

2021 年海運重要議題



交通部運輸研究所

中華民國 111 年 6 月

2021 年海運重要議題

國際標竿港口發展創新海事生態系統之趨勢.....	1
智慧駕駛船舶發展趨勢分析	7
貨櫃航商歐美航線部署趨勢及對高雄港影響.....	15
航港數位化發展趨勢及我國推動方向	23
國際貨櫃航運的供應鏈壅塞與運價高漲	31

國際標竿港口發展創新海事生態系統之趨勢

新興科技的發展與應用將大幅改變海運業的競爭驅動力。港口扮演國際運輸與貿易之樞紐角色，不能像過去被動地等待船隻來泊，需導入創新海事生態系統之策略，以帶動整體海事集群與新創產業共榮發展與正向循環。而發展創新海事生態系統，正是當前國際上標竿港口最為前瞻的運作方式。

一、國際標竿港口發展創新海事生態系統歷程

為了使海事相關行業能駕馭下一波由創新驅動的成長浪潮並提升價值鏈，全球具強大競爭力之港口國家(如日本、鹿特丹港、新加坡港)在營運管理與永續發展的策略上逐漸採取共榮發展的態度，使其國內海事行業轉型為創新海事生態系統，並協助政府進行智慧港口之發展與數位轉型。

1. 日本

日本的經濟多由商業聯盟(Keiretsu)主導，其成員有三井(Mitsui)、三菱(Mitsubishi)、住友商事(Sumitomo)、芙蓉(Fuyo)、三和(Sanwa)，以及第一勸業銀行(Dai-Ichi Kangyo)等集團。而日本主要的航運公司均屬 Keiretsu 的成員，例如 K Line 是住友商事集團的成員，Mitsui OSK Lines 是三井集團的成員，以及 NYK Line 是三菱集團的成員。而在海運行業中，其各項作業模式與內部管理方式越來越數位化，從船隊管理乃至陸上相關行業，多透過集團垂直式管理而一脈相連。

日本的創新理念源於其國家的文化背景，創新思維被視為其整體發展系統中一個重要因素。日本政府也在嘗試發展新創企業生態系統，由經濟產業省建立 J-Startup 加速器，透過其中的日本企業家計畫，將科技新創公司、國際企業型公司以及全球加速器聯繫起來，取得跨國合作的機會。其航運公司亦已認知到創新的重要，例如 NYK 集團仿效新加坡智慧港口競賽，發起了 O3 (Ocean of Opportunities)挑戰賽，另由整合航商 ONE 邀請新創企業針對行業面臨的問題提出具體解決方案。

2. 新加坡

在過去的幾十年裡，新加坡有計畫地在推動與發展其新創生態系統。許多政策委員會、相關機構甚至政府官方，都盡其可能的支持國家的新創企業，包括打造新創業園區，提供場地以培育新創團隊，甚至挹注政府資源協助新創業者開拓國際市場。截至 2021 年 3 月之統計，新加坡的新創生態系統擁有大約 184 個加速器、孵化器和其他中介機構，總共孵化了超過 3,600 家科技新創企業，使新加坡成為東協地區風險投資和私募股權投資方面最著名的領導者，並且被評為全球最蓬勃發展的生態系統。

新加坡許多海事新創產業都透過幾個孵化器及海事加速器嶄露頭角，如

Block71、PIER71™等，說明如下：

Block71 是新加坡大學(NUS Enterprise)、新加坡電信集團(SingTel Innov8)以及新加坡媒體發展局 3 者共同合作的一項示範計畫，將位在 Ayer Rajah 的舊工業區，重新打造為一個創業中心-Block71。其目的是將以前分散各地的技術新創企業聚集到該地點以及鄰近區域，以創造協同效應和規模經濟。Block71 本身已成為新加坡創新與垂直整合的驅動力，其新創的項目涵蓋了各領域，包括生物醫學、奈米科技、人工智慧、訊息技術、先進材料、智慧感測、現代物流等。

由於港口與海事領域是新加坡重要的經濟與發展基礎，因此 2018 年新加坡海事及港務管理局 MPA 提出港口與海運業加速計畫，將 Block71 中的港口與海事項目分離出來，並與新加坡大學合作成立 PIER71 (Port Innovation Ecosystem Reimagined @ BLOCK71)，主要延伸 Block71 先前執行的港口與海事項目，並透過各種策略計畫如「智慧港口挑戰賽(SPC)」、「8 週加速階段」以及「生態系統建設」，進一步擴展至整體航港領域的創新發展，並打造屬於新加坡的創新海事生態系統。而 PIER71 計畫發展至今，不只表徵了新加坡一個新興且日益活躍的海事創新生態系統，2021 年更拓展為名符其實的加速器-PIER71™。

除了加速器外，在推動海事創新的助力還有海事生活實驗室(Maritime Living Labs)，截至今日，新加坡的海事生活實驗室總共有三間，分別是由 MPA、PSA 及裕廊港成立的 MPA Living Lab、PSA Living Lab 以及 Jurong Port Living Lab。這類實驗室的目的是提供港口營運測試的場域，並且研發與測試當前航港領域中極具潛力的創新項目，包括智慧感測、遠程操作、自動駕駛導航諮詢、電子提單區塊鏈等，涵蓋安全、效率及環境永續概念等方案。

隨國際當前數位化的浪潮，MPA、新加坡航運協會(SSA)、資訊通信媒體發展局與波士頓諮詢公司(BCG, Boston Consulting Group)更進一步合作，共同制訂了海事數位轉型手冊(Maritime Digitalisation Playbook)，除讓大型企業與中小企業得以評估如何進行數位轉型之外，更提出整合創新海事生態系統的策略框架，而前述 PIER71™、MINT 資金以及海事生活實驗室等亦被納入做為推動數位轉型的參與者與中介平台。

3. 鹿特丹

鹿特丹市政府和鹿特丹港務局為活化港口城市，打造鹿特丹創客區(Rotterdam Makers District)，初期由創新中心 RDM 與 M4H 所組成。而 RDM、M4H，以及與政府合作的加速器 PortXL，為鹿特丹新創海事生態系統中，重要的推動成員。

創新中心 RDM 類似新加坡 Block71 發展歷程，其前身為鹿特丹碼頭公司，於 1902 年成立，在 1994 年宣布破產後，由鹿特丹港務局接手，於 2004 年民營化成立港區開發公司進行舊港區的重建開發，從此鹿特丹舊港區轉變為為鹿特丹製造業的創新中心 RDM。M4H 是一個提供新技術研發與應用孕育的場域，主要在結合鹿特丹利基產業與海事製造業的新創技術，包括 3D 列印、機器人、材料科學等，新創業者不僅在此聚集，將新創方案結合商業模式推到市場，也使以港

口為樞紐的創新海事生態系統更加完善，並間接地推動鹿特丹港口的智慧發展。

PortXL 是一家 2015 年在荷蘭鹿特丹成立的海事與港口加速器，組成包括新創企業、企業合作夥伴與諮詢顧問等，其業務範圍延伸至全球，甚至與其他加速器合作，但其新創項目範圍較為集中，主要著重在港口綠色能源、海運、物流與加工製造行業的創新技術。

PortXL 效仿 PIER71 與鹿特丹港合作辦理港口智慧創新競賽，2021 年啟動 100 多個示範項目，透過競賽方式遴選具潛力的團隊與方案，並擴大推介予創新網絡內之成員，如鹿特丹港、荷蘭合作銀行、鹿特丹市、鹿特丹海牙機場、創新區和歐洲經委會。PortXL 的董事委員會成員涵蓋海事各行各業，包括鹿特丹港財務長，荷蘭前首相、安永會計師事務所財務長、Flexport 營運長、Vopak 數位創新總監等，這確保了 PortXL 具有極高的網絡人脈，以及具實務與研發的專業能力，可以確保業務流程中，兼顧實務、財務與人力技術之可行性，並提出前瞻的方向以催化新創方案落地應用。

鹿特丹港除了邁向智慧港口發展與轉型外，也不斷嘗試重塑自身以因應國際趨勢之變化。其以創新精神推動鹿特丹海事創新生態系統，其組成包括大專院校、研發中心、顧問諮詢、政府單位、港口管理單位、各類新創實驗室、示範場域以及各類創投與投資基金。

除前述標竿港口之案例外，許多港口權管機關與航商皆如日本案例，紛紛與國際知名技術商合作，找尋提升軟實力之解決方案。以色列港口 Ashdod Port 甚而於今(2022)年與世界知名國際創投公司 500 Global 合作了一項加速器計畫，並已選擇 14 家新創業及方案進入最後驗證階段；而達飛輪船公司(CMA CGM)亦在今(2022)年 4 月創立 ZEBOX 加速器，透過各式業務之智慧解決方案以協助達飛輪船公司進行數位轉型。

二、我國發展創新海事生態系統之可能性

目前全球的港口與海運行業正處於數位化的浪潮中，而在 COVID-19 的衝擊下，讓全球意識到供應鏈韌性的重要性。在面臨疫情、塞港，以及油價、運價飆漲的狀況下，全球貿易與運送服務仍必須維持不能中斷，而數位化程度越高，就能讓航港產業擁有更強的控制能力，透過技術與研發伴隨著創新想法的激盪，更帶動航港的智慧發展與數位轉型。

例如新加坡，除本身具有鼓勵創意的文化外，透過政府政策的高度支持與友善的商業環境，推動各項創新服務和創業計畫，不只從根本上驅動了產官學研的運轉，也幫助搭起了新創企業與國際企業的合作夥伴關係，更重要的是能直接或間接地回饋協助政府與港口權管單位，推動智慧港口與數位轉型的政策，也讓權管單位能應用更好的解決方案來進行監管與營運。

我國欲發展創新海事生態系統需從以下三方面來考量，分述如下：

1.港口應有適合其地理、文化等條件的數位發展策略與願景，以及其生態系統的架構

國際上著名大港都訂有適合其長期發展的政策，或針對其港市願景的白皮書，如新加坡 MPA 發布之 2030 年國際航運樞紐策略計畫、海上運輸行業轉型地圖(ITM)與海事數位轉型手冊等。其他如紐約及紐澤西港主計畫 2050(NY/NJ Master Plan 2050)、東京港/阪神港中期經營計畫等。我國欲發展創新海事生態系統，亦需依照本身特有的條件來擬訂發展策略，據以型塑出海事生態系統的架構。

2.彌合政府部門與科技間之縫隙

海事產業多以港口為樞紐圍繞衍生，在我國航港政企分離以後，面對科技的進展，政的公部門監理職掌與企的公司營運在創新科技的需求上遂出現縫隙，似可借鏡新加坡 MPA，讓科技變成港口監管與營運的助力，而不是變成負擔。

3.國內航港/海事領域尚未形成創新生態系統

我國產業的創新生態系統在全球都有不錯的評價與排名，也有多家加速器與孵化器在推動各領域的創新力量，惟無論在港口或是海事的領域中，此種生態系統均尚未形成。推測部分原因是缺少形成生態系統正向循環的驅動力，部分原因則係因航港相關產業多屬寡占，國內的競爭性較不足。惟海事是國際化的產業，面對國際上許多港口與航運產業都已導入數位科技的趨勢，國內航港/海事領域亦需主動因應，以免失去競爭力。

三、政策意涵

近年來東南亞鄰近港口陸續擴建投入營運，在提供同質化服務的激烈競爭下，我國港口以往地理區位之優勢將被稀釋。在此趨勢下，我國港口可思考各自條件與定位分工，並朝向數位轉型提供與其他鄰近港口差異化的服務，進而提高整體之競爭力。

國際間具有強大競爭力之標竿港口多透過孵化/加速器的運作，帶領數位轉型，擴大海事創新生態系統的規模，帶動海事科技的發展與應用。建議我國可借鏡新加坡 PIER71 之案例，提出明確需求與標的，透過加速器或自行辦理智慧港口競賽機制，吸引新創團隊參與，提供創新思維與解決方案，並遴選擇優進行 POC 與示範場域實作。除前述示範計畫外，建議可透過創意競賽以及孵化/加速器方式，除協助新創產業外，亦帶動航港之智慧發展。

參考資料：

1. 我國發展創新海事生態系統之研究，交通部運輸研究所，111 年。
2. 海事生態系統發展趨勢之研究，交通部運輸研究所，110 年。
3. <https://www.ashdodport.co.il/english/Pages/HomePage.aspx>.
4. International Maritime Centre 2030, MPA, 2017.

5. PIER71 | Maritime & Port Authority of Singapore (MPA),
<https://www.mpa.gov.sg/maritime-singapore/innovation-and-r-d/pier71>.
6. <https://portxl.org/>

智慧駕駛船舶發展趨勢分析

從國際間智慧駕駛船舶(簡稱智駕船)的發展趨勢，可預見未來對於智駕船及相關技術研發將有越來越多的資源投入。然而要實現智駕船順利運作，除提升船舶本身涉及的相關技術，還需要國內與國際相關的船舶檢驗標準與航行規範的調整，甚至涉及整體航行環境與設施的配合。政府在這過程中，如何隨智駕船技術及應用的發展，建立對應的制度或作法，以具備適格能力因應未來的挑戰，實為一重要課題。

一、智慧駕駛船舶發展現況

國際上對智駕船相關研究已陸續展開，最早是歐盟在 2012 年執行之 MUNIN 計畫，隨之 2014 年挪威船級社發起打造 Revolt 概念船，以及 2015 年由勞斯萊斯集團在芬蘭執行 AAWA 計畫等；亞洲則有中國大陸在 2019 年推出國產筋斗雲智駕船、日本財團在 2020 年投資 MEGURI 2040 計畫、南韓啟動開發與自主導航系統相關的關鍵技術計畫。本文透過蒐集國際海事組織(IMO)、歐盟、英國及挪威在智駕船之相關作為，如制定的規範或指南、成立的組織或機構、推動的試驗場域及研發計畫等進行綜整分析，並蒐集瞭解目前國內智駕船的發展狀況，據以歸納我國港口主管機關及營運單位對於發展智駕船可採取之作為。

1.國際海事組織(IMO)

IMO 海事安全委員會 MSC 在 2017 年 6 月會議通過，應對智駕船(Maritime Autonomous Surface Ship, MASS)進行監管範圍之界定與檢討(Regulatory Scoping Exercise, RSE)，並評估智駕船對現有國際海事安全監管框架之影響，以確定如何在 IMO 法規中，引入能讓智駕船操作達到安全、可靠和環境無害的監管規定。然由於智駕船牽涉之法規領域相當廣泛，目前僅初步完成對船舶安全相關條約分析部分，要完備智駕船相關國際法規仍須展開許多研析工作，預計短時間內尚無法一步到位。因此，MSC 在 2019 年 6 月通過了《MASS 試航暫行指南》。

《MASS 試航暫行指南》係為達成 RSE 的一項重要作法，因為透過試航工作可為智駕船制定更健全且更全面的框架，因此 IMO 鼓勵各締約國參考此指南，根據各國的實際情況，進行智駕船海上測試。目前國際上已有多國家規劃智駕船試驗場域，其中挪威是最早成立智駕船試驗場域的國家，為帶動智駕船試驗的濫觴，而在 IMO 2019 年 6 月通過《MASS 試航暫行指南》後，許多 IMO 會員國也陸續開始進行智駕船試驗。

2. 歐盟

歐盟率先於 2012 年執行 MUNIN 計畫，在 IMO 宣布啟動 RSE 工作後，態度更為積極，編列大筆預算資助許多研究工作，例如 2019 年委託挪威船級社進行 SAFEMASS 系列研究，以及 2020 年啟動開發 MASS 操作的風險評估工具系列計畫，另一項重要研究計畫為 2019 年啟動 4 年期以市場為導向的 AUTOSHIP 計畫，由歐盟境內 5 個國家的 10 家企業組成 AUTOSHIP 聯盟，計畫目的是希望透過歐盟領先的技術供應商，形成歐洲智駕船產業群聚，為歐盟境內帶來更多高技術工作機會，並讓歐盟的智駕船技術推廣於國際市場，以面對現在亞洲低成本造船市場帶來的競爭。

此外歐盟以 IMO《MASS 試航暫行指南》為基礎，於 2020 年 10 月正式發布第 1 版《歐盟 MASS 試驗操作指南》，此後會隨著試驗和測試的經驗，以及歐盟資助相關研究的結果，進行不斷調整和改進，分別針對相關主管部門和申請人，提供試驗指導原則，其中對主管部門需考量的行動包括指定測試區域、提供支援試驗時的數位工具、對試航訂立具體規定及限制，以及授權行政程序及試驗中的管理、監視、通訊和控制等。

3. 挪威智駕船發展

(1) 全球第一個專屬試驗區

2016 年挪威海事局、海岸管理局、工業聯合會和海洋科技研究中心等，共同倡議組建全球第一個智駕船論壇(Norwegian Forum for Autonomous Ships, NFAS)，並宣布在特隆赫姆峽灣(Trondheimsfjorden)設立智駕船測試區，成為全球第一個智駕船合法的測試區。挪威政府認為在智駕船的發展上，技術應先於監管，試驗目的是為蒐集各種必須的預防措施，且可以透過試驗指南來制定資訊蒐集和共享之機制，從而探索未來 MASS 在國際水域的應用潛力。

挪威在 2016 年指定特隆赫姆峽灣為合法測試區迄今，共設立 4 個試驗區，各試驗區中有眾多研究計畫正由產官學研共同合作執行。其中在挪威南部 Horten 設立的試驗區，目前委託挪威東南大學(University of South-Eastern Norway, USN)營運，該區域透過與公私部門共同執行的各項計畫，吸引其國內業者投入智駕船技術研發並提高其投資機會，所提供內容包括為有興趣測試者提供樣本船舶、數位平台、控制中心，以及如感測器、雷達和導航系統等所需資源，並協助向官方提出申請文件等一整套服務。

(2) 全球第一艘智駕貨櫃輪及首家智駕船船舶管理公司

總部位於挪威的康斯伯格海事公司(Kongsberg Maritime)是全球領先的海事科技公司，挪威政府透過該公司大力鼓勵智駕船舶研發及應用，以扶持其國內發展先進船舶技術，此也可解釋全球第一艘電池供電的自駕貨櫃輪-Yara Birkeland 的產地就落在挪威。

此外另一總部設在挪威的威廉森船舶管理公司，為全球前十大船舶管理公司，其與康斯伯格海事公司合資成立全球首家智駕船船舶管理公司 Massterly，

目標是提供智駕船價值鏈整套服務，從船舶設計、檢驗證書，到船舶營運、保險和協助融資援助等服務。

在成立智駕船船舶管理公司後，威廉森船舶管理公司與挪威海事局及挪威船級社簽署合作協議，共同制定適當的智駕船安全管理系統架構，以建立智駕船的安全管理體系(Safety Management System, SMS)。此外亦與挪威船級社及挪威東南大學簽署人才培養協議(Competence Agreement)，確保未來智駕船所需之操作和管理人員能獲得適當的培訓。

4.英國智駕船發展

(1)推動智駕船產業發展及人才培訓

英國海事與海岸警衛署(Maritime and Coastguard Agency, MCA)在 2018 年成立 MARLab (Maritime Autonomy Regulation Lab)，做為政府、學術界和航運業間聯繫平台，以推動智駕船的測試和營運。之後 MCA 又成立海事未來技術團隊(Maritime Future Technologies team, MFT)以取代 MARLab 角色，持續扮演促進 MASS 試驗和項目實施的角色，其任務除持續協助監管法規的修正外，更強調推動企業採用減排和自動化的創新技術，另外更協助企業通過適當認證，讓企業研發項目可順利下水試行。

而英國業界組成的英國海事協會(Maritime UK)在 2014 年即成立了海洋智駕系統規範工作小組(The Maritime Autonomous Systems Regulatory Working Group, MASRWG)，並於 2020 年出版「英國智駕船產業行為及營運準則」，至今已更新至第 4 版，讓智駕船在創新發展上，不會受限於監管的不力或不確定性而延誤，也希望推動英國成為智駕船市場的領先者。

在人才培育部分，英國 MCA 於 2021 與全球地理數據公司 Fugro 及培訓公司 Seabot XR 合作成立國際訓練標準工作小組(International Training Standards Working Group)，執行 MASSPeople 計畫，制定智駕船操作和管理人員的培訓標準。

(2)試驗區實驗計畫

英國有相當多個智駕船測試及評估場域，其中一個是 MARLab 在 2019 年以波特蘭港做為數據共享平台的測試點(Portland-data sharing test site)，透過委託英國 Solis Marine(諮詢公司)與 MariTrace (船舶追蹤和全球海事情報公司)共同創建平台，用以整合 MCA 和其他政府組織間的資料庫，提供近 20 種不同的數據集，包括即時自動識別系統訊息(AIS)、船舶到達、預計到達及港口數據，風向和風速、水深和潮汐數據的數據集，以及英國水文局提供的航海圖與相關空間數據等，在智駕船進行測試時提供所需資料並降低不必要的成本。

另一項計畫是在普利茅斯海峽區域建造首個用於海洋創新的 5G 試驗台，稱為 Smart Sound Connect，覆蓋了普利茅斯的整個區域，期望打造成為全球首個 5G 海洋試驗台，提供 5G 支援未來各項創新的海洋技術，並供給符合條件的企業免費使用測試，例如節能及智慧船舶等。

5.國內智駕船發展現況

(1)立法院通過「無人載具科技創新實驗條例(沙盒實驗)」

我國立法院於 2018 年 11 月 30 日三讀通過《無人載具科技創新實驗條例》，是全球第一個同時針對自駕車、無人機及智駕船建立監理沙盒的國家。截至 2021 年 11 月，無人載具科技創新實驗計畫共有 11 案，其中有 9 案是自駕車，智駕船有 2 例(均為觀光接駁用的高雄愛河智駕船)，排除的法規包括船舶法與船員法。

(2)臺灣港務公司提供試驗場域及獎勵方案

臺灣港務公司為擴大海港智慧科技應用，以推動無人載具創新實驗條例為核心，提供新創科技產業發展概念性驗證(POC)。在 2021 年 4 月公布「臺灣港群智慧港口創新科技試驗場域推動要點」，鼓勵國內外新創及科技業者於臺灣國際(內)商港進行技術的測試與驗證，此後又推出「港口智慧創新應用及數位轉型獎勵方案」，對象為國際商港經營相關業務業者，鼓勵業者依營運業務需求，提出具智慧化、數位化、創新性的應用方案，可向港務公司申請獎勵補助，每年提撥 4 千萬預算執行。

(3)我國智駕船試驗案例

我國目前並無指定特定試驗場域，又前述兩項智駕船申請沙盒實驗案例，均由受經濟部技術處委託之船舶中心執行。其中一項是在 109 年由船舶中心、高雄市輪船公司、大鵬灣觀光遊艇公司、大舟企業公司與工研院資通所，共同申請在高雄愛河進行智駕船的自主航行實驗，其測試船舶是由一艘原太陽能船改裝。

另一項是在 110 年開始推動的智駕船觀光服務實驗計畫，實驗位置位於愛河水域及愛河灣，在高雄港跟愛河構建一模擬場域，其試驗的 7 艘太陽能電動船，亦均是由高雄市輪船公司的現成船改裝。

本文綜整國際及我國有關智駕船發展的現況整理如表 1 所示。

表 1 國際智駕船發展現況整理

國家/組織	規範/指南	人才培育及試驗場域
IMO	發布 MASS 試航暫行指南。	--
歐盟	發布 MASS 試驗操作指南。	--
挪威	挪威海事局發布「執行無人或部分無人操作的自動化功能構建或安裝指南」。	● 挪威海事局、挪威東南大學、威爾森船舶管理公司、挪威船級社共同開發智駕船的航運安全管理體系及人才培養協議。 ● 指定 4 個試驗區。
英國	Maritime UK 發布「英國智駕船產業行為及操作指引」(2020 年第四版)。	● 英國海事與海岸警衛署成立海事自治法規實驗室(MARLab/MFT)。 ● 英國海事與海岸警衛署、全球地理數據公司 Fugro、培訓公司 Seabot XR 合作成立國際訓練標準工作小組，執行 MASSPeople 計畫，為未來操作智駕船人員制定培訓標準。 ● 提供許多試驗區。
臺灣	● 無人載具科技創新實驗條例(沙盒實驗)。 ● 臺灣港務公司「臺灣港群智慧港口創新科技試驗場域推動要點」、「港口智慧創新應用及數位轉型獎勵方案」。	經濟部技術處委託財團法人船舶中心執行兩項智駕船沙盒實驗。

資料來源：本文整理。

二、智駕船發展之影響分析

由前述國際智駕船發展趨勢知，各國政府對於智駕船發展之相關作為大致可歸納為兩面向，即 (1)法規制度面：對於現有法律修訂或制定新法之時程規劃，如何不與國際立法脫軌，並且如何在過渡期間，不會因為監管不力或在立法尚未完成的不確定期間，造成安全上的疑慮及阻礙智駕船發展；(2)能量建構面：因應技術演進，如何逐步培養操作人員的相關能力，在港口設備部分，港口營運單位如何隨智駕船產業發展，適時提供合適服務，以及是否需主動積極導入智駕船進行相關業務。

經過專家訪談，綜整歸納出對我國以下幾點可能的影響面向。

1. 修法時程規劃

為確保智駕船航行安全，已有許多文獻探討我國現有法規對智駕船適用上可能產生的疑義，其包含船舶法中對船舶的定義及規定，以及船內設施、船內應備文書等，亦包含船員法中對船員的定義，又未來可能需要的遠端控制中心，其操作人員是否適用船員法，以及未來船員訓練及發證，還有遠端控制人員是否需有相對應的證照制度，以及船長的在船義務等。

航港局於 110 年委託資策會進行「海運智慧駕駛法規先期可行性分析」計畫，認為智駕船相關法規短期內尚無修法之急迫性。惟目前 IMO 已發起 RSE 行動，未來我國可比照援引適用國際之共通規定，適時配合變更國內相關法規。

2. 試驗場域規劃

沙盒計畫為經濟部主導推動，當有智駕船業者申請沙盒試驗計畫時，仍須經由航政監理單位審查，但監理機關對排除法規通常存有許多安全性疑慮。

由於無指定的試驗地點，仍需面臨進出港申請、船員人數等現有法規限制，且漁港、商港及遊艇港分屬不同主管機關及法規。又由於我國法規並未規範智駕船之船舶類型，因此無法申請進出港許可，目前都是利用母船拖載，此提高試驗業者之使用成本。

3. 人員培訓規劃

未來遠端操控者或其他船舶運行所需海事人員，例如引水人等，所需訓練可能都跟現行不同，而目前船員的訓練卻無法處理這些要求，需要一個全新的人員配置與訓練計畫。

4. 港口營運單位對智駕船應用之規劃

港口營運單位目前係以推動無人載具創新實驗條例為核心，提供港口場域讓新創科技產業進行概念性驗證(POC)，希望透過業者主動提案在港區進行試驗，擴大海港智慧科技應用建議。從另一角度，港口營運單位亦可主動思考可導入智駕船來解決的營運問題，再透過業者提出解決方案，藉由雙方合作模式，逐步在港區內引入智駕船應用。

三、政策意涵

國際上對智駕船相關的船舶規範與管制，目前多屬研析階段，又或透過發布各項指引或指南，引導業者申請驗證及遵循替代作法，整體而言，國際間均認同透過廣泛的試驗和測試，為確定智駕船能否安全和成功營運的前提和關鍵步驟，而經由試驗蒐集數據，可供未來智駕船的營運制定政策，也可避免相關新技術發展受到法規限制。

英國與挪威政府投入大量研發資源，積極促進智駕船之試驗，此外也積極透過與業者合作執行相關計畫，希望成為智駕船市場的領先者。我國由於造船及周邊設備產業之權責機關為經濟部，航港主管機關對於推動智慧船舶產業，目前較無相關推動政策，例如指定獨立的試驗場域，或投入港口相關設備的研發資金等，然而在 IMO 頒布 MASS 試驗指南後，未來在國際水域可能會有更多的試驗進行，國際各港口間將透過試驗，模擬 MASS 在國際間運輸，以確認各港口系統的可相互操作性，我國或許亦可思考逐步提供相關服務，主動參與。

建議航政監理機關(構)可研析成立海事智駕法規工作小組，持續蒐集國際海事組織會議對智駕船相關法規制定及討論之進度，並透過協助智駕船試驗和測試，以確定智駕船安全和成功營運的條件，做為未來修法之參據。

在我國，產業發展雖為經濟部主導，但仍可透過跨部會合作，結合地方政府，共同執行研究或試驗計畫，基於此，港口營運單位亦應從自身所需出發，研析可利用智駕船(含各種水面無人載具)來提升服務或航行安全的應用，以及思考指定特定實驗場域或港口，透過整合業者及自有資源，逐步發展相關能力，以因應新科技的發展，落實港口的智慧化。

參考資料：

1. 交通部航港局(2021)，「海運智慧駕駛法規先期可行性分析案」，MOTC 110-MPB11050209。
2. 經濟部技術處(2020)，「智慧船舶自主航行與智能電控實證運行開發計畫」，MOST 109-EC-17-A-23-1012。
3. 臺灣港務股份有限公司(2021)，臺灣港群智慧港口創新科技產業試驗場域推動要點。
4. 船舶暨海洋產業研發中心 (2021)，「太陽能船於高雄愛河河道自主航行實驗/高雄愛河至駁二鄰海自駕船觀光服務實驗計畫」，無人載具科技創新實驗成果分享研討會，110 年 11 月。
5. European Union [EU], EU Operational Guidelines for Safe, Secure and Sustainable Trials of Maritime autonomous Surface Ships (MASS) (Oct. 2020), available at https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/guidelines_for_safe_mass.pdf (last visited June 8, 2021).

6. International Maritime Organization [IMO] (2019), Interim guidelines for Maritime Autonomous Surface Ships (MASS) trials, MSC.1/Circ.1604.
7. MSC International Maritime Organization, 2020 Msc International Maritime Organization Status Report – Progress of the Regulatory Scoping Exercise (2020) MSC 102/5, January
8. Maritime UK (2020), Maritime Autonomous Ship Systems (MASS) UK Industry Conduct Principles and Code of Practice 2020 (V4) ,
<https://www.maritimeuk.org/priorities/innovation/maritime-uk-autonomous-systems-regulatory-working-group/mass-uk-industry-conduct-principles-and-code-practice/> (last visited Oct. 26, 2021).
9. NAFS (2017) Norwegian forum for autonomous ships
<http://nfas.autonomous-ship.org/index-en.html> (2019), Accessed 20th Sep 2019.

貨櫃航商歐美航線部署趨勢及對高雄港影響

遠東為全球商品的主要生產基地，而歐、美則為主要消費地，如按運能排序，全球前三大遠洋貨櫃航線依序為遠東-歐洲航線、遠東-北美(越太平洋)航線與北美-歐洲(越大西洋)航線，其中前兩大皆以遠東區域為起迄港，若按港口貨櫃吞吐量排名，全球前十大港口中有九個位於遠東。

遠東-歐洲、遠東-北美(越太平洋)2021Q3 之總航線數雖僅有 108 條(各為 29、79 條)，約占全球貨櫃航線總數的 6.4%，然其總運能卻占全球貨櫃航線總運能的 40%，貨櫃航商在遠東-歐洲及遠東-北美間的部署，幾可間接反映出國際貿易的盛衰，其重要性不言可喻。本文以 2017 年至 2021 年的數據分別分析此 2 類航線的部署趨勢，及此趨勢對高雄港可能產生的影響。

一、遠東-歐洲航線部署趨勢

實務上遠東-歐洲航線還會依其起迄港為西北歐港口或地中海港口，區分為遠歐航線與遠地航線，雖兩類航線的平均航程僅相差 1 週，但特性上略有不同，以下將分述遠歐與遠地航線的部署型態與趨勢。

1.遠歐航線

2017Q3 到 2021Q3 期間，遠歐航線的總航線數變化幅度不大，聯盟航線維持在 18、19 條，非聯盟航線則至多 1 條(如圖 1)；平均船型則從 14,756 TEU 增加至 17,008 TEU(如圖 2)。2017Q3 與 2018Q3 期間以 2M 聯盟的平均船型最大，2019Q3 起則以 OCEAN 聯盟的平均船型最大。THEA 聯盟的平均船型最小，雖然 2019Q3 與 2020Q3 有顯著增加，但至 2021Q3 仍與 OCEAN 聯盟、2M 聯盟各有 2,254、1,585 TEU 的差距。至於僅出現於 2017Q3 與 2018Q3 期間，及 2021Q3 的非聯盟航線，平均船型皆低於 5,500 TEU，2021Q3 甚至僅為 4,577 TEU。

2010 年代初期為因應遠洋航線船舶大型化趨勢，航商乃藉組成聯盟共同派船，以降低自有船隊的壓力。近年航商積極購置大型船，部份聯盟改行單一航商派船策略，以減少共同派船的管理問題，故共同派船的比例有下降趨勢。聯盟遠歐航線共同派船的比例已由 2017Q3 的 63%降至 2021Q3 的 47%，其中 OCEAN 聯盟徹底施行單一航商派船，THEA 聯盟則仍有 80%遠歐航線為共同派船。

遠歐航線的靠泊港部署深受 2011 年 10 月至 2015 年 3 月間的「天天馬士基」服務影響，該服務在遠東端係靠泊上海、寧波、鹽田與麻六甲港口(新加坡、PTP 或巴生港)等 4 港，服務推出後，各家遠歐航線在遠東端靠此 4 港的比例從 35.7% 增加至 2020Q3 的 66.7%，2021Q3 降至 50%，推測與缺櫃、塞港致航商減少靠港有關。

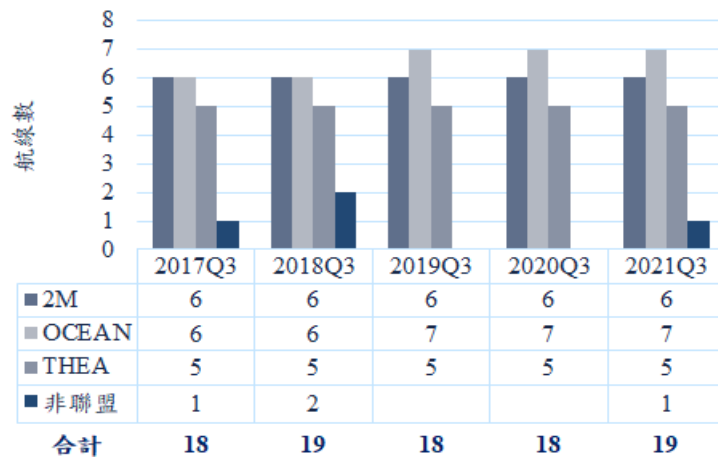


圖 1 遠歐航線各聯盟與非聯盟之航線數統計

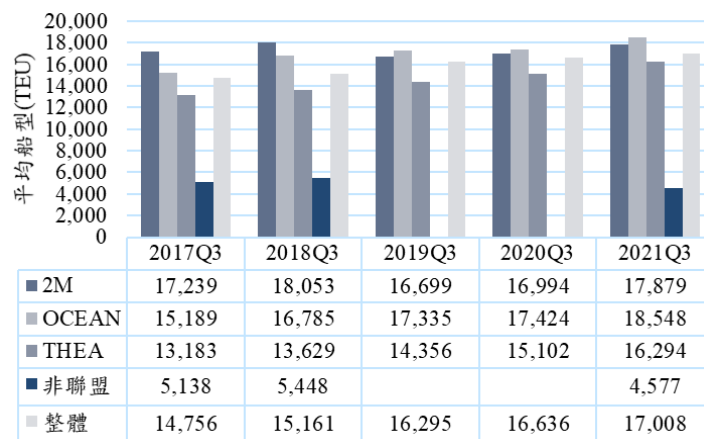


圖 2 遠歐航線各聯盟與非聯盟之平均船型統計

2.遠地航線

遠地航線從 2017Q3 的 13 條減至 2021Q3 的 10 條(如圖 3)，平均船型則從 2017Q3 的 11,076 TEU 增至 2021Q3 的 14,449 TEU，成長率達 30.5%；三大聯盟中以 2M 的平均船型最大，OCEAN 最小，非聯盟 2017、2018 年有經營遠地航線，但平均船型都不超過 4,800 TEU(如圖 4)。OCEAN 及 THE 聯盟的遠地航線百分之百共同派船，2M 共同派船比例則從 2017Q3 的 75%逐年降至 2021Q3 的 34%。

遠地航線遠東端的靠泊港除了前述遠歐航線靠泊的 4 港外，大部分還靠泊了釜山港，此外，遠地航線在華南的靠港不僅有鹽田，有時會改或兼靠蛇口。

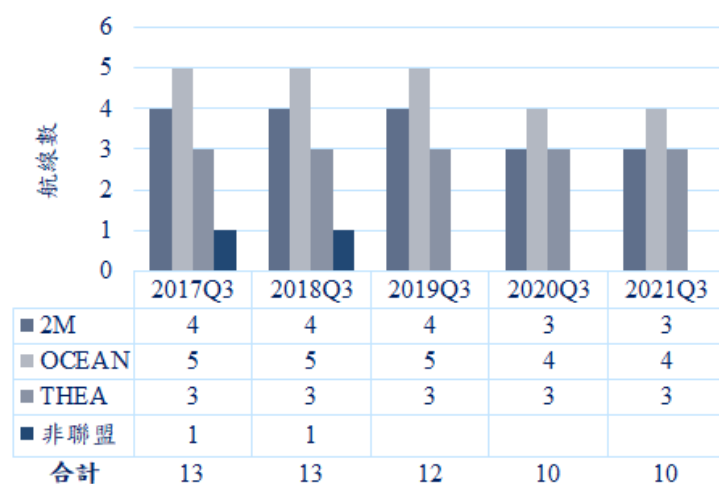


圖 3 遠地航線各聯盟與非聯盟之航線數統計

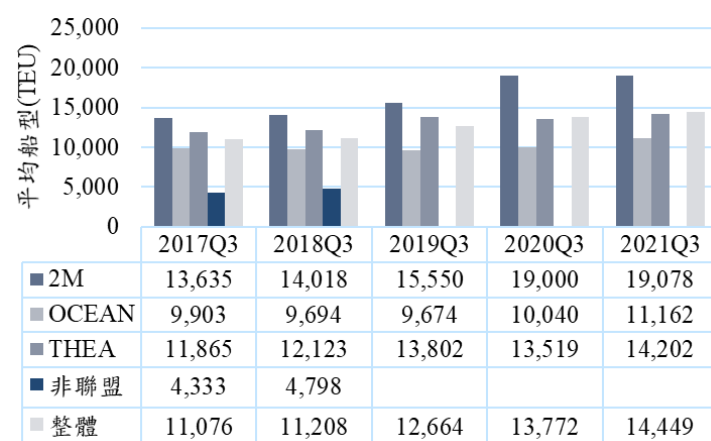


圖 4 遠地航線各聯盟與非聯盟之平均船型統計

二、遠東-北美航線部署趨勢

遠東-北美航線依其起迄港為美東港口或美西港口，可再細分為美東航線與美西航線，以下將分述此兩類航線的部署型態與趨勢。

1. 美東航線

由於美東與遠東港口分別位於地球的兩端，從遠東至美東的去程可東向經巴拿馬運河，或西向經蘇伊士運河，而返程可從美東折返或持續東/西向，故美東航線可再細分為東向往返式、西向往返式、東向環球式與西向環球式 4 種部署型態，如表 1 所示。東向往返式為美東航線最主要的部署型態，2016 年航線數在巴拿馬運河拓寬後雖有明顯減少，但仍多於其他 3 種。西向往返式數量居次，在巴拿馬運河拓寬前具船型優勢，拓寬後數量幾乎腰斬，2021Q3 可能因東南亞貨源增加帶動航線數回升。環球式(不論東西向)航線在巴拿馬運河拓寬前幾無，拓寬後東向增加約 5 條，西向則遲至 2021 年出現 1 條，且係國籍航商萬海所經營。

表 1 美東航線各部署型態之航線數統計(2011Q3-2021Q3)

		2011Q3	2013Q3	2015Q3	2016Q1	2016Q2	2017Q1*	2017Q2	2017Q3	2019Q3	2021Q3
東向	東往返	11	13	15	13	14	8	9	9	9	10
	東環球	1	0	0	0	0	4	5	5	5	6
	小計	12	13	15	13	14	12	14	14	14	16
西向	西往返	7	7	9	9	9	5	5	5	5	6
	西環球	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	小計	7	7	9	9	9	5	5	5	5	7
合計		19	20	24	22	23	17	19	19	19	23

*由於國際海運資料庫缺 2016Q3、2016Q4 航線資料，故該 2 季度未列入。

近 5 年的美東航線數大致維持在 19 條，2021Q3 增至 23 條(如圖 5)，新冠疫情牽動的需求變化應為主因。同期之平均船型從 7,867 TEU 增至 9,501 TEU(如圖 6)。聯盟美東航線整體共同派船的比例在 2017Q3 為 53%，之後逐年上升，2020Q3 達 74%，但 2021Q3 又降至 64%，其中 OCEAN 聯盟明顯往單一航商派船方式調整，THEA 聯盟則增加共同派船比例，2021Q3 達 100%。靠泊港方面，東向往返式美東航線在遠東區域的靠泊港在華南(含)以北，主要為寧波、上海及釜山，西向往返式則在華南(含)以南，主要為蓋美及麻六甲港口，東西兩向靠泊港以華南為界；東向環球式的靠泊港除與東向往返式重疊外，亦兼彎靠東南亞港口；西向環球式的靠泊港除與西向往返式重疊外，亦兼彎靠華南以北港口。

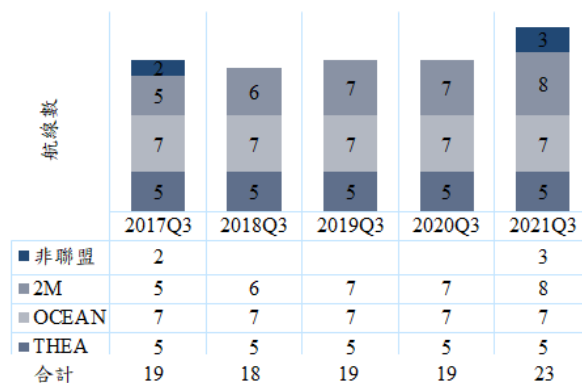


圖 5 美東航線各聯盟與非聯盟之航線數統計

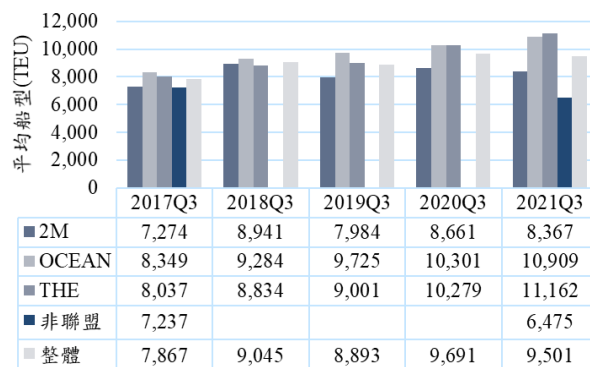


圖 6 美東航線各聯盟與非聯盟之平均船型統計

2.美西航線

美西航線在越太平洋前的最後港群可概分為東南亞、華南、臺灣、華中、華北、南韓與日本等 7 處，此一特徵迥異於前述歐洲及美東航線，應與美西航線航程短、投入船型小，且各港群貨源充足有關，也因為這些因素，非聯盟的美西航線數較歐洲及美東航線為多。

2017Q3 到 2021Q3 期間，美西航線總數從約 40 條增至 56 條，聯盟美西航線數大致介於 28 至 31 條之間，非聯盟美西航線原介於 10~13 條之間(如圖 7)，2020Q3 到 2021Q3 期間，則每一季度至少增加 2 條，2021Q3 甚至較前季增加 5 條，達 26 條，與 2020Q3 相較，增加率高達 100%，且僅較聯盟航線之航線數少 4 條，此一驚人成長應與後疫情的報復性需求以及貨櫃供應鏈不順暢有關。同期美西航線之整體平均船型，由 7,270 TEU 增至 7,644 TEU，增加幅度不大(如圖 8)。同樣由於航程短等因素，美西航線的共同派船比例較其他歐美航線為低。

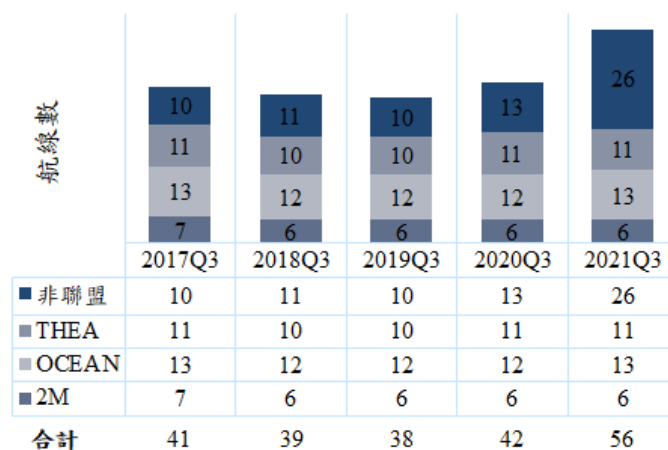


圖 7 美西航線各聯盟與非聯盟之航線數統計

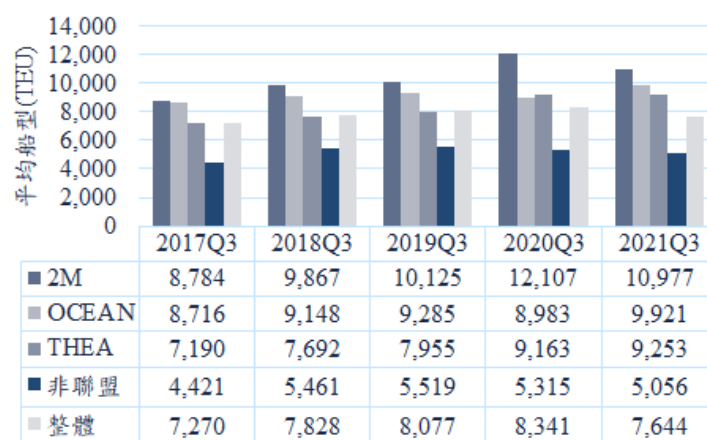


圖 8 美西航線各聯盟與非聯盟之平均船型統計

2M 及 THEA 聯盟的美西航線在越太平洋前的最後港群以日、韓佔多數；OCEAN 聯盟較分散，除了華北、日本外，其他 5 處都有航線以之為最後港群(如表 2)。非聯盟的美西航線在 2017Q3 僅有 10 條，由於該時期運能供過於求，且為與聯盟區隔市場，常以兼服務美西次要港口或自遠東主要港口之直迄美西規劃航線；2020Q3 起供需反轉，不僅總航線數大增(2021Q3 有 26 條)，且所增加者多為主要港口直迄美西的速達(express)航線。

表 2 各聯盟與非聯盟美西航線之航線數統計(以最後港群分)

類別		季度	東南亞	華南	臺灣	華中	華北	南韓	日本	合計
聯盟	2M	2017Q3	0	1	0	1	0	4	1	7
		2021Q3	0	2	0	1	0	2	1	6
	OCEAN	2017Q3	1	2	3	5	0	2	0	13
		2021Q3	0	4	3	4	0	2	0	13
	THEA	2017Q3	0	3	1	1	0	3	3	11
		2021Q3	0	3	1	1	0	4	2	11
	小計	2017Q3	1	6	4	7	0	9	4	31
		2021Q3	0	9	4	6	0	8	3	30
非聯盟		2017Q3	0	1	0	2	1	4	2	10
		2021Q3	1	8	0	11	0	4	2	26
合計		2017Q3	1	7	4	9	1	13	6	41
		2021Q3	1	17	4	17	0	12	5	56

三、對高雄港的影響

靠泊高雄港的歐美航線中以美西航線為最多，2021Q3 達 12 條，占 57.2%，而遠歐航線與遠地航線占比雖不高，各占 9.5%、14.3%，但近年遠歐航線卻成為影響高雄港貨櫃碼頭營運的關鍵因素，且其增減多與國籍航商所屬聯盟之航線規劃有關。遠歐與遠地航線在遠東區域的 4 及 5 靠泊港部署型態業趨穩定，但臺灣港口稍偏離上述 4、5 港航路，加上港埠設施不足應付遠歐航線的大型貨櫃船舶(如 2 萬 TEU 以上船型)之全貨載裝卸服務，復貨源增加有限，因而彎靠高雄港的遠歐與遠地航線數與彎靠次數原本就不多，且有減少趨勢。

高雄港美東航線在 2011Q3 到 2015Q3 期間由 6 條增至 8 條，但巴拿馬運河拓寬後僅餘 4 條。高雄港原本具東南亞轉運美東的地理優勢，但因美東航線西向化，及巴拿馬運河拓寬後東向/西向環球式美東航線興起，增加直靠東南亞港口，讓東南亞至高雄港轉運之機會大幅降低，加上鄰近港口(如廈門)的削價競爭，讓高雄港的競爭地位更為不利。

高雄港美西航線在 2011Q3 到 2021Q3 期間由 14 條減為 9 條，近一年才回升至 12 條。然如僅就 2011Q3 與 2021Q3 比較，美西航線由每 10 條中約有 3 條彎靠高雄港降至每 10 條約僅 2 條彎靠，顯示高雄港在整體美西航線的地位有弱化現象。而觀察以高雄港為末發港的 4 條航線，派船航商皆為碼頭承租者，航商承租高雄港貨櫃碼頭對其在高雄港的美西航線部署應頗有利。

四、政策意涵

臺灣港口目前不在遠歐及遠地航線主要的規劃航路上，加上往來歐洲的航線多使用大型船舶，建議高雄港須尋求增加裝卸貨源(含空/重櫃)、港埠設施(含軟/硬體設備，如碼頭、聯外交通)及與航商間之合作等，才有機會吸引更多的遠歐航線彎靠。遠東-北美航線由於貨櫃運輸需求增加，在遠東區的最後靠泊港不似遠東-歐洲航線集中，而此「分流」型態，讓高雄港因貨源與區位等不利條件，近年在美東及美西航線佔比均顯著下滑。過去高雄港因實體建設尚有不足，如無法靠泊全貨載的大型船舶等，致航線功能不易發揮，期待七櫃加入營運、現有碼頭遞延運用，能爭取到更多的航線。另靠泊高雄港的北美航線多由承租高雄港貨櫃碼頭之航商營運，高雄港的貨櫃碼頭承租制度對維持乃至增加美東航線與美西航線在高雄港的彎靠頗有助益。

參考資料：

交通部運輸研究所，「110 年度『國際海運資料庫』更新擴充及資料分析服務」
期末報告，2021 年 12 月。

航港數位化發展趨勢及我國推動方向

海運數位化為航運界長期討論的議題，近年大型航商陸續自行開發數位化管理平台，許多國家港口也建立自己的港口管理系統。然整體而言，海運界的數位化發展緩慢，以往研究調查顯示，其阻礙包括數位化的投資回收期太長、新技術與現行作業的整合困難、人員因應數位化的培訓方式不明等。在透過數位化達成整體物流鏈整合的部分，也因業者有商業資料外流的疑慮，遲滯不前。然近年新技術的發展(如區塊鏈技術)，在資料安全與信任傳遞方面已有突破，加上 2020 年新冠疫情對於航運業人力調配、業務推展模式，甚至船員隔離措施的影響，都加速航港業者進一步思考數位化的發展方向。

一、航港數位化之發展進程

各類產業因其特性各異，其數位化發展進程，也存在大幅落差。麥肯錫(2016)透過數位資產(ASSETS：公司在數位軟硬體的投資(硬體、軟體、數據和 IT 服務方面投資))、數位使用(USAGE：公司與客戶和供應商間數位化互動的程度(數位支付、營運管理系統))、數位勞動力(LABOR：員工透過數位工具提高生產力的程度)等三面向，評估各類產業之數位化程度，詳圖 1。其中，運輸物流與倉儲業整體仍處於低數位化發展階段，其在數位資產(ASSETS)方面如同其他資本密集型產業，多著重於實體資產的投資；在數位使用(USAGE)方面，公司與客戶和供應商間數位化互動程度較佳，數位交易、商業流程、市場行銷之數位化較差；在數位勞動力(LABOR)方面，如同其他勞力密集型產業，多僅止於提供數位工具給員工。

在硬體面部分，航港產業硬體設施存在數位化投資成本太高，但投資報酬率低的問題。以港口內之全自動碼頭為例，麥肯錫(2016)研究比較全自動碼頭與傳統碼頭在營運支出與生產力的差異，結果顯示全自動碼頭在營運支出部分，企業原先預期可降低 25%~55%，但實際卻僅下降 15%~35%，在生產力部分，企業原本預期可增加 13%~35%，實際卻反而下降 7%~15%(詳圖 2)。

在營運軟體面部分，因長期以來數位化低落，因此造成營運成本增加。Drewry (2017)的調查顯示，以 2017 年全球貨櫃航運業營運規模為例，整體收入高達 1,660 億美元，運輸超過 2.07 億 TEU 貨櫃，在此過程中產生超過 12.6 億張貨運發票需進行發放、核實、支付和核對。此間因付款自動化偏低和流程缺乏信任所造成的額外成本，全年約 344 億美元，詳表 1。海運運輸鏈中的數據傳遞，普遍存在低效率、高成本，而主要相關課題，包括缺乏自動化、數據不一致性，對行業各參與者(航商、貨代、NVOCC、貨主)所增加的成本，以小型業者受影響最大。

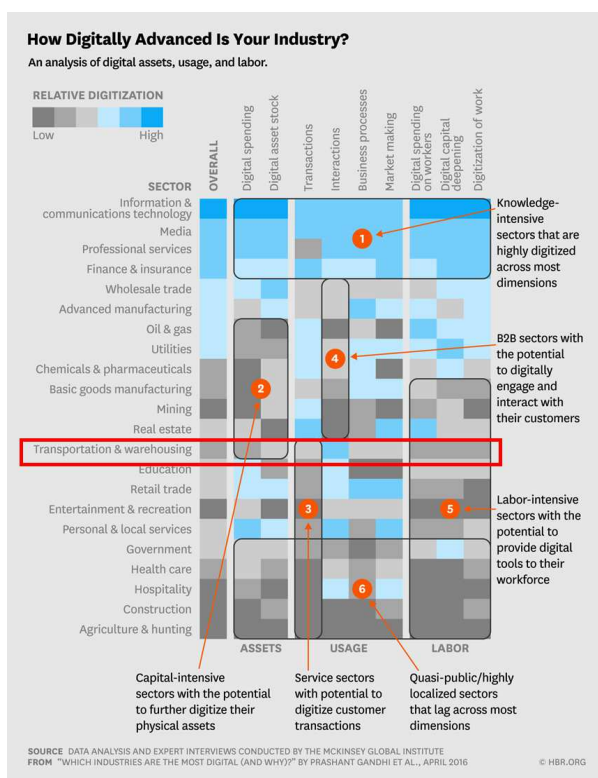


圖 1 各類產業數位化程度

資料來源：

<https://hbr.org/2016/04/a-chart-that-shows-which-industries-are-the-most-digital-and-why>

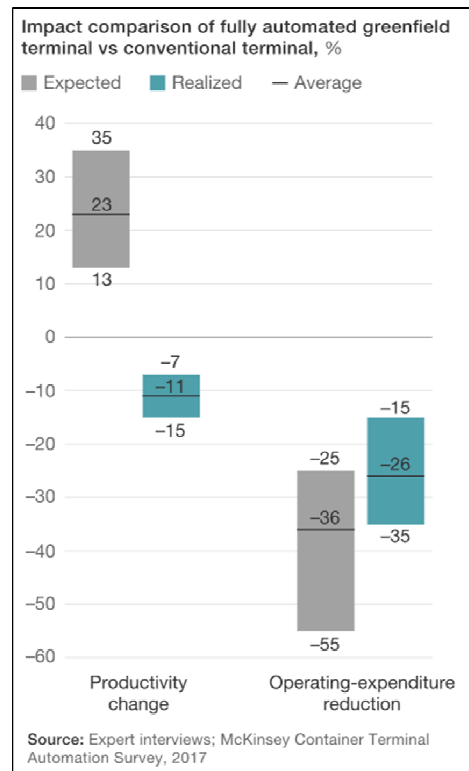


圖 2 全自動化碼頭與傳統碼頭生產力與營運成本比較

資料來源：

<https://www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/the-future-of-automated-ports>

表 1 全球貨櫃航運產業因自動化低落與缺乏信任產生的成本

INDUSTRY ISSUE	COST DRIVER	ANNUAL COST
Low level of automation	Cost of credit	\$1.6 bn
	Transaction cost	\$30.7 bn
Lack of trust	'Cash Against Documents'	
	Cost of bad debt	\$2.1 bn

Source: Drewry Supply Chain Advisors

資料來源：Invoicing and payment processes in global container shipping: ready for disruption? White paper May 2018

整體而言，相較各類產業，運輸物流與倉儲業仍處於低數位化發展階段。航港產業在硬體設施面之數位化投資成本太高，但投資報酬率低，軟體面則存在數位化低落，增加營運成本，相關航港數位化方面之研究則仍在起步中。

二、國際重要海運數位化推動概況

Anita 等(2019)整理航港物流中有關數位化應用的主要類型，詳表 2，其中之倡議者涵蓋政府有關部門與業者。政府部門部分，新加坡著重在海運貿易整合平台、鹿特丹港則著重在以港口為出發點的智慧港發展。以下聚焦航港產業營運軟體面之數位化推動，就新加坡於其海運產業的數位化，以及國外參考航空領域發展的機場協調整合決策(Airport Collaborative Decision Making, A-CDM)系統，應用於港口之 Port-CDM 發展，進行概述。

表 2 目前航港物流中數位化應用主要類型

類型	主要內容	倡議者
Integrated Trade Platform	連接陸側貨櫃物流供應鏈的整合平台，使所有參與者能安全、即時的交換有關貨物跨境運輸事件，基於區塊鏈和雲端技術開發。	Port of Singapore Authority (PSA), IBM-Maersk
Smart ports	完全由 AI 驅動的自動化港口，透過物聯網、大數據和 5G，促進先進自動化分析和決策流程管理。	Port of Rotterdam Authority
AI based disaster management	透過數據建模，以確定船舶在港口關閉或遭遇自然災害時的處置。	Maana
ForSee (Predictive analytics for vessel arrival/exit)	透過全球前 30 大航商提供的航線數據及 5 年的船舶自動識別系統(AIS)數據，系統化即時預測船隻是否按時抵達。	CargoSmart
Smart Vehicle Booking Systems (VBS)	通過 AI 管理高度複雜性、識別性的貨櫃場調度作業，協助貨櫃卡車進出，降低排隊時間。	Maersk
Drone ships	發展不需要船員並可遠程控制的船舶技術。	Rolls-Royce
Robotics (unmanned cranes, warehouse robots)	開發自動化機械和機器人，承擔勞動密集型或危險性的任務。	DHL

資料來源：Anita Gurumurthy and Deepti Bharthur, “Impact of Digitalisation in the Ports Sector”, 2019.

1.新加坡海事數位化手冊(Maritime Digitalisation Playbook)

此為新加坡推動「海上運輸產業轉型地圖」的一部分，目的在提供其海事產業利用數位化和創新來獲得新的成長機會。其概述新加坡各海事部門的數位化狀態、全球數位化驅動因素及數位化之效益，並提供數位化轉型架構，指導各類海事產業如何完成數位化，與各種可用的政府支持資源。其中，從全球貿易體系和消費者習慣轉變、產能過剩和產業鏈模糊、技術的進步和新技術的出現、對於環境永續及安全的重視等 4 項議題，探討對各類海事行業推動數位化之趨勢，詳表 3 與表 4。整體而言，新加坡針對海事數位化之願景，係希望通過開放式創新及數位人才，增強新加坡於全球海運之連結性。

表 3 推動海事部門數位化之外部趨勢

趨勢範疇	內涵
全球貿易體系和消費者習慣轉變	1.國際關係的不確定性，包括中美貿易戰、英國脫歐、COVID-19 疫情等，迫使業者透過動態定價並機動調整產能部署，俾為因應。 2.供應鏈進一步發展，要求資訊透明度提高，以因應更為複雜的供應鏈。 3.貿易服務標準提高(如電子商務)，迫使托運人(含承運的航運公司)增加貨物追蹤等功能。
產能過剩和產業鏈模糊	1.以往船舶運能過剩造成的營運模式調整，包括航運公司合併、垂直整合拓展利潤(如航運公司結合物流)、航運公司間之合作與聯盟，都須透過數位化來加強溝通並降低交易成本。 2.產業鏈模糊增加競爭者，包括原本之客戶可能成為競爭對手(如電子商務公司兼營貨運代理或物流)。
技術的進步和新技術的出現	1.全球連接技術普及，包括 VSAT 衛星通訊的平價化、5G、邊緣運算技術等，增進船舶運行的連接性。 2.數據處理技術進步(包括儲存、處理、雲端等)能蒐集處理大量數據。 3.新技術發展，包括 AI(機器學習)、區塊鏈、物聯網的出現，推動了新的應用領域，有機會提高生產力及服務水準。
對於環境永續及安全的重視	1.行業永續性和清潔燃料規定，要求參與者追蹤燃料消耗、排放或改裝船舶。 2.對隱私和資安的擔憂，要求業者採用更嚴格的網絡安全標準。

資料來源：整理自 Maritime Digitalisation Playbook A digitalisation guide for Maritime Singapore。

表 4 各類海事行業推動數位化之環境壓力與必要性

業別	趨勢內涵
港口經營者	1.港口間競爭加劇，藉由數位化提升競爭力益受關注，如透過數位化降低塞港及延誤。 2.增加數據蒐集能力，為客戶提升供應鏈可見性及掌控能力。 3.透過數位化技術提升自動化能力，減少人為錯誤，提高工作安全及服務品質。
航運公司	1.整體船舶運能過剩，增加經營壓力。 2.IMO 2030 及 2050 脫碳目標，需發展突破性之新技術(新引擎、替代燃料)。 3.透過燃油規劃與路線優化，以降低成本壓力。 4.貨櫃市場營運壓力導致經營模式改變。 5.貨主要求之服務品質提高。
船舶管理	1.客戶類型增加(如銀行、基金管理人)。 2.利潤下降對中型業者帶來整(購)併壓力。 3.配合新法規/標準所需，可能需採新技術。
船舶代理	1.數位平台的產生，改變傳統船代與航商間之協調作業流程，可能壓縮船舶代理市場。 2.透過文件數位化，以獲得更佳業務流程。
其他相關業者	1.海事服務平台和區塊鏈技術(如船舶經紀、清關、海運/貨物保險、貿易融資)的普及應用。 2.大型托運人和電子商務平台對貨運代理業務的整合。 3.船級社陸續致力於提供數位化之諮詢和解決方案。

資料來源：整理自 Maritime Digitalisation Playbook A digitalisation guide for Maritime Singapore。

2.Port Collaborative Decision Making (Port-CDM)之推動

Port-CDM 主要受到航空領域所推動的機場協調整合決策(Airport Collaborative Decision Making, A-CDM)系統之啟發，歐洲航空系統透過 A-CDM 的引入取得整體系統營運上明顯效益，如更短的飛行時間、減少碳排放及提高到達和離開時間的精確性。Port-CDM 同樣應用於優化港口停靠整體協作過程，在船舶靠港時，除航運公司和內陸營運商有密集的協調過程外，為管理複雜的內外部協作過程，Port-CDM 透過資訊的即時分享，靈活的平衡產能利用率和降低周轉時間，促進整體流程間的合作，從而實現靠港作業最佳化。2019 年在北歐與地中海共 9 個港口進行實證，顯示具有相當大發展潛力。Port-CDM 透過相關利益方數據共享，強化合作及更可靠的海上運輸網絡運作，以確保整個海運鏈(泊位-泊位)透明度為目標，以達到：

- (1) 在港口內，促進所有成員間傳遞即時運行資訊，提供運營商(船舶和內陸運輸車輛)服務；
- (2) 在船舶營運商和港口間，提供兩者之計畫和實際流程的持續更新；
- (3) 在港口成員和內陸運輸營運商間，提供兩者之計畫和實際流程的持續更新；
- (4) 在到、離港間，與下一個靠泊港口共享情境通知。

三、我國航港發展資訊化之推動架構

在推動我國航港產業數位化發展上，為瞭解政府角度可著力之方向及各類政策工具，本節透過魚骨圖以腦力激盪方式，找出貨櫃運輸端到端(End to End)流程中，各相關業者及各類系統可採用之措施，詳圖 3。我國航港產業多屬中小型，國內雖有充沛的資通信科技(ICT)產業為奧援，但要國內各海運產業直接結合 ICT 提升數位化，仍有其難度，政府仍需思考透過各類政策工具，協助並促進航港產業提升數位化。基於此，本文接續以層級分析法進行專家問卷，針對政府機關(不含港務公司)、港務公司、航運業者(船舶運送、船務代理、海運承攬運送、貨櫃集散站經營業等)、港口業者、學界、公協會或顧問公司等領域，具有多年工作經驗，且熟知航港作業流程之工作者，以 google 表單進行問卷調查，共發放問卷 18 份，回收 14 份。

經以 AHP 計算各面向及評估要項之權重值與排序，詳表 5。整體而言，航港屬國際化產業，其數位化之推動，政府除在本身建置之相關系統增進其效率及系統串聯性外，亦需應產業之需求及意願，採協助角度促使業者進行數位化。問卷過程中，專家亦提出航運港口均屬國際貿易一環，其數位化應接軌國際，推動主體宜由業者為主，公部門為輔，至公部門則應由具實質公權力者參與，以因應進行法規調適之意見。

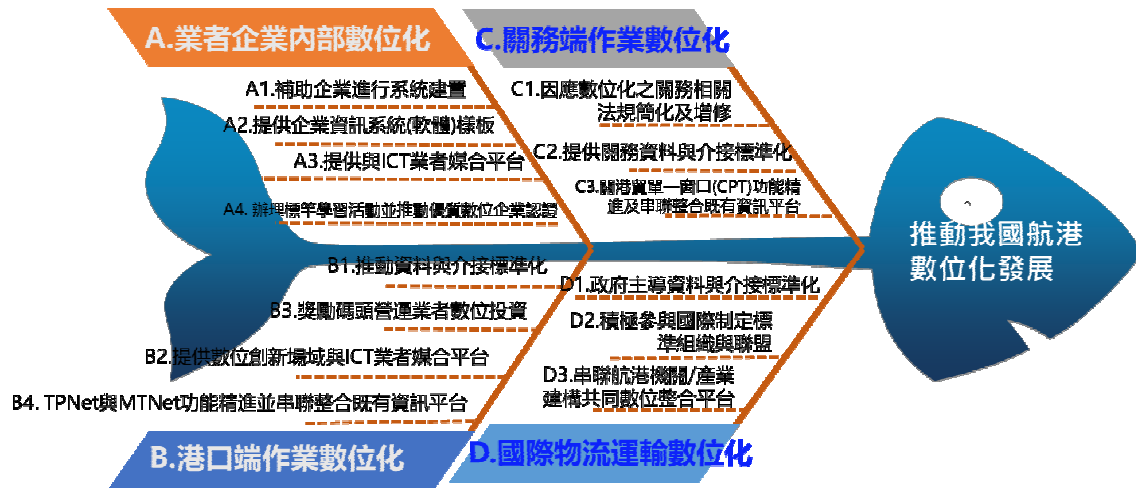


圖 3 推動我國航港數位化發展魚骨圖

資料來源：本文繪製。

表 5 推動我國航港發展資訊化各面向及評估要項之權重值與排序

目標第一層	第二層評估面向	權重	排序	第三層評估要項	權重	排序	總權重	總排序
推動我國航港發展數位化	A. 業者企業內部數位化(含物流鏈中各級業者資訊系統建置)	0.32	1	A1. 補助企業進行系統建置	0.28	2	0.091	3
				A2. 提供企業資訊系統(軟體)樣板	0.15	4	0.049	10
				A3. 提供與 ICT 業者媒合平台	0.30	1	0.095	2
				A4. 辦理標準學習活動並推動優質數位企業認證	0.27	3	0.086	6
	B. 港口端作業數位化(含船舶監理作業、港口社群系統(PCS)、碼頭操作系統(TOS))	0.25	3	B1. 推動資料與介接標準化	0.34	1	0.087	5
				B2. 提供數位創新場域與 ICT 業者媒合平台	0.14	4	0.035	13
				B3. 獎勵碼頭營運業者數位投資	0.19	3	0.048	11
				B4. TPNet 與 MTNet 功能精進並串聯整合既有資訊平台	0.33	2	0.084	7
	C. 關務端作業數位化(含因應數位化之法規簡化及增修)	0.30	2	C1. 因應數位化之關務相關法規簡化及增修	0.28	3	0.083	8
				C2. 提供關務資料與介接標準化	0.30	2	0.089	4
				C3. 關港貿單一窗口(CPT)功能精進及串聯整合既有資訊平台	0.42	1	0.124	1
	D. 國際物流運輸數位化	0.13	4	D1. 政府主導資料與介接標準化	0.15	3	0.020	14
				D2. 積極參與國際制定標準組織與聯盟	0.33	2	0.043	12
				D3. 串聯航港機關/產業建構共同數位整合平台	0.51	1	0.067	9

資料來源：本文整理。

四、政策意涵

國際航港產業目前仍處於低數位化發展階段，相關研究仍在起步。國際相關組織均積極推動資訊格式標準化及資訊即時共享。為引導我國航港產業數位化發展，政府應系統性進行相關數位化現況調查，並提供產業數位化發展具體架構及作法。航港機關(構)應系統性蒐集國外航港數位化發展現況及趨勢，並調查蒐整我國航港產業數位化現況及其需求，進而研擬我國航港產業數位化程度之評估架構，以量化方式評定釐清各相關產業之數位化程度，並以國際標準接軌為目標，盤點航運、港口、關務等港航相關作業流程之資訊與文件等。總而言之，航港數位化非一蹴可及，航港機關(構)應研提我國航港產業數位化發展長期藍圖，擬定政府部門推動之策略及步驟。

參考資料：

1. 歐宜佩、陳信宏 (2018)，近期數位轉型發展趨勢之觀察，經濟前瞻，第 178 期，頁 94-99。
2. <https://hbr.org/2016/04/a-chart-that-shows-which-industries-are-the-most-digital-and-why>
3. <https://www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/the-future-of-automated-ports>
4. Drewry(2018), Invoicing and payment processes in global container shipping: ready for disruption?
5. Markus Fruth and Frank Teuteberg (2017) , Digitization in maritime logistics -What is there and what is missing, Cogent Business & Management, Vol. 4.
6. Mahwish Anwar, Lawrence Henesey and Emiliano Casalicchio (2019, June) , Digitalization in container terminal logistics - a literature review, IAME, Athens, Greece.
7. Anita Gurumurthy and Deepti Bharthur (2019) , Impact of Digitalisation in the Ports Sector, Artificial intelligence in India, Vol. 5, 27.
8. Maritime Digitalisation Playbook A digitalisation guide for Maritime Singapore, 2020.
9. Substantial value for shipping found in PortCDM testbeds, March 2019.

國際貨櫃航運的供應鏈壅塞與運價高漲

2021 年全球疫情持續發展，海運供應鏈壅塞的情形更形惡化，運價持續攀升使整體貨櫃航商獲得巨幅營利。本文蒐整 2021 年國際貨櫃航運供應鏈壅塞及貨櫃運價高漲與航商營收成長之數據，探討國際貨櫃航運市場可能的變化與影響。

一、國際貨櫃航運供應鏈壅塞

2020 年貨櫃市場受疫情影響致港口生產力降低、空櫃調度不及，加上疫情驅動消費需求激增，使得貨櫃航運在 2020 年下半年開始呈現艙位一位難求。有鑑於此，2021 年貨櫃航商加速航線運能的投入，觀察其每週運能的年增率(相較去年同期)，遠歐航線最高達 25%，北美航線最高甚至達 48%，詳圖 1。

然上述疫情所帶來的供應鏈危機在 2021 年仍持續發生，最直接的影響就是港口生產力的降低，使貨櫃運輸之有效運能大幅折減。依海事顧問機構 Drewry 之估計，若以 2019 年(疫情前)之港口生產力為基礎來計算潛在有效運能，則 2020 年因港口生產力降低使整體實際有效運能(實際供市場使用之艙位數)較潛在有效運能折減 11%，2021 年則擴大為折減 17%，詳圖 2。

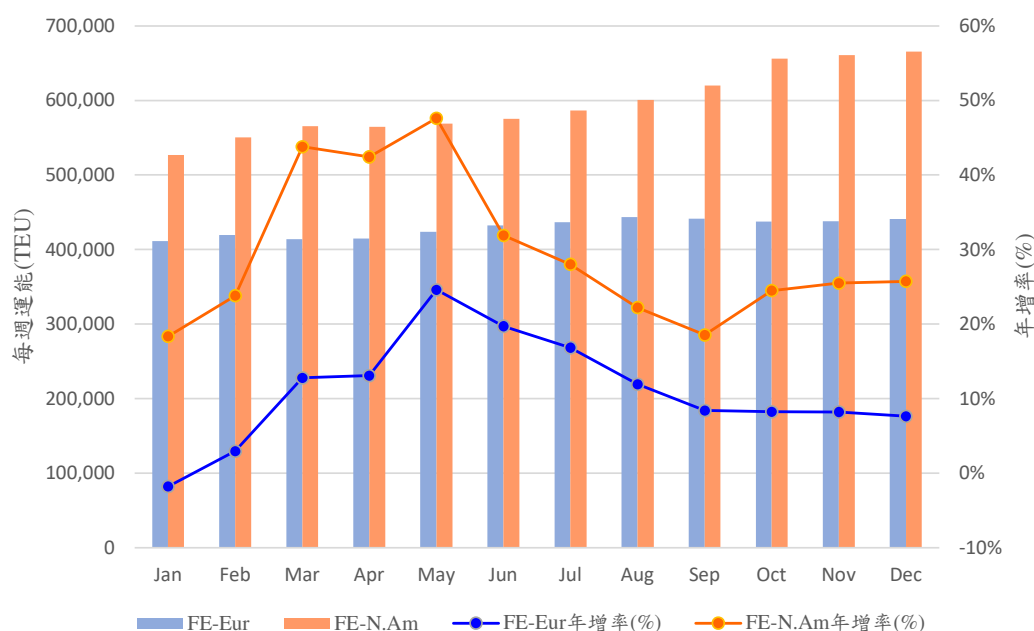
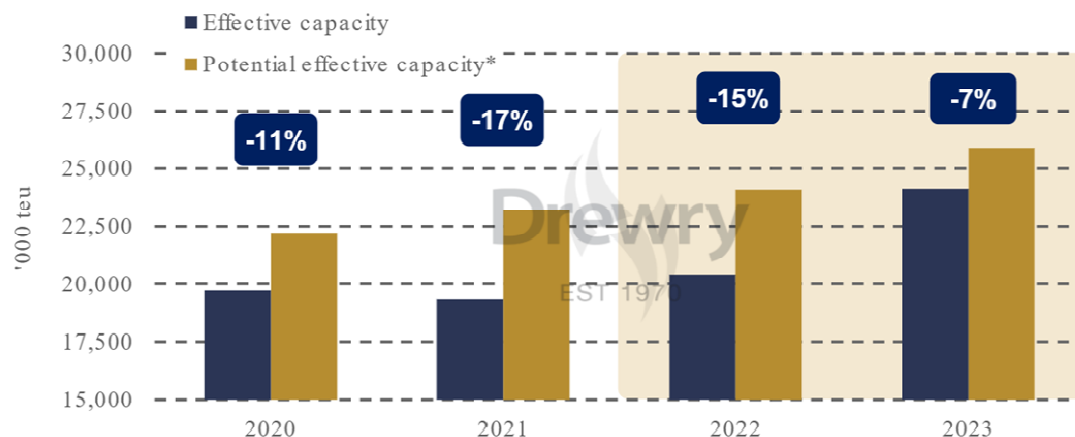


圖 1 2021 年歐美航線每週運能及年增率

資料來源：依 Alphaliner Monthly Monitor 資料整理繪製。



*Basis same port productivity as 2019.

Note: Figures above bars are % reduction.

資料來源：Drewry Container Insight Weekly, 31 Mar 2022

圖 2 港口生產力降低造成之有效運能降低

港口生產力降低所造成的有效運能降低，在航線營運上，實際面臨的就是到港船舶無法準時靠港裝卸，致港口端產生船舶壅塞，此情形在 2021 年更形嚴重。依 Drewry 之港口壅塞指標(Port Congestion Z-score Indicator)，其區分大型、中型、小型三類港口(by Volume)，以 AIS 數據依港外等待貨櫃船數，計算壅塞指標 Z ($Z \geq 2$ 時定義為港口發生壅塞)，詳圖 3。整體而言 2021 年全球大型港口嚴重壅塞，迄今不僅沒有改善，似乎還在惡化；中型港口在今(2022)年開始也進入壅塞區間；小型港口壅塞狀況也逐步惡化，推測應是航商為避免靠泊大型港口遭遇壅塞，轉而停靠中小型港口所致。



Note: Based on the z-score deviation from 2019 averages of the number of ships waiting outside selected ports. Only considers waiting events longer than 4 hours to avoid capturing ships passing through port waiting zones.

資料來源：Drewry Container Insight Weekly, 31 Mar 2022

圖 3 Drewry 港口壅塞指標

二、貨櫃運價高漲與航商營收成長

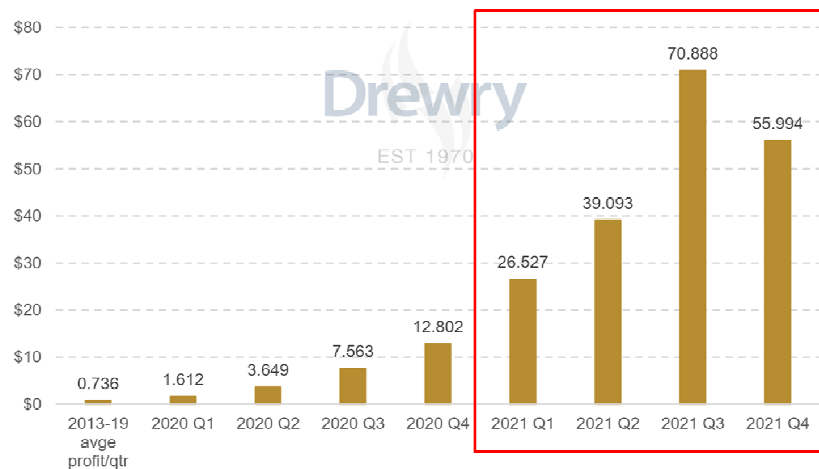
貨櫃航運在 2020 年下半年開始呈現艙位一位難求，其運價也逐步提高。以反映上海出口貨櫃即期市場運價變化的上海出口集裝箱運價指數(SCFI)顯示，在疫情前 SCFI 約維持在 1,000 左右，自 2020 年下半年開始逐步上升，2021 年持續走揚，全年 SCFI 由 2,870 劇增至 5,046，增幅達 1.8 倍，相較疫情前增幅更達 5 倍，詳圖 4。



資料來源：<https://www.macromicro.me/charts/947/commodity-ccfi-scfi>

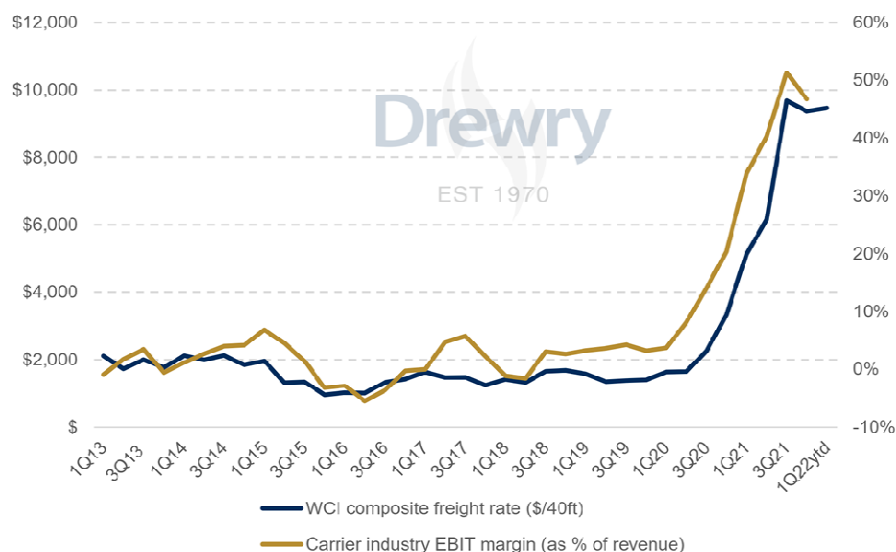
圖 4 上海出口集裝箱運價指數(SCFI)近 5 年變化

受益於運費的高漲，貨櫃航商的營收與收益也明顯的增加，依 Drewry 的估計，整體貨櫃航商在 2021 年創造約 1,900 億美元利潤，詳圖 5。比較運價變化與貨櫃航商獲利率，詳圖 6，顯示 2021 年航商收益的增加係來自運費上漲，而非業務量增加、服務增加或成本降低，例如馬士基和赫伯羅特 2021 年各季運輸的貨櫃量均未超過 2020 年同一季度。



資料來源：Drewry Logistic Executive Briefings, 23 Feb 2022

圖 5 貨櫃航商歷年獲利(單位：10 億美元)



資料來源：Drewry Logistic Executive Briefings, 23 Feb 2022

圖 6 WCI 運價指數與貨櫃航商獲利率趨勢比較

三、政策意涵

疫情與隨之而來的供應鏈壅塞危機，是 2021 年航商利潤和股價暴漲的主要因素，壅塞持續時間越長，運價和航商利潤維持高水準的時間就越長。依目前海事顧問機構的市調結果，認為在 2023 年前航運市場仍無法回歸正常化，其中主因之一是日前中國大陸堅持對 Covid-19 採取零容忍的管制措施，將延緩供應鏈恢復時間。此外，包括俄烏戰爭衍生地緣政治角力、高通膨對全球經濟影響、未來疫情發展等因素，都增加貨櫃航運市場的不確定性，提高航商營運風險。

高運價大幅改善航商的獲利能力(包括我國籍航商)，而為投資未來，大多數航商係採增加船舶運力，部分主要航商(如 Maersk、CMA CGM 和 MSC)係持續透過收購其他產業公司(如航空貨運)，朝向垂直整合方向發展，部分航商(如 Zim、ONE)則投資增強其資訊與數位化能力，以因應未來發展趨勢，我國航商亦應於營運與財務大幅改善之際，擬定未來投資發展方向。

參考資料：

1. Alphaliner Monthly Monitor
2. Drewry Container Insight Weekly, 31 Mar 2022
3. <https://www.macromicro.me/charts/947/commodity-ccfi-scfi>
4. Drewry Logistic Executive Briefings, 23 Feb 2022