據。

現代海事監管已經可以長期保存船舶歷史航跡，主管機關也逐漸具備追溯船舶身分及活動的能力。這項能力的實際價值，取決於相關紀錄是否足以證明船舶曾經航經特定水域、使用何種身分，以及異常資訊如何形成。船旗國負責監督所屬船舶的設備與操作，港口國則在適用法規與管轄權限內查驗外籍船舶。兩者可能使用相同的電子資料，卻具有不同的法律責任與執行程序。AIS 使主管機關更容易發現值得查驗的船舶，真正困難的工作，往往從發現異常之後才開始。

4.1.2 異常船舶之海上查驗與港口國管制權限

2025 年 4 月 10 日，遭多國制裁的油輪 Kiwala 經由愛沙尼亞專屬經濟海域駛往俄羅斯，主管機關發現其船旗及法定證書存在重大疑問。該船宣稱懸掛吉布地船旗，吉布地主管機關卻曾將其自船舶登記冊除名。愛沙尼亞海軍於 4 月 11 日以疑似無國籍船舶為由進行海上攔查，隨後將船舶帶往穆加灣(Muuga Bay)錨地，由交通管理局實施檢查。主管機關共發現 40 項缺失，其中 29 項構成留置依據，涉及法定證書、安全管理體系(SMS)、船員應變能力及船舶設備。4 月 14 日，吉布地主管機關重新確認接受該船登記至 5 月 7 日，相關證書在此期間有效。船方完成必要改善後，愛沙尼亞於 4 月 26 日解除留置。現有公開資料尚缺乏足以證明 Kiwala 實施 AIS 航跡欺騙的證據，但這起案件清楚呈現異常船舶從海上查驗、船籍證書核對到港口國留置，所涉及的不同法律程序。

海上登臨與港口國管制具有各自的權限來源。《聯合國海洋法公約》(United Nations Convention on the Law of the Sea, UNCLOS)第 110 條第 1 項(d)款規定，軍艦具有合理理由懷疑外國船舶無國籍時，可以在符合相關條件下依法行使登臨核驗權。依同公約第 58 條第 2 項，相關規定在符合專屬經濟海域制度的範圍內，亦適用於該海域。愛沙尼亞政府援引疑似無國籍作為 Kiwala 海上查驗的法律理由，後續要求船舶前往錨地及限制其離港，則分別涉及其他權限基礎與程序要求。船舶出現可疑航跡、船旗疑義或制裁紀錄，可以提供調查線索，沿岸國在專屬經濟海域或公海採取強制措施，仍須確認具體法律依據、適用水域及法定要件。

船舶進入港口或其他依法得實施港口國管制的設施與水域後，主管機關依據適用的國際公約及國內法律進行查驗。國際海事組織(IMO)於 2025 年 12 月 3 日通過第 A.1206(34)號決議《2025 年港口國管制程序》(Procedures for Port State Control, 2025)，並正式撤銷原第 A.1185(33)號決議《2023 年港口國管制程序》。新決議第 2.2 節規範初步檢查(Initial Inspection)，主要確認法定證書、相關文件、船舶設備及船員整體狀況；第 1.7.2 段及第 2.4 節則界定明確理由(Clear Grounds)，包括必要證書無效、文件缺失或不實、重要航海設備存在重大缺陷，以及船員對必要安全作業缺乏熟悉等情況。港口

國管制檢查員取得符合規範的明確理由後，可以依第 2.5 節進行詳細檢查(More Detailed Inspection)。2025 年程序另新增附錄二十，針對 SOLAS 第 XI-2 章第 9 條涉及的船舶保安檢查提供指引，使安全管理與海事保安的查驗程序更加完整。商業 AIS 平台的異常航跡可以協助選定檢查對象，具有具體內容及可靠依據的異常通報，也可能支持進一步查驗；船舶是否構成應予留置的缺失，仍須依實際檢查結果判斷。

船舶留置(Detention)涉及更具體的安全判斷。主管機關須依適用公約及國內法律，評估所發現的缺失是否影響船舶安全出海，或對船上人員及海洋環境構成不可接受的危險。第 A.1206(34)號決議第 1.7.4 段、第 3.5 節及附錄二《船舶留置指引》(Guidelines for the Detention of Ships)，要求港口國管制檢查員(Port State Control Officer, PSCO)綜合詳細檢查結果、缺失嚴重程度、預定航次及必要改善措施，作出專業判斷。新版附錄二亦更新涉及安全管理體系(ISM Code)、遠距離識別與追蹤系統(LRIT)、船員資格及值勤管理等事項的留置缺失指引。船舶遭到留置時，主管機關須依規定通知船旗國及相關認可組織，並於缺失改善及解除留置時完成相應程序。

Kiwala 案發生於 2025 年 4 月，早於第 A.1206(34)號決議通過，本文引用新版程序旨在說明現行港口國管制規範。該船受到留置，具有證書、管理及設備缺失等具體檢查結果作為依據；船旗狀態獲得澄清、必要缺失完成改善後，主管機關才准許其繼續航行。這起案件呈現海上查驗與港口國管制的不同法律程序，也說明主管機關從發現異常到限制船舶航行，必須逐步建立事實及權限基礎。監控異常提供查證線索，明確理由支持詳細檢查，符合留置條件的具體缺失及安全判斷，才能支持後續留置措施。

4.1.3 沿海走私、非法捕撈與漁業用油詐領的數位掩護

船舶位置資訊在沿海執法與漁業管理中的作用，具有不同於大型商船安全設備規範的制度背景。許多漁船依其船型、噸位及航行性質，適用不同的監控要求，部分船舶則依國內漁業法規、區域漁業管理措施或特定許可條件，裝設漁船監控系統(VMS)。主管機關利用這些紀錄確認船舶是否進入限制水域、符合作業許可，以及實際航程是否足以支持補助或其他行政給付。當船位資料受到操弄，監控系統原本用於辨識違法活動的功能，也可能反過來被利用於掩飾真實航行或作業紀錄。

2013 年 8 月 15 日，美國司法部公布一宗漁船定位設備遭到人為修改的起訴案件。漁民 Thomas Zachary Breeding 被指控在 2012 年 1 月，為妨礙美國國家海洋暨大氣總署(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)調查墨西哥灣禁漁區內的活動，修改其漁船上的全球定位系統(GPS)設備，並涉嫌向調查人員提供不實陳述。案件當時仍處於起訴階段，相關指控尚待司法程序認定。這項案例的研究價值，在於檢方已經將定位設備的實際操弄與妨礙調查聯繫起來，反映船位資訊失真可能涉及具體的違法

行為及證據問題。美國部分漁業法規對 VMS 設備的擅自修改、關閉、破壞及干擾另有明確禁止規定，相關執法也就具有不同於一般 AIS 操作要求的法律基礎。

前述臺灣漁業用油案件，則涉及電子航程紀錄與行政給付之間的關係。主管機關依據不實作業時數核發補助，可能使定位資料失真進一步影響行政決定與公款支出。沿海走私、越界捕撈及漁業補助詐領各有不同的法律構成要件，海巡與漁政機關須依適用法規，結合設備查驗、港口進出紀錄、漁獲申報、交易資料及其他獨立證據，確認船舶的實際活動。當電子航跡成為行政許可、補助核發或違法認定的依據，監管機關除了要求船舶留下紀錄，還需要具備查證紀錄真實性的能力。否則，紀錄愈完整，經過設計的欺騙反而可能愈容易取得制度上的信任。

4.2 國際航運制裁與保險合規的審查困境

4.2.1 影子船隊虛假航跡、身分冒用與制裁規避的辨識

2024 年 11 月，懸掛喀麥隆船旗的超大型油輪(VLCC) Atila (IMO 9262754)，在摩洛哥外海接受兩艘蘇伊士型油輪(Suezmax Tanker) Sakarya (IMO 9524463)及 Cankiri (IMO 9411331)轉運的俄羅斯烏拉爾原油(Urals Crude Oil)。根據 Lloyd's List 11 月 18 日的調查，Atila 於 11 月 6 日至 11 日進行船對船轉運(STS)期間，其自動識別系統(AIS)所顯示的對地航向與航速，出現不符合實際船舶運動的異常模式。航運情報與貨物流向分析顯示，這些異常與轉運活動的時間相互吻合，支持該船可能利用不實航跡掩飾實際作業的研判。兩艘提供原油的油輪先前均由 K&O Shipmanagement 管理，其後更換安全管理體系(ISM)管理公司，英國政府則於 2023 年 12 月 6 日將 K&O Shipmanagement 列入制裁名單。管理公司變更、船舶參與俄羅斯原油運輸，以及 AIS 航跡異常，分別具有不同的事實與法律意義，彼此關係仍須依具體證據查明。

這起案件其後又涉及另一項制裁調查。2025 年 7 月 3 日，美國財政部外國資產控制辦公室(Office of Foreign Assets Control, OFAC)公告指出，Atila 曾為涉及伊朗原油運輸的受制裁網絡承運約 200 萬桶原油，並與遭美國制裁的 Arman 114 進行船對船轉運，將伊朗原油偽裝為馬來西亞來源。OFAC 據此依第 13224 號行政命令及其修正規定，將 Atila 的船舶所有人及管理公司 Grat Shipping Co Ltd 列為制裁對象，並將 Atila 認定為該公司具有權益的受封鎖財產。這項 2025 年的制裁決定涉及美國主管機關另外調查的伊朗原油運輸活動，與 2024 年 11 月在摩洛哥外海轉運俄羅斯原油的事件具有不同法律背景。後者是否違反適用制裁，仍須依具體航次、交易關係及相關法律判斷。兩組事件共同顯示，同一艘影子船隊油輪可能參與不同受制裁貨物的運輸網絡，其航跡、管理關係與貨物來源，都需要分別查證。

影子船隊在制裁壓力下持續調整運作方式。船舶透過虛假航跡掩飾轉運活動，並利用船舶所有權、管理公司及船旗的變動，增加貨物流向與交易關係的查證困難。我們先前研究影子船隊時，已經注意到它具有相當強的適應能力(Adaptive Capacity)。當監管機關逐漸具備辨識異常航跡的能力，相關行為人也可能使用更接近正常航行的資料，使欺騙性航運實踐(Deceptive Shipping Practices)更難從電子紀錄中辨識。航運合規審查需要追溯實際裝貨、轉運及卸貨活動，並依相關司法管轄規定查明交易對象、貨物來源、價格及所涉服務。一條完整的航跡，可以證明監控系統曾經接收哪些資訊，船舶真正從事的活動，仍須依賴其他可靠紀錄與獨立觀測加以確認。

4.2.2 船對船轉運、貨物來源與航運交易活動的查證

2024 年 11 月 7 日，《勞氏日報》揭露伊朗液化石油氣(Liquefied Petroleum Gas, LPG)進入孟加拉市場的一種操作方式。部分小型液化氣船利用虛假 AIS 航跡，使監控系統顯示船舶曾在伊拉克祖拜爾河口港(Khor al Zubair)裝貨，再配合記載伊拉克裝貨港的貨物文件，掩飾實際貨物來源。10 月 28 日上午，AIS 資料顯示該港兩處液化氣裝貨泊位共有四艘船舶，當天衛星影像卻只確認兩艘。11 月初，液化氣船 Alba Gas (IMO 9155626)又曾顯示停靠在另一艘真實船舶 Paul (IMO 9975715)所在的泊位附近，其後訊號位置逐漸移往泊位外側，衛星影像則未確認相應船舶的存在。

另一艘小型液化氣船 Horizon 1 (IMO 9130456)的案例，更清楚呈現船位資料與貨物文件可能共同失真的問題。《勞氏日報》取得的貨物艙單(Cargo Manifest)顯示，該船於 2024 年 9 月 24 日在伊拉克南部 Khor al Zubair 港裝載液化石油氣，相關 AIS 航跡也顯示相近活動。然而，AIS 資料與衛星影像之間存在不一致，使這份裝貨紀錄受到質疑。該船其後於 10 月中旬在孟加拉 Mongla 港卸貨。各批貨物的真正來源及相關法律責任，仍須透過裝貨紀錄、航次資料與其他證據進一步查明。這類案件呈現一種值得注意的欺騙方式。船舶留下看似合理的靠港航跡，貨物文件又記載相同的裝貨地點，兩份資料即使彼此吻合，仍可能共同建立在經過操弄的資訊之上。

航運合規審查(Shipping Compliance Review)需要處理貨物從裝貨、轉運到卸貨所產生的不同文件與紀錄。提單(Bill of Lading, B/L)、貨物艙單、裝卸時間表(Timesheet)、原產地證明(Certificate of Origin)及 AIS 歷史航跡，各有不同的證明功能。貨物經過多次轉運後，後續交易人如果只依最後取得的文件認定來源，便可能忽略前手船舶活動及原始裝貨地點。美國財政部外國資產控制辦公室(OFAC)於 2025 年 4 月 16 日發布的伊朗石油航運制裁規避指引，特別提醒航運業者注意虛假船位、船舶身分冒用、不實貨運文件及連續 STS 轉運所構成的合規風險。

這些案件揭露了電子航跡與航運交易之間更加緊密的關係。船位遭到偽造，裝貨港便可能被改寫；裝貨港一旦改寫，貨物來源便可能受到掩飾，使交易對手、保險人

及金融機構根據錯誤資訊作成商業決定。航運合規審查除了核對貨物文件與歷史航跡，還須確認兩者是否具有獨立的事實基礎。我們過去習慣用文件查證船舶活動，如今還需要追查那些用來證明貨物來源的文件，究竟建立在真實的航行紀錄上，還是另一套經過安排的航行故事。

4.2.3 船東、航商、保險人與金融機構的合規審查及責任

2025 年 12 月 12 日， Lloyd's List 公布一宗格外值得研究的船舶身分冒用案件。希臘航運公司 Altomare S.A.所營運的油輪 Kallista (IMO 9411965)，疑似遭另一艘已受美國制裁的超大型油輪 Limas (IMO 9254082)冒用身分。調查人員發現，2024 年 12 月至 2025 年 2 月間，AIS 資料曾同時出現兩組使用 Kallista 相同 IMO 識別號碼及海上移動業務識別碼(MMSI)的船舶航跡，卻位於相距甚遠的不同海域。2024 年 12 月 19 日的衛星影像顯示，真正的 Kallista 正在印度帕拉迪普港(Paradip)卸載沙烏地阿拉伯原油；前一日的衛星影像則顯示 Limas 進入伊朗哈格島(Kharg Island)裝貨。後續取得的裝卸文件、航次紀錄及船籍證明，部分使用 Kallista 的身分資料，卻與其實際航行活動不符。《勞氏日報》並取得巴拿馬海事主管機關的確認，指出相關船籍證明與官方登記資料存在差異。這些衛星觀測與文件比對，支持 Limas 涉嫌冒用 Kallista 身分從事伊朗原油運輸的調查判斷。至於實際參與偽造文件、發送虛假訊號及安排貨物運輸的人員，其個別法律責任仍須依相關證據認定。

這起事件後來產生了令人意外的發展。2025 年 11 月 20 日，美國財政部外國資產控制辦公室(Office of Foreign Assets Control, OFAC)公告指稱，Kallista 於同年 1 月至 2 月間為伊朗軍方相關石油銷售網絡 Sepehr Energy Jahan 運送近 400 萬桶伊朗原油。OFAC 據此依第 13224 號行政命令及其修正規定，將 Altomare 列入特別指定國民與受封鎖人士名單(Specially Designated Nationals and Blocked Persons List, SDN List)，並將 Kallista 列為 Altomare 具有權益的受封鎖船舶。Altomare 否認相關指控，主張旗下船舶身分遭到第三方冒用，並向 OFAC 提出重新審查。2026 年 1 月 21 日，OFAC 正式將 Altomare 及 Kallista 自 SDN 名單移除。除名事實已有官方紀錄，公告則未公開完整的重新審查理由，也未就原先的運輸指控與身分冒用調查逐項說明事實認定。《勞氏日報》的衛星影像、AIS 及文件調查，提供了船舶身分遭到冒用的證據；OFAC 的制裁及除名程序則分別具有行政法律效果。兩者的事實基礎與證明範圍，需要各自評價。

船舶身分與航跡遭到冒用，對保險及航運交易具有直接影響。國際保賠協會集團(International Group of P&I Clubs)早在 2020 年便提醒會員，第三方可能利用他船 IMO 識別號碼發送虛假 AIS 訊息，使正常船東受到制裁規避的懷疑。保險人須依適用制裁、保單條款及再保險安排評估承保與理賠風險，船東、租船人及金融機構則須查證船舶身分、貨物來源與交易對手。AIS 異常可以啟動合規審查，實際是否違反制裁、構成保險除外責任或影響保險契約效力，仍須依具體事實、適用法律及相關條款判斷。

位置資訊的可靠性還可能涉及承運人的適航謹慎義務(Due Diligence to Make the Ship Seaworthy)。《海牙規則》(Hague Rules)第 III 條第 1 項要求承運人於開航前及開航時盡適當謹慎，使船舶具備適航性(Seaworthiness)，包括適當的人員、設備及航行準備；《海牙威士比規則》(Hague-Visby Rules)的對應條文亦有相同要求。2021 年英國最高法院於 The CMA CGM LIBRA 案([2021] UKSC 51)認定，開航前存在重大缺陷的航次計畫(Passage Plan)，足以使船舶構成不適航。當承運人未盡適航謹慎義務與損失具有因果關係，船員航海過失(Nautical Fault)免責亦無法排除相關責任。該案雖涉及航次計畫，仍可為 GNSS 干擾風險提供法理參照。當承運人已知特定航線存在嚴重定位干擾風險，卻缺乏相應的設備評估、替代定位準備或船員訓練，事故發生後，其開航前的安全準備可能成為適航責任的法律爭點。現行國際規範尚未普遍強制所有商船裝設特定的獨立替代定位設備，適航性仍須依航次風險、合理可用的安全措施及事故因果關係綜合判斷。

海上保險契約另有不同的責任結構。以英國《1906 年海上保險法》(Marine Insurance Act 1906)第 39 條為例，航次保單(Voyage Policy)原則上具有開航時船舶適航的默示保證；定期保單(Time Policy)則須考慮被保險人是否知悉船舶不適航而仍使其出航，以及損失是否歸因於該不適航狀態。另依《2015 年保險法》(Insurance Act 2015)第 10 條，違反保證條款可能使保險人責任暫停，補正後則可恢復；第 11 條則在被保險人證明違反特定風險控制條款不可能增加實際損失風險時，限制保險人據以免責，但不適用於界定整體承保風險的條款。船體保險、保賠保險及貨物運送責任各有不同的法律與契約基礎，相關爭議須依保險種類、契約條款及具體事實分別評價。船舶出航時的風險是否可以合理預見、承運人或被保險人當時掌握哪些資訊、採取何種安全措施，以及相關缺失是否實際影響事故與損害結果，均可能成為責任判斷的重要因素。

Kallista 案讓這項問題呈現了另一個值得深思的面向。當監控技術被用來發現違法者，欺騙者也可能反過來利用同一套制度，借用正常船舶的身分繼續營運，甚至讓真正的船東承擔調查與商業上的後果。對租船人、保險人及銀行而言，制裁名單、船籍紀錄、AIS 歷史航跡與貨物文件都是重要的審查依據，各項資料仍有其來源及可靠性限制。航運市場最難處理的情況，可能是一艘真正違規的船成功借用了別人的身分，而那艘被冒用身分的船，反而需要向全世界證明自己究竟是誰。

4.3 海事調查與司法程序中的電子航跡證據

4.3.1 電子航跡的同源污染與證據獨立性

現代海事事故調查可以取得船舶自動識別系統(AIS)、電子海圖顯示與資訊系統(ECDIS)、航行資料紀錄器(Voyage Data Recorder, VDR)及岸際監控系統保存的大量電子資料。這些紀錄如果呈現相同的船舶位置與航跡，調查人員便需要確認相關設備是否具

有獨立的觀測基礎。當多套設備共用同一部全球衛星導航系統(GNSS)接收機，原始船位一旦失真，其他設備也可能保存相同的錯誤資訊，形成同源污染(Common-Source Contamination)。資料雖然分別保存在不同系統之中，其內容卻可能只是同一項定位結果的重複呈現。證據數量與獨立證據的數量，須依資料形成過程分別評價。

前述 Rosco Poplar 案也揭露了電子證據的另一項特性。同一部航行資料紀錄器(VDR)保存的 GPS 船位可能受到共同定位來源的污染，其 X 波段雷達影像卻仍保有實體物標的相對觀測資訊。兩種資料雖然保存在同一設備，原始觀測基礎及證明價值仍須分別評價。

海事調查與司法程序需要根據各項電子紀錄的實際來源評價證明力。多份紀錄呈現一致資訊，可以支持相關設備曾經接收或記錄相同內容的判斷；資訊所描述的船位是否真實存在，仍須依可靠的原始觀測確認。調查人員須追查設備連線、資料來源、訊號傳輸、時間基準及後續處理過程，再判斷各項紀錄的獨立程度。VDR 保存的船位即使受到污染，其雷達影像、駕駛臺語音、舵令及其他資料，仍可能具有不同的證據價值。電子資料須依待證事實分別評價，才能避免因單一欄位失真而否定其他可靠紀錄，也避免將數份具有相同錯誤來源的資料誤認為多項獨立證據。當三套設備記錄了同一個錯誤船位，法律上面對的可能仍然只有一項錯誤的原始資訊。證據真正需要補強的是其事實基礎，而非增加記錄同一訊號的設備數量。

4.3.2 受污染航跡的物理重建與雙軌事實認定

船舶絕對位置失去可靠性後，海事調查仍可利用相對運動(Relative Motion)、物理連續性(Physical Continuity)及其他獨立觀測，逐步重建事故經過。雷達量測的目標相對方位與距離、固定岸標及燈標觀測、船首向、舵角、主機運轉紀錄、航速及風潮流資料，都可能提供不同的物理約束。這些資料仍須查明來源與誤差，尤其雷達影像與電子海圖重疊時，顯示的地理座標可能受到錯誤船位影響。調查人員可以保留原始雷達回波的相對位置資訊，再結合已知物標與船舶操縱紀錄，逐步重建具有證據支持的實際航跡。必要時，還可利用船岸雙方雷達紀錄、衛星影像及其他獨立資料交叉比對。

Rosco Poplar 案提供了具體的物理重建方法。ATSB 利用 VDR 保存的 X 波段雷達影像，對照海圖上已知位置的礁區、燈標及其他固定物標，重建船舶接近 Bond Reef 期間的實際航跡。調查人員發現，凌晨 2 時 18 分的雷達影像中，附近船舶 Camellia Island 的雷達回波與 AIS 目標原本相互吻合；2 時 34 分 52 秒恢復雷達追蹤時，兩者已經出現位置分離，顯示本船使用的 GPS 船位可能開始失真。隨後定位偏差持續增加，至 3 時 11 分左右，實際船位與 GPS 顯示位置最大相差約 0.92 浬，即 1,704 公尺。這項數值描述 GPS 定位誤差，與船舶偏離預定航線及最接近礁區的距離，各有不同意義。ATSB 利用雷達相對觀測與固定物標建立獨立的空間關係，再與電子船位比較，確認船舶實際航

經的位置。當調查資料的時間基準也可能受到共同導航來源影響，調查人員仍須查核各項紀錄的授時來源、記錄延遲及共同事件，避免時間誤差影響航速、航向及事故時序的重建。

實際航跡獲得重建之後，調查人員還須查明船長、引水人與航行當值人員在事故發生時所理解的船位。船舶實際所在位置屬於客觀航行事實，當事人當時的認知則涉及注意義務與責任判斷。當電子海圖顯示不實船位，事後重建的正確航跡可以揭露事故經過，當事人在事故發生時是否已經知道相關危險，仍須透過當時可取得的資訊判斷。當值人員即使相信錯誤的電子船位，其是否已依職責利用雷達、目視及其他適當方法確認航行安全，也需要進一步查證。調查人員須回到當時的能見度、可利用設備、警報狀態、駕駛臺分工及具體操船情況，確認異常是否已經出現可以合理察覺的徵兆。

《航海人員訓練、發證及當值標準國際公約》(International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers, STCW)所配套的《STCW 章程》(STCW Code)第 A-VIII/2 節，對航行當值、航行監控與駕駛臺資源管理設有相關要求。海事調查評價航海人員的注意義務時，需要考慮當事人實際掌握的資訊，也須檢驗具有相應專業能力的航海人員，在當時條件下合理可以取得並利用哪些資訊。事故調查首先重建船舶實際發生的經過，再查明當事人當時知道什麼，以及依其職責合理可以知道什麼。客觀事實、當時認知及注意義務各有不同的證明目的，必須分別查證，才能合理評價事故發生時的專業判斷。

4.3.3 電子證據保全、證明力評價與法律責任認定

電子航跡一旦發現可能受到污染，調查人員首先需要保全原始資料及其形成過程。資料取得設備、操作設定、定位來源、時間基準、原始檔案及後續分析程序，都可能影響鑑識結果的可靠性。國際標準化組織第 ISO/IEC 27037:2012 號標準《數位證據識別、蒐集、取得與保存指引》，為相關作業提供通用技術方法。海事調查人員可依此建立證據保管鏈(Chain of Custody)，記錄原始資料取得、複製、移交及存取過程，必要時利用雜湊值(Hash Value)確認檔案在保存與傳遞期間是否遭到變更。資料保管鏈用於確認證據的取得與保存過程，原始紀錄所記載的船位是否真實，則須另行查證。一份完整保存的 VDR 或 AIS 紀錄，可以證明相關設備曾經保存這些資訊，所記載的航行位置仍須依其他可靠觀測確認。

這項區別直接影響司法程序對電子證據的評價。聯合國國際貿易法委員會(United Nations Commission on International Trade Law, UNCITRAL)《電子商務示範法》(UNCITRAL Model Law on Electronic Commerce)第 9 條，將電子訊息的證據可採性(Admissibility)與證明力(Evidential Weight)分別處理，並以資料產生、保存、傳輸、完整性維持及發送者識別的可靠程度，作為評價證明力的重要因素。這項示範法提供各國立法及解釋電子證

據的參考原則，具體司法程序仍依相關國家的證據規範處理。以臺灣民事訴訟為例，《民事訴訟法》第 222 條要求法院依全辯論意旨及調查證據結果判斷事實，其自由心證須符合論理與經驗法則，並於判決記明形成心證的理由。當 AIS、ECDIS 及 VDR 均記錄同一項錯誤 GPS 資料，三份紀錄形式上一致，反映多套設備曾經使用相同資訊，其證明力仍須依資料來源與相互依賴關係評價。法院需要結合其他獨立證據確認實際船位，海事仲裁庭則依適用的仲裁規則、程序法及具體爭點，分別評價電子資料的真實性、關聯性與證明程度。

確認船位資訊失真、辨識欺騙訊號來源，以及認定實際行為人，是三項具有不同證明目的的調查工作。調查人員首先須查明異常來自設備故障、訊號接收、資料處理或人為操弄。涉及 AIS 訊息偽冒時，可以透過原始接收紀錄、不同接收站的觀測及射頻特徵，追查不實訊息的發射來源；涉及 GNSS 欺騙時，則須分析接收機受到何種偽造導航訊號影響。即使已經確認虛假訊號的發射位置，調查人員仍須結合設備存取紀錄、通訊資料、操作權限及其他獨立證據，查明實際操作、控制或指使設備的人員。

技術歸因進入法律歸責，還須依適用法律確認行為人的故意、過失、責任要件及因果關係。國際海事組織第 MSC.255(84)號決議《海事事故調查章程》(Casualty Investigation Code)第 1.1 項指出，海事安全調查以預防事故再發為目的，過錯分配與法律責任則由其他適當程序處理。調查所得的技術事實可以提供法律程序參考，民事訴訟、刑事程序及海事仲裁仍須依各自的證據規則與責任要件作出判斷。當調查確認船舶遭到第三方定位欺騙，相關程序仍須分別評價第三方的實際行為，以及船長與航運公司是否履行各自的安全注意義務。法律責任最終須建立在已獲證明的行為事實、適用的責任要件及相應的因果關係之上。

海事電子證據的困難，來自資料完整性、客觀真實性與法律證明力具有不同的判斷基礎。一份保存完好的航行紀錄，可能忠實記下設備當時顯示的錯誤船位；一條經過獨立重建的航跡，可以確認事故發生的實際位置，卻仍須查明當事人在事故當時掌握哪些資訊；一項已經確認的定位欺騙，也需要進一步追查行為來源與相關法律責任。當電子航跡失去可靠性，海事調查需要回到可驗證的物理事實，司法程序則須根據已獲證明的事實，分別評價當事人的認知、注意義務及法律責任。證據所能支持的判斷到哪裡，責任認定便須清楚交代其推論如何到達那裡。

第五章　海域治理、灰色地帶行動與國家安全風險

5.1　搜索救難與緊急應變的資訊可信度

5.1.1　虛假遇險位置對搜救時效與資源配置的影響

2022 年 6 月 28 日，美國波多黎各 Arecibo 地區發生一起相當荒謬的虛假遇險事件。Harold Carrión Butter 為了躲避當地執法機關，刻意藏匿行蹤，並透過家人向緊急救援單位謊稱自己在海邊失蹤，可能已遭海浪捲入大海。美國海岸防衛隊(United States Coast Guard, USCG)接獲通報後，立即展開搜索救難(Search and Rescue, SAR)，動員艦艇與航空器持續搜尋兩天以上。直到 7 月 1 日，當地警方才在距離其住家不遠的地方發現這名根本沒有落海的男子。美國司法部 2024 年 2 月公布的資料指出，這場搜索耗費超過 100 萬美元，三名涉案人員也先後承認相關犯罪行為。

這起案件涉及人為虛構遇險事件，現有資料並未顯示 AIS 或 GNSS 遭到欺騙，其研究價值在於揭露虛假搜救資訊所造成的資源代價。遇險位置一旦成為搜尋基準，後續漂流推算與救援部署便可能沿著相同的錯誤假設擴大。搜救協調中心面對人命危險，必須依事件的緊迫程度迅速決定救援措施，同時查證遇險資訊，並隨著可靠資料的取得修正搜尋範圍。最初遇險座標的可信程度，直接影響搜救時效與資源配置。

5.1.2 搜救協調中心對遇險位置與船舶身分的交叉查證

2026 年 4 月 13 日凌晨，澳洲海事安全局(Australian Maritime Safety Authority, AMSA)接收到一具與救生筏相關的緊急無線電示位標(Emergency Position-Indicating Radio Beacon, EPIRB)訊號，位置在昆士蘭 Cooktown 以北約 56 公里的 Cape Flattery 附近。澳洲海事安全局隨即透過示位標登記資料聯繫船東指定的緊急聯絡人，確認該船確實在附近海域作業，船上共有三人。救援單位派遣固定翼飛機及直升機前往搜尋，附近遊艇 Starting Over 接獲礁區船舶交通服務(Reef VTS)廣播後，也加入協助，最後依據岸邊發出的求救訊號找到三名船員，將他們安全救起。搜索飛機後來發現，原本搭載三人的船舶已經起火燃燒。

這起救援的價值，在於不同來源的資訊完成了相互查證。全球海上遇險與安全系統(Global Maritime Distress and Safety System, GMDSS)提供多種遇險通報途徑，緊急無線電示位標則經由國際搜救衛星系統(Cospas-Sarsat)發送警報，將相關資訊傳送至搜救協調中心(Rescue Coordination Centre, RCC)。澳洲海事安全局利用示位標登記資料與緊急聯絡人確認船舶及船上人數，礁區船舶交通服務協助通知附近船舶，現場求救信號則引導救援人員找到遇險者。這些資訊具有不同的來源與用途，共同支持了搜救行動。

澳洲海事安全局的公開資料並未指出本案發生定位干擾或船位失真，這起事件主要說明可靠資訊如何支持搜救協調。當其他事故的遇險位置不完整或相互矛盾，搜救協調中心還須結合最後已知船位(Last Known Position, LKP)、航行計畫、通訊紀錄、天候、海流及漂流推算，修正搜尋基準點(Datum)與搜尋範圍。救援部署與資訊查證須依人命危險的緊迫程度同步進行，並隨可靠資料的取得持續修正。

5.1.3 虛構目標與定位異常對海上應變決策的干擾

2026 年 7 月 15 日，美國海岸防衛隊公布五大湖區(Great Lakes)虛假遇險通報統計。自 2025 年 10 月 1 日至公告當日，該區已接獲 156 起虛假遇險通報，其中三起被確認為蓄意惡作劇(Hoax)。這組數字揭露了虛假警報(False Alert)與蓄意欺騙之間的重要差異。設備誤觸、過時資料、溝通誤解及故意謊報，都可能使搜救中心接收到缺乏實際遇險者的訊息，卻涉及不同的發生原因與法律責任。當報案內容同時包含錯誤的位置或身分資訊，搜救人員便須在查證警報與派遣救援力量之間，作出符合事件緊迫程度的判斷。

前述 AIS 幽靈船與外部定位欺騙，使海上應變面臨另一類潛在風險。虛構 AIS 目標可以出現在監控畫面上，遇險警報則由相應的求救設備與通報程序產生，兩者具有不同的技術來源。當可疑 AIS 目標與求救訊息、失聯船舶或其他海上緊急事件相互連結，搜救協調中心對船舶身分、最後已知位置及附近可用救援船舶的判斷，便可能受到影響。真實遇險船舶若因定位干擾留下錯誤航跡，也可能使救援力量難以及時掌握其實際位置。這些風險在具體案件中是否已經發生，仍須透過搜救紀錄、設備資料與現場觀測分別確認。

國際海事組織(IMO)與國際民用航空組織(ICAO)共同編製的《國際航空與海事搜索救難手冊》(International Aeronautical and Maritime Search and Rescue Manual, IAMSAR)，對搜救協調、資訊評估、搜尋規劃及跨機關合作設有相關指引。IMO 第 MSC.1/Circ.1248 號通函亦強調減少遇險警報後的搜救反應延遲。當位置資訊可能遭到操弄，搜救機關須依人命危險的緊迫程度，同步進行資訊查證與救援部署。海上位置資訊開始失去可靠性時，搜救體系真正需要維持的，是在尚未掌握全部事實之前，仍然有能力作出足以保護人命的合理決定。

5.2 海洋環境保護與污染責任追溯

5.2.1 暗態航行與虛假航跡對非法排放調查的影響

2025 年 2 月 18 日，海洋環境監測組織 SkyTruth 公布一宗頗值得研究的油輪調查。賴比瑞亞籍化學品船 New Sunrise (IMO 9234599)在 2024 年 8 月 29 日至 9 月 11 日期間停止發送船舶自動識別系統(AIS)訊號，衛星影像卻顯示一艘具有相同特徵的船舶停靠俄羅斯 Taman 港。2024 年 9 月 11 日恢復發報時，該船曾因外部 GNSS 干擾而出現錯誤船位。翌日，衛星雷達觀測資料又將其與黑海一條長達約 36 浬的疑似油污帶連結。隨後在 2024 年 11 月 14 日至 25 日，以及 2025 年 2 月，這艘船還先後被發現發送不實 AIS 位置，其中波羅的海的虛假航跡甚至呈現真實船舶難以完成的方形移動模式。SkyTruth 另外將三處疑似海面污染痕跡與該船活動連結。現有衛星影像仍須結合其他調查資料，

才能確認排放物究竟屬於礦物油、植物油殘留或其他物質，以及相關行為是否違反《防止船舶污染國際公約》(International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, MARPOL)。

這宗案件將影子船隊的隱匿行為與海洋環境風險連結起來。船舶隱藏港口活動，增加貨物來源與交易查證的困難；航行期間關閉 AIS 或發送虛假位置，則可能使污染調查失去重要的船舶活動線索。航跡欺騙與海上污染具有不同的待證事實，相關調查仍須分別確認。船舶曾經操弄位置資訊，主管機關仍須查明附近污染痕跡是否確實由該船造成；即使污染帶與航跡相互吻合，也須確認排放物性質、實際排放位置及適用的 MARPOL 排放規定。衛星影像與電子航跡可以提供調查方向，具體違法事實仍有賴完整的證據支持。

這種查證困難對海洋環境保護尤其棘手。大型油污事故往往引起政府與社會關注，日常航行中發生的少量違規排放，卻可能在遠離海岸的水域長期累積。岸端主管機關即使事後透過衛星影像發現異常，船舶可能早已離開現場，使登輪採樣、查驗相關紀錄及確認實際排放者更加困難。當船舶能夠隱藏實際航行，又在海上留下難以追溯的污染痕跡，海洋環境治理便面臨污染事實與責任證據逐漸分離的困境。污染可能已經發生，追究責任所需的證據卻隨著船舶遠去而逐漸流失。

5.2.2 船舶排放事件之航跡查證與污染來源辨識

2012 年 2 月 25 日，歐洲海事安全局(European Maritime Safety Agency, EMSA)透過 CleanSeaNet 衛星監測系統，在英國康瓦爾(Cornwall)外海發現一條疑似船舶排放造成的海面污染帶。英國海事暨海岸防衛局(MCA)隨後將衛星影像與 SafeSeaNet 保存的 AIS 航跡比對，找到當時航經該處的油化船 Maersk Kiera (IMO 9431305)。船方起初否認曾經留下污染帶，後來承認進行貨艙清洗並排放棕櫚油殘留物及洗艙液，卻主張排放發生在離岸 12 浬以外。衛星影像顯示污染實際位於 12 浬以內，與船方陳述出現明顯差異。相關資料最終成為英國法院認定違法排放的重要證據，船東 Maersk Tankers Singapore Pte Limited 遭到定罪及罰款。

這起案件的調查過程具有相當鮮明的證據意義。調查人員首先從衛星影像發現海面污染痕跡，再利用 AIS 航跡追查經過附近的船舶，最後結合衛星影像所記錄的位置與其他證據，檢驗船方提出的排放地點。該案涉及棕櫚油殘留物及洗艙液，與一般礦物油排放的管制分類有所不同，相關違法事實仍須依適用的污染防治規範及當時排放條件認定。衛星影像發現疑似油污帶，可以協助調查人員確認需要查證的水域與船舶，後續仍須查明污染物性質、排放行為及相關法律要件。

利用合成孔徑雷達(Synthetic Aperture Radar)辨識海面異常，再與船舶航跡進行比對，已經成為海洋污染監測的重要方法。EMSA 的 CleanSeaNet 可以在衛星通過後，迅速向

主管機關提供疑似污染警報；SkyTruth 的 Cerulean 系統也利用衛星影像與 AIS 資料，協助辨識可能的排放來源。這些工具擴大了海上污染監測的範圍，辨識結果仍受到環境與資料條件影響。低風速區域、自然海面現象及其他物質，可能呈現與油污相似的雷達影像；附近船舶的航跡與污染帶吻合，也須進一步確認其時間、位置及實際排放行為。當 AIS 位置可能遭到操弄，衛星影像與電子航跡所呈現的空間關係，更需要透過可靠的觀測與紀錄確認。

5.2.3 跨境海洋污染事件的證據取得、責任認定與損害求償

2024 年 2 月上旬，油駁船 Gulfstream (IMO 1518444)由拖船 Solo Creed (IMO 7505994)拖帶航行時，在加勒比海千里達及托巴哥附近翻覆，最後擱淺於托巴哥南岸 Canoe Bay 外約 150 公尺的礁區。船上裝載約 4,652 公噸持久性燃料油(Persistent Fuel Oil)，事故造成托巴哥約 15 公里海岸線受到污染，油污甚至漂流至荷蘭加勒比海領地波奈(Bonaire)。當地政府立即動員清污人員、設備及國際專家，處理受污染的海灘、紅樹林與沿岸設施。事故發生後，主管機關一度難以確認油駁船的所有人、保險狀態及完整航行經過，負責拖帶的 Solo Creed 也已離開現場。

後續調查出現了一段相當不可思議的發展。調查組織 Bellingcat 與千里達及托巴哥《衛報》(Trinidad and Tobago Guardian)透過衛星影像及公開航運紀錄，發現拖船 Solo Creed 自 2024 年 2 月 5 日起停止發送 AIS 訊號，卻在同年 5 月重新出現於非洲安哥拉。安哥拉海軍於 5 月 11 日因該船未經許可進入離岸油田管制水域而予以扣押，調查人員再利用 5 月 18 日衛星影像、現場錄影及船體特徵，確認羅安達灣內的拖船與 Solo Creed 相符。船身原有的船名似乎已被塗改，只留下「SC」，國際海事組織船舶識別號碼卻仍然保留。千里達及托巴哥政府隨後委請律師向安哥拉法院聲請扣押，以保全後續求償。然而，國際油污賠償基金(International Oil Pollution Compensation Funds, IOPC Funds)2025 年 10 月的正式報告記載，該拖船已於 2024 年 11 月逃離扣押。主管機關雖然委託衛星監控服務持續追查，截至報告所述調查時點，仍未重新掌握其行蹤。這起事件顯示，調查人員即使利用獨立影像重新確認船舶存在與身分，也可能因船舶持續移動、改變識別資訊及跨境管轄問題，難以追查其後續行蹤與實際控制關係。值得注意的是，事故發生時，千里達及托巴哥雖已成為《1992 年民事責任公約》與《1992 年基金公約》的締約國，卻尚未完成相關國內立法。國際基金機制可以協助受害者先行取得賠償，公約的國內實施、真正責任人的識別與後續法律追償，仍各有需要克服的制度障礙。

2024 年 4 月 29 日，1992 年基金執行委員會確認《1992 年民事責任公約》與《1992 年基金公約》適用於 Gulfstream 事故，並授權基金主任辦理符合條件的損害賠償。本案的污染源為載運持久性燃料油的油駁船 Gulfstream，拖船 Solo Creed 則涉及拖帶作業及後續行蹤追查，兩船的所有權、實際控制關係與可能承擔的法律責任仍須分別確認。

依據基金 2025 年 10 月 6 日提交的第 IOPC/NOV25/3/13 號報告，截至同年 9 月 26 日，已接獲 357 件求償申請，總金額約 4,850 萬美元，其中 236 件完成評估，累計支付約 2,980 萬千里達及托巴哥元。基金於 2026 年 9 月 14 日另提交第 IOPC/OCT26/3/13 號更新報告，基金主任同年 10 月 6 日的報告指出，357 件求償申請已有超過 340 件完成評估，多項賠償已經支付，預期於年底前完成其餘評估並提出賠償方案。基金機制使部分受害者得以先行取得補償，油駁船真正所有人的識別、保險責任及後續法律追償，仍須透過船舶登記、實際控制關係及其他證據進一步查明。

Gulfstream 案最令人感慨的地方，是海洋污染治理的現實有時十分殘酷。油污不會因為船東身分不明就停止擴散，漁民也無法等到法院確認責任之後才恢復生計。當地政府必須先清理海岸、保護生態與協助受害者，再設法追查那艘已經離開的拖船，以及拖船背後究竟由誰控制、誰承擔責任。船舶身分、位置與航跡的真實性，已經與國際油污責任及賠償制度直接相連。一艘船可以關閉 AIS，甚至改變船名繼續航行；它留下的污染卻無法跟著消失。當真正的責任人難以追查，最先承擔代價的，往往是根本沒有參與那趟航行的沿海居民。

5.3 灰色地帶行動與海上態勢感知的安全風險

5.3.1 海上民兵、非正規船舶與異常身分及航跡

2021 年 3 月，菲律賓海岸防衛隊在南沙群島牛軛礁(Whitsun Reef)附近發現超過 200 艘中國漁船長時間集結，引發兩國之間的外交與海上安全爭議。美國戰略暨國際研究中心(Center for Strategic and International Studies, CSIS)所屬亞洲海事透明倡議(Asia Maritime Transparency Initiative, AMTI)，隨後結合菲律賓巡邏艦艇拍攝的影像、商業 AIS 紀錄與衛星照片，陸續辨識出「粵茂濱漁 42881」、「粵茂濱漁 42882」等具名船舶。研究人員發現，多數船舶長時間在礁區錨泊，缺乏明顯捕魚活動；部分船舶雖然裝設 AIS，卻因使用訊號較弱的 B 類設備，未被商業衛星 AIS 接收系統持續追蹤。這種情況反映了監控資訊本身的技術限制。船舶可能停止發報，也可能仍然正常發送訊號，接收系統卻因設備類型與接收條件而缺乏紀錄。兩種情況具有不同的技術原因，需要分別查證。

這些漁船的實際身分與活動性質，還須結合組織關係及可觀察行為判斷。船舶外觀、船名與登記資料可能顯示其屬於民用漁船，長期集結、缺乏捕魚活動，以及與海警或其他船舶的協同行為，則可能呈現海上民兵(Maritime Militia)的活動特徵。AMTI 於 2026 年 2 月公布的研究指出，研究團隊以商業衛星影像監測南海 12 處指定礁區，將符合辨識條件、船長 45 至 65 公尺的相關船舶納入統計，並透過觀測日之間的插補推估，得出 2025 年平均每日約 241 艘的結果，其中美濟礁(Mischief Reef)與牛軛礁約占總數的

一半。這項數值反映特定海域與船型的監測估計，船舶的個別組織身分仍須依其他證據確認。研究也顯示，僅憑商業 AIS 資料，難以完整掌握相關船隊的實際部署。

海上民兵與非正規船舶的灰色地帶特性，使海上態勢感知需要處理船舶位置以外的問題。實體漁船確實存在，民用登記身分與實際任務之間卻可能出現差異；船舶未被衛星 AIS 追蹤，也可能只是受到設備與接收條件限制。主管機關需要結合航行動態、船舶登記、組織關係及可觀察行為，評估相關船舶的活動性質。當民用身分、實際行為與可能承擔的安全任務出現落差，海上監控需要確認的，便包括船舶究竟在哪裡、正在做什麼，以及代表誰的利益行動。

5.3.2 虛假航跡對海巡識別、監控與執法決策的干擾

2026 年 9 月 28 日，菲律賓海岸防衛隊(Philippine Coast Guard, PCG)公布一宗值得研究的船舶位置異常事件。中國研究船「嘉海科 7」(JIA HAI KE 7，MMSI 413618110)由菲律賓巴丹群島(Batanes)伊拜雅島(Itbayat)監測站發現，該船停留於伊拜雅島西北方約 37.84 浬的菲律賓專屬經濟海域。海巡航空器隨後確認實體船舶存在，並多次透過無線電要求船方說明活動目的，卻未獲回應。菲律賓利用加拿大提供的暗船偵測系統(Dark Vessel Detection, DVD)查核 AIS 資料時發現，該船於 9 月 21 日 00 時 59 分顯示從中國廈門出發，當日 20 時 10 分竟已出現在相距超過 2,000 浬的巴布亞紐幾內亞附近，9 月 28 日又顯示位於巴丹群島周邊。這種航跡明顯超出一般船舶的航行能力，菲律賓海岸防衛隊據此認為船方涉嫌蓄意偽造 AIS 位置。這項物理上的不合理性可以支持航跡失真的判斷，實際訊號如何產生、由誰操作，以及是否具有欺騙意圖，仍須透過設備紀錄與其他證據查明。

「嘉海科 7」是一艘約 70 公尺長、具備二級動力定位系統(Dynamic Positioning Class 2, DP-2)的海洋研究船。菲律賓方面指出，該船長時間停留的位置鄰近呂宋海峽(Luzon Strait)的重要海底通訊電纜(Submarine Communication Cables)走廊，相關活動可能涉及海洋科學研究(Marine Scientific Research, MSR)，並具有值得關注的海底基礎設施安全意義。這艘船具備海洋調查能力，也曾在敏感海域長時間停留，AIS 航跡還出現重大異常。這些事實可以支持主管機關加強查證，船舶當時實際進行何種調查、蒐集哪些資料，以及是否涉及特定軍事目的，仍須依現場觀測、設備紀錄與其他資料確認。

《聯合國海洋法公約》(UNCLOS)第 58 條保障其他國家在專屬經濟海域依法享有航行自由，第 246 條則規範沿岸國對其專屬經濟海域及大陸礁層海洋科學研究的管轄與同意制度。主管機關需要查明船舶的實際作業內容、所在海域及適用法律，再判斷是否涉及未經授權的海洋科學研究或其他違法活動。相關監視、無線電查證及後續執法措施，也須分別符合其法定權限與程序。

事件於 2026 年 10 月 1 日進一步發展。菲律賓海巡派遣 BRP Teresa Magbanua 巡邏艦及航空器前往現場，並派出小艇接近「嘉海科 7」，持續進行無線電呼叫。中國海警 2503 號船亦到場，向菲律賓海巡發出無線電呼叫。菲方通報，「嘉海科 7」於當日上午 11 時 42 分離開原先停留的位置，菲律賓海巡則繼續尾隨監視。10 月 2 日，菲律賓外交部確認未曾核准該船在其專屬經濟海域從事海洋科學研究。這些紀錄可以確認海上執法介入、船舶移動及相關行政立場，該船實際進行何種調查、蒐集哪些資料，以及是否具有特定軍事目的，仍須依其他證據查明。這起事件與前述釣魚臺疑似幽靈船形成對照。釣魚臺事件首先需要確認電子目標是否具有實體對應；「嘉海科 7」則在實體船舶獲得確認後，仍須查明虛假航跡的形成機制、實際活動及相應的執法權限。海上態勢感知的可信程度，已經直接影響海巡艦艇的監視與處置決策。

5.3.3 關鍵能源航道、商船護航與跨部門安全應變

2026 年 9 月 9 日及 23 日，美國海事管理局(Maritime Administration, MARAD)先後發布第 2026-011 號及第 2026-013 號海事安全通告，分別針對波斯灣、荷姆茲海峽(Strait of Hormuz)與阿曼灣，以及紅海、曼德海峽(Bab el-Mandeb Strait)、亞丁灣及其周邊海域的商船安全威脅提出警告。第 2026-011 號通告指出，波斯灣及荷姆茲海峽周邊持續出現嚴重的全球衛星導航系統(GNSS)干擾、定位欺騙與訊號阻斷，提醒美國籍商船加強利用雷達距離、目視方位及其他航海設備交叉確認船位，並與美國海軍中央司令部的海軍航運合作與指導機制(Naval Cooperation and Guidance for Shipping, NCAGS)保持聯繫。通告另建議美國籍船舶與美軍艦艇保持至少 30 浬的距離，並回應聯軍海軍的無線電呼叫，以降低遭誤認為威脅目標的風險。

第 2026-013 號通告則針對胡塞武裝持續攻擊商船的威脅，強烈建議航經相關海域的美國籍商船關閉 AIS，除非船長認為此舉將危及船舶安全。通告同時建議，船舶關閉 AIS 期間，每小時透過電子郵件向美國海軍中央司令部的航運合作與指導單位(NCAGS)通報船位。船長仍須依船旗國規定、當時航行安全及海事保安風險作出判斷。兩份通告反映出海事安全與海事保安之間相當現實的困難。船舶持續公開位置，有助於交通監控、避碰及友方協調，也可能使敵對行為人更容易辨識與追蹤目標。船舶基於保安需要暫停 AIS 發報，其他商船、海巡艦艇及岸端指揮中心則可能面臨額外的識別與協調負擔。商船航經武裝衝突海域時，定位資訊的可靠性與公開程度，已經成為船長及相關安全支援機關需要共同評估的問題。

這項困難對能源商船護航具有更加直接的影響。護航任務需要掌握受護船舶的位置、航向、航速及實際航行狀態，才能維持有效的監控與協作。當商船 AIS 遭到欺騙、衛星定位失效，或船長基於保安考量暫停發報，原本依賴電子船位建立的海上共同態勢圖(Common Operational Picture, COP)，便可能失去部分可靠性。護航艦艇與岸端指揮中心雖然可以透過不同系統取得目標資訊，各項資料的原始觀測仍須確認是否真正獨

立。相關單位需要查明商船實際位置，也須辨識異常究竟來自設備故障、防禦性安全措施或外部訊號欺騙，避免錯誤資訊沿著通報與指揮鏈持續擴散，進一步影響護航決策。

臺灣能源海運面對的困難，還涉及國際航運制度的現實。能源進口船舶可能懸掛外國船旗，由外國船東營運，船長接受船東與航商指示，保險及租船契約也各有其約束。海巡機關即使願意提供護航，仍須確認受護船舶是否願意配合、相關資訊能否共享，以及海巡在不同海域具有何種法律權限。船舶所在地位、船旗國管轄、沿岸國權利及安全風險，都可能影響實際行動。當船位資訊又出現失真或無法確認的情況，這些原本需要跨部門協調的問題，也將面臨更高的執行難度。

我們先前研究臺灣海運韌性時，曾經反覆提醒自己，一條航線能夠畫在海圖上，還需要有人願意承運、有人提供保險、有人支付運費，相關契約也必須能夠繼續履行。如今還須有一項基本條件，護航艦艇、受護商船與岸端指揮中心對實際船位及周邊威脅，必須維持共同而可信的認知。

第六章　可信海上態勢感知與海事治理韌性的重建

6.1　多源海上監控的互補與主動驗證

6.1.1　衛星影像、岸際雷達與 AIS 資料的交叉查證

2024 年 1 月 3 日，Fernando S. Paolo 等研究人員在《自然》(Nature)發表大規模海上活動監測研究，利用 2017 年至 2021 年間約 2 PB 的衛星影像、530 億筆 AIS 訊息及深度學習模型，分析涵蓋全球超過 15%海洋面積的工業活動集中水域。研究估計，全球約 72%至 76%的工業漁船，以及 21%至 30%的運輸與能源相關船舶活動，缺乏公開船舶追蹤系統的對應紀錄。這些比例反映衛星觀測與公開追蹤資料之間的資訊落差，可能涉及 AIS 裝設義務、訊號接收、資料公開範圍及其他技術條件，也可能包含蓄意隱匿。個別船舶是否違規或故意隱匿，仍須依具體事實查證。

這項研究也提供了明確的海上監控整備方向。合成孔徑雷達可以在夜間或多雲環境下偵測海面實體目標，光學衛星影像(Optical Satellite Imagery)則能在適當條件下提供船舶外形及周邊活動資訊。沿岸雷達(Coastal Radar)與船舶交通服務(VTS)可以持續監控一定範圍內的實體目標，AIS 則提供船舶自行廣播的身分與航行資料。不同工具具有各自的觀測能力與技術限制。衛星影像受到拍攝時間、解析度及重訪週期影響，岸際雷達受到覆蓋範圍與目標辨識能力限制，AIS 則可能因停止發報、接收不良或資料操弄而

失去可靠性。多源監控的價值，在於利用不同觀測基礎確認同一項海上事實，使監控資料能夠相互查證。

歐洲海事安全局(European Maritime Safety Agency, EMSA)的整合海事服務(Integrated Maritime Services, IMS)，已經將 AIS、遠距離識別與追蹤系統(LRIT)、漁船監控系統(VMS)、衛星影像及岸際雷達等資料納入共同監控架構。衛星船舶偵測服務(Vessel Detection Service, VDS)可以將合成孔徑雷達與光學衛星影像所辨識的疑似船舶目標，與 AIS、LRIT 及 VMS 船位報告進行比對，協助辨識已建立對應關係及身分尚待確認的目標。衛星影像發現實體船舶，現有船位報告卻缺乏對應身分，可能反映監控覆蓋或船舶識別問題；AIS 顯示某處存在船舶，其他觀測資料卻無相應目標，則可能涉及資料失真或感測器偵測限制。兩種情況都具有進一步查證的價值，仍須考慮衛星拍攝時間、影像解析度、偵測條件及船位資料來源。AIS、LRIT 與 VMS 即使使用不同的通訊途徑，其定位資訊仍可能來自相同或同樣受到干擾的 GNSS 來源。主管機關需要確認原始觀測是否獨立，才能評價不同系統相互印證的程度。多源監控最重要的能力，是逐步確認船舶存在、身分與實際位置，同時清楚標示尚待證實的資訊。

6.1.2 射頻訊號分析、異常航跡辨識與實體目標確認

多源監控確認船舶是否存在之後，還可能需要追查虛假訊號的發射來源。AIS 所顯示的船位，可能與實際無線電發射設備相距數百浬，外部行為人也可能利用岸上設備發送虛假 AIS 訊息，使監控系統誤認為船舶正在其他海域航行。無線電射頻(Radio Frequency, RF)監測可以提供另一項查證途徑。利用多個接收站取得的訊號到達時間差(Time Difference of Arrival, TDOA)，在接收站配置、時間量測及訊號條件適當時，可以透過多點定位(Multilateration, MLAT)估計 AIS 無線電發射源的位置，再與訊息所宣稱的船位比較。Papi 等人於 2015 年利用義大利 AIS 岸站資料進行實證研究，證實這類方法具有查證 AIS 位置資訊的技術潛力，定位結果仍受到接收站配置、無線電傳播及量測誤差影響。Gattis 等人(2026)則利用波羅的海格但斯克灣周邊的 GNSS 射頻接收網，透過訊號到達時間差定位衛星導航欺騙與干擾訊號的發射源。兩項研究分別處理 AIS 無線電訊息與 GNSS 干擾訊號，顯示射頻定位可以協助追查不同類型的異常來源，實際操作者及其行為目的仍須另行查證。

射頻定位取得的是無線電發射源的位置，調查人員還須利用雷達、衛星影像及船舶識別資料，查證發射設備與實體船舶的對應關係。當發射源與 AIS 宣稱位置出現明顯差異，須查明是否涉及 AIS 岸站正常轉發，並分別檢查船載設備異常、外部訊息偽冒及其他可能原因。實際操作人員、設備控制關係與欺騙意圖，則涉及進一步的證據調查。部分不實資訊也可能直接產生於岸端資料庫或監控平台，相關異常便未必具有對應的虛假 AIS 無線電發射源。這些情況與 GNSS 接收機受到偽造衛星導航訊號影響，具有不同的技術機制，仍須依各自的資料形成過程辨識。

另一項已經進入實務運用的能力，是自動化行為監測(Automated Behaviour Monitoring, ABM)。歐洲海事安全局自 2015 年起，便利用船舶位置報告辨識異常航速、航向突變、長時間漂航、船對船接近、港口停靠及 AIS 訊號中斷等情況。這些工具可以協助監控人員從大量航跡中篩選值得查證的目標，但異常偵測(Anomaly Detection)所標示的只是偏離預設條件的行為或資料。主管機關仍須結合船型、航行背景、作業性質及其他獨立證據，區分正常航運活動、設備異常與可能涉及欺騙的行為，避免不必要的警報增加監控負荷。

海巡監控可以先利用自動化系統篩選異常，再由專業人員依船型、海域風險及其他獨立觀測，決定查證優先順序。原始接收紀錄、衛星影像、船籍與港口資料，可以依個案需要補強判斷，必要的實體確認則須符合相關法定權限。監控警示可以提出疑點，違法認定則須有相應的事實與法律依據。

6.1.3 船舶存在、身分、位置、航跡及行為的分層驗證

經過前述案例分析，我認為可信海上態勢感知(Trusted Maritime Situational Awareness, T-MSA)可以從幾項基本的海上事實開始建立。海面上究竟有沒有這艘船，監控系統所顯示的身分是否正確，船舶實際位於何處，以及歷史航跡是否反映真實航行，都是需要分別查證的問題。船舶存在可以透過雷達、衛星影像或目視等觀測確認，船舶身分則需要結合 IMO 識別號碼、船籍登記、船舶外觀特徵及其他紀錄相互印證。一艘船可以真實存在，同時冒用另一艘船的身分；一組有效的 IMO 識別號碼，也可能被其他設備或船舶非法使用。這些事實具有不同的證明目的，查證結果也就需要分別評價。

這項分層查證的技術基礎，可以參考國際海事組織(IMO)於 2017 年發布的第 MSC.1/Circ.1575 號通函《船載定位、導航與授時資料處理指引》(Guidelines for Shipborne Position, Navigation and Timing (PNT) Data Processing)。該指引重視不同感測器及導航服務的資料運用，要求辨識資訊來源的相互依賴關係，並評估定位資料的準確性(Accuracy)、完整性(Integrity)、連續性(Continuity)及可用性(Availability)，使航海人員能夠了解導航資料的可靠程度及系統狀態。這些原則主要適用於船載導航資料處理，本文則將其來源查證與可信度評估的觀念，延伸至岸端海上監控、船舶身分識別及海事治理決策。兩者雖然具有不同的適用範圍，均重視原始觀測、資料可靠性及資訊來源之間的依賴關係。

確認船舶存在與身分之後，仍須查明實際位置及歷史航跡。監控系統持續收到座標，可以證明相關位置資訊曾經進入系統；經過補值或重建的完整航跡，則須分別標明實際觀測與演算法推估的內容。即使船舶確實航經某處，其實際行為及活動目的仍須另行查證。兩艘船在海上接近，可能涉及貨物轉運，也可能只是正常會遇或其他作

業；船舶長時間停留於爭議海域，則須依現場觀測、設備及活動紀錄，判斷是否涉及海洋科學研究、軍事活動或其他行為。最後，主管機關還須確認已取得的事實與證據，是否足以支持特定行政處置、航行安全決策或法律責任認定。

這使可信海上態勢感知形成六個功能有別的層次，依序為船舶存在(Vessel Existence)、船舶身分(Vessel Identity)、實際位置(Actual Position)、歷史航跡(Historical Trajectory)、船舶行為(Vessel Behavior)及決策證據(Decision Evidence)。前五層分別查證船舶存在、身分、實際位置、歷史航跡及行為等事實，並依證據來源與查證結果評價其可信程度；第六層則評估現有證據是否足以支持特定航行安全決策、行政執法或法律責任認定。六層模型呈現從事實查證走向決策支持的邏輯關係，實際查證可以依事件性質與決策需要同步進行。

海上態勢感知(T-MSA)六層驗證模型圖

L1　船舶存在(Vessel Existence)

確認海面是否存在相應實體目標。利用岸際雷達、衛星光學影像、合成孔徑雷達及目視觀測交叉查證，並保留觀測時間與目標特徵。確認實體目標存在後，仍須進一步辨識其船舶身分。

⬇

L2　船舶身分(Vessel Identity)

查證實體目標是否為監控系統所宣稱的船舶。交叉比對 IMO 識別號碼、船籍登記、船舶外觀特徵及港口紀錄，確認識別資料與實體船舶的對應關係，並注意身分冒用的可能性。

⬇

L3　實際位置(Actual Position)

利用獨立雷達觀測、衛星影像及其他定位資料校驗實際船位。GNSS 完整性監測及接收機自主完整性監測(Receiver Autonomous Integrity Monitoring, RAIM)可以協助辨識部分定位異常，但無法單憑這類功能排除經過設計的 GNSS 欺騙。射頻測向及到達時間差(TDOA)則可協助定位無線電發射源，仍須確認其與實體船舶的關係。

⬇

L4　歷史航跡(Historical Trajectory)

比對原始接收紀錄、觀測時間及船舶運動特徵，檢查航跡連續性與物理合理性。標明經過推估、插補或重建的位置，並利用獨立觀測查證船舶實際航經的水域。

⬇

L5　船舶行為(Vessel Behavior)

結合航跡、衛星影像、港口及貨物紀錄，辨識停留、接近、轉運及其他作業活動。自動化行為監測可以提出異常線索，具體活動性質與是否涉及違法，仍須依相應證據判斷。

⬇

L6　決策證據(Decision Evidence)

依據已確認的事實、證據來源及適用法律，評估現有資訊是否足以支持航行安全決策、行政查驗、強制執法或法律責任認定。各類決策須依其法定權限、事實要件及證明要求分別判斷。

註：六層表示不同待證事實與查證任務的逐步展開，並非要求各層依序完成後才能進行下一層查證。每一層均須獨立評價其證據來源、查證結果及剩餘不確定性。

為了讓不同機關能夠理解查證結果，本文進一步提出五種資訊可信狀態，分別為已確認(Verified)、部分確認(Partially Verified)、存在矛盾(Conflicting)、無法確認(Unverified)及已證實失真(Confirmed False)。這五種狀態用於描述特定待證事實的查證結果，彼此具有不同的證據意義，屬於平行分類。已確認表示特定事實獲得足以支持

其用途的可靠證據；部分確認表示複合性事實中的部分事項已經確認，其他重要事項仍待查證；存在矛盾表示不同證據對同一事項形成尚未排除的重大差異；無法確認表示現有資料不足以支持可靠判斷；已證實失真則表示特定資訊所描述的事實已被證明不正確。

這五種資訊可信狀態，主要用於評價船舶存在、身分、位置、航跡及行為等具體待證事實，並記錄觀測時間、資料來源及判斷依據。例如，一艘船舶的實體存在與身分可以獲得確認，實際位置卻可能仍然存在矛盾；某段 AIS 航跡已被證明失真，相關訊號來源、實際操作者及行為意圖，則可能仍無法確認。第六層決策證據須綜合前述查證結果，再依決策目的、法定權限及證明要求，評估現有證據是否充分。當後續取得新的獨立證據，各項查證結果及相關決策依據均可重新評價，並保留必要的修正紀錄。

可信海上態勢感知(T-MSA)五種資訊可信狀態分類		
資訊狀態	**判斷基礎**	**海事實務例示**
[✓] 已確認 Verified	有可靠證據足以支持特定事實	雷達與同時段衛星影像相互印證，確認實體船舶的位置
[◐] 部分確認 Partially Verified	複合性事實部分獲得證實，其他事項仍待查證	某段歷史航跡已有部分航段經獨立雷達觀測確認，其餘航段仍缺乏足夠證據
[!] 存在矛盾 Conflicting	不同可信資料對同一事實出現尚未排除的重大差異	同一時間 AIS 座標與獨立實體觀測結果不符
[?] 無法確認 Unverified	現有資料不足以作出可靠判斷	航跡中斷，尚未取得可供交叉查證的觀測資料
[X] 已證實失真 Confirmed False	特定資訊所描述的事實已獲證明不正確	已證實某段 AIS 位置紀錄與實際航行不符，造成原因仍待查明
註：本分類為本文提出的 T-MSA 研究架構，並非 IMO 既有的五級標準。各狀態須依特定待證事實、觀測時間及證據來源分別評定，並可隨新證據取得而修正。		

我希望這套架構能夠維持海事實務的簡明與可操作性。各項查證結果除了標示資訊可信狀態，還須保留資料來源、觀測時間、判斷依據及必要的修正紀錄，使後續使用者清楚了解哪些資訊來自直接觀測，哪些屬於推估或尚待證實的研判。航海人員需要知道哪一個船位足以支持安全操船，海巡需要知道哪些異常目標值得優先查證，監管機關需要確認哪些事實足以支持行政決定，法院則須評價證據來源與證明程度。不同機關具有不同的工作目的與法律要求，仍可以透過共同的資訊可信狀態，建立相互理解的查證基礎。當海上監控已經有能力在螢幕上呈現數以萬計的船舶，下一個真正值得追求的進步，是讓每一項重要決策都知道自己究竟相信了什麼、相信的依據何在，以及哪些事實仍然沒有得到證實。

6.2 船舶安全管理與航運組織的韌性整備

6.2.1 導航訊號干擾與定位異常納入安全管理體系(SMS)

2026 年 10 月 1 日，英國海事暨海岸防衛局(MCA)發布第 MGN 719 (M+F)號海事指引《全球衛星導航系統失效及劣化環境下的作業》(Operating in GNSS Denied and Degraded Environments)，提醒航運業者正視衛星定位、導航與授時(Positioning, Navigation and Timing, PNT)服務中斷或失真的風險。這份文件鼓勵船東、航運公司及相關海事機構檢視各項設備對共同定位與授時來源的依賴，並將失效應變、替代導航、人員訓練及營運持續安排納入既有風險管理程序。MGN 719 屬於行政技術指引，相關強制性安全要求仍依適用的國際公約及國內法規辦理。這項文件所揭露的實務問題，是位置資訊的可信程度已經成為航運組織需要持續管理的營運風險。

《國際安全管理章程》(International Safety Management Code, ISM Code)第 7 條要求公司建立重要船上作業程序，第 8 條規範緊急應變與演練，第 9 條則要求事故、危險事件及不符合事項的通報、分析與改善。這些規定已經提供管理導航訊號失效的制度基礎，船公司還需要確認各艘船舶的設備配置、定位來源及資料傳輸關係，並將異常辨識、船位查證、船岸通報與安全操船納入實際作業程序。不同船型、設備世代與航行水域具有不同的風險，相關程序也須反映船舶的具體條件。如果船公司只在安全管理手冊中增加一頁「GPS 失效應變程序」，卻缺乏對本船電子海圖、雷達、引水導航設備及其他系統資訊來源的了解，船員真正遭遇定位異常時，仍可能難以依據手冊作出適當決定。

船公司尤其需要區分定位訊號完全中斷，以及設備持續提供看似正常的錯誤船位。前者通常伴隨設備警示，後者則可能使船員誤信導航系統仍然可靠。安全管理程序須明確規定異常辨識與通報條件、重新確認船位的工作分配、船長介入決策的時機，以及減速、改變航線或暫停航行的判斷依據。定位恢復後，也須確認相關設備的資訊來源與顯示結果已經可靠，才能恢復正常電子導航作業。安全管理體系的價值，從來不在於手冊寫得多完整，而在於船舶真正遇到問題時，船員能否按照既定程序作出正確決定。

6.2.2 強化船員傳統導航、電子設備失效與駕駛臺應變訓練

2025 年 9 月 12 日，國際獨立油輪船東協會(International Association of Independent Tanker Owners, INTERTANKO)公布第二版《全球衛星導航系統干擾與欺騙指引》(Jamming and Spoofing of Global Navigation Satellite Systems, Second Edition)，以船東、營運公司與船長為主要使用對象，說明衛星導航服務受損時的航行風險管理。2026 年 4 月 15 日，英國保賠協會(UK P&I Club)也再次提醒會員，衛星導航失效已經成為航商需要事先準備的可預見風險，船員須透過定期演練熟悉受影響設備、替代導航方法及駕駛臺協作。兩份指引反映出現代航運的一項實際困難。船員日常操作高度依賴電子導航設備，多套設備同時失去可靠性時，平時缺乏相關應變經驗的駕駛臺團隊，便可能承受相當大的工作負荷。

船員訓練需要更加貼近實際操船環境。第三章已經說明傳統導航方法的用途與限制，這裡更值得重視的是船員能否在電子導航設備持續運作、卻提供錯誤船位的情況下，及時察覺異常並重新建立可靠的位置資訊。船公司可以利用航海模擬器(Bridge Simulator)，安排事先未向受訓船員揭露的定位失真情境，使駕駛臺團隊面對雷達與電子海圖不一致、船位逐漸偏移、部分警報未啟動，以及多套設備使用相同錯誤資訊等情況。演練重點在於當值人員何時發現異常、如何提出疑問、能否取得獨立定位依據，以及船長是否及時調整操船決策。推算航法與平行指標線等傳統船藝，則須真正運用於辨識異常及維持安全航行的過程。

這種訓練也需要調整評鑑方式。船員完成演練及紀錄簿簽署，可以證明訓練程序已經實施；實際應變能力則須依異常發現時間、獨立船位確認、團隊資訊交換及操船決策等表現評估。一次具有價值的演練，應能辨識設備設定、船員分工、通訊協調或決策程序的具體缺口，並由船公司追蹤改善。不同國籍船員共同工作的駕駛臺，還須確認各職務人員是否正確理解警告、指令及船位可信度的判斷。航海訓練真正需要證明的，是當原本熟悉的電子資訊突然失去可靠性，整個駕駛臺團隊仍然知道如何共同維持船舶安全。

6.2.3 定位失效下的船岸通報、替代作業與安全決策程序

船舶在海上遭遇定位異常，岸端船隊管理中心有時可能比船上更早取得區域導航干擾警告，也可能掌握附近其他船舶的通報及航運情報。這些資訊可以協助船長了解區域性風險，岸端監控平台所顯示的船位則須確認其原始來源。當船上的全球衛星導航系統(GNSS)受到欺騙，錯誤座標仍透過自動識別系統(AIS)持續發送，船公司在岸上看到的完整航跡，便可能只是同一項錯誤資料經由衛星或商業平台再次呈現。船岸協作首先需要確認彼此使用哪些資訊，以及哪些船位已經獲得獨立查證，才能形成共同而可靠的航行認知。

我認為，船公司可以將定位異常通報建立在幾項必要資訊上，包括最後一次確認可靠的船位與時間、目前採用的替代定位方法、異常持續情況、周邊航行危險，以及船長已經採取或準備採取的措施。岸端負責蒐集相關水域的航行警告，協助聯繫船舶交通服務(VTS)、港口及其他必要機關，並視情況調整航程安排與後續營運支援。船長透過通報取得必要協助，也讓岸端掌握船舶的實際處境；船公司則根據已獲確認的航行條件，重新評估原定航速、預計抵港時間及其他營運安排，使船岸雙方的決策具有共同的事實基礎。

《國際安全管理章程》第 4 條規定公司須設置岸上指定人員(Designated Person Ashore, DPA)，以維持船岸聯繫並確保必要資源支援；第 5.2 條要求公司在安全管理體系(SMS)中明確確認船長對船舶安全與污染防治具有最高決策權與相應責任(Overriding

Authority)。《國際海上人命安全公約》(SOLAS)第五章第 34-1 條亦規定，船東、租船人及其他相關人員須尊重船長依專業判斷為海上人命安全與海洋環境保護所作的必要決定。這些規範在定位失效時具有直接的實務意義。當船長認為現有資訊已經不足以支持安全航行，需要減速、等待、改變航線或延後進港，岸上管理人員及商業契約關係人便須依實際安全條件調整相關安排。至於航程延誤是否涉及契約責任，仍須依具體事實與適用條款另行判斷。

6.3 國際海事治理與臺灣監管制度之整備

6.3.1 IMO、ITU 及相關國際機構對定位欺騙與欺騙性航運的治理進程

2021 年 10 月 18 日，國際海事組織(IMO)海事安全委員會發布第 MSC.1/Circ.1644 號通函《蓄意干擾美國全球定位系統及其他全球衛星導航系統》(Deliberate Interference with the United States' Global Positioning System and Other Global Navigation Satellite Systems)，提醒會員國衛星導航訊號可能遭到蓄意阻斷或欺騙，並呼籲各國降低來自其領域的有害干擾、適時發布航行警告及採取必要的無線電管理措施。2023 年 12 月 6 日，IMO 通過第 A.1192(33)號決議，要求會員國與相關利害關係人防止影子船隊及暗船隊的非法營運，特別關注船舶在缺乏正當安全或保安理由時，故意關閉 AIS、遠距離識別與追蹤系統(LRIT)，或掩飾真實船舶身分的行為。兩份文件分別涉及外部導航訊號干擾及船方蓄意隱匿，反映國際社會已經開始從不同技術來源與行為型態處理船位資訊失真的問題。

2025 年 3 月 25 日，IMO、國際電信聯盟(International Telecommunication Union, ITU)與國際民用航空組織(ICAO)共同發布保護衛星導航服務的聯合聲明，呼籲各國保護無線電導航衛星業務(Radionavigation-Satellite Service, RNSS)免受有害干擾、強化定位與授時系統韌性、保留適當的傳統導航設施、加強海事、航空、電信、國防及執法機關之間的合作，並向相關主管機關及 ITU 無線電通信局通報有害干擾事件。這份聲明提出五項政策行動方向，相關法律義務仍須依既有國際規範判斷。ITU《組織法》(Constitution)第 47 條規定，會員國須採取措施，防止虛假或欺騙性的遇險、緊急、安全及識別訊號，並合作辨識相關發射電臺。這些國際規範與政策倡議，為處理 AIS 身分偽冒、GNSS 欺騙及其他無線電資訊異常，提供了通訊秩序、航行安全及國家監管方面的治理依據。

國際海事導航技術最近的一項重要進展，來自 IMO 海事安全委員會(Maritime Safety Committee, MSC)第 111 屆會議。2026 年 5 月，委員會通過《國際海上人命安全公約》(SOLAS)第五章第 19 條相關修正案，允許船舶自願選用甚高頻資料交換系統(VHF Data Exchange System, VDES)作為現行 AIS 的替代系統，並通過第 MSC.592(111)號決議《將 VDES 納入 IMO 規範架構》及第 MSC.593(111)號決議《船載 VDES 性能標準》。相關 SOLAS 修正預定於 2028 年 1 月 1 日生效。VDES 可以提高資料交換能力，其技術架構

亦納入 AIS 訊息認證功能，有助於辨識訊息來源及降低部分身分冒用與訊息偽造風險。訊息認證可以協助確認資料傳輸來源，實際船位的真實性仍須依賴可靠的定位與其他觀測。當全球衛星導航系統(GNSS)受到欺騙，具備認證功能的設備仍可能傳送失真的位置資訊。新型通訊技術可以改善訊息可信度，船舶存在、實際位置及活動目的，仍需透過相應的查證方法確認。

國際航標組織(International Organization for Marine Aids to Navigation, IALA)於 2024 年 12 月修訂第 G1158 號《VDES 測距模式指引》(VDES R-Mode)，提出利用岸際無線電測距訊號，在具備適當覆蓋、時間同步及船載接收設備的條件下，提供不依賴船載 GNSS 的替代定位與授時能力。岸際發射臺的精密授時仍可能使用 GNSS 作為同步來源，若要在區域性 GNSS 干擾期間維持服務，還須具備非 GNSS 校時方法或足夠的時鐘保持能力。增強型羅遠導航系統(Enhanced Loran, eLoran)亦可作為備援定位及授時技術，實際服務能力則受到岸際設施、覆蓋範圍及系統維護條件限制。VDES 的船舶通訊與訊息認證功能，以及 R-Mode 的定位服務，具有不同的技術目的與設備要求。船舶裝設 VDES 之後，仍須確認是否另行具備 R-Mode 接收及定位能力。多星系 GNSS 與衛星增強服務雖可改善定位可用性及部分故障風險，面對共同無線電干擾時，仍需要其他具有獨立技術基礎的定位備援。

替代定位與授時(Alternative Positioning, Navigation and Timing, APNT)的推廣，還面臨技術成熟度、商業成本與國際強制規範之間的落差。現行 SOLAS 第五章第 19 條要求船舶具備符合航次需要的自動定位手段，尚未普遍強制商船裝設特定的非 GNSS 獨立定位系統。船東添購備援設備，需要負擔採購、改裝、系統整合、維護及船員訓練成本；沿岸國建置 R-Mode 或 eLoran 服務，也須持續投入岸臺設施與營運經費。當岸際服務尚未普及，船東投資接收設備的誘因便相對有限；船舶裝設率偏低，又可能影響政府擴大服務的意願。這種相互等待的情況，使技術發展與實際部署之間形成落差。未來可以先從導航干擾風險較高、商船交通密集的沿岸水域與港口進出航道，評估區域性備援服務、設備相容性及導入成本，逐步建立航運業者願意採用、沿岸國也有能力長期維持的定位韌性。

6.3.2 海巡、航港、漁政及海事調查機關的資料查證與協作

臺灣現有的海上監控體系，已經具備進行多源資訊查證的基本條件。海洋委員會海巡署自 2001 年起建置岸際雷達系統，並逐步整合航港與漁政機關提供的 AIS、漁船監控系統(VMS)及船舶相關資料。農業部漁業署於 2025 年 10 月 14 日修正的《漁業監控中心作業要點》，規定監控中心實施 24 小時輪值，辦理遠洋、臺日協議海域、臺菲重疊海域及沿近海漁船的船位監控，並處理 VMS 斷訊、異常越界與其他緊急事件。交通部航港局 115 年度施政計畫，也已將船舶航行異常 AI 偵測、VDES 監測技術測試，以及

港口國管制資料與進出港管理系統介接列為工作項目。這些發展顯示，臺灣可以從既有制度與監控資源的整合著手，逐步建立更完整的海上資訊查證能力。

跨機關協作首先需要釐清異常資訊由誰提出、由誰查證，以及後續由誰依職權處理。航港機關掌握船舶登記、航政監理、港口國管制及航行安全相關資訊，港口船舶交通服務(VTS)可以提供特定水域內的雷達與船舶動態紀錄，漁業署具有漁船許可及船位回報資料，海巡機關則負責海域監控、查緝、海上救難及依法實施相關檢查。國家運輸安全調查委員會依《運輸事故調查法》辦理法定運輸事故的獨立安全調查，其調查目的與資料使用要求，與一般行政查驗及刑事偵查有所不同。這些機關各有專業及法定權限，也可能從不同途徑取得同一艘船舶的部分資料。各機關需要了解彼此掌握的資訊來源與查證程度，才能使資料交換真正增加事實確認的能力。

《海岸巡防法》第 4 條已對海巡機關依法檢查船舶、要求出示船舶文書及航海紀錄，以及具備法定要件時採取相關措施，設有職權依據與必要程度的限制。船舶出現 AIS 異常，可以提供進一步觀察及調查的線索；實際能否登臨、命令停航或採取其他措施，仍須依異常事實、船舶所在水域及適用法律判斷。臺灣較有實際價值的整備方式，是讓海巡、航港、漁政及相關機關在發現異常後，能夠迅速確認資料來源、查證責任與後續處置權限。原始觀測、船舶自行回報、資料處理結果及尚待證實的研判，須分別標示並保存查證依據。各機關依其法定職權進行調查與處置，再透過共同的資料可信度分類，形成可以相互理解的海上態勢認知。跨機關合作的實際價值，在於讓不同單位所掌握的部分資訊，能夠逐步形成具有共同證據基礎的海上事實。

6.3.3 跨境異常航跡通報、執法證據保全與海域安全聯合演訓

芬蘭與愛沙尼亞於 2025 年 6 月共同發布 GNSS 干擾警告，顯示相鄰沿岸國交換干擾範圍、發生時間及觀測結果，有助於及早發布航行安全資訊。國際電信聯盟(ITU)無線電規則委員會(Radio Regulations Board, RRB)對波羅的海等地區有害干擾的處理，也使相關事件進入跨境無線電治理與國際協調程序。

臺灣周邊海域具有密集的國際商船航線、漁業活動及重要海底基礎設施，定位異常可能同時影響航行安全、漁業巡護、海底電纜保護及國家安全。主管機關發現大範圍 GNSS 異常或疑似 AIS 訊息偽冒時，可以依事件影響程度發布必要的航行安全資訊，並透過既有海事合作、航商及港口聯繫管道交換異常情況。涉及境外訊號來源、外籍船舶或跨境活動時，還需要透過適當的國際合作與通報機制取得資料。相關合作可以支援異常查證及風險預警，實際登臨、強制處置及其他執法措施，仍須依船旗國管轄、沿岸國權利、相關國際法及國內法確認其權限基礎。

臺灣可以利用既有海上監控系統，建立跨機關共用的異常事件查證紀錄。當某一機關發現可疑船位，首先保存原始資料、來源設備、接收時間、涉及船舶的識別資訊

及異常型態，再依本文提出的 T-MSA 六層驗證模型，記錄各項待證事實的查證結果及資訊可信狀態。查證紀錄須明確標示資料來源、觀測時間、判斷依據、負責機關、尚待確認事項及後續修正歷程，並保留原始紀錄與資料移交過程。行政調查、司法程序及海事安全調查可依各自職權取得及使用相關資料，涉及運安會依法取得的事故調查資料，則須另依《運輸事故調查法》的獨立調查與保密規定辦理。

當 AIS 航跡已經證實失真，查證紀錄須指出失真的時間、位置及支持該項判斷的原始證據，並將訊號或資料來源、實際操作者、行為意圖與法律責任分別列為待證事項。涉及違法認定或強制執法時，主管機關須依具體事實與適用法律，確認法定要件、權限及證明要求。

海巡、航港、漁政與相關單位，也可以將船位欺騙納入既有海域安全聯合演訓，分別測試虛構 AIS 目標、真實船舶發送虛假航跡，以及區域性 GNSS 失效等不同情境。演訓除了確認各機關能否辨識異常，還須評估誰負責現場查證、何時需要發布航行警告、如何與外籍商船聯繫，以及在訊號來源或船舶意圖尚待查明時，可以採取哪些合法且適當的行動。當異常發生在重要能源航道、港口進出航道或海底電纜附近，相關演訓還須考慮航商配合意願、船旗國管轄、航行安全及跨部門決策等實際限制。

我們過去研究海運韌性，重視的是系統遭受干擾之後，是否仍能維持必要的航運活動。如今，船舶位置不可信賴所揭露的，是另一項同樣重要的治理能力。當不同機關面對同一艘船，卻取得不同的身分、位置與航跡資訊，國家需要有能力確認差異、保存事實、判斷權限，並在必要時共同採取行動。一個海域監控體系可以擁有最先進的雷達、衛星與資料平台，但真正決定治理能力的，仍然是當資訊開始相互矛盾時，各個機關能否共同找出可信的事實，再根據那些事實作出可以負責的決定。

第七章　結論與建議

7.1　重新審視海上監控的可見性與真實性

7.1.1　船舶位置不可信的主要研究發現

本研究從航行安全、影子船隊、海事執法及海洋環境治理等不同領域進行觀察，發現現代海上監控取得的船舶資訊，可能與實際海上活動存在差距。真實船舶可能出現在錯誤位置，完整航跡可能記錄從未發生的航行，監控畫面也可能出現缺乏實體對應的虛構目標。這些異常可能源於船方主動操弄、第三方訊號干擾與欺騙，也可能來自設備故障、接收限制及資料處理錯誤。不同原因可能產生相似的電子紀錄，卻涉及

不同的技術機制、行為動機與法律責任。船舶存在、身分、位置與航跡須依各自的原始來源及觀測基礎查證，才能判斷監控資訊究竟反映多少真實的海上活動。

本研究另一項重要發現，是多套電子設備呈現相同的船位資訊，其原始觀測仍可能來自同一個來源。當船舶自動識別系統(AIS)、電子海圖及航行資料紀錄器共同使用錯誤的衛星定位資訊，相關紀錄便可能形成同源污染(Common-Source Contamination)。這項問題同時影響航行安全、事故調查及司法證據評價。

7.1.2 從船舶隱匿、航跡欺騙到虛構目標的風險演化

本研究分析的船舶位置異常，呈現追蹤中斷、虛假航跡、身分冒用及虛構目標等不同型態。船舶停止發送 AIS，或因接收盲區而暫時失去追蹤紀錄，都可能使外界無法掌握船位，但追蹤中斷本身尚不足以認定船方蓄意隱匿；經過設計的虛假航跡，則可能使監控系統持續顯示船舶正在另一處海域正常航行。當船舶身分也遭到冒用，欺騙行為便可能牽連真正合法營運的船舶，使其面臨商業交易、保險及制裁審查的風險。這些手法逐漸改變監控資訊與實際海上活動之間的關係，使船舶的真實身分、位置及活動內容，更加仰賴其他獨立證據確認。

至於虛構 AIS 目標，監控系統可能顯示沒有實體船舶對應的航行訊息。真實船舶發送虛假航跡，以及監控系統出現不存在的電子目標，涉及不同的技術途徑，卻都可能改變監控人員對海上情況的認知。這些欺騙方式可以獨立發生，也可能與身分冒用、文件偽造及其他操弄手法相互結合。相關型態反映欺騙者隨監控能力、監管壓力與行為目的調整手段，並不代表每一艘船舶都會依序經歷相同的發展階段。

沿著這條演化脈絡觀察，位置欺騙的影響已經從個別船舶行蹤的隱匿，延伸至貨物來源、交易關係、執法資源配置及海上態勢感知。欺騙者利用航海人員、監管機關與航運市場對電子資訊的日常信任，使虛假資料進入不同的管理制度。從讓真實船舶消失，到讓船舶出現在錯誤的位置，再到讓不存在的船舶出現，海上欺騙能力的擴展，已經開始動搖監控系統對海上真實世界的描述能力。

7.1.3 監控資訊失真對海事安全與海上治理的共同影響

船舶位置資訊失去可靠性，航海人員可能錯估航行風險，搜救機關可能偏離實際遇險水域，污染調查可能誤認排放船舶，航商與保險人也可能依不實航跡進行交易或責任判斷。海巡與其他監管機關若以未經查證的船位資料安排監視及執法，同樣可能耗費資源，甚至影響正常船舶的權益。

這些不同領域的風險具有共同的治理意義。現代海事安全與海事保安需要廣泛的監控覆蓋、及時的資訊交換及完整的歷史紀錄，也需要獨立查證、專業判斷與合法決

策的能力。當監控資訊與實際海上活動出現差距，主管機關必須清楚掌握哪些事實已經獲得確認，哪些事項仍待查證，以及現有證據足以支持何種程度的安全或法律決定。

7.2 海事安全、監管與國家安全的韌性整備

7.2.1 船舶導航安全與航運組織的應變能力

航運韌性的具體表現，是船舶在失去可靠定位資訊時，仍然有能力控制航行風險；當現有條件已經無法支持安全航行，也能及時停止原定作業，直到必要的安全條件重新獲得確認。這項能力需要船員具備專業判斷與應變能力，也需要船公司提供適當設備、訓練及營運支持，並願意承擔安全決策所帶來的管理責任。

7.2.2 海事監管、航運合規與電子證據的查證能力

海事監管與航運合規面對船位異常，需要建立更加完整的資訊查證能力。船籍登記、AIS 歷史航跡、港口進出紀錄與貨物文件，可以分別提供船舶身分及活動資訊，各項資料的形成過程與可靠程度仍須查明。當虛假航跡與不實裝貨文件相互吻合，交易審查便可能在錯誤的事實基礎上完成。主管機關、保險人及金融機構需要了解重要資料的原始來源，必要時取得獨立觀測與原始紀錄，確認不同證據是否具有相互支持的事實基礎。

海事調查與司法程序則須在可驗證的事實基礎上，分別認定實際航行、當事人認知與法律責任。電子航跡受到污染時，調查人員仍可以利用雷達相對運動、固定物標及操船紀錄重建事故經過；行為人的故意、過失及因果關係，則依相關證據與法律要件分別判斷。這項原則同樣適用於海事監管。風險預警、行政查驗、強制處置及法律歸責，各有不同的事實基礎與權限要求。異常資訊可以啟動查證，迫切危險可以支持主管機關依法採取必要的預防措施，責任認定則須建立在已獲證明的事實與適用法律之上。

監管制度需要有能力辨識真正從事欺騙的船舶，並依法追究相關責任，也須讓身分遭到冒用或受到第三方干擾的正常船舶，有機會提出反證並澄清事實。海事監管的可信度，取決於主管機關能否查明真正的行為人，並使每一項具有法律效果的決定，都經得起證據與程序的檢驗。

7.2.3 海巡、航港與國家海域安全的協同應變能力

船舶位置異常發生於重要商船航道、港口進出水域或關鍵海洋基礎設施附近時，航行安全、海事保安與國家安全可能同時受到影響。海巡、航港、漁政及其他主管機

關各自掌握不同的船舶與海域資訊，也具有不同的法定權限。國家海域安全的協同應變能力，首先取決於各機關能否共同辨識異常事件、確認資料來源與可信程度，並依各自職責完成必要的查證、通報與後續處置。

對高度依賴國際海運的臺灣而言，海域安全整備還須考慮能源商船在異常環境下的持續航行能力。護航、伴航及其他安全支援措施，需要海巡、船長、船東與岸端指揮中心維持可信的共同態勢認知，並確認外籍船舶的配合意願、保險與租船契約限制，以及不同海域的法律權限。跨部門聯合演訓可以針對虛假 AIS 目標、定位欺騙及區域性導航失效，實際測試異常查證、商船聯繫、資訊交換、指揮協調及合法處置等能力。演訓的目的，是確認各機關在資訊不完整、時間有限及權限各異的情況下，能否依據可靠事實共同維持必要的海上安全行動。

7.3 從海上監控可見性走向可信治理

7.3.1 科技監控的能力邊界與專業判斷的持續價值

現代海事科技大幅擴展了海上監控的範圍，也使大量船舶資訊得以迅速交換與處理。隨著不同設備與資料平台的整合，監控系統對共同資訊來源的依賴逐漸增加，一項原始錯誤便可能沿著整條資訊鏈持續擴散。新型資料交換與訊息認證技術可以改善資訊傳遞及船舶識別，實際船位與航行活動的真實性，仍須透過具有獨立觀測基礎的方法確認。航海人員的傳統船藝、海事調查人員的鑑識能力，以及主管機關的專業判斷，始終是維持航行安全與可信治理的重要基礎。

現代海事科技讓人類得以看見更多海上活動，專業判斷所要維持的，則是理解資訊的來源與限制，並在電子畫面與真實海面出現差距時，重新找回足以支持決策的事實。

7.3.2 可信海上態勢感知與資訊韌性的制度意義

本研究提出的可信海上態勢感知(T-MSA)，旨在建立連結海事科技、專業判斷與治理決策的共同查證架構。六層驗證模型將船舶存在、身分、實際位置、歷史航跡及行為分別列為待證事實，再以決策證據評價現有資料是否足以支持特定安全或法律決定；五種資訊可信狀態則用於標示各項事實的查證結果及剩餘不確定性。這套架構使不同機關能夠依共同方式記錄與理解資料可信程度，同時保留各自的專業判斷及法定權限。T-MSA 目前仍屬本文提出的概念性治理架構，其跨機關運作方式、查證效率及實際應用成效，尚待後續試行與實證研究檢驗。

海上監控受到衛星影像、岸際雷達、AIS 及其他觀測條件限制，主管機關有時只能確認特定水域存在異常，相關原因與行為人仍須進一步調查。資訊韌性(Information Resilience)的重要意義，在於治理體系能夠辨識、保存及揭露這些不確定性，並根據事件緊迫程度、可能後果與法定權限採取適當措施。海上搜救與航行安全警示可能需要立即回應，違法責任及損害賠償的認定則須符合相應的證據與法律要求。同一項資訊可以服務不同的治理目的，其查證程度及證明要求，仍須依實際用途分別判斷。

可信治理還需要具備持續修正既有認知的能力。當新的雷達觀測、衛星影像或船舶紀錄推翻原先判斷，主管機關須保留修正理由及資料來源，讓後續使用者了解結論如何改變；當正常船舶因身分遭到冒用而受到懷疑，制度也須提供當事人提出反證及澄清事實的途徑。這些程序讓海上監控資訊逐漸形成可以共同查證、檢驗及修正的事實基礎，也使不同機關的決定具有更加清楚的證據來源。

7.3.3 建立海事安全、海事保安與海域治理的信任基礎

海洋運輸長期建立在各種相互信任的制度之上。船長依賴航海設備提供必要的導航資訊，其他船舶根據接收到的航行資料評估交通態勢，港口與沿岸國依據船舶申報確認身分及活動，航商、保險人與金融機構則利用船舶紀錄、貨物文件及交易資料履行各自的商業責任。這些信任關係，使來自不同國家、懸掛不同船旗的商船，得以在共同的國際航運體系中持續營運。當船舶位置、身分及航跡遭到操弄，各項海事制度彼此承認事實、分配責任及履行義務的共同基礎，也將隨之受到影響。

這種信任危機具有不對稱的特徵。製造一條虛假航跡，可能只需要操弄一套資料來源；確認真正的船舶活動，卻可能需要衛星影像、岸際雷達、登輪查驗及跨國行政合作。欺騙者可以利用他船身分掩飾行蹤，真正的船東卻可能耗費相當大的時間與資源，才能證明自己未曾從事遭到指控的航運活動。當錯誤資訊進一步影響搜救、污染調查或海域安全決策，相關後果還可能由其他船舶、沿海居民及社會共同承擔。資訊查證、法律程序及適當的澄清與救濟機制，也就成為維持海事制度信任的重要條件。

對高度仰賴國際海運的臺灣而言，可信資訊與港口運作、能源運輸、漁業管理、海洋環境保護及海域安全相互連結。各主管機關需要在既有專業分工與法定權限之下，建立可以共同查證、保存及修正的海上資訊基礎，使必要的安全行動得以及時展開，也讓涉及法律責任的決定，能夠接受證據與程序的檢驗。

數千年來，人類憑藉星辰、羅經、海圖與衛星尋找船舶的位置，也逐漸習慣將對航海工具的信任，延伸為對真實世界的認識。如今，海上資訊可以被完整記錄、迅速傳送，也可以被故意改寫；螢幕上的航跡愈是完整，愈值得追問那些位置究竟從何而來。當海上船舶位置不可信賴時，真正受到考驗的，還有我們是否清楚自己知道什麼、尚且不知道什麼，以及憑什麼對他人作出判斷。航海人員須以可靠的觀測維持安全，

調查人員須循可驗證的證據重建事實，主管機關則須依據已獲證明的事實與法律行使權力。懷疑使人保持清醒，求證使判斷有所依據，承認未知與修正錯誤，則使制度得以維持信任。海洋依然是同一片海洋，船舶也依然航行其間。人們可以在各自的螢幕上看見不同的海洋，但海洋從不會為了配合螢幕上的座標而改變自己。真正需要不斷修正的，是我們對它的認識，以及我們是否還有能力穿過那些看似確定的資訊，回到同一個真實世界。

參考文獻

一、國際公約、法律、司法判例與國際標準

1. *Alize 1954 and Another v. Allianz Elementar Versicherungs AG and Others (The CMA CGM LIBRA)*, [2021] UKSC 51.
2. Insurance Act 2015, c. 4 (UK), §§ 10–11. https://www.legislation.gov.uk/ukpga/2015/4/contents
3. International Convention for the Unification of Certain Rules of Law relating to Bills of Lading (Hague Rules). (1924, August 25). Brussels, Article III(1).
4. International Maritime Organization. (1972). *Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea, 1972 (COLREG), as amended.*
5. International Maritime Organization. (1973/1978). *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL), as amended.*
6. International Maritime Organization. (1974). *International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974 (SOLAS), as amended.*
7. International Maritime Organization. (1992). *International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage, 1992 (1992 CLC).*
8. International Maritime Organization. (1992). *International Convention on the Establishment of an International Fund for Compensation for Oil Pollution Damage, 1992 (1992 Fund Convention).*
9. International Maritime Organization. (1993). *International Management Code for the Safe Operation of Ships and for Pollution Prevention (International Safety Management Code, ISM Code), as amended.*
10. International Maritime Organization. (2022). *Performance standards and functional requirements for the long-range identification and tracking of ships* (Resolution MSC.263(84)/Rev.1). https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/LRIT/MSC.263%2884%29-Rev.1.pdf
11. International Organization for Standardization & International Electrotechnical Commission. (2012). *Information technology—Security techniques—Guidelines for identification, collection, acquisition and preservation of digital evidence* (ISO/IEC 27037:2012). https://www.iso.org/standard/44381.html
12. International Telecommunication Union. (1992). *Constitution of the International Telecommunication Union, as amended.*
13. International Telecommunication Union. (2024). *Radio Regulations.* International Telecommunication Union.
14. Marine Insurance Act 1906, 6 Edw. 7 c. 41 (UK), § 39. https://www.legislation.gov.uk/ukpga/Edw7/6/41/section/39
15. Protocol to Amend the International Convention for the Unification of Certain Rules of Law relating to Bills of Lading (Visby Protocol). (1968, February 23). Brussels.

16. United Nations Commission on International Trade Law. (1996). *UNCITRAL Model Law on Electronic Commerce with Guide to Enactment.* https://uncitral.un.org/en/texts/ecommerce/modellaw/electronic_commerce
17. United Nations. (1982). *United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS).*https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf
18. 中華民國。《民事訴訟法》，第 222 條。
19. 中華民國。《海岸巡防法》，第 4 條。
20. 中華民國。《運輸事故調查法》。

二、國際海事組織決議、通函與航海技術指引

1. International Maritime Organization & International Civil Aviation Organization. (2022). *International Aeronautical and Maritime Search and Rescue (IAMSAR) Manual.* International Maritime Organization.
2. International Maritime Organization, International Civil Aviation Organization, & International Telecommunication Union. (2025, March 25). *Protect satellite navigation from interference, UN agencies urge.*https://www.imo.org/en/mediacentre/pressbriefings/pages/joint-imo-icao-itu-statement-satellite-interference.aspx
3. International Maritime Organization. (2003). *Recommendations on training and certification and on operational procedures for maritime pilots other than deep-sea pilots* (Resolution A.960(23)). https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/A.960%2823%29.pdf
4. International Maritime Organization. (2004). *Adoption of the revised performance standards for radar equipment*(Resolution MSC.192(79)). https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/MSCResolutions/MSC.192%2879%29.pdf
5. International Maritime Organization. (2007, October 16). *Minimizing delays in search and rescue response to distress alerts* (MSC.1/Circ.1248). https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/MSC.1-Circ.1248%20-%20Minimizing%20Delays%20In%20Search%20And%20Rescue%20Response%20To%20Distress%20Alerts.pdf
6. International Maritime Organization. (2008). *Adoption of the Code of the International Standards and Recommended Practices for a Safety Investigation into a Marine Casualty or Marine Incident (Casualty Investigation Code)* (Resolution MSC.255(84)).
7. International Maritime Organization. (2010). *The Manila Amendments to the Seafarers' Training, Certification and Watchkeeping (STCW) Code* (Resolution 2; STCW/CONF.2/34), Part A, Section A-VIII/2. https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/HumanElement/Documents/34.pdf
8. International Maritime Organization. (2015). *Revised guidelines for the onboard operational use of shipborne automatic identification systems (AIS)* (Resolution A.1106(29)). https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.1106%2829%29.pdf
9. International Maritime Organization. (2017). *Guidelines for shipborne position, navigation and timing (PNT) data processing* (MSC.1/Circ.1575). https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/OurWork/Safety/Documents/IMO%20Documents%20related%20to/MSC.1-Circ.1575.pdf
10. International Maritime Organization. (2021). *Deliberate interference with the United States' Global Positioning System and other Global Navigation Satellite Systems* (MSC.1/Circ.1644).
11. International Maritime Organization. (2023). *Urging Member States and all relevant stakeholders to prevent illegal operations in the maritime sector by the "dark fleet" or "shadow fleet"* (Resolution

A.1192(33)). https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.1192%2833%29.pdf

12. International Maritime Organization. (2025). Procedures for Port State Control, 2025 (Resolution A.1206(34), adopted 3 December 2025). https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/KnowledgeCentre/IndexofIMOResolutions/AssemblyDocuments/A.1206%2834%29.pdf
13. International Maritime Organization. (2026). *Introduction of VHF data exchange system (VDES) into the IMO regulatory framework* (Resolution MSC.592(111)).
14. International Maritime Organization. (2026). *Maritime Safety Committee—111th session (MSC 111), 13–22 May 2026: Meeting summary.* https://www.imo.org/en/mediacentre/meetingsummaries/pages/temporary-msc-111.aspx
15. International Maritime Organization. (2026). *Performance standards for shipborne VHF data exchange system (VDES)* (Resolution MSC.593(111)).
16. International Organization for Marine Aids to Navigation. (2024). *VDES R-Mode* (Guideline G1158, Edition 2.0). https://www.iala.int/product/g1158/?download=true

三、政府主管機關、海事安全調查與行政資料

1. Australian Maritime Safety Authority. (2026, April 13). *AMSA urges boaters to be prepared: Register EPIRBs and plan your trip*. https://media.amsa.gov.au/media-release/amsa-urges-boaters-be-prepared-register-epirbs-and-plan-your-trip
2. Australian Transport Safety Bureau. (2024, July 26). *Near grounding of Rosco Poplar, off Bond Reef, Hydrographers Passage, Queensland, on 4 May 2022* (Investigation MO-2022-005). https://www.atsb.gov.au/investigations/mo-2022-005
3. Australian Transport Safety Bureau. (2025, November 3). Collision between container ship Maersk Shekou and tall ship STS Leeuwin II, Fremantle, Western Australia, on 30 August 2024 (Investigation MO-2024-001). https://www.atsb.gov.au/investigations/mo-2024-001
4. Department of Foreign Affairs, Philippines. (2026, October 2). *DFA statement in reply to the statement of the deputy spokesperson of the Chinese Embassy*. https://wpstransparency.ph/dfa-statement-in-reply-to-the-statement-of-the-deputy-spokesperson-of-the-chinese-embassy/
5. Estonian Transport Administration. (2025, April 12). Tanker Kiwala detained until deficiencies are resolved. https://www.transpordiamet.ee/en/news/tanker-kiwala-detained-until-deficiencies-are-resolved
6. Estonian Transport Administration. (2025, April 26). Tanker Kiwala rectified major deficiencies and was released from detention. https://www.transpordiamet.ee/en/news/tanker-kiwala-rectified-major-deficiencies-and-was-released-detention
7. European GNSS Agency. (2019, July 18). Galileo Initial Services have now been restored. https://www.euspa.europa.eu/newsroom-events/news-archive/galileo-initial-services-have-now-been-restored
8. European Maritime Safety Agency. (2012). *CleanSeaNet cases: Satellite images as primary evidence in UK court*[Maersk Kiera pollution case]. https://emsa.europa.eu/csn-menu/csn-service/oil-spill-detection-examples/286-oil-spill-detection-examples/1873-oil-spill-detection-examples-maersk-kiera-february-2012.html
9. European Maritime Safety Agency. (n.d.). *CleanSeaNet: European satellite-based oil spill monitoring and vessel detection services.* European Maritime Safety Agency.
10. European Maritime Safety Agency. (n.d.). *Integrated Maritime Services.* European Maritime Safety Agency.
11. European Maritime Safety Agency. (n.d.). *Integrated maritime services: Data sources*. https://www.emsa.europa.eu/combined-maritime-data-menu/data-sources.html

12. European Maritime Safety Agency. (n.d.). *Integrated maritime services: Automated behaviour monitoring*. https://emsa.europa.eu/combined-maritime-data-menu/abm.html

13. Finnish Transport and Communications Agency & Estonian maritime authorities. (2025, June 13). *Joint warning concerning GNSS interference in the Gulf of Finland* [聯合航行安全警告].

14. Icelandic Transport Authority. (2026, August 21). *Detention of Bandero and current status of the case*. https://island.is/en/o/transport-authority/news/detention-of-bandero-and-current-status-of-the-case

15. International Association of Independent Tanker Owners. (2025). *Jamming and spoofing of Global Navigation Satellite Systems (GNSS)* (2nd ed.). https://www.intertanko.com/info-centre/intertanko-guidance/guidancenotearticle/jamming-and-spoofing-of-global-navigation-satellite-systems-gnss

16. International Oil Pollution Compensation Funds. (2024, May 10). *Incident in Trinidad and Tobago—Director authorised to pay compensation.* https://iopcfunds.org/news/incident-in-trinidad-and-tobago-director-authorised-to-pay-compensation/

17. International Oil Pollution Compensation Funds. (2025). *Annual report 2024.* https://iopcfunds.org/wp-content/uploads/2025/04/IOPC-Annual-Report-2024_e.pdf

18. International Oil Pollution Compensation Funds. (2025, October 6). *Incidents involving the IOPC Funds—1992 Fund: Gulfstream* (IOPC/NOV25/3/13). https://documentservices.iopcfunds.org/download/82802/en/IOPC-NOV25-3-13_en.pdf

19. International Oil Pollution Compensation Funds. (2026, October 6). *Report of the Director* (IOPC/OCT26/2/1).

20. International Oil Pollution Compensation Funds. (2026, September 14). *Incidents involving the IOPC Funds – 1992 Fund: Gulfstream* (IOPC/OCT26/3/13).

21. Maritime and Coastguard Agency. (2024, January 9). *MGN 379 (M+F) Amendment 1: Use of electronic navigational aids*. UK Government. https://www.gov.uk/government/publications/mgn-379-mf-amendment-1-use-of-electronic-navigational-aids/mgn-379-mf-amendment-1-use-of-electronic-navigational-aids

22. Maritime and Coastguard Agency. (2026). *Operating in GNSS denied and degraded environments* (Marine Guidance Note MGN 719 (M+F)). https://www.gov.uk/government/publications/mgn-719-mf-operating-in-gnss-denied-and-degraded-environments

23. The Maritime Executive. (2026, July 31). *Iceland seizes Paul Watson Foundation's boat as it tracks whale hunt*. https://maritime-executive.com/article/iceland-seizes-paul-watson-foundation-s-boat-as-it-tracks-whale-hunt

24. U.S. Department of the Treasury, Office of Foreign Assets Control. (2025, November 20). Iran-related designations; counter terrorism designations, updates, and removals; Balkans-related designation removal. https://ofac.treasury.gov/recent-actions/20251120

25. U.S. Department of the Treasury, Office of Foreign Assets Control. (2026, January 21). Counter terrorism designations and designations removals. https://ofac.treasury.gov/recent-actions/20260121

26. U.S. Department of the Treasury, Office of Foreign Assets Control. (2025, July 3). Counter terrorism designations; Iran-related designations; counter narcotics designations removals. https://ofac.treasury.gov/recent-actions/20250703

27. U.S. Department of the Treasury. (2025, July 3). Treasury targets diverse networks facilitating Iranian oil trade. https://home.treasury.gov/news/press-releases/sb0188

28. U.S. Maritime Administration. (2026, September 23). Red Sea, Bab el Mandeb Strait, Gulf of Aden, Arabian Sea, and Somali Basin—Houthi attacks on commercial vessels (U.S. Maritime Advisory 2026-013). https://www.maritime.dot.gov/msci/2026-013-red-sea-bab-el-mandeb-strait-gulf-aden-arabian-sea-and-somali-basin-houthi-attacks

29. U.S. Maritime Administration. (2026, September 9). Persian Gulf, Strait of Hormuz and Gulf of Oman—Iranian attacks on commercial vessels (U.S. Maritime Advisory 2026-011). https://www.maritime.dot.gov/msci/2026-011-persian-gulf-strait-hormuz-and-gulf-oman-iranian-attacks-commercial-vessels

30. United States Coast Guard. (2026, July 15). *Coast Guard raises awareness of hoaxes amid false distress calls transmitted in Great Lakes*. https://www.news.uscg.mil/Press-Releases/Article/4546246/coast-guard-raises-awareness-of-hoaxes-amid-false-distress-calls-transmitted-in/

31. United States Department of Justice, U.S. Attorney's Office, District of Puerto Rico. (2024, February 1). *Three defendants pleaded guilty in US Coast Guard hoax call case*. https://www.justice.gov/usao-pr/pr/three-defendants-pleaded-guilty-us-coast-guard-hoax-call-case

32. United States Department of Justice, U.S. Attorney's Office, Northern District of Florida. (2013, August 15). Commercial fisherman indicted for alteration of objects to obstruct a federal investigation and making false statements. https://www.justice.gov/usao-ndfl/pr/commercial-fisherman-indicted-alteration-objects-obstruct-federal-investigation-and

33. United States Department of the Treasury, Office of Foreign Assets Control. (2025, April 16). *OFAC sanctions advisory: Guidance for shipping and maritime stakeholders on detecting and mitigating Iranian oil sanctions evasion.* https://ofac.treasury.gov/system/files/2025-04/Iran%20Shipping%20Advisory_4162025.pdf

34. West Philippine Sea Transparency Office. (2026, October 1). *PCG disrupts and drives away Chinese research vessel Jia Hai Ke 7 from its loitering position off Batanes despite China Coast Guard shielding*. https://wpstransparency.ph/pcg-disrupts-and-drives-away-chinese-research-vessel-jia-hai-ke-7-from-its-loitering-position-off-batanes-despite-china-coast-guard-shielding/

35. 交通部航港局。(2026)。《115 年度施政計畫》。

36. 海洋委員會海巡署。(2026 年 10 月 7 日)。漁船改裝 GPS 設備偽造航程及涉嫌詐領漁業用油補助案件〔新聞資料〕。

37. 農業部漁業署。(2025)。《漁業監控中心作業要點》(2025 年 10 月 14 日修正)。

四、學術研究論文與技術研究

1. Androjna, A., Perkovič, M., Pavić, I., & Mišković, J. (2021). AIS data vulnerability indicated by a spoofing case-study. *Applied Sciences, 11*(11), 5015. https://doi.org/10.3390/app11115015

2. Bhatti, J., & Humphreys, T. E. (2017). Hostile control of ships via false GPS signals: Demonstration and detection. NAVIGATION: Journal of the Institute of Navigation, 64(1), 51–66. https://doi.org/10.1002/navi.183

3. Gattis, B., Cydejko, J., & Akos, D. (2026). Baltic sea GNSS jamming and spoofing emitter detection and localization in real-time using a time difference of arrival (TDOA) system. *GPS Solutions, 30*, Article 96. https://doi.org/10.1007/s10291-026-02061-5

4. Kroodsma, D. (2017, August 9). *Example of AIS data for one vessel*. Global Fishing Watch. https://globalfishingwatch.org/data/example-of-ais-data-for-one-vessel/

5. Liang, M., Su, J., Liu, R. W., & Lam, J. S. L. (2024). AISClean: AIS data-driven vessel trajectory reconstruction under uncertain conditions. *Ocean Engineering, 306*, Article 117987. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2024.117987

6. Paolo, F. S., Kroodsma, D., Raynor, J., Hochberg, T., Davis, P., Cleary, J., Marsaglia, L., Orofino, S., Thomas, C., & Halpin, P. (2024). Satellite mapping reveals extensive industrial activity at sea. *Nature, 625*, 85–91. https://doi.org/10.1038/s41586-023-06825-8

7. Papi, F., Tarchi, D., Vespe, M., Oliveri, F., Borghese, F., Aulicino, G., & Vollero, A. (2015). Radiolocation and tracking of automatic identification system signals for maritime situational awareness. *IET Radar, Sonar & Navigation, 9*(5), 568–580. https://doi.org/10.1049/iet-rsn.2014.0292

8. Wang, F., Li, H., Yang, Y., & Lu, M. (2016). GNSS spoofing detection based on collaborative RAIM. In *Proceedings of the 2016 International Technical Meeting of the Institute of Navigation* (pp. 748–755). https://doi.org/10.33012/2016.13458

9. Winkel, J., Willems, T., O'Driscoll, C., & Fernandez-Hernandez, I. (2026). *SeaSpoofFinder—Potential GNSS spoofing event detection using AIS* [Preprint]. arXiv. https://arxiv.org/abs/2602.16257

五、專業航運媒體、海上情報與公開調查資料

1. Arora, A. (2026, April 15). *GNSS disruption at sea: What bridge teams need to know*. UK P&I Club. https://www.ukpandi.com/news-and-resources/news/article/gnss-disruption-at-sea-what-bridge-teams-need-to-know/

2. Asia Maritime Transparency Initiative. (2021, April 21). *Caught on camera: Two dozen militia boats at Whitsun Reef identified*. Center for Strategic and International Studies. https://amti.csis.org/caught-on-camera-two-dozen-militia-boats-at-whitsun-reef-identified/

3. Asia Maritime Transparency Initiative. (2026, February 23). *All together now: China's militia in 2025*. Center for Strategic and International Studies. https://amti.csis.org/all-together-now-chinas-militia-in-2025/

4. Bellingcat. (2024, February 20). *How a leaking barge became an oil spill disaster off the Tobago coast.*https://www.bellingcat.com/news/2024/02/20/how-a-leaking-barge-became-an-oil-spill-disaster-off-the-tobago-coast/

5. Gard. (2025, July 22). GPS interference in geopolitical conflict zones. Gard's Insights. https://gard.no/en/insights/gps-interference-in-geopolitical-conflict-zones/

6. International Group of P&I Clubs. (2020, May 20). Vessel monitoring and P&I insurance – ship's Automated Information System (AIS). https://www.igpandi.org/article/the-international-group-clubs-discuss-the-importance-of-ships-complying-with-the-requirement-to-use-a-ships-automated-information-system-ais/

7. Lloyd's List. (2024, November 7). Fake AIS trails and forged Iraqi documents underpin Iranian gas exports to Bangladesh. https://www.lloydslist.com/LL1151288/Fake-AIS-trails-and-forged-Iraqi-documents-underpin-Iranian-gas-exports-to-Bangladesh.

8. Philippine Coast Guard. (2026, September 28). PCG challenges AIS-spoofing Chinese research vessel loitering off Batanes; no response to radio challenges. Philippine Information Agency. https://pia.gov.ph/news/pcg-challenges-ais-spoofing-chinese-research-vessel-loitering-off-batanes-no-response-to-radio-challenges/

9. Raanan, T. (2025, December 12). Greek owner Altomare was target of Iranian hackers, tanker identity theft. Lloyd's List. https://www.lloydslist.com/LL1155837/Greek-owner-Altomare-was-target-of-Iranian-hackers-tanker-identity-theft.

10. Raanan, T. (2026, January 21). Ofac lifts sanctions on Greek shipowner targeted in identity theft scheme. Lloyd's List. https://www.lloydslist.com/LL1156142/Ofac-lifts-sanctions-on-Greek-shipowner-targeted-in-identity-theft-scheme

11. Raanan, T., & Diakun, B. (2024, July 22). Iran's tankers double down on concealment efforts post-sanctions. Lloyd's List. https://www.lloydslist.com/LL1149973/Irans-tankers-double-down-on-concealment-efforts-post-sanctions

12. Shen, C., & Raanan, T. (2025, June 5). US-blocked VLCC Jaya skirts sanctions with scrapped ship masquerade. *Lloyd's List*. https://www.lloydslist.com/LL1153764/US-blocked-VLCC-Jaya-skirts-sanctions-with-scrapped-ship-masquerade

13. SkyTruth. (2025, February 18). *Tanker falsifies and disables AIS tracking to hide entries into Russian ports while leaving a trail of pollution in European waters.* https://skytruth.org/insights/tanker-falsifies-and-disables-ais-tracking-to-hide-entries-into-russian-ports-while-leaving-a-trail-of-pollution-in-european-waters

14. TVBS 新聞網。(2026 年 10 月 7 日)。〈影音/漁船改裝 GPS「偽造出海」3 年騙領 438 萬！重罰 1880 萬〉。https://news.tvbs.com.tw/local/4033005

15. United Kingdom Hydrographic Office, & The Shipowners' Club. (2025, August 11). Jamming and spoofing of GNSS and AIS signals: Practical guidance for mariners. ADMIRALTY Maritime Data Solutions. https://www.admiralty.co.uk/news/jamming-and-spoofing

16. United Kingdom Hydrographic Office. (2026, July 8). Understanding ECDIS alerts: How to reduce alarm fatigue. ADMIRALTY Maritime Data Solutions. https://www.admiralty.co.uk/understanding-ecdis-alerts-how-reduce-alarm-fatigue

17. Wiese Bockmann, M. (2024, November 18). Spoofing tanker completes Russia cargo STS with sanctions-linked suezmaxes. Lloyd's List. https://www.lloydslist.com/LL1151476/Spoofing-tanker-completes-Russia-cargo-STS-with-sanctions-linked-suezmaxes.

18. Williams, L., Javeed, A., & Bordeaux, T. (2024, March 3). *Tobago oil spill tug "Solo Creed" belonged to Panamanian firm with history of moving Venezuelan oil.* Bellingcat. https://www.bellingcat.com/news/2024/03/03/tobago-oil-spill-tug-solo-creed-belonged-to-panamanian-firm/

19. Williams, L., Javeed, A., & Bordeaux, T. (2024, May 26). *Missing tugboat 'Solo Creed' resurfaces in Angola after $23m oil spill in Tobago*. Bellingcat. https://www.bellingcat.com/news/2024/05/26/missing-tugboat-solo-creed-resurfaces-in-angola-after-23m-oil-spill-in-tobago/

20. 西山諒、大竹直樹。(2026 年 10 月 16 日)。〈尖閣沖に出現した貨物船「くたばれ日本」　昨年末、中国「軍港」周辺から偽装信号を発信か〉。《產經新聞》。https://www.sankei.com/article/20261016-H6EU5LNC5FKL7DQFMQQQOU4MVI/

21. 西山諒。(2025 年 12 月 26 日)。〈尖閣沖に貨物船「くたばれ日本」が停泊…なりすましか？ 船舶情報サイトが非表示へ〉。《產經新聞》。https://www.sankei.com/article/20251226-EKGSBLPGRJDGZNAIG3KWFK3DEY/