

創新科技在航運及港埠經營上之應用

The Application of Innovative Technologies in Shipping and Port Operations

蔡絢麗 (Hsu-Li Tsai)^①、林婷如 (Ting-Ru Lin)^②、張志清 (Chih-Ching Chang)^{③*}

摘要

資訊通訊、造船技術及自動控制等科技的發展，若能夠被組合而應用於航運及港埠，可實現更高的營運成效，對海上生命安全、環保及營運產生亦有正面影響。但各航商及港埠業者仍以營利為目的，故其應用創新科技發展條件及情況各不相同，而有必要基於政治、經濟、社會及技術構面之考量，探討業者如何應用此等科技。本研究經由資料分析及研究訪談，探討資訊通訊等科技，包括區塊鏈、大數據、數位平台、無人船，人工智慧、自動控制等，未來在航運與港埠經營、航海、物流上之應用方式，以及在應用上所面臨之挑戰與可能發展，期能提供業界之參考。

關鍵字：資訊通訊科技、航運經營、港埠經營、電子航海

Abstract

The development of information, communication technology, automatic control, etc. can enhance the operational efficiency, safety, environmental protection, if they can be applied in shipping and port operations. However, respective shipping companies and ports have their own profit-oriented business goals, and thus they may have to consider political, economic, social

^① 臺北海洋科技大學海空物流與行銷系副教授；聯絡地址：25172 新北市淡水區濱海路 3 段 150 號，臺北海洋科技大學海空物流與行銷系；E-mail: f0875@mail.tumt.edu.tw。

^② 國立臺灣海洋大學航運管理學系碩士；E-mail: tingrulin52@gmail.com。

^{③*} 通訊作者，國立臺灣海洋大學航運管理學系教授；聯絡地址：202 基隆市北寧路 2 號，國立臺灣海洋大學航運管理學系；E-mail: cchang141@gmail.com。

and technological aspects relating to the application of the above mentioned technologies. This study undertakes literature reviews and expert interviews in order to explore how shipping companies and port operators apply block chain, big data, digital platform, autonomous ship, artificial intelligence and automatic control, etc. It also discusses the feasibility of applying those new technologies in shipping and port operations and businesses, navigation, and logistics, as well as the future challenges and development for adapting the challenges. It aims to provide reference to shipping circles.

Keywords: Information communication technology, Shipping management, Port operation, E-navigation

壹、前言

科技發展在航運及港埠的應用上，緊密連接各種新的資訊、通訊及造船技術。而來自多個來源的數據，能夠被組合而進行實際的決策，實現更高的營運成效。自動化船舶之技術，對海上生命安全、環保及營運效率產生亦有正面影響，例如減少燃料消耗、改善遠端流通控制與監測，使供應鏈更有效能，可提高生產力。

提升國家交通資源利用效能和效率是 21 世紀策略性建設的重點。智慧型運輸系統的推動也是共同趨勢，其中包含推動智慧生活及全球運籌，將協助傳統運輸業轉型成為高科技服務業。故運輸業逐漸掀起一波 E (Electronic) 化、M (Mobilize) 化及 U (Ubiquitous) 化的產業革命 (賴鳳珠，2017)，航運業亦不例外。

投資創造利潤是企業永續發展的追

求目標，故得以營利動機導向，應用高科技以提升競爭力，邁向知識經濟時代。但以營利為目的為基礎所組成的國民經濟體系，因各個經濟體系的發展情況各不相同，且各國民經濟體系的經濟利益也未盡一致，故在政治、經濟、社會及技術 (Political, Economic, Social, Technological, PEST) 構面之影響亦不同 (梁興福，2002)。

航運及港埠業者對創新科技之應用，仍須考慮其經濟效益、科技應用限制及法規配合等因素。在以往許多研究文獻上對技術創新及應用討論較多，較少以深度訪談方式探討創新科技應用之挑戰及機會。因此，本研究以訪談方式呈現相關議題的可行應用方式。

本研究是以定期航運航商及學術專家為主要研究對象，來探討航運新科技發展營運與衝擊產生的影響。

1. 文獻回顧與資料蒐集：透過業界專家實

地訪談與國內外學術期刊等資料，對科技發展之影響初步彙整出資料後，整理出影響關鍵之因素。

2. 焦點訪談：針對未來航運所面對之挑戰及困難，包括科技之應用、國際公約及發展物流業務等等焦點議題進行專家訪談，最後將訪談意見作為本研究結論之重要參考依據。

貳、科技產業發展

2.1 資訊通訊科技之應用

區塊鏈 (Block Chain)、大數據 (Big Data)、物聯網 (IoT)、無人船 (Autonomous Ship) 或船舶自動化是未來航運科技的重點趨勢。隨著電子商務的發展，以及網際網路的開放，在網際網路上衍生了新的交易模式，也為傳統的交易模式帶來了新的樣貌，例如數位平台及跨境電商。

運用區塊鏈技術可串接貨主、航商、政府單位等海運產業鏈之作業流程，以及相關文件及資訊流，未來可朝貨櫃運輸及其相關實體物流供應鏈方面，嘗試開發導入區塊鏈技術以進行跨國及跨業別之數位資訊交換以提升營運效率與水準 (林邏耀，2019)。

1. 區塊鏈

區塊鏈於航業上之運用，是一種服務升級。貨物運輸過程資訊以數位化方式來

傳遞及核實，除業者本身之作業流程及成本控制外，對外亦可以增加資訊通透性，提供即時的貨物追蹤相關資訊，包含追蹤貨櫃溫度控制和貨櫃重量等多個變量，提供給跨國航運貨主更完善的服務。區塊鏈具有以下特色 (Rory, 2017)：

- (1) 去中心化：區塊鏈技術不依賴額外的協力廠商管理機構或硬體設施，沒有中心管制。除了自成一體的區塊鏈本身，通過分散式核算和儲存，各個節點實現了資訊自我驗證、傳遞和管理。
- (2) 開放性：區塊鏈技術基礎是開放的，除了交易各方的私有訊息被加密外，區塊鏈的數據對所有人開放，任何人都可以通過公開的介面查詢區塊鏈數據和開發相關應用，整個系統資訊高度透明。
- (3) 獨立性：基於一致的規範和協議 (類似比特幣採用的雜湊演算法等各種數學演算法)，所有節點能夠在系統內自動安全地驗證、交換數據，不需要任何人為的干預。
- (4) 安全性：只要不能掌控全部數據節點的 51%，就無法肆意操控修改網路數據，這使區塊鏈本身變得相對安全，避免了主觀人為的數據變更。
- (5) 匿名性：除非有法律規範要求，技術上各區塊鏈節點的身分訊息不需要公開或驗證，訊息傳遞可以匿名進行。

2. 智能合約

智能合約 (Smart Contract) 是區塊鏈所使用的特殊協議，主要用於提供驗證及執行智能合約內所訂定的條件。智能合約中內含程式碼函數，與其他合約進行互動、做決策、儲存資料及傳送等功能。這些交易具有可追蹤、難以竄改與不可逆轉的特性，使智能合約能在沒有第三方的情況下，仍能進行安全的交易 (KPMG, 2018)。

智能合約結合了區塊鏈技術後，不僅可實現其自動化的內涵，也可以對智慧合約內容之傳送進行加密，且亦可以利用特殊的共識機制驗證交易關係的真偽。又因區塊鏈技術亦可將與智能合約相關的交易資料記錄於分散式帳本內，不再需要由中央的管理機構 (例如：銀行) 介入以確保契約的執行。也可以讓想建立分散式應用程式 (Decentralized App) 的開發者不需重新建構專屬的區塊鏈，只要運用平台的區塊鏈資源即可開發市場進行代幣眾籌 (Initial Coin Offering, ICO)、儲存債務或轉讓之登記並轉讓資金等 (吳俞慶, 2018)。

3. 大數據

大數據為一種全新型態的知識來源，其價值在幫助企業創造出更多的見解及想法，進而對組織的競爭優勢造成影響。透過大數據所產生的知識或許能使企業做出更有利的決策。並經由資料分析及應用，可創造增值服務產業及創新價值。藉由雲端、大數據、物聯網、機器人、自動化、

人工智慧等元素串聯，而這些也是幾年來積極在推動的「工業 4.0」的精髓 (游鎮豪, 2018)。

2.2 航運產業數位化、自動化

發展數位資料可使運送人改善其商業模式，提升服務品質。應用 IT 及自動化科技、發展物流及航運業務，包含立即報價、訂艙、貨況追蹤、文件作業流程簡化，與上下游業者在數位平台互動、整合，達規模經濟、範疇經濟效益。

2.2.1 航運數位化科技

數位平台可使航商直接與其客戶聯結，不必透過中間商，可強化其對市場掌控能力，又因不必透過中間商 (例如：承攬運送人)，而可提升利潤。託運人亦希望市場透明度高，知道運價走勢，使其能掌控運輸、成本及時間物流、並做貨況追蹤。運送人可將新科技、能力及思維定式整合入其傳統的工作方式，經由監控、追蹤預估貨量、流向、貿易型態，以調配船隊、運能、空櫃，以爭取商機，使運能利用最佳化。在初期，係以現有基礎逐漸推動新的數位系統架構。可分析歷史資料，預測未來流量、流向，作為制定訂價及攬貨業務策略之參考，減少空櫃調度成本。

目前許多航運及物流作業系統所產出之資料，並未被妥為運用、分析。未來可朝向大數據分析，發展即時處理能力。數位資料可使承攬運送人改善其商業模式，

提升服務品質，包括：立即報價、訂艙、貨況追蹤、文件作業流程簡化，此外，亦可與上下游業者在數位平台互動及整合，達規模經濟、範疇經濟效益。亦可改變客戶運輸路線之選擇，使航商得以介入整個供應鏈。

資訊通訊科技亦可應用在運價訂定、成本控制、營收管理。在創新商業模式下，可避免傳統航商為市場佔有率而殺價競爭。可經由標準化、數位化、經濟規模，與其他運輸模式聯結，產出較佳之附加價值，甚至因數位化平台，而聯結跨域、跨境、跨供應鏈客戶，提高服務品質，產生差異化效益，提升客戶忠誠度。

2.2.2 貨櫃作業自動化

航運產業將會以數位化、自動化提升生產力及貨櫃運輸之價值。生產力常產生在船、港、腹地運輸介面，包括：橋式機之改善、改變櫃場堆積策略，例如多個貨櫃裝在一大型貨櫃內 (box of boxes) 用極大型橋式機一起裝卸、搬移。貨櫃船可使用全自動化貨櫃終站及內陸作業，以自駕貨車聯結內陸配送中心。在進終站前先完成數位化通關，直接以自動駕駛車直接運至船邊裝船，或卸船後直接運交受貨人。

此等自動化作業亦將改變船舶設計。善用數據，使船舶航程最佳化、堆積及終站作業智能化、維修合宜化。亦可調整船舶到港時間，避免因趕船期而耗油過多，並可使終站空間、機具、人力有較佳之調派。未來亦將有更多的船上活動系統化、

數位化，以減少船員重複執行單一輸入資料及文書作業之工作負擔，並使船岸聯結，做即時的分析，協助監控作業環境。貨櫃船，在進終站前先完成數位化通關，直接以自動駕駛車直接運至船邊裝船，或卸船後直接運交受貨人 (McKinsey, 2017)。

AI 無人碼頭、自動導引車、自動化作業、智能維修及監控逐漸盛行的發展下，目前還有技術及相關法規問題。若要執行，亦有成本及效益、風險管理及確保海運上的安全問題，以及 IT 應用來管理內控的程序決策 (McKinsey, 2017)。

物聯網之應用。經由感應器及雲端，聯結各項服務、設備之資訊。在機器學習及大數據分析下，可以支援航商決策、日常管理、風險管理、存貨管理、保全措施，亦可用於支援物流作業、貨櫃追蹤、冷凍櫃監控、船上機具維修之設備監控 (掃描故障位置)。因此 IoT 為大數據之重要趨動力，可作為貨櫃港朝向整合方案，產生較佳之商業績效，但應考量市場情況、社會發展趨勢、未來法規架構、海運未來需求預測 (林暹耀，2019；Anderson, 2017)。

2.2.3 航商採用情況

長榮海運致力打造雲端航運服務，如發展「雲提單」，簡化貨主貿易流程、提升作業效率，並透過自有平台 (Shipment Link) 簽發具有物權憑證，銀行與保險機構認可之電子提單，加速進出口商、銀行

與船公司的金流支付、提貨結匯等程序。「雲快遞」可方便客戶將貿易文件(商業發票、裝貨清單、產地/檢疫/保險證明等文件)電子檔加密上傳至 Shipment Link, 以數位方式傳給貿易流程中的夥伴。

馬士基(Maersk) 2018年正式推出追蹤貨櫃運輸狀況的區塊鏈平台(Trade Lens), 除了追蹤貨櫃動態外, 更能大幅降低文書處理成本並避免記錄遭到偽造、提高資訊安全能力。

地中海航運(MSC)、達飛航運(CMA CGM)、赫伯羅特(Hapag-Lloyd)、ONE(Ocean Network Express)皆已加入。而這些科技的應用, 也另外衍生新的網路安全及風險。

達飛提出電子化解決方案(e-Solutions), 提供運價的即時查詢與報價, 簡化自動化訂艙、全數位化提單、追蹤貨物動態、線上付款等。

裕民航運旗下新型遠洋船舶均配置物聯網裝置, 可避免與小型漁船碰撞並預測海盜攻擊。物聯網設備蒐集的資料(如: 機械運作、油耗等資料)回傳至集團資訊系統進行大數據分析, 提供最佳操船方式建議, 以減少油耗及二氧化碳的排放量、降低經營成本。

2.3 智慧港口(Smart Port)

港埠與碼頭業者須配合航運公司之資訊通訊科技應用實務, 以提升管理效

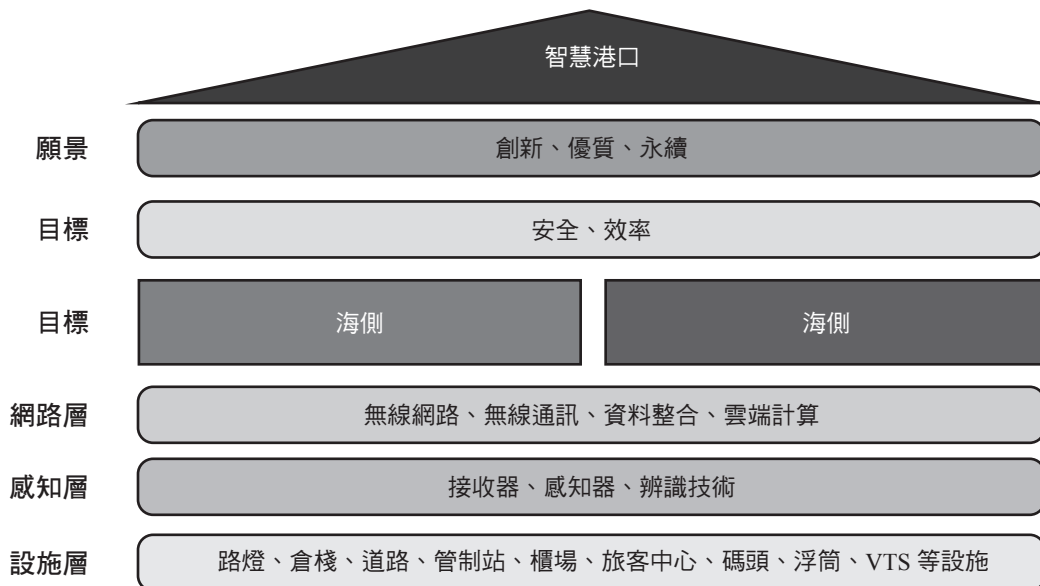
率, 強化港區安全, 符合環保要求。目前全球各大國際商港均已持續地運用資訊通訊科技、人工智慧、物聯網、大數據等科技, 促進港口智慧化、自動化。臺灣港務公司依照港口現況與特性, 量身訂定 Trans-SMART 計畫(Transform Sustainable, Modern and Advanced Ports with Revolutionary Technology), 建構臺灣港口整體發展藍圖。如表 1 所示。

臺灣港埠推動 Trans-SMART 計畫, 在追求安全、效率及環保三大目標下, 由智慧港灣、智慧港埠、智慧觀光及智慧運籌四大構面, 帶動臺灣港群朝智慧化轉型。智慧港口轉型行動方案主要可以分為海側, 及陸側海側、陸側共包含七項行動方案內容(如圖 1 及表 2 所示)。

1. 海側: 以船為核心, 利用智慧科技規劃船舶港區航行, 串聯船舶進出、靠泊所有作業, 提升港灣作業效率, 包含「船舶操航智能輔助系統」提升船舶進出與靠泊安全, 降低港灣事故發生; 「物聯網海氣象即時系統」提供即時氣象之預警及應變; 「智能港灣調度整合系統」串聯船舶進出、靠泊作業, 提升港灣作業效率; 「海事機器人」解決傳統水下作業所需人力與限制, 提高安全與效率。
2. 陸側: 以車、機為核心, 除了讓港口監控人員可更主動、更精確地掌握港口各項資訊, 亦可讓港區業者可彈性安排交領貨時程, 做到人車出入安全、

表 1 各國智慧港口相關建設

商港	智慧建設
新加坡	新加坡海事及港務管理局 (MPA) 與 IBM 於 2017 年共同研發「SAFER」系統，透過智慧交通監管的方式，減少航行事故。該系統包括： 1. 船舶動態自動監測 (Automated Movement Detection Module) 2. 違法分析 (Infringement Analytics) 3. 引水登船監測 (Pilot Boarding Detection) 4. 非法加油監測 (Illegal Bunkering Detection) 5. 預測船隻到達時間 (Prediction of Vessel Arrival Time) 6. 限制區域監控 (Detection of Vessel Entering Prohibited Areas)
鹿特丹港	目標是在 2025 年實現「港內航運聯網」(Connected Shipping)。就像無人駕駛車一樣，讓入港船隻可以自動航行在港內水道。
青島港	全自動化碼頭 2017 年 5 月開始營運，碼頭與各種新技術結合，以提高效率，可比傳統碼頭作業量提高 30%，節省工作人員 70%。
上海港	透過智慧港口的建設實現碼頭運營智能化、海運物流的高度協同化、國際貿易便利化、金融場景的普及化、數據服務的商業化。
廈門	遠海自動化碼頭是目前中國第一個自主研发的全智能、零排放的全自動化貨櫃碼頭，於 2016 年 3 月開始營運。將碼頭裝卸完全置於軌道上，採用電驅動，較傳統碼頭節省能源 25% 以上。
高雄港	新建之洲際二期第七貨櫃中心之各項基礎設施及碼頭規劃時就先以自動化碼頭標準進行設計，未來碼頭營運商進駐後即可依需求導入自動導引車 (AGV)、遠端遙控裝卸機具等自動化設備。



資料來源：臺灣港務公司 (2018)。

圖 1 臺灣港群智慧港口發展架構

表 2 海陸側行動方案

場域	行動方案	目的	內容	應用領域
海側	船舶操航智能輔助系統	提升船舶進出與靠泊安全，降低港灣事故發生。	1. 將船舶進出港口等資料，建立長期資料庫，並透過大數據分析，訂定安全範圍。 2. 即時監控船舶入出港與靠泊碼頭動態，並於發生異常時提出預警。	感測技術、大數據分析、無人船
	物聯網海氣象即時系統	提供即時資訊，強化劇烈氣象之預警及應變。	1. 即時掌握港口風力、波浪、海流、潮位等資訊，並以智能分析針對異常狀況提供警示。 2. 因應未來服務無人船入出港所需之資訊。	感測技術、大數據分析、無人船
	智能港灣調度整合系統	串聯船舶進出、靠泊所有作業，提升港灣作業效率。	1. 串聯及整合航港有關單位之港灣作業。 2. 提供自動化船席指泊、拖船調派等智能港灣支援服務，提升碼頭使用及港口作業效率。	大數據分析
	海事機器人	解決傳統水下作業所需人力與限制，提高安全與效率。	1. 導入機器(人)設備應用於碼頭設施之探測、檢查、維修、建置等作業。 2. 提高水下工作之安全性與查驗效率。	遠端遙控、機器人
陸側	港區智慧交通系統	對異常狀況示警，提升管理效率、強化港區安全。	1. 透過智能分析自動判斷港埠現場狀態，並針對異常情形即時提供警示及追蹤。 2. 主動掌握港口各項資訊，以提升港埠管理效率、強化港口整體安全。	感測 / 辨識技術、大數據分析
	智慧監控管理系統	優化港區內、外交通，減少停等廢氣排放。	透過監視設備與自動化門哨系統等設備，串聯櫃場派車資訊及車輛 GPS 定位，並以 APP 軟體提供港區壅塞情形，預估各管制站、櫃場停等時間，讓港區業者可彈性調整交領貨時程，同時達到減少車輛停等廢氣排放，降低港區空氣污染。	感測 / 辨識技術
	自動化貨櫃碼頭	以自動化櫃場作業，提供全天候、無人化裝卸服務。	碼頭營運商進駐時依需求導入自動導引車 (AGV)、遠端遙控裝卸機具等自動化設備，以提升整體貨櫃作業安全與效能。	感測技術、無人車

資料來源：臺灣港務公司 (2018)。

效率的智慧交通，包含「港區智慧交通系統」、「智慧監控管理系統」優化港區內、外交通，減少停等廢氣排放、「自動化貨櫃碼頭」以自動化櫃場作業，提供全天候、無人化裝卸服務。

3.1 未來船舶設計方向

船舶各系統須配合運輸系統妥善調整角色，達到經濟效益、確保船上安全、符合船級要求、法規要求，以及選擇造船材料必須確保防止環境污染。科技可應用在：

1. 船舶設計、建造、安全、商業及作業績效之改善；船舶運送貨物時間直接影響

參、船舶發展趨勢

營運成本。未來智慧船舶，經由岸上人員協助在遠端操控。有人船舶亦可採半自動化，可在投資成本及效益間取得協調，例如：

- (1) 利用自動化整合柴油電力、推進系統、壓艙水管理系統、防火、安全系統；
 - (2) 自動化系統及 5G 之應用，可聯結船舶 HD 及 3D 影像傳輸作為遠端操作、診斷之用；以增加感應裝置，由遠端診斷；
 - (3) 岸電能源管理系統；
 - (4) 操控過程在駕駛台儀表板顯示之自動化系統 (Waterborne Technology Platform, 2016)。
2. 船舶在結構設計上都須符合減少上層結構、重新分配重量、減少對壓艙水數量之需求、具適航能力、操控及推進動力等要求。可使用能減輕船舶重量之金屬或複合材料；奈米技術應用在焊接、防蝕、塗漆。
3. 可減少人為因素介入；微型機器人也能用於監控污染或惡劣環境下作業；機器人可應用在危險區工作，避免人員傷亡或勞力派遣困難，例如：電焊、救火，或是在有人船上操作部分自動化作業系統，亦可減少船員疲勞或誤判風險 (Wingrove, 2018)。
4. 無線監控可自動收集及傳輸資料，在發現機件瑕疵通知船東設備進行維修，但常需校準及防止網路攻擊。

5. 船舶管理之即時決策可改善船員對外聯絡及生活福祉 (European Commission, 2015)。

6. 電子航海及電子海運科技應用在智能船舶：

- (1) 自動化作業、智能維修及監控、先進之航海系統、防制海盜之智能感應裝置、驅動路網採用全面觀點等設計。
- (2) 在操作、海況適應、船員工作環境等，必須能改善船舶整體效能及效率，以提升安全與保全，確保財務效益，回收投資成本 (Lighthouse Swedish Maritime Competence Centre, 2015)。

3.2 大型貨櫃船

大型貨櫃船發展後，將帶動六大項趨勢，改變市場及航商經營策略：

1. 託運人及客戶需求會逐漸增加：交易模式改變，客戶要求低成本及高可靠性的客製化服務。
2. 在市場部分：商船持續朝貨櫃化，貨櫃貿易量增加；運送人可能由擁有所有權，改變成以長期租賃取得船舶。
3. 在終站經營業：擴充終站實體運能之能力，使其能在有效時間內完成大型貨櫃船裝卸之能力，並交付及發送大量貨櫃，且可與腹地聯結之能力。但仍技術限制，例如：最大堆積高度；

4. **科技部分**：克服了建造大船技術限制，並引入智慧化貨櫃，以及 45' 新式貨櫃；以 IT 應用在貨櫃港 / 岸介面基礎建設，提升效能；
5. **航商**：積極拓展市場，持續努力削減成本，建立新一代船隊，並建立策略聯盟來因應市場競爭，另可尋求比較利益，提供差異化服務；
6. **港埠當局**：持續去管制化；增加環保考量；發展大港；提升港埠可及性。(European Commission, 2015)。

3.3 無人船

1. 無人船又可稱自駕船 (Autonomous Ship) 可用於改善船員不足、勞動環境、減少海難事故及提升作業效率等問題。其優點包括：
 - (1) 可減少船員成本、船員不足、也可減少船員生活空間及設施，增加裝載量。
 - (2) 可避免因疲勞、訓練不足、誤判、工作態度等人為因素造成之事故。
 - (3) 無人在船，密閉空間，海盜難以進入劫持。
 - (4) 即使無人船在短期內尚無法實現，其自動化及遠端遙控等技術，應用於提升安全及效率，仍是未來趨勢。
 - (5) 未來在港區內工作船、短程海上作業及運補船，有機會使用無人船。
2. 無人船雖有效益，但風險也多：

- (1) 雖可以操作精確，可穩定船速與耗油量，但對船員使用新科技的訓練，仍須依馬尼拉修正 (Manila Amendment) 議定書僱用及訓練電子技術官 (Electronic Technical Officer, ETO)。
- (2) 若遭駭客入侵，仍有保全疑慮。
- (3) 在繁忙水道、水文複雜水域、治安不良或海盜攻擊可能水域，仍須人力介入應變。
- (4) 無人船之安全程度是否比傳統船佳仍是存疑，因海上之小船無法完全在雷達顯示，對未裝 AIS 之小船的避碰，若無船員瞭望，有碰撞風險。
- (5) 自動化及通訊技術之可靠性仍有疑義，仍可能有自動化系統失靈、誤判、過度依賴自動化、及資訊不足之問題。在無人船中電子儀器、感應器易生故障、輪機部門亦常有排除故障需求，尤其是老舊船舶及遠洋航線船舶，航行中故障維修常需人力介入。若船上無船員，發生事故時或遇暴風雨，即無緊急應變人力。
- (6) 許多船上工作無法由機器人或遠端遙控完全取代 (成本及效益不佳)，例如：清洗船艙、保養儀器、簡易維修、貨物處理、防竊、防損害擴大、靠泊作業、海難救助、事故後的污染防治、保全及防制海盜攻擊，以及須應變駭客攻擊之能力，

還有貨物的安全，如冷藏貨櫃之電源溫度濕度控制。

(7) 仍應考量風險管理、社會接受程度、船員就業及工會因素。

a. 若無海上工作經驗之船員，將來如何訓練遠端遙控人員熟悉海上作業情況，或設計無人操作系統？未來即使以遠端遙控，其操作人員能否有海上工作經驗，依當時海上情況做出正確判斷，仍有疑慮。而由船上操作至遠端遙控之轉換過程，可能會造成新事故。

b. 船員應視為公司資產而加以聘用、教育訓練，此等支出應視為投資而非成本負擔，而非極力減少船員成本。

(8) 岸上遠端操作人員之專業訓練也是相當重要，船舶操控的人員、各船性能與外在環境互動之複雜性，常須依經驗評估及做正確、專業判斷，故仍須人力介入。人員之養成及教育訓練均甚重要，因此法規修正工程浩大，IMO 公約及各國法規能否在十年內配合修正也是個問題。

3.4 船岸資訊通訊網路

船岸網路聯結是一開放系統，可能被駭客入侵，尤其是關鍵的作業技術系統 (Operational Technology System)。航商仍仰賴大數據分析來進行新的商業模式，在

此數據使用越頻繁的航運時代，駭客入侵及攻擊個案數量、衝擊及複雜性皆有擴大現象。

3.4.1 應用於船舶操作之科技

離岸航海資訊通訊科技使海上交通順暢及航路最佳化，包括動態分道航路、異常之偵測及預測，彈性及可調適之船舶作業、改善之船舶作業及生存能力、改善之船舶航路選擇。

自動化科技船舶定位系統精確、易操作、可靠之航海設備，例如破冰船科技、冬天航行之安全及環保支援模式及程序。複雜作業之操作之決策支援系統及方法，可靠、可連接之岸上之 ICT 基礎設施，聯結電子海運、電子航海及智能運輸，確保全年度、全天候的有效率安全的海運。ISPS Code 及 ISM Code 在 2021 年 1 月 1 日之後才實行網路安全修正案，但即使執行修正案，船隊之成本增加、船員作業、船岸網路聯結等均是挑戰，如未能有效建立網路安全系統，未來之無人船舶，以及船舶操控自動化皆受質疑 (Forbes, 2018)。

3.4.2 電子海運及航海

電子海運及電子航海 (e-Maritime / e-Navigation) 提供駕駛台所需數位化資訊，並提升航行安全及效率，例如航路氣象、最小耗油量及排碳量、船舶交通服務 (Vessel Traffic Service, VTS)、船港通訊等，並且促成自動化操作、減少人為錯誤。

1. VTS 是結合雷達、閉路電視、自動辨識系統 (AIS)、電子海圖、地理資訊系統 (GIS)、全球定位系統 (GPS)，將船舶之移動顯示於電子海圖上。由港務當局設置，以確保船舶操作順暢。但雷達效能受惡劣天候影響，二船距離太近時，會在雷達螢幕上重疊，且須經由 3D VTS 系統輸入潮汐、氣象、海象、AIS，以提供三度空間影像，也是其中限制之一。
2. 電子海圖顯示與訊息系統 (Electronic Chart Display and Information System, ECDIS) 是為電腦航海資訊系統，用以取代傳統之紙本海圖。在船舶近接危險位置時如近接路線、危險水深、航速等發出警報，避免碰撞事故發生，也提供連續性的航行安全及船位資訊，顯示船舶航跡追蹤系統 (Vessel Tracking System)、海流資訊，以選擇省油航路。但此等資訊應經由不同感應器資料交叉比對。不正確或不可靠之船位或過時未更新之海圖，可能造成重大事故。其未來挑戰在如何應用 GIS 及地理位置科技 (Geospatial Technology) 提供正確可靠資訊。
3. AIS 可整合 VHF 接收器、GPS 接收器、其他電子航海感應器，追蹤及識別船位，以避免船舶碰撞。因可追蹤所有船舶之航跡，亦有助於海岸保全。自動化海運應用之領域未來也可用以改善港

埠及物流作業、海區域之管理與發展、船員工作環境，能夠符合船上安全、衛生健康要求。且可改善船舶保全系統、防制駭客攻擊、航路選擇、適應能力、取代紙本文件系統，持續提升能源效率，使用較佳之岸基監控之船舶自動化作業及操作 (Wingrove, 2018)。

4. EU 對電子航海之關注重點在於電子航海設施、人為因素、公約及標準、船舶定位系統、電子海圖、設施標準化、可計量、安全與保全、岸上設施作船舶交通管理，船 / 岸及船 / 船間之通訊 / 資訊之整合以避免混淆或誤判。但 IMO 對電子航海之態度是改善安全及保全，提升船舶操作之效率及績效，對自動化或無人船舶之法規修正，未來仍需相當漫長時間 (Waterborne Technology Platform, 2016)。

3.4.3 人工智慧、虛擬實境、擴增實境、機器學習

人工智慧、虛擬實境 (Virtual Reality, VR)、擴增實境 (Augmented Reality, AR)、機器學習 (Machine Learning)、機器人等也將為航運帶來新的發展。

1. 人工智慧是使用感應器直接建置於各種航運設備中，持續監控運作情況，收集資料、分析，作為即時故障排除、維修，燃料使用之參考。故可改善績效、節省成本、預防保養。未來貨櫃運輸將結合資料分析及航運物流、通訊科技，

發展新的航運商業模式，降低作業成本。因此巨量數據成為有用的分析及預測的工具，也創造了新的工作需求。藉著 AI 工具進行大數據分析，可降低貨櫃短缺率，提升成本效率。

2. 虛擬實境 (Virtual Reality, VR) 及擴增實境 (Augmented Reality, AR) 可用於船舶設計、建造過程中檢視船舶內部，管線、電路、緊急狀況下之人員移動的模擬及人員訓練，透過攝影機影像的位置及角度精算並加上圖像分析技術，讓螢幕上的虛擬世界能夠與現實世界場景進行結合與互動的技術。可用於郵輪上之娛樂、人員疏散演示。隨著隨身電子產品運算能力的提升，擴增實境的用途亦包括使航海決策更有效率，改善對海盜威脅的認知、船上駕駛台操控及遙控。

肆、海運安全與保全

4.1 海運安全

IMO 公約、準則 (Guidelines) 及建議，作業標準及法規要求整合入海事作業中，建立安全文化，使船舶由設計至拆船的生命過程中，能更安全 / 保全、更環保、更有效率。惟若僅有設施、安全法規之遵循，不足以確保海運安全，仍須管理及有效執行方法，故亦有 ISM Code 之立法。海運安全須思考之問題，也包括：

1. 超大型船舶設計及特殊船舶設計，船舶動能及穩定度相當重要，為防止意外事故，應有整合人員操作與外在複雜環境 (社會、技術) 之設計。
2. 在岸上及船上之監控、發證、搜救及救助、撤離；
3. 維修部分，防止腐蝕及金屬疲乏；
4. 在安全及威脅中，組織犯罪、貨品走私、偷渡、武器及毒品危禁品走私、對船舶之攻擊。並包括：與網路及數位化有關之攻擊、對自動化船舶之攻擊、對全球航海系統之攻擊 (IMO, 2012)。

4.2 海運保全

國家須能便利海上商務及經濟活動，同時保護其海域，包括防制海盜犯罪活動、恐怖攻擊及污染等。

1. 海運保全之海盜議題涉及：政治、技術、社會構面。而其防制則與保全能力、情報收集、法律執行，以及陸上海上之國際合作有關。
2. 海運保全的能力是建構在能夠區域及跨地區國家之合作，在發生前偵察、追蹤、識別、回應及記錄恐怖分子的行為，並採取阻止及防治行動。因此，在未來船舶設計應思考如何整合及使用防制科技，以持久降低威脅及風險。
3. 在可行的方案中，包括防衛輔助裝置 (例如密集聲、光系統)、水下及水面監測、先進之情報能力 (驗證追蹤情報、

敵我識別、採取行動之建議)。以雷達長時間追蹤目標之移動來監視海盜行為作為發出相對應之防制指令，在範圍內選擇最優先次序，提供警告資訊給船員，提供優先方案給保全團隊。

4.3 網路安全

電子商務、數位化已成為航運企業生存之標準配備。在大量的船隊及港埠設施投資之下，有賴引入先進管理機制以發揮營運績效，例如引入 IoT 及 AI，但應以發展客戶關係及提升服務品質為前提。

資訊安全，除採用防火牆區隔內外網路，以及透過安全弱點掃描軟體做好事前預防性措施外，入侵偵測系統及防火牆最能提供第一時間的緊急應變機制(郭崇信，2002)。

1. 網路安全不僅在防止駭客攻擊，亦在保障數位資產、資料之安全，使商業運作持續地、有效率地進行。近二十多年來通訊技術和資訊技術快速發展，新的通訊技術、系統和設備不斷湧現；船舶運輸和管理越來越現代化和資訊化，越來越多的航運部門需求和船岸快速簡捷高效直觀的通訊，以加強岸上機構對船舶的管理，提高航運的效率和航行安全(王化民、王成海，2014)。
2. 目前的資訊科技仍不足以完全免除網路攻擊，而有資料被竊、遺失、作業中斷、個資外流等風險，駭客攻擊常以隨

機入侵電腦系統、作業設施，將其資料檔案加密，要求贖金，才予解密。約有 90% 企業尚未採取有效防制此一問題。

3. 歐盟之全面資料保護規則 (the General Data Protection Regulations, GDPR) 於 2018 年 5 月 1 日生效，其他各國亦可能採類似政策，未來所有船舶、船岸聯結可能被要求遵循網路規範 (Forbes, 2018)。

伍、新科技之應用

5.1 在航運與港埠之應用

面對航運及港埠智慧化的應用，各受訪者提出的因應策略及分析如下：

1. 無人船之應用有很多面向待解決，包括：
 - (1) 財產貨物的安全、對人命安全，在海上發生碰撞，那麼無人船責任到底要歸誰？將來要誰承擔？
 - (2) 無人船在海上的時候就是要遙控，遙控的那個人需不需要承擔責任？那遙控的人需不需要有船副、管輪的執照？在海上故障，要如何去修理？要養機器人嗎？還是說要空運過去？
 - (3) 海盜劫船有可能就會上去船上把你自動化關掉，就將船劫走，將貨櫃打開、撬開。

- (4) 自動化還有一個問題就是船員的工作權，除非規定岸上的操作必須要有船員證照(海洋大學 A 教授)。
2. RFID、衛星、區塊鏈就類似 E-Mail，每個人都是區塊鏈中的一份子，以 Mail 傳出，其傳出時間及地點、內容等都記錄，也都有法律效力，就不會如同紙本往來而遺失風險及證據力疑義之問題。而實體就是 RFID、GPS、GIS，可監控貨櫃的動向，進港、出港，都有賴數位化通訊(海洋大學 C 教授)。
3. 可運用在船舶進港安全設施、測試、避碰、辨識、航道指引。或許以後也不需要引水人，他們是需要爬到船上的，每年仍有引水人受傷。危險的作業以後都有可能用機器或是無人機去代替，這可能是未來的趨勢。但短期十年內可能不會。運用 AI，馬上需要做數據分析，然後判斷。那要有配套措施，監控系統就要非常好，他必須要立刻回報，要立刻處理，有時候船需要人力處理緊急狀況。只要能用電處理的行業，人力都會慢慢精簡，只剩下處理人跟人的問題這部分(臺北海洋科技大學 D 副教授)。
4. 有些港口有日出、日落(夜航)限制，都是攸關到成本，所以船公司會越來越講求資訊系統在操船作業上的應用。
- (1) Hapag-Lloyd 導入 Portchain Fleet Planner 系統，管理船隊及碼頭配靠作業。船舶進港作業，碼頭靠多久？怎麼靠？進出港要多少時間？跟港口的作業效率、進出港的規定等。
- (2) 區塊鏈的應用一定會更大，因為加密資料的不可逆性及多重驗證機制，在國際貨運安全共同監管的合作下，是一個很好的資料來源及平台。區塊鏈結構下因資料無法竄改，可以從最源頭就可以一層一層加疊下來，從物料到成品出貨，再到配送，哪些貨在哪個貨櫃，都有辦法可以查對，目前全球前十大航商都有涉入相關研議，並組協會合作塊鏈作業平台。
- (3) AI 就可以針對累積下來的海量資料做 Data Mining 及 Learning (深度學習)，往資訊去挖、去做應用。
- (4) 船在海上航行或多或少會遇到引擎、機械問題，無人船的航行如何隨時隨地派人檢修？無人船目前也只有北歐在試行，用了很多資源下去做測試的監控，風險也還是很高。船員的薪水之於運費來講是九牛一毛，無人船比較像是實驗性質，目前還在實驗階段，還沒有到全面運用的階段。
- (5) 船公司業務涉及海量資料及資訊交換，通常不會只在自己公司設資料庫，還會在外專業資料庫管理公司設備份(援)資料庫。所有的資料都會有資安公司做安全防護，以備隨時資料復原需求。船公司的資訊系

統若多是外包設計再予整合，中間勾稽環節越多，資安漏洞及風險也就相對提高，若自主比例提高，加上整合能力夠強，那安全性也就相對提高（航運公司 E 主管）。

5. 目前全球航運業正朝管理智慧化方面發展，強化對所屬船舶的監控、管理、應對突發事件的能力，以提升經營效率並確保經營安全。使用的新科技包含物聯網、大數據分析、5G 網路、區塊鏈等（臺灣港務公司 F 主管）。

6. 馬士基在做 Daily Maersk 的時候就是透過資訊系統讓所有的航班可以準時，透過衛星定位，5G 可以讓影像很及時。

(1) 區塊鏈這些雲端資訊分享給所有的人，因為很及時，空間的區隔感就會縮小。過去因為距離大家無法溝通，訊息沒辦法聯絡，沒辦法掌握。現在不論在哪裡，船貨預定什麼時候到，訊息交換得很快，效率及安全都會提升。

(2) 以後的船舶人員一定會變少，用很多裝置就可以取代人工。直接用無人船還有個幾年，因為所有的基礎建設，包含船舶，因為所有東西都靠資訊系。有人船演變成無人船的期間還會拉滿長的，且 GPS 也要很精準，而海洋、海底的變化還是滿複雜的（臺灣港務公司 G 主管）。

7. 可用於船舶作業及由運務部做的事情：

(1) 從微觀來講，由船上的貨櫃管理到

倉儲管理、人員管理。用電腦、機器去操船一定會比較省油。

(2) 無人船可減少人為因素，發生海上事故 70% 是人為造成的，若用電腦去操船，可以大幅減少人為操作。透過遠端操控船的方式，船員的定義就會改變，船員不見得要在船上，只要能操控船舶就好。歐洲在推廣無人船概念時，很強調減少人為疏忽。

(3) 從 Operational 來講，可以透過資訊演算法、人工智慧可以提升經營效能的，去減少營運成本，若從對客戶端的服務也是有效益的（中央研究院 H 博士）。

8. ICT 之應用在航運上，包括航行安全、保全（船、港、貨之反恐措施）、通關、供應鏈及物流，指揮及回饋之內部控制、文件及電子支付。

(1) 近來為了對抗駭客入侵而發展的區塊鏈技術，亦可能用於行動裝置，成為物流業者整合各節點之工具。

(2) 在智慧港埠方面，因各港作業性質不一，所採之 ICT 系統可局部或全部採行。但需考量對 ICT 應用之需求採漸進且具擴充之彈性。

(3) AI 之應用主要在自動化貨櫃碼頭，但因 AGV 較為昂貴。若港埠勞工成本低及不缺工時，可能只會採用半自動化碼頭。

(4) 至於無人船在目前可能仍在發展，

至少在遠洋航線上不可行。

- (5) 創新科技仍須人力素質之提升及高階引領至正確方向，才有可能有效發揮其功能 (海洋大學 I 教授)。

5.2 新科技應用對航運及港埠之影響

各受訪者提出的因應策略及分析如下：

1. 資訊追蹤系統的建立可能是最重要的，如何去追蹤、即時掌握，才能去談服務品質，因此追蹤技術、資訊能力很重要 (海洋大學 A 教授)。
2. 可強調智慧港埠 (Smart Port)、AI、區塊鏈、大數據的運用，港跟港的聯結。
 - (1) 客運商旅智慧化，郵輪就可跟船公司聯結，跟保險、銀行、旅行社、交通等等聯結起來，以提高服務並創新。
 - (2) Smart 就是用智慧，將 E 化的資訊加上新科技的整合，整個連接起來，可用得更廣 (前臺灣港務公司 B 主管)。
3. 在航線的選擇上，航商不會因為科技應用比較好而選擇停靠，仍視其船舶航線而定。
 - (1) 港口最重要的就是位置，就是在世界地理的位置，技術及服務創新是附帶的，雖很重要，但這是次要。因為你要先把航線跟業務做起來，航商會因為你地理位置好，戰略位置重要而來，再去提升技術跟設備就會更好。技術及服務創新可輔助港口之航線跟地位。
 - (2) 由 Port to Port 現在變成 Door to Door，或是幫客戶管理存貨，擴大航商的利益跟服務項目。船公司發現這是一個很好的商機，現在要往前，踏出這一塊，因為像海運、物流，只要有操作就有錢賺，但若本身 Service 不好，客戶也不會用。
 - (3) 在設施上，雙吊或是岸電設施 (環保)，光學字元辨識 (Optical Character Recognition, OCR)、電子辨識、RFID、冷櫃服務 (冷插)，現在很多生鮮需要冷插，還有儀檢 (海洋大學 C 教授)。
4. 技術創新需要很多的資本，會有投資效益及投報率的考量。
 - (1) 港埠經營所需的技術創新大部分宜留給業者來做，港公司要做的部分是服務創新，築巢引鳳。
 - (2) 港埠經營在技術創新的應用及需求上，主要著墨航政管理及港口安全監控。物流作業的技術創新留給業者去做，會更有效益。
 - (3) 港埠經營機構及航政主管機關只要把制度做好，設定目標及產業標準，提供足夠的投資誘因或稅賦優惠，業者就會願意把錢投進來。
 - (4) 臺灣港口物流產業要大幅發展，關

務法規的便利性要跟得上新產業、新業務發展需求。適度鬆綁都很重要，現在物流模式比法規訂定的時候已經進步太多，許多法規相對地跟不上(航運公司 E 主管)。

5. 隨著港埠功能的多元化，新一代港口漸漸朝向智慧化邁進。

- (1) 智慧運籌港是整合商流、物流、金流、資訊流、潮流的「五流合一」，強調行動與速度，在面對全球海運競爭態勢，為即時且充分滿足國際運輸的需求。
- (2) 港埠經營管理單位如何運用智慧化幫助港口升級，是港口發展的重要競爭力之一，故能增進港口營運效率與競爭優勢。並透過現有航港資訊基礎架構下，持續優化港區資訊環境，以充分運用資訊通訊技術，加強港際、周邊城市間之資訊整合與分享運用，以發揮資訊加值效益。
- (3) 智慧港口是指經由物聯網、雲計算、決策分析優化等智慧技術手段進行感知、連接與計算港口供應鏈各核心的關鍵訊息。並將所有資訊與行動都無縫接軌，從而對港口管理運作做出最智慧的判斷。
- (4) 全球經濟增速放緩已成為新常態，碼頭同質化競爭問題越來越嚴重。過去單純依靠港口地理優勢，通過裝卸服務獲得成長的模式已變得不可靠。因此，港口業的轉型升級已

勢在必行，構建差異化的價值和競爭優勢已迫在眉睫。

- (5) 臺灣港群轉型智慧港就是為了達到安全、效率及環保三大目標。面對未來日益增加的作業量，透過新興科技的應用來轉型，為智慧港口是時勢所趨。而港口的功能從單一貨運生產到綜合物流彙集，從傳統物流，提升到商流、金融流、技術流、資訊流全面大流通。運輸方式也從車船聯運，提升到以國際複合式運輸為主要運輸方式(臺灣港務公司 F 主管)。

6. 若把港埠作業串聯起來，供應鏈才串起來，技術不是問題，而是技術分享與資訊交換。

- (1) 現在也做智慧雲，將貨物與關貿網路做結合，可以掌握貨況。航商已可透過港棧平台，但跟全球的區塊鏈的聯結還是有點距離。
- (2) 港埠若要有技術及服務創新，應該要介入航運。只有參與航運，才能找到需要。港埠各單位又分的太散，又有航港管理機關、港埠經營事業、關務貿易等，整合本身就是困難，介面很多。
- (3) 若未經營貨櫃場，對貨的掌控很低，故對於港埠功能本身是減少的。若要增加效能，功能的需求面都要增加(臺灣港務公司 G 主管)。

7. Smart Port 只是一個名稱而已，實質上每個港做法都不一樣。

- (1) 若進出港很擁擠的話，則船岸管理介面或許可以用 Smart Port 方式來最佳化。智慧港口來做海上的交通管理，因為船公司要準時離開跟靠泊，使用這個系統來輔助是有效益。
- (2) 貨主跟 Forwarder 要的是物流面的服務，故可以透過服務創新。貨量若不多，不需要用到高階智慧港埠方法來管理，相對之下這種方法效益就沒有很高。但一個港口隨時保持一個營運效率是好的（中央研究院 H 博士）。

8. ICT 系統之應用有三大關鍵：

- (1) 為軟硬體之建置，需考量財務、需求及未來維護之成本。
- (2) 一為應用，須在組織內部構成使用 ICT 改善作業流程，內部控制、決策、組織文化、對外聯結之能力及環境。
- (3) 另一為如何對外聯結，構成商務平台、資訊平台，則有賴業務、客服業部門之投入及行銷，以增加營收。而高階人員之支持應為關鍵成功因素，不論在財務、推動 ICT 改善工作流程及效率、聯結 CIQS，尋找相關單位或客戶，皆有成本及持續改正缺失。改變現有作業方式可能面臨某些困難，若高階未支持，不易成功（海洋大學 I 教授）。

陸、結論與建議

6.1 結論

本論文在探討創新科技在航運港埠實務及作業上之應用，以及未來之機會及挑戰，其結論如下：

1. 區塊鏈、大數據、物聯網 (IoT)、船舶自動化、數位平台是未來航運科技的重點趨勢，也在網際網路上衍生了新的交易模式。
2. 數位資料可使運送人改善其商業模式，提升服務品質，包含立即報價、訂艙、貨況追蹤、文件作業流程簡化，與上下游業者在數位平台互動、整合，達規模經濟、範疇經濟效益。
3. 在創新商業模式下，可避免傳統航商為市場佔有率而殺價競爭，產出較佳之附加價值。因數位化平台，而聯結跨域、跨境、跨供應鏈客戶，提高服務品質，產生差異化效益，提升客戶忠誠度。
4. 自動化作業亦將改變船舶設計，使船舶航程最佳化、堆積及終站作業智能化、維修合宜化，避免因趕船期而耗油過多，將有更多的船上活動系統化、數位化，以減少船員重複執行單一輸入資料及文書作業之工作負擔。
5. 科技可應用在：船舶設計、建造、安全、商業及作業績效之改善；自動化整合柴油電力、推進系統、壓艙水管理系統、防火、安全系統－自動化系統

及 5G 之應用，作為遠端操作、診斷之用；岸電能源管理系統；操控過程在駕駛台儀表板顯示之自動化系統；可減少人為因素介入；微型機器人也能用於監控污染或惡劣環境下作業；船舶管理之即時決策可改善船員對外聯絡及生活福祉；電子航海及電子海運科技應用。

6. 無人船岸上遠端操作人員之專業訓練也是相當重要，船舶操控的人員、各船性能與外在環境互動之複雜性，常須依經驗評估及做正確、專業判斷，故仍須人力介入。亦面臨現行法規修正之工程浩大，IMO 公約及各國法規能否在十年內配合修正也是個問題。
7. 離岸航海資訊通訊科技使海上交通順暢及航路最佳化，包括動態分道航路、異常之偵測及預測，彈性及可調適之船舶作業、改善之船舶作業及生存能力、改善之船舶航路選擇。但在此數據使用越頻繁的航運時代，駭客入侵及攻擊個案數量、衝擊及複雜性皆有擴大現象。
8. 若把港埠作業串聯起來，供應鏈才串起來，技術不是問題，而是技術分享與資訊交換。做智慧雲，將貨物與關貿網路做結合，可以掌握貨況。

6.2 建議

本研究對於創新科技應用方式及建議，如下：

1. 運送人可將新科技、能力及思維模式整合入其傳統的工作方式，經由監控、追

蹤預估貨量、流向、貿易型態，以調配船隊、運能、空櫃，以爭取商機，使運能利用最佳化。

2. AI 無人碼頭、自動導引車、自動化作業、智能維修及監控逐漸盛行的發展下，仍應克服技術及相關法規問題。亦須考慮成本及效益、風險管理及確保海運上的安全，以及如何應用 IT 來管理程序決策及內控。物聯網可用於支援物流作業，但應考量市場情況、社會發展趨勢、未來法規架構、海運未來需求預測。
3. 港埠與碼頭業者須配合航運公司之資訊通訊科技應用實務，以提升管理效率，強化港區安全，符合環保要求。
4. 船舶各系統須配合運輸系統妥善調整角色，達到經濟效益、確保船上安全、符合船級要求、法規要求，以及選擇造船材料必須確保防止環境污染。
5. 因應大型貨櫃船之發展後，航商可採之經營策略，包括：運送人可能由擁有所有權，改變成以長期租賃取得船舶；擴充終站實體運能之能力，使其能在有效時間內完成大型貨櫃船裝卸之能力；克服了建造大船技術限制，並引入智慧化貨櫃；以 IT 應用在貨櫃港 / 岸介面基礎建設；持續努力削減成本。而港埠當局應持續去管制化；增加環保考量；發展大港；提升港埠可及性。
6. 無人船之使用，除技術上應持續克服外，仍應考量風險管理、社會接受程

度、船員就業及工會因素。因操作人員能否有海上工作經驗，依當時海上情況做出正確判斷，仍有疑慮。船員應視為公司資產而加以聘用、教育訓練，此等支出應視為投資而非成本負擔，而非極力減少船員成本。

7. 僅有創新科技設施、安全法規之遵循，不足以確保海運安全，仍須管理及有效執行方法，故應有效執行 ISM Code。海運安全須思考下列問題：超大型船舶設計及特殊船舶設計，應有整合人員操作與外在複雜環境(社會、技術)之設計；在岸上及船上之監控、發證、搜救及救助、撤離；維修部分，防止腐蝕及金屬疲乏；防範組織犯罪、貨品走私、偷渡、武器及毒品危禁品走私、對船舶之攻擊。
8. 技術創新需要很多的資本，會有投資效益及投報率的考量。港埠經營所需的技術創新大部分宜留給業者來做，港公司要做的部分是服務創新，築巢引鳳。物流作業的技術創新留給業者去做，會更有效益。港埠經營機構及航政主管機關只要把制度做好，設定目標及產業標準，提供足夠的投資誘因或稅賦優惠，業者就會願意把錢投進來。關務法規的便利性要跟得上新產業、新業務發展需求。適度鬆綁都是很重要。
9. 港埠若要有技術及服務創新，應該要介入航運。只有參與航運，才能找到需要。

參考文獻

王化民、王成海，2014，全球海上遇險與安全系統複審與現代化研究，第二屆海峽兩岸海事風險評估與管理學術研討會論文集，81-85。

吳俞慶，2018，從契約法觀點論智慧合約的內涵與應用，國立政治大學國際經營與貿易學系研究所碩士論文，臺北市。

林邏耀，2019，物聯網技術應用於智慧港口及碼頭作業之研究，交通部運輸研究所，臺北市。

梁興福，2002，臺灣高科技產業發展帶動金融變革之研究，國立交通大學科技管理研究所碩士論文，新竹市。

郭崇信，2002，網路安全多層次聯防動態控管機制之研究，國防大學國防管理資訊研究所碩士論文，臺北市。

游鎮豪，2018，大數據時代知識管理之改變，國立高雄師範大學人力與知識管理研究所碩士論文，高雄市。

臺灣港務公司，2018，臺灣港群智慧港口發展藍圖 https://www.epaper.twport.com.tw/?act=epaper&cmd=detail&ad_id=20181023001

賴鳳珠，2017，運輸業科技化之商業模式——以回頭車為例，國立高雄第一科技大學財務管理系碩士專班碩士論文，高雄市。

Anderson, R.N., 2017. *Big Data Analytics for the Oil and Gas Industry*. Available at: from <https://www.researchgate.net/>

publication/326467688_Big_Data_Analytics_for_the_Oil_and_Gas_Industry (accessed Feb, 2020)

European Commission, 2015. *Report of the Study on the Analysis and Evolution of International and EU Shipping*. Available at: <https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/modes/maritime/studies/doc/2015-sept-study-internat-eu-shipping-final.pdf> (accessed Feb, 2020)

Forbes, V.L., 2018. *The Global Maritime Industry Remains Unprepared for Future Cybersecurity Challenges*. Available at: <http://www.futuredirections.org.au/publication/the-global-maritime-industry-remains-unprepared-for-future-cybersecurity-challenges/> (accessed Mar, 2020)

IMO, 2012. IMO plans 'Future of Ship Safety'. *Maritime Journal*. Available at: <https://www.maritimejournal.com/news101/industry-news/imo-plans-future-of-ship-safety> (accessed Mar, 2020)

KPMG, 2018. *Report of the Navigating the Future – Changing Business Models Shipping Insights*. Available at: <https://home.kpmg/xx/en/home/insights/2018/11/shipping-insights-navigating-the-future.html> (accessed Mar, 2020)

Lighthouse Swedish Maritime Competence Centre, 2015. *Report of the Maritime Research and Innovation for the Future*. Available at: <https://www.lighthouse.nu/sites/>

www.lighthouse.nu/files/attachments/160630_eng_lighthouse_programomraden_webb.pdf (accessed Feb, 2020)

McKinsey & Company, 2017. *Report of the Container shipping: The next 50 years*. Available at: https://www.safety4sea.com/wp-content/uploads/2017/10/McKinsey-Container-shipping-The-next-50-years-2017_10.pdf (accessed Feb, 2020)

Rory, H., 2017. *Blockchaining the Future? Streamlining the Supply Chain in the Maritime Industry*. Available at: <https://rhulgeopolitics.wordpress.com/2017/12/20/blockchaining-the-future-streamlining-the-supply-chain-in-the-maritime-industry/> (accessed Feb, 2020)

Waterborne Technology Platform, 2016. *Report of the ICT Maritime Opportunities 2030: Maritime Connected and Automated Transport*. Available at: <https://www.waterborne.eu/media/24884/mesa-brochure-2016.pdf> (accessed Feb, 2020)

Wingrove, M., 2018. *Ten Technologies to Shake up Maritime*. Available at: <https://www.rivieramm.com/news-content-hub/news-content-hub/ten-technologies-to-shake-up-maritime-in-2018-26131> (accessed Feb, 2020)