2026.6
創刊號

台灣航港新視野

NEW INSIGHTS OF MARITIME AND PORTS

競逐關鍵字定義權的大港進化賽局

港灣解構與新生

驅動淨零智慧航道

目錄

序

01 以海為路，領航永續新局

舵手的話

02 貨輪之外
港灣城市的湛藍經濟學

航港焦點

04 啓動湛藍引擎
競逐關鍵字定義權的大港進化賽局

06 航向全球
港灣解構與新生

10 零碳生存戰
驅動淨零智慧航道

名家論壇

14 解密智慧航行系統
CRVO 航行最佳化程式

22 貨櫃航運業生成式人工智慧採用行為之探討
以員工工作塑造為調節效果

32 從靠港經濟到產業鏈經濟
臺灣郵輪觀光力 Cruise+ 視角下的發展策略

寰宇脈動

40 **海運數位化的轉型領航員**

42 當港口遇見 AI
一場讓航運更安全、更智慧的轉型之路

44 **IMO 決議案最新動態**

航港小學堂

46 汽笛鳴響，航港小學堂上課啦！
關於貨運與貨輪的二三事

48 **國際海事組織**

走進航港人的世界

50 女力航跡
水能載舟，她們能掌舵撐港

中華民國115年6月創刊號

出版單位 / 臺灣港務股份有限公司、交通部航港局、財團法人驗船中心

發行人 / 林國顯、周永暉、葉協隆

總編輯 / 王錦榮、陳賓權、鄭志文

編輯委員 / 蔡淑慧、張乃文、張嘉紋、劉嘉洪、張明雄、黃悅瑩、戴輝煌

編輯 / 莊淳迦、劉冠筠、林曉琪、吳書羽、陳萱庭

發行單位 / 臺灣港務股份有限公司

地址 / 804004高雄市鼓山區蓬萊路10號

電話 / 886-7-5219000

編製單位 / 集思創意顧問股份有限公司

專案經理 / 張淑美

主編 / 陳筱君

攝影 / 游家桓

設計 / 楊閔如

地址 / 台北市內湖區堤頂大道二段407巷20弄35號7樓

電話 / 886-2-8797-7333

GPN / 4811500010

版權所有 翻印必究 本刊圖文非經同意不得轉載

以海為路
領航永續新局

面對全球航運產業加速數位轉型、淨零碳排及國際規範接軌發展的新局，航港事業所承載的功能與責任，深刻關係國家整體競爭力、產業供應鏈韌性及永續發展目標。在當前情勢下，如何以前瞻視野掌握國際趨勢，進而凝聚產官學研能量，並引領社會大眾認識航港產業的價值與未來，已是當前重要課題。

在此背景下，由交通部指導，航港局、臺灣港務股份有限公司及財團法人驗船中心共同辦理《台灣航港新視野》期刊創刊號，別具意義。這不僅是一本刊物的誕生，更象徵我國航港體系跨機關、跨領域攜手合作的具體成果。航港局肩負政策規劃與航政監理職責，臺灣港務公司專注於港埠建設與營運發展，驗船中心則致力於船舶安全、技術驗證與專業服務，三方各司其職、緊密協作，共同為打造安全、效率、韌性與永續兼備的航港環境而努力。

《台灣航港新視野》以「新視野」為名，正是期許我們以更寬廣的格局看待航港產業未來的發展方向。當前，智慧科技正逐步改變港口營運模式，淨零轉型正重塑國際航運競爭規則，全球供應鏈重組亦持續帶來新的挑戰與契機。臺灣位居亞太航運樞紐的重要位置，必須在變動中穩健前行，在轉型中掌握先機。透過本刊的發行，我們希望能持續傳遞航港政策理念、分享國際新知趨勢、呈現產業發展脈動，讓社會各界更加理解航港事業在國家發展中的關鍵角色。

同時，我們也期待藉由這本刊物，讓更多青年學子及社會大眾看見航港產業的多元面貌與專業價值。從港口經營、航運服務、船舶技術到智慧治理與綠色轉型，航港領域蘊含豐富的發展潛力，也需要更多跨領域人才共同投入；唯有持續吸引新世代參與，注入創新思維與行動力，臺灣航港產業方能在國際舞臺上持續精進與茁壯。

創刊，象徵一段新航程的啟動。期盼《台灣航港新視野》成為連結政策、產業與社會的重要平臺，持續記錄臺灣航港發展的軌跡，拓展面向世界的視野，並凝聚各界攜手前行的力量。

讓我們以海為路，乘勢而進，共同開創臺灣航港更安全、更智慧、更永續的未來。

交通部長 陳世凱

貨輪之外

港灣城市的湛藍經濟學

春暖花開時節，站在高雄港旅運中心的露天平臺上俯瞰整片水域，來自世界各地的旅客，陸續從岸邊靠泊的郵輪下船，魚貫通關；不遠的前方，多個貨櫃場內的橋式起重機規律運作，穿透這些場景的是已經高度自動化的洲際貨櫃中心。這一眼望去的港區即景，靜謐卻充滿張力，透出臺灣以「AI」x「ESG」兩組關鍵字鏈結，企圖掌握未來藍海經濟定義權的韌性與決心。

「過去港口競爭比碼頭多長、水域多深廣、裝卸效率多快，」走在見證過往香蕉出口、如今主攻智慧輸出的蓬萊商港區，身處強調 AI 技術應用的「PIER F 棧叁庫」，交通部常務次長暨財團法人驗船中心董事長林國顯分析，在供應鏈重組、氣候危機和地緣衝突等大環境因素影響之下，「現代賽局強調的是『韌性』，我們正從被動接受國際規則的『跟隨者』，自我提升為『參與者及定義者』，主動定義未來十年港口城市該有的樣貌。」

掌握「AI x ESG」關鍵，強者定義規則

臺灣要在一條國際港口必走之路勝出，最核心的關鍵是「AI x ESG」，兼顧智慧永續的轉型與鏈結。「這當然不是一件簡單的事！」林國顯認為未來十年，隨著自動化技術普及與全球供應鏈韌性的要求，港口競爭的主戰場已轉移到「港埠的數位服務」與「協助港區事業的創新」。

這股轉型浪潮，讓臺灣港務公司董事長周永暉深有所感，遂提出「臺灣港群 Trans-SMART 2.0^{+} 升級計畫」相呼應，透過航港資料整合、智慧調度與風險預警，提升營運效率。「港口營運一天都不能中斷，因此這是一項『穿著西裝改西裝』、難度極高的轉骨升級工程。我們追求的目標不再是單純的裝卸加速，而是能否整合資訊、協調各環節，提供航商穩定、透明的服務。目前積極導入的自動化櫃場與智慧調度，就是讓硬實力與軟實力同步進化的重要行動。」

雙軸轉型並進，智慧港群啟動轉骨工程

這也正是林國顯為了穩固亞太轉運樞紐地位，規劃同時強化「硬實力」與「軟實力」的初衷，「硬

實力是港口的物理基礎；軟實力則是數位與永續轉型帶來的新競爭力。」在各國皆認同綠色港口已然成為港口核心競爭力的當下，港口除了導入智慧化工程之外，也要進化為「能源即服務」的多元供給場域。

除了建置岸電設備，更必須如高雄港展現的決心一般，積極布局生質燃料、液化天然氣、氫能、氨能等替代能源發展，「新加坡和鹿特丹港都是很好的範例，透過硬、軟實力的碰撞，能將港區發展為開放式創新平臺。」

交通部常務次長暨財團法人驗船中心董事長林國顯

從封閉碼頭到開放客廳

另一項重要的翻轉，也已經悄悄地進行了十多年。

遊客如織的駁二藝術特區、棧貳庫等舊倉庫群，透過媒合在地品牌與職人進駐，注入文創與水岸觀光基因，成為推動「港市合一」的起點，大港橋的定時旋轉展演，更成為了吸引遊客的關鍵，林國顯提出他的觀察，「過去，城市與港口之間有一道高牆阻隔，但是現在舊港區已然轉化為市民放鬆身心、感受海洋文化底蘊的戶外大客廳，更吸引精品郵輪靠泊，應證了港口從『貨物運輸』轉向『藍色經濟』的轉型韌性。」

舊港區能夠成功活化的關鍵，來自於政策驅動、市場拉力和民眾期待三股力量同時作用，然而這段「舊港重生」路並不平坦。

周永暉坦言，最大挑戰不在工程本身，而是來自長期封閉的港區土地權屬與使用限制複雜；傳統港務經營以裝卸與安全為主，對觀光較為陌生，對這樣的轉變也需要注入更多專業。然而，「港務公司必須成為『價值創造者』。透過資源解封成為『產業媒合平臺』和『都市美學實踐者』，與高雄市政府合作，將倉儲空間轉譯為具歷史厚度的美學空間。」

臺灣港務公司董事長周永暉

定方向．強基礎．立標準，改寫港口未來式

提到政策驅動，就必須談到臺灣自 2012 年 3 月完成政企分離的十多年來，透過「航政、港務、驗船」三位一體的策略主軸，讓港口成功變身為連結供應鏈、能源轉型與海洋城市治理的重要節點。

然而，林國顯並不以此自滿，目光已投向更深遠的未來，提出全新戰略。透過「航政—定出具韌性的方向」、「港務—強化智慧基礎」、「驗船—立下安全與技術的新標準」三個單位分工合作，搶佔全球海洋治理話語權。「我們要先讓國際社會看見，臺灣有能力提出一套兼顧效率、韌性與永續的港口城市發展模式，才能定義未來。」

啓動湛藍引擎

競逐關鍵字定義權的大港進化賽局

採訪、攝影、撰稿：集思創意編採小組
照片提供：交通部航港局、臺灣港務股份有限公司、財團法人驗船中心

港口，從來不只是船來船往的地方。

一百多年前，是開拓海上絲路的起點；五十年前，是出口導向經濟的命脈；今天，當全球航運業攜手迎戰淨零碳排與雙軸轉型的雙重挑戰之時，港口不再只是裝卸量的競技場，而是科技、永續、城市魅力與國家競爭力交會之所在。

臺灣站在這個不進則退的歷史轉折點，臺灣港務股份有限公司與交通部航港局各司其職，靈活經營、有效監理，財團法人驗船中心支援技術前線，共同塑造全新航港文化；高雄港以文創水岸、智慧管理、全自動碼頭展現可甜可鹹的多樣風貌；一場有計畫、講縱深、全方位的大港進化，透過蛻變與重生，重新定義未來賽道。

航向全球
港灣解構與新生

現代化的旅運大樓矗立於基隆港和高雄港碼頭，迎接國際郵輪帶來的萬千旅客；大船入港，數十公尺高的橋式起重機規律移動，與色彩斑斕的貨櫃山共同擺盪出島國貿易的脈動；從南到北、由西向東，看盡百年港區風華的倉庫群，搖身成為新創、文創、美食與咖啡香氣匯聚的時尚基地。十餘年來，一場港灣文化從體制核心到經營靈魂的重塑，成為隱身於這些港口日常風景背後的推力，也重繪了臺灣航港相關產業的風貌，迎向新世紀的挑戰。

交通部航港局局長葉協隆深耕航政監理，並打造「TAIWAN Hi」品牌，以優化航運服務。

湛藍的海水從高雄港區之間蜿蜒而過，一道分界線隱約浮現於粼粼波光之中，一側是橋式起重機日夜作業的鋼鐵叢林，另一側則是駁二藝術特區的人潮與咖啡香，這條線不只有著地理上的意義，更帶出臺灣港口轉型最具體的縮影。

港口賽局走向丕變，球員不再兼任裁判

時間倒回至 1990 年代，當時的高雄港，幾乎穩坐全球第三大貨櫃港，是臺灣出口導向經濟的最前線。但是進入 2000 年之後，排名卻開始逐漸滑落。

「背後的原因當然很多，但我們也必須坦承，當時基隆、臺中、高雄和花蓮四個港務局分立的制度，容易形成各自為政、彼此競爭的局面，更無法統籌規劃國家港務發展策略，」交通部航港局局長葉協隆回顧將四個港務局重組，再拆分為航港局與臺灣港務股份有限公司的緣由，「更棘手的是，過去港務局同時扮演監理者與經營者的角色，常遭外界質疑『球員兼裁判』，也與多數國際港口採行政企分離模式的趨勢不符。」

1997 年完成政企分立的新加坡，將港務局一分為二，由海事及港務管理局（MPA）掌管公權力與

1 | 2　1 | 臺灣港務公司總經理王錦榮於高雄港倉庫群前侃侃而談招商策略。
2 | 將百年倉庫活化之後，包括藝廊、餐廳、風格小店等紛紛進駐高雄港邊的駁二藝術特區，時尚的氛圍讓這裡成為另類的「蘇活區」，吸引市民與遊客到訪。

法規擬定，港務集團（PSA）則專注於港埠商業經營，「這種模式讓新加坡穩坐全球樞紐地位，也成為臺灣師法的對象，」一路從高雄港務局基層做起的臺灣港務公司總經理王錦榮，不僅親身參與轉型過程，也見證了從行政體系鬆綁之後，靈活經營模式對於港口發展帶來的競爭力。

多角化經營開拓永續之路

「從業務角度看，只要倉庫空著就是對公司的損失，」王錦榮以企業經營的商業腦分析，過去港務局時代，行政單位沒有業績壓力，為倉庫訂立招租牌價之後，往往就沒有下文，「以現代年輕人的說法就是『佛系經營』，要租的人就來談，不租空著也沒差，甚至改制為港務公司初期，即使有倉庫空置了四、五年，部分在舊行政思維和新企業觀念間拿捏的港務局留任人員，因為擔心被質疑圖利，依舊不敢降價求租。」

「然而，現代企業講求永續，只要對公司有利我們就主動招商，要活用定價策略，因此才能看到不同產業進駐港區，成就現今繁榮、多元的港埠文化，」王錦榮說，這就是從被動受理到主動出擊的思維翻轉，並且從帳本上得到印證。

傳統港口以噸位和貨運作業量計算競爭力，現今的臺灣港務公司，已經把土地開發、水岸活化、離岸風電、甚至海外投資，全部納入「港口」的定義之中。「目前港務公司整體營收結構包含資產開發與活化的租賃收入，以及港口作業服務的港灣及棧埠，其中租賃收入 (含資產開發) 約占總收入的四成，」王錦榮說，「這種並進模式，讓公司營收更趨穩定，也成為持續投入港埠基礎設施建設的基礎，更堅定我們多角化經營的決心。」

「我們要自己找機會切入，」除了以舊倉庫群活化為眾所知的高雄蓬萊商港區，基隆東岸碼頭也以旅運中心為中心串成商業廊帶，王錦榮坦言，旅運服務本身受限於設施投資成本，短期內不易成為主要獲利來源，但是人潮帶動餐飲零售的「良性循環」，才是更長遠的資產增值邏輯，「日本橫濱港區有大型商場，新加坡克拉碼頭旁邊也有地標帆船飯店，足以證明經過妥善開發之後，水岸可以是港灣城市最有價值的資產。」

因此，港務公司陸續透過獨資與合資，成立了七家轉投資事業，業務範圍涵蓋港勤拖船、物流、土地開發、離岸風電人員培訓、重件運輸及海外投資等領域，「以離岸風電來說，我們一開始也在思考如何介入，為港口找到適合的定位，後來發現不只有碼頭出租，包括離岸風電國產化基地、人員教育訓練、物流支援以及運維服務都有我們可以提供服務的空間。」

1 | 2　1 | 臺灣港口具備重件裝卸能力，為離岸風電儲運及運維作業的重要據點，支援國內外離岸風場建設與亞太區風電產業發展。
2 | 交通部航港局從無到有，逐步建立起航務、港務、船舶、船員、航安等相關作業規範，包括：海員測驗（圖中）、督導船舶進行各項演習（圖右）都在業務範圍之內。

角色轉換之間的行政挑戰

行政與經營的分家，帶動了深層的思維變革，也揭開了臺灣航港體制轉型初期艱辛磨合的篇章。

航港局承接了原本分散四地的監理職能，卻面臨編制員額達 754 名，初期僅有不到 250 人到任的困境，辦公空間甚至要先向業界租借，其後才搬遷至臺北市和平東路現址，葉協隆任職於交通部航政司時已經有所體認，「更大的挑戰是讓習慣港口管理與業務的老港務人，轉變為後端監督的專業監理角色，無論是心態或專業領域都必須重新建構。」

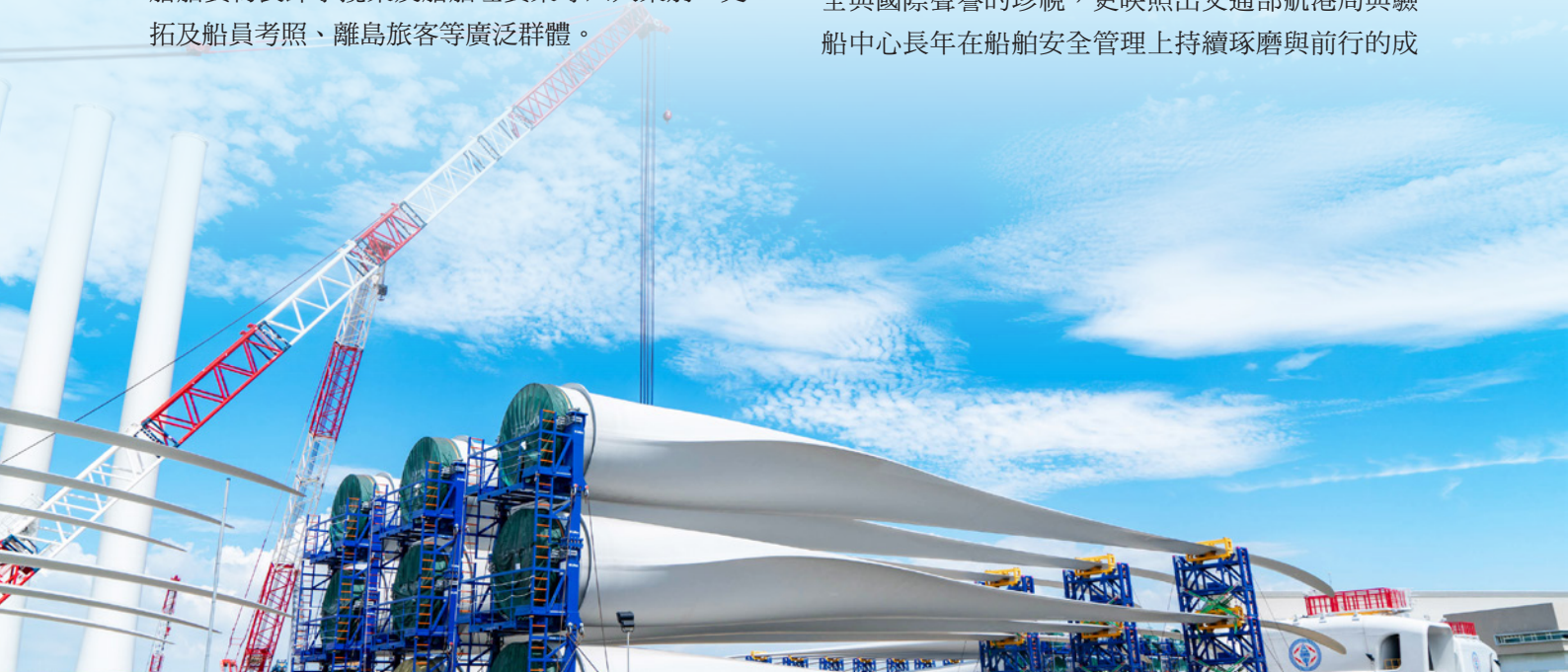
改制後的航港局必須站在國家整體航港發展的制高點，重新布局整體策略。與此同時，航港局透過梳理、重整過去分散四個港務局的航務、港務、船舶、船員、航安等逾百項業務作業規範，建立起全國一致的標準作業流程，並且重新定義服務範圍，將原先以航商服務為主的業務擴大至船舶運送業、船務代理業、海運承攬運送業、貨櫃集散站經營業、船舶貨物裝卸承攬業及船舶理貨業等六大業別，更拓及船員考照、離島旅客等廣泛群體。

「建立這些規範的過程對同仁是相當大的挑戰，」葉協隆表示，從地方港口管理思維轉換至中央航港監理思維的過程中，要重新認識每個港口的特質與在地產業間盤根錯節的合作關係，協調、折衝之後擬出各方都認同的作業規範，難度相當高，也經歷了彼此磨合的陣痛期。

「但這是對的方向！」葉協隆話鋒一轉，提出臺灣在東京備忘錄（Tokyo MOU）港口國管制（Port State Control，以下簡稱 PSC）的監理成績，印證改制、整合規範的成效。2024 年，在 64 個列入東京備忘錄評比的國家中，臺灣衝至排名第 6 的佳績，更寫下連續兩年「零留置（Zero Detention）」紀錄，意味著臺灣籍船舶在各大國際港口受到高度信任。

連續兩年「零留置」，寫下國籍船舶耀眼紀錄

「兩年零留置」的成績，不僅是國輪對航行安全與國際聲譽的珍視，更映照出交通部航港局與驗船中心長年在船舶安全管理上持續琢磨與前行的成



果，這份亮眼表現，源自雙方多年來的合作，層層堆疊成穩定而踏實的基礎。

在財團法人驗船中心服務逾 30 年，從基層驗船師歷練至執行長的鄭志文強調，「驗船中心長年於東京備忘錄中維持高表現度之認可機構評級，確保所屬船級船舶符合國際規範；前述航行國際線之國輪均屬驗船中心船級，由驗船中心檢驗後核發國際公約證書。」

此外，為利航運產業及時掌握並因應國際海事組織（International Maritime Organization，以下簡稱 IMO）相關要求，驗船中心定期發布技術通報，內容涵蓋 IMO 決議事項及國際公約修正案等，自 2002 年發布以來，技術通報已成為業界重要的資訊來源與決策參考依據，於驗船中心官方網站亦可查閱「最新生效之國際公約」相關動態或重大海事議題的專文解析。

驗船中心不定期對外舉辦說明會與相關課程，藉由一場場面對面的實務交流，讓航運產業得以逐步理解並掌握法規發展的脈動，與此同時，亦提供如 PSC 檢查即時 LINE 諮詢服務等技術支援機制，使船員在受檢現場遇到疑義時，能即時獲得回應與協助，迅速妥善因應。

財團法人驗船中心執行長鄭志文

在遠端支援與現場服務雙軌並行的運作模式下，驗船中心得以如期回應航運產業的各項需求，與產業夥伴並肩而行，在風浪之中穩健前進。

強化大型船舶技術審查

走過解構與新生的十餘年，蛻變後的臺灣港灣已經站穩全新起跑線。隨著船舶大型化的發展趨勢，全球主要航商如長榮、達飛、地中海航運等皆將裝載量超過 24,000 TEU 的超大型貨櫃船納入船隊配置。

船舶大型化已然成為產業主流，也為驗船中心帶來許多挑戰，鄭志文分析，「超大型貨櫃船長度可達 400 公尺，直立起來已經超過高雄港邊樓高 378 公尺的 85 大樓，如此巨型化的結構，將加劇船舶在航行時承受的動態效應，再加上水動力作用可能引發的結構疲勞，特別容易發生在艙口角隅、甲板開口、船體接縫等高應力集中區域，都需要特別注意。」

因此，驗船中心未來也將針對大型船舶在這些關鍵位置設計、製造的技術加強審核，確保船舶在極端環境下的航行安全。

島國持續進化中的海洋競爭力

面對 2050 淨零排放目標與智慧化、數位轉型的全球浪潮，航港局、港務公司與驗船中心除依循既有法定分工之外，亦將深化跨機關協作與整合機制，共同構築具韌性與前瞻性的海事治理體系，以三個單位為首，協同產、官、學界力量組成航港國家隊，成為驅動島國海洋競爭力更上層樓的關鍵力量。

港口國管制（Port State Control, PSC）

1970 年代後期，國際海事組織（IMO）為了彌補船旗國監理規範不足，確保船隻海上航行安全、避免造成海洋污染與維護海員身心健康提出的倡議，由港口國政府依據國際海上人命安全公約、防止船舶污染國際公約和航海人員訓練、發證及當值標準國際公約等標準與規範，對進港的「外國籍船舶」強制進行船舶文書、救生設備、消防設備、防污染裝置、船員操作技能等檢驗。船舶通過檢驗隨即放行；有缺失者需要改善；嚴重缺失將被「留置（Detention）」，不只會使航程延誤，並對航商營運和信譽造成重大影響。

零碳生存戰

驅動淨零智慧航道

天色微亮的清晨，海風一如往常般帶著鹹味掠過高雄港，一艘巨大的貨櫃輪剛經過著名的「高字塔」地標，在領港操船與拖船頂、推的默契配合之下緩緩進港，準備靠泊卸貨。海面上看似數十年如一日的港灣即景，海面下則是一場由數據、法規與燃料技術共同驅動，波濤洶湧的大港進化賽局「定義權」爭奪戰，一決勝負的關鍵字就是「數位轉型」、「智慧科技」與「淨零碳排」。

過去，港口的國際競爭力拼比取決於裝卸量與吃水深度；在雙軸轉型驅動產業前進的現今，這些主觀條件已然成為必備基礎，面對 2050 淨零碳排的期限步步逼近，更升級為國家整體競爭力的象徵，港口必須學會思考，船舶也要開始精算碳排，航運產業的戰略邏輯與思維必須全盤重塑，以國家隊的規模投入設備、法規、驗證和人才等相關資源，方能在這條湛藍賽道上勝出，擁有未來的海上話語權。

替代能源點燃淨零戰役

「說實話，海運相關產業只占全球碳排量 3%，但因為國際海事組織（International Maritime Organization，以下簡稱 IMO）規範相當嚴格，因此成為相關監管單位與倡議人士的減碳焦點，」交通部航港局局長葉協隆一語道出全球航運業的壓力。

陽明海運「連明輪」是一艘全新打造的液化天然氣與低硫燃油雙燃料貨櫃船，於 2026 年 2 月首航高雄港，港務公司以水門禮歡迎。

根據 IMO 所召開的海洋環境保護委員會第 80 屆會議（MEPC 80）決議，原本 2050 年減碳 50% 的目標，已上修至「2050 年左右（By or Around）達到溫室氣體淨零排放」，這不僅是全球海運業得共同面對的國際賽局，同時也是臺灣須積極應戰的淨零戰役；當然，航商業者也無法置身事外。

港務公司和各界代表共同見證陽明海運「連明輪」首航高雄港。

新興能源布局的三大挑戰

1. 甲醇與氨能屬一般化學品，尚未納入能源管理系統，缺乏明確主管機關。
2. 氨能與氫能的船舶主機技術尚未成熟，供應基礎設施仍待建立。
3. 臺灣並非 STCW 公約締約國，國內運行中的雙燃料船舶也極少，導致取得相關海勤資歷相對困難。

驗船中心執行長鄭志文提到，「2030 年國內航商之雙燃料船舶整體數量預計將達近百艘，生質燃油、液化天然氣（Liquefied Natural Gas, LNG）、甲醇、氨或氫等不同替代燃料的性質相異，相應所需的內燃機設計、儲存艙櫃及管路布局等也各有不同，航商必須權衡各面向因素以進行船舶新造或改裝決策。」

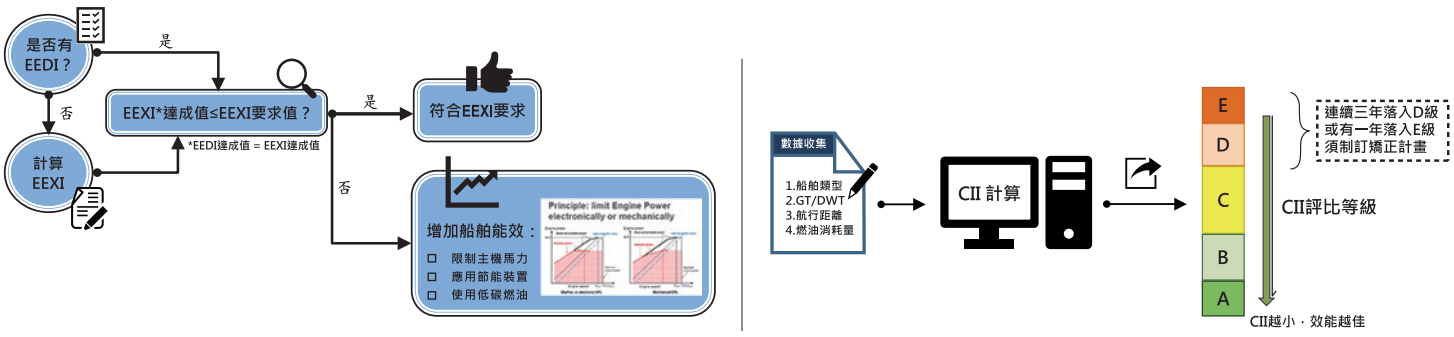
儘管船舶替代燃料轉型之路充滿技術與營運挑戰，但在全球淨零趨勢下，船舶減碳已是勢在必行。

從核心推動航港雙軸轉型

要規劃整體淨零戰略布局，重建一套全新的監理規範必須考慮主觀的燃料特質之外，也要納入在地客觀條件，葉協隆強調，「我們必須先梳理臺灣正面臨的挑戰與困境，才能提出有效策略，無縫對接國際規範，在國際法規變動的第一時間，就能獲得行政與技術支持。」

為因應船舶替代燃料發展趨勢，驗船中心陸續發布《船舶使用氣體或其他低閃點燃料準則》、《船舶使用甲醇 / 乙醇燃料準則》及《液化天然氣加注船準則》，並開發現成船能源效率指數（Energy Efficiency Existing Ship Index, EEXI）與碳強度指標（Carbon Intensity Indicator, CII）計算工具，航商輸入載重噸、主機功率、燃油消耗數據等相關資料，即可推算是否符合 IMO 規定，將繁瑣的法規簡化為便於航商操作的介面，為產業提供專業的技術支援與解決方案。

此外，航港局也主動出擊，與比利時安特衛普學院（AMA）合作，輔導臺灣海洋大學與高雄科技大學開辦 IGF Code 課程，並成功取得比利時、新加坡等 STCW 締約國的認可，建置與國際同步的培訓環境與標準，讓臺灣船員在國內即可領取國際證照。



驗船中心開發 EEXI 計算工具（左）與 CII 計算流程圖（右）

不僅如此，航港局積極建立「海運替代燃料工作平臺」進行跨部會協商，協助航商接軌金融監督管理委員會的綠色金融方案，並且主動倡議在 711 航海節慶祝大會設立全新的「發展綠色航運績優」獎項，表彰替換綠色船舶的業者。這種從制度、金融到文化的立體推動，意味著航港局正以更廣義的生態系思維，畫出臺灣綠色航運的未來藍圖。

消除資訊孤島，資安、航安一起顧

與綠色航運同步，不可偏廢其一的當屬「智慧航運」布局。

航港局透過「航港單一窗口服務平臺（MTNet）」介接相關單位資料，達到航政監理業務、船舶進出港資訊、海運技術人員管理合一的便利性；整合 6 部會、25 個系統建置而成的「智慧航安平臺」，在海事中心的 24 小時主動監控下，全面掌握臺灣海域船舶動態，並為這些系統備妥異地救援計畫，確保資安不斷線。

「我們要解決的是『資訊孤島』問題，」葉協隆指出。新一代的 VTS 中心在 2026 年啟用後，監控範圍從 673 平方公里擴散到 4,000 平方公里，搭配中軌道衛星搜救系統，將海難接收定位時間從 90 分鐘縮短至 10 分鐘以內，「我們不僅要預防海難發生，更要保護臺灣周邊的離岸風場。」

從技術節點導入 啟動港口思維

如果說航港局透過「規範與制度建立」引領航港雙軸轉型，驗船中心提供「技術指引與驗證」，臺灣港務公司無疑就是最重要的「實踐場域」。

「目前臺灣港口智慧化大概已經走到六、七成，正處於由單點導入走向整體升級的關鍵階段，」王錦榮大膽評估現狀，「智慧化不只是引進新設備，而是讓港口從傳統作業場域，轉型為以數據為核心、整合技術應用與產業需求的智慧營運中樞，將『數位圍籬』從實體安全防護進階至虛擬智慧導引，提升決策效率與協同運作能力。」

目前高雄港第七貨櫃中心採用自動化、遠端遙控及人工智慧控制系統，成為高度智慧化的指標貨櫃碼頭，虛擬圍籬可以精準劃分機器運作區與人員作業區，確保安全零死角。港務公司在港灣及聯外管理方面大幅應用智慧化管理，從人工排程轉為智慧管理，貨櫃車進出門哨作業時間從過去的 4 分鐘大幅縮短至 10 秒鐘，兼顧效率提升與減少碳排。

「當船隻無需在港外等待，當貨櫃車能精準掌握載貨時間，減少無謂的能量消耗，港口的碳足跡自然隨之下降，希望透過相關設備與技術導入，達成每年減少 4.2% 碳排，未來甚至要以降低 5% 碳排為目標，」王錦榮表示，港口智慧化完成度達六、七成，雖然是一個個技術節點累積而成，但其本質並非技術堆砌，而是港口思維的根本轉變。

當港口學會思考

港口很像一座城市的心臟，過去大家看的是它跳得快不快，現在更重要的是它能不能跳得穩、跳得準，還能支撐整個系統長久運作。港務公司近年積極推動智慧港口發展，所提出的 Trans-SMART2.0+ 計畫，透過導入各類智慧化技術與應用來優化港口效能。

然而港口運作流程繁瑣且涉及眾多機關單位，各方系統介面並不統一，資料共享效率受限，而這也正是港務公司偕同航港局共同推動港口社群系統（Port Community System，以下簡稱 PCS）的重要原因。

未來的港口不只要知道「現在發生什麼」，更要能預判「接下來可能發生什麼」，然而過去港口

航港單一窗口服務平臺（MTNet）簡化與集中各項航政監理作業。

離岸風場航行空間 VTS 中心系統可監控廣闊的離岸風場附近海域。

相關資訊分散在不同系統、不同單位和不同作業環節裡，王錦榮形容，「大家只看得到自己所屬的系統，無法整體判斷。」

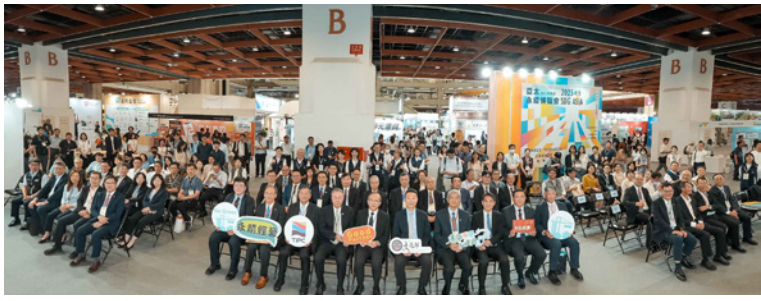
王錦榮強調，PCS 的涵蓋範圍包括貨、櫃、船、車等作業，彼此環環相扣、息息相關的作業資訊無縫銜接，提升業者的行政效率，無需再一一將相同資料重複登錄於不同系統。未來也期望透過人工智慧分析、歷史資料比對與模擬機制，提前預判塞港風險、船期變動、設備負荷與能源使用情況，將港口相關作業從「掌握現況」升級為「提前預判」的智慧營運模式。

PCS 的核心架構橫跨各相關部會與利害關係人，推動的複雜程度極高，王錦榮仍舊相當有信心表示，港務公司將依據目標時程，在未來 3 年逐步推動。今（2026）年第三季預計優先回應船務代理商業同業公會的訴求，處理港勤及引水作業資訊透明化的議題，將相關資訊經由高雄港動態看板呈現，未來也會逐步推展到其他港口。

從單打獨鬥走向國家隊，開創科技之島的湛藍商機

站在永續與數位轉型的歷史節點，回望這場競逐關鍵字定義權的大港進化賽局，王錦榮認為臺灣完整的半導體、人工智慧與資通訊產業的完整產業鏈，將成為與鄰近港口競爭的優勢。

作為主導臺灣航港產業通往 2050 淨零目標的開路先鋒，航港局、港務公司與驗船中心也已簽訂合作備忘錄，希望從船舶在新興能源運用開始闢出一條綠色路徑，透過航港產業與科技產業的跨域合作，打造智慧航港生態圈，成為未來全球智慧航道、驅動湛藍經濟演化的定義者。



1/2

1 | 港務公司業務副總經理張展榮（首排左五）與航港局副局長陳賓權（首排左六）共同主持 PCS 推動說明會，邀集業者交流我國推動 PCS 發展方向與期待。

2 | 航港局、港務公司與驗船中心和航運相關業者共同簽署「啟航淨零」合作意向書。

解密智慧航行系統：
CRVO 航行最佳化程式

鄭志文 財團法人驗船中心 執行長
張明雄 財團法人驗船中心 研究處處長
曾郁安 財團法人驗船中心 研究處專案經理

摘 要 Abstract

航運業在面臨淨零轉型與減碳法規的環境下，傳統依靠經驗的航程規劃方式已難以兼顧成本、碳排與效率。本文介紹的 CRVO 航行最佳化程式，整合航運數據分析、即時氣象資訊與最佳化演算法，能在考量多重法規要求與到港時間限制下，智慧規劃航路、航速與雙燃料比例，達成「最低成本」與「最低碳排」。在 LNG 雙燃料貨櫃船、跨大西洋航線的案例中顯示，整體碳排可降低約 26.5%，總成本下降約 32.7%，有效提升航行效率，展現了智慧航行系統在現代航運中的關鍵價值。

關鍵字：航行最佳化、天氣定航、碳排放與成本最佳化

The shipping industry is now facing the dual challenge of net-zero transition and strict decarbonization regulations. Traditional voyage planning based on experience can no longer balance cost, emissions, and efficiency. This paper presents the CR Voyage Optimizer （CRVO）, which combines shipping data analysis, real-time weather routing, and optimization algorithms. The system optimizes routes, speeds, and dual-fuel ratios under regulatory constraints and port scheduling requirements, achieving both cost and emission minimization. A case study of an LNG dual-fuel container ship on a transatlantic route shows that emissions decreased by 26.5% and total costs fell by 32.7%. These results demonstrate that intelligent navigation systems such as CRVO can significantly improve efficiency and play a critical role in sustainable shipping.

Keywords: Voyage Optimization, Weather Routing, Carbon Emission and Cost Optimization

一、 航運業的綠色轉型與挑戰

在全球供應鏈體系中，海運承載超過九成的國際貿易量，是支撐全球經濟的重要基礎。然而，隨著氣候變遷議題持續升溫，航運業在燃燒化石燃料推動船舶航行過程中所產生的溫室氣體排放，已逐漸成為全球減碳行動的關注對象。在邁向淨零排放的趨勢下，航運不再只是運輸效率的競爭，更同時面臨法規合規與環境責任的多重壓力。當國際政策、能源結構與營運條件快速變動，航商在日常營運中需考量的因素日益複雜，傳統仰賴經驗的規劃方式正逐漸面臨挑戰。

• 從淨零目標到法規要求

為回應氣候變遷議題，國際海事組織（International Maritime Organization, IMO） 於 2023 年更新溫室氣體減排戰略（IMO, 2023），設定溫室氣體排放總量 2030 年減量 20% 至 30%、2040 年減量 70% 至 80%，與 2050 年前後實現淨零排放的重要里程碑。為落實減碳目標，航運相關法規亦持續發展，不僅關注航行過程中油艙到艉流（Tank-to-Wake, TtW）的排放，也逐步納入油井到艉流（Well-to-Wake, WtW）燃料全生命週期的概念。船舶營運除須符合既有法規外，亦需達成減碳要求，使合規成為一項需整體規劃的工作。

- **傳統與替代燃料的選擇**

航運業最終要達成淨零排放，仍需透過低碳或零碳燃料的導入，使燃料轉型成為重要課題。從傳統燃油到生質燃油、液化天然氣（Liquefied Natural Gas, LNG）、甲醇、氨與氫等替代燃料，各類燃料在購買價格、排放表現與技術成熟度上皆不相同，且隨燃料價格與碳價格受市場供需影響而波動，營運成本也隨之起伏。在此情境下，燃料選擇不再僅為購買價格的比較，而需同時納入燃料成本與碳排成本進行整體評估，更進一步提高營運規劃的複雜度。

- **航商營運挑戰與智慧解方：CR 航行最佳化程式**

在多重法規與市場條件交織下，又受到港口排程、即時氣象等因素影響，使船舶營運規劃更加複雜，傳統以大圈航法與衝刺後等待為基礎的規劃方式，已難以在成本、碳排與效率之間取得平衡。在這樣的背景下，驗船中心（CR）結合航運數據分析、即時氣象資訊與最佳化演算法，開發出 CR 航行最佳化程式（CR Voyage Optimizer, CRVO），作為協助船舶在多重限制條件下進行航行規劃的工具，使航行規劃不再僅依賴經驗判斷，而能以更系統性與全面性的方式進行評估，為後續的營運優化與法規因應提供基礎。

二、 航運業必知的多重環保法規

在探討航運營運與減碳策略時，首先需要了解航運業面臨的主要法規框架。隨著全球對空氣污染與溫室氣體減排的重視，在既有制度的實施基礎上，又進一步制定多項與溫室氣體減排相關的國際與區域性法規。這些法規直接影響營運成本，共同構成當前航運業在營運管理與減碳轉型過程中必須面對的重要政策環境。

- **IMO 硫氧化物排放管制區（SOx Emission Control Areas, SOx ECAs）（IMO, 2021a）**

IMO 所設立的 SOx ECAs 針對船舶在特定海域中使用燃料的硫含量設下限制，以降低硫氧化物對空氣品質、海洋環境與人體健康的影響。一般海域燃料硫含量上限為 0.5% m/m，進入排放管制區後須使用不超過 0.1% m/m 的低硫燃油或不含硫的替代燃料。目前全球主要的 SOx ECA 包括波羅的海、北海、北美沿岸、加勒比海、地中海海域、加拿大北極水域與挪威海海域，而東北大西洋海域則預計於 2027 年 9 月 1 日納入管制區（IMO, 2026）。

- **IMO 碳強度指標（Carbon Intensity Indicator, CII）（IMO, 2021b）**

CII 是 IMO 用來衡量船舶實際營運能效的重要指標，主要依據船舶每年實際的燃油消耗量與航行距離，計算其單位運輸能量的碳排放強度，並依能效表現分為 A 至 E 五個評級。船舶每年須計算並回報年度 CII 值，經驗證後取得評級；若連續三年被評為 D 級，或任一年被評為 E 級，船舶管理公司必須提出矯正與改善計畫並送審。此外，CII 標準將逐年加嚴，折減係數從 2023 年的 5% 起，至 2030 年達 21.5%，並預期將持續加嚴至 2050 年，顯示船舶能效要求將持續提高。

- **IMO 燃料溫室氣體強度（Greenhouse Gas Fuel Intensity, GFI）（尚未實施）（IMO, 2025）**

GFI 要求總噸位 5,000 以上的國際航線船舶，所使用之燃料從開採、生產到最終燃燒的整個生命週期，其溫室氣體強度須符合年度目標值。若船舶實際 GFI 高於直接合規年度 GFI 目標值，須以 100 USD/tonCO_2eq 的費率繳納罰款；若再超出基本年度 GFI 目標值，費率提高至 380 USD/tonCO_2eq。

不過，2026 年 5 月的 IMO 海洋環境保護委員會第 84 會議未能如期通過 IMO「淨零框架」，GFI 具體規定及實施時程仍尚未明朗，後續 IMO 將於 2026 年 11 月續行討論（財團法人驗船中心 , 2026）。

- **EU 歐盟排放交易體系（EU Emissions Trading System, EU ETS）（European Union, 2003）**

EU ETS 要求總噸位 5,000 以上的 EU 籍船舶及到訪 EU 港口的非 EU 籍船舶，皆須為其溫室氣體排放量購買與繳納碳排放配額。排放量計算以航程分段，歐盟港口之間的航程及在歐盟港口停泊期間排放量將 100% 計入，歐盟與非歐盟港口之間的航程則計入 50%。每一單位排放配額（EU Allowance, EUA）代表 1 公噸二氧化碳當量（tonCO_2eq）的排放權，可透過歐盟指定的市場購買或交易，因此碳價會隨供需而波動。近年碳價大致落在 70 至 90 EUR 之間，且由於 EU ETS 採總量管制與交易（cap-and-trade）制度，配額總量會隨政策逐年下降，並預期碳價將隨著逐漸上升。

- **EU 歐盟海事燃料規定（FuelEU Maritime）（European Union, 2023）**

FuelEU Maritime 與 IMO GFI 概念相似，要求船舶逐步降低所使用燃料的全生命週期溫室氣體強度。而其適用範圍與航程計算方式則與 EU ETS 相似：歐盟港口間航程與停泊歐盟港口時計入 100% 排放量，歐盟與非歐盟港口間航程則計入 50%。船舶每年所使用燃料的全生命週期溫室氣體強度須低於規定標準，且該標準每五年逐步加嚴，從 2025 年僅須降低 2% 至 2050 年須降低 80%。若未符合年度標準，船舶須繳納罰款才能取得符合證明，亦允許透過個別或集體合規方式，或使用預借機制以增加合規彈性，而連續不合規的情況則會加徵費用作為懲罰。

- **小結**

當前航運業面臨的環境法規已從區域性排放管制，擴展為涵蓋營運效率、燃料全生命週期排放與碳交易機制的多層次政策框架。面對這種全球與區域規定相互交織且日益嚴格的法規架構下，單靠船長經驗與傳統營運規劃方式已難以制定合規且具成本效益的航行策略，而這正是 CRVO 能夠發揮關鍵價值的最佳時機。

三、 什麼是 CRVO ？專屬大型商船的智慧航行系統

如同我們平時開車常依賴 Google Maps 避開塞車、找出最快的路徑，「CRVO 航行最佳化程式」則是專為數萬噸級大型商船量身打造的智慧航行系統，能為船舶規劃出「最低成本」與「最低碳排」的最佳航行策略。

傳統航路規劃多依靠大圈航法，雖然是地球上兩點間的最短距離，但卻可能穿越惡劣風暴區域，導致油耗增加，最短路線不等於最省油路線。另一方面，傳統航速策略常採衝刺後等待，船舶於前段加速航行，以提早抵達港口外怠速等待泊位，避免錯失港口裝卸時間窗，然而由於船舶阻力與航速成平方甚至立方關係，造成燃油消耗成指數型增加。而 CRVO 突破了這些限制，能智慧地規劃航路與航速，避免傳統方法的高耗能。

CRVO 引入即時氣象資訊，建立具時間與空間維度的動態氣象矩陣，記錄各網格點在不同時間的蒲福風級。在航路規劃上，於初始航路各轉向點（Waypoints）兩側展開擴展節點，形成搜尋網格，使船舶能在面對惡劣天候時靈活繞道避險，選擇雖略為繞遠但整體更省油的航路。在航速規劃上，則依據到港時間限制，動態調整各航段速度，在風平浪靜時適度加速，在遭遇強烈風浪時主動降速，確保船舶以最平穩且節能的方式航行，並準確於港口時間窗內抵達。

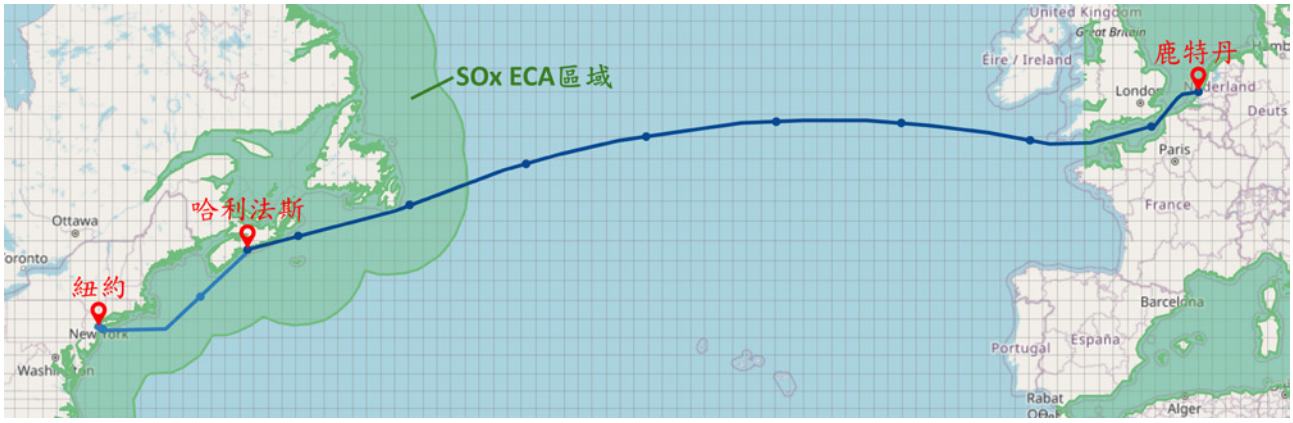


圖 1　案例分析航線

除了航路與航速，對於雙燃料船舶，CRVO 亦能進一步建議雙燃料使用比例。在當前多元燃料轉型的背景下，兩種燃料的選擇使用雖多了一項操船維度，也多了一項抉擇的挑戰。程式已內建不同燃料的基本特性、碳排轉換係數與相關法規基準值，並可輸入燃料即時市場價格、EU ETS 配額價格等動態參數。在此基礎上，CRVO 能判斷航線是否進入 ECAs 或歐盟管轄範圍，並同時考量 SOx ECA、CII、GFI、EU ETS 與 FuelEU Maritime 等規範，來評估燃料成本、合規罰款與潛在盈餘，進行傳統燃油與替代燃料之間雙燃料比例的最佳化，從而在符合法規的前提下，精準計算各航段的最佳燃料選擇策略，兼顧營運成本與碳排表現。

綜合來說，CRVO 是一套整合多重決策變數的智慧航行系統，它同時考量港口排程、即時氣象資訊、燃料成本與碳排成本，以及各項國際與區域法規限制，透過演算法整合運算，求解航路、航速與雙燃料比例的最佳組合。相較於傳統航程規劃方式，CRVO 能有效降低燃料消耗與碳排放，並確保航行過程符合法規要求，協助航運業在安全、經濟與環境之間取得最佳平衡。

四、 案例分析：LNG 雙燃料貨櫃船跨大西洋航線

本案例以一艘 LNG 雙燃料貨櫃船為對象，進行跨大西洋航線的航行最佳化分析。該船船長約 259 公尺、船寬約 37.3 公尺、載重噸約 57,000 噸，貨櫃容量約 4,650 TEU。航線自美國紐約出發，經加拿大哈利法斯，最終抵達荷蘭鹿特丹，如圖 1 所示。整體航程規劃上，船舶自紐約出發後，約需 2 天航行抵達哈利法斯，並於當地停靠約 1 天進行港口作業，再啟程橫越北大西洋，約需 9 天航行後抵達鹿特丹港。此航線的挑戰在於船舶不僅需面對北大西洋多變且劇烈的風浪條件，航程亦橫跨 SOx ECA 與歐盟管轄水域，多次進出北美與歐洲之排放管制區，同時受到歐盟區域性規範約束，使本案例成為驗證 CRVO 在整合氣象條件與多重法規限制下，進行航行最佳化的代表性案例。

在計算參數設定方面，本案例以 2028 年法規情境為基準（GFI 原先預計於該年實施），程式中已設定 CII、GFI 及 FuelEU Maritime 等法規要求的預設參數，其他相關參數設定如表 1。燃料價格則依據市場定價設定，如表 2（下頁）。

表 1　相關法規價格參數

參數名稱	數值
EU ETS 配額價格	100 EUR/tonCO_2eq
GFI 盈餘價格	300 USD/tonCO_2eq
FuelEU Maritime 盈餘價格	600 EUR/tonCO_2eq
美元兌歐元匯率	1.05 USD/EUR

表 2 燃料價格參數

中文名稱	英文名稱	英文縮寫	硫含量	價格 (USD/ton)
低硫重油	Heavy Fuel Oil	HFO	0.5%<S	400
超低硫輕油	Very Low Sulphur Light Fuel Oil	VLSLFO	0.1%<S<0.5%	470
極低硫船用柴油	Ultra Low Sulphur Marine Diesel Oil/ Marine Gas Oil	ULSMDO/MGO	S<0.1%	680
液化天然氣	Liquefied Natural Gas	LNG	S<0.1%	700

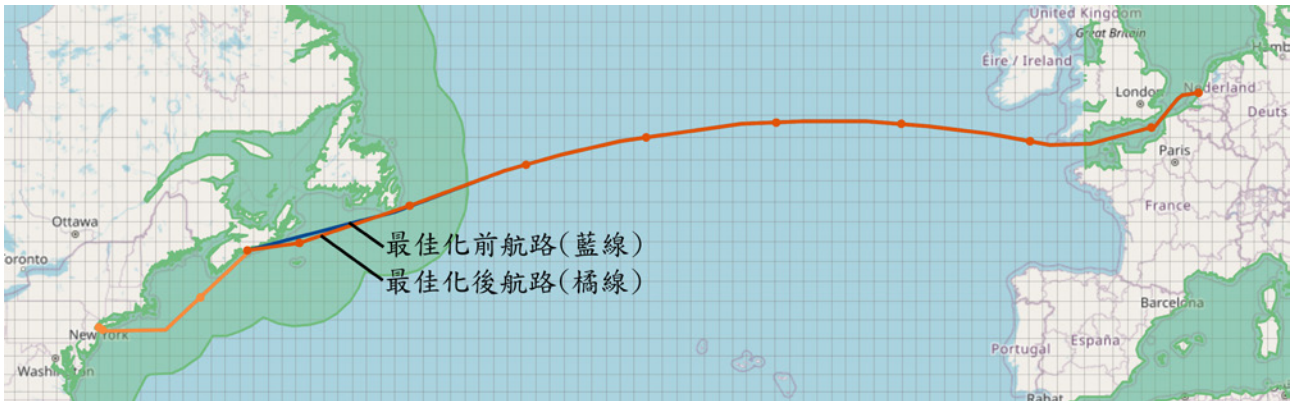


圖 2 最佳化前後航路比較

最佳化後的航程規劃首先體現在航路的調整，最佳化前後航路比較如圖 2 所示。相較於傳統採用最短距離的大圈航法，最佳化結果的航行距離略為增加，主要是透過適度偏移航路以避開不利海象區域。雖然航行距離稍長，但可換取較佳的氣象條件並降低航行阻力，整體而言更有助於節省燃料與提升效率。

在航速管理方面，依據即時氣象資訊動態調整航速，航程中每日建議航速與蒲福風級變化如圖 3 所示。圖中藍色長條代表每日建議航速，紅線則為蒲福風級變化。整體而言，會於海況良好時維持較高航速以提升航行效率；而在風浪較強時則主動降低航速，以避免因阻力增加而導致的額外能耗，並維持相同到港時間限制。

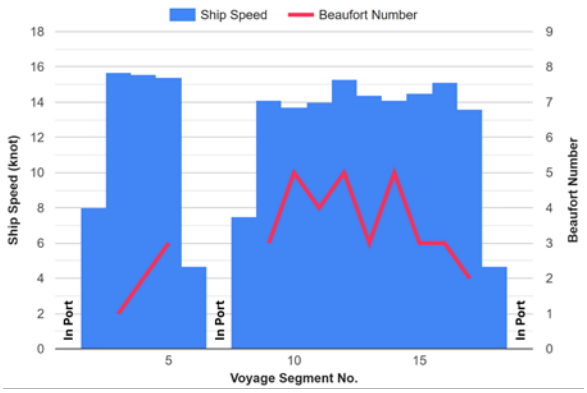


圖 3 每日建議航速與蒲福風級變化

進一步由圖 4 船舶位置與氣象變化時序圖觀察，圖中船舶當下位置以紅點表示，已航行之航路以藍線表示，氣象變化則以蒲福風級由淺黃色至深紅色呈現，越淺色區域代表越佳的氣象條件。結果顯示，透過航路與航速的協同調整，船舶能夠維持

表 3 LNG 雙燃料船最佳化結果 -1

	Distance (nm)	HFO Cons. (ton)	VLSLFO Cons. (ton)	ULSMDO/MGO Cons. (ton)	LNG Cons. (ton)
最佳化前	3329.81	0.00	218.91	191.38	0.00
最佳化後	3332.19	0.00	3.11	2.83	341.50
最佳化差異	2.38	N/A	-215.80	-188.55	N/A
差異比例	0.07 %	N/A	-98.58 %	-98.52 %	N/A

表 4 LNG 雙燃料船最佳化結果 -2

	CII (gCO_2/ton·nm)	$GFI_{attained}$ (gCO_2eq/MJ)	FuelEU Maritime GHG_{actual} (gCO_2eq/MJ)	Fuel Cost (USD)	GFI Cost (USD)	EU ETS Cost (USD)	FuelEU Cost (USD)	Total Cost (USD)
最佳化前	6.87 (B)	92.32	91.02	233,026	38,859	58,201	8,135	338,221
最佳化後	5.05 (A)	77.42	76.35	242,437	-110	42,870	-57,681	227,516
最佳化差異	-1.82	-14.90	-14.67	9,411	-38,969	-15,331	-65,816	-110,705
差異比例	-26.49 %	-16.14 %	-16.12 %	4.04 %	-100.28 %	-26.34 %	-809.05 %	-32.73 %

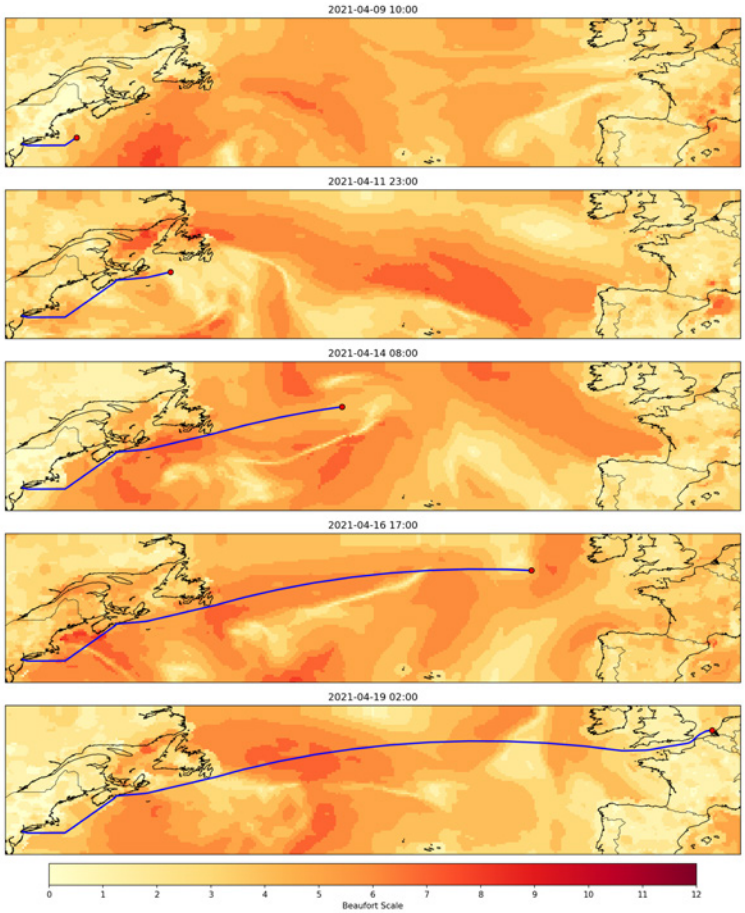


圖 4 船舶位置與蒲福風級氣象變化時序圖

於相對有利的氣象區域（較淺色的區域）中航行。此種隨環境條件變化而動態調整航路與航速的機制，正是達成節能、省油效益的重要關鍵。

在燃料配置方面，由於 LNG 的溫室氣體強度較低，符合當前 GFI 與 FuelEU Maritime 的目標值標準，不僅可避免因不達標產生的罰款，還能獲得合規盈餘，因此雖然燃料價格較高，但在考量燃料成本與碳排成本後，其總成本仍低於傳統燃油。同時，LNG 符合 SOx ECA 區域的硫含量限制，因此最佳化結果顯示，無論在 ECA 區內或區外，均傾向採用 100% LNG，僅保留必要的先驅燃料（Pilot Fuel），如表 3 所示。

綜合上述航路、航速與燃料配置的整體最佳化效果如表 4 所示。在採用 100% LNG，僅保留必要先驅燃料的情況下，整體碳排放可降低約 26.5%，CII 由 B 級提升至 A 級，如圖 5 所示。同時，燃料成本略微增加，但 GFI、EU ETS 與 FuelEU Maritime 的碳

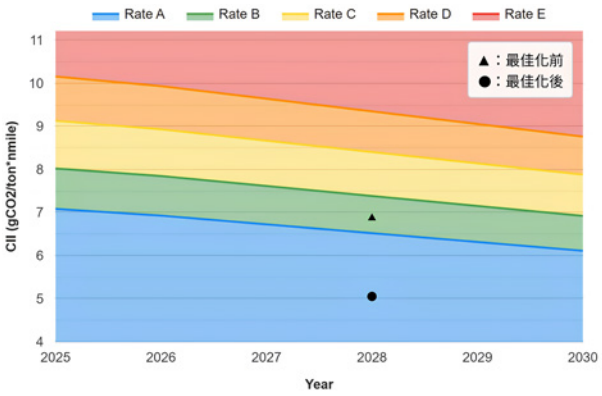


圖 5 LNG 雙燃料船 CII 結果圖

表 5 由 VLSLFO 轉換為 LNG 的減碳效果

	VLSLFO	LNG	減碳效果
碳排係數 C_F ($gCO_2eq/gFuel$)	3.151	2.750	-
低熱值 LCV (MJ/gFuel)	0.0412	0.048	-
單位能量的碳排 (gCO_2eq/MJ)	76.48	57.29	-25%

排合規成本顯著減少，總營運成本降低約 32.7%，顯示在法規合規與營運績效上皆有顯著改善成效。

進一步拆解減碳來源可以發現，雙燃料船舶的減碳效益主要來自「燃料轉換」與「航行最佳化」兩部分。其中，將燃料的碳排係數 C_F 和低熱值 LCV 相除，即可估算由 VLSLFO 轉換為 LNG 可以帶來約 25% 的減碳效果，如表 5；而其餘約數個百分點的減碳效果，則來自航速與航路的最佳化調整。這顯示在雙燃料船舶的情境下，燃料選擇仍為減碳的主要驅動因素，而航行最佳化則可以進一步提升整體效率。

值得說明的是，「最佳化前」情境反映目前較常見的營運方式，指船舶在大洋中以固定航速航行、航路不調整且僅使用傳統燃油的操作模式。相比之下，CRVO 提供的最佳規劃則在既定到港時間限制下，權衡成本、碳排與法規限制，動態調整航路、航速與雙燃料使用比例，達成整體成本與碳排最佳化。

綜合分析結果可知，透過航路與航速的最佳化調整，可以有效降低航行阻力與燃料消耗，進而同步減少碳排放與營運成本；進一步納入雙燃料使用比例的最佳化後，可以在燃料成本、碳排成本與法規約束之間進行權衡，在兼顧經濟效益與環境表現下取得最佳營運規劃，整體效益可再顯著提升。整體而言，本案例驗證了在當前多重法規與能源轉型壓力下，航運營運已無法僅依賴傳統經驗進行決策。透過航行最佳化技術，航商得以在既定航程與到港時間限制下，同時達成低碳排、低成本與高效率的營運目標，展現數據化決策在現代航運中的實務價值。

五、 智慧航運引領永續海洋

航運業正面臨前所未有的綠色轉型挑戰。從 IMO 逐步加嚴的 CII、未來可能實施的 GFI，到 EU ETS 與 FuelEU Maritime 的多重法規要求，同時，從傳統燃油與 LNG、生質燃油、甲醇、氨與氫等多種替代燃料的選擇，使船舶營運不再只是航海技術問題，而是一個需要同時兼顧成本、碳排與效率的高度複雜分析問題。傳統依靠經驗的航程規劃方式已難以應對多變的市場與複雜的法規，航商必須依靠智慧化航行系統來制定高效的營運規劃。

驗船中心（CR）開發的 CRVO 航行最佳化程式，將複雜的演算法轉化為易於理解的決策支持工具。基於即時氣象資料，在考量 SOx ECA、CII、GFI、EU ETS、FuelEU Maritime 等法規約束的前提下，不僅能符合到港排程時間限制，提供最佳航路與航速建議，也為雙燃料船提供傳統與替代燃料的使用比例建議，針對每次航程優化船舶營運規劃，達到「最低成本」與「最低碳排」雙目標最佳化。

透過 CRVO 航行最佳化程式，使船舶營運在符合國際與區域法規的同時，仍能保持高效航行，並有效降低碳排放與營運成本。同時，幫助航商在面對嚴苛法規與市場變動時，提升決策品質與競爭力。借助 CRVO 的技術支援，船舶營運將以智慧化方式達成低成本、低碳排、高效率的目標，並引領全球貿易航向湛藍永續的海洋未來。

參考文獻

IMO.（2023）. Resolution MEPC.377（80）, 2023 IMO Strategy on Reduction of GHG Emissions from Ships. International Maritime Organization: London, UK.

IMO.（2021a）. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships（MARPOL）, Annex VI – Regulations for the Prevention of Air Pollution from Ships（Consolidated Edition）, Chapter 3 – Requirements for Control of Emissions from Ships, Regulation 14 – Sulphur Oxides（SOx）and Particulate Matter. International Maritime Organization: London, UK.

IMO.（2026）. New sulphur and nitrogen emission limits enter into force in the Canadian Arctic and the Norwegian Sea. Available online: https://www.imo.org/en/mediacentre/pages/whatsnew-2431.aspx.

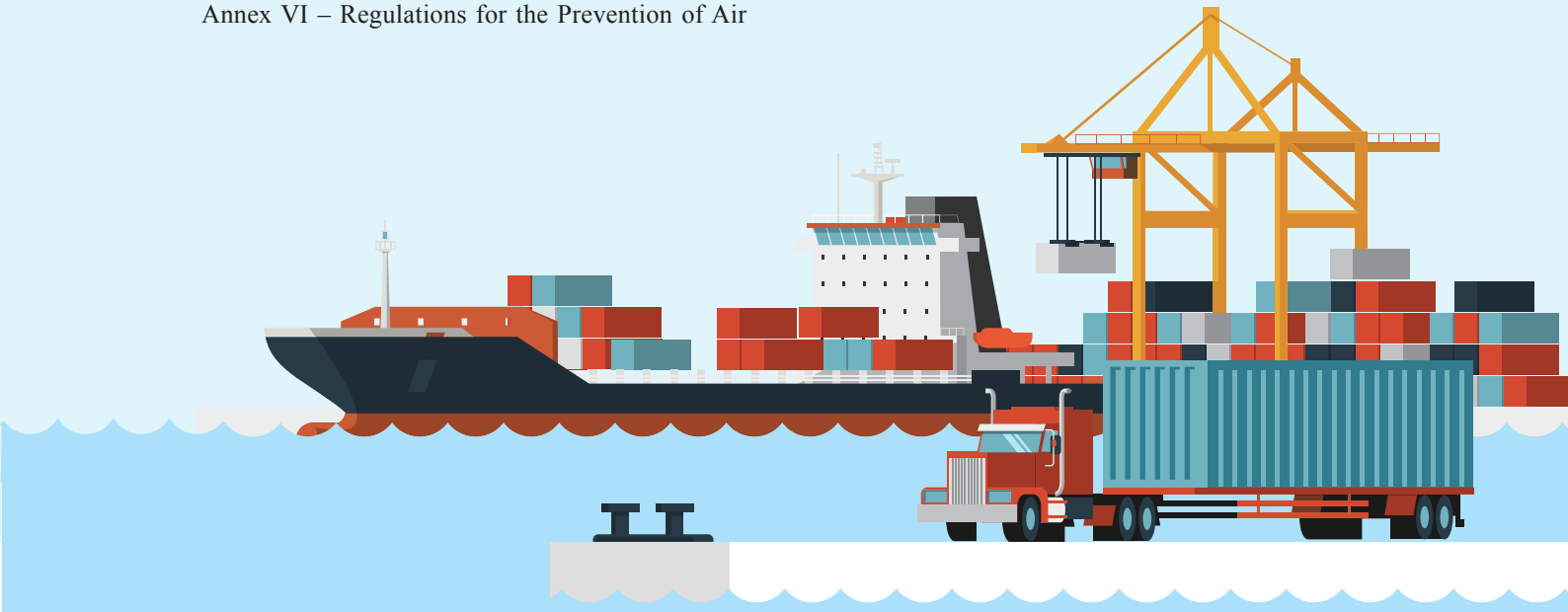
IMO.（2021b）. International Convention for the Prevention of Pollution from Ships（MARPOL）, Annex VI – Regulations for the Prevention of Air Pollution from Ships（Consolidated Edition）, Chapter 4 – Regulations on the carbon intensity of international shipping, Regulation 28 – Operational carbon intensity. International Maritime Organization: London, UK.

IMO.（2025）. MEPC 83/17/Add.1, Draft Amendments to MARPOL Annex VI – Regulations for the Prevention of Air Pollution from Ships. International Maritime Organization: London, UK.

財團法人驗船中心.（2026）. 驗船中心 (CR) 掌握 MEPC 84 會議結論 - 淨零框架「經濟性措施」仍存分歧，推遲至年底再議。

European Union.（2003）. Directive 2003/87/EC of the European Parliament and of the Council of 13 October 2003 establishing a system for greenhouse gas emission allowance trading within the Union and amending Council Directive 96/61/EC. Official Journal of the European Union.

European Union.（2023）. Regulation（EU）2023/1805 of the European Parliament and of the Council of 13 September 2023 on the use of renewable and low-carbon fuels in maritime transport, and amending Directive 2009/16/EC. Official Journal of the European Union.



貨櫃航運業生成式人工智慧採用行為之探討：以員工工作塑造為調節效果

Adoption of Generative Artificial Intelligence in Container Shipping: The Moderating Effect of Employees' Job Crafting

呂錦山 國立臺灣海洋大學航運管理學系 特聘教授

摘 要 Abstract

本文以貨櫃航運業為研究對象，結合工作塑造（Job Crafting）與任務－科技配適度（Task–Technology Fit）理論，探討生成式 AI 導入對員工工作塑造行為與工作績效之影響。研究目的包括：（1）提出生成式 AI 使用程度與員工工作塑造行為之關聯；以及（2）說明工作塑造在生成式 AI、任務－科技配適度與工作績效之間所扮演的調節角色。預期生成式 AI 導入對工作績效具有正向影響，而員工工作塑造行為可進一步強化此影響效果。當生成式 AI 與員工任務具較高配適度時，員工較可能主動採用 AI 並進行工作塑造行為，進而提升工作績效、工作效率與服務品質。研究發現有助於強調 AI 導入研究中對定期航運員工能動性與行為層面的理解，並為貨櫃航運業在推動生成式 AI 與人力資源管理整合方面提供實務建議。

關鍵詞中文：貨櫃航運業、生成式人工智慧、工作塑造、科技接受模式、工作需求 - 資源模型、任務 - 科技配適

This study focuses on the container shipping industry and integrates the theories of Job Crafting and Task–Technology Fit (TTF) to examine the impact of generative AI adoption on employees' job crafting behaviors and job performance. The objectives of this research are twofold: (1) to investigate the relationship between the level of generative AI usage and employees' job crafting behaviors; and (2) to explore the moderating role of job crafting in the relationship between AI adoption, task–technology fit, and job performance. It is expected that the adoption of generative AI will have a positive impact on job performance, and that employees' job crafting behaviors will further strengthen this effect. When a higher level of fit exists between generative AI and employees' tasks, employees are more likely to actively adopt AI and engage in job crafting behaviors, thereby enhancing job performance, work efficiency, and service quality. The findings are expected to contribute to a deeper understanding of employee agency and behavioral responses in AI adoption research within the liner shipping sector, and to provide practical implications for the integration of generative AI and human resource management in the container shipping industry.

Keywords: Container Shipping, Generative Artificial Intelligence, Job Crafting, Technology Acceptance Model, Job Demands-Resources Model, Task-Technology Fit

---

此文引述自呂錦山（2026），「貨櫃航運產業生成式人工智慧與員工工作塑造之研究」，行政院國家科學及技術委員會專題研究計畫申請書內容。

一、研究動機與背景

貨櫃航運產業長期以來具有高度資本密集、需求波動劇烈與景氣循環明顯的特性，航運市場對全球經濟成長、貿易制度與船舶供給變化極為敏感，任何外在的衝擊都可能造成運價與運量的劇烈震盪。自 2023 年底爆發的紅海戰爭與胡塞武裝攻擊事件，迫使大量貨櫃船繞行好望角，對全球航運網絡造成重大衝擊。航程延長、燃料成本上升與船期失準，使航運營運風險顯著提高。航線中斷事件具有高度外溢效果，會透過全球航運網絡放大系統性風險。紅海危機顯示，地緣政治衝突已成為貨櫃航運的常態性風險來源，而非偶發事件（Notteboom et al., 2021）。2026 年 2 月 28 日，美國與以色列聯手對伊朗展開軍事打擊，並明言行動旨在摧毀伊朗的飛彈與軍事實力、阻止其取得核武，最終協助當地民眾推動政權更替。造成全球油氣重要航道、伊朗控制的荷莫茲海峽中的船舶幾乎無法進出，造成燃油價格與運價上漲，股市下滑，預期能源價格高漲會引起全球性的通貨膨脹（經濟日報，2026 年 3 月 9 日）。

值得注意的是自 2025 年 1 月 20 日川普重返白宮以來，也為 2025 年及之後的全球政經貿與海運環境帶來很多變數與影響。特別是對中國與多國商品實施高額關稅政策，對全球貿易結構與貨物流向產生深遠影響。關稅政策不僅降低貿易量，也改變供應鏈布局，促使企業轉向其他生產基地，導致航線需求結構性轉移 (Fajgelbaum et al., 2020; Drewry Maritime Research, 2025)。對貨櫃航運而言，關稅政策使傳統主要航線的需求波動加劇，並增加需求預測的困難度。此類政策風險的高度不確定性，顯示航運公司亟需能整合政策資訊與市場數據的智慧化決策工具。

隨著航運數位化程度提升，貨櫃航運企業累積了大量來自船舶感測器、AIS 系統、港口營運平臺與客戶訂單的資料。然而，資料量的快速成長並未必然帶來決策品質的提升。航運業正從「資料不足」轉向「資料過載」的狀態，關鍵問題在於如何將異質且即時的資料轉化為具決策價值的資訊。未來航運管理的核心將不只是資料蒐集，而是智慧化分析與知識生成能力 (Heilig et al., 2017; Nguyen et al., 2025)。

生成式人工智慧（Generative Artificial Intelligence, AI）具備理解語意、生成內容與進行情境推理的能力，特別適合應用於高度不確定的決策環境，生成式 AI 能整合結構化與非結構化資料，產生多種可能決策方案，協助管理者理解複雜系統行為（Dwivedi et al., 2023）。AI 在供應鏈與物流管理中的核心價值，在於其對多變環境的預測與決策支援能力（Min, 2010）。生成式 AI 可用於模擬不同聯盟配置、航線安排與運力共享方案，協助航商評估其對市場占有率、成本與碳排放的影響（Baryannis et al., 2019）。透過情境生成與策略分析，生成式 AI 能降低聯盟決策中因資訊不足或判斷偏誤所帶來的風險。

特別是在永續管理方面，生成式 AI 可協助航商整合排放資料、法規要求與營運數據，減碳策略建議與 ESG 報告內容，降低合規成本（Huang and Rust, 2021）。在營運層面，AI 亦可應用於智慧客服、文件處理與即時風險溝通，提升組織效率與服務穩定性。當貨櫃航運面臨產業環境的不確定性與複雜性，航運公司應尋求更智慧化的決策支援工具；而生成式人工智慧則提供了因應市場波動、環保壓力與策略競爭的工具。未來，能有效導入生成式 AI 的航運企業，將更具備在全球航運體系中維持競爭優勢的能力。

相關研究及報告亦指出人工智慧在海運產業中具有高度的發展潛能， Markets and Markets（2025）的研究指出，全球智慧航運與 AI 物流相關市場規模正快速擴張，預期至 2030 年整體市場將以超過 20% 的年均複合成長率持續成長。在營運層面，AI 於航線規劃與燃油管理方面的應用已證實能帶來顯著效益。透過 AI 進行航線最佳化與即時航行決策，可協助船公司降低約 5% 至 15% 的燃油消耗（McKinsey and Company, 2022）。考量燃油成本約占船舶營運總成本的 40% 至 60%，此一節省幅度對航運企業的整體成本結構具有高度影響力

（DNV, 2021）。此外，在港口與碼頭作業方面，結合 AI 與自動化系統後，貨櫃裝卸與調度效率平均可提升 20% 至 30%，同時有效降低人為錯誤與作業延誤，進而縮短船舶靠港時間並提升港口周轉率（Notteboom and Haralambides, 2020；UNCTAD, 2025）。

AI 透過機器學習模型分析歷史運量、市場需求及外部環境變數，可使需求預測準確率提升約 10% 至 30%，在需求預測與供應鏈管理領域，有助於船公司進行更精準的艙位配置與船隊調度，降低空艙率並提升資產使用效率（Du et al., 2023）。同時，結合 AI 與物聯網（IoT）的即時追蹤系統，可提升供應鏈可視性，使貨物延誤與遺失事件減少約 20% 以上（World Economic Forum, 2022）。在客戶服務層面，AI 聊天機器人的導入亦展現明顯效益。研究顯示，AI 聊天機器人可處理約 60% 至 80% 的標準化客戶詢問，如訂艙狀態查詢、文件追蹤與船期資訊回覆，不僅有效降低客服人力成本，也能將回應時間由數小時縮短為即時回覆，進而提升顧客滿意度與服務品質（Ghosh, 2021；Adamopoulou and Moussiades, 2020）。

在航運產業導入人工智慧過程中，員工的工作塑造（Job Crafting）（Wrzesniewski and Dutton, 2001）成為不可或缺的關鍵因素，主因在於 AI 不僅是一項輔助工具，更會根本性地改變作業流程、決策模式與人機互動方式。若僅將 AI 視為既有流程的附加系統，而未同步調整工作設計，將難以充分發揮其效益，甚至可能導致組織運作效率下降。

工作塑造是指員工主動調整其工作內容、工作方式與工作意義，以提升工作效能與心理適配度（Wrzesniewski and Dutton, 2001）。在貨櫃航運情境中，工作塑造不再只是增加或減少工作任務，而是包含如何重新配置時間、運用工具、解讀資訊與參與決策。隨著工作複雜度與不確定性提高，員工若能透過工作塑造強化自主性與專業價值，將更有助於組織因應外在衝擊。員工可在既定的工作設計與組織規範下，主動對自身工作進行調整，以使工作更符合其能力、興趣與價值觀的行為過程。不同於傳統由組織自上而下進行的工作設計，工作塑造強調員工的主動性與能動性，員工可透過改變工作內容、互動關係或工作認知，重新塑造其工作意義與執行方式（Wrzesniewski and Dutton, 2001）。

近年來，關於人工智慧於航運與物流產業之研究，多半聚焦於技術層面與組織績效成果，如營運效率提升、成本節省、航線最佳化與服務品質改善等面向（Du et al., 2023；McKinsey and Company, 2022; Xiao et al., 2024）。相關文獻普遍證實 AI 在航運產業具有高度應用潛能，然而，多數研究仍以「技術導入」或「系統效能」為分析核心，較少深入探討 AI 導入過程中員工心理層級對於工作變化與其對新的科技採用的影響。

工作塑造可作為一項描述員工主動調整其工作內容與意義的理論概念，其理論基礎主要奠基於組織行為相關理論，包括有角色理論（Katz and Kahn, 1978）、社會建構理論 (Social Constructionism)（Berger and Luckmann, 1966）、工作特性理論 (Hackman and Oldham, 1976），以及工作需求 - 資源模型（Job Demands–Resources Model, JD-R）(Demerouti et al., 2001）。工作塑造正是角色理論的延伸應用，說明員工如何在既有角色架構內進行微調，以回應工作環境變化。JD-R 模型由 Demerouti et al.（2001）提出，主張工作可被區分為「工作需求」與「工作資源」，兩者共同影響員工的壓力、動機與績效表現。在 AI 導入過程中，員工可能面臨學習新系統、角色不確定性等新的工作需求。透過工作塑造，員工可主動增加結構性與社會性資源（如技能訓練與同儕支持），同時降低阻礙性需求，進而提升對 AI 的適應能力與工作效能。而生成式 AI 的採用可從資訊系統與組織行為領域的多項理論加以解釋，包括理性行為理論（Theory of Reasoned Action, TRA）(Fishbein and Ajzen, 1975）、計劃行為理論（Theory of Planned Behavior, TPB）（Ajzen, 1991）、科技接受模型（Technology Acceptance Model, TAM）（Davis, 1989）、整合科技接受模型（Unified Theory of

Acceptance and Use of Technology，UTAUT）(Venkatesh et al., 2003）、創新擴散理論（Diffusion of Innovation Theory）(Rogers, 2003），以及任務 - 科技配適理論（Goodhue and Thompson, 1995）等。

雖然相關研究可證實 AI 在航運產業的技術可行性與經濟效益，但對於員工如何透過工作塑造影響 AI 導入與運作成效之探討仍顯不足。此一研究缺口顯示，有必要從員工工作塑造的觀點，深入分析其在 AI 導入過程中所扮演的關鍵角色，以補充現有以技術或組織層級為主的研究取向，並為航運產業的智慧化轉型提供更全面的理論與實務洞見。

因此，為要填補此一研究上的缺口 (gap)，此文提出以貨櫃航運產業員工為研究對象，聚焦人工智慧採用考量因素，包括有生成式 AI 的易用性、有用性與複雜性，以及任務 – 科技配適度對於員工 AI 採用行為與工作績效之影響，並進一步探討員工工作塑造在 AI 導入考量因素與工作績效之間所扮演的調節中介效果 (Moderated Mediation Effect)，研究目的說明如下：

1. 探討生成式 AI 的易用性、有用性與複雜性等考量因素，以及任務 – 科技配適度對貨櫃航運產業員工採用生成式 AI 行為影響
2. 提供貨櫃航運產業 AI 導入與人力資源管理之實務建議

本研究期望透過實證結果，提出有助於航運公司在導入生成式 AI 時同步進行工作設計、教育訓練與人力資源策略調整之建議。

二、採用生成式人工智慧理論與研究假設

2.1 生成式人工智慧定義與科技接受模式相關理論

2.1.1 生成式人工智慧定義

生成式人工智慧（Generative Artificial Intelligence, Generative AI）係指一類能夠透過學習大量資料之潛在結構與機率分佈，自主生成全新內容（如文字、圖像、影音或程式碼）的人工智慧系統。其核心特徵在於利用生成模型對資料進行深層學習與模式建構，進而產生在語意、結構或形式上與原始資料相一致、且具備實用價值之新內容（Goodfellow et al., 2014；Sengar et al., 2024）。生成式人工智慧不僅是一項技術創新，更是一項可能重塑知識工作型態與人機協作模式的關鍵數位科技。

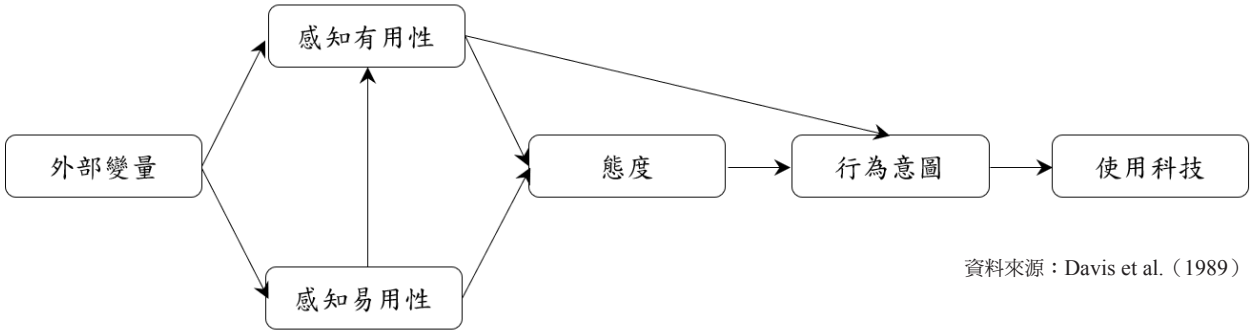
航運業生成式人工智慧係指運用生成式模型與深度學習技術，透過分析大量航運相關資料（如訂艙資訊、船期資料、貨運文件、客戶互動紀錄與營運數據），自主生成具備語意一致性與實務可用性的文字、圖像或決策建議內容之人工智慧系統（Sengar et al., 2024）。此類技術能模擬人類專業知識與語言表達方式，協助航運企業執行訂艙回覆、文件撰寫、資訊摘要、客戶諮詢與決策支援等知識密集型工作（Taecharungroj, 2023）。

在實務應用層面，航運業生成式人工智慧逐漸被視為一種「智慧型工作夥伴」，透過人機協作方式支援第一線員工與管理階層進行業務處理與決策判斷，進而促進營運效率提升、服務品質改善與組織知識的有效運用（Macdonald et al., 2023）。因此，航運業生成式人工智慧不僅是一項技術工具，更是一項可能重塑航運服務流程與知識工作型態的關鍵數位創新。

2.1.2 科技接受模型（Technology Acceptance Model, TAM）

科技接受模型（Technology Acceptance Model, TAM）由 Davis（1986）首先提出，並由 Davis 等人（1989）進一步擴充與發展，主要用以探討個體對科技產品的行為意圖與實際使用行為，藉此理解影響科技產品被接受與採用的關鍵因素。科技接受模型係由理性行為理論延伸而來，其理論架構將理性行為理論中「態度」的部分構念，具體化為兩項與科技使用密切相關的因素，即感知有用性（Perceived Usefulness）與感知易用性（Perceived Ease of Use），並以行為意圖作為影響實際使用行為的重要中介變項（Davis, 1986；

Davis et al., 1989）。科技接受模型之整體架構如圖 2-1 所示：



資料來源：Davis et al.（1989）

圖 2-1 科技接受模型架構圖

依據之前有關科技接受模型的研究（Davis, 1986；Davis et al., 1989；劉宜沛，2024；梁書維，2025；呂錦山，2025），感知易用性與感知有用性是影響科技採用行為的重要前因。對航運產業員工而言，若生成式 AI 具有直覺化操作介面、清楚指令設計與低學習門檻，將有助於降低科技焦慮與時間成本，使員工更願意在高工時與高壓力情境下實際使用該系統。因此，本研究推論生成式 AI 的易用性將正向影響其採用行為。另一方面，當員工認知生成式 AI 能有效提升作業效率、降低錯誤率、改善決策品質或支援跨系統資訊整合時，其對 AI 的使用價值評估將提升，進而促進實際採用行為。

2.1.3 創新擴散理論（Diffusion of Innovation Theory, DOI）

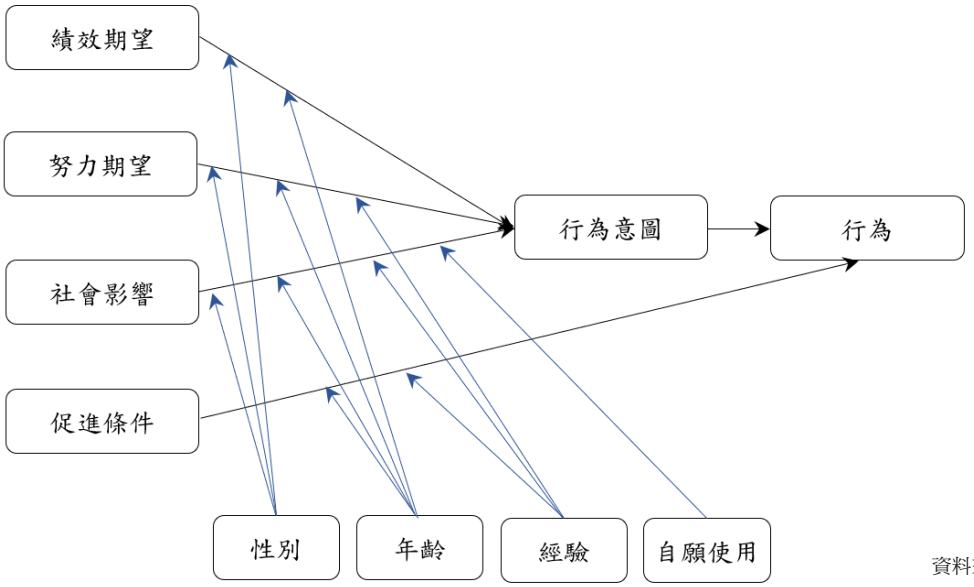
創新擴散理論（Diffusion of Innovations, DOI）(Rogers, 1962），主要用以解釋與預測個體或組織如何認知、評估並採用新興科技產品，以及其對創新事物所形成的態度。由於個體或組織在決定是否採用新興科技時，往往需經歷一連串的認知、評估與決策歷程，因此，創新擴散理論得以用來探討新興科技產品之特性如何影響其決策過程，進而形塑或改變個體與組織對創新科技採用的態度與行為（陳家國，2022；Yuen et al., 2020）。根據 Rogers（2002）的創新擴散理論，個體或群體在評估是否採用新興科技時，主要受到五項創新特徵的影響，分別為相對優勢（Relative Advantage）、相容性（Compatibility）、複雜性（Complexity）、可試用性（Trialability）與可觀察性（Observability）。

2.1.4 整合科技接受模型（Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, UTAUT）

Venkatesh et al.（2003）整合相關科技接受與使用行為相關的理論，提出整合型科技接受模型（Unified Theory of Acceptance and Use of Technology, UTAUT）。該模型旨在說明組織情境中，使用者面對新科技時，其心理反應如何影響科技使用意圖，並進一步影響實際使用行為。由於其理論架構具備高度整合性與解釋力，UTAUT 模型經過大量實證研究驗證，已廣泛應用於資訊學、社會科學與管理學等研究領域（Venkatesh et al., 2003；陳家國，2022）。

整合型科技接受模型的核心假設在於，實際的科技使用行為主要由行為意圖所驅動，而個體採用新科技的可能性，則受到四項關鍵構念的直接影響，分別為績效期望（Performance Expectancy）、努力期望（Effort Expectancy）、社會影響（Social Influence）與促進條件（Facilitating Conditions）。其中，績效期望指個體認為使用科技能提升其工作績效的程度；努力期望指個體感知使用科技所需付出努力的難易程度；社會影響指個體感知重要他人或社會環境對其使用科技的期待與

壓力；促進條件則指個體認為組織與技術基礎設施是否足以支持其使用科技。整合型科技接受模型之整體架構如圖 2-2 所示：



資料來源：Venkatesh et al.（2003）

圖 2-2 整合型科技接受模型架構圖

2.2 任務 - 科技配適理論（Task–Technology Fit, TTF）

Goodhue and Thompson（1995）提出任務 – 科技配適理論，旨在說明資訊科技是否能有效提升個體工作績效，取決於科技所提供的功能是否能配合使用者實際執行的任務需求。TTF 理論的核心觀點在於，科技本身並不必然帶來績效改善，唯有當科技特性與任務特性之間具備高度配適時，科技的使用才能產生實質效益（Goodhue and Thompson, 1995）。

在 TTF 理論架構中，「任務特性」與「科技特性」為影響配適程度的兩項核心要素。任務特性指使用者在工作中所需完成的活動性質，例如任務的複雜性、結構化程度、資訊處理需求、時間壓力以及是否需與他人協作等；科技特性則指科技系統所具備的功能與能力，包括資料品質、系統可靠性、即時性、分析能力、整合程度與介面設計等（Goodhue, 1998）。當科技能有效支援任務執行所需的資訊蒐集、分析與決策活動時，任務 – 科技配適程度便會提高。

2.3 工作塑造理論基礎

2.3.1 角色理論（Role Theory）

角色理論（Role Theory）源自社會學與社會心理學，主要用以解釋個體在社會或組織結構中，如何依其所處位置承擔特定角色，並依循相應的行為期待行動（Biddle, 1986）。所謂角色，係指由組織、他人與文化所共同界定的一組行為規範、責任與期望，個體在工作情境中的行為，往往受到其對角色期待的理解與回應所影響（Kahn et al., 1964）。在組織研究中，角色理論常被用來分析角色模糊與角色衝突等議題。當角色期待不明確時，個體可能無法清楚理解自身責任與行為界線，進而產生角色模糊；當來自不同對象的角色期待彼此衝突時，則可能引發角色衝突。這些角色壓力被證實會影響員工的工作滿意度、績效表現與心理健康（Kahn et al., 1964）。

工作塑造即是在此脈絡下發展的重要概念，指員工主動改變其工作任務、工作關係或對工作的認知方式，使工作更符合自身需求、能力與價值的歷程（Wrzesniewski and Dutton, 2001）。從角色理論的觀點來看，工作塑造可被視為一種角色再建構的過程，亦即員工透過實際行動重新界定自身在組織中的角色內涵。

在數位化與 AI 工作情境中，角色理論與工作塑造的連結更為明顯。新科技的導入往往打破既有角色界線，使員工必須重新界定「人與科技各自扮演的角色」。近年研究指出，員工會透過工作塑造來調整自身角色，例如將 AI 視為輔助者而非威脅，或重新界定自身在決策與創意工作中的價值，這實際上是一種角色再建構的歷程（Parker and Grote, 2024）。

2.3.3 工作需求 - 資源模型（Job Demands-Resources Model, JD-R）

工作需求－資源模型（Job Demands–Resources Model, JD-R）主要用以解釋工作特性如何影響員工的壓力反應、動機歷程與工作表現 (Demerouti et al., 2001）。JD-R 模型主張，所有工作特性皆可概括為「工作需求」與「工作資源」兩大類，而員工的工作投入、倦怠與績效，正是這兩類因素交互作用的結果（Demerouti et al., 2001；Bakker and Demerouti, 2017）。

在 JD-R 模型中，工作需求指的是工作中需要持續付出身心努力的面向，例如工作量、時間壓力、情緒勞動與角色衝突等，若長期未獲得適當因應，可能導致疲勞、壓力與工作倦怠；相對地，工作資源則指有助於達成工作目標、降低工作需求成本，或促進個人成長與發展的工作特性，例如自主性、回饋、社會支持、學習機會與公平制度（Bakker and Demerouti, 2017）。

研究亦指出，在高度變動與不確定的工作情境中，如數位轉型或人工智慧導入，JD-R 模型與工作塑造的結合更顯重要。新科技往往同時提高工作需求（如學習壓力、不確定性）與潛在資源（如效率提升、決策支援），員工透過工作塑造調整需求與資源的配置，成為維持工作投入與心理健康的關鍵機制（Bakker and Demerouti, 2017）。

三、研究假設的建構

3.1 研究架構與假設

隨著生成式人工智慧（Generative Artificial Intelligence, GAI）逐步導入航運產業，其應用已涵蓋航程規劃、貨運預測、文件自動化、即時決策支援與客戶溝通等核心作業流程。航運產業具有高度專業性、跨部門協作與高風險決策特性，使員工在面對新科技時，其採用行為不僅受到科技本身特性的影響，也深受工作情境與個人主動行為的制約。因此，有必要整合科技接受相關理論、任務－科技配適理論與工作塑造觀點，建構一個能同時解釋「AI 採用行為」與「工作績效」的研究架構，如下圖 3-1 所示：

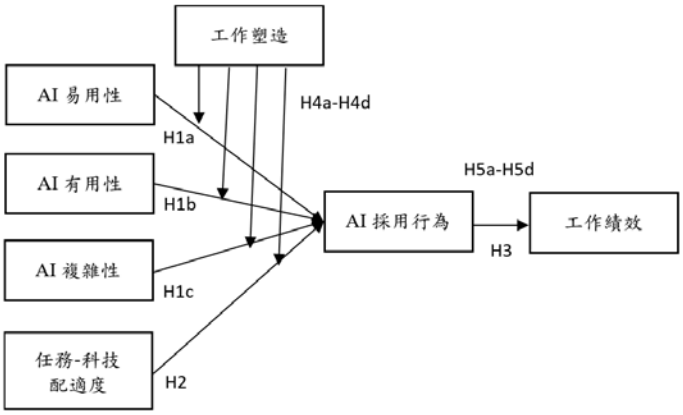


圖 3-1 研究架構圖

據上述文獻，此文提出的研究假設如下：

H1a：生成式人工智慧的感知易用性對航運產業員工的生成式 AI 採用行為具有正向影響。

H1b：生成式人工智慧的感知有用性對航運產業員工的生成式 AI 採用行為具有正向影響。

H1c：生成式人工智慧的感知複雜性對航運產業員工的生成式 AI 採用行為具有負向影響。

H2： 任務 – 科技配適度對航運產業員工的生成式 AI 採用行為具有正向影響。

H3： 航運產業員工的生成式 AI 採用行為對其工作績效具有正向影響。

H4a： 員工工作塑造會強化調節生成式 AI 感知易用性與 AI 採用行為之關係。

H4b： 員工工作塑造會強化調節生成式 AI 感知有用性與 AI 採用行為之關係。

H4c： 員工工作塑造會弱化生成式 AI 感知複雜性對 AI 採用行為的負向影響。

H4d： 員工工作塑造會正向調節任務 – 科技配適與 AI 採用行為之關係。

H5a： 工作塑造會調節員工對於生成式人工智慧易用性的認知，透過生成式 AI 採用行為影響工作績效之間接效果，使該間接效果在高工作塑造情境下，相較於低工作塑造情境下更為顯著。

H5b： 工作塑造會調節員工對於生成式人工智慧有用性的認知，透過生成式 AI 採用行為影響工作績效之間接效果，使該間接效果在高工作塑造情境下，相較於低工作塑造情境下更為顯著。

H5c： 工作塑造會調節員工對於生成式人工智慧複雜性的認知，透過生成式 AI 採用行為影響工作績效之間接效果，使該間接效果在高工作塑造情境下，相較於低工作塑造情境下更為不顯著。

H5d： 工作塑造會調節員工任務 – 科技配適，透過生成式 AI 採用行為影響工作績效之間接效果，使該間接效果在高工作塑造情境下，相較於低工作塑造情境下更為顯著。

四、結論與建議

本文試以貨櫃航運業為研究對象，結合工作塑造（Job Crafting）與任務 – 科技配適度（Task–Technology Fit）理論，探討生成式 AI 導入對員工工作塑造行為與工作績效之影響。研究目的包括：（一）提出生成式 AI 使用程度與員工工作塑造行為之關聯；以及（二）說明工作塑造在生成式 AI、任務 – 科技配適度與工作績效之間所扮演的調節角色。預期生成式 AI 導入對工作績效具有正向影響，而員工工作塑造行為可進一步強化此影響效果。當生成式 AI 與員工任務具較高配適度時，員工較可能主動採用 AI 並進行工作塑造行為，進而提升工作績效、工作效率與服務品質。研究發現有助於強調 AI 導入研究中對定期航運員工能動性與行為層面的理解，並為貨櫃航運業在推動生成式 AI 與人力資源管理整合方面提供實務建議。

藉由此研究對國家與整體產業發展，預有下各項貢獻：

(1) 支援國家數位轉型與 AI 政策落實

本研究以貨櫃航運產業為實證對象，回應政府推動「數位轉型」、「智慧運輸」與「AI 產業化」之政策方向。透過分析生成式 AI 導入後，員工如何透過工作塑造主動調整工作內容與人機協作模式，有助於政府理解 AI 技術在實際產業現場的落地機制，避免政策僅停留在技術或設備投資層次。

(2) 強化國家關鍵基礎產業之競爭韌性

貨櫃航運為國家對外貿易與供應鏈運作之關鍵基礎產業。生成式 AI 若能結合員工能動性與工作塑造行為，將有助於提升航運作業的即時回應能力、服務穩定度與營運韌性，進而強化國家在全球供應鏈波動下的調適能力與競爭優勢。

(3) 作為 AI 人才政策與勞動轉型之依據

此研究強調 AI 導入並非單純取代人力，而是重塑工作型態與技能需求。研究成果可作為政府規劃 AI 人才培育、在職訓練與勞動轉型政策的重要依據，協助政策制定者理解哪些職務與能力最需要被再設計與升級，降低因 AI 導入而產生的結構性失業風險。

參考文獻

呂錦山 (2025)，「臺灣地區與離島間客運導入海上自主航行船舶之研究」，行政院國家科學及技術委員會專題研究成果報告，NSTC 112-2410-H-A49 -002 -MY2。

梁書維（2025）。自主航行渡輪接受模式之研究—從旅客觀點，國立陽明交通大學運輸與物流管理學系碩士論文。

陳家國（2022）。以延伸性整合科技接受模型 UTAUT2 分析消費者對訂閱隨選視訊使用行為之研究。國立成功大學企業管理學系碩士論文。

經濟日報（2026 年），美伊開戰油價飆升　印度盧比、股市持續下跌，https://money.udn.com/money/story/5599/9369147，2026 年 3 月 9 日。

劉宜沛（2024）。臺灣地區海運產業海上自主船舶接受模式之研究，國立陽明交通大學運輸與物流管理學系碩士論文。

Ajzen, I. (1991). The theory of planned behavior. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 50(2), 179–211.

Bakker, A. B., & Demerouti, E. (2017). Job demands–resources theory: Taking stock and looking forward. Journal of Occupational Health Psychology, 22(3), 273–285. https://doi.org/10.1037/ocp0000056

Biddle, B. J. (1986). Recent developments in role theory. Annual Review of Sociology, 12, 67–92.

Davis, F. D. (1986). A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results (Doctoral dissertation). Massachusetts Institute of Technology, Sloan School of Management.

Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, 13(3), 319–340.

Demerouti, E., Bakker, A. B., Nachreiner, F., & Schaufeli, W. B. (2001). The job demands–resources model. Journal of Applied Psychology, 86(3), 499–512.

Det Norske Veritas (DNV). (2021). Technology outlook 2030: Maritime. DNV.

Drewry Maritime Research (2025), Container Forecaster and Annual Review 2025/2026, Issue 3 of 4, October 2025.

Du, Y., Chen, Q., & Lee, C. Y. (2023). Artificial intelligence applications in maritime logistics: A review and future research directions. Maritime Policy & Management, 50(3), 345–362. https://doi.org/10.1080/03088839.2022.2031234

Fajgelbaum, P. D., et al. (2020). The return to protectionism. Quarterly Journal of Economics, 135(1), 1–55. https://doi.org/10.1093/qje/qjz036

Fishbein, M., & Ajzen, I. (1975). Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research. Addison-Wesley.

Ghosh, S. (2021). AI chatbots in customer service: Adoption, benefits, and challenges. Journal of Service Management, 32(4), 489–507. https://doi.org/10.1108/JOSM-02-2021-0063

Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A., & Bengio, Y. (2014). Generative adversarial nets. Advances in Neural Information Processing Systems, 27, 2672–2680.

Goodhue, D. L. (1998). Development and measurement validity of a task–technology fit instrument. Decision Sciences, 29(1), 105–138.

Goodhue, D. L., & Thompson, R. L. (1995). Task–technology fit and individual performance. MIS Quarterly, 19(2), 213–236.

Hackman, J. R., & Oldham, G. R. (1976). Motivation through the design of work: Test of a theory. Organizational Behavior and Human Performance, 16(2), 250–279.

Heilig, L., Voß, S., & Schwarze, S. (2017). Digital transformation in shipping. Maritime Policy & Management, 44(6), 686–701. https://doi.org/10.1080/03088839.2017.1300231

Huang, M.-H., & Rust, R. T. (2021). Artificial intelligence in service. Journal of Service Research, 24(1), 3–27. https://doi.org/10.1177/1094670520902266

Kahn, R. L., Wolfe, D. M., Quinn, R. P., Snoek, J. D., & Rosenthal, R. A. (1964). Organizational stress. Wiley.

Katz, D., & Kahn, R. L. (1978). The social psychology of organizations (2nd ed.). Wiley.

Macdonald, E., Allen, D., & Maynard, M. T. (2023). Human–AI collaboration and the future of work. Academy of Management Perspectives, 37(2), 1–15. https://doi.org/10.5465/amp.2021.0196

Markets and Markets. (2025). Artificial intelligence market by technology, application, and industry: Global forecast to 2030. Markets and Markets Research.

McKinsey & Company. (2022). Digital transformation in shipping: How AI can unlock operational efficiency. McKinsey Global Institute.

Min, H. (2010). Artificial intelligence in supply chain management. International Journal of Logistics Research and Applications, 13(1), 13–39. https://doi.org/10.1080/13675560902736537

Nguyen, S., Fu, X., Zhao, L., Xu, H., Zhang, X., Li, N., Zhang, W., Yin, X. F., Ogawa, D., Koh, J., & Zheng, Q. (2025). AI-driven just-in-time coordination between port and ships: Advancing maritime decarbonization. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Online, In Press.

Notteboom, T., & Haralambides, H. (2020). Port management and governance in a post-COVID-19 era: Quo vadis? Maritime Economics & Logistics, 22, 329–352. https://doi.org/10.1057/s41278-020-00162-7

Notteboom, T., Pallis, A., & Rodrigue, J.-P. (2021). Disruptions and resilience in container shipping. Maritime Economics & Logistics, 23(2), 179–210. https://doi.org/10.1057/s41278-020-00180-5

Parker, S. K., & Grote, G. (2024). Automation, algorithms, and beyond: Why work design matters more than ever. Academy of Management Annals, 18(1), 1–45.

Rogers, E. M. (1962). Diffusion of innovations: Modifications of a model for telecommunications. The Free Press.

Rogers, E. M. (2002). Diffusion of preventive innovations. Addictive Behaviors, 27(6), 989-993.

Rogers, E. M. (2003). Diffusion of innovations (5th ed.). Free Press.

Sengar, A., Singh, R., & Sharma, P. (2024). Generative artificial intelligence: Concepts, applications, and challenges. Artificial Intelligence Review, 57, 1–32. https://doi.org/10.1007/s10462-023-10509-9

Stopford, M. (2009). Maritime Economics. Routledge.

Taecharungroj, V. (2023). What can ChatGPT do? Analyzing early reactions to generative AI. Journal of Business Research, 161, 113840. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113840

Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. MIS Quarterly, 27(3), 425–478.

Wamba, S. F., et al. (2020). Artificial intelligence in operations management. International Journal of Production Research, 58(7), 2146–2161. https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1698916

Wrzesniewski, A., & Dutton, J. E. (2001). Crafting a job: Revisioning employees as active crafters of their work. Academy of Management Review, 26(2), 179–201.

World Economic Forum. (2022). Shaping the future of digital shipping and maritime trade. World Economic Forum. https://globalmaritimeforum.org/

Wrzesniewski, A., & Dutton, J. E. (2001). Crafting a job. Academy of Management Review, 26(2), 179–201.

Xiao, G., Yang, D., Xu, L., Li, J., & Jiang, Z. (2024). The application of artificial intelligence technology in shipping: A bibliometric review. Journal of Marine Science and Engineering, 12(4), 624. https://doi.org/10.3390/jmse12040624

Yuen, K. F., Cai, L., Qi, G., & Wang, X. (2020). Factors influencing autonomous vehicle adoption: An application of the technology acceptance model and innovation diffusion theory. Technology Analysis & Strategic Management, 33(5), 505-519.

從靠港經濟到產業鏈經濟：臺灣郵輪觀光力 Cruise+ 視角下的發展策略

劉喜臨
國立高雄餐旅大學觀光研究所教授／觀光政策創新普拉斯 + 研究中心主任

摘　要 Abstract

本文以「Cruise+」為分析視角，探討臺灣郵輪觀光如何由以艘次、人次與短時岸上消費為主的「郵輪靠港經濟」，轉向結合港口服務、岸上體驗、在地採購、品牌行銷與永續治理的「郵輪產業鏈經濟」。研究方法採政策分析法、文獻分析法與標竿學習法（國際案例比較），參照國際郵輪協會（CLIA）最新產業報告，並綜合臺灣港務股份有限公司、交通部、內政部移民署及亞洲主要郵輪政策資料進行研究。研究發現：第一，全球郵輪業已由單純運輸、產品服務升級為兼具整合觀光、供應鏈與城市治理的綜合型平臺；第二，韓國、中國上海與日本分別呈現制度型、產業鏈型與港市整合型的發展模式，對臺灣具有明確啟示；第三，臺灣雖已形成基隆與高雄南北雙核心格局，且 2025 年整體旅量已明顯超越疫前水準，但在地供應鏈上船、港市治理協作、岸電與智慧通關、以及以數據為基礎的政策績效指標，仍有強化空間。本文據此提出 Cruise+ 產業鏈價值轉換模型，並建構涵蓋港口與通關、遊程與品牌、在地供應鏈、制度與治理、人才與資料五大面向的政策矩陣。本研究主張，未來臺灣郵輪政策的核心，應由「吸引郵輪靠泊」進一步推進為「放大郵輪帶動地方產業鏈的能力」，以形成港口、城市、產業與目的地之間的共創關係。

關鍵詞：郵輪觀光力；Cruise+；靠港經濟；產業鏈經濟；港市治理；地方創生

Using the Cruise+ perspective, this paper examines how Taiwan can move beyond a port-of-call economy—largely measured by ship calls, passenger volume, and short-term shore spending—toward an industry-chain economy that integrates port services, shore experiences, local sourcing, destination branding, and sustainable governance. The study adopts policy analysis, literature review, and international case comparison, drawing on the latest CLIA reports as well as policy and operational materials from Taiwan International Ports Corporation, the Ministry of Transportation and Communications, the National Immigration Agency, and major Asian cruise policy institutions. The findings show that the global cruise sector has evolved from a transport-oriented tourism product into a composite platform linking tourism, supply chains, and urban governance. Korea, Shanghai, and Japan respectively demonstrate institutional, industry-chain, and port–tourism integration models that offer

useful lessons for Taiwan. Although Taiwan has formed a north–south dual-core structure centered on Keelung and Kaohsiung and has clearly exceeded pre-pandemic cruise passenger levels in 2025, further progress is still needed in local sourcing, cross-sector governance, shore power and smart clearance, and data-based performance indicators. This paper therefore proposes a Cruise+ value-conversion model and a policy matrix covering five dimensions: port and clearance, itineraries and branding, local supply chains, institutions and governance, and talent and data. It argues that Taiwan's future cruise policy should shift from merely attracting port calls to amplifying the capacity of cruise tourism to generate local industrial linkages and shared destination value.

Keywords: cruise tourism; Cruise+; port-of-call economy; industry-chain economy; destination governance; local revitalization.

一、 前言：郵輪觀光的政策意義已超越艘次與人次

提到郵輪，大眾腦海中閃過的或許仍是「貴婦行程」、「銀髮族專屬」或「快閃靠岸、走馬看花」的刻板標籤。然而，這是一場悄然無聲的海上權力移轉，數據正以驚人的增速打破偏見，疫後全球郵輪觀光快速回溫，並展現比一般國際旅遊更強的品牌黏著度與消費延伸效果。國際郵輪協會（Cruise Lines International Association, 以下簡稱 CLIA）指出，2024 年全球海洋郵輪旅客已達 3,464 萬人次，2025 年升至 3,770 萬人次，全球海洋郵輪船隊將達 310 艘；同時，郵輪觀光在 2023 年已創造逾 1,680 億美元經濟影響並支撐 160 萬個工作機會（CLIA, 2025a, 2025b）。這意味著，郵輪產業的價值不再只是船票產品銷售與港口靠泊費，而是涉及就業、採購、供應鏈、城市品牌與重遊意願的複合型經濟系統。

從目的地經營管理視角觀察，郵輪旅客的消費鏈至少包含港口服務、邊境通關、接駁交通、岸上遊程、餐飲購物、文化展演、旅宿延伸與再訪推薦。若只以『今日來了幾艘船、下了多少旅客』作為主要績效，便容易將郵輪觀光理解為一次性的過境人流；但若進一步思考船供、在地採購、雙母港經營、岸上產品設計、港市治理與品牌外溢，便可看見郵輪作為『移動產業平臺』的本質。本研究主張：臺灣郵輪（觀光）發展的關鍵，不應停留在「靠港經濟」的思維，而應轉向能夠串聯地方產業的「產業鏈經濟」。

本研究所稱『靠港經濟』，係指「以靠泊艘次、旅客人次、港口收入與短時消費為主的線性思維」；相對地，『產業鏈經濟』則強調郵輪能否將需求向地方延伸，形成從港口接待、岸上體驗、在地供應到再訪投資的價值循環。為使這一轉型更具政策操作性，本研究提出「Cruise+ 視角」，將郵輪視為『郵輪 × 地方 × 科技 × 永續 × 產業鏈』的整合命題，並以此說明臺灣下一階段的發展策略。

二、 分析視角與文獻基礎：由價值鏈到目的地治理

本研究主要結合三組理論作為分析支點。其一是 Porter（1985）的價值鏈觀點，若將郵輪視為單一旅遊產品，目的地常只接觸到價值鏈尾端的『下船消費』；但若從價值鏈出發，便會看到行前品牌與路線配置、靠泊與通關、岸上活動與回流消費之間彼此相連。對臺灣而言，真正的政策問題並非『是否有船來』，而是『船來之後，價值是否留在地方』。

其二是 Pine 與 Gilmore（1999）的體驗經濟理論。郵輪旅遊的核心競爭力並不只是航程本身，而是船上與岸上體驗的整體設計。當旅客靠泊臺灣港口時，地方文化能否被轉譯為「有感、易購、可分享」的旅遊內容，將直接影響消費深度與品牌記憶。換言之，地方產業若只能提供通用型觀光商品，郵輪旅客很快就會回到船上；反之，若能將飲食、工藝、農漁、節慶與場域故事整合為完整體驗，港口就不只是『下客點』，而是『目的地入口』。

其三是目的地治理（destination governance）觀點。Beritelli、Bieger 與 Laesser（2007）指出，觀光地競爭力來自於多元利害關係人的協調能力，而非單一組織的資源多寡。郵輪觀光尤其如此：臺灣港務股份有限公司處理靠泊與設施，交通部航港局涉及法規、制度與管理，交通部觀光署掌握品牌與推廣，內政部移民署與 CIQS 機關影響通關效率，縣市政府與業者則決定岸上體驗品質。若各自為政，郵輪只會形成零散效益；若能共構治理平臺，才有可能由點狀接待進入鏈狀經濟。本研究即採政策分析與案例比較方法，在上述理論脈絡下建構 Cruise+ 發展模型。

核心價值觀轉換分析：轉型的本質在於將郵輪視為「移動產業平臺」。臺灣必須採取 「Cruise+」整合視角，從五大維度重構價值鏈：

1. 郵輪 × 地方： 將地方文化、漁港與歷史街區轉譯為具深度的沉浸式體驗。
2. 郵輪 × 科技： 以 AI 驅動全旅程自動化與個人化服務。
3. 郵輪 × 永續： 藉由岸電佈建與綠色轉型，建構目的地承載韌性。
4. 郵輪 × 產業鏈： 建立在地採購、文創、甚至是高產值的 維修與物流服務 媒合平臺。
5. 郵輪 × 數據： 導入「證據治理（Evidence-based Governance）」，以數據精準掌握市場脈動。

三、 全球趨勢與亞洲典範：郵輪競爭已從港口接待轉向制度與供應鏈

從全球趨勢看，郵輪產業正出現 3 項值得臺灣高度關注的轉向。第一，客源年輕化與新客群增加。CLIA（2025b）指出，過去 2 年有 31% 的郵輪旅客是首次搭乘郵輪，且 82% 的旅客有再次搭乘意願，顯示郵輪市場仍處擴張期而非成熟停滯期。第二，郵輪與目的地的經濟連結更被重視。CLIA（2025b）同時指出，69% 的旅客會在登船前後住宿至少一晚，而六成旅客會重遊第一次透過郵輪接觸的目的地。第三，永續要求已不再是附屬議題，而是航商佈局與港口競爭的重要條件。依 CLIA 資料，至 2024 年底已有超過六成 CLIA 船隊具備連接岸電能力，至 2028 年將提升至 72%；到 2028 年，約五成新造郵輪運能將配置可使用 LNG 或甲醇並能轉用低至零排替代燃料的引擎（CLIA, 2025b, 2025c）。

亞洲經驗顯示，郵輪產業的成敗，往往取決於是否能從港口延伸至制度與供應鏈。韓國的《郵輪產業發展及支援法》明定中央與地方政府每五年須編製整體發展計畫，其重點不只在吸引航商，更在於競爭力強化、投資擴大與人力培育（Korea Legislation Research Institute, 2015）。制度先行，意味著韓國將郵輪視為需要長期資源配置的政策產業，而非短期招商活動。

中國上海則更明確地把郵輪當成產業鏈來經營。上海市政府《推動國際郵輪經濟高品質發展行動方案（2023–2025）》提出要形成『樞紐港、總部港、製造港』的上海模式，並以郵輪總部、製造配套、國產品牌、機場轉運、免簽與港口通關便利化等措施，擴大郵輪對城市經濟的帶動面（Shanghai Municipal People’s Government, 2024）。這種做法顯示，郵輪經濟不只是旅遊經濟，而是與高端製造、物流與消費中心相互嵌合。

日本的經驗則凸顯港市整合與一站式協作。日本國土交通省設有 Cruise Contact Desk 與全國性港口推廣機制，針對航商、港務機關與地方政府提供單一窗口協調，降低資訊分散與跨機關溝通成本（MLIT, n.d.-a, n.d.-b）。換言之，日本並未僅依賴單一港口招商，而是以國家平臺整合各港資訊、CIQ 與目的地旅遊資源，強化全國港口的承接與分流能力。

四、 臺灣郵輪發展現況：復甦加速，但產業鏈連結仍待深化

近兩年臺灣郵輪市場已從『恢復到疫情前』進一步走向『超越疫情前』。依臺灣港務股份有限公司資料，2023 年臺灣港群國際郵輪約 327 艘次、旅客 54.7 萬人次；2024 年增至 414 艘次、約 90 萬人

表 1　亞洲郵輪發展模式比較

案例	發展模式	主要作法	對臺灣之啟示
韓國	制度型	以《郵輪產業發展及支援法》為核心，要求中央與地方定期擬訂五年計畫，強化投資、人才與招商。	法制先行、建立中長期計畫與財源配置機制
上海 中國	產業鏈型	以『樞紐港、總部港、製造港』打造郵輪經濟中心，連結製造、總部、機場轉運、免簽與供應鏈配套。	由港口經濟延伸至高端製造、總部經濟與船供體系
日本	港市整合型	以 Cruise Contact Desk 及港口推廣平臺，整合航商、CIQ、港務機關與地方觀光資訊。	建立單一窗口與全國性協作機制，降低跨機關交易成本
臺灣	雙核心轉型型	基隆與高雄形成南北雙核心，正由艘次復甦邁向雙母港、港市品牌與在地供應鏈布局。	把『接船』升級為『接產業』，建立 Cruise+ 治理框架

資料來源：作者依 Korea Legislation Research Institute（2015）、Shanghai Municipal People's Government（2024）與 MLIT（n.d.-a, n.d.-b）整理。

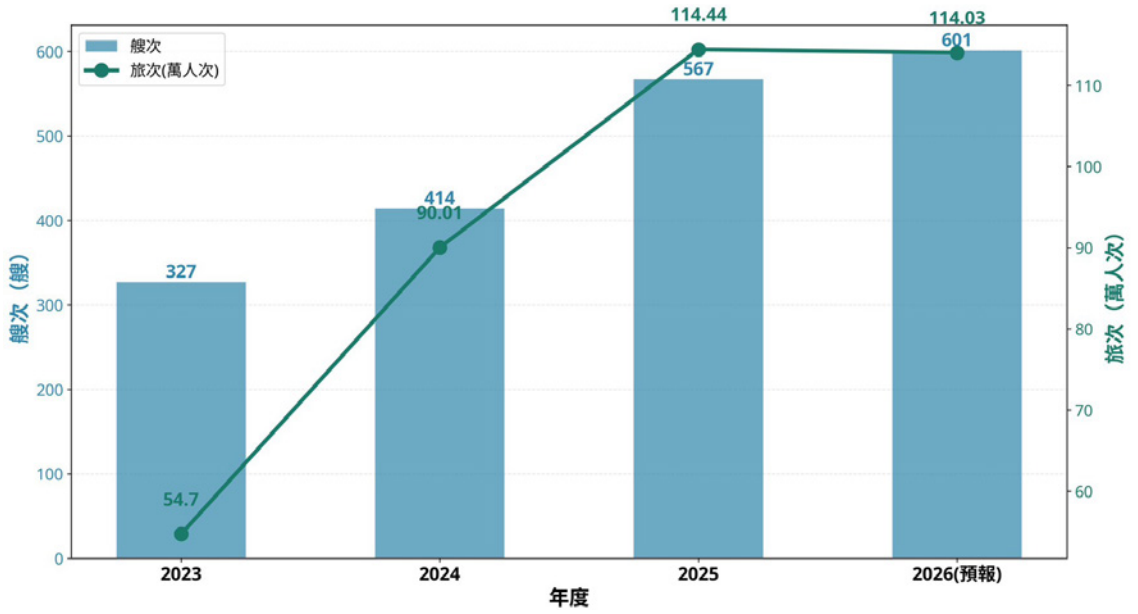


圖 1　臺灣郵輪市場復甦與成長趨勢（2023–2025E）

註：2025E 為年度估計值。資料來源：臺灣港務股份有限公司（2024，2025a，2025b，2025c）；內政部移民署（2025）。

次，回復至疫前高峰約八成五（臺灣港務股份有限公司 , 2025a）。而依港務公司年初估計與後續各港公告，2025 年全臺郵輪旅量達約 114 萬人次，正式跨越疫前水準。尤其基隆港於 2024 年即有 331 艘次、78.7 萬人次，外籍旅客 26.6 萬人次更創新高（臺灣港務股份有限公司 , 2025b）；至 2025 年 12 月 19 日，僅基隆港國際郵輪旅客已突破 95.2 萬人次，全年近 98 萬人次，約占全臺郵輪旅客總量 86%，顯示其北部母港地位已進一步鞏固（內政部移民署 , 2025）。

另一方面，高雄港也不再只是補充性的南部靠泊點，而逐漸形成第二成長極。高雄港於 2025 年預報 107 艘次國際郵輪，較 2024 年的 59 艘次接近倍增，其中下半年含 34 艘次母港航線與 37 艘次掛靠港航線，帶來逾 10 萬人次旅客（臺灣港務股份有限公司 , 2025c）。高雄港旅運中心完工後，不僅改善大型郵輪靠泊條件，也強化了南向航線操作與雙母港布局的可能性。對地方產業而言，這意味著高雄有條件把郵輪與南臺灣休閒、會展、餐飲與城市品牌連動起來。

不過，若從『產業鏈經濟』的角度衡量，臺灣仍有四項結構性課題。第一，北強南弱、港間差距仍大。花蓮雖於 2025 年持續推出免收碇泊費、旅客服務費及清潔維護費等優惠，年度預報 23 航次、約 59,700 人次（臺灣港務股份有限公司 , 2024），但其營運仍高度受交通安全、區域觀光恢復與市場信心影響。第二，多數地方仍以『接船』而非『接產業』思考，岸上行程往往是既有景點的重新包裝，尚未充分連結在地採購、船供、文創與農漁品牌。第三，跨機關協調雖已顯著改善，例如基隆港東西岸旅運中心通關量能已由每小時 1,200 人提升至 2,100 人（交通部 , 2025），但資料共享、消費分析與績效追蹤仍未制度化。第四，淨零轉型、岸電投資與居民承載管理，正在從『可做可不做』變成『不做將失去競爭力』的硬性條件。

五、 Cruise+ 發展模型：從靠泊服務走向地方價值共創

本研究提出的 Cruise+，並非單純的品牌口號，而是一種政策整合框架。其核心命題是：郵輪若要真正成為地方發展引擎，就必須由『船舶靠泊—旅客上下船』的港口作業邏輯，轉化為『市場引流—港口接待—體驗轉譯—供應鏈整合—地方價值』的價值轉換邏輯。圖 2 所示的 Cruise+ 模型，將郵輪觀光力拆解為五個互相連動的環節，並由上方的數位科技支撐與下方的永續治理底盤共同支撐。

首先，在市場引流面，母港、掛靠港與雙母港的角色不同，所需策略亦不同。掛靠港重在旅客上岸轉化，母港重在登離船前後的住宿、購物與物流補給，雙母港則結合區域航線與跨國合作。基隆—那霸雙母港與高雄 - 菲律賓 - 香港三母港營運與南向新航線的發展，顯示臺灣已不再只是被動等待國際航商安排，而是可以透過港口設施、航線招商與旅客通關效率主動塑造市場。

其次，在港口接待面，港務公司未來的角色應由『碼頭管理者』進一步升級為『旅客流與資料流的平臺管理者』。港口設施升級固然重要，但更重要的是港口能否與移民、海關、檢疫、交通接駁及城市資訊系統整合，形成順暢的抵離體驗。當旅客一上岸就能迅速分流、獲得清楚導覽與支付便利，港口才真正成為促進城市消費的入口，而非觀光瓶頸。

第三，在體驗轉譯面，地方產業必須從『景點供應者』轉型為『體驗內容提供者』。同樣是到花蓮、基隆或高雄，若行程只是把旅客帶到熱門景點拍照，則容易形成快速消耗；若能把市場、漁港、歷史街區、地方飲食與工藝場域轉譯成可參與、可消費、可分享的內容，則郵輪旅客的停留價值會明顯提高。這也是體驗經濟理論對臺灣最大的啟示：目的地競爭力，最終來自於內容能力，而不只是交通可及性。

第四，在供應鏈整合面，臺灣最需要補上的不是單次活動，而是常態性的『上船機制』。所謂上船，不只是把農產伴手禮賣給旅客，而是建立船供、採購、認證、物流與品牌合作的制度。若港務公司、航商與地方產業公協會能建立標準化媒合平臺，讓在地食品、備品、紀念品與文化內容得以上船，郵輪帶動的就不只是岸上消費，而是港口周邊乃至區域供應鏈的長尾收益。

最後，在地方價值面，政策 KPI 不應只看艘次、人次，而應逐步納入停留時間、在地採購率、客單價、就業人數、回訪率與居民支持度。只有當郵輪效益被量化為地方可感的經濟與社會利益時，郵輪觀光才不會被視為短暫人流，而能成為城市與地方共同支持的發展選項。

資料來源：作者繪製。

圖 2　Cruise+ 產業鏈價值轉換模型

六、 政策矩陣與行動路徑：將郵輪 KPI 由量轉質

依據前述分析，臺灣郵輪政策下一步不是再增加更多單點優惠，而是建立一套由中央到地方都能操作的政策矩陣。圖 3 所示，可將政策分為五個面向：港口與通關、遊程與品牌、在地供應鏈、制度與治理、人才與資料。這五個面向彼此相連，若只改善其中一環，效果往往有限；唯有形成組合政策，才能把靠港流量轉成地方價值。

在港口與通關面，短期內最具立即效益者包括岸電佈建、旅運中心優化、e-Gate 與智慧通關，以及港市接駁整合。這些措施的核心不只是『更快』，而是讓大型船舶與雙母港運作具備穩定條件。基隆港規劃東岸郵輪岸電設施並持續擴充自動通關設備，高雄港則透過旅運中心與航線招商擴大南部承接能力，均屬此一範疇。

在遊程與品牌面，建議以『Cruise Taiwan+』作為全國一致的品牌語言，但在執行上保留地方差異。北部可強化都會短停留、高密度文化消費與雙母港住宿延伸；中南部則可凸顯慢旅、港灣景觀、海洋休閒與南向航線特色；東部與離島則適合高端小型船、探索型郵輪，推出深度體驗與生態旅遊。品牌的一致，不代表產品的單一，而是要讓外界一看到臺灣郵輪，就能聯想到高效率港口、友善通關與鮮明地方內容。

於在地供應鏈面，建議港務公司可扮演『供需平臺建置者』。目前最常被忽略的是船供媒合，然而這正是產業鏈經濟最具差異化的環節。臺灣若能從農漁產品、飲品甜點、備品設計、文創禮贈、表演內容、乃至維修與物流服務建立分級供應清單，並搭配品質認證與價格機制，便能把原本一次性消費轉化為重複性採購。

在制度與治理面，建議交通部可將郵輪觀光納入常態性跨部會平臺，由航港局、觀光署、港務公司、移民署及縣市政府共同參與，至少每年滾動檢討港口量能、消費爭議、客源變化、航線招商與地方 KPI。尤其在消費者保護與定型化契約上，制度穩定性將直接影響市場信任與航商佈局。此外，若能建立共享資料平臺，將旅客來源、通關時間、停

政策面向	核心工具	主責／協力機關	短期KPI	中長期效益
港口與通關	岸電、旅運中心優化、e-Gate與智慧通關、港市接駁動線整合	港務公司、航港局、移民署、地方政府	通關時間↓ 旅客滿意度↑	提升大型船靠泊與雙母港吸引力
遊程與品牌	Cruise Taiwan+品牌、主題化岸上遊程、港市聯名行銷	觀光署、港務公司、地方政府、旅行業	客單價↑ 停留時間↑	由過境觀光轉向目的地經濟
在地供應鏈	船供媒合、農漁文創上船、地方採購與認證機制	港務公司、經濟部、農業部、地方產業團體	在地採購率↑ 供應商數↑	形成船供—物流—品牌的長尾效益
制度與治理	跨部會平台、定型化契約、資料共享、KPI滾動檢討	交通部、航港局、觀光署、港務公司	爭議案件處理效率↑ 決策一致性↑	建立郵輪政策的一致性與可預期性

資料來源：作者繪製。

圖 3　臺灣郵輪觀光力政策矩陣

留區位、消費型態與再訪資料納入統整，政策就能從經驗判斷走向證據治理。

在人才與資料面，政策焦點應由一般導覽訓練升級為『港市接待力』與『郵輪產業鏈能力』。前者包含雙語導覽、港區接待、旅客分流與高峰服務；後者則涵蓋船供標準、採購規格、目的地設計與數據分析。若由大專校院、港務公司與業界共同開發模組化課程，將有助於形塑長期專業人力。簡言之，郵輪政策若仍只看船有沒有來，便只能得到短期繁榮；若能把 KPI 擴展至採購率、停留時間、就業與再訪率，才算真正進入產業鏈治理。

七、結論：讓郵輪成為地方產業鏈的放大器

郵輪產業在 2023 年已為全球創造了 1,680 億美元的經濟影響，支撐了 160 萬個工作機會。這些數字背後的意義，是宜蘭農民的鮮果、高雄設計師的文創、以及港口服務人員的生計。2025 年，臺灣郵輪旅量達到 114 萬人次，這是一個轉型的臨界點。我們不能再滿足於讓旅客在港口進行一場「快閃式」的消費。留下一個思考題：當下一艘巨型郵輪靠泊時，我們留給旅客的是一個模糊的回憶，還是一個讓他決定「明年一定要再來臺灣」的深度連結？

郵輪觀光的下一階段競爭，已不只是碼頭深度、旅運中心外觀或單次招商活動，而是誰能把郵輪轉化為地方產業鏈的放大器。對臺灣而言，這一轉型有三項關鍵：第一，從『看艘次與人次』轉向『看停留、採購、品牌與再訪』；第二，從『港口單點思維』轉向『港口—城市—產業—目的地』的連動思維；第三，從『接待作業』轉向『治理能力』。基隆的雙母港與高雄的新航線已證明，臺灣具有成為亞洲重要郵輪節點的潛力；但若要讓這種節點優勢轉化為長期競爭力，仍須靠制度、供應鏈與地方內容共同支撐。

Cruise+ 的意義，在於提醒我們：郵輪不是孤立的船舶活動，而是一個可將港口、城市、地方品牌、數位科技與永續治理連成一體的政策場域。唯有把郵輪視為一種移動經濟平臺，而非僅僅是海上運具，臺灣才可能真正走出『靠港經濟』，邁向『產業鏈經濟』，並在全球郵輪新秩序中建立具有辨識度的發展位置。

參考文獻

Beritelli, P., Bieger, T., & Laesser, C. (2007). Destination governance: Using corporate governance theories for strategic analysis of tourist destinations. Journal of Travel Research, 46(1), 96–107.

Cruise Lines International Association. (2025a, May 19). State of the Cruise Industry Report 2025. https://cruising.org/resources/state-cruise-industry-report-2025

Cruise Lines International Association. (2025b, May 22). New 2025 state of the cruise industry report shows cruising is a vibrant tourism sector growing steadily to meet rising consumer demand and delivering significant global economic impact. https://cruising.org/news/new-2025-state-cruise-industry-report-shows-cruising-vibrant-tourism-sector-growing-steadily

Cruise Lines International Association. (2025c, September 10). CLIA releases annual environmental technologies and practices report. https://cruising.org/news/cruise-lines-international-association-clia-releases-annual-environmental-technologies

Korea Legislation Research Institute. (2015). Cruise Industry Development and Support Act. https://elaw.klri.re.kr/eng_mobile/viewer.do?hseq=40216&key=42&type=part

Liu, Hsi-Lin, (2025), Cruise Tourism Competitiveness and Local Industry Linkages: Opportunities and Strategies for Taiwan, Cruise Industry Review, accepted (2025.12)

Liu, Hsi-Lin, Wen Hui-Jung, Chou, Ling-Chen, (2025), Stakeholder Relations and Sustainable Collaboration in Island-Hopping Cruises: A Multi-Stakeholder Perspective on Destination Governance Cruise Industry Review, accepted (2025.12)

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. (n.d.-a). Cruise contact desk. https://www.mlit.go.jp/en/kowan/kowan_fr4_000000.html

Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. (n.d.-b). Cruise promotion policy. https://www.mlit.go.jp/en/kowan/kowan_fr4_000018.html

Pine, B. J., & Gilmore, J. H. (1999). The experience economy: Work is theatre and every business a stage. Harvard Business School Press.

Porter, M. E. (1985). Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance. Free Press.

Shanghai Municipal People's Government. (2024, January 16). Action plan for promoting high-quality development of the international cruise economy (2023–2025). https://english.shanghai.gov.cn/en-Bulletin/20240116/cb4265f1f508420a9aa9387be82f8f47.html

內政部移民署。（2025 年 12 月 19 日）。移民署精進通關效率 助攻基隆港郵輪旅客再創歷史新高。https://www.immigration.gov.tw/5382/5385/7229/7238/404226

交通部。（2025 年 7 月 7 日）。立法院交通委員會考察北部地區交通建設 交長陳世凱指示積極推動各項重要交通建設。https://www.motc.gov.tw/n/2507070008

劉喜臨（2025）。《郵輪觀光力：打造智能與永續的海上臺灣 Cruise ＋》。臺灣：國立高雄餐旅大學。

劉喜臨（2024）。《臺灣郵輪觀光年鑑 2024》。臺灣：國立高雄餐旅大學。

臺灣港務股份有限公司。（2024 年 10 月 22 日）。為提振花蓮地方觀光，花蓮港 114 年持續提供郵輪優惠方 案。https://cruise.twport.com.tw/NewsContent.aspx?a=2618&do=&e_date=&fromCnt=0&hId=0&l=1&listid=2618&nid=12&p=1&q=&s_date=

臺灣港務股份有限公司。（2025 年 1 月 9 日）。挺過內外環境挑戰，臺灣港群營收與貨量雙締佳績。https://cruise.twport.com.tw/NewsContent.aspx?a=2618&do=&e_date=&fromCnt=0&hId=0&l=1&listid=2618&nid=25&p=1&q=&s_date=

臺灣港務股份有限公司。（2025 年 1 月 17 日）。助攻觀光 2024 年基隆港進出外籍旅客人次創歷史新高。https://cruise.twport.com.tw/News-Content.aspx?a=2618&fromCnt=0&hid=0&l=1&listid=2618&nid=26&p=1

臺灣港務股份有限公司。（2025 年 7 月 18 日）。高雄港國際郵輪 114 年度艘次成長倍增 喜迎郵輪經濟榮 景。https://cruise.twport.com.tw/NewsContent.aspx?a=2618&do=&e_date=&fromCnt=0&hid=0&l=1&listid=2618&nid=57&p=3&q=&s_date=

海運數位化的轉型領航員

航港局「航港單一窗口服務平臺」(MTNet) 示意畫面。

動盪與快速變化的國際環境下，建立高效、永續且具韌性的海事營運已成為全球貿易的關鍵，而數位化與資訊通信技術正是推動此一變革的核心驅動力。

依聯合國貿易暨發展會議 (UNCTAD) 《2025 年世界海運回顧》所揭露之數據顯示，數位化工具與貿易便利化表現具有顯著的正相關，全面實施港口社群系統 (PCS) 或海事單一窗口 (MSW) 的國家，其物流績效指數 (LPI) 與海運運輸連結性指數 (LSCI) 得分皆明顯優於未實施國家。以 PCS 為例，印度在導入 PCS 後，船舶周轉時間大幅縮減近 50%；而吉布地的 PCS，則使每批貨物清關時間縮短 4 至 5 小時，證明數位化在消除冗長文書作業、縮短通關時間及提升整體物流效率上的卓越貢獻。

聯合國 ASYHUB Maritime：海關與港口的數據整合平臺

ASYHUB Maritime 系統由 UNCTAD 開發與維護，該系統係 UNCTAD 推動的「海關數據自動化系統」(ASYCUDA) 的一部分。ASYCUDA 為聯合國自 1980 年代起推動的全球最大、最具影響力的海關數位化計畫，目前已被全球超過 100 個國家的海關當局採用。

隨著國際貿易與運輸技術的進步，供應鏈對「即時性」與「準確性」的要求越來越高。然各國

航商、碼頭與海關的資訊系統長期以來互不相通，也成為海運現代化發展的瓶頸之一，為解決此痛點，ASYHUB Maritime 應運而生。

• 全球海運數據的「超級翻譯機」

ASYHUB Maritime 是一個開放性、標準化的系統，用於處理並整合海關與其他系統之間的資料，這意味著其扮演著一個「翻譯機」的關鍵角色；該系統運作核心機制包含：

- 建立資料標準格式：該系統建立一致的資料標準格式，確保各國海關數據資料均可互通。
- 系統自動化介接：運用 API 或安全傳輸協定取代傳統人工鍵入，將海運貨物艙單作業全面數位化，大幅提升數據處理的精準度與即時性。
- 合作與協調：ASYHUB 透過單位間資料交換與協調處理，有效提升風險管理，並減少行政上的延誤。

• 數位賦能下的貿易便捷化願景

UNCTAD 推動 ASYHUB Maritime，旨在達成海運貿易便捷化與跨境監管目標：

- 落實預報貨物資訊：為防範走私與恐怖主義，海關通常要求在船舶抵達港口前提交貨物資訊。該系統讓船公司能提早以電子方式提交貨物艙單，令海關有充足的時間進行風險評估。
- 加速通關速度：倘海關能於船舶到港前完成風險分析與預先清關，則當船舶到港，低風險貨物即能立刻放行，降低在碼頭堆場等待的時間與倉儲成本。
- 響應無紙化與綠色航運：在承載全球約 80% 貿易量的海運體系中，一艘大型貨櫃船往往有數以千計的紙本單據。該系統的建置，響應全球減碳與無紙化貿易。
- 提升數據品質與準確性：過去由報關行或船代以人工將紙本提單輸入海關系統，極易發生錯誤情形。透過 ASYHUB 的自動化傳輸，可確保數據的精準度與一致性。
- 打擊海關貪腐與人為干預：透過系統自動化介接數據，並進一步進行風險預測及篩選，可減少海關人員與業者面對面接觸的機會，從而提升關務透明度與廉潔度。

• 打造全新海運數位生態體系

ASYHUB Maritime 積極響應 IMO 之 FAL 公約對於電子化數據交換與單一窗口的要求，有效整合利害關係人，不僅減少重工，更實現跨部門的全方位數位協作。

ASYHUB Maritime 透過提供標準化的數據交換平臺，優化了從海關監管、航商申報至港埠營運的整體路徑，並形成一個龐大的海運數位生態系，不僅降低了行政負擔，更透過數位化手段優化了資源配置，澈底翻轉傳統物流的作業模式，並為現代化貿易環境提供了高效且永續的關鍵技術架構。

全球數位願景的在地實踐

聯合國刻透過數位整合方式，重塑全球貿易便利性，而我國「航港單一窗口服務平臺」(MTNet)，正是此一理念的在地實踐。MTNet 於 2006 年上線以來，整合了航政監理、船舶進出港及海運技術人員管理等作業功能，並橫向串接十餘個外部單位的關鍵數據，進而達到優化通關效能、降低滯港成本、推動無紙化等顯著效益。

此外，為進一步提升我國港口作業效率與競爭力，航港局與臺灣港務股份有限公司刻共同推動「港口社群系統」(PCS)，規劃整合航港相關資訊系統，打造即時的海運資訊交換平臺，以達資訊透明化及文件標準化等目標。

從 MTNet 的跨單位數據串接，到 PCS 的資料整合，航港局正以在地行動，展現國際接軌的實力！展望未來，航港局將持續深化智慧轉型，對接全球數位潮流，奠定永續與高效的航運新時代。

當港口遇見 AI

一場讓航運更安全、更智慧的轉型之路

我們提到港口，腦海中浮現的畫面，往往是堆疊如山的貨櫃、轟鳴運作的起重機，以及碼頭邊忙碌穿梭的作業人員。港口長期被視為高風險、高勞動力、作業環境不佳的「3K」產業，許多工作仰賴現場經驗與長時間人力作業，維持港口日以繼夜的運作。然而，今天的港口正悄悄改變。

數位科技快速發展，港務公司以「智慧 × 永續」為核心理念推動港口轉型升級，導入人工智慧（AI）、大數據與智慧化技術，應用於船舶進出港作業、碼頭裝卸安全、港區交通管理與能源調度等作業，透過數據分析與數位化管理，港口逐步由高度依賴人力的作業模式，邁向智慧化與自動化的現代管理型態，提升整體營運安全性與可靠性。

從「看不見」到「有感」：智慧港口走進你我的日常

臺灣高度依賴海運，超過 99% 的進出口貨物由港口進出，每年約有 4 萬 5 千艘次船舶往來臺灣港群，航線連結全球 177 個港口。港口不僅是物流樞紐，更是支撐民生與社會運作的重要基礎。從餐桌上的食品、家中的電器，到醫療物資與能源供應，

與港口運作息息相關；當港口運作更加安全順暢，民生物資供應也更加穩定。

為讓這些改變真正「有感」，導入科技提升港口營運安全與效率。透過建置船舶操航智慧警示輔助系統，即時提醒船舶偏航、超速或碰撞風險，協助安全進出港，運用 AI 辨識監測堤口不明船舶動態，強化港口水域安全，同時透過戰情中心整合 CCTV、環境資訊與營運動態，運用 AI 分析協助人員即時決策應變，提升營運效率。

因應氣候變遷及減碳趨勢，建置商港海氣象資訊系統，提供未來 36 小時海氣象預警資訊，為港口作業與船舶航行提前準備，並導入智慧能源管理系統與微電網調度技術，提升能效，預估節省約 7% 至 10% 的能源消耗，邁向綠色永續港口發展。

從創新試驗到全面升級：打造智慧航港產業生態圈

港口智慧化不僅在於導入新科技，更在於讓科技實際改變港口運作模式。港務公司打造港口為創新科技試驗場域，推動 AI、物聯網與大數據技術，由測試驗證走向實務應用，並透過示範案例與獎勵機制，帶動航港業者共同投入數位轉型。以自動辨識技術為例，車輛通行時間由原本約 10 分鐘縮短至 5 秒，大幅提升港區作業效率，減少車輛等待造成的能源消耗與碳排放，推動航港產業朝智慧化與高效率發展。

AI 賦能員工：共創「人機協作」的智慧未來

在智慧港口轉型過程中，科技固然重要，但「人」始終是推動改變的核心力量。港務公司秉持「全員 AI、場域落地」理念，透過教育訓練與跨部門合作，讓 AI 逐步融入港區作業與行政流程，使同仁能實際應用，並將累積的實務經驗轉化為組織的數位資產，形成人機協作的智慧工作模式，為港口轉型奠定穩健基礎。

展望未來，AI 技術持續發展，港口不再只是貨物進出的運輸節點，而是結合智慧科技、物流服務與產業創新的重要平臺。透過人與科技的協作，智慧港口不僅提升營運效率與安全，也為臺灣航港產業注入新的發展動能，強化全球海運與物流體系的競爭力。

昔：人工搬運

今：全自動化

IMO 決議案最新動態

國際海事組織（International Maritime Organization, IMO）大會（Assembly）第 34 次會議於 2025 年 11 月 24 日至 12 月 3 日於英國倫敦舉行，本次決議案包含 A.1204（34）、A.1206（34）、A.1207（34）及 A.1208（34）決議案。基於篇幅考量，本文重點摘要 A.1206（34）決議案 2025 年港口國管制程序及 A.1207（34）決議案 2025 年統一檢驗與發證系統之檢驗準則。

一．A.1206（34）決議案：2025 年港口國管制程序：

（一）背景：本文件旨在為港口國管制檢查提供基本指導，以支持相關公約和 IMO 準法律文件履行章程（III Code）（A.1070（28）決議案）規定，並確保檢查、缺失判斷及管制程序的一致性。

（二）修正重點如下：

1. 新增附件 20「港口國管制檢查員（Port State Control Officer, PSCO）保全措施準則」：

(1) 提供 PSCO 執行保全檢查之基本指導，主要適用於 PSCO。

(2) 考量主管機關可能會讓 PSCO 兼任正式授權檢查員（Duly authorized officer, DAO），故敘明 PSCO 職責範圍，以及需通報正式授權檢查員（DAO）之事項。

補充：正式授權檢查員（DAO），係指經締約國政府正式授權，負責依海上人命安全國際公約（SOLAS）第 XI-2 章規則 9 執行管制及合規措施的檢查員。

(3) PSCO 執行登輪檢查時，應確認下列事項：

i. 確認船舶保全等級不低於港口國要求的等級。

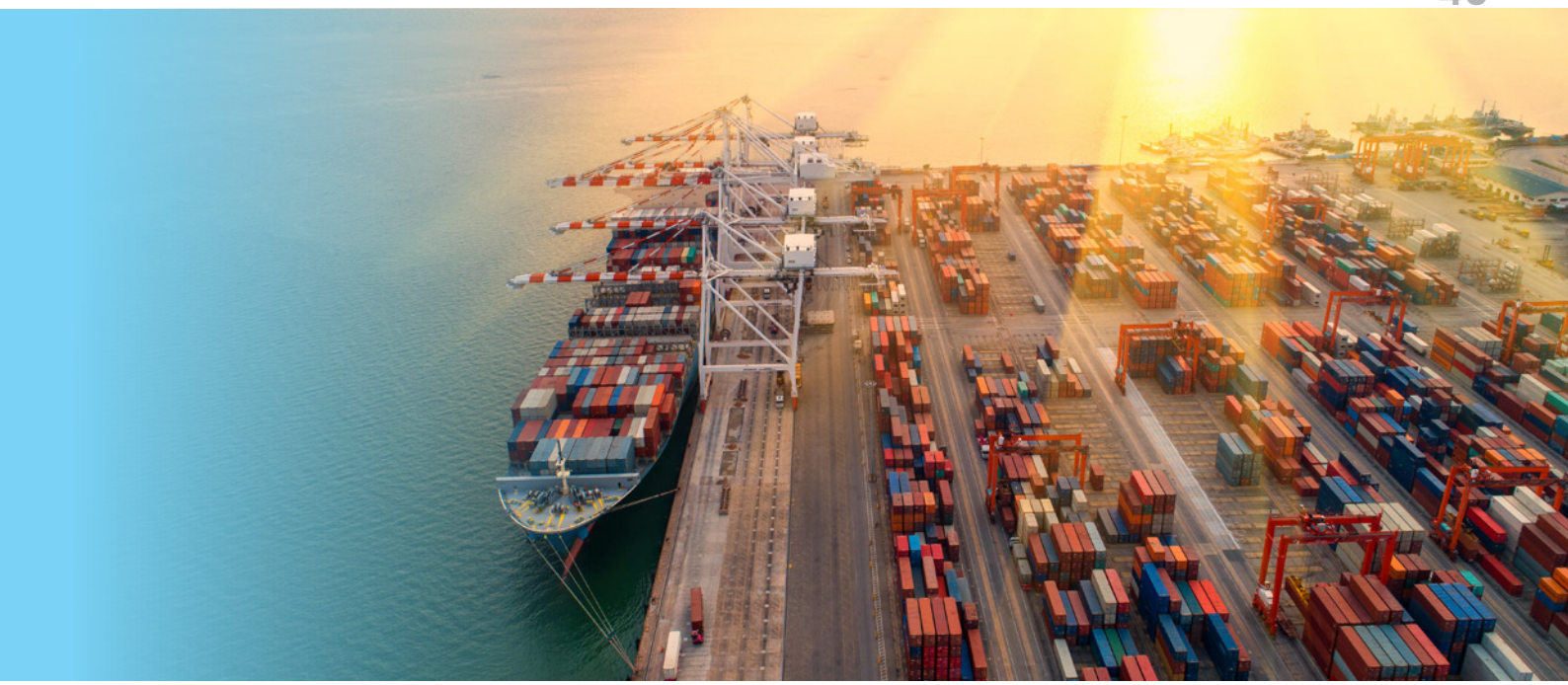
ii. 檢查國際船舶保全證書（International ship security certificate, ISSC）或臨時證書的有效性。

iii. 確認船舶保全員（Ship Security Officer, SSO）身份，並查驗其證書。

iv. 確認定期進行保全演練（Drills）與船岸聯合演習（Exercises）的證據。

v. 依本準則第 5.5.1~5.5.12 節所列船舶保全具體檢查重點查核，範圍包含：船舶限制區域之進出、船舶保全之監視、船舶物料交付、貨物裝卸、非隨身行李之裝卸。

vi. 若發現不合規的明確證據時，應通報 DAO 進行後續裁定；由 DAO 審酌船舶安全等級及實際檢查情資，決定進一步的管制措施。



2. 更新附件 21（原附件 20）「港口國管制程序相關之文書清單」：

(1) 納入有關港口國管制程序之新規定，例如：「在具挑戰性之水質作業之船舶壓艙水及沉積物管理國際公約（BWM）適用臨時指南」（MEPC.387（81）決議案）、「2024 年船舶能源效率管理計畫（SEEMP）之制定準則」（MEPC.395（82）決議案）、以及「自願提早實施 MSC.551（108）決議案採納之國際船舶使用氣體或其他低閃點燃料安全章程（IGF Code）第 4.2.2 和 8.4.1 至 8.4.3 段修正案」（MSC.1/Circ.1677）。

（三）本決議案取代 2023 年之 A.1185（33）決議案。

二．A.1207（34）決議案：2025 年統一檢驗與發證系統（HSSC）之檢驗準則：

（一）背景：本準則提供各強制性國際公約統一之檢驗範疇，以確保各國檢驗標準之一致性。儘管本準則屬於建議性文件，但部分國家或地區（如歐盟）已將其轉化為強制性規定。

（二）修正重點如下：

1. 新增「國際載運工業人員船舶安全章程（IP Code）」檢驗準則，提供初次檢驗、年度檢驗、中期檢驗、定期檢驗、換證檢驗之查核項目。

2. 因應 2025 年 12 月 31 日以前生效之強制性文書及其修正案，如國際船舶使用氣體或其他低閃點燃料安全章程（IGF Code）、海上人命安全國際公約（SOLAS）等，更新相關查核內容。

（三）本決議案取代 2023 年之 A.1186（33）決議案。

（四）補充：有關本案內容，中華民國已訂定「實施統一檢驗與發證系統（HSSC）之通告」，自 2026 年 1 月 13 日生效。

有關 IMO 決議案及通告之詳細說明，可參考 IMO 官方網站（https://www.imo.org/），或查詢驗船中心（CR）官方網站之「技術通報」專區（https://www.crclass.org/category/circulars/）。

IMO 官方網站

驗船中心之「技術通報」專區

汽笛鳴響，航港小學堂上課啦！

關於貨運與貨輪的二三事

貨櫃的前世今生大解密！

你知道嗎？現今航運界常見、五彩繽紛的「貨櫃」，其實是近代才發明的一種貨物搬運模式唷！

時間回到上個世紀，60 年代之前，形形色色、大小不一的各式貨物，通常必須先裝進材質和尺寸不一的箱子裡頭，才能運送到全球各地。然而規格多變、形式尚未統一的貨箱無法用機具搬運，也不好堆疊，每一趟貨船往返載運的貨箱動輒數百、數千箱，移動或裝卸都必須倚賴大量人力，也形成大批工人忙碌穿梭於碼頭和倉庫之間的熱鬧場景。

標準規格的貨櫃方便載運與裝卸。

顏色繽紛的貨櫃整齊堆疊在貨櫃場。

當時的美國卡車運輸大亨 Malcolm McLean 為了加速貨物在卡車與船隻間裝卸、運送的過程，同時達到節省成本的目的，於是提出了「貨櫃化」的構想，希望讓卡車拖箱能直接、完整地從陸地移到船上，減少移動時間與成本。

作為企業家，Malcolm McLean 不只是想想而已，而是有計畫地希望將概念化為現實。首先，他收購了一家輪船公司，與工程師和結構發明家 Keith Tantlinger 合作，設計出規格化、結構堅固且具備互操作性的貨櫃。Keith Tantlinger 發明的貨櫃「角件」，得以將許多貨櫃同時固定、堆疊在船隻、火車和卡車上，可以說是貨櫃森林的推手。

當現代貨櫃在 1958 年正式亮相、登船時，一場改變全球航運模式的超級革命也正式引爆！現今標準貨櫃規格遵循 ISO 規範，長度多為 20 呎與 40 呎，外寬則為 8 呎，也就是由 Keith Tantlinger 設計出來的貨櫃結構標準。但是他為了加速貨櫃普及、推動全球貿易、航運標準化，無償轉讓專利權，大量降低航運成本，為運輸產業全球化和現代物流體系成型奠基。

「貨櫃船」、「散裝船」該如何分清楚呢？

顧名思義，貨櫃船是專門運輸貨櫃的船舶，也就是 Keith Tantlinger 和 Malcolm McLean 為了載運規格化貨箱（櫃）而設計出來的新船種！這項改變航運界的新發明，大幅加速了貨物裝卸速度，同時縮短船舶泊港時間，不僅提高物流效率，更強化了整體運輸的安全性，讓航運業向前跨了一大步。

然而，在貨櫃船面市之前，航商要如何運送貨物呢？答案也不難，就是大家常常聽到的散裝船。到了現代，散裝船內的數個貨倉，多用於裝載如黃豆、小麥、玉米、煤、礦砂和水泥等大宗貿易貨物或原物料，由於這些貨物大多不需打包、裝櫃，多以散裝的形式載運，因此而得名。

散裝船依據載重噸位分為 10 萬噸以上的好望角型 / 海岬型、6-8 萬噸的巴拿馬型與約 3-5 萬噸的輕便型，包辦全球 82% 市場的亞洲可說是散裝船製造大本營唷！一般而言，散裝船並無固定船期與航線，大多於客戶提出需求之後，為了將某地生產、開採或製造的貨物運送至指定地點，方決定該趟航程路線與航行時間。

貨櫃船

散裝船（中鋼運通股份有限公司提供）

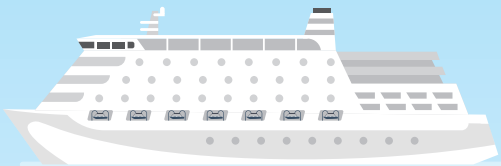
國際海事組織

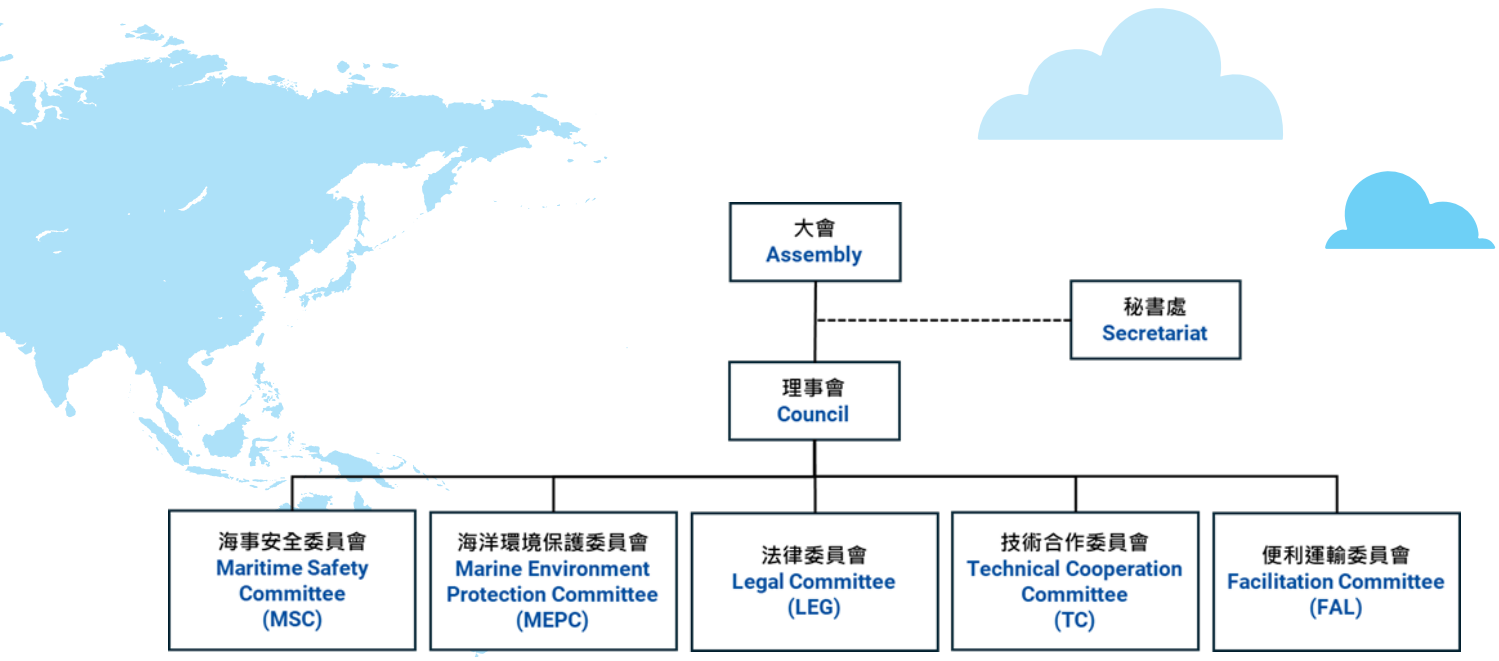
IMO 是什麼？國際海事組織簡介

國際海事組織 (International Maritime Organization, IMO) 是聯合國 (United Nations, UN) 專責海事事務的國際組織，IMO 的核心宗旨為：建構各國政府間之合作機制，以處理國際貿易航運相關之技術法規與實務；並在海上安全、航行效率及防止船舶污染等領域，致力推動最高可行標準之應用。

為建立國際合作機制以強化航安及提升航運效率，聯合國於 1948 年 3 月通過政府間海事諮詢組織公約 (IMCO Convention)，經過十年的推動，締約方逐漸增加，該公約最終於 1958 年 3 月 17 日正式生效，成立政府間海事諮詢組織 (Inter-Governmental Maritime Consultative Organization, IMCO)；隨後，組織於 1959 年 1 月召開首次大會，正式投入運作。

隨著全球航運規模持續擴大及海洋環保意識抬頭，防止船舶污染成為國際社會的高度共識，對海事規範一致性的需求亦日益提升。組織職能由原先以協商諮詢為主，逐步發展為制定國際海事規範的核心機構，因此，於 1982 年 5 月政府間海事諮詢組織 (IMCO) 正式更名為 IMO，以更準確呈現其在全球海事治理體系中的角色與職能。





資料來源：IMO 官方網站 (https://www.imo.org/)。

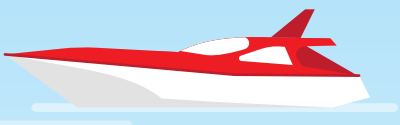
IMO 組織架構

IMO 如何運作？組織架構與決策機制

IMO 的組織架構，包含大會 (Assembly)、理事會 (Council) 與五個主要委員會 (Committees) 及數個次委員會 (Sub-Committees)；大會作為最高決策機構，負責整體政策的決定；理事會則肩負監督組織運作與協調政策方向之責；委員會及次委員會則依其專業，分別處理不同的技術領域與議題。

主要委員會及其職掌如下：

- 海事安全委員會 (Maritime Safety Committee, MSC)：掌理範圍涵蓋船舶構造與設備、避碰規則、危險品處理、海難調查、海上搜救等，以及任何直接影響海上安全之事項。
- 海洋環境保護委員會 (Marine Environment Protection Committee, MEPC)：專司船舶污染防治相關事宜，並確保各項措施得以落實執行。
- 法律委員會 (Legal Committee, LEG)：負責處理 IMO 職權範圍內之任何法律相關事務。
- 技術合作委員會 (Technical Cooperation Committee, TC)：推動 IMO 執行或協辦之技術合作專案，並處理技術合作領域內之各項相關事務。
- 便利運輸委員會 (Facilitation Committee, FAL)：致力於消除國際航運中不必要的行政程序與繁文縟節，並確保在海事保全與促進國際海運貿易便利化之間取得適當平衡。



女力航跡

水能載舟，她們能掌舵撐港

每一艘萬噸巨輪的平安靠泊或離港，背後都有拖船「頂、拉、帶、拖」的精湛共舞。身為高雄港惟五之二的女性拖船船長，總是靠著無線電對外溝通的謝彣姝與陳雅琴，早已為領港們熟悉。兩人最初都是誤打誤撞上船，卻因此燃起對大海的熱情，不約而同地在高雄港的水面上，找到了讓自己發光、發熱的那條航線。

「臺港 16403，大俥微右偏，慢俥頂！」

無線電嘶嘶作響，領港的指令從駕駛臺透過空氣傳送到拖船駕駛艙。

「16403 收到，慢俥頂！」

負責這次拖船作業掌舵的陳雅琴，憑著在港勤公司累積 10 年的駕駛經驗，在收到指令的前幾秒，已經逐漸放緩握在推力操縱桿的力道，準備將一艘萬噸級的貨櫃輪船艉「頂」進船位，精準對接碼頭之後進行帶纜，協助大船靠泊。正當陳雅琴完成靠泊作業，緩緩駛離碼頭，在返回紅毛港碼頭待命途中，迎面而來的謝彣姝也駕著另一艘拖船前往隔壁碼頭，準備協助另一艘要離港的貨櫃輪掉頭、進入航道。

不分晝夜，這是高雄港最日常的一幕，拖船船長率領大副、水手、輪機長、機匠等船員輕滑過港區水面，前往碼頭或外海領港站執行任務，僅憑無線電裡的音頻起伏與對港區環境、水流的感知，便與領港達成了一種近乎完美的合奏共鳴，順利、安全地帶大船進港、離港。在高雄港，這一群與領港共同擔任港口嚮導的拖船船長中，女性比例愈來愈高，人人表現都相當搶眼、優異，在仍舊以男性為主的航港相關產業來說實屬難得，陳雅琴和謝彣姝就是其中兩位。

「商傳」、「商船」？一場美麗的錯誤

在常人眼中，拖船彷彿緊靠著大船的小矮人，但在航港人的世界裡，拖船可說是巨艦的「義肢」，

陳雅琴抵達碼頭與領港對話。

拖船正前往靠泊於碼頭的貨櫃輪旁，準備協助大船離港。

陳雅琴（左）
國立臺灣海洋大學 商船系

大學畢業之後曾在散裝船與海研船上擔任船副，隨後進入港勤公司擔任拖船駕駛，雖然擁有十餘年的經驗累積，仍然持續精進、學習，因為專業才能確保安全至上。

謝彣姝（右）
國立臺灣海洋大學 商船系

大學實習愛上油輪生涯，從水手一路向上至考取大副，之後進入高雄港擔任領港艇永通 18 號船長，並順利考取港勤公司 SRP 型拖船駕駛。十餘年港區船舶駕駛經驗，希望未來能持續在拖船領域貢獻所長。

是確保航道安全的最後一道防線。身形纖細、秀氣的陳雅琴和謝彣姝，坐上駕駛臺、手握船舵與操縱桿時，可是英氣十足。每一次作業都得觀察大船的乾舷變化，感受掌心傳來的回饋力道，那是數十萬噸鋼鐵與海水的擠壓，容不得一公分、一秒鐘的誤差。在那個窄小的作業空間裡，她們是航安守門員，也是這座大港最細膩的舵手。

兩位船長身為國立臺灣海洋大學商船學系畢業前後期的校友，但是談起入行契機，卻不約而同地從操船時專業、熟練的神情，轉成靦腆卻燦爛的笑容。兩人異口同聲地說，當時根本沒有什麼壯志凌雲的航海夢，而是一段至今想起來仍覺得有趣的「美麗誤會」。

「高中畢業以後參加大學指考，填志願時聽到別人反覆說『商船』、『商船』似乎不錯，以為是『商業傳播』，就大膽填了下去，」謝彣姝笑著說，當時腦中浮現的是自己穿著套裝、坐在辦公室的電腦前面，處理商業或國際貿易有關的專業形象，直到踏入校園，發現選課單上都是跟航海領域相關的專業，學長姐們談的也是船上實習的經驗，她才驚覺「商業傳播」和「商業船舶」一音之差就是十萬八千里。

陳雅琴的故事也頗有異曲同工之妙。當初她聽到老師說說「商船學系」很有「錢」途，於是推甄時就毫不猶豫選擇了海洋大學，「雖然說是『商船』，我以為商是商、船是船，就是跟船相關的商業領域科系，入學後才發現原來商船指的是『船』，而非『商』。」

日升日落中隱現的鄉愁

誤打誤撞的兩人就這樣上了「同一條船」，一路從學校到上船實習，即使甲板上刺鼻的油煙味、機械的轟鳴聲和無垠公海上真實且無垠的體力

考驗，她們都曾經有過自我懷疑，「我真的要跑船嗎？」「但是不跑船要做什麼？」在懷疑與猶豫後，她們最終都選擇了留下來。不是因為倔強，而是因為在那片深藍中，她們看見了另一種生命的可能性——一種能掌控龐然大物、在風浪中自在呼吸的成就感。

謝彣姝大四的時候，被分派到九萬噸級的原油船「媒祖二號」上實習，「第一次看到公海的地平線，那個感覺很難形容，當下覺得世界很大，自己很渺小，但是卻同時可以去到任何地方。」那一年深受船長和船員們指導、照顧的愉快經驗，讓她下定決心繼續跟著油輪走天下，從蘇比克灣的島嶼熱情到中東的沙漠風情，一路堅守原油航線，直到考上大副才離開油輪。

遠洋航行的生活是與世隔絕的，地平線永遠那麼遙遠，日子在操船與維修中重疊，「在船上的生活有固定的節奏，只要按照海圖畫出來的既定航線走，分工也相當精細且專業，每個角色專注當下應該做好的工作就可以了，就像在一間大型的訓練班裡求知、逐步成長，」謝彣姝感性地描述著那段時光。

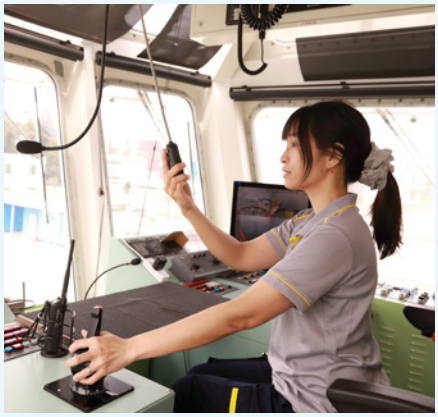
然而，遠方的家鄉始終是一個牽掛，對於女性船員而言，當面臨建立家庭或希望翻開人生的新篇章時，必須長期離家的遠洋生活就成為一道隱形的牆，隔離了家人即時的喜、怒、哀、樂，即使發生重大事件也不一定能馬上分享，讓謝彣姝開始猶豫，「是否該回到陸地上了？」

生死一瞬間的體悟

畢業之後，陳雅琴曾經在散裝貨物船和海研船上工作，沒有遠洋船員與家人長期分離的焦慮，但是人生轉折點卻是一段驚心動魄的回憶。

當耳邊傳來「碰！碰！」兩聲不尋常的聲響，大家一臉茫然卻又帶點驚慌地面面相覷時，7 短 1 長的棄船警報聲隨之響起，「我們的船觸礁了，為

要跑油輪，必須得習慣總是與世隔絕，重複的日落與地平線。



曾經以為自己會走入企業、埋首電腦前方，與各國業務交手的謝彣姝（左）和陳雅琴（右），現在成為帥氣的拖船船長，將駕駛艙作為辦公室，報價單換成工作日誌。

了保全大家，船長決定棄船！」究竟該待在尚未沉沒的船上還是果決地跳海求生、等待救援，生死一瞬間，都得靠船長的精準判斷。即使陳雅琴死裡逃生，順利獲得救援，但是這一場突如其來的浩劫，讓她深刻體會到大海的無情與不可測。在那之後，為了不讓家人鎮日提心吊膽，也為了尋求一份更貼近陸地的生活，她決定走下大船，尋找另一個與海為伍的機會。

正好，當時港務公司百分之百轉投資的港勤公司迎來改制後第一批退休潮，一群有公務員資歷的拖船老船長紛紛上岸，需要新血加入，無疑為想繼續開船卻不想離開陸地的她們開了一扇窗。於是，曾經在公海上指揮若定的船副們重新回到港口，從最基礎的拖船操作學起，展開了一段完全不同的航海人生。

愈危險的時候愈要冷靜

「很多人以為拖船船體小，應該比較好開，但事實正好相反。」謝彣姝坦言，剛轉行時壓力大到無法成眠，「大船在海上的操船原則是要避開所有障礙物，但是拖船卻要主動靠近、甚至緊貼這群龐然大物，以『頂、拉、帶、拖』的方式協助大船安全進離港。」

尤其是拖船常常必須貼著碼頭、頂住巨艦，任何一個操縱失當，都可能導致巨大的財務損失甚至人命傷亡，「一不小心成為『夾心餅乾』，不只讓人終身難忘，事後說起來都還會餘悸猶存，」謝彣姝分享自己擔任拖船駕駛之後最大的一次危機。當時她在二港口協助一艘十幾萬噸的煤炭船進港，受到海底地形與水流影響，船身嚴重右偏，眼看就要撞上停泊在旁邊的另一艘貨櫃輪。

「領港要求我開快俥頂，我只能用最大馬力壓上去。」謝彣姝描述著當時的情境，她的小拖船就夾在兩艘鋼鐵巨獸與碼頭之間，隨著大船動力修正而來的強勁倒退力道，將窄縫中求生存的拖船夾得更緊，緊張感讓她腎上腺素飆升。最終，憑藉著敏銳的直覺與精準的動力切換，她硬是找到一個空隙將船駛離危境，化險為夷，並將碰撞的損害降到最

曾經擔任海研船三副的陳雅琴與全體船員在啟用典禮時合照（中央社授權）。

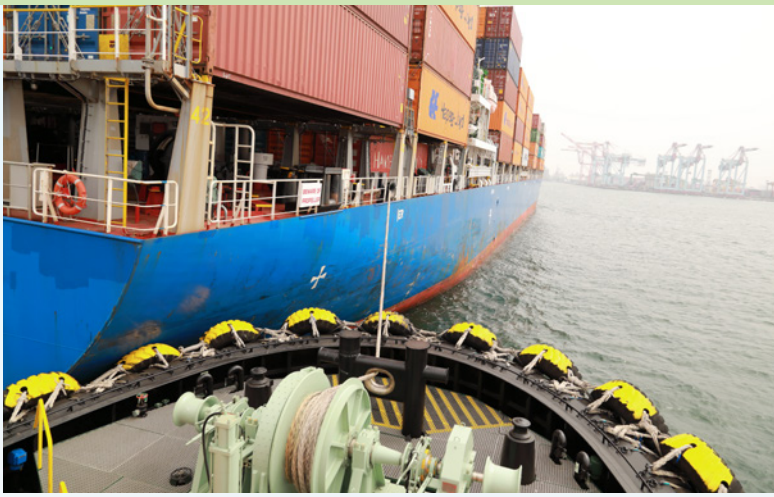
陳雅琴的先生也是貨櫃輪船員，有機會進入高雄港時，兩人就有機會分別在拖船和大船上比暗號打招呼。

低，「領港對我說『還好有你在』的那一刻，那種被信任的感覺，就是我們在工作上獲得的最大回饋與成就感。」

陳雅琴也曾在執行一艘十萬噸級貨輪的離港作業時遇到驚魂記。當時大船已經進入船池，拖船則要解纜，從船艉移至船頭，將大船頂正、進入航道。此時，應該要啟用自身動力的大船突然連續跳電，全靠船頭的拖船硬拉。然而，失去動力的大船就像一座斷裂的巨大冰山，因為無力前進而自然地向後退，幾乎要往碼頭撞去，「退後的力道大到連緊急下錨都擋不住！」

緊要關頭，陳雅琴必須在最短時間內判定大船的飄移路徑，並在拖纜繃到極限的情況下，調整位置強拉大船向前，直到無線電傳來「大俥動力恢復！」方才卸下心頭重擔，順著大船自身動力往前帶，抵銷後退力。那不是光靠體力就能解決的事，必須深刻理解船舶力學與對高度冷靜、判斷下的表現。

拖船駛近準備離港的貨櫃輪。



拖船以「頂、拉、帶、拖」的方式協助大船在港區內移動。

每完成一條大船，就覺得自己好棒

雖然港務環境正在進步，拖船上設置了獨立房間、更友善的衛浴設施，但兩位船長也坦言，女性在這個行業仍面臨著許多看不見的挑戰，業界對於招收女性仍有些許疑慮，總擔心女性因為結婚生子而中斷職涯。但是這群港口的溫柔力量用實際行動證明，女性的細膩與溝通優勢，反而能讓一條船、一個團隊運作得更和諧。

至於未來？兩人都想繼續在港區掌舵，不是因為沒有別的出路，而是因為當大船靠上碼頭的瞬間，所有計算、專業判斷和緊張在一秒內歸零的成就感，是任何一種工作給不了的感動，而陳雅琴在那一刻總會跟自己說，「妳真的好棒！」這句話，不只給自己，也是對所有在港區執勤的女性船員最好的肯定。

港區水域遼闊，拖船船隊是維持進離港秩序與安全的重要力量之一。

台灣航港新視野

2022 悠活港都寫生比賽
高中組 陳彥齊