

115-030-2353

MOTC-IOT-114-ECB007

我國貨櫃航運產業數位與永續 雙軸轉型研究（1/2） - 方案架構及策略研擬



交通部運輸研究所

中華民國 115 年 7 月

115-030-2353

MOTC-IOT-114-ECB007

我國貨櫃航運產業數位與永續 雙軸轉型研究（1/2） - 方案架構及策略研擬

著者：劉仲祥、陳伯錚、黃千瑜、黃盈婷、方嘉伶、戴佐敏、
林宗禧、蕭國英、林孝斌、張群芳、賴威伸、王怡婷

交通部運輸研究所

中華民國 115 年 7 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

題名/著者：我國貨櫃航運產業數位與永續雙軸轉型研究。(1/2)：
方案架構及策略研擬 / 劉仲祥，陳伯錚，黃千瑜，黃盈婷，方嘉
伶，戴佐敏，林宗禧，蕭國英，林孝斌，張群芳，賴威伸，王怡婷
著

版本：初版

出版：臺北市：交通部運輸研究所，民 115.07

識別碼：ISBN 978-986-531-768-3 (平裝) | CIP 115007077

主題詞：LCSTT：航運業 | LCSTT：航運管理 | LCSTT：數位化 |

LCSTT：產業發展

分類號：557.4

我國貨櫃航運產業與永續雙軸轉型研究(1/2)-
方案架構及策略研擬

著者：劉仲祥、陳伯錚、黃千瑜、黃盈婷、方嘉伶、戴佐敏、林宗禧、蕭國
英、林孝斌、張群芳、賴威伸、王怡婷

出版機關：交通部運輸研究所

地址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號

網址：www.iot.gov.tw (中文版 > 數位典藏 > 本所出版品)

電話：(02)2349-6789

出版年月：中華民國 115 年 7 月

印刷者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 48 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：310 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸科技及資訊組 • 電話：(02)2349-6789

國家書店松江門市：104472 臺北市中山區松江路 209 號 • 電話：(02)2518-0207

五南文化廣場：403 臺中市西區臺灣大道 2 段 85 號 • 電話：(04)2226-0330

GPN：1011500629 ISBN：978-986-531-768-3 (平裝)

著作財產權人：中華民國 (代表機關：交通部運輸研究所)

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所
書面授權。

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE : A Study on the Digital and Sustainable Twin Transition of Taiwan's Container Shipping Industry (1/2): Program Framework and Strategy Formulation			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-531-768-3(pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1011500629	IOT SERIAL NUMBER 115-030-2353	PROJECT NUMBER 114-ECB007
DIVISION : Transportation Engineering, Maritime and Air Transport Division DIVISION DIRECTOR : Lai Wei Shen PRINCIPAL INVESTIGATOR : Lai Wei Shen PROJECT STAFF : Wang Yi Ting PHONE : (02)2349-6822 FAX : (02)2545-0427			PROJECT PERIOD FROM March 2025 TO December 2025
RESEARCH AGENCY : Institute for Information Industry PRINCIPAL INVESTIGATOR : Liou Jong Shyang PROJECT STAFF : Chen Po Cheng, Huang Chien Yu , Huang Ying Ting, Fang Chia Ling, Dzwo-Min Dai, Lin Zong Si, Siao Guo Ying, Lin Xiao Bin, Chang Cyun Fang , Lai Wei Shen , Wang Yi Ting ADDRESS : 8F., No. 133, Sec. 4, Minsheng E. Rd., Songshan Dist., Taipei City 105412 , Taiwan (R.O.C.) PHONE : (02)6607-2722			
KEY WORDS : Maritime and Port Industry, Twin Transition, Transformation Framework			
<p>ABSTRACT :</p> <p>This two-year study aims to address the challenges arising from global supply chain restructuring, strengthening sustainability and decarbonization regulatory frameworks, and the need to enhance operational efficiency in the container shipping industry. From a Digital × Sustainable Twin Transition perspective, this study seeks to develop a feasible and scalable transformation pathway for Taiwan's container shipping sector. The first-year research focuses on the formulation of program frameworks and strategic directions, serving as the foundation for subsequent action planning and implementation.</p> <p>This study integrates international trend analysis and benchmark cases with the Twin Transition Capability Maturity Model (TTCMM), IFRS sustainability disclosure standards, and relevant empirical practices to establish a twin transition assessment framework and evaluation scale tailored to Taiwan's container shipping industry. Through quantitative assessments, in-depth interviews, and consensus-building workshops, this study systematically identifies transformation status, capability foundations, and key bottlenecks across different business segments and firm sizes.</p> <p>The findings indicate that Taiwan's container shipping industry is generally advancing in parallel with digitalization and sustainability dimensions, with most enterprises positioned within a zone of synchronized growth. This suggests a mutually reinforcing relationship between digital adoption and sustainability practices. However, significant disparities in transformation maturity persist across business segments and firm sizes. Small and medium-sized enterprises, in particular, face higher barriers related to resource constraints, institutional readiness, and cross-sector collaboration capacity.</p> <p>Based on these findings, this study proposes a twin transition vision and strategic objectives centered on the SEA (Smart × Eco × Alignment) framework. The SEA approach emphasizes smart transformation to enhance operational efficiency and decision-making quality, eco transformation to translate decarbonization goals into manageable operational indicators, and alignment through partnerships to promote cross-sector and cross-supply chain integration. Under this framework, five key programs are proposed: (1) establishing public-private collaboration mechanisms; (2) strengthening organizational and workforce transformation capabilities; (3) promoting data-driven management; (4) leveraging digital technologies to enable energy efficiency and decarbonization; and (5) advancing supply chain data integration and standardization. The results of this study provide an important reference for competent authorities in advancing smart and low-carbon maritime policies, as well as for industry stakeholders in planning medium- to long-term twin transition initiatives.</p>			
DATE OF PUBLICATION July 2026	NUMBER OF PAGES 260	PRICE 310	
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

目 錄	III
圖目錄	V
表目錄	VII
第一章 緒論.....	1
1.1 計畫背景	1
1.2 計畫範圍	2
1.3 計畫研究架構	4
1.4 計畫預期成果與效益	6
第二章 貨櫃航運數位與永續雙軸轉型趨勢分析.....	9
2.1 雙軸轉型文獻回顧	9
2.2 國內外數位治理與永續政策發展	17
2.3 貨櫃航運業雙軸轉型案例	35
2.4 貨櫃航運業雙軸轉型趨勢歸納	76
第三章 評估我國貨櫃航運產業雙軸轉型能量.....	81
3.1 「貨櫃航運業雙軸轉型評估量表」指標回顧	81
3.2 「貨櫃航運業雙軸轉型」評估架構	91
3.3 深度訪談整合分析	98
3.4 我國貨櫃航運產業雙軸轉型現況	115
3.5 我國航港產業雙軸轉型之能量	125
第四章 貨櫃航運產業雙軸轉型方案架構及策略.....	129
4.1 雙軸轉型共通核心問題	129
4.2 貨櫃航運雙軸轉型工作坊	132
4.3 研擬貨櫃航運產業雙軸轉型方案架構及策略	142
第五章 結論與建議	151
5.1 結論	151
5.2 建議	154
參考文獻	157
附錄一、期中報告審查意見處理情形表	163
附錄二、期末報告審查意見處理情形表	193
附錄三、雙軸轉型定義	215
附錄四、國際組織於數位與永續之倡議	217

附錄五、IFRS 國際財務報導準則與永續揭露準則之面向.....	223
附錄六、雙軸轉型評估架構.....	227
附錄七、貨櫃航運業雙軸轉型評估量表.....	233
附錄八、訪談大綱.....	243
附錄九、各公司量表評估結果.....	245

圖目錄

圖 1	本研究研究對象.....	2
圖 2	計畫研究架構圖.....	5
圖 3	計畫預期成果與效益.....	7
圖 4	數位轉型進程.....	10
圖 5	ESG 政策演進與內涵.....	11
圖 6	雙軸轉型能力框架.....	15
圖 7	本研究雙軸轉型定義.....	17
圖 8	IFRS 國際財務報導準則與永續揭露準則-整體概覽.....	24
圖 9	IFRS 國際財務報導準則與永續揭露準則-S1,S2 核心內容.....	25
圖 10	新加坡港雙軸轉型主要倡議.....	41
圖 11	釜山港務局 - 壓電系統.....	44
圖 12	釜山港務局 - 壓電系統與其他再生能源之比較.....	44
圖 13	洛杉磯港雙軸轉型策略.....	50
圖 14	丹麥 Maersk Emissions Dashboard.....	58
圖 15	長榮海運智慧減碳排程系統.....	60
圖 16	歐盟 iTerminals 4.0 三大驗證主軸及動態碳足跡.....	62
圖 17	台北港貨櫃碼頭股份有限公司雙軸轉型現況.....	63
圖 18	中國貨櫃運輸股份有限公司雙軸轉型現況.....	64
圖 19	派送卡車管理系統 (eCall Freight System) 示意.....	65
圖 20	中菲行綠色運輸策略.....	66
圖 21	德訊集團雙軸轉型措施.....	67
圖 22	威爾森物聯網與船舶管理.....	68
圖 23	臺灣高虎母公司 Port Line Up 平台.....	69
圖 24	JIT 靠港協作強化資料整合.....	70
圖 25	洛杉磯港 POP 計畫中以數位化實現永續手段.....	71
圖 26	港務公司推動雙軸轉型現況.....	72
圖 27	航運產業雙軸轉型跨業別歸納共同特徵與關鍵趨勢.....	79
圖 28	我國貨櫃航運產業雙軸轉型能量評估架構圖.....	81
圖 29	雙軸轉型維度與指標.....	82
圖 30	Deloitte ESG 高階管理者調查.....	89
圖 31	我國貨櫃航運產業雙軸轉型能量與議題分析架構.....	95
圖 32	量表評估方法.....	96
圖 33	航運體系評估名單.....	98

圖 34	各企業雙軸成熟度落點圖.....	118
圖 35	三群平均分數與資本額.....	120
圖 36	各業者資本額與雙軸成熟度對比分布.....	122
圖 37	三群各維度分數比較.....	123
圖 38	受訪業別的分群分布.....	124
圖 39	非體系業者與體系業者成熟度比較.....	125
圖 40	貨櫃航運雙軸轉型工作坊-與會者合照.....	141
圖 41	貨櫃航運雙軸轉型工作坊-活動過程及產出.....	142
圖 42	我國貨櫃航運產業數位與永續雙軸轉型方案架構及策略.....	143
圖 43	WEF 對雙軸轉型的詮釋.....	222
圖 44	IFRS 國際財務報導準則與永續揭露準則-治理面向.....	223
圖 45	IFRS 國際財務報導準則與永續揭露準則-策略面向.....	224
圖 46	IFRS 國際財務報導準則與永續揭露準則-風險管理面向.....	225
圖 47	IFRS 國際財務報導準則與永續揭露準則-指標與目標面向.....	226
圖 48	因素分析結果.....	229
圖 49	VIF 保留指標的因素分析結果.....	231

表目錄

表 1	計畫範圍、研究/參與對象與工作內容	3
表 2	航港產業數位轉型進程定義彙整表	10
表 3	國內外永續政策現況	19
表 4	EU ETS 與 CBAM 之對照	22
表 5	國內外主要永續規範對貨櫃航運業的衝擊	34
表 6	國際標竿貨櫃港口比較分析表	54
表 7	TIC4.0 與 iTerminal 4.0 之關係	61
表 8	數位永續雙軸轉型能力成熟度模型 (TTCMM) 維度與成熟度	85
表 9	航港產業數位化成熟度量表維度與指標	90
表 10	雙軸轉型之構面與指標	91
表 11	雙軸轉型維度與指標	93
表 12	船舶運送業雙軸轉型推動綜整	100
表 13	海運承攬運送業雙軸轉型推動綜整	102
表 14	船務代理業雙軸轉型推動綜整	105
表 15	貨櫃集散站經營業(含貨物裝卸承攬業)雙軸轉型推動綜整	108
表 16	汽車貨櫃貨運業雙軸轉型推動綜整	114
表 17	數位及永續維度 Cronbach's α 值	116
表 18	貨櫃航運雙軸轉型工作坊單元設計	132
表 19	貨櫃航運雙軸轉型工作坊-情境模擬說明	133
表 20	貨櫃航運雙軸轉型工作坊-成員成果摘要	138
表 21	公私部門的方案與角色分工表	149
表 22	私部門的方案與角色分工表	150
表 23	PCS 由單軸數位轉型轉為雙軸轉型	219
表 24	借鏡國際 PCS 發展可參考之短中長期作法	220
表 25	量表指標相關係數矩陣	228
表 26	各指標重要性	228
表 27	各指標 VIF 數值	230

第一章 緒論

1.1 計畫背景

全球暖化帶來的衝擊使得各國紛紛推動碳排放減量措施，我國亦提出「2050淨零排放」目標，期透過技術及創新，引導產業轉型，並促進經濟成長。航運產業作為全球貿易的核心，碳排放量約占全球2%至3%，面臨國際對於碳揭露標準日益嚴格，須積極規劃減碳策略與轉型路徑，透過數位科技提升數據透明度、發展數位人才及建立合作夥伴關係，成為產業轉型的核心策略。例如長榮海運開發智慧減碳排程系統，結合大數據資料分析，加強對船舶營運能效資料的收集與分析，以提升船舶營運效率。

數位轉型與永續轉型相輔相成，透過標準化及數位工具減少低效率與紙本流程達到永續目標，並將永續思維導入技術與數據基礎建設中使得更具永續性，形成「數位驅動永續，以永續引領數位」雙軸轉型模式。國際組織已陸續倡導數位與永續雙軸轉型，如聯合國《2023年技術與創新報告》^[1]及《2023年海運述評》^[2]，皆強調運用數位解決方案來提升效率與環境永續性；國際港口亦陸續採取行動，如鹿特丹港的 WPCAP 計畫^[3]及新加坡《海事減碳藍圖：邁向2025》^[4]，強調透過數據共享與自動化技術推動永續目標。

本所在112-113年針對海運貨櫃運輸，以「航港產業數位化調查與發展藍圖研擬」以及「研訂航港產業數位化發展指引」兩大主軸進行研究，以推動產業數位化進程。本研究進一步延伸至「雙軸轉型」，在數位化基礎上落實環境永續，藉由科技優化營運模式，協助企業達成ESG¹目標，提升國際競爭力。尤其當前全球航運產業積極推動「永續+數位」雙軸轉型的趨勢下，我國應及時因應，面對營運成本增加、國際競爭提升與市場進入門檻等多重挑戰。

然而，雙軸轉型並非一蹴可幾，尤其對於中小企業，因資源較少轉型門檻高且進度較為緩慢，此議題涉及組織文化調整、資訊系統升級、數據治理強化、營運模式重塑等多層次挑戰，故本研究透過蒐集國際貨櫃航運永續數位轉型的趨勢、現況與案例，評估我國產業雙軸轉型的潛力，並研擬具體策略與行動方案，以「試點先行、逐步擴展」的策略作為推動主軸，

¹ ESG 是環境保護 (Environmental)、社會責任 (Social) 和公司治理 (Governance) 的縮寫，是評估企業是否具備永續發展能力和長期價值的關鍵指標。

作為航港監管機關與港口營運單位推動試點計畫的參考，透過公私合作方式驗證技術方案與制度配套的可行性與成效，協助業界降低轉型風險。

1.2 計畫範圍

本研究為期兩年，以112-113年「我國航港資訊整合與數位化發展架構之研究」計畫成果為基礎，進一步探討貨櫃航運產業之數位永續雙軸轉型課題。透過蒐集國際貨櫃航運產業推動數位永續雙軸轉型之趨勢、現況及計畫/案例，並評估我國貨櫃航運業雙軸轉型能量，進而聚焦貨櫃作業鏈上產業面臨共通核心課題或瓶頸，研擬雙軸轉型方案架構及策略，做為第2年期規劃行動方案及落地應用計畫之基礎。

本研究之研究對象如圖1所示，計畫範圍、研究/參與對象與工作內容如表1所示。本研究聚焦於貨櫃航運產業運送過程，涵蓋「貨→貨櫃→船」全流程中扮演關鍵角色的產業鏈節點。研究範圍鎖定直接參與貨櫃運輸與操作的民間業者，以便更精準掌握第一線的產業痛點與數位/永續挑戰，考量時程與研究資源有限，無法在同一階段全面涵蓋所有利害關係人，如海巡、保三、港警、引水、港勤、理貨業（商港法特許行業）、報關業等，後續在推廣落地階段，可再逐步擴大交流對象，以確保整體作業鏈的完整性。



資料來源：本研究整理

圖 1 本研究研究對象

表 1 計畫範圍、研究/參與對象與工作內容

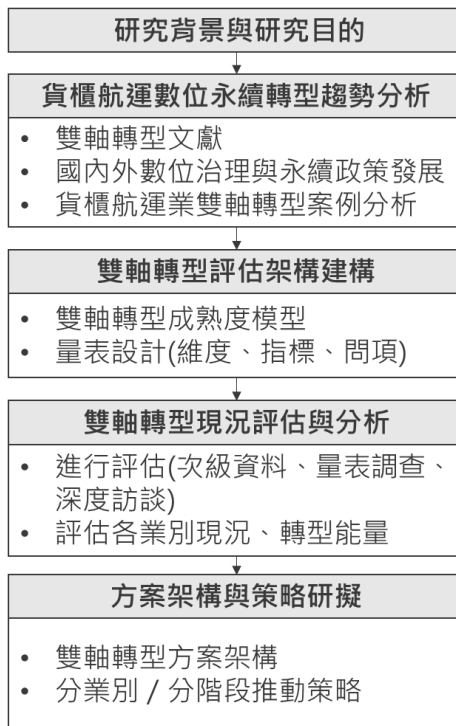
計畫範圍		研究/參與對象	工作內容
第 1 年期 方案架構 及 策略研擬	1-1 貨櫃航運數位永續轉型趨勢分析	<ul style="list-style-type: none"> • 國際組織 • 國際標竿貨櫃港口 • 貨櫃航運產業 	<ul style="list-style-type: none"> • 蒐集貨櫃航運作業鏈推動數位永續雙軸轉型之趨勢、現況及計畫/案例。
	1-2 評估我國貨櫃航運產業雙軸轉型能量	<ul style="list-style-type: none"> • 船舶運送業、船務代理業、海運承攬運送業、貨櫃集散站經營業、汽車貨櫃貨運業及貨物裝卸承攬業 	<ul style="list-style-type: none"> • 分析我國貨櫃航運產業雙軸轉型現況，透過訪談搭配量表及其他量化評估工具。 • 分析產業推動雙軸轉型面臨之問題與挑戰。
	1-3 研擬貨櫃航運產業雙軸轉型方案架構及策略	<ul style="list-style-type: none"> • 從船舶運送業、船務代理業、海運承攬運送業、貨櫃集散站經營業、汽車貨櫃貨運業及貨物裝卸承攬業提出優先推動業別與核心課題研擬 	<ul style="list-style-type: none"> • 分析作業鏈上產業面臨共通核心問題或瓶頸，提出須優先推動雙軸轉型之瓶頸及業別，邀集標竿企業，透過工作坊進行討論聚焦。 • 針對優先推動之核心課題，研擬適用於我國的解決方案架構及策略。
	1-4 交流與推廣	<ul style="list-style-type: none"> • 政府機關（構），如航港局、港務公司等 • 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、汽車貨櫃貨運業及貨物裝卸承攬業 • 專家學者 	<ul style="list-style-type: none"> • 研究過程辦理工作坊。

計畫範圍		研究/參與對象	工作內容
第 2 年期 行動方案 及 落地應用 規劃	2-1 制定具體行動方案	<ul style="list-style-type: none"> • 政府機關（構），如航港局、港務公司等 • 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、汽車貨櫃貨運業 	<ul style="list-style-type: none"> • 根據第 1 年成果，進一步制定行動方案，包含目標及行動項目內容（如技術、參與者、可用資源）等。
	2-2 評估行動方案與建議推動順序		<ul style="list-style-type: none"> • 進行行動方案評估工作，考量方案執行可能的影響因素，綜合分析提出評估結果及優先順序建議。
	2-3 規劃優先方案落地與推廣		<ul style="list-style-type: none"> • 依前述評估結果，研擬優先可行方案之落地應用規劃架構，以及推廣擴散之規劃，例如針對建立方案落地實證環境，研擬概念驗證計畫書。
	2-4 交流與推廣	<ul style="list-style-type: none"> • 綜整 114-115 年度階段性成果。 • 研究過程辦理專家學者座談會、工作坊或類似模式至少 1 次，並完成會議紀錄。 	

資料來源：本研究整理

1.3 計畫研究架構

本研究整體研究架構係依循「趨勢分析 → 評估架構建構 → 現況評估 → 方案研擬」之邏輯設計，使後續所提出之方案架構與策略建議具備清楚的推導脈絡與實證基礎，研究架構如圖2所示，說明如下：



資料來源：本研究整理

圖 2 計畫研究架構圖

1.3.1 貨櫃航運數位永續轉型趨勢分析

本階段以宏觀趨勢與制度環境為起點，透過文獻回顧與政策分析，掌握國際間「雙軸轉型」之發展脈絡與共通方向，重點包括：

1. 雙軸轉型相關理論與研究文獻；
2. 國內外數位治理與永續政策之發展現況；
3. 國際貨櫃航運業者與港口推動雙軸轉型之實務案例。
4. 釐清貨櫃航運產業推動雙軸轉型所面臨之外在驅動力、規範壓力與發展趨勢，作為後續評估架構建構之基礎。

1.3.2 雙軸轉型評估架構建構

在掌握國際趨勢與制度背景後，本研究進一步建構用以評估我國貨櫃航運產業雙軸轉型現況之分析工具。本階段整合：

1. 雙軸轉型成熟度模型（Twin Transition Capability Maturity Model, TTCMM）；
2. IFRS 永續揭露準則（IFRS S1、S2）；

3. Deloitte ESG 調查與實務研究成果。

透過上述理論與實務架構之交叉比對與整合，歸納形成雙軸轉型評估維度與指標，並據以設計對應之評估量表，作為後續產業現況評估與分析之核心工具。

1.3.3 雙軸轉型現況評估與差距分析

本階段依據前述評估架構，針對我國貨櫃航運產業各主要業別，進行雙軸轉型現況評估與差距分析，研究方法包含：

1. 次級資料蒐集與分析；
2. 量表調查；
3. 深度訪談。

評估過程中，一方面透過成熟度模型判斷各業別在數位與永續轉型上的現況水準與能力基礎；另一方面，透過量表分析各業別推動雙軸轉型之難度、瓶頸與可能路徑，進而辨識不同業別在推動雙軸轉型上的關鍵挑戰與落差。

1.3.4 方案架構與策略研擬

綜整前述趨勢分析與現況評估結果，本研究於最後階段研擬我國貨櫃航運產業雙軸轉型之方案架構與推動策略，重點包括：

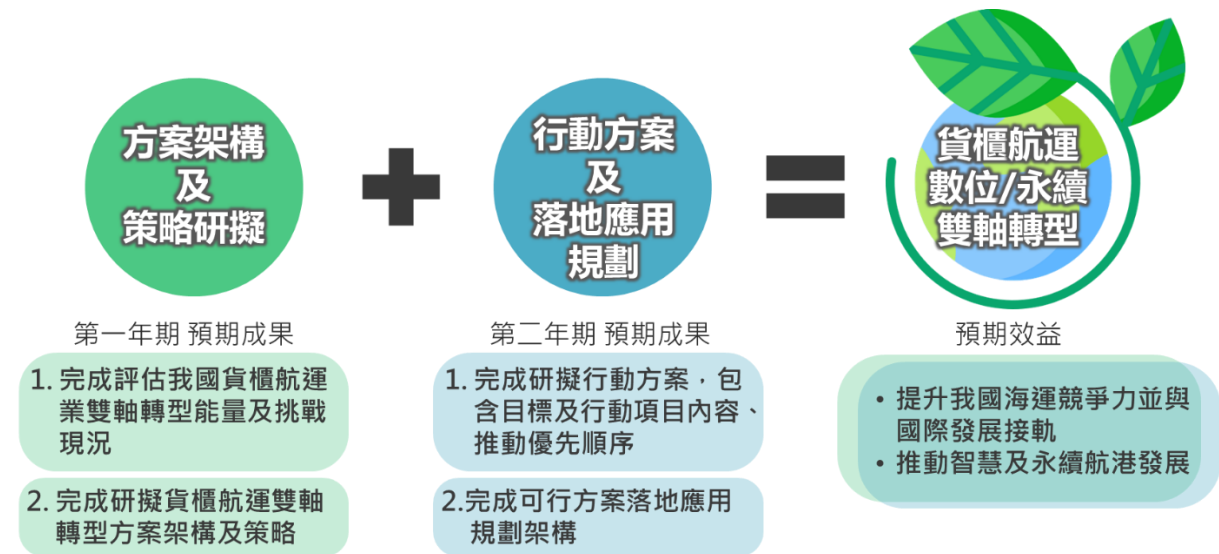
1. 建構整體雙軸轉型方案架構；
2. 依不同業別特性提出差異化之推動策略；
3. 規劃分階段之行動方向與政策建議。

期能作為主管機關推動產業雙軸轉型政策，以及產業界規劃中長期轉型行動之參考依據。

1.4 計畫預期成果與效益

本研究之預期成果與效益如圖3所示。第1年期之預計成果為：（1）完成評估我國貨櫃航運業雙軸轉型能量及挑戰現況；（2）完成研擬貨櫃航運雙軸轉型方案架構及策略。第二年期之預計成果為：（1）完成研擬轉型行動方案及評估；（2）完成方案落地應用及擴散之規劃。預期效益則包括提升我國海運競爭力並與國際發展接軌、以及推動智慧及永續航港

發展，可提供交通部、航港局、臺灣港務公司等，研擬智慧永續航運政策及策略之參考應用。



資料來源：本研究整理

圖 3 計畫預期成果與效益

第二章 貨櫃航運數位與永續雙軸轉型趨勢分析

隨著全球供應鏈數位化加速及淨零排放政策逐步落實，貨櫃航運產業正面臨同時推動數位轉型與永續轉型之結構性挑戰。數位科技的導入，已不再僅止於提升企業內部營運效率，由於永續相關法規與市場要求進一步驅動產業加速資料整合與系統升級，使得數位科技逐步成為支援企業減碳管理、資訊揭露與跨組織協作的重要基礎。

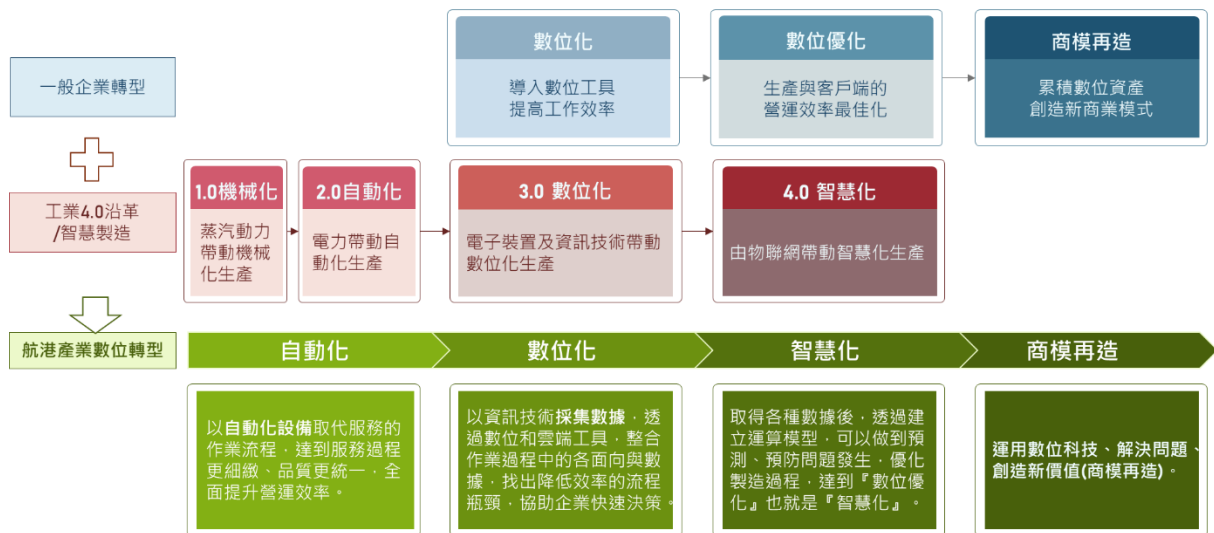
本章節梳理貨櫃航運產業於數位與永續雙軸轉型面向之發展趨勢、政策脈絡與實務案例，藉以釐清影響我國產業轉型之主要外在驅動因素，以做為研擬評估架構與策略之基礎。

2.1 雙軸轉型文獻回顧

近年來產業轉型主要在內部的「數位轉型（Digital Transformation）」，普遍聚焦於利用數位工具提升營運效率、強化顧客體驗與優化供應鏈管理。然而，由於全球開始正視氣候變遷議題，各國陸續制定減碳法規，永續揭露標準逐步制度化，使得「永續轉型（Sustainability Transition）」成為企業無法迴避的議題。近年趨勢顯示企業在同時面對外部法規要求與內部營運挑戰，促使數位化（Digital）與永續化（Sustainable）成為兩股相互驅動的雙軸轉型力量，相關文獻指出^[5]，雙軸轉型不僅代表企業同時推動數位與永續兩個面向的轉型，更強調兩者間互動關係的加乘效果，形成近年文獻所稱的「雙軸轉型」。以下將分別說明數位轉型、永續轉型、雙軸轉型之重點。

2.1.1 數位轉型

根據本所 112 年「我國航港資訊整合與數位化發展架構之研究（1/2）-航港產業數位化調查與發展藍圖研擬」計畫^[6]定義數位轉型進程包含自動化、數位化、智慧化以及商模再造，如圖 4 及表 2。



資料來源：交通部運輸研究所^[6]

圖 4 數位轉型進程

表 2 航港產業數位轉型進程定義彙整表

數位轉型進程	定義
自動化	以自動化設備取代服務的作業流程，達到服務過程更細緻、品質更統一，全面提升營運效率。
數位化	以資訊技術採集數據，透過數位和雲端工具，整合作業過程中的各面向與數據，找出降低效率的流程瓶頸，協助企業快速決策。
智慧化	取得各種數據，透過建立運算模型，可以做到預測、預防問題發生，優化製造過程，達到數位優化也就是「智慧化」。
商模再造	運用數位科技解決問題，以創造新價值。

資料來源：交通部運輸研究所^[6]

2.1.2 永續轉型

永續的核心指標 ESG 是「環境」(Environmental)、「社會」(Social)與「治理」(Governance)的縮寫，是評估企業永續經營與社會責任的重要指標架構^[7]。這個概念源自聯合國於 2005 年提出的《責任投資原則》^[8]，在引導全球投資者將非財務因素納入投資決策，促使企業不僅追求財務績效，更需兼顧其對環境、社會及公司治理層面的承諾與表現。透過落實 ESG，企業不僅能展現其社會責任，更被視為衡量其長期競爭優

勢與韌性的關鍵要素，對吸引資金、提升品牌形象及留住人才等方面都產生深遠影響。

- ESG 是2005年由聯合國提出《責任投資原則》，為「Environmental(環境)」、「Social(社會)」與「Governance(治理)」的縮寫，是評估企業永續經營與社會責任的重要指標架構。



- ◆ **Environmental(環境)**：指企業在營運過程中，對自然環境的影響與管理，包含：
 - ▣ 碳排放(例如減碳目標、淨零策略)
 - ▣ 能源使用(如再生能源、節能技術)
 - ▣ 廢棄物與資源回收
 - ▣ 水資源管理
 - ▣ 生物多樣性保護
 - ▣ 污染防治
- ◆ **Social(社會)**：關注企業與員工、供應商、客戶及社區的關係
 - ▣ 勞動條件與員工權益
 - ▣ 性別與多元包容
 - ▣ 職業安全與健康
 - ▣ 社區參與與公益
 - ▣ 顧客資料隱私與產品安全
 - ▣ 供應鏈社會責任(如童工、人權)
- ◆ **Governance(治理)**：涉及企業內部管理機制與誠信經營
 - ▣ 董事會結構與獨立性
 - ▣ 企業倫理與誠信治理
 - ▣ 股東權益保障
 - ▣ 法規遵循
 - ▣ 財務透明度
 - ▣ 風險管理與內控制度

資料來源：鄧白氏^[7]，聯合國^[8]，本研究整理

圖 5 ESG 政策演進與內涵

1. ESG 概述

(1) 環境 (Environmental)：企業對自然界的責任與管理

環境層面聚焦於企業在營運過程中，對自然環境的影響與管理作為。這包括企業如何積極應對氣候變遷，例如設定明確的減碳目標與實施淨零策略。在能源使用上，鼓勵採用再生能源並投資節能技術以提升效率。此外，有效的廢棄物與資源回收管理、審慎的水資源管理與保護，以及積極參與生物多樣性保護，都是此面向的關鍵要素。最終在減少污染的作為，如污染防治，皆是企業環境責任不可或缺的一環，直接影響企業環境足跡與永續表現。

綠色轉型 (Green Transition) 為永續轉型下與環境相關之議題，可視為企業落實環境永續目標的系統性行動，聚焦於節能減碳、資源循環、淨零碳排技術導入與供應鏈脫碳等策略，導入永續原則，以減少碳排放與環境衝擊，達成「淨零排放」(Net Zero) 與「氣候韌性」的長期目標。綠色轉型並不僅限於節能減碳，更強

調制度面、流程面與科技創新之整合，是企業從「合規導向」走向「創新導向」永續競爭力的重要轉變。

對航運產業而言，在 ESG 環境相關議題的核心內容涵蓋以下四個層面：

- ① 碳排管理與減量：包括溫室氣體盤查、排放係數計算、制定科學基礎減碳目標（SBTi）、導入碳足跡與碳中和機制。
- ② 能源轉型與電動化：導入再生能源、採購綠電、推動船舶岸電、低碳燃料轉型（如氨、氫、生質能）等措施。
- ③ 資源循環與污染防治：提升資源使用效率、落實零廢棄政策，減少海洋塑膠等污染源。
- ④ 制度與治理創新：建立 ESG 治理架構、永續報告揭露、供應鏈減碳合作等制度性支撐，並因應 IMO 海運業溫室氣體減排戰略^[9]、歐盟碳邊境調整機制（CBAM）^[10]、歐盟碳交易體系（EU ETS）^[11]等國際規範所帶來的碳揭露與課徵碳稅壓力。

(2) 社會（Social）：企業與利害關係人的和諧共生

社會面向關注企業與員工、供應商、客戶及社區之間的關係與責任，包括確保公平勞動條件與員工權益，並積極推動性別與多元包容的工作環境。企業有責任提供安全無虞的職業安全與健康保障，同時需積極投入社區參與及公益活動，回饋社會。對於廣大客戶，企業必須高度重視顧客資料隱私與產品安全，以維護消費者權益。此外企業社會責任亦延伸至供應鏈，確保其合作夥伴遵守人權保障等社會責任標準，展現其全面性的社會關懷。

(3) 治理（Governance）：企業內部營運的誠信與透明

治理層面涉及企業內部的管理機制與誠信經營原則，確保企業運作透明度、公平性與問責制，具體內容包含建立健全且具獨立性的董事會結構，以有效監督公司運作與決策。企業倫理與誠信治理是核心，要求企業在所有經營活動中堅持道德操守，並保障所有股東權益。嚴格遵守各項法規遵循是基本要求，企業必須合法合規。此外，高度的財務透明度是向投資者展示企業真實營

運狀況的關鍵，而完善的風險管理與內控制度則能有效預防及應對潛在危機，確保企業的長期穩定與永續發展。

2. ESG 對企業的意義與衝擊

(1) 創造長期競爭優勢

ESG 對企業意義是多面的，不單純是「做好事」，更是「做對的事」，能帶來長期競爭優勢與實質的永續經營效益。降低風險並符合法規要求是核心效益，有助於預防環境災難、勞動糾紛、貪腐醜聞等風險，能有效因應全球日益嚴格的法規與揭露要求。其次有助於吸引資金與投資者青睞，因為越來越多的機構投資人，如 ESG 基金和主權基金，已將 ESG 納入其評估標準，使得表現優異的企業更容易獲得資金與股東支持。

(2) 提升品牌與吸引人才

在提升品牌形象與客戶忠誠度方面扮演關鍵角色。當今消費者與企業客戶越來越重視供應商的永續表現，卓越的 ESG 成績能為企業大幅加分，並有效留住客戶，這在國際供應鏈中尤為顯著。此外，ESG 也是強化員工吸引力與凝聚力的重要工具，特別是對於年輕世代（尤其是 Z 世代），使 ESG 成為吸引與留住人才的重要籌碼。最後，積極推動 ESG 相關作為，例如節能減碳、減廢回收，不僅能減少環境排放、降低營運成本，更有潛力促進技術升級與商業模式創新，為企業帶來長遠的營運效率與競爭力提升。

2.1.3 雙軸轉型

近年來，國際間逐漸以「雙軸轉型」概念，描述數位轉型與永續轉型同步推動之發展趨勢，相關文獻與政策報告中，常見「Twin Transition」與「Twin Transformation」交替使用，雖然兩者在字面上略有差異，但在多數研究與政策脈絡中，皆指數位與永續雙軸轉型整合推動之概念，實務上可視為同義詞。整體而言，前者較偏向政策與治理層次的論述，強調社會與產業結構的長期調整方向；後者則多應用於企業或組織層級，著重於實務導入與策略落實。然而，在大多數情境中，兩者可通用使用，並不影響其核心意涵。

1. 雙軸轉型的核心精神

本研究蒐整雙軸轉型相關文獻如附錄三，綜整出雙軸轉型是數位轉型與永續轉型的協同、互補與共同演進，其核心精神包含以下幾項共通元素：

(1) 雙軸轉型來自兩種轉型驅動力：

- ① 數位轉型：COVID-19 後社會各層面自發性加速數位化，例如遠距工作、線上教育、數位服務等，驗證數位科技不僅可提升企業營運效率，亦是在能源管理、碳排監測與供應鏈治理關鍵工具。
- ② 永續轉型：面對氣候變遷壓力，政府與企業被迫採取永續行動，例如研擬減碳政策、投資綠色能源、提出 ESG 報告等。永續轉型所帶來的法規與市場壓力，促使企業加速導入數位化解決方案。

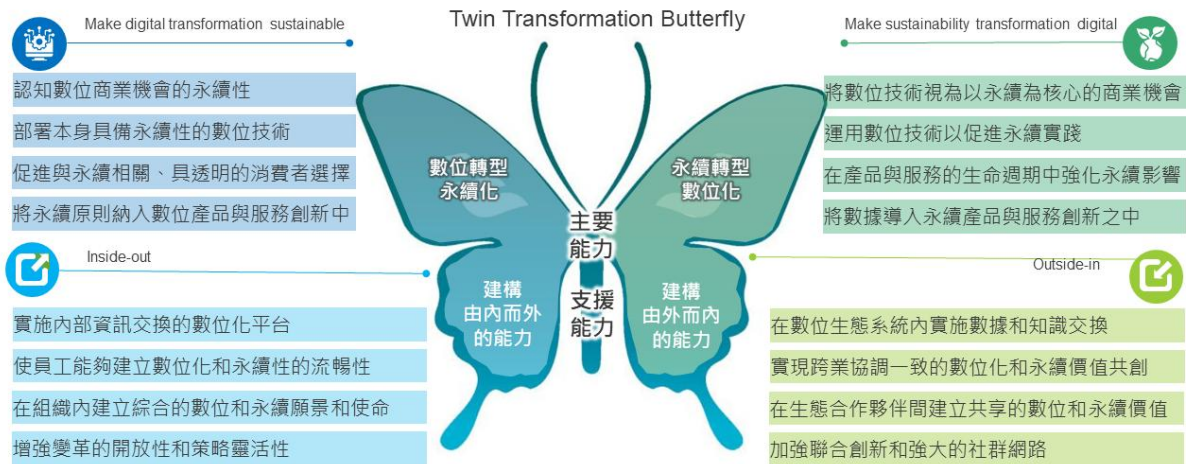
(2) 雙軸轉型呈現高度制度導向與跨組織特性：

- ① 國際組織與區域性政策透過法規機制，直接或間接影響船舶營運、投資決策與資訊揭露要求。
- ② 航運供應鏈高度分工，涉及航商、港口、承攬業者及政府機關，使得資料交換與協作機制成為轉型成效之關鍵因素。

綜合文獻觀點可知，雙軸轉型並非兩條獨立推動路徑，而是透過數位工具支援永續治理，同時永續目標引導數位投資方向，形成相互強化之循環關係。

2. 雙軸轉型所需的能力

根據德國 FIM 資訊管理研究中心（FIM Research Center for Information Management）研究^[12]，推動雙軸轉型需具備完整能力架構，使用「雙軸轉型蝴蝶（Twin Transformation Butterfly）」比喻說明這個概念，如圖 6 所示。



資料來源：FIM 資訊管理研究中心^[12]，本研究整理

圖 6 雙軸轉型能力框架

兩側翅膀代表兩種不同的轉型方向：

(1) 左側是數位轉型永續化(Make digital transformation sustainable)

- ① 運用數位科技時需要注重環境保護、節能減碳，重點包括：
 - (A) 認知數位商業機會的永續性
 - (B) 部署本身具永續性的數位技術
 - (C) 促進與永續相關、具透明度的消費者選擇
 - (D) 將永續原則納入數位產品與服務開發
- ② 由內而外策略 (Inside-out)
 - (A) 實施內部資訊交換的數位化平台
 - (B) 使用工具提升數位與永續效能
 - (C) 建立整合的數位與永續願景與使命
 - (D) 增強變革中的開放性與策略靈活性

(2) 右側是永續轉型數位化(Make sustainability transformation digital)

- ① 利用數位工具來提升永續工作的效率與效果，例如用 AI 監控碳排、用 IoT 追蹤能源使用。
 - (A) 將數位技術視為永續核心的商業機會
 - (B) 運用數位技術促進永續事業發展
 - (C) 在產品與服務生命週期中強化永續影響力
 - (D) 將數據導入永續產品與服務創新

② 由外而內策略 (Outside-in)

- (A) 在數位生態系統中實施應用與資料交換
- (B) 實踐與策略一致的數位與綠色願景
- (C) 在生態合作夥伴間建立共享價值網絡
- (D) 加強跨合夥關係與社群網絡的力量

3. 雙軸轉型投入成本與風險

數位與永續雙軸轉型雖為企業長期競爭力的重要方向，但在實施過程中，除帶來優勢外，可能面臨投入成本、策略研擬與整合等挑戰，因此本研究研擬之方案架構與策略，目的在於協助階段性規劃、明確治理架構與跨域協作機制，以兼顧效率提升與永續價值，確保轉型成果落實。以下為潛在性轉型風險：

(1) 系統性資源投入與實施成本高

雙軸轉型並非單一技術導入，而是涵蓋資訊系統升級、流程再造、組織文化與管理模式調整的系統工程。在數位面向，需投入軟硬體建置、資料整合平台開發、網路資安防護及人員訓練等成本；在永續面向，則涉及碳盤查制度建立、能源轉型投資與 ESG 揭露作業等支出。若缺乏長期規劃與分階段推進策略，易造成重複投資、資源浪費或轉型中斷的風險。

(2) 資源分配不一致風險

數位轉型多聚焦效率與效能提升，永續轉型則強調環境責任與社會價值，兩者推動方向與資源配置可能出現競合。若組織決策偏重單一軸向，如優先投資數位化而忽略減碳行動，將造成策略失衡與後續修正成本增加。不同部門間的理解落差與執行節奏不一，也可能導致協作效率低落，影響整體轉型進度與成效。

(3) 整合與平衡能力成為關鍵風險因子

雙軸轉型需仰賴跨部門、跨領域的整合與協同，尤其需在資訊科技與永續管理之間建立共同語言與決策機制。若缺乏整合與平衡能力，可能出現系統導入與永續目標脫節、數據不一致或管理責任模糊等問題。因此，建立跨功能團隊、設立統籌治理

架構與明確的績效衡量機制，為降低轉型風險的關鍵要素。

2.1.4 本研究之雙軸轉型定義與範疇

本研究「雙軸轉型」定義，係指企業同時推動數位轉型與永續轉型，並強調兩者間相互驅動關係，「以數位科技推動並達成永續目標」及「將永續發展內化為數位轉型的核心策略」，在內部營運效率與外部法規與市場壓力的雙重驅動下，最終促成企業創造新價值與長期競爭力。

在數位面向上，從自動化、數位化、智慧化到商模再造，透過資訊技術取代人工流程、資料整合並進行分析預測，以提升營運效率與決策品質；在永續面向上，則依循 ESG 架構，涵蓋環境管理、社會責任與治理制度，回應法規要求與利害關係人期待。



資料來源：本研究整理

圖 7 本研究雙軸轉型定義

2.2 國內外數位治理與永續政策發展

本節從國際組織倡議、國際法規與我國政策布局等層次，系統性梳理數位治理與永續政策的發展脈絡，說明其如何透過制度設計、揭露要求與市場機制，形塑產業推動雙軸轉型的驅動力與約束條件。透過本節分析，將作為後續評估我國航港產業轉型衝擊、能量與策略選項的重要政策基礎。

2.2.1 國際組織於數位與永續之倡議

全球國際組織正積極推動「數位」與「永續」之雙軸轉型。聯合國透

過聯合國開發計畫署（UNDP）、聯合國貿易暨發展會議（UNCTAD）強化綠色技術投資以落實永續發展目標^[13,14]；國際港埠協會（IAPH）則藉由世界港口永續計畫（WSP）聚焦氣候與環境保護^[15]；IPCSA 將港口社群系統（PCS）由效率平台提升為「永續治理基礎設施」，支撐碳盤查與流程優化^[16,17]；數位貨櫃航運協會（DCSA）透過非競爭合作、資訊框架與減碳工具標準化，促進數位與永續整合發展，強化全球海運供應鏈透明度與效率^[18]；世界經濟論壇（WEF）提出雙軸轉型手冊^[19]，強調數位與永續發展的整合，並提供三階段策略架構，協助組織有效推動雙軸轉型。上述各組織之倡議請見附錄四。

2.2.2 國際法規與我國政策布局

國際海事組織（IMO）與歐盟在全球航運脫碳方面扮演著關鍵角色，目的是透過經濟手段與法規要求，加速全球航運業及相關產業鏈的永續轉型進程。IMO 推動航運業的淨零排放目標，並探討全球碳定價機制以鼓勵低碳技術與燃料的採用，並針對船舶污染制定規範^[20,21]，2010 年實施防止船舶污染國際公約（MARPOL），管制硫氧化物與氮氧化物排放，並於 2023 年進一步設定溫室氣體減量目標，力求至 2050 年實現淨零排放，另要求 2030 年前至少 5% 的船舶能源應來自零碳技術。同時，歐盟也透過其排放交易系統（EU ETS）將航運業納入碳排放規範，並藉由碳邊境調整機制（CBAM）促使進口商品生產過程的減碳。

臺灣為加速永續揭露進程，金管會要求企業接軌 IFRS 永續揭露準則，規劃分三階段推動，自 2026 年起資本額達新台幣 100 億元以上之上市櫃公司率先適用，2028 年將涵蓋所有上市櫃公司。此外，臺灣也於 2023 年生效《氣候變遷因應法》，明確訂定 2050 年淨零排放目標，並透過分階段徵收碳費、碳盤查與管理、能源轉型及自願減量計畫等政策工具強化減碳目標。

國家發展委員會並於 111 年 3 月 30 日公布我國 2050 年淨零排放路徑，以「能源轉型」、「產業轉型」、「生活轉型」、「社會轉型」等四大轉型，及「科技研發」、「氣候法制」兩大治理基礎，輔以「十二項關鍵戰略」，就能源、產業、生活轉型政策預期增長的重要領域制定行動計畫，落實淨零轉型目標^[22]，其中海運相關減碳措施為戰略 7「運具電動化及無碳化」，由航港局與港務公司共同推動。

國內外永續法規現況如表 3 所示，相關說明如後。

表 3 國內外永續政策現況

 國際海事組織 (IMO) 的減碳倡議	 國內相關法制
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 2025 碳中和淨零排放：海洋環境保護委員會 (MEPC) 於 2023 年第 80 次會議修訂「降低船舶溫室氣體排放戰略目標」，調整為 2025 達成碳中和淨零排放，並要求國際航線船舶回報燃料數據並訂定具體減碳規範。 ◆ 溫室氣體減排中期措施：MEPC 第 83 次會議批准溫室氣體減排中期措施，包含建立海運溫室氣體定價，及導入燃料全生命週期 (Well-to-Wake) 要求，於 2025.10 月舉行之 MEPC 特別會議 (MEPC/ES.2) 提請討論，然在會議上 IMO 淨零框架 (Net-Zero-Framework) 未如期通過，預計延後至 2026 年 10 月續行討論。 	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 《氣候變遷因應法》：簡稱氣候法，於 2023 年 2 月 15 日生效，是臺灣氣候治理主要法源，目的是為了強化國內的減碳目標與政策工具。子法中「碳費、碳交易、溫室氣體排放額度」等與減量直接相關的法規尚在討論階段。 ◆ 「2050 淨零排放路徑」：為國家發展委員會於 111 年 3 月 30 日公布之重大政策，以「能源轉型」、「產業轉型」、「生活轉型」、「社會轉型」四大轉型及「科技研發」、「氣候法制」兩大基礎，輔以「十二項關鍵戰略」執行，目標是與全球同步實現碳中和，並提升國家能源安全與產業競爭力。
 歐盟相關規範	 永續揭露準則
<ul style="list-style-type: none"> ◆ 排放交易系統 (EU ETS)：目標是降低歐洲經濟區內電廠、工業、航空及航運船舶排放量。 ◆ 碳邊境調整機制 (CBAM)：防止碳洩漏，促進全球減排，確保公平競爭。CBAM 不直接徵收運輸碳費，但進口商可能會主動要求提供運輸碳排數據以管理碳足跡。 	<p>金管會要求企業接軌 IFRS 的永續揭露準則，分三階段規劃推動，分別為 2026 年：適用於資本額達新臺幣 100 億元以上之上市櫃公司；2027 年：適用於資本額達新臺幣 50 億元以上但未達 100 億元之上市櫃公司；2028 年：適用於所有上市櫃公司。</p>

資料來源：本研究整理

1. 國際海事組織(IMO)

(1) IMO 減碳策略

海洋環境保護委員會 (MEPC) 於 2023 年第 80 次會議修訂「降低船舶溫室氣體排放戰略目標」^[23]，將碳中和淨零排放目標設定於 2025 年達成，並要求國際航線船舶回報燃料數據及遵循具體減碳規範。此策略為全球航運業永續發展的關鍵里程碑，展現國際社會針對氣候變遷的共同承諾與行動意願。該修正策略包含多項階段性目標，以確保能逐步實現最終淨零排放願景。

根據策略內容，中期減排目標以 2008 年為基準：2030 年零 GHG 燃料占比須達 5~10%，碳強度指標 (CII) 至少下降 40%；2024 年溫室氣體減排幅度需達 20~30%；2050 年目標為 GHG 減排 70~80%，以實現航運業碳中和及淨零排放。透過明確量化目標，促進航運業技術創新、營運效率提升及燃料轉型，推動船舶設計與營運模式向環保方向演進。

(2) 碳定價機制

IMO 目前正在積極討論實施全球碳定價機制^[24]，期望藉由經濟誘因促使航運產業採用低碳燃料與技術。這項機制預計將為碳排放設定一個價格，使航運公司在評估營運成本時納入碳排放開支，以推動對環保方案的投資及減少溫室氣體排放。原計畫正式通過包含碳定價內容之淨零架構 (Net-Zero Framework, NZF) 草案，但因未取得足夠共識，決議延至 2026 年 10 月再行審議，現階段暫未通過。

此外，該碳定價機制亦進行籌集資金，以支持綠色技術和基礎設施的發展。這筆資金可望用於研發和推廣新型低碳燃料、船舶動力系統的改造、港口永續基礎設施的建設等，為航運業的全面脫碳提供必要的財政支持，加速產業的創新與轉型。整理簡述如下：

- ① 歷史性協議與實施時間：IMO 於 2025 年 4 月 11 日通過歷史性協議，拍板全球首項針對航運業的碳定價機制。這項協議預計在 2025 年 10 月份的全體會議中最終批准，並將於 2027 年正式生效。新制度將適用於 5000 噸以上的大型船舶，這類船隻約占全球航運碳排放總量的 85%。
- ② 淨零架構與核心規範：2025 年 4 月 11 日通過的「淨零架構 (NZF)」包含兩大核心規範：建立全球燃料標準：要求船舶逐年降低燃料的溫室氣體強度 (GFI)。設立全球

性的碳費機制：針對碳排放超標者徵收碳費。

- ③ 碳費徵收細節：未來使用化石燃料的大型船隻將面臨每噸最高 380 美元（約新台幣 1.2 萬元）的溫室氣體排放費。針對超出排放門檻的大型船隻，更將額外徵收每噸 100 美元的碳費。此協議也允許碳排未達標者與超標船隻互相交易碳權。若業者使用零碳或近零碳技術，則可獲得獎勵。
- ④ 資金用途：這筆費用將納入新設立的 IMO 淨零基金，用於支持技術創新與開發中國家的氣候轉型工作。

2. 歐盟相關規範

(1) 歐盟排放交易系統

歐盟排放交易系統（European Union Emissions Trading System, EU ETS）^[25]，根據 Directive 2003/87/EC 設立，並已於 2022 至 2023 年完成修訂，自 2005 年起正式施行，並於 2024 年將航運業納入管理範圍。EU ETS 由成員國主管機關及聯盟登記系統負責運作，涵蓋歐洲經濟區（EEA）內電廠、工業設施、航空（包含 EEA 境內及往返瑞士/英國航班），以及總噸位達 5,000 噸以上之航運船舶。

在財務規定方面，參與企業須於每年 3 月 31 日前提交排放報告，並於 9 月 30 日繳交碳配額。部分免費配額政策將於 2026 至 2034 年間逐步淘汰。EU ETS 目的在降低 EEA 區域溫室氣體排放，目標為 2030 年較 1990 年減少 62%。航運產業需依法購買碳憑證並申報相關航線的碳排放數據。臺灣航運業者如長榮與陽明海運自 2024 年起，已將碳費轉嫁至客戶，每 20 呎櫃分別加收 27 歐元和 24 歐元^[26]。

(2) 碳邊境調整機制

碳邊境調整機制（Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM）依據 Regulation (EU) 2023/956 設立，已於 2023 年 5 月 17 日生效。CBAM 的對象是進口至歐盟的碳密集型商品，包括水泥、鋼鐵、鋁、化肥、電力和氫氣，管理機構包含歐盟海關、CBAM 登記系統以及國家主管當局。

CBAM 的目標在於防止碳洩漏、促進全球碳減排並維護公平競爭環境。該機制的過渡期自 2023 年 10 月 1 日起至 2025 年 12 月 31 日止，期間進口商需按季度報告排放數據。CBAM 於 2026 年 1

月 1 日起正式實施，進口商每年需申報並購買 CBAM 證書，其購買比例將從 2024 年的 40% 逐步提高至 2026 年的 100%。值得注意的是，由於 IMO 預計在 2027 年實施全球碳定價，CBAM 的關規定可能會進行調整。儘管 CBAM 不直接徵收運輸碳費，但進口商可能會主動要求提供運輸碳排數據以管理碳足跡。

表 4 EU ETS 與 CBAM 之對照

	EU ETS	CBAM
全稱	歐盟排放交易系統 (European Union Emissions Trading System)	碳邊境調整機制 (Carbon Border Adjustment Mechanism)
法規	Directive 2003/87/EC (2003 年起, 2022/2023 年修訂)	Regulation (EU) 2023/956 (2023 年 5 月 17 日生效)
管理機構	成員國主管當局、聯盟登記系統 (Union Registry)	歐盟海關、CBAM 登記系統、國家主管當局 (NCA)
對象	EEA 內電廠、工業、航空 (EEA 內及飛往瑞士/英國)、航運 (≥5000 噸船舶)	進口至歐盟的碳密集型商品 (水泥、鋼鐵、鋁、化肥、電力、氫氣)
財務義務	每年 3 月 31 日提交排放報告, 9 月 30 日繳交配額; 部分免費配額 (2026-2034 年取消)	過渡期: 每季報告排放; 2026 年起每年申報並購買證書
目標	降低 EEA 內排放, 2030 年較 1990 年減排 62%	防止碳洩漏, 促進全球減排, 確保公平競爭
正式實施	<ul style="list-style-type: none"> 憑證購買比例 (查核量) 逐年增加: 2024 年 40%、2025 年 70%、2026 年 100% 因 IMO 預計在 2027 年實施全球碳定價, 本規定可能會作調整(這上述內文不符) 	CBAM 針對進口產品生產碳排, 預計 2026 年全面實施
實施時間	2005 年起 (航運 2024 年, ETS2 2027 年)	<ul style="list-style-type: none"> 過渡期: 2023.10.1–2025.12.31 正式期: 2026.1.1 起
對航運業之影響	<ul style="list-style-type: none"> 直接影響: 有法律義務需購買碳憑證 航運公司需為航線碳排放購買 ETS 憑證, 並申報數據 	<ul style="list-style-type: none"> 間接影響: 不直接徵收運輸碳費 進口商主動要求提供運輸碳排數據以管理碳足跡
臺灣業者目前	2024 年起成本轉嫁, 每 20 呎櫃長榮加收 27 歐元、陽明加收 24	提供運輸碳排數據

	EU ETS	CBAM
應對方式	歐元	

資料來源：EU ETS、CBAM、本研究整理

3. IFRS 國際財務報導準則與永續揭露準則

(1) 臺灣永續揭露進度與接軌方式

為加速推進臺灣的永續揭露進度，金融監督管理委員會證券期貨局已規劃分三階段推動企業接軌啟用 IFRS 的永續揭露準則^[27]，IFRS 之四大面向（治理、策略、風險管理、指標與目標）請參見附錄五。

首階段將於 2026 年實施，適用於資本額達新臺幣 100 億元以上的上市櫃公司。此舉透過引導大型企業先行，為國內永續資訊揭露樹立典範，提升臺灣資本市場的永續發展透明度。第二階段則在 2027 年，適用對象為資本額達新臺幣 50 億元以上但未達 100 億元之上市櫃公司。最後，2028 年將擴大至其餘所有上市櫃公司。

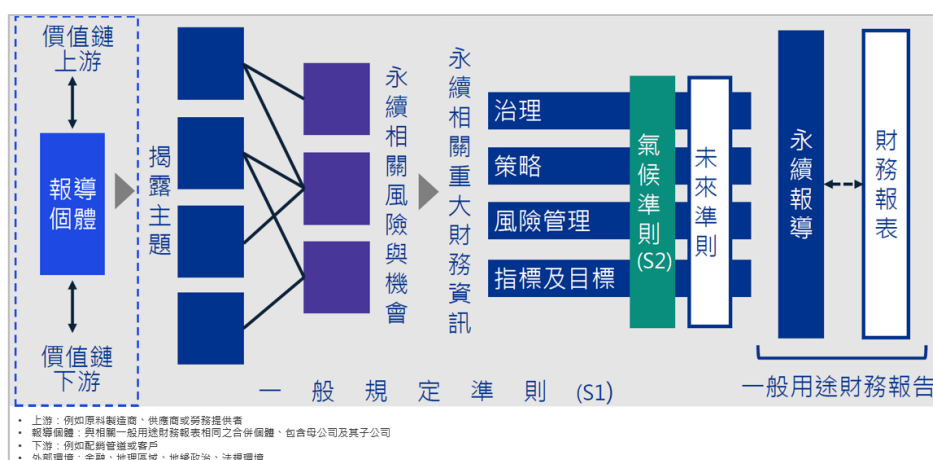
臺灣採取的接軌方式是直接採用國際永續準則委員會（ISSB）發布的 IFRS 永續揭露準則，包括 IFRS S1 和 S2。未來也將評估逐號認可各號 IFRS 永續準則，以確保臺灣永續揭露與國際標準保持一致。

- ① 報告時間：與財務報告同時公告。
- ② 揭露內容：
 - (A) 氣候議題優先
 - (B) 使用合理可佐證的資料估算
 - (C) 可採用豁免
 - (D) 允許質性揭露
- ③ 四種豁免事項：
 - (A) 首年可免揭露比較期間資訊
 - (B) 首年可免揭露 GHG 範疇三溫室氣體
 - (C) 來自上下游供應鏈之資訊若計算週期與公司不同仍可直接使用
 - (D) 碳盤查方法原則上期望所有公司可使用溫室氣體盤查議定書（GHG Protocol）的計算方式，但主管機關可明定其他計算方式供公司選擇（如 ISO 14067）

(2) 整體概覽與揭露內容

IFRS 永續揭露準則在整體概覽中，對「報導個體」的定義與相關一般用途財務報表相同，包含了母公司及其子公司。此外，準則也明確界定了「上游」為原料製造商、供應商或勞務提供者，而「下游」則指配銷管道或客戶。這些明確的定義有助於確保企業在永續資訊揭露時，能涵蓋其完整的價值鏈，呈現更全面的永續影響。

在揭露內容方面，IFRS 永續揭露準則優先關注氣候議題，並要求企業使用合理可佐證的資料進行估算。為了協助企業逐步適應，準則也提供了多種豁免事項。例如，首次適用時可免揭露比較期間資訊，且首年可免揭露溫室氣體範疇三（GHG Scope 3）的排放量。此外，即使來自上下游供應鏈的資訊計算週期與公司不同，仍可直接使用。在碳盤查方法上，原則上鼓勵使用溫室氣體盤查議定書（GHG Protocol）的計算方式，但主管機關也可明定其他計算方式，如 ISO 14067，供企業選擇。這些彈性措施旨在降低企業初期的揭露負擔，同時引導其逐步提升揭露品質。



資料來源：金管會 IFRS 永續揭露準則導入計畫、本研究整理

圖 8 IFRS 國際財務報導準則與永續揭露準則-整體概覽

IFRS 的兩大準則 S1、S2 核心內容與核心架構，說明如下：

- ① IFRS S1 (永續相關揭露) 的目標是要求報告個體提供永續相關風險與機會的資訊，以作為投資者資源分配決策的依據。其範圍廣泛，不論企業的財務報表採用何種會計準則編製，皆可適用此 IFRS 永續揭露準則。這確保了 S1 能夠成為一套普適性的永續財務資訊揭露標準，適用於全球不同會計體系的企業。
- ② IFRS S2 (氣候相關揭露) 的目標是報告主體披露與永續相關的風險與機會資訊，以協助投資者進行資源分配決策。S2 特別針對企業面臨的氣候實體風險、轉型風險及相關機會。該準則適用範圍廣泛，不受財務報表所採用會計準則限制，使 IFRS 永續揭露標準具備全球普適性，能適用於不同會計制度下的企業。儘管 S1 與 S2 著重領域有所差異，但兩者均採用治理、策略、風險管理及指標與目標的核心架構，有助於提升永續資訊揭露的一致性與可比性。

	IFRS S1(永續相關揭露)	IFRS S2(氣候相關揭露)
目標	報導個體需提供永續相關風險與機會的資訊，作為投資者資源分配決策的依據	報導個體需提供氣候相關風險與機會的資訊，作為投資者資源分配決策的依據
範圍	不論企業的財務報表採用何種會計準則編製，皆可適用IFRS永續揭露準則	適用於企業所面臨與氣候相關的風險(包括氣候相關實體風險和轉型風險)與機會
核心架構	治理、策略、風險管理、指標與目標	



資料來源：金管會 IFRS 永續揭露準則導入計畫、本研究整理

圖 9 IFRS 國際財務報導準則與永續揭露準則-S1,S2 核心內容

4. 我國《氣候變遷因應法》與 2050 年淨零轉型規劃

《氣候變遷因應法》(簡稱氣候法)於 2023 年 2 月 15 日生效，是我國氣候治理的主要法源，目的在於強化國內的減碳目標

與政策工具，為臺灣應對氣候變遷提供了明確的法律框架，與企業相關的重點^[28]如下：

(1) 2050 淨零排放目標

《氣候法》第 4 條明確訂定 2050 年達到淨零排放的目標。代表企業需制定具體的減碳計畫，訂定符合國家目標的碳中和路線。

(2) 碳費徵收機制

為了推動企業減少碳排放，《氣候法》第 28 條提出分階段徵收碳費。此舉是為了鼓勵企業透過技術創新、提高能源效率來減少排放。若企業減碳進度不理想，就得支付更多碳費。

目前的碳費試行規劃，主要針對年排放量達 2.5 萬公噸 CO₂e 以上的固定排放源（如電力、鋼鐵、水泥業等大型設施），航運業屬於移動污染源（如船舶燃油燃燒），尚未列入第一階段課徵對象，但未來有納管可能。

(3) 碳盤查與管理

《氣候法》要求一定規模以上的企業要定期做碳盤查，並公開碳排放數據。這不只包括企業直接排放的碳（範疇一、範疇二），還要涵蓋整個供應鏈的間接排放（範疇三）。企業需要採取像減少能源使用、優化製程和降低供應鏈碳足跡的管理措施。這些數據將影響企業的合規性，並可能成為未來碳費徵收的依據。

(4) 能源轉型

《氣候法》鼓勵企業積極使用再生能源、提高能源效率，減少對化石燃料的依賴。政府也會提出相對應方案，幫助傳統產業節能減碳或轉型，以推動綠色技術和產業的發展，為社會創造更多永續就業機會。

(5) 自願減量計畫

企業也可以主動提出自願減碳專案，執行這些減量措施後，可以向主管機關申請減量額度。企業將取得的減量額度相關資訊公開於指定平台，可進行移轉、交易或拍賣，也可扣抵碳費。

針對我國淨零排放政策，國家發展委員會於 111 年 3 月 30 日發布 2025 年淨零轉型規劃，各部會負責推動共 12 項關鍵戰略。交通部負責執行第七項「運具電動化及無碳化」戰略，海運領域由

航港局與港務公司分別負責規劃及推動相關減碳措施，以促進運具低碳轉型及永續發展目標之達成。

5. 我國驗船中心於產業雙軸轉型中的專業角色與建議

本研究雖以產業雙軸轉型策略研擬為主軸，並未直接涉及船舶技術規範之制定，惟驗船中心於我國航運體系中，長期扮演連結國際公約、主管機關與航運實務之關鍵技術與驗證角色。特別是在 IMO 公約落實、船舶溫室氣體減排之監測、報告與驗證機制等方面，驗船中心具備第一線之專業視角與實務經驗。爰此，本研究徵詢驗船中心，就雙軸轉型相關發展趨勢提供專業意見，重點彙整如下：

(1) 在永續轉型面向

- ① 國際間已逐步形成共識，單純透過提升船舶能源效率，恐不足以支撐 IMO 2050 年淨零排放目標之達成。因此，國際政策正由「效率提升」轉向以「燃料轉型」為核心主軸。未來 IMO 將可能透過設定船舶燃料溫室氣體強度上限，對高碳燃料施加額外成本，並搭配獎勵機制，引導低碳與零碳燃料的加速採用，以系統性推動航運產業低碳化。
- ② 隨著雙燃料船舶（如 LNG、甲醇）及新興減碳技術（如風力輔助推進、船上碳捕捉）的應用日益普及，國際主要驗船機構與船旗國亦持續研擬相應之安全規範與技術準則。IMO 亦已發布替代燃料與新技術船舶船員訓練之暫行指引（STCW.7/Circ.25），作為各國推動相關訓練制度之參考依據。
- ③ 針對 IMO 淨零框架及生命周期評估（LCA）等關鍵議題，驗船中心表示，由於 2025 年 IMO 海洋環境保護委員會（MEPC）特別會議未能就相關框架達成共識，全球航運減排規範的推動時程已出現延後，預計將於 2026 年 10 月續行討論，相關制度仍存在不確定性。

(2) 在數位轉型面向

- ① 驗船中心目前配合推動國際公約電子證書之試行作業，交通部與國家通訊傳播委員會（NCC）亦已於 2024 年 10 月 1 日同意辦理，部分航商已實際導入電子證書，顯示

船舶驗證與管理流程數位化已逐步落地。

- ② 對於建立「我國船舶碳排放數據共享或整合平台」之構想，相關推動仍需以主管機關整體政策規劃為主。

2.2.3 國內外主要永續規範小結

1. 轉型決策驅動項目

本研究選定五項具有代表性且具影響的項目，包括國際規範與市場機制、國家淨零政策與法規、揭露與治理要求、供應鏈與客戶要求，以及碳定價與成本衝擊，評估各業別在該不同項目下所面臨之衝擊程度，視其對航運產業轉型決策具備高度代表性及驅動力。

- (1) **國際規範與市場機制**反映航運產業高度國際化的特性。IMO 規範、國際倡議及市場導向機制，已成為影響航線配置、船隊策略與投資決策的關鍵外部因素，是多數航運業別轉型壓力的最上游來源，因此列為首要比較項目。
- (2) **國家淨零政策與法規**代表政府在能源轉型、排放管理與產業引導上的制度性介入，直接影響港區作業、陸側運輸與相關服務業別的轉型方向與成本結構，亦是政策工具得以落地的重要依據。
- (3) **揭露與治理要求**主要來自投資人、金融機構與國際準則（如 ESG、IFRS），其影響不僅限於法遵層面，更實質牽動企業融資條件、品牌信譽與長期經營風險管理，對大型航商及其合作夥伴尤為關鍵。
- (4) **供應鏈與客戶要求**反映市場端對低碳運輸與永續服務的實質需求。隨著品牌貨主與大型客戶將碳足跡納入採購與合作條件，轉型壓力已由規範導向逐步轉為競爭導向，成為影響業者是否能維持市場地位的重要因素。
- (5) **碳定價與成本衝擊**則是前述各項要求具體轉化為企業經營壓力的核心機制。碳費、碳交易及能源成本上升，將直接影響營運成本、價格策略與獲利能力，是企業是否啟動雙軸轉型的關鍵觸發因素。

2. 影響程度評估準則

本研究依據三項評估準則，綜合比較不同業別在上述國際規範與市場機制、國家淨零政策與法規、揭露與治理要求、供應鏈與客戶要求、以及碳定價與成本衝擊等項目的衝擊程度，以辨識其於雙軸轉型

中的角色定位分析各航運相關業別在雙軸轉型下面臨之影響程度，包括：

- (1) 是否為法規或制度之直接責任主體；
- (2) 是否需直接承擔轉型所衍生之成本，如設備、系統、能源或碳費；
- (3) 若未進行轉型，是否將實質影響其核心營運或市場競爭力。

透過上述準則。

3. 衝擊程度分析

依上述五項驅動項目及三項評估準則，說明各航運相關業別在雙軸轉型下面臨的衝擊樣態與差異，詳如表 5。

(1) 船舶運送業：高度衝擊，為核心責任承擔者

位處貨櫃航運產業鏈核心，其營運高度國際化，直接暴露於國際規範與市場機制之下，為各業別中受衝擊最為顯著者，同時承受「外部法規強制」與「市場機制壓力」，其雙軸轉型具高度必要性與急迫性。

- ① 國際規範與市場機制（●高）：在國際規範與市場機制方面，EU ETS 已自 2024 年起正式將國際航運納入碳交易體系，IMO 亦透過 CII/EEXI 與未來全球碳費機制，持續提高航運減碳門檻，對航商營運模式、船隊配置及航線規劃產生結構性影響。
- ② 國家淨零政策與法規(◎中)：因我國《氣候變遷因應法》與國內碳費第一階段主要針對固定污染源，國際航線船舶目前被視為「移動污染源」，並未納入直接碳費課徵對象，現階段船舶運送業非法規的直接責任主體；國內政策對其主要為鼓勵與配合國際規範性質，但船舶運送業仍須承擔轉型成本，因此直接衝擊強度相較於國際規範為中。
- ③ 揭露與治理要求（●高）：IFRS S1/S2 與我國永續揭露制度要求航商建立更嚴謹的碳排管理、內控與數據治理能力，增加合規與組織調整成本衝擊程度為高。
- ④ 供應鏈與客戶要求（●高）：跨國大貨主積極推動「綠色廊道」，要求航商提供低碳運力，減碳能力已成為獲取

訂單的競爭關鍵。

- ⑤ 碳定價與成本衝擊（●高）：碳權購買、燃料轉型及船隊汰換，使航商面臨顯著的資本支出與營運成本上升壓力，並進一步影響運價形成與成本轉嫁機制。

(2) 貨櫃集散站經營業與貨物裝卸承攬業：中度衝擊，為關鍵落實者

貨櫃集散站經營業與貨物裝卸承攬業所受衝擊，主要來自國家淨零政策與法規及港區整體減碳要求，在港口層級推動設備電動化、岸電建置與能源效率提升的政策導向下，貨櫃集散站經營業者需投入大量資本進行設備汰換與基礎設施升級。

- ① 國際規範與市場機制（◎中）：雖非國際公約直接規範主體，但需因應航商為符合 IMO 規範而產生的靠泊效率與能耗管理要求。
- ② 國家淨零政策與法規（●高）：為我國港區淨零轉型之核心，面臨岸電（AMP）系統建置、電動化起重機/堆高機及能源管理系統（EMS）強制落地壓力。
- ③ 揭露與治理要求（◎中）：需提供精準之能源使用數據給母公司或航商，以落實供應鏈碳盤查作業。
- ④ 供應鏈與客戶要求（◎中）：航商與港口營運方要求提升自動化與智慧化程度，以減少船舶靠泊期間之閒置排放。
- ⑤ 碳定價與成本衝擊（◎中）：隨著能源成本上升與未來國內碳費對大用電戶之潛在影響，國內外港口營運逐步要求設備電動化、岸電建置與能源效率提升，以符合減碳路徑，因此相關設備如天車、堆高機、門機電動化需進行大量設備更新，此外需導入智慧門機、OCR、設備能源數據收集等以滿足碳盤查要求，具龐大投資成本。

(3) 海運承攬運送業：中度衝擊，為壓力承擔者

海運承攬運送業雖不擁有船舶，但處於供應鏈數據交換核心，承受極高的「間接強制」壓力。

- ① 國際規範與市場機制（◎中）：受國際航商為因應合規而調整之航線與運價波動，而受到間接影響。
- ② 國家淨零政策與法規（◎中）：政策上要求物流排放管

理，間接影響其承攬作業流程。

- ③ 揭露與治理要求（◎中~高）：因應 IFRS S1/S2 趨勢，需建立精準之範疇三（Scope 3）碳足跡計算能力，以因應大型客戶之合規查詢。
- ④ 供應鏈與客戶要求（●高）：大型品牌貨主將物流減碳視為範疇三減排重點，海運承攬運送業若無法提供低碳物流方案，將面臨流失核心客戶之風險。
- ⑤ 碳定價與成本衝擊（◎中）：需應對航商因 EU ETS 或碳費所轉嫁之成本，並在報價與維護客戶關係間尋求平衡。

(4) 汽車貨櫃貨運業：低~中度衝擊，為轉型跟隨者

汽車貨櫃貨運業所承受之壓力衝擊，主要來自國內環保政策與客戶供應鏈要求，非直接來自國際環保法規。

- ① 國際規範與市場機制（○低）：業務範圍以國內陸運為主，受國際環保直接關聯性較低。
- ② 國家淨零政策與法規（◎中）：受環境部移動污染源管制及六期排放標準影響，面臨汰換老舊柴油車與購置電動貨車之轉型壓力。
- ③ 揭露與治理要求（○低）：產業多屬中小企業，自主揭露壓力相對較低，多以滿足上游海運承攬運送業或貨主之基本需求為主。
- ④ 供應鏈與客戶要求（○低~中）：僅部分大型或跨國貨主會詢問陸運段之碳排放資訊，促使業者建立基礎碳排估算與數位派車系統。然而，受限於電動車成本與基礎設施不足，其轉型節奏相對緩慢，整體衝擊評估為中度偏低。
- ⑤ 碳定價與成本衝擊（◎中）：未來國內碳費與燃油價格政策將直接拉高營運成本，促使業者需導入更智慧化的派車規劃以優化油耗。

(5) 船務代理業：低度衝擊，為行政支援者

船務代理業屬於航運體系中的行政與作業支援角色，其衝擊主要體現在配合客戶揭露與治理要求，以及國家政策推動下的作業調整，而非直接受到規範約束。

- ① 國際規範與市場機制（○低）：雖不具法規直接責任，

但需協助航商處理 IMO CII/EEXI 相關之申報與行政合規作業，作業複雜度提升。

- ② 國家淨零政策與法規（○低~中）：配合港務公司及海關之數位化與無紙化政策（如 MTNet/PSC 平台），需進行系統串接與流程重整。
- ③ 揭露與治理要求（○低）：以協助航商揭露為主，自身企業經營之揭露壓力較小。部分航商與主管機關要求提高電子化、無紙化與資料一致性，促使船代業者需調整內部流程、提升系統介接與人員能力；但其衝擊多屬間接且可逐步因應。
- ④ 供應鏈與客戶要求（○低）：為協調角色，非減碳績效之直接承擔者，壓力相對有限。
- ⑤ 碳定價與成本衝擊（○低）：不直接負擔碳成本，但需協助航商與貨主間處理碳費轉嫁之行政流程與結算。

表 5 國內外主要永續規範對貨櫃航運業的衝擊

項目/業別	船舶運送業	貨櫃集散站+貨物裝卸承攬	海運承攬運送	汽車貨櫃貨運	船務代理業
國際規範與市場機制	● 高：IMO CII/EECI 等規範直接影響營運與船隊策略	◎ 中：非規範主體，但需因應航商效率與減碳要求	◎ 中：受國際貨主與航商合規要求間接影響	○ 低：與 IMO 規範無直接關聯	○ 低：無法規責任、不承擔成本
國家淨零政策與法規	◎ 中：多為銜接國際規範，國內強制有限	● 高：岸電、設備電動化、能源管理直接落地	◎ 中：政策透過物流排放管理間接影響	◎ 中：車輛排放、能源轉型、碳費間接影響	○ 低~中：行政與制度配合，非政策施力點
揭露與治理要求 (ESG/IFRS)	● 高：投資人、融資與揭露壓力明確	◎ 中：多需向航商/港口提供資料	◎ 中：因應大型客戶對 ESG 資訊需求	○ 低：多為中小企業，揭露壓力較低	○ 低：以協助揭露為主，少需自行揭露
供應鏈與客戶要求	● 高：低碳航線、綠色運力成競爭關鍵	◎ 中：需配合航商與港口減碳目標	◎ 中~高：品牌貨主直接要求碳足跡	○ 低~中：部分大型客戶要求碳排資訊	○ 低：擔任協調角色，不是主要承擔者
碳定價與成本衝擊 (ETS / 碳費)	● 高：ETS 成本直接影響航線與營收	◎ 中：能源與作業成本上升	◎ 中：面對航商與貨主成本轉嫁	◎ 中：未來國內碳費將影響車隊營運成本	○ 低：不承擔破成本
核心責任承擔			壓力承接	行政支援	轉型跟隨
關鍵落實					

• 評估準則：(1) 為法規或制度的直接責任主體；

(2) 直接承擔轉型成本(設備、系統、能源、碳費...)

(3) 若不作為，會影響其核心營運或競爭力

• 衝擊影響程度：

● = 高、◎ = 中、○ = 低

資料來源：本研究整理

2.3 貨櫃航運業雙軸轉型案例

全球港口正面臨環境永續與經濟發展的雙重挑戰，綠色港口已成為國際趨勢，世界各國紛紛制定環境法規，促進港口營運與生態共存。以下就國內外貨櫃港口經營、船舶運送業、貨櫃集散站經營業（含貨物裝卸承攬業、內陸型櫃場及港區型櫃場）、海運承攬運送業、船務代理業、汽車貨櫃貨運業的數位與永續雙軸轉型計畫進行探討。

本研究挑選具代表性貨櫃港口作為探討對象，在貨櫃吞吐量排名上，全球前30大貨櫃港集中在亞洲地區，歐洲其次，美洲再次之，因此本研究於各洲中各挑選具代表性的港口，就其數位化與永續發展進行探討，挑選對象包括亞洲的上海港（第1）、新加坡港（第2）、釜山港（第7）、歐洲的鹿特丹港（第11）以及美洲的洛杉磯港（第16）。同時納入臺灣港群，探討臺灣港務公司、台北港貨櫃碼頭公司的轉型現況，以完整勾勒出國內外航運港口雙軸轉型全貌。

在挑選船舶運送業與其他業者進行探討部分，本研究以市占率高、船隊規模大，且在數位化與永續策略上具代表性的貨櫃航運公司（如：Maersk、CMA CGM 等）為探討對象，以提供因應碳排規範、燃料轉型與智慧航運技術導入之範例；另外蒐集船務代理、海運承攬運送、貨櫃集散站經營、貨物裝卸承攬業等業別中已啟動雙軸轉型的領頭企業進行分析。

2.3.1 貨櫃港口發展趨勢

1. 上海港（Shanghai Port）

(1) 發展背景與主要挑戰

上海港作為全球貨櫃吞吐量最大的港口，其轉型動能源自兩股壓力：一是「碳達峰、碳中和」的國家戰略要求；二是國際供應鏈對低碳、高效率物流模式的日益重視。在高密度作業、巨量貨物流通的環境下，上海港面臨如何兼顧效率、成本與減碳的多重挑戰。因此，其發展策略呈現高度國家導向、設備大規模更新與智能化深度整合的特徵。

上海港推動「雙軸轉型」的核心，包含智慧化（流程自動化、智能調度、資料協同）與永續化（設備電動化、低碳運輸、綠色能源基礎設施）並行，以確保港口在維持全球樞紐地位的同時，有能力達成碳減量路徑與長期營運韌性。

(2) 上海港雙軸轉型的核心發展方向

上海港的策略可整合為四大面向，並具體化為以下措施。

① 國際合作：綠色航運走廊（Green Shipping Corridor）

上海港與洛杉磯港於 2023 年共同推動跨太平洋綠色航運走廊計畫^[29]，並於 2024 年與漢堡港承諾共同打造綠色航運走廊^[30]，旨在以最低碳排方式完成港到港運輸，是因應 COP26《克萊德班克綠色航運走廊宣言》^[31]而推動。此合作加速低碳燃料實驗、零碳船舶示範與供應鏈碳透明化，並為跨港 ESG 聯盟提供模式。

② 智慧化作業：TOS+ECS 全自動化操作

洋山深水港區導入全自動化碼頭作業（TOS）與設備控制系統（ECS），實現無人化集疏運、遠程操控吊機、自動導引車（AGV）運輸等功能。此智慧化模式透過：減少人為干預、提升裝卸效率、降低能源消耗，有效改善傳統碼頭高密度作業的延誤風險，形成自動化的典範之一。

③ 低碳物流鏈：調度優化與資料協同

上海港以大數據強化車輛與貨物調度，使卡車進出港時段更平衡、運輸距離更短，並透過港際資料交換試行低碳港對港運輸模式。此策略結合排程優化工具，使供應鏈減碳不僅依賴設備更新，也能從營運協同層面產生效益。

④ 綠色基礎設施：岸電、設備電動化與新能源示範

(A) 大規模建置碼頭岸電，提升船舶靠泊期間使用清潔能源的比例。

(B) 裝卸起重機、堆高機等港區設備推動全面電動化與節能升級。

(C) 展開氫能與新能源卡車示範應用。

這些基礎設施使上海港在亞洲港口中率先形成較完整的綠色運輸與低碳作業環境。

(3) 制度型態：「國家驅動型」永續模式

上海港的永續策略具有高度政策一致性，主要受到以下結構性條件影響：

- ① 中央政策的強制力高：碳中和、能源轉型與智慧港口均列入國家戰略，推動速度快、協作阻力小。
- ② 國有企業整合度高：上港集團能進行大規模設備汰換、長期資本投入與跨部門協調。
- ③ 基礎設施投資規模大：可迅速達成自動化、岸電普及與新能源示範等成果。

此型態使上海港能較其他國家快速完成電動化、自動化與碳管理的部署，但也代表轉型成本主要由政府承擔，市場化誘因相對弱。

(4) 可借鏡之處

儘管推動環境不同，上海港仍提供三項可供臺灣參考的方向：

- ① 「示範場域 → 模組化擴散」的策略

洋山自動化碼頭以示範區方式起步，再擴展至其他港區。可先在選定單一場域，聚焦排程優化、AGV、岸電使用率提升等技術，確立可擴散的應用模組，以降低一次性投資風險。

- ② 以「資料協作」帶動低碳物流而非只靠設備更新

臺灣物流業者多為中小企業，設備汰換速度慢，但可先從：港口報到制度（slot management）、卡車調度優化、跨港務公司資料整合等方面著手，使永續從營運流程即可產生減碳效益。

- ③ 公私協力的長期投資與治理機制

上海港的推動策略未必能複製，但其治理思維可借鏡，如建立跨部會治理、制定誘因（如岸電費率折扣、綠色航運認證等），以打造市場化的永續推動力。

(5) 須調整之條件與原因

- ① 政策推動模式差異：強制性的國家主導模式改以市場機制與法規引導進行，在設備更新與技術轉型方面，宜採取尊重市場運作與法規制度的方式，與透過行政命令推動的模式不同。此一架構雖可能使自動化與電動化進程較為漸進，但也有助於確保政策與產業發展的穩定性與可持續

性。

- ② 業者規模與資本限制：多為中小型企業的產業結構，難以複製大規模投資模式。
- ③ 法規與治理環境不同：需透過跨部會協調與法令調整方式取代強制手段。
- ④ 社會接受度與勞動環境差異：自動化需考量勞工轉型培訓、自動化對就業的影響、公共接受度及工會意見。

上海港展現了以國家力量推動雙軸轉型的高效率模式，其在自動化、數據治理、車流調度優化、岸電普及、低碳運輸示範等領域的實績，都具有高度參考價值。然而，臺灣需以「公私協力、誘因導向、模組化擴散」方式取代其政策驅動模式，以符合本地治理結構與產業能力的方式穩健推動港口雙軸轉型。

2. 新加坡港（Singapore Port）

(1) 發展背景與主要挑戰

新加坡是全球重要的轉運港與燃料補給港，地理位置優越、國際航運密集。新加坡海事與港務局（MPA）於 2022 年發布《海事減碳藍圖：邁向 2025》^[4]，由政府與業界共同協作擬定，規劃 2030 與 2050 年兩階段減碳目標，提出七大關鍵面向，涵蓋港口設施、國內港務船舶、未來船用燃料與加油基礎建設、新加坡船舶註冊制度、IMO 與國際平台參與、研發與人才培育、碳意識、碳核算與綠色金融等。藍圖中強調數位與永續並進，目標於 2050 年全面實現零碳航運，並建構新加坡作為全球綠色數位航運中心。

新加坡推動雙軸轉型面臨多重挑戰，包括技術整合難度、資金與投資風險，以及制度與標準協調的複雜性，涉及技術、市場與國際治理層面。

(2) 新加坡港雙軸轉型核心發展方向

新加坡港以「智慧化+永續化」雙軸並進，以下是其核心發展方向：

① 國際合作：綠色數位航運走廊

新加坡海事與港務局（MPA）於 2022 年與鹿特丹港、2023 年與美國西岸港口（洛杉磯、長灘）簽署合作備忘錄，推動綠色數位航運走廊計畫（Green Digital Shipping Corridor）^[32]，目

標為串聯低碳航運技術與數位系統，建構跨國綠色運輸通道。計畫涵蓋替代燃料試點（如液化生物甲烷）、綠色基礎設施投資與跨港數據共享平台。2023 年，MPA 與洛杉磯港、長灘港於 COP28 聯合國氣候峰會共同發布合作戰略，推動橫跨太平洋的綠色數位航運走廊，聚焦近零與零排放技術與燃料之導入，展現新加坡推動國際脫碳聯盟的關鍵角色。

② 碳盤查與碳管理

新加坡以碳盤查、碳會計與綠色金融為手段，建構全球海事金融減碳中心，推動船舶與港埠碳管理標準化，並協助業者落實碳資訊揭露與減碳目標，支撐淨零轉型策略執行。

③ 研發與創新生態系統

新加坡政府投入 8,000 萬美元資源支持海運脫碳技術研發，並計畫於 10 年內培育 1,200 名綠色海運相關人才，建構技術與人力並進的低碳航運創新體系。

④ 智慧加注與精密監測

新加坡積極研發替代燃料標準與加注流程（涵蓋氫、甲醇、生質燃料等），推動智能感測與監控系統提升燃料運作效率與安全性，發展「未來港勤船」零碳營運技術。

⑤ 數位貿易通道與港口社群系統（PCS）

新加坡以數位工具提升港口營運效率，與航運業界合作建立電子數據交換平台與共享機制，提升船舶準班率，並促進港際資訊互通與標準化，降低整體物流碳排放。

新加坡亦運用 PCS 與多式聯運資訊整合，如透過 digitalPORT@SG™ 等平台，將永續性原則融入日常的營運決策中，其成果主要展現在環境永續、營運效率與社會治理這三個主要面向。

- (A) 在環境永續層面，港口社群系統（PCS）的數位化貢獻，可直接從其顯著的減碳成效中觀察。藉由 digitalPORT@SG™ 等平台結合人工智慧（AI），對船舶到港時間與泊位分配進行精準預測，得以順利推動「準時到岸」（JIT）航行機制。此舉使得船舶能採用

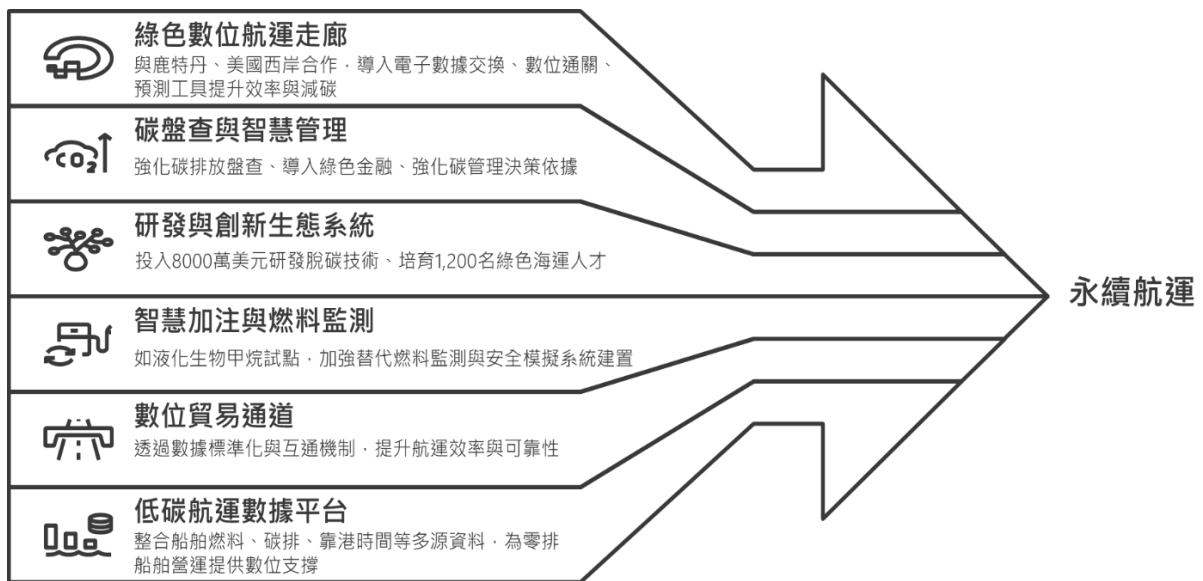
最佳經濟航速 (Eco-speed) 運行，有效避免在港口外圍區域滯留與怠速空轉，進而直接減少燃油消耗，大幅降低二氧化碳與氮氧化物等污染物的排放。

- (B) 就營運效率而言，PCS 係透過提升作業效率來減少資源耗損，進而確保港口能夠長期穩健地運營。在多式聯運無縫銜接方面，系統透過 Portnet 並結合與國際夥伴（例如杜伊斯堡港）的協作，成功實現了海運、陸運與鐵路間的資訊標準化及即時交換。此舉能有效縮短貨物在轉運節點的等待時間，避免因資訊延誤而造成的空駛或重複作業，藉此降低整體供應鏈的能源與時間浪費。同時，透過運用 TradeNet 和 digitalPORT@SG™ 平台，實現海事與貿易文件的全面電子化，達成了減紙化與流程優化，不僅大幅減少紙張消耗，更加快了清關速度，使港口作業流程更具可持續性。
- (C) 在社會治理方面，PCS 則致力於確保系統的可靠性、安全性與公平性，以維護長期的社會福祉與全球貿易穩定。此系統提供了一個統一且安全的數據交換環境，確保所有港口社群成員皆能及時獲取可靠資訊；透過數位治理，可有效降低人為錯誤或貪腐的風險，從而建立一個更公平、更可信賴的貿易環境，實有利於長期的穩定發展。此外，在面臨突發事件（例如危機或疫情）時，整合後的 PCS 資訊能即時提供港口擁堵狀況和貨物流向，協助政府與企業進行快速應變，確保基本貿易通道仍能維持運作，這充分展現了提升全球供應鏈韌性的社會永續價值。

新加坡透過 PCS 和相關數位平台整合多式聯運資訊的舉措，不僅僅是追求營運效率，更是將永續性原則深植於每一項營運決策之中，為全球智慧與綠色港口的典範之一。

⑥ 低碳航運數據平台

建置多方共用的減碳數據平台，整合港口、船舶與燃料相關數據，作為國際技術合作與排放追蹤的關鍵支撐系統，加速綠色決策與全球氣候倡議對接。



資料來源：本研究整理

圖 10 新加坡港雙軸轉型主要倡議

(3) 制度型態

- ① 新加坡港的轉型具有**政策主導+公私協力**型特性，MPA 作為港務主管機構兼監管者，負責政策設計、標準制定，並與產業、金融與學界建立協作平台。
- ② 推動國際標準協議，將新加坡定位為綠色航運與數位平台的國際橋樑。
- ③ 資金部分透過公共（政策補助）與私部門（技術商、航運公司）共同承擔，降低單一主體風險。

(4) 可借鏡之處

新加坡的轉型提供了幾個重要參考價值：

- ① 國家級藍圖 + 明確減碳目標：新加坡以 2050 年淨零為願景，並設定中期（2030）減排里程碑。這種清晰政策導向有助於業界制定長期投資策略。
- ② 綠色數位走廊為國際合作框架，加速替代燃料驗證、資料治理與標準化，是推動港際合作與共同減碳的有效機制。
- ③ 透過資料共享平台落實透明與責任，降低資訊孤島，支撐綠色決策。
- ④ 公私協力與創新生態系統：成立研發平台，可聚焦技術、資金與人才共同培育。這種模式對具備中小企業但缺乏單

一資本的大港或新興港口非常有價值。

(5) 須調整之條件與原因

新加坡模式並非在所有市場/港口都能完全複製。若其他港口想借鏡，必須注意：

- ① 政策驅動力：新加坡有高度中央協調能力，其他地區若缺乏類似政策主導力，公私協力可能難以快速落地。
- ② 資金與風險承擔：建立研發平台、低碳航運數據平台需要高資本投入。
- ③ 標準與互通性：跨港資料共享須符合國際標準。若本地港口制度尚未建立或與國際接軌，很難複製高度互通的平台。
- ④ 長期承諾與治理機制：數位 + 永續建設是長期投資，利益關係人（政府、企業）須有長遠規劃與治理機制。

新加坡港以靈活體制、政策協同與技術創新為核心，其雙軸轉型模式結合國家主導力與市場效率，展現高度協同的政策環境與完整資料治理架構。

3. 釜山港（Busan Port）

(1) 發展背景與主要挑戰

釜山港為韓國主要轉運與國際貨櫃樞紐，面臨國家級減碳目標（2050 Net-Zero）與東北亞區域供應鏈韌性需求，釜山港務公社（Busan Port Authority, BPA）以「數位驅動脫碳、低碳與復原策略並行」為轉型主軸，推進三項目標：「碳中和、生態港、韌性港」。主要挑戰包括替代燃料與綠電供應鏈尚不成熟、港區設備與基礎設施更新成本大、以及示範技術從驗證到商業化的風險。

(2) 雙軸轉型的核心發展方向

釜山港雙軸轉型的作法涵蓋設備升級、能源轉型、污染防制與數位管理八大策略，說明如下。

① 排放監測

釜山港透過建立空氣品質監測網與污染來源分析，確認船舶為港區 PM2.5 的主要來源（占比約 80%）。BPA 目前以逐

步降低船舶靠泊排放為主要策略，包括港區限速、使用岸電與強化靠泊前後管理。

② IoT 貨物管理

導入物聯網與感測技術，追蹤貨物流與設備排放，優化調度效率與污染管理，作為智慧營運與低碳物流之基礎。

③ 設施電動化

港區內推動卸貨設備、碼頭機具與照明電動化，如推動起重機電力改裝、照明與燈塔改為 LED、並擴大碼頭岸電與電力推進設備建置，降低營運碳排放。

④ 智慧技術基地

建構以智慧技術為核心的替代能源與淨零排放示範場域，包括液化天然氣（LNG）動力車改裝、灑水清潔車與吸塵車導入、DPF 濾煙器全面普及、起重設備 100% 電動化運行等，落實排放治理與能源轉型。

⑤ 廢棄物回收平台

於港區公共建築導入具清洗與 IoT 功能的垃圾回收設備，並結合在地資源循環創新，推動廢塑膠再利用與社會回饋，如製成毛毯與體驗包贈與社福機構。

⑥ 數據碳管理

整合排放監測數據與碳排放計算機制，搭配 IoT 與能源資料平台，支援港區溫室氣體管理、碳足跡追蹤與碳中和基金設計，提升港口淨零轉型基礎能力。

⑦ 新能源

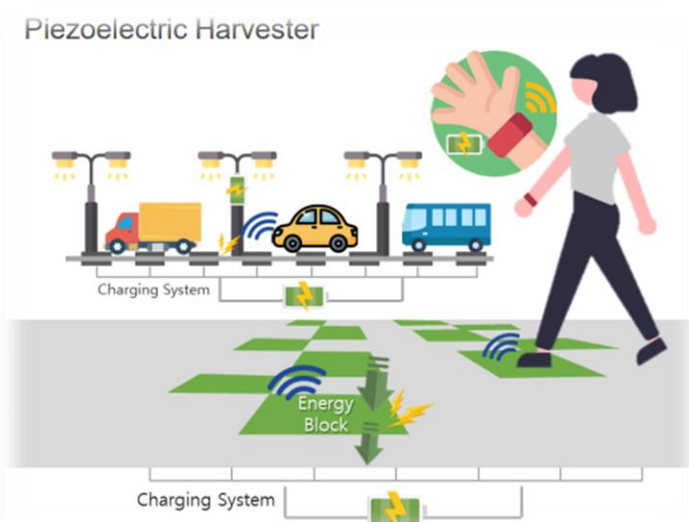
釜山港提出 2050 年碳中和願景，擬以氫能作為未來主要替代能源，推動太陽能、壓電、風力、燃料電池與海洋熱能等多元再生能源方案，實現能源自給自足並成為東北亞氫港示範港。

釜山港亦提出壓電再生能源方案^[33]，是利用貨車通行港口閘門時產生的振動和壓力，將其轉化為綠色能源。此舉旨在支持韓國於 2030 年將溫室氣體排放量減少 40% 的國家目標。由釜山港務公社（BPA）主導，Daan Smart ENG、Easy Evertech 和

韓國船舶設備研究所共同開發「閘門智慧壓電發電系統開發與實證」專案。

該計畫為期兩年，投入 18 億韓元，自 2021 年 11 月至 2023 年 10 月，已在 Uam 碼頭完成測試，後續將安裝至釜山新港所有 47 個閘門。該方案預計每年將產生 2.115 MW 電力，足供 705 戶家庭使用，並減少約 936.522 噸二氧化碳排放，相當於種植逾 14.9 萬棵松樹。

專案在 2023 年底或之前應已完成測試與驗證，但至今未在公開管道中看到進入大規模部署或商業運作的更新資訊，此方案於 2022/2023 年獲得 IAPH 國際港口永續發展獎提名。



資料來源：World Port Sustainability Program

圖 11 釜山港務局 - 壓電系統

[Characteristics of piezoelectricity vs. renewable energy]						
	Wind	Solar	Geothermal	Hydro	Coal-fired	Piezo
Generation cost per 1kWh (cent)	3-10	10-20	2-10	2-10	8-10	3-10*
Payback period (year)**	12-30	20-30	10-20	12-15	15-20	6-12*
Sustainability	X	X	✓	✓	✓	✓
Cleanness	✓	✓	✓	✓	X	✓
Maturity of technology	✓	✓	✓	✓	✓	X
Ease of installation/modification	X	X	X	X	✓	✓
Feasibility of installation in urban areas	X	✓	X	X	X	✓

[Basis for calculation: * traffic-dependent, ** Assuming 10cent in revenue per kWh] / Source: Israel

[Economy of piezoelectricity vs. solar]		
Category	Solar power generation	Piezoelectricity
Power generation per year	Approx. 45MWh	Approx. 45MWh
Installation cost	KRW 87 mil. on average	Approx. KRW 82 mil.
Area required	Approx. 50m ²	Approx. 12m ²
Payback period	Approx. 8 years	Approx. 7.5 years

- 壓電屬於低成本能源，與風能、地熱、水力相當
- 回收期(6-12年)僅略長於地熱(10-20年)
- 除燃煤、太陽能外，其餘再生能源都具備永續性
- 除燃煤外，其餘再生能源都具備清潔性
- 壓電的技術尚未成熟
- 壓電與太陽能安裝容易，其他較為困難
- 壓電、太陽能適合於都市環境
- 年發電量：壓電與太陽能相當(45 MWh)
- 安裝成本：壓電較低
- 所需面積：壓電(約 12m²)遠小於太陽能(50m²)
- 回收期：壓電(7.5年)略低於太陽能(8年)

資料來源：本研究整理

圖 12 釜山港務局 - 壓電系統與其他再生能源之比較

⑧ 再生能源基礎建設

除氫能與電動化發展外，釜山港亦擴大資源循環工程應用，如再生骨材、石料應用於建設，搭配 AMP 岸電推廣與海上替代能源建置，逐步建立永續港灣能源與資源體系。

(3) 制度型態

釜山港轉型呈現「地方政府 + 公社主導、並結合產學及私部門示範」的混合模式，由政府與 BPA 設定目標，透過補助與試點促成技術驗證；同時尋求與設備商、研究單位及供應商的合作以降低風險。

(4) 可借鏡之處

- ① 以示範場域驗證技術：釜山透過小範圍示範（如壓電門閘）驗證可行性，再評估放大應用，降低政策與投資風險。
- ② 排放源頭管理與即時監測：建立 PM2.5、NOx 等港岸監測與公開資料，提高治理透明度並支援地方治理。

(5) 須調整之條件與原因

- ① 壓電等小規模發電技術的規模經濟有限：釜山的壓電試驗具創新性，但對於大型港區之能源供給影響有限，需與其他再生能源或能源效率措施併用才具實質意義。
- ② 政策與資金支持的可持續性：若無穩定長期財源與法規支持，示範案難以迅速擴展。

釜山港透過「智慧 + 永續」雙軸轉型，以示範場域作為推動策略核心，涵蓋排放監測、電力化、IoT 物流技術、空污治理、氫能示範與替代能源試驗等多項措施。在制度面上採用政府 + 港務公社主導模式，以公部門設定方向、民間與研究機構參與示範。其最大特色是以「漸進式示範」降低新科技導入風險，再評估擴大實施可能性。不過，包括壓電發電等技術仍停留在示範階段，能源供應鏈、電網準備度與財源穩定性仍為擴散挑戰。釜山港的經驗對臺灣具啟發性，尤其是示範場域治理、排放監測透明化與資料共享機制。

4. 鹿特丹港 (Rotterdam Port)

(1) 發展背景與主要挑戰

鹿特丹港作為歐洲最大、亦是全球最具戰略影響力的深水港之一，近年來積極將永續與數位兩大轉型路徑視為港口治理的核心策略。面對全球供應鏈減碳要求、能源轉型壓力與物流效率的高度挑戰，鹿特丹港提出以「創造經濟和社會價值並實現永續成長」為核心的港口未來願景^[34]，強調數位化不僅是提升運籌效率的工具，更是實現低碳、循環與高韌性港口的重要基礎；同時，永續目標也反向成為推動港口系統與數位基礎設施升級的重要驅動力。近年鹿特丹港陸續啟動智慧基礎設施建設、永續資料治理、跨國綠色數位航運走廊、碳循環產業鏈整合與港口社群系統 (PCS) 標準化等行動，形成「雙軸轉型」實踐典範之一。

鹿特丹港的挑戰主要包括：鹿特丹的挑戰主要包括：港區工業排放量龐大（尤其化工與煉油業），減碳難度高；數位化需要跨國資料標準化；港務局需協調多國航商、企業與物流單位，治理複雜度高。

(2) 雙軸轉型的核心發展方向

- ① 運用數位工具、數據和科技能力來促進永續目標的落實
 - (A) 透過其數位化策略，明確指出「創新技術在重大轉型中扮演關鍵角色，既可提升效率，也可降低 CO₂ 排放」^[35]。
 - (B) 在其智慧基礎設施計畫中，港區裝設感測器即時監測資產、廢棄物容器、下水道井等，並結合其他利害關係人資料以優化作業與資源壽命^[36]。
- ② 推行綠色與數位運輸走廊 (Green & Digital Corridor) 計畫
2022 年中啟動與新加坡港建立全球最長的綠色與數位運輸走廊，藉由資料分享與整合實體與數位流程，以加速深海航運的永續化^[37]。
- ③ 在港口社群系統 (PCS) 方面，透過 Portbas 整合超過 40 項服務，提升資料交換效率與流程透明度，從而間接支持減碳與永續運作^[38]。

鹿特丹港利用 PCS 的數據基礎（如船隻位置、預計到達時間、碼頭使用情況）結合 AI（人工智慧）和數位分身

(Digital Twin) 技術，實施準時到岸 (Just-In-Time, JIT) 航行計畫。過去，船舶往往以「先趕到再等待」的方式加速航行，抵達港口後卻因泊位未準備好而在外海長時間滯留，導致主機持續空轉、燃油消耗增加並排放大量廢氣，形成所謂的「熱爐效應」。如今，隨著 PCS 與 AI 預測技術的導入，港口能即時掌握泊位安排與擁堵情況，並提前將最佳抵港時間回饋給船舶，使其在航行途中調整至最節能的經濟航速，減少靠港等待、提升營運效率，也大幅降低碳排與空汙。

永續效益方面，船舶在海上依據 PCS 與 AI 回饋的最佳經濟航速 (Eco-speed) 航行，可大幅降低燃油使用與二氧化碳排放，同時減少在港外無效等待，節省每日高達數萬美元的運維成本並提升港口吞吐效率。此外，PCS 也促進報關、文件與航運資訊的減紙化整合，簡化流程、加速通關與調度，使整體港口營運更高效且更具永續性。

(3) 制度型態

鹿特丹採「政策驅動 + 市場協作 + 產業聯盟」的治理模式：港務局由上而下統籌大型能源與產業計畫（例如氫能與 CCS），同時透過平台 (Portbase) 促成私部門間的操作整合與資料交換，強調「政府設規範、產業執行、平台協作」。

(4) 可借鏡之處

- ① 資料平台治理 (Portbase)：將資料交換治理化，建立標準化 API 與事件模型，對於需跨單位協調的港口為相當有價值的參考依據。
- ② 數位孿生應用於 JIT 航行與泊位優化：透過預測模型回饋船公司，減少等待與不必要的航速加速，直接降低燃油與排放。

(5) 須調整之條件與原因

Portbase 類型的資料平台需成熟的法規保障、資料權屬與隱私機制；若沒有相應治理基礎，平台成效會受限。

鹿特丹港是全球成熟的「永續技術創新 + 數位開放生態系」港口之一，其特徵為以國家與歐盟政策引導脫碳、以 PortBase 與數

位孿生（Digital Twin）推動資料開放與全流程協作。其雙軸轉型強調以資料驅動效率、以綠色能源帶動供應鏈轉型。鹿特丹成功的關鍵是多方治理結構（港務局、航運業者、政府）與市場誘因。此模式特別適合推動跨域合作，但需要高品質的法規環境與長期投資。

5. 洛杉磯港（Los Angeles Port）

(1) 發展背景與主要挑戰

洛杉磯港位於美國西岸、與長灘港共同構成聖佩德羅灣港區（San Pedro Bay），是美國吞吐量最高的貨櫃港之一。洛杉磯港推動「雙軸轉型」行動^[39]，聚焦在「科技導入」與「低碳轉型」雙軌並進。其綠色轉型計畫不僅強調本地空污改善，也對應國際減碳目標（如 IMO 減碳規範）。該港已建置多項數位與減碳措施，涵蓋資訊揭露、節能運作、替代能源導入等層面。

洛杉磯港的永續模式屬於典型的環境法規驅動型，其核心政策是《清潔空氣行動計畫》（Clean Air Action Plan, CAAP），由聖佩德羅灣港口（洛杉磯港與長堤港）共同推動的空氣品質改善策略，旨在減少港口相關活動所造成的空氣污染與健康風險，目標是在 2030 年前實現港口卡車全面零排放，並在 2035 年前實現貨物處理設備全面零排放。

主要挑戰包括：港區卡車車隊龐大（每日逾 18,000 輛進出），電動化成本高；港口流程複雜，資料共享需多方協調；極端壅塞時期對永續與效率造成壓力。

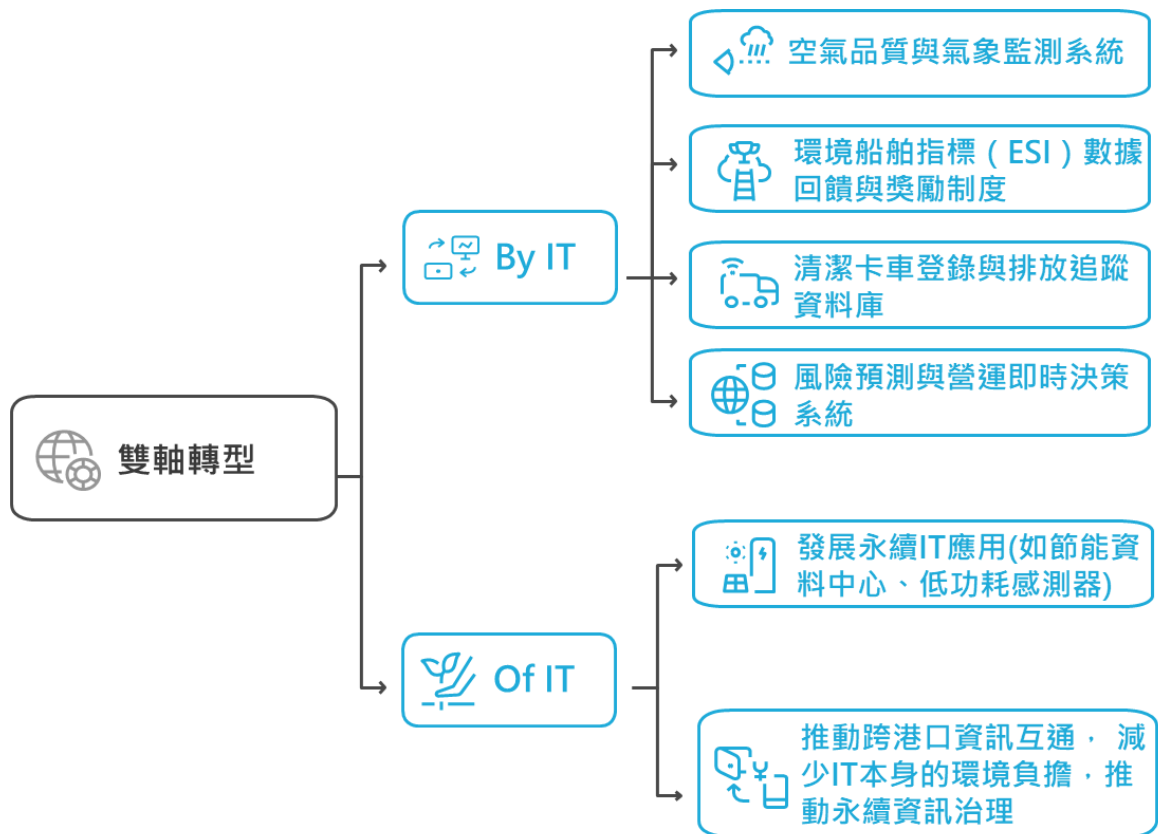
(2) 雙軸轉型的核心發展方向

洛杉磯港的雙軸轉型（數位化＋永續化）可概括為下列核心方向：

- ① 空氣品質與氣象監測系統^[40]：洛杉磯港設置 4 座空氣品質監測站，結合氣象感測器蒐集風速、風向與溫度數據，每三天分析空氣成分，以掌握污染趨勢與環境風險，提供港區營運與決策參考。
- ② 環境船舶指標（ESI）數據回饋與獎勵制度：自 2012 年起參與 ESI 計畫，依氮氧化物、硫氧化物與 CO₂ 排放水準給予船舶積點與現金獎勵，符合 IMO Tier II 或 III 標準之船

船，每次靠港可獲 750 至 3,250 美元不等補助，誘導業者採用較潔淨船舶。

- ③ 清潔卡車登錄與排放追蹤資料庫：洛杉磯港推動清潔卡車計畫，要求特定排放標準卡車始得進入港區，並建立登錄與監控制度，逐步淘汰高污染車輛，至 2012 年已實現卡車廢氣排放減少 80% 的成效。
- ④ 風險預測與營運即時決策系統：港區內多項空品與營運資料系統整合，用於污染預測與環境風險應變，包含船舶進出、天氣變化與碼頭營運排程等資訊，有助於減排策略即時決策。
- ⑤ 發展永續 IT 應用（如節能資料中心、低功耗感測器）：洛杉磯港持續推動綠色基礎設施與節能設備導入，如岸電（AMP）設施、節能感測器應用等，以減少營運期間的能源消耗與碳排放負荷。此外，洛杉磯港和長灘港共同推動聖佩德羅灣清潔空氣計畫（CAAP），整體涵蓋港區車輛替代、排放標準強化與低碳設施升級等措施。洛杉磯港亦實施船舶減速計畫（VSRP）^[41]，鼓勵船舶於距離費明角（Point Fermin）20 至 40 哩進出港時，主動降低航速至 12 節，以減少氮氧化物及其他污染排放。該計畫為自願參與型獎勵制度，亦與該港近期推動的綠色航運走廊倡議相互銜接。
- ⑥ 推動跨港口資訊互通，減少 IT 本身的環境負擔，推動永續資訊治理：該港與名古屋港共同啟動綠色航運走廊（Green Shipping Corridor）合作，推動港口間資訊共享與脫碳行動協調，有助於強化區域資訊互通與減碳治理整合。



資料來源：本研究整理

圖 13 洛杉磯港雙軸轉型策略

(3) 制度型態

洛杉磯港的轉型呈現法規導向 + 示範激勵 + 公私合力資金動員的混合治理模式：

- ① 法規與區域協調：CAAP 與加州空品法規共同建構排放目標與執行時程；港務局以地方權限推動執行與補助。
- ② 平台化治理：Port Optimizer 作為資料協同平台，透過公開／共享數據促成作業優化，並以補助與合約模式擴充功能。
- ③ 資金與示範：大量仰賴聯邦、州級補助（例如 EPA Clean Ports）與公私合夥共同投資以降低業者前期負擔，並透過示範案驗證技術成熟度與經濟可行性。

(4) 可借鏡之處

- ① 以政策藍圖 + 明確時程引導市場行為：CAAP 提供了可預期的路徑（2030/2035），使港口與供應鏈業者得以規劃資本支出與示範計畫。其他港口可仿此設立時程分段與關

鍵可衡量指標。

- ② 數位平台：Port Optimizer 的經驗顯示整合靠泊與物流資訊能直接降低等待與空轉，為「數位→效率→減碳」的實證路徑。推動 PCS / Port-wide data hub 可在中短期內取得顯著效益。
- ③ 動員國家級資金以降低業者採用門檻：EPA 等大型補助能顯著減輕建置岸電、充電樁與電動設備的初始成本，加速市場採納。

(5) 須調整之條件與原因

- ① 洛杉磯港的成功依賴強制排放標準、補助與公私協力模式，因此需要建立法規標準，方能進行推動。
- ② 數位平台需要強健的資料治理與隱私、權責機制：Port Optimizer 成功建立在明確的資料整合與共享架構上；若在地缺乏合意的資料分享規範或業者信任，平台成效會受限，需先推動資料治理準則與 API 標準。

洛杉磯港的雙軸轉型以「空污治理壓力+州與聯邦政策推動」為主要驅動力，其模式特徵為**法規驅動+大型補助+跨部門治理**。其雙軸轉型模式顯示，以空污治理為切入點、結合資料透明化與跨港協作，可有效提升永續績效，但需仰賴強制性政策與大型能源投資支持。

6. 高雄港 (Kaohsiung Port)

(1) 高雄港自營碼頭

高雄港在數位轉型方面，透過 AI-OCR 和 5G 無人載具等技術^[42]，優化櫃場自動化和環境監測，提升作業效率並降低碳排放。同時，致力於打造低碳環境、採取氣候行動，並透過供應商管理，確保支援 IT 運作的能源與基礎設施更加永續。例如，高雄港進行「橋式機貨櫃辨識試驗計畫」，利用 CCTV 結合 AI-OCR 即時辨識櫃號、封條與櫃損，並試驗貨櫃車自動定位導引，大幅提升櫃場作業自動化與效率，同時減少人員暴露於危險工作區域的風險。

高雄港務分公司為因應港埠營運模式調整及提升資源使用效益，自 2025 年 9 月 1 日起，將自營櫃場轉型為出租櫃場。此一轉型措施旨在強化港區空間彈性運用，促進民間參與港埠經營，並

提升整體物流服務效率。未來櫃場將採租賃方式提供予合格業者使用，以期透過市場機制引導專業化經營，強化港口競爭力，並兼顧營運安全與服務品質。

(2) 長榮海運第七貨櫃中心

長榮海運公司打造國內首座「全自動化貨櫃基地」，持續推動高雄港區貨櫃碼頭重新配置調整。以自動化的智慧貨櫃中心為目標，共配置 24 部橋式機，其中 19 部為全國首批遠端遙控無人橋式機，60 部全自動化無人門式機，以及 24 道臺灣規模最大的貨櫃車智慧化通關進出車道等設備，並導入獨立 5G 系統、光纖、物聯通訊網 (IoT) 覆蓋全場，搭配長榮海運公司自行開發的智慧化櫃場作業系統 (EMCTOS)、光學文字辨識系統 (OCR)，以及全區即時用電監控系統等人工智慧系統，同時透過電子門禁嚴密管控、超過 600 支 CCTV 即時監控及建置電子脈衝圍籬等全區智能化安防系統，提升經營效益及確保人員、貨物安全。

(3) 高明碼頭股份有限公司

以 BOT (建設-營運-移轉) 方式，負責於高雄港第六／七貨櫃中心的碼頭興建及營運。在智慧化上，高明碼頭提供自動化設備、監控系統與數位服務 (如線上查詢平台)；永續方面，其宣傳為「綠色科技新碼頭」，行政大樓取得綠建築標章，且強調節能、深水靠泊與高效率裝卸，有助降低船舶等待與場內車流繞行。

7. 國際標竿貨櫃港口比較

承接前述對各國際標竿貨櫃港口智慧化與永續發展策略之探討，本文進一步進行整體比較分析，藉以系統性檢視上海港、新加坡港、釜山港、鹿特丹港、洛杉磯港及高雄港在治理架構、技術應用與運作機制等面向之異同，如表 6。

- (1) 上海港：上海港作為全球吞吐量最大的港口，其轉型深受「碳達峰、碳中和」國家戰略驅動。智慧化方面，核心在於洋山深水港區的全自動化作業系統 (TOS+ECS)，實現無人化集疏運與 AGV 運輸。永續化則大規模建置岸電 (AMP 並推動裝卸設備全面電動化。其治理特徵為「國家驅動型」，由中央政策強制執行且國有企業高度整合。

- (2) 新加坡港：新加坡致力於成為全球綠色數位航運中心，發布《海事減碳藍圖：邁向 2050》。數位化透過 digitalPORT@SG 平台實現海事文件電子化與「準時到岸（JIT）」機制，降低滯港排放。永續策略側重於替代燃料（如氫、甲醇）的標準制定與加注基礎設施。其治理採「政策主導＋公私協力」，由海事與港務局（MPA）主導並與金融、產業、學界建立平台。
- (3) 釜山港：釜山港以「數位驅動脫碳」為轉型主軸，追求「碳中和、生態港、韌性港」三大目標。獨特的策略包括開發閘門智慧壓電發電系統，利用貨車通行壓力轉化為能源。智慧化作為涵蓋 IoT 貨物管理與排放即時監測網。治理呈現「混合模式」，由釜山港務公社（BPA）主導並透過示範場域驗證新技術。
- (4) 鹿特丹港：鹿特丹港是雙軸轉型的典範，強調永續目標是驅動數位基礎設施升級的動力。其 Portbase 系統整合超過 40 項服務，結合 AI 與數位孿生（Digital Twin）技術優化 JIT 航行，顯著節省燃油。治理模式為「政策驅動＋市場協作」，由港務局統籌大型能源計畫（如氫能、CCS），並與航商組成產業聯盟。
- (5) 洛杉磯港：該港屬於典型的「環境法規驅動型」，核心政策為《清潔空氣行動計畫（CAAP）》，目標是 2030 年卡車全面零排放。數位化手段包括運用 Port Optimizer 平台整合物流數據以降低怠速。其治理特點是「法規驅動＋大型補助」，高度依賴聯邦與州政府的資金動員進行技術示範。
- (6) 高雄港：我國高雄港依循「Trans-SMART 2.0⁺」計畫，打造智慧化營運環境。數位技術應用包含 AI-OCR 影像辨識、5G 無人載具與長榮海運第七貨櫃中心的全自動化基地。永續發展則建置智慧微型電網（結合 AI 能源管理、太陽能與儲能），並設定 2030 年溫室氣體減量 50% 的目標。

表 6 國際標準貨櫃港口比較分析表

比較面向	上海港	新加坡港	釜山港	鹿特丹港	洛杉磯港	高雄港
治理模式	國家驅動型：由中央政策強力主導與國企整合	政策主導十公私協力：MPA 擔任橋樑，連結金融與技術	政府主導十混合示範：結合產學研進行漸進式驗證	政策驅動十市場協作：港務局統籌，業者聯盟執行	法規驅動十示範激勵：州/聯邦補貼與強制標準並行	國營企業主導型：港務公司 (TIPC) 規劃引導示範場域
數位技術核心	TOS+ECS 全自動化、無人化運輸 (AGV)	digitalPORT@SG、JIT 到港預測、智慧加注監測	排放監測網、IoT 貨物追蹤、閘門壓電感測	Portbase 共享平台、數位孿生 (Digital Twin)	Port Optimizer 數據中樞、空氣品質監測系統	5G AIoT 智慧監控、AI-OCR 影像辨識、自動化門哨
減碳/永續策略	大規模岸電普及、機具電動化、氢能卡車示範	發展綠色燃料 (氨、甲醇) 加注樞紐、綠色金融	氫港願景、多元再生能源 (風力、壓電)、資源循環	綠色運輸走廊、能產業鏈整合、JIT 節能航行	清潔卡車計畫、環境船舶指標 (ESI) 獎勵機制	智慧微型電網、太陽能採購、裝卸機具汰換電動化
推動機制特徵	強調行政效率，以示範場域帶動模組化擴散	簽署多國綠色走廊備忘錄，建立國際標準互通性	透過小範圍示範降低投資風險，關注地方大氣治理	建立標準化 API 與事件模型，推動跨國資料治理	設立明確時程 (2030/2035) 引導市場，動員聯邦補助	透過 Trans-SMART 計畫整合港群，開放創新試驗場域

資料來源：本研究整理

我國貨櫃航運產業在推動「數位與永續」雙軸轉型的進程中，雖已具備一定的發展基礎，但相對於上海、新加坡、洛杉磯、鹿特丹及釜山等國際標竿港口，在基礎設施與法規制度上仍存在顯著缺口。以下為具體的差距分析：

(1) 基礎設施具體缺口分析

① 缺乏全國性共通資料交換平台（資訊孤島問題）

(A) 國際標竿：鹿特丹港透過 Portbase 整合超過 40 項服務；新加坡港利用 digitalPORT@SG 實現海事文件電子化與「準時到岸（JIT）」機制。

(B) 我國缺口：各港口與業者間資訊尚未互聯互通，貨櫃司機往往須安裝 8-10 款不同 App，資料整合極為分散，形成資訊孤島。這導致跨業別的智慧調度（如 AI 櫃位優化）缺乏數據底盤，難以發揮規模效益。

② 綠色能源基礎設施普及度與誘因不足

(A) 國際標竿：上海港大規模推動碼頭（船舶岸基供電）建設與應用普及化以及裝卸設備全面電動化；洛杉磯港推動「清潔卡車計畫」，目標於 2030 年實現港口卡車全面零排放。

(B) 我國缺口：我國雖有岸電規劃，但尚未強制使用且未訂定統一收費標準，導致業者投資效益難以評估，船舶靠泊時仍多使用柴油發電機，產生大量排放。此外，電動堆高機等低碳設備投資成本高昂，對我國以中小企業為主的結構形成轉型門檻。

③ 智慧調度技術的應用深度落差

(A) 國際標竿：鹿特丹與新加坡港已利用 AI 與數位孿生技術實施 JIT 航行，直接降低船舶在外海滯留的排放。

(B) 我國缺口：我國在高雄港等場域已有自動化櫃場試驗，但尚未能推廣至全國港群進行跨業別的動態調度優化。目前我國物流作業仍高度依賴人工比對與通知，協作效率有待提升。

(2) 法規制度具體缺口分析

① 資料標準化與 API 介接規範缺乏

(A) 國際標竿：國際業者透過 數位貨櫃航運協會 (DCSA) 或 TIC4.0 建立共通資料字典與通訊協定，實現設備與系統間的「即插即用」。

(B) 我國缺口：航港產業缺乏像電信業 (如 3GPP) 般的國際通用資訊串接標準。船代、櫃場與航商間系統格式異質性高，客製化成本沉重，限制了數位化規模發展的潛力。

② 碳核算與綠色激勵機制尚未建置

(A) 國際標竿：洛杉磯港實施環境船舶指標 (ESI) 給予補助獎勵；新加坡透過綠色金融協助業者落實碳資訊揭露。

(B) 我國缺口：我國供應鏈中缺乏統一的碳排放計算標準，且對於購置昂貴電動設備或使用岸電的業者，補助及獎勵措施仍顯不足，難以誘導業者主動揭露範疇三 (供應鏈) 數據。

③ 行政程序數位化的法律信任度缺口

(A) 國際標竿：DCSA 成員承諾於 2030 年全面採用 100% 電子提單 (eBL) 以徹底取代紙本。

(B) 我國缺口：部分政府部門 (如財政部、金管會) 對電子資料信任度仍待提升，即便技術可行，業者仍被要求列印大量紙本文件備查 (事後又銷毀)，造成「數位化」卻無法「無紙化」的矛盾。三、轉型的急迫性與方向。

綜合而言，國際標竿港口正加速朝向「智慧化、永續化與協作化」之整合發展方向邁進。我國若未能及時縮短前述差距，未來勢將面臨歐盟碳排放交易制度 (EU ETS) 及國際海事組織 (IMO) 減碳規範所帶來之營運成本上升與整體競爭力弱化風險。相較之下，國際先進港口已透過明確之政策指引、完善之標準化體系及相對成熟之基礎設施，形塑有利於雙軸轉型之整體環境。是故，儘速補齊相關制度與建設缺口，將成為我國航港產業在邁向 2050 淨零排放目標過程中，維持永續發展與國際競爭力之關鍵所在。

2.3.2 船舶運送業

1. 地中海航運 (MSC)

根據 MSC 的 2024 年永續發展報告，該集團將 2050 年海洋營運溫室氣體淨零排放視為長期核心戰略目標，並採取硬體革新與能源替代雙軌並進的策略。該公司積極執行船隊更新計畫，預計 2029 年前交付超過 140 艘雙燃料新船，並將液化天然氣 (LNG) 作為轉向生物與合成燃料 (如 bio-LNG、合成氨) 的關鍵過渡技術。此外，MSC 在提升能源效率方面，透過大規模的船舶改裝 (如擋風板、高效推進器、氣泡潤滑系統) 與岸電系統 (OPS) 的建置 (目前已覆蓋 63% 的船隊運能)，在 2024 年降低營運碳強度指標 (EEOI)。

在數位轉型策略上，MSC 強調數位化是實現永續目標與解鎖貿易透明度的重要驅動力。該公司作為數位貨櫃航運協會 (DCSA) 成員，承諾於 203 年全面採用 100% 電子提單 (eBL)，旨在透過標準化 API 與數位簽章技術減少紙張使用與行政碳排。此外，MSC 導入基於 AI 增強分析與數位孿生 (Digital Twin) 的船舶管理系統，對全艦隊進行每五分鐘一次的高頻數據採集與分析，藉由即時氣象規劃、航線優化與準時到岸 (JIT) 機制，顯著降低了船舶的燃油浪費與滯港排放。

在資源循環管理方面，公司推動負責任的船舶回收 (嚴格篩選符合香港公約標準的回收設施)，並針對貨櫃 lifecycle 進行綠色優化 (如 90% 新櫃採用環保竹地板)，同時透過船上先進水過濾系統減少 75% 的一次性塑膠瓶使用。

為了確保雙軸轉型得以長期落實，MSC 聚焦於「公正轉型 (Just Transition)」與跨鏈夥伴協作。該集團透過 Ocean Learning Platform (OLP)² 與 LNG 雙燃料發動機模擬器，對員工與海員進行新技術、新燃料 (如氨、甲醇) 與資安意識的專業培訓，協助員工適應綠色航運的新工作模式。在外部合作上，MSC 亦參與「綠色航運走廊」倡議 (如鹿特丹—新加坡走廊)，透過公私部門的資料共享平台降低資訊孤島，進而提升全球物流網絡的整體韌性與綠色價值。

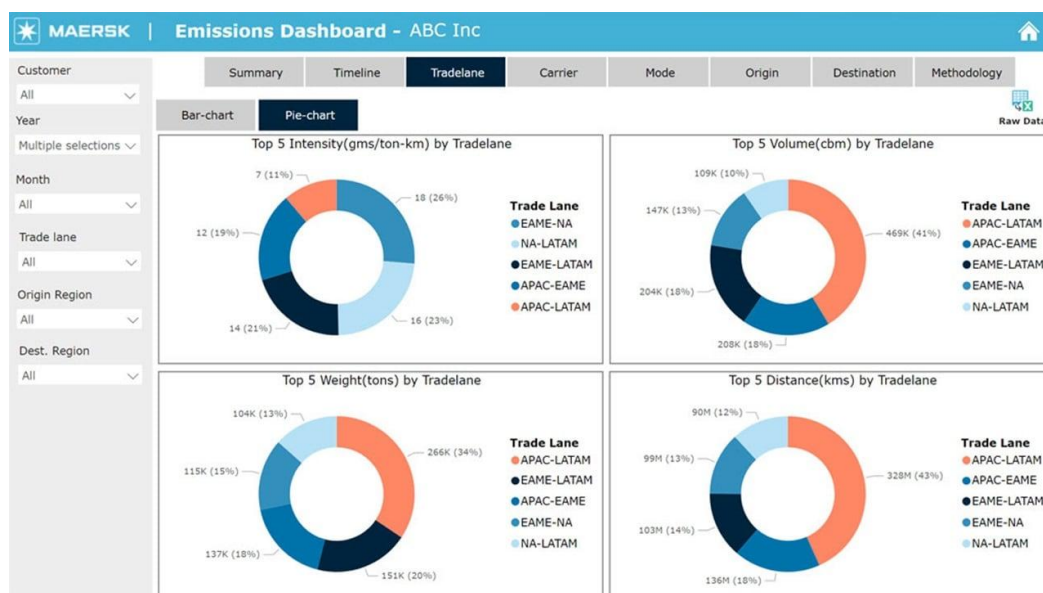
² Ocean Learning Platform (OLP) 是專為海運設計的數位學習平台，提供安全、航行、工程、環境保護等主題的線上課程，幫助船員保持合規、提升技能與能力，並透過詳細的儀表板和報告功能，讓參與平台的企業能有效管理船員培訓、追蹤進度，確保符合 STCW、SOLAS、MARPOL 等國際海事法規要求，實現線上/離線學習與證照取得，協助航運業提升人力資本的關鍵工具。

2. 丹麥馬士基 (Maersk)

作為全球最大航運集團之一，丹麥 Maersk 積極投入碳排管理工具的開發，其推出的 Emissions Dashboard 成為供應鏈脫碳的重要數據平台^[43]。該系統整合客戶於海運、陸運與空運各階段產生的排放資訊，並標準化碳排計算方式，以利跨運具模式比較與管理。平台介面以視覺化方式呈現排放趨勢、來源組成與變動軌跡，協助企業掌握碳足跡全貌，進而提出因應策略。

這項儀表板不僅是排放追蹤工具，更強調使用者行動轉化能力。使用者可根據系統提示進行決策模擬，評估不同運輸選項或路徑的碳排放影響，將碳效率納入供應鏈優化考量。同時，其設計對應全球物流排放標準 (GLEC Framework)，有助於企業在永續報告中對應國際揭露要求。Maersk 亦透過平台產出的報告摘要，提供客戶作為 ESG 彙報、碳績效審查與合作夥伴溝通的依據，使碳數據不再只是環境指標，而成為經營管理的一環。

透過 Emissions Dashboard，Maersk 展現其以數據透明為核心的減碳治理模式，並嘗試賦能客戶成為共同參與的氣候行動者，從航運端啟動供應鏈轉型的正向循環。



資料來源：本研究整理

圖 14 丹麥 Maersk Emissions Dashboard

3. 法國達飛通運 (CMA CGM)

為強化數位營運能力與邁向淨零目標，法國達飛通運 (CMA CGM) 自 2022 年起與 Google 建立策略合作關係，導入人工智慧與

雲端技術，全面優化船隊調度、貨櫃裝載、能源使用與倉儲管理流程。該合作涵蓋橫跨海運、陸運與物流倉儲的多元環節，並以資料整合與演算法決策為核心，提升供應鏈可視性與韌性。

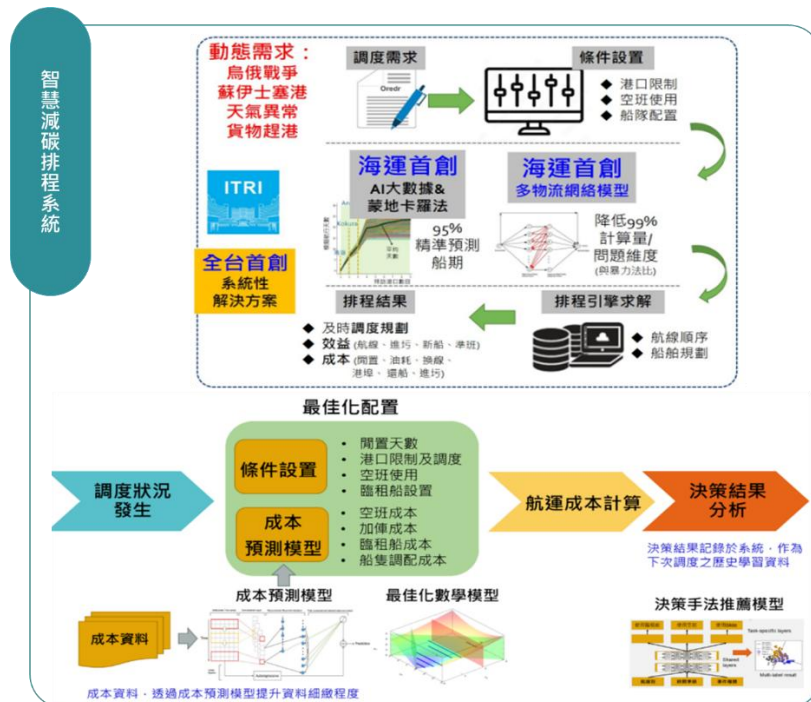
AI 系統可即時分析船舶行程、港口壅塞與氣候風險，協助航線規劃更精準，同時提升預測能量並降低燃油消耗與延誤機率。應用於冷鏈與倉儲管理方面，則可透過智慧能源模型提升電力與溫控使用效率，降低整體營運碳足跡。Google 雲端平台亦為 CMA CGM 建構統一的資料平台架構[44]，使全球據點營運數據得以標準化並集中分析，支援跨部門協作與碳排報告需求。

透過本次合作，CMA CGM 展現出以 AI 技術為驅動的營運脫碳戰略，將數位轉型與永續治理結合，朝向更即時、低碳且具彈性的全球航運網路邁進。

4. 臺灣長榮海運 (Evergreen)

為支持聯合國氣候峰會及 IMO 環保減碳規範，長榮海運導入智慧減碳排程系統[45]，透過大數據演算，計算洋流、港口壅塞、艙位狀況、航班順序等參數，計算出最省油、同時維持最佳營運效能的路線，以減少碳排，並完成任務，排程從 4 天縮短至 4 小時，進而減少燃油與二氧化碳排放量。

長榮海運運用船隊、辦公室、碼頭靠泊等資訊，結合大數據資料分析，加強對船舶營運能效資料的收集與分析，即時測算船舶的碳強度指標 (Carbon Intensity Indicator; CII) 等相關資訊，一年可省 3%~5% 的燃油費用及減少 10%~15% 碳排放量，也就等於年省 400 萬公噸的排碳量與數百萬美金燃料成本。長榮海運已成功將碳排放強度從 2008 年的 97.42g/teu-km 降至 2020 年的 60.66g/teu-km，並設定 2025 年減至 35-40g/teu-km、2030 年減少 40% 的減碳目標。此案例展現了數位轉型與永續發展的融合，為貨櫃航運產業的低碳轉型提供了具體參考。



資料來源：工業技術研究院^[46]、本研究整理

圖 15 長榮海運智慧減碳排程系統

2.3.3 貨櫃集散站經營業

1. TIC4.0 與歐盟 iTerminals 4.0

TIC4.0 (Terminal Industry Committee 4.0) 是一個由全球港口貨櫃碼頭營運商、設備製造商與技術供應商組成的國際產業協會，致力於推動貨櫃碼頭產業在工業 4.0 趨勢下的數位化、自動化與標準化。其成立的目的是在於建立共通的資料定義、作業語意與通訊協定，以提升不同設備與系統之間的互通性與整合效率，推動智慧碼頭 (Smart Terminal) 發展。

TIC4.0 的核心工作包括制訂資料字典 (Data Dictionary) 與事件模型 (Event Model)，將貨櫃碼頭常見的作業流程 (如裝卸、堆存、設備派遣等) 標準化為可被系統理解與互換的格式，並針對多種設備類型 (如橋式起重機、堆高機、AGV 等) 定義統一的資料格式與狀態描述，降低異質系統整合門檻。

藉由這些標準，TIC4.0 能協助碼頭業者更快速部署自動化設備、導入 AI 與大數據分析，並實現跨品牌與跨系統的即插即用整合，是智慧港口推動過程中的關鍵基礎建設。該組織與歐洲 iTerminal 4.0、

FEPOR 等港口驗證計畫或數位轉型倡議密切合作，推動港口工業 4.0 做為全球性參考標準。

iTerminals 4.0 為歐盟 CEF (Connecting Europe Facility) 共同資助並於 2020 年啟動之智慧港轉型計畫[47]，計畫目的在於提升貨櫃碼頭的數位營運與永續管理能力，並透過人工智慧、感測技術與視覺化平台等工具，建立設備即時監控、能耗優化與碳排追蹤的驗證機制。

表 7 TIC4.0 與 iTerminal 4.0 之關係

	TIC4.0	iTerminal 4.0
性質	國際標準化組織 (協會)	智慧港轉型驗證計畫
起源地	歐洲 (由碼頭業者與供應商聯盟)	歐盟 CEF 共同資助，並在漢堡港、瓦倫西亞港等歐洲港口進行試點驗證
角色定位	提出產業標準、資料詞彙與介面協議	推動智慧碼頭的願景與策略框架
彼此關係	iTerminal 4.0 是 TIC4.0 標準的潛在落地應用場域之一	利用 TIC4.0 的技術標準與資料介面，實現智慧碼頭目標

資料來源：本研究整理

iTerminals 4.0 主要分為三大驗證主軸，2022 年進一步聚焦於自動化碼頭營運數據整合平台建置，由西班牙瓦倫西亞港自動化碼頭 (TC4.0) 作為主要試點。

(1) 驗證主軸一：機械控制與能源優化

計畫導入橋式起重機遠端監控與無油壓系統，並整合「generation mix」能源結構資料，分析作業時設備實際能耗組成與效率，提升能源透明度並預測潛在異常能耗風險，有助於整體設備調度最佳化。

(2) 驗證主軸二：設備操作與安全管理

針對門式起重機、堆高機與貨櫃堆場作業，引入油壓異常監測與操作狀態即時回傳系統，結合人機互動介面設計與駕駛艙數據整合，有效強化現場操作人員之反應效率與風險預警能力。

(3) 驗證主軸三：作業效率與碳排追蹤

iTerminals 4.0 建置即時績效視覺化儀表板，用以整合起重、搬運與堆放等作業流程數據，系統可計算每一作業單位之能源耗用與排放表現，協助營運單位進行作業效率分析與環境績效回饋。

(4) 動態碳足跡系統建構與應用

iTerminals 4.0 強調「碳排可追蹤」為核心目標之一，特別設計動態碳足跡分析模組，將各類設備（如橋式起重機、堆高機、貨櫃運輸車等）於不同作業階段所產生的能源消耗即時計算為 CO₂e 排放，並以視覺化方式即時呈現變化趨勢。此系統支援依作業時段、機種與任務類型進行碳足跡比對，為港區日常營運提供碳資訊決策依據，亦可直接作為碳盤查與 ESG 彙報的基礎數據來源。



資料來源：本研究整理

圖 16 歐盟 iTerminals 4.0 三大驗證主軸及動態碳足跡

(5) TIC4.0 與 iTerminals 4.0 的發展背景屬於歐洲產業聯盟與政策資助並行推動的模式，前者由業界主導建立資料與通訊標準，後者由歐盟 CEF 資助推動實證驗證。兩案推行過程中主要挑戰為設備與系統間標準不一、資料品質要求高及投資回收期長。其成功之處在於以標準化、動態碳足跡管理與 AI 分析為核心，結合視覺化工具促進碼頭作業效率與環境績效並進。此案例兩項計畫對我國發展具啟示意涵，包含優先建立港區作業資料字典、事件模型及標準化介面，推動異質設備資料化與能源監測，並以試點驗證方式推進。此外，案例亦說明數據互通與技術標準為轉型基礎，對我國能量評估具啟發性；在策略研擬階段，則可作為推動「智慧碼頭與資料交換標準化」之參考。

2. 台北港貨櫃碼頭股份有限公司 Taipei Port Container Terminal Corp. (TPCT)

台北港貨櫃碼頭股份有限公司在雙軸轉型方面，其「自動化服務」涵蓋了自動化交領櫃作業與儲區自動化作業^[48]。這些自動化系統透過優化作業流程，有效地減少了能源消耗與碳排放，顯著提升了港口的營運效率和環保表現。此外，台北港貨櫃碼頭股份有限公司也導入了如 TPCT 拖車平台及 CY 出口預約車道等資訊科技平台，有效協調物流，減少車輛怠速及交通擁堵，進一步達到節能減碳的目標。

在智慧化與永續措施方面，已推動了多項創新應用。例如，外來貨櫃車司機在通關區領取電子紙報到卡以進行報到，大幅減少了紙張消耗與碳排放。這種卡片採用 e-paper 技術並支援 ZigBee 通訊^[49]，能夠即時顯示指定貨櫃儲區位置，精準引導司機前往裝卸，從而簡化流程並提升效率。這些措施不僅提升了作業便利性，也體現了港口對環境友善的承諾。

在環境管理方面也取得了顯著成就，於 2018 年獲得了綠色港口獎勵認證（Green Port Award System, GPAS）。該認證要求申請者自行填寫港口的環境作為，內容涵蓋綠港意識與意願、綠港推廣、潔淨能源、節能措施、環境保護、綠色管理、節能成效與環境保護成果等。此外，港口也導入了車輛動態監控系統，有效提升場內拖車作業效率，減少廢氣排放。自動化管制大門的設置也縮短了拖車等待時間，進一步降低了交通堵塞造成的碳排放。



資料來源：本研究整理

圖 17 台北港貨櫃碼頭股份有限公司雙軸轉型現況

3. 中國貨櫃運輸股份有限公司 China Container Transport Corp. (CCTC)

中國貨櫃運輸股份有限公司（以下簡稱中櫃）為貨櫃集散站經營業^[50]，藉由全面電腦化作業控管，大幅提升了貨櫃場的作業效率與資料準確性，這有助於其優化資源使用。為響應 2050 淨零碳排目標，中櫃已完成貨櫃裝卸服務的碳足跡盤查與溫室氣體盤查，並取得了 ISO 國際認證。這些認證彰顯了中櫃在環境管理與碳排放透明化方面的努力，是其邁向永續營運的重要一步。

中櫃透過自行研發的貨櫃場作業軟體，將所有櫃場作業全面電腦化，並在五堵、台中、基隆等地設立站點，將每櫃交提貨時間縮短至 10-15 分鐘，極大地提升了效率。此外，中櫃與客戶電腦及關貿網路 EDI 連線，實現了資訊流無紙化，並透過 24 小時自主管理，更有效率地調度資源，減少能源浪費。選用穩定的 IBM/AS-400 系統也減少了電子廢棄物，展現了其在資訊科技綠化方面的承諾。

為因應 2050 年淨零碳排的挑戰，中櫃陸續導入 ISO9001（品質管理系統）、ISO14001（環境管理系統）及 ISO45001（職業安全衛生管理系統），並導入組織型碳盤查 ISO14064-1 以及碳足跡 ISO14067 之認證。中櫃已完成了 112 年度中櫃集團報告邊界範圍內的所有溫室氣體盤查，該盤查邊界涵蓋母公司及子公司。查證結果顯示，該年度合計產生 19,130.529 公噸二氧化碳排放當量（tCO₂e）。中櫃透過數據分析最佳化營運以減少碳排，並將溫室氣體盤查視為衡量、追蹤及驅動 IT 相關環境績效改進的關鍵工具。



資料來源：本研究整理

圖 18 中國貨櫃運輸股份有限公司雙軸轉型現況

2.3.4 海運承攬運送業

1. 中菲行國際物流股份有限公司 (Dimerco)

臺灣中菲行國際物流股份有限公司（簡稱中菲行）透過導入「eCall 派送卡車管理系統」^[51]，將數位技術應用於貨運調度與運輸管理，實現即時車隊定位、動態排程與路線最佳化功能。系統亦結合 GPS 定位與 API 平台串接，使派車作業標準化並提高透明度，不僅強化營運效率，也成為進一步碳管理的基礎架構。



資料來源：本研究整理

圖 19 派送卡車管理系統 (eCall Freight System) 示意

在綠色運輸實踐方面^[52]，中菲行推動多項永續措施，包括採用具低碳排放潛力之車輛、鼓勵多件併車配送機制，並優化路線以減少車輛空轉與油耗浪費。此外，亦透過碳足跡盤查、定期車隊汰舊換新、客戶聯合運輸等策略，有系統地降低運輸環節的溫室氣體排放（GHG）。

在綠色運輸實踐方面，中菲行落實多項具體措施，首先透過模式選擇最佳化，視需求整合公路、海運或鐵路等不同運具，採取最具環保效益的組合方式，降低碳足跡。其次，導入貨運併裝管理機制，在配送時盡可能將多件貨物集中上車裝櫃，減少車次與空載，提高配送效能。

中菲行強調併裝運輸策略，將零散貨物彙整為整櫃派送，提升單位營運效率並兼顧碳排成本控制。最後，在燃油效率優化方面，持續進行車輛汰舊換新、路線智慧調度與永續燃料導入，提升整體運輸系統之節能減碳表現。

整體而言，中菲行透過數位技術強化供應鏈管理流程，並結合減碳導向之運輸策略，逐步推動從營運層面的效率提升，轉向系統性「智慧永續供應鏈」之建構，體現我國海運承攬運送業者於數位化與永續並行轉型上的成果。

綠色運輸策略

探索減少溫室氣體(GHG)排放的策略要點



模式選擇最佳化

選擇最環保的運輸模式或在旅途中結合使用不同的交通方式以顯著減少您的碳足跡 如：跨境公路貨運、海空聯運、空海聯運、陸運—鐵路聯運



貨運併裝管理

當您將更多貨物裝入貨車和貨櫃時，您可以減少貨運次數，從而節省成本並降低排放 「併裝收益管理(CYM®)」(專利第1505230號)系統計畫統整所有運輸系統，降低碳足跡



併裝運輸

將小批量的貨物併成整櫃運送，以最大限度地提高、優化產能利用率、營運效率、成本節約和永續發展目標



優化燃油效率

改用更省油的車輛、優化船隊管理和採用永續燃料等方法可以顯著降低整體燃料消耗

資料來源：本研究整理

圖 20 中菲行綠色運輸策略

2. 德訊集團 (Kuehne+Nagel)

瑞士的 Kuehne+Nagel (德訊集團) 積極利用數位平台推動永續發展，開發並應用了 Seaexplorer 數位平台^[53]，以提供海運數據分析和可視化服務。此平台不僅能推廣電子文件，實現作業自動化流程，還為客戶提供碳中和運輸解決方案，協助其優化運輸路線。透過科技工具，德訊集團旨在提升營運效率，同時降低環境影響。

Seaexplorer 承攬追蹤平台提供了即時貨運追蹤、航線比較及碳排放計算功能，協助客戶優化供應鏈。客戶可以透過平台選擇最快、最可靠或最低碳排放的航運方案，從而提升決策效率。此外，該平台還提供客戶選擇使用生質燃料的貨運，以抵銷碳排放，這為企業提供了實踐碳中和的具體途徑。德訊集團的這些數位化策略不僅降低了營運成本和提高了效率，也增加了低碳能源的使用量，提升了廢棄物回收率，並增加了獲得 ISO 14001 認證的設施。

德訊集團持續投資於替代燃料和節能技術，以減少碳排放。他們測試並推廣使用永續航空燃料 (SAF) 的航空貨運，旨在減少航空運輸的碳足跡。同時，他們也積極與供應商合作，推動可持續供應鏈管理，並與貨運夥伴共同制定減碳目標，鼓勵採用更環保的運輸方式和技術。透過利用 AI 技術分析貨物流動，德訊集團規劃更智慧的路線，減少空駛和不必要的運輸，進一步提升能源效率並實現運輸流程的永續性。

➤ 發展Seaexplorer承攬追蹤平台

提供即時貨運追蹤、航線比較、碳排放計算，助客戶優化供應鏈；協助客戶選擇最快、最可靠或最低碳排放的航運方案，提升決策效率



提供碳中和運輸解決方案，減少碳排放

推出 Seaexplorer 平台，客戶可選擇使用生質燃料的貨運，抵銷碳排放



投資於替代燃料和節能技術

測試和推廣使用永續航空燃料 (SAF) 的航空貨運，減少航空運輸的碳足跡



與供應商合作，推動可持續供應鏈管理

與貨運夥伴共同制定減碳目標，並鼓勵採用更環保的運輸方式和技術



優化運輸路線和方式，提高能源效率

利用 AI 技術分析貨物流動，規劃更智慧的路線，減少空駛和不必要的運輸

資料來源：本研究整理

圖 21 德訊集團雙軸轉型措施

2.3.5 船務代理業

1. 威爾森船舶管理 (Wilhelmsen Ship Management)

挪威的 Wilhelmsen Ship Management (威爾森船舶管理) 積極將物聯網 (IoT) 與先進船舶管理系統結合^[54]，應用物聯網技術監測船舶性能和狀況，並推廣遠程監控和診斷服務。這項策略顯著提高了船舶的運營效率和安全性，同時減少了船舶停機時間。威爾森也提供線上培訓和協作工具，旨在不斷提高船員的能力和專業素養，以適應現代船舶管理的挑戰。

威爾森船舶管理公司也實施了多項節能措施，例如優化船舶航行和減少壓載水，以降低能源消耗和碳排放。他們積極投資於替代燃料和減排技術，包括生質燃料、電子燃料，以及氫、氨和電池電等不排放二氧化碳的燃料，以實現航運業的深度脫碳。這些投資體現了公司對環境永續的承諾，並積極探索未來綠色航運的可能性。

威爾森船舶管理還積極推廣綠色船舶回收，旨在減少船舶廢棄物對環境的影響。此外，他們廣泛參與行業合作，與 NorSea、Edda Wind、Topeka 等公司合作，共同推動航運業的永續發展，包括海事和能源產業服務、風電運營船、零排放航運及無人船技術。這些努力使其在 2022 年至 2023 年間溫室氣體排放量減少了 12%，並且其 50% 的電力來自可再生能源，所有設施均獲得 ISO 14001 環境管理認證，展現其卓越的環境績效。



- 使用物聯網 (IoT) 和數據分析，監測船舶性能和狀況
- 推廣遠程監控和診斷，減少船舶停機時間
- 提供線上培訓和協作工具，提高船員能力
- 實施節能措施，如優化船舶航行和減少壓載水
- 投資於替代燃料和減排技術
- 推廣綠色船舶回收，減少對環境的影響
- 參與行業合作，推動航運業的可持續發展

資料來源：本研究整理

圖 22 威爾森物聯網與船舶管理

2. 高虎公司 (Gulf Agency Company)

Gulf Agency Company (GAC) 是一家總部位於阿聯酋杜拜的全球性航運與物流集團，其依據全球數位化策略，開發「Port Line Up 平台」^[55]，以整合船舶抵離港資訊與排班作業，並串聯內部 GACagnet 系統，提升船舶作業透明度與即時性。該平台以企業自主管理模式運作，參照港務單位之離泊窗口及靠泊流程資訊，提供排程視覺化與即時更新功能，主要目的在強化船代與航商間之協調效率與資訊即時回饋。

根據 2023 年 GAC 內部統計，系統導入後船舶靠泊延遲時間下降約 12%，等待次數平均減少 6 至 10 次，顯著提升營運效率與排班準確性。GAC 並同步強化佈排人員訓練、推動智慧排班與資訊串接工具建置，達成降低燃料耗用、減少污染排放與強化能源管理之永續效益。相關成果已取得 ISO 50001 能源管理及 ISO 14064 溫室氣體盤查等外部驗證，並計畫於 2024 年擴大至全區域船舶，持續落實企業氣候行動目標。

GAC 在臺灣以「臺灣高虎股份有限公司」的名義設立分公司，負責執行其在臺灣地區的船務代理與港口服務業務。高虎公司雖已具備資訊化營運基礎與 24 小時船務代理能量，惟 GAC 之 Port Line Up 尚未正式導入我國港口或推動試點。然而，在我國港口資訊化逐步成熟的背景下，離泊窗口制度與船舶排程資訊已具一定透明度。若企業欲導入類似平台，仍面臨幾項挑戰。其一，船代與港務公司系統介面與資料結構不一致，API 標準尚未建立；其二，靠泊資料屬業務性資訊，

授權與責任界定尚待釐清；其三，不同港務單位對資料共享與開放的態度不一，將影響平台的介接可行性。

整體而言，Port Line Up 平台展現出企業自建數位工具以強化營運透明度的潛力。其運作模式若能與臺灣現有港務作業制度銜接，未來可作為企業端推動資訊協同與營運減碳的參考方向。

Port Line Up 平台

- 結合自動識別之港口數據，提供即時排程、船舶動態、潮汐與裝卸狀況
- 與多個港務局、港口營運商合作
- 根據2023年內測，船舶平均等候時間減少12%，每艘船每次停泊減少約6~10公噸碳排



資料來源：本研究整理

圖 23 臺灣高虎母公司 Port Line Up 平台

3. 新加坡航港船務代理（Singapore Port & Shipping Agency）

新加坡航港船務代理業者積極導入數位資料交換平台，藉由強化港口作業協同與資訊即時共享，達成減碳與提效的雙重目標。其中，digitalPORT@SG 作為新加坡官方單一窗口系統^[56]，整合船舶靠泊所需之通報與許可程序，已大幅縮短進港前置作業時間。業者無須重複向多單位申請核准，也減少實體文件與等待時程，有效壓縮碳排作業環節。

此外，新加坡海事局亦推動 Sea Transport Industry Digital Plan（IDP），協助業者依產業規模導入數位能力，進一步推升作業透明度與節能潛力。而 digitalOCEANS 平台則整合 API 模組與船舶訊息流^[57]，簡化報關、靠泊、貨物處理流程，並可支援 AI 資料分析，以強化預約靠港與設備調度效率。

這些平台促使船務代理可參與 JIT (Just-in-time) 到港協同作業流程，使船舶精準抵港、快速裝卸並迅速離港，降低長時間等待所產生的能源消耗與廢氣排放。根據官方試算，導入 JIT 整合通訊調度後，平均可縮短靠港準備與作業時間達 6-10 小時，對船隻燃料使用與碼頭占用大幅降低，具顯著碳效益。

整體而言，新加坡透過政策主導與技術部署雙軌並進，推動船務代理角色從被動通報者轉型為「數位營運協同者」，並以資料互通為核心，落實節能減碳與港口永續營運目標。



資料來源：本研究整理

圖 24 JIT 靠港協作強化資料整合

2.3.6 汽車貨櫃貨運業

1. 洛杉磯港 Pool of Pools (POP)

洛杉磯港為提升車架使用效率與減少碳排，攜手三大車架業者於 2015 年共同啟動「Pool of Pools (POP)」平台^[58]，統一整合超過三萬架車架資源，透過數據化管理機制，推動永續車架調度模式。該平台與數位化推動永續相關之核心應用，可分為三項數位報表工具：

(1) 車架使用率報告 (Utilization)

POP 平台透過即時定位與使用狀態回報，統一彙整車架使用資料。依據平台圖表顯示，整體使用率逐年上升，代表調度效率已逐步改善。使用率提升亦象徵空置率下降，能有效減少閒置車架與不必要調派，進而降低能源浪費與運輸碳排。

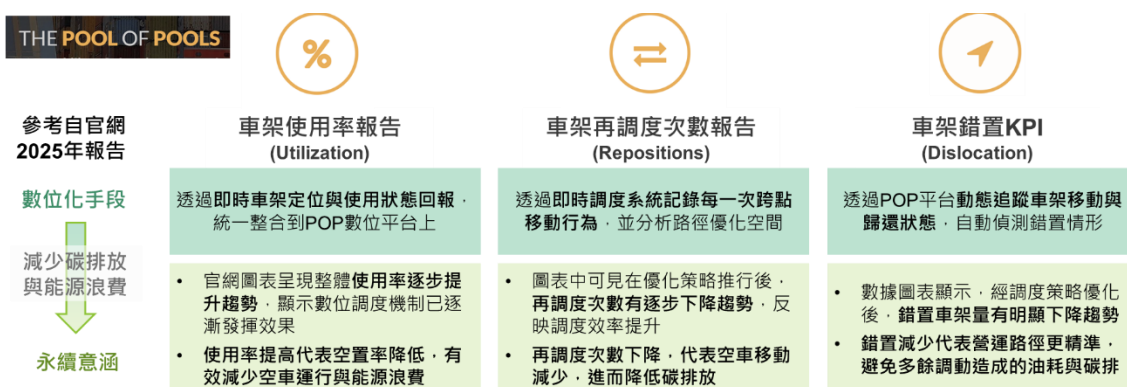
(2) 車架再調度次數報告 (Repositions)

藉由即時系統紀錄車架跨點移動行為，POP 能分析重複調度的頻率與路徑優化空間。數據顯示，在策略優化後，再調度次數已呈現穩定下降趨勢，顯示空車移動情形獲得抑制，對於降低交通負擔與碳排放具有直接助益。

(3) 車架錯置 KPI (Dislocation)

POP 平台亦能動態追蹤車架是否依指定點正確歸還，藉此偵測調度錯置狀況。圖表指出，錯置發生率在數位監控下明顯下降，象徵運作路徑愈發精準，有效減少不必要繞行所造成的耗能與排放。

整體而言，POP 計畫藉由數位報表與回報系統，成功實踐智慧化調度機制，在兼顧營運效率之餘，亦展現明確的永續減碳成效。



資料來源：本研究整理

圖 25 洛杉磯港 POP 計畫中以數位化實現永續手段

2. 臺灣汽車貨櫃貨運業

由於臺灣的貨櫃車架 (Chassis) 所有權較為分散，沒有一個由公部門或產業主導的統一「車架共享池」(POP)，因此數位化的努力

集中在優化車輛本身的調度效率，以減少空轉和空駛里程，間接實現減碳。

臺灣汽車貨櫃貨運業在數位化與效率優化方面的實踐者主要可分為兩大類。

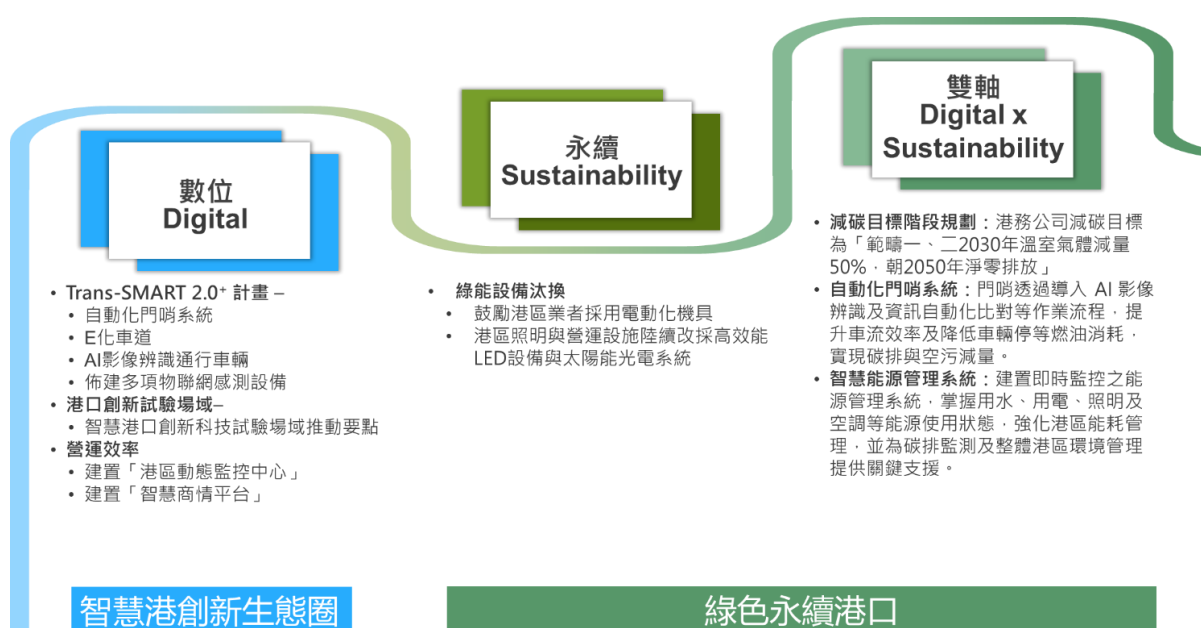
(1) 第一類是大型貨櫃運輸與倉儲集團，代表性業者包括長榮國際儲運（Evergreen Logistics/Depot）、台基國際物流以及陽明海運旗下的場站等。這類業者主要透過導入自有的車隊管理系統（FMS）或運輸管理系統（TMS），來提供即時的貨櫃動態、場站預約與車輛排程服務。

(2) 第二類是第三方物流科技供應商，例如智聯科技（SmartLink）等平台，這類供應商專注於提供「數位派遣」服務予眾多中小型車行。他們提供的 APP 或平台使車行能夠透過接單、追蹤車輛位置，並優化配送路線，從而在整個貨運社群中提升調度效率與運載率。

2.3.7 政府機關（構）

1. 臺灣港務公司 Taiwan International Ports Corporation, Ltd.（TIPC）

我國港務公司依循「數位及永續」雙軸策略，逐步建構智慧港埠與綠色港區，現階段轉型作為分為三個主要面向。



資料來源：本研究整理

圖 26 港務公司推動雙軸轉型現況

(1) 數位創新推動智慧營運

- ① Trans-SMART 2.0⁺ 計畫^[59]：港務公司持續推動 Trans-SMART 2.0⁺ 計畫，以打造智慧化港區營運環境為目標。該計畫整合多項數位基礎設施，例如：為協助港警管理進出商港管制區人員、車輛，透過建置自動化門哨系統及 E 化車道，與內政部警政署逃犯、贓車資料庫進行即時比對，另結合 AI 影像辨識通行車輛，提升港口門哨安全管理及運輸效率。另透過佈建多項物聯網感測設備，蒐整港口營運動態即時數據進行大數據分析與預測，並透過提供即時告警訊息，輔助港區作業人員啟動相關應變處置作為，確保港口營運服務韌性。
- ② 港口創新試驗場域：港務公司秉持「創新科技試驗場域，港口歡迎新創合作」的理念，依據港口營運管理需求，支持新興科技於港口進行多元應用，公布「智慧港口創新科技試驗場域推動要點」，開放港口作為創新科技實證與示範場域，攜手資通訊產業研發能量，促成相關科技解決方案落地商轉或擴展至臺灣港群應用，來達成港口數位轉型目標。
- ③ 營運效率：建置「港區動態監控中心」，整合環境資訊和營運動態，提供緊急事件發生資訊，提升緊急應變決策效率；建置「智慧商情平台」，整合百萬筆營運數據，提供營運業務視覺化分析圖表，強化企業營運決策能力。

(2) 永續發展實現綠色港口

- ① 綠能設備汰換：為落實低碳營運，港務公司宣導鼓勵港區業者採用電動化機具，提高港區裝卸機具電動化比例，替代高排放之汽柴油裝卸機具，降低運具碳足跡。港區照明與營運設施也陸續改採高效能 LED 設備與太陽能光電系統，強化能源自產比例並提升使用效率，朝低碳設施全面升級邁進。

(3) 雙軸整合實現低碳與效率並進

- ① 減碳目標階段規劃：港務公司減碳目標為「範疇一、二 2030 年溫室氣體減量 50%，朝 2050 年淨零排放」此一規劃作為永續治理藍圖基礎，逐步引導設施投資與營運轉型

方向。

- ② 自動化門哨系統：門哨透過導入 AI 影像辨識及資訊自動化比對等作業流程，提升車流效率及降低車輛停等燃油消耗，實現碳排與空污減量。
- ③ 智慧能源管理系統：建置即時監控之能源管理系統，掌握用水、用電、照明及空調等能源使用狀態，強化港區能耗管理，並為碳排監測及整體港區環境管理提供關鍵支援。
- ④ 高雄港旅運中心於 2024 年建置了智慧微型電網，結合 AI 能源管理系統、太陽光電（12.9kWp）及儲能（2MW）。此系統透過 AI 分析大數據，精準預測負載與太陽能發電，不僅能削峰填谷、降低營運成本，更提高了能源效率、供電可靠度與綠電使用率。
- ⑤ 港務公司為提升船舶靠泊作業效率，建置船席動態智慧看板，提供港區業者線上查看船席安排狀況。

2. 交通部航港局

交通部航港局設立航港單一窗口服務平臺（簡稱 MTNet），負責處理航政及港政公權力事項。早期航政監理作業係由港務局分年度逐步建置各港資訊系統，資訊不流通造成使用者不便與維護不易，因此交通部於民國 95 年推動建置 MTNet 上線，透過帳號整合的方式，提供使用者單一簽入之服務，透過單一入口便利申辦各項服務，後於民國 102 年由航港局接辦。

MTNet 2.0 於民國 109 年改版上線，提供多項行動化、線上申報以及多項流程與公文整併整合之服務。透過多方資料庫（港務公司、海關、海巡署等）與管理系統（船舶、港政、航政、航安等）之介接與整合，MTNet 2.0 提供航港發展統計、航港動態資訊、海運應變資訊相關的服務，供相關利益關係人線上使用。

在永續推動上，為因應全球淨零減排趨勢，於 114 年 12 月「iMarine 航港發展資料庫」正式推出「替代能源專區」，透過國內外海運減排資訊之整合與揭露，使產業能有效掌握替代能源最新動向，以因應快速的市場變化，並強化未來策略及資源的前瞻部署能力。

「替代能源專區」涵蓋 7 大主題，其中，「替代能源介紹」係以簡明方式，引導使用者快速了解目前重要的替代能源類型；「國際趨勢與發展」呈現全球減排政策、技術演進與國際市場變化；「臺灣政

策與實踐」揭露國內海運減碳策略、政府推動成果與產業綠色布局；「世界燃油價格」有利產業評估營運成本與發展能源策略；「產業動態與新聞」係最新市場資訊與國際事件的匯流場域；「教育資源」整合了國內外相關研討會與課程資訊，促進海運產業在永續議題上的培力；而「碳排放模擬工具」更是專區的一大亮點，該工具為航港局所舉辦之「航港大數據創意應用競賽」得獎作品落地應用成果，使用者可針對 9 種燃料，依所選(填)之船舶航行距離、船速及油耗率等，模擬其油耗與碳排放的變化，藉此能更清楚了解，替代燃料對於海運減碳的實際效益，增進永續轉型的實務認知。

3. 財政部關務署

「關港貿單一窗口」計畫為「優質經貿網路計畫」下的「智慧環境」子計畫，由財政部主辦推動，目標是強化我國貿易的國際連結，加速貨物通關，並加強貿易安全。「關港貿單一窗口」（簡稱 CPT）系統是為了促進國際貿易和通關作業的資訊化、整合化而建立的一個優質經貿環境計畫。

系統整合政府進出口管理相關機關的業務需求與資訊系統，讓企業和民眾可以透過單一窗口完成各項進出口申辦服務，大幅簡化了繁瑣的申報手續，提高了貿易的便捷性，並建立一個國家級資訊交換基礎建設及架構，確保進行貿易電子資料交換的安全性和可靠性，加強了貿易的安全控管。CPT 亦整合海關通關系統、航港資訊網及便捷貿 e 網資訊系統等三大資訊系統，並建立共用資料庫，使得各機關間的資訊能夠進行有效合作與共享，提高了通關業者辦理申報業務的效率。

在永續推動上，關務署曾派員出席 APEC 海關與企業對話（Customs and Green Economy）等國際會議，會議主題包含提升經濟發展與環境永續、供應鏈連結與科技創新等內容，可視為關務署在全球合作架構中推動綠色永續議題的一環。

綜合上述分析可知，我國航港相關政府機關已分別從港口營運、航政管理及通關體系等不同層面，推動智慧化與永續發展之相關作為。其中，臺灣港務公司以「數位與永續」雙軸策略為核心，透過智慧營運系統、創新試驗場域、能源管理與低碳設施建置，逐步形塑兼顧效率提升與減碳目標之港區營運模式；交通部航港局則以 MTNet 2.0 與 iMarine 航港發展資料庫為基礎，強化跨機關資料整合、行政流程數位化及永續資訊揭露，並透過替代能源專區與碳排放模擬工具，協助產業因應國際減碳趨勢；財政

部關務署則藉由「關港貿單一窗口」系統，推動通關作業整合與資訊共享，在提升貿易效率與安全的同時，也逐步參與國際綠色供應鏈與永續議題之交流。

整體而言，我國政府部門已在制度建構、數位平台與永續治理方面奠定一定基礎，惟各系統與政策仍多以單一機關職掌為推動主軸，跨部會、跨系統之整體協同與策略整合仍有強化空間。未來若能進一步整合港務、航政與通關體系之數據與治理機制，將有助於提升智慧港口與綠色航運之整體效能，並強化我國在國際航港與物流體系中的競爭力。

2.4 貨櫃航運業雙軸轉型趨勢歸納

面對全球供應鏈重組、國際減碳法規加速上路以及營運效率提升的多重挑戰，國際貨櫃航運業正以「智慧化 × 永續化 × 協作化」為核心，加速推動雙軸轉型。整體觀察可見，企業已不再將效率與永續視為相互競逐的目標，而是藉由科技整合、資料治理與跨域協作，使兩者相互強化，形成新一代的競爭力結構。此波轉型可統整為三大方向與五項關鍵趨勢，其內涵相互支撐、共同塑造未來港航生態系。

2.4.1 智慧化：以數位科技驅動營運效率、風險預測與決策優化

從智慧化面向觀察，國際業者正透過流程自動化、動態排程、靠泊優化、智慧車流管理、貨物辨識與遠端監控等技術，回應港航作業鏈長、節點分散與資訊高度異質等結構性問題。這些數位化措施不僅降低延誤、提升透明度，也使作業逐步朝自動化與遠端化控制邁進，為港航營運建立更高的可預測性與韌性，並帶動了兩項趨勢：

1. 趨勢 1【智慧化】提升營運效率與成本效益

流程無紙化、作業自動化與預測維護，使裝卸、靠泊與運輸等流程更穩定、少錯誤、更可預測。這不僅降低延誤，也同步減少能源浪費與人力負擔，使企業在市場波動下維持更高的彈性。

2. 趨勢 2【智慧化】數據驅動的智慧決策

透過 AI、IoT 與資料分析，企業得以即時掌握能耗、天候、風險與作業瓶頸，從「事後應變」轉向「事前預測」。此能力已成為提升供應鏈韌性、縮短調度時間與提升準確度的重要資產。

智慧化不僅是技術升級，更是讓產業邁向高度可視化、可預測與可控的基礎工程。

2.4.2 永續化：從法遵要求進化為具差異化的綠色競爭力

全球碳法規、綠色採購要求與 ESG 評級已成為驅動力。業者透過能源效率提升、碳排管理、船舶節能技術以及營運流程低碳化，使永續指標不再是附屬要求，而是融入核心營運的管理項目。能源資料與碳排資訊的即時掌握，使企業得以進行精準控管，並降低因缺乏碳透明度而產生的合規與商業風險，所帶動的趨勢如下：

1. 趨勢 3【智慧化+永續化】創造新服務模式與商業收入來源

數據整合讓企業得以提供新型服務，例如碳足跡查驗、能效最佳化建議、供應鏈風險預測、即時運輸可視化等。國際港航企業正從「運輸服務提供者」轉型為「資料與永續價值提供者」，開啟新的商業模式與收入來源。

2. 趨勢 4【永續化】形成永續競爭優勢與綠色品牌形象

即時碳排監控與能效管理讓企業能精準掌握排放來源並持續改善。這不只是因應法規，更直接影響國際供應鏈的採購偏好，使永續能力成為新的差異化競爭力。

永續化已從成本中心轉為價值中心，成為支持企業長期競爭力的核心資產。

2.4.3 協作化：以開放標準與平台導向重塑供應鏈生態

港航業涉及航商、碼頭、倉儲、拖車、海關與政府等多方，跨組織資訊交換是提升系統效率與韌性的關鍵。國際業者正透過標準化資料格式、API 架構與資訊平台，加速跨企業、跨場域的資訊共享，不僅可降低人工對接成本，也大幅提升供應鏈韌性，使整體運作在高透明度下更能同步協調、共同創造價值。

1. 趨勢 5【協作化】跨域協作與價值鏈生態系擴展

透過標準化資料格式、API、生態系平台（如 Port Community System），多方即可同步掌握作業狀態，減少人工對接、降低資訊差異帶來的風險。供應鏈因此可達成更高透明度與協同效率，帶動整體物流網絡的價值擴散。

協作化使單一企業的效率不再決定瓶頸，而是透過整體鏈結的提升，創造跨組織的共同效益。

2.4.4 雙軸轉型是以價值創造為核心的系統性變革

綜合國際經驗可見，智慧化、永續化與協作化並非三條平行路徑，而是一套彼此強化的系統工程：

1. **智慧化** 提升效率、精準度與可視化，提供永續化與協作化所需的數據底盤；
2. **永續化** 創造新價值、減少風險，使企業在全球供應鏈重整中取得綠色競爭優勢；
3. **協作化** 打開跨鏈整合與生態系擴張的可能，讓數位與永續效益得以擴散到整體產業。

最終，雙軸轉型的關鍵不在於導入多少科技，而在於如何透過科技重新定義效率模式、強化營運韌性、建立永續競爭力，並從被動因應走向主動布局，掌握全球供應鏈變革下的新優勢。

欲解決的問題

降低作業延誤

提升管理效率

減少能源浪費

降低環境衝擊

即時掌握運作狀態

提升跨域協作效率

使用的數位科技

- 流程自動化：交櫃辨識、RPA
- 數據應用：優化排程、預測維修、路線與風險
- 智慧監測：IoT+AI即時預測天候、碳排與效率
- 數據可視化：數據儀表板、碳足跡追蹤
- 綠色營運：節能調度、動態航速管理
- 動態監測策略減碳：供應鏈優化、決策依據
- 標準平台：統一介面
- 資料互通跨域串接：多元角色、即時共享

智慧化

永續化

協作化

創造新的價值

提升營運效率與成本效益

以流程自動化、排程優化與預測維修，減少作業等待與重工

數據驅動的智慧決策

以即時數據與模型分析為基礎，建立可追溯、可預測、可優化的決策流程，由事後管理轉向前瞻管理

新服務模式與商業收入來源

以數據整合與資訊可視化，提供高效能排程、碳足跡查驗、供應鏈風險預測等加值服務，以差異化服務建立新商業模式

永續競爭優勢與綠色品牌形象

破管理與節能策略內嵌於營運流程，形成量化的減碳績效，提升在全球供應鏈綠色採購與ESG評級之競爭力

跨域協作與價值鏈生態系擴展

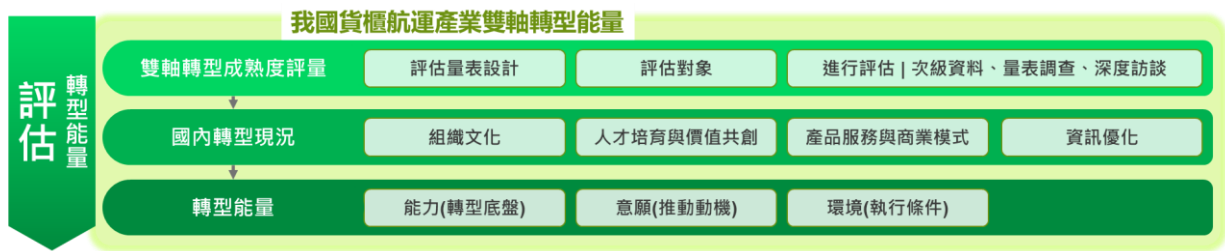
以平台與資料標準為基礎，促進多方協作，形成開放式供應鏈網絡，創造共享價值

資料來源：本研究整理

圖 27 航運產業雙軸轉型跨業別歸納共同特徵與關鍵趨勢

第三章 評估我國貨櫃航運產業雙軸轉型能量

為評估航運產業業者在數位與永續雙軸轉型上的實際進展情形，以及推動雙軸轉型的整體能量，本研究採量化與質化並行之研究設計，透過建立「貨櫃航運業雙軸轉型評估量表」作為評估基準，並以次級資料分析、雙軸轉型量表評估與分析，以及深度訪談等多元方法，系統性觀察臺灣貨櫃航運產業在數位化與永續化的發展現況、關鍵挑戰與推動能量，作為提出政策建議的參考。



資料來源：本研究整理

圖 28 我國貨櫃航運產業雙軸轉型能量評估架構圖

3.1 「貨櫃航運業雙軸轉型評估量表」指標回顧

本研究回顧國內外相關文獻與實務研究，據以擇定具代表性且具可操作性的評估維度與指標，建構衡量企業雙軸轉型進程的評量工具。

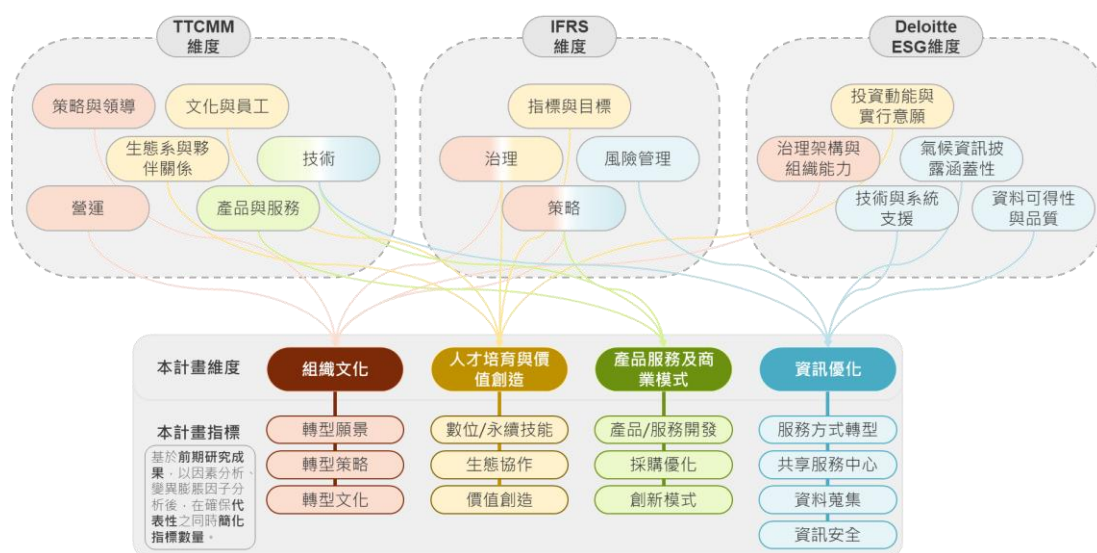
本研究選擇德國數位永續雙軸轉型能力成熟度模型（Twin Transformation Capability Maturity Model, TTCMM）、IFRS 永續揭露準則及 Deloitte ESG 高階管理者調查等工具，是基於其在理論框架、法規要求及實務應用上的互補性。TTCMM 模型提供了雙軸轉型的結構性評估框架，IFRS 準則則提供了具國際接軌性與強制性的揭露標準，而 Deloitte 的問卷則提供了企業實務操作層面的痛點與順利推動的關鍵因素。三者核心概念如下：

1. TTCMM 屬於「成熟度路徑」框架，提供進階路徑（從初始到最佳化）的分級指引，模型不直接給出具體措施，但可作為設計行動方案的「進步方向」參考。
2. IFRS 永續揭露準則（S1/S2）：主要定位在「揭露要求」，提供必須揭露的治理、策略、風險與指標。雖然非「行動指南」，但明確指出應揭露的內容（例如溫室氣體排放、治理架構、風險因

應策略)，因此可作為制定策略措施時的「必要參照清單」，避免關鍵項目缺漏。

3. Deloitte ESG 問卷：此問卷內容已將「策略方向」轉為具體題項，企業作答時可對照自身是否已採取具體措施予以填答，雖未直接提供方案或措施，但參考價值高。

這三項調查工具在設計上皆非針對特定行業或限制條件，本研究考量在地性與貨櫃航運產業需要，匯整上述工具的核心概念與維度，並與前期研究之「航港業數位轉型旅程量表」進行歸納，最終建構出包含四大維度與十三項指標的「貨櫃航運業雙軸轉型評估量表」，涵蓋了組織、人才、服務與資訊等面向，強調數位與永續協同發展如圖29，TTCMM、IFRS 永續揭露準則 (S1/S2)、Deloitte ESG 問卷與本研究「貨櫃航運業雙軸轉型評估量表」之關聯性，請見3.2節之說明。



資料來源：本研究整理

圖 29 雙軸轉型維度與指標

3.1.1 德國數位永續雙軸轉型能力成熟度模型 (TTCMM)

德國數位永續雙軸轉型能力成熟度模型 (Twin Transformation Capability Maturity Model, TTCMM) [60] 由德國應用資訊技術研究所 (Fraunhofer FIT) 與資訊管理研究中心 (FIM Research Center for Information Management)、德國拜羅伊特大學 (University of Bayreuth)、霍恩海姆大學 (University of Hohenheim)、奧格斯堡應用科技大學 (University of Applied Sciences Augsburg) 共同完成，目的在建構一套具結構性、實用性與整合性的模型，協助企業盤點現有能力和識別差距並規劃

雙軸轉型藍圖，透過建立與整合關鍵動態能力，逐步發展數位轉型與永續轉的雙軸能力，進而提升企業的數位效率，更在環境、社會與經濟面向創造永續價值，成為企業實現長期韌性與競爭力的重要途徑。

1. TTCMM 模型概要

(1) 六大能力維度：

- ① 策略與領導（Strategy and Leadership）：聚焦在企業高層對數位化與永續發展的理解、願景制定與推動力，包括設定策略方向、整合雙軸目標、投入資源並建立共同願景。
- ② 組織文化與員工（Culture and Employees）：著重培養員工的數位與永續能力，建立支持轉型的文化氛圍，並透過培訓與內部溝通提升員工參與度與改變動能。
- ③ 生態系與夥伴關係（Ecosystem and Partnerships）：強調與供應商、合作夥伴、產業鏈甚至政府的協同合作，透過透明資訊、永續合作模式與夥伴共同創新，擴大轉型效果。
- ④ 產品與服務（Products and Services）：聚焦在產品/服務的創新、循環化及永續化，包括重新設計產品、導入永續材料或模式，以及透過數據與科技提升服務附加價值。
- ⑤ 營運（Operations）：強調流程優化、資料驅動決策、營運效率提升與永續營運模式建置，例如使用數據監控系統、精進供應鏈效率與降低環境衝擊。
- ⑥ 技術（Technology）：涵蓋企業導入數位科技與永續相關技術的能力，如資料治理、系統建置、跨平台整合，以及使用科技支持永續監管與決策。

(2) 四大成熟度階段與三種轉型途徑：

- ① 意識階段（Awareness）：初步認知整合數位轉型（DT）與永續轉型（ST）的潛力，具備初始測試計畫。
- ② 發展階段（Development）：建立雙軸策略、推動跨部門合作與試點專案。
- ③ 實施階段（Implementation）：將雙軸目標全面性導入於營運系統。
- ④ 完全整合者（True Twin Transformer）：將雙軸轉型目標做

為決策核心，並持續優化。

為反映企業在轉型經驗與起點的多樣性，模型提出三種轉型路徑：

1. DT 路徑：具備數位轉型能力，需補強永續導向與內涵。
2. ST 路徑：具備永續實務能力，需導入數位技術與治理能力。
3. 新手路徑：缺乏兩軸經驗者，可自起點同步建立整合式轉型策略。

透過成熟度模型，企業不僅能自我診斷目前的轉型成熟度，亦可依據其既有能力與優勢，選擇適合的路徑與策略，有系統地提升雙軸轉型能量，實現數位與永續並重的組織轉型願景。

表 8 數位永續雙軸轉型能力成熟度模型 (TTCMM) 維度與成熟度

成熟度階段 能力維度	階段 1 意識階段 (Awareness)	階段 2 發展階段 (Development)	階段 3 實施階段 (Implementation)	階段 4 完全整合者 (True Twin Transformer)	
	DT 相關能力	ST 相關能力	整合 DT 和 ST 相關能力		
策略與領導	<ul style="list-style-type: none"> - 理解數位轉型的經濟潛力 - 促進數位科技的使用 	<ul style="list-style-type: none"> - 理解永續發展為必要行動 - 促進生命週期分析的績效 	<ul style="list-style-type: none"> - 制定策略，設定能被衡量的數位與永續目標，兩者需兼顧且不相衝突 - 強化投資 - 建立關鍵績效指標 - 透過高層推動發展 	<ul style="list-style-type: none"> - 整合轉型創新投資 - 將發展中的相關企業價值主張 - 透過高層促進實施 	<ul style="list-style-type: none"> - 評估各項活動是否符合轉型目標 - 發展轉型商業模式
	文化與員工	<ul style="list-style-type: none"> - 培養員工數位技能 	<ul style="list-style-type: none"> - 激發創造力與自我實現以促進創新 - 內化雙軸轉型願景 	<ul style="list-style-type: none"> - 建立員工轉型訓練 - 促進新形態的自主工作模式 	<ul style="list-style-type: none"> - 將轉型的關鍵績效指標納入員工與高階管理層獎勵制度中

成熟度階段 能力維度	階段 1 意識階段 (Awareness)		階段 2 發展階段 (Development)	階段 3 實施階段 (Implementation)	階段 4 完全整合者 (True Twin Transformer)
	DT 相關能力	ST 相關能力	整合 DT 和 ST 相關能力		
生態系與夥伴關係	<ul style="list-style-type: none"> - 透過數位技術提升供應鏈透明度 	<ul style="list-style-type: none"> - 強化與合作夥伴間的溝通交流 	<ul style="list-style-type: none"> - 根據資料分析結果重新調整與合作夥伴的關係，以提升產品/服務的永續性 	<ul style="list-style-type: none"> - 透過既有合作溝通機制，整合夥伴轉型知識與能力 	<ul style="list-style-type: none"> - 影響立法機構對雙軸轉型標準的制定
產品與服務	<ul style="list-style-type: none"> - 促進數位服務發展 	<ul style="list-style-type: none"> - 促進蒐集產品/服務永續性數據 	<ul style="list-style-type: none"> - 重新配置產品開發團隊，納入永續與數位專家 	<ul style="list-style-type: none"> - 依據轉型目標，重新設計或開發產品/服務 - 建置數據分析工具，以提升產品/服務永續性 	<ul style="list-style-type: none"> - 聚焦於「從搖籃到搖籃」的循環設計理念
營運	<ul style="list-style-type: none"> - 促進資訊、通信與營運系統的信整合 	<ul style="list-style-type: none"> - 推動數位方式來評估永續表現的標準 	<ul style="list-style-type: none"> - 建立數據導向的永續監控部門 - 建立跨部門協作 	<ul style="list-style-type: none"> - 重新配置資產布局、製造與物流程序，以強化永續性 	<ul style="list-style-type: none"> - 建置數據分析機制，持續優化營運層面轉型績效

成熟度階段 能力維度	階段 1 意識階段 (Awareness)	階段 2 發展階段 (Development)	階段 3 實施階段 (Implementation)	階段 4 完全整合者 (True Twin Transformer)	
	DT 相關能力	ST 相關能力	整合 DT 和 ST 相關能力		
技術	<ul style="list-style-type: none"> - 建立資料治理機制以強化資料與資訊主權 	<ul style="list-style-type: none"> - 在技術架構中建立對永續概念的認知 (如綠色 IT 或高效能 IT) - 導入環境、社會與治理 (ESG) 監控 	<ul style="list-style-type: none"> - 推動永續流程與科技應用 (如綠色 IT 或高效能 IT) 	<ul style="list-style-type: none"> - 透過適用資料管理工具，促進跨部門協作 - 在管理儀表板中導入進階分析功能，以監控狀況標達成狀況 	<ul style="list-style-type: none"> - 發掘新興數位技術在永續發展方面潛力 - 建立跨生態系統的資料管理工具，以推動轉型發展

資料來源：Breiter 等人^[60]，本研究整理

3.1.2 Deloitte ESG 高階管理者調查：提升揭露品質的準備與策略

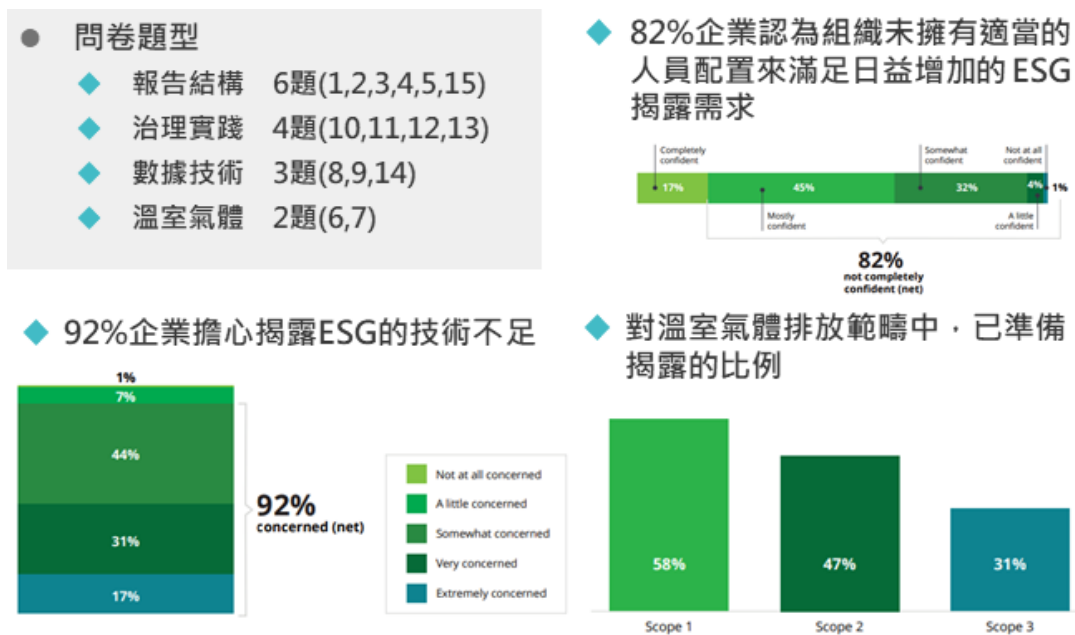
德勤（Deloitte Touche Tohmatsu）於2021年透過線上調查進行^[61]，其中75%的受訪者來自年營收超過10億美元的企業，評估美國公司在環境、社會、治理（ESG）報告與資訊揭露準備程度，其調查結果顯示，未來航運業在面臨日益嚴格的法規可能面臨的課題，應開始思考預作準備。

該研究方法透過調研與綜整 ESG 組織標準、美國政策監管 ESG 關鍵領域，以及溫室氣體排放三個範疇，進而提出了15道問題進行調查。調查架構涵蓋了溫室氣體排放三個範疇、利害關係人對 ESG 報告的影響、公司對揭露 ESG 資訊的現況與挑戰，以及第三方認證（assurance）的重要性等議題。

調查結果顯示，有92%的受訪企業明確指出有必要提供數位工具協助企業執行相關工作，反映企業在面臨 ESG 揭露要求時，對技術支援的迫切需求。除 ESG 的報告結構外，強調 ESG 治理與跨部門永續能力，永續議題需整合財務、營運、人資等部門協作，因此透過專責部門推動，能有效提升執行效率與決策一致性，目前有82%企業未配置適當人員滿足日益增加的 ESG 揭露需求。

此外供應鏈亦是企業非常重視的環節，包含利害關係人與溫室氣體範疇三（Scope 3）的排放，對於複雜的航運產業鏈而言，單一企業無法獨立減碳，唯有與上下游夥伴協同合作，建立共識或合作平台，才能發揮整體效益。且減碳是 ESG 最核心的目標，若沒有明確目標便無法衡量進步，因此訂定中長期碳中和路徑，搭配定期盤查與績效追蹤，才能具體展現減碳承諾。

數據與技術已被視為達成 ESG 的重要基礎，透過數據平台與 AI 工具能提升決策效率，如用以優化船期與減少能源消耗，亦有助於即時應變與預警。



資料來源：本研究整理

圖 30 Deloitte ESG 高階管理者調查

德勤「ESG 高階管理者調查」雖並非專為貨櫃航運產業設計，但其內容分析極具參考價值，調查的受訪者來自美國營收超過五億美元的公開上市公司，反映即使是大型企業在 ESG 議題上普遍面臨挑戰與其應對策略，我國貨櫃航運產業大型公開上市公司，也會面臨類似挑戰。

此外對於數據密集型的貨櫃航運業而言，許多關鍵 ESG 議題的調查，具有相當高參考價值。例如，超過一半的高階管理者指出，ESG 數據可用性與品質是面臨的最大挑戰，認為需要投入更多技術來滿足一致且可靠的衡量與報告需求，這與航運業對數據追蹤和排放計算的需求高度吻合，凸顯航運業在相關技術支援上也有類似的緊迫性。

調查也顯示企業在溫室氣體（GHG）排放揭露上普遍性困難，特別是在範疇三（Scope 3）排放方面，對範疇一和範疇二的準備度較高，僅有三成一對範疇三有所準備。對於航運業而言，其複雜的供應鏈與價值鏈使其範疇三排放更加難以衡量，同時高達九成的受訪者表示，將強化 ESG 數據的控制環境，此外凸顯治理結構、利害關係人壓力以及高階管理者視角的重要性，多數企業正在積極建立 ESG 委員會，幾乎所有受訪者（97%）都指出，外部利害關係人如客戶、投資者與政府對其 ESG 報告具有最大影響力。

3.1.3 航港產業數位化成熟度量表

本研究併同檢視前期研究「我國航港資訊整合與數位化發展架構之研究(2/2) - 研訂航港產業數位化發展指引」所建立之「航港產業數位化成熟度量表」，以強化兩量表間的互操作性及實用性，前期量表所採用之維度與指標如表 9 所示。

表 9 航港產業數位化成熟度量表維度與指標

維度	衡量指標	維度	衡量指標
A 投入資源	A1 數轉人數比率	H 資料驅動	G3 人才發展
	A2 數轉經費比率		G4 跨部門協作
	A3 投入數轉教育訓練課數比率		H1 資料分析
B 發展願景與營運策略	B1 數轉願景		H2 資料應用
	B2 數轉目標	H3 資料蒐集	
	B3 數轉文化	H4 資訊安全	
	B4 數轉策略	I 數位生態系統	I1 整合共用
C 數轉技術-對產品及市場推廣	C1 優化客戶體驗		I2 創造價值
	C2 新產品/服務開發		I3 回應客戶意見
	C3 目標客戶開發		
D 數轉技術-對供應採購	D1 採購流程優化		
	D2 採購作業數位化		
	D3 核心服務流程優化		
E 數轉技術-對資訊平臺	E1 系統整合		
	E2 共用中心數位化		
	E3 服務方式數位化		
F 數位商業模式	F1 新商業模式		
	F2 作業流程創新		
	F3 新市場開發		
G 內部數轉推動與協調現狀	G1 數轉認同程度		
	G2 內部數轉推動組織及流程		

資料來源：交通部運輸研究所^[6]

3.2 「貨櫃航運業雙軸轉型」評估架構

3.2.1 量表構面與指標

整合 TTCMM、IFRS 永續揭露準則、Deloitte ESG 調查，並參考前期研究量表，本研究建立「四大維度、十三項指標」之雙軸轉型評估工具，發展的過程簡述如下。

1. 簡化前期「航港產業數位化成熟度量表」

為提升評估工具的實用性，本研究簡化與優化前期「貨櫃航運業雙軸轉型量表」。考量原量表題項繁複、填答負擔較高，遂透過統計方法進行指標篩選與結構重整，並納入永續轉型面向，建構涵蓋數位與永續兩大維度之量表架構。簡化過程中，本研究綜合因素分析與變異膨脹因子檢驗結果，並參酌企業實務意見與國際指標架構，建構出「貨櫃航運業雙軸轉型評估量表」，含4大構面與13項關鍵指標。相關技術操作與分析流程詳見附錄六，量表內容請參閱附錄七。

表 10 雙軸轉型之構面與指標

維度	指標
組織文化	1.【轉型願景】
	2.【轉型策略】
	3.【轉型文化】
人才培育及 價值共創	4.【數位/永續技能】
	5.【生態協作】
	6.【價值創造】
產品服務及 商業模式	7.【產品/服務開發】
	8.【採購優化】
	9.【創新模式】
資訊優化	10.【服務方式轉型】
	11.【共享服務中心】
	12.【資料蒐集】
	13.【資訊安全】

資料來源：本研究整理

2. 納入永續指標

為建構同時涵蓋數位與永續轉型能力的雙軸量表，本研究參考以下研究來進一步納入永續相關內容；在萃取適用於臺灣貨櫃航運產業的永續指標後，並對應上述得出的四大維度與十三項關鍵指標，進行

整合歸納，最終建構出「貨櫃航運業雙軸轉型評估量表」，內容請參閱附錄七。各維度的對應推導過程說明如下：

(1) 德國 TTCMM 模型：提出六大轉型維度包括策略與領導、營運、組織文化與員工、產品與服務、技術、以及生態系與夥伴關係。

- ① 「策略與領導」關注組織與高層對轉型的準備度、「營運」關注營運作業流程納入雙軸思維的程度，故整併進本研究的「組織文化」維度。
- ② 「組織文化與員工」著重人才轉型技能培育，「生態系與夥伴關係」著重供應鏈對於相關資料、知識的共享創造與合作關係的經營，故整併進本研究的「人才培育及價值創造」維度。
- ③ 「產品與服務」重視企業基於雙軸理念來設計產品，故整併進本研究的「產品服務及商業模式」維度。
- ④ 「技術」則涵蓋兩方面，一方面強調數位技術開發永續應用潛力，另一方面著重資料治理，故可將相關內容分別整併進本研究的「產品服務及商業模式」、「資訊優化」維度。

(2) IFRS 永續揭露準則：主張以四大維度進行揭露，包括治理、策略、風險管理、指標與目標。

- ① 「治理」說明了企業需對永續議題與風險進行監管，並發展組織內部的永續專業能力，故將相關內容分別整併進本研究的「組織文化」、「人才培育及價值創造」維度。
- ② 「策略」說明了企業需揭露預期的永續風險與機會，且連結到發展策略，同時說明對營運模式的影響，故將相關內容分別整併進本研究的「組織文化」、「產品服務及商業模式」維度。
- ③ 「風險管理」要求企業詳述對於永續風險與機會的辨識、評估、排序及監控方法，包括資料蒐集、參數設計等，需有完善的資訊系統支持，故整併進本研究的「資訊優化」維度。
- ④ 「指標與目標」要求企業提出永續相關的目標及衡量指標，並說明所達成的績效，此與驅動內部人才的價值創造有關，

故整併進本研究的「人才培育及價值創造」維度。

(3) Deloitte ESG 問卷：聚焦以下五大維度包括：資料可得性與品質、治理架構與組織能力、技術與系統支援、氣候資訊披露涵蓋性、投資動能與實行意願。

- ① 「資料可得性與品質」、「技術與系統支援」、「氣候資訊披露涵蓋性」等問項主要詢問企業對於各項永續揭露數據的準備程度，包括資料相關的技術障礙、碳排資料的細緻度等，故皆整併進本研究的「資訊優化」維度。
- ② 「治理架構與組織能力」問項主要詢問組織內部永續治理單位的影響力與活躍程度，故整併進本研究的「組織文化」維度。
- ③ 「投資動能與實行意願」問項主要詢問企業在執行永續揭露作業上的專業人才配置充足度，故整併進本研究的「人才培育及價值創造」維度。

表 11 雙軸轉型維度與指標

德國 TTCMM 維度	IFRS 維度	Deloitte ESG 維度	本研究維度	本研究指標
<ul style="list-style-type: none"> • 策略與領導 • 營運 	<ul style="list-style-type: none"> • 治理 • 策略 	<ul style="list-style-type: none"> • 治理架構與組織能力 	<ul style="list-style-type: none"> • 組織文化 	<ul style="list-style-type: none"> • 轉型願景 • 轉型策略 • 轉型文化
<ul style="list-style-type: none"> • 文化與員工 • 生態系與夥伴關係 	<ul style="list-style-type: none"> • 治理 • 指標與目標 	<ul style="list-style-type: none"> • 投資動能與實行意願 	<ul style="list-style-type: none"> • 人才培育及價值創造 	<ul style="list-style-type: none"> • 數位/永續技能 • 生態協作 • 價值創造
<ul style="list-style-type: none"> • 產品與服務 • 技術 	<ul style="list-style-type: none"> • 策略 		<ul style="list-style-type: none"> • 產品服務及商業模式 	<ul style="list-style-type: none"> • 產品/服務開發 • 採購優化 • 創新模式
<ul style="list-style-type: none"> • 技術 	<ul style="list-style-type: none"> • 風險管理 	<ul style="list-style-type: none"> • 資料可得性與品質 • 技術與系統支援 • 氣候資訊披露涵蓋性 	<ul style="list-style-type: none"> • 資訊優化 	<ul style="list-style-type: none"> • 服務方式轉型 • 共享服務中心 • 資料蒐集 • 資訊安全

資料來源：本研究整理

3. 調查蒐集回饋修正機制

量表調查過程中，與評估對象交流時，同步蒐集其給予量表之建議，依據相關意見調修量表，量表定稿版詳如附錄七。

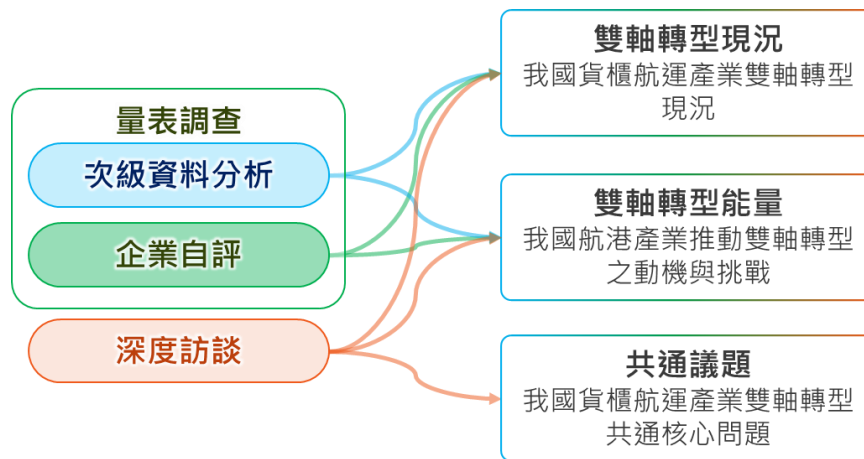
3.2.2 評估方式

1. 資料來源

本研究評估方法設計採結合蒐集分析次級資料、貨櫃航運業雙軸轉型評估量表與深度訪談，各方法分述如下：

- (1) 次級資料分析：蒐集相關次級資料，包括企業永續報告書、公開揭露資訊、媒體報導與產業研究資料。次級資料蒐集可有效作為訪談內容的佐證與補充，提升研究結果的完整性與信效度。此方法特別對於未能接受訪談的企業，尚能以次級資料進行初步研析，瞭解其公開進展情形。
- (2) 量表調查：邀請受評業者填寫「貨櫃航運業雙軸轉型評估量表」，依據量表作為定量基礎資料，可掌握企業在數位化與永續發展各面向的自評狀況，並協助研究團隊依其落點進行分群與後續訪談引導。然由於企業可能高估或低估自身的數位或永續轉型成熟度，可能讓評估存在偏誤，為降低此偏誤，本研究採取同時參考多元資料來源，蒐集產業次級資料與公開報告，部分業者再搭配實際訪談內容，以交叉比對自評結果。然因資訊揭露仍存在其限制，而非實際能力不足，因此此自評結果為相對指標，不宜過度解讀為精確數值。
- (3) 深度訪談：以量表調查為基礎，透過開放式問題引導，進一步了解業者參與永續行動的實踐方式，以及目前最迫切希望突破的挑戰與策略建議。

本研究以蒐集企業次級資料分析、量表與深度訪談等評估方法為基礎，進一步評估企業雙軸轉型成熟度，並歸納與分析國內貨櫃航運產業推動現況、具備之能量、面臨之議題或瓶頸。



資料來源：本研究整理

圖 31 我國貨櫃航運產業雙軸轉型能量與議題分析架構

2. 成熟度量測方法

本研究延續前期建立之數位化成熟度量表，擴充至雙軸轉型應用情境。依據企業在各轉型指標所展現的發展階段，進行 25 - 100 分之量化評分，分別就數位與永續兩類指標係進行評分，反映企業由初階、中階至領先階段的發展程度。

各指標得分彙整為四大維度之平均分數，再分別計算企業數位成熟度與永續成熟度，透過折線圖視覺化呈現，以掌握企業於各維度在數位與永續推動上的落差與強弱對比，繪製「雙軸發展落點圖」，掌握企業在雙軸座標上的相對位置及可能演進路徑。

在數據處理邏輯上，針對量表回收與填答品質，建立合理且一致的數據處理邏輯，以確保各業者評估結果之信效度：

(1) 勾選多階段者採最高階段計算

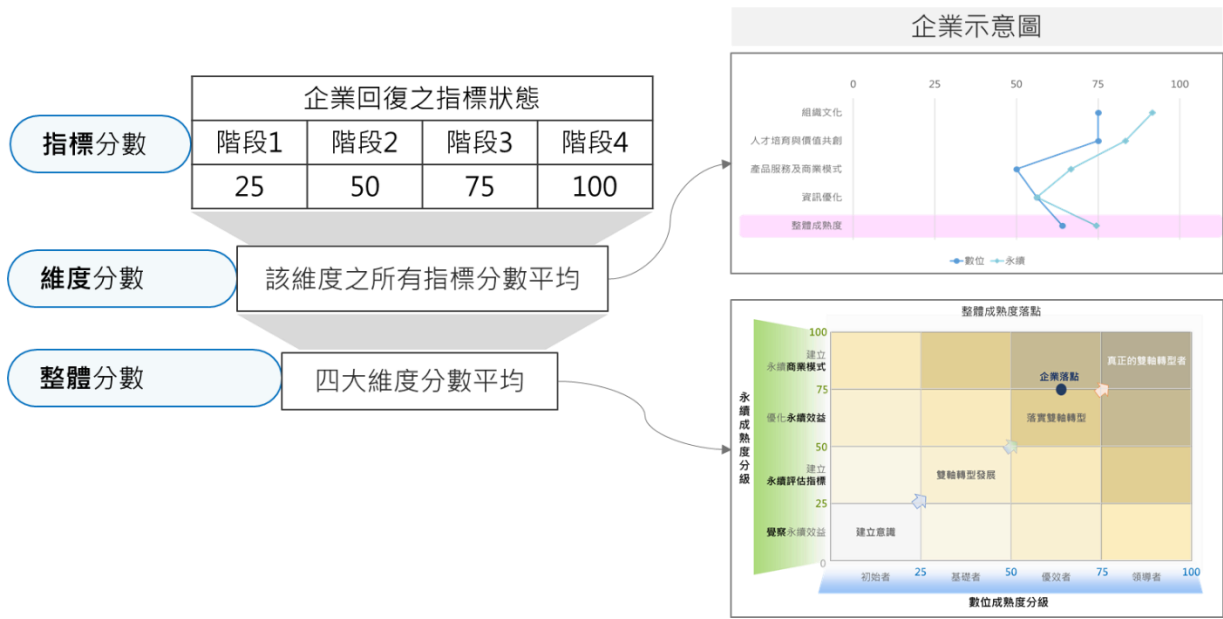
單一指標同時勾選多個發展階段，視為具備較高階段能力，採最高分值計算。例如同時勾選階段 2 與階段 3，則以階段 3 計算（以 75 分計入）。

(2) 未填答項目以訪談及次級資料補正

若企業自評之量表有指標項目未填答，則由研究團隊依據可得資訊判讀（包括訪談內容及次級資料），以避免因資料缺漏而造成評估偏誤。

(3) 未受訪企業採次級資料及遠端訪談補正

採用次級資料蒐集、電子郵件與電話訪談等方式逐項確認指標內容，提升資料完整性。所有量表均依一致標準審查後納入分析，使不同企業間的評估結果具備可比性，並為後續政策與資源配置提供實證基礎。透過上述方式，本研究得以系統性地掌握不同企業在雙軸轉型上的推動程度與策略成熟度，並為後續策略規劃與資源配置提供具實證基礎之決策參考。



資料來源：本研究整理

圖 32 量表評估方法

3.2.3 評估對象

基於全球數位與永續雙軸轉型推動趨勢，不再聚焦於單一企業層級，而是朝向整體供應鏈或產業生態系統的協作模式發展，企業日益重視與上下游夥伴的協同合作，以實現整體營運優化與永續目標。

因此本研究以供應生態系統視角，將船舶運送業為核心，聚焦臺灣四家主要貨櫃航運公司及其供應鏈，作為分析起點，再延伸至該航運公司之上下游合作夥伴，視其性質包含子公司及/或主要合作夥伴，系統性分析航商如何在轉型過程中，與上下游夥伴（如船務代理業、海運承攬運送業、貨櫃集散站經營業、汽車貨櫃貨運業...等）進行協作與技術整合。

此四大航運體系不僅為臺灣貨櫃進出口量最大之航商，在國際航線布局、港埠串接與營運模式上亦具高度代表性，可勾勒出我國貨櫃航運產業的主體輪廓。尤其在全球減碳壓力與法規要求日益嚴格的背景下，大型航

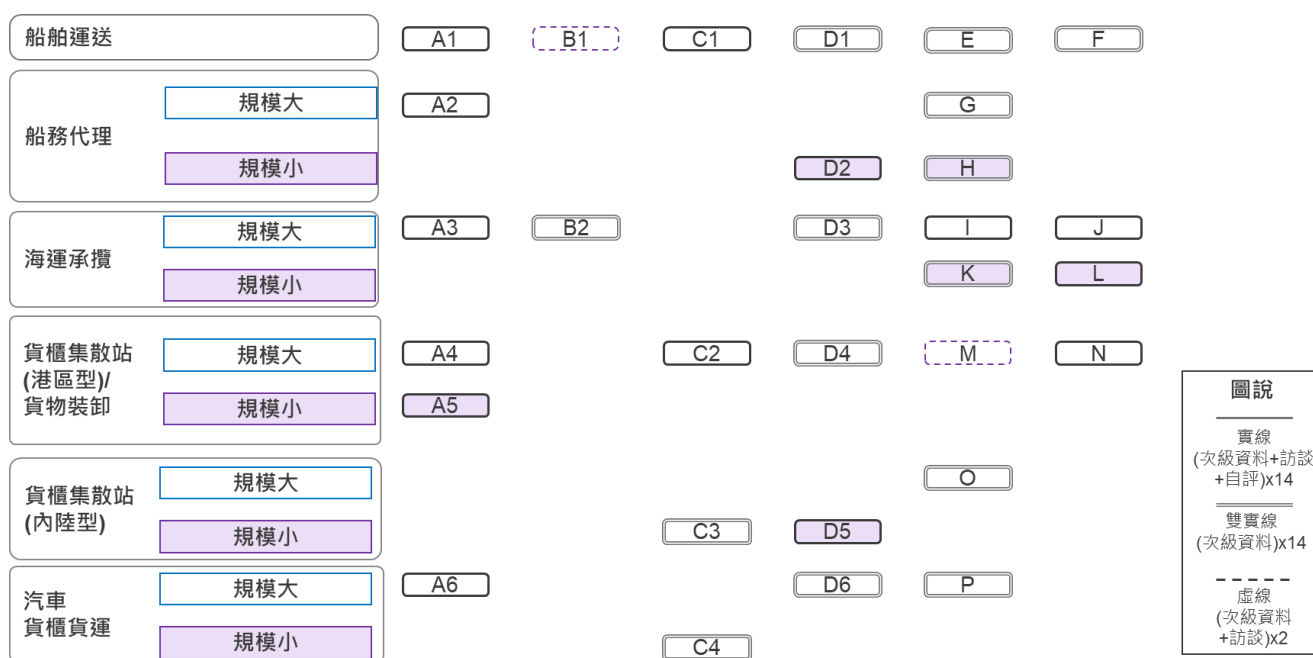
商在雙軸轉型上的實務作法與應對經驗，可視為具高度參考價值的產業標竿。

本研究針對產業鏈目前進展、痛點與落差進行深入探討，全面掌握臺灣貨櫃航運產業在「雙軸轉型」上推動現況與關鍵挑戰。透過標竿企業的轉型路徑分析，本研究將研擬具體的解決方案架構與推動策略作為我國推進產業鏈整體雙軸轉型的參考依據。未來當中小型企業亦被納入法規適用範圍時，或可參照大型企業之實務經驗，調適符合自身狀況的方案，以提升自身轉型能力，縮短落差，強化產業整體韌性與競爭力。

1. 樣本數與代表性

- (1) 產業類型覆蓋：研究對象之業別至少各納入 1-2 家代表性業者，避免偏重單一業態。
- (2) 公司規模多樣性：包括大型（資本額較高，策略與資源充足者）與中小型（業務靈活但資源較為有限）業者。
- (3) 營運模式差異性：針對業務型態差異進行分類，如：
 - ① 遠洋或近洋
 - ② 內陸型櫃場或港區型櫃場
 - ③ 專屬碼頭或公用碼頭
 - ④ 數位化作業或傳統作業

挑選評估對象如圖 33 所示，並以受法規要求已啟動雙軸轉型措施之企業為優先，對象含括船舶運送業、船務代理業、海運承攬運送業、貨櫃集散站經營業、汽車貨櫃貨運業、貨物裝卸承攬業等相關產業鏈角色，透過其實務作為，提供尚未被納入規範的業者參考學習，進而產生具可複製性與擴散性的外溢效益，推動整體產業共同邁向轉型目標。



資料來源：本研究整理

圖 33 航運體系評估名單

2. 字母與數字之代表意義

- (1) 若屬同一體系之上下游關係，則以 A、B、C、D 為開頭代表，同一開頭字母代表屬同體系。
- (2) 數字則作為體系內之識別碼。
- (3) 其他非屬同體系者，則以不同字母作為代號。

3. 規模大小分類方式（以實收資本額中位數區分）

- (1) 船務代理業：10,000,000 元
- (2) 海運承攬運送業：8,000,000 元
- (3) 貨櫃集散站經營業：663,019,262 元
- (4) 汽車貨櫃貨運業：30,000,000 元

3.3 深度訪談整合分析

本研究針對航港產業鏈共16家企業進行深度訪談，各業別的重點整理如表12~表16。以下從「組織文化、人才與價值、服務與商模、資訊優化」四大構面分析，並歸納資源與課題。

3.3.1 船舶運送業

1. 組織文化

大型航商普遍具備較高的數位轉型與永續治理成熟度，並已將雙軸轉型視為企業核心發展方向，不僅結合國際法規與產業標準（如 IMO、DCSA），也透過跨部門治理機制將永續深入企業文化之中。

2. 人力與價值共創

大型航商多採用跨域整合策略，透過國內外合作夥伴、科技公司、顧問團隊或內訓制度，強化員工在數據分析、航線優化、碳排管理與新科技應用的能力；中型業者則以基礎數位訓練及外部 ESG 輔導為主，逐步建立具備實務運作能力的團隊。

3. 服務與商業模式

大型航商以「客戶導向 × 數位化 × 生態鏈」作為轉型主軸，不僅推出多樣化的數位服務（如 eBL、eD/O、API、即時查詢、智慧客服），更積極導入 IoT、AI 航線最佳化、RPA、儀表板等工具強化內部營運效率；中型航商則以航線調度、行政流程電子化及新 ERP 建置為主要施作方向，逐步向智慧化作業靠攏。

4. 資訊優化

大型業者多具有內部自行研發平台或全球營運系統，能夠維持多語言介面、權限控管與數據一致性；而中型業者仍多仰賴人工流程、電郵與電話等方式與上下游客戶互動，資料交換標準與整合層級仍需提升。

5. 資源與課題

大型航商擁有較完整的平台與集團資源，但也面臨碳數據精準化、資料交換標準化與法規同步等挑戰；中型航商則更需面對投資回收、客戶接受度、系統升級成本與缺乏產業共通資訊標準等限制。

整體而言，三家航商雖同屬船舶運送業，但在規模、策略與組織能力的差異下，呈現出不同的雙軸轉型成熟度與發展軌跡。

表 12 船舶運送業雙軸轉型推動綜整

業別	船舶運送業 A1 公司	船舶運送業 B1 公司	船舶運送業 C1 公司
規模	大型 (資本額中位數以上)	大型 (資本額中位數以上)	中型 (資本額中位數以下)
組織與文化	<ul style="list-style-type: none"> • 數位轉型與永續發展為核心價值 • 數位策略三階段(無紙化→流程數位化→AI 智慧化) • 遵循國際法規，推動重大永續議題盤點與揭露 • 發展綠色船隊 	<ul style="list-style-type: none"> • 透過跨部門「永續委員會」推動 • 務實減碳策略，兼顧成本與永續 	<ul style="list-style-type: none"> • 掌握國際聯盟(如DCSA)趨勢 • 符合 IMO 永續法規優先
人才與價值	<ul style="list-style-type: none"> • 鼓勵同仁參與訓練 • 與國際組織/科技公司合作 	與科技公司合作，降低導入成本	<ul style="list-style-type: none"> • 建立內部數位基礎訓練 • 推動跨部門協作
服務與商模	<ul style="list-style-type: none"> • 推出多項客戶數位服務 • 建置營運管理儀表板 • 導入 IoT、RPA、規劃 AI 貨櫃調度 • 推動上下游資料共享 	<ul style="list-style-type: none"> • 客製化航程規劃 • 自行研發全球營運系統，提供給全球分公司使用 	<ul style="list-style-type: none"> • 以精準航線與資源調度為核心 • 採購流程以人工/紙本為主
資訊優化	<ul style="list-style-type: none"> • 推行電子提單(eBL)與提單數位簽章，簡化文件流程 • 自動化報表產出功能(如到港通知、船期訂閱) 	<ul style="list-style-type: none"> • 由母公司自行研發全球營運系統，提供給全球分公司使用 • 提供客戶免費與免註冊登入的碳排放計算機 	<ul style="list-style-type: none"> • 與上下游作業多數仍以電子郵件、電話等方式 • 即將導入全新 ERP 系統 • AIS 船舶與碳排數據
資源與課題	<ul style="list-style-type: none"> • 提供碳盤查平台蒐集子公司數據 • 碳排計算採粗略方式，缺乏提供相關精準計算之服務能力 	<ul style="list-style-type: none"> • 擁有全球營運系統 • 投入標的主要在於投資回報與客戶接受度 • 減碳策略著重成本考量逐步實施 	<ul style="list-style-type: none"> • 上下游資訊交換仍以人工為主，產業間無共通標準

資料來源：本研究整理

3.3.2 海運承攬運送業

1. 組織文化

大型業者普遍已從內部流程優化出發，逐步推動無紙化、系統化與碳盤查制度，並依循母公司或國際客戶的永續要求，建立階段性的數位與永續推動策略；小型業者則以提升作業效率、自動化與簡化文件為主要導向，由企業內部政策或市場需求驅動永續作為。

2. 人力與價值共創

各家公司均已建立一定程度的數位或永續培訓，但大型業者相對著重在資料交換、API 整合、電商化物流平台等技能養成，並投入更多資源於碳管理與 ESG 人才的培訓；小型業者則以基本系統操作、文件電子化與平台使用為主，永續訓練則較少著墨。

3. 服務與商業模式

業者皆積極以數位工具提升作業效率，包含導入 EDI、API、AI 單據辨識、卡車電動化規劃、預約平台、eBL 等應用，並逐步擴展至客戶端的電子化服務。然而，服務創新廣度仍因企業規模與資源差異而有所不同，大型業者多能開發自有平台並整合上下游資料，小型業者則仍以手動流程或既有工具支撐營運。

4. 資訊優化

大型業者普遍著手整合內外部系統，部分導入全球性平台提升資料一致性；中小型業者則仍面臨不同客戶、船公司與供應鏈所使用系統不一致的問題，造成資料格式多樣、串接成本高，使資訊交換的效益受限。

5. 資源與課題

大型業者可依靠集團或母公司系統、分析工具與永續政策作為推動基礎，但也共同面臨碳數據標準不足，尤其是範疇三（Scope 3）碳排資料難以取得、上下游串接困難等瓶頸；小型業者傾向期待政府在平台整合、共同標準建立或法規簡化上提供協助，以降低業者推動負擔。整體觀察海運承攬運送業的雙軸轉型正處於不同階段路徑，但共同指向強化資訊互通、提升作業效率並回應國際永續趨勢的方向。

表 13 海運承攬運送業雙軸轉型推動綜整

業別	海運承攬運送業 A3 公司	海運承攬運送業 I 公司	海運承攬運送業 J 公司	海運承攬運送業 L 公司
規模	大型 (資本額中位數以上)	大型 (資本額中位數以上)	大型 (資本額中位數以上)	小型 (資本額中位數以下)
組織與文化	<ul style="list-style-type: none"> • 處於「數位化階段」，檢討流程並串接內外部系統(碼頭/集團) • 參與母公司永續計畫(ISO14064 碳盤查)，強化碳管理能力與形象 • 因應大型歐洲客戶永續需求 	<ul style="list-style-type: none"> • 與顧問公司合作推動碳盤查 • 設置永續發展專責單位，專責發言人代表公司 • 高層提出轉型想法，IT 單位負責執行 	<ul style="list-style-type: none"> • 已推動無紙化作業，並分階段設定改善目標 • 引進雙燃料 LNG 貨櫃 • 採取數位轉型三階段，從內部交易程序數位化開始，再串接與供應鏈夥伴資訊串接，最終提供客戶使用物流 e 化平台 	<ul style="list-style-type: none"> • 已推動無紙化，透過平台線上操作，減少紙本文件流通 • 務實訴求與效率提升，聚焦於降低重複作業與紙張浪費 • 依循母公司政策推動永續，由集團層級主導節能減碳措施，包含文件電子化與流程優化
人才與價值	<ul style="list-style-type: none"> • 提供基礎數位與永續培訓 • 與客戶/夥伴建立 EDI，但格式尚缺乏標準化須客製化 	<ul style="list-style-type: none"> • 提供員工對系統操作技能為主的基礎培訓 • 已建立資料交換機制，如報關服務 API 傳輸 • 子公司間共享數據 	<ul style="list-style-type: none"> • 提供員工提升系統操作與資料分析等數位技能之教育訓練機制 • 推動永續意識培訓，提高 ESG 意識與碳足跡管理 	<ul style="list-style-type: none"> • 員工普遍使用數位溝通與協作工具，如 TEAMS、IQAX、Line、微信、whatsapp 等，且已能運用 IQAX 平台完成提單轉讓、資料上傳與查詢作業 • 較少提高永續議題之教育訓練

業別	海運承攬運送業 A3 公司	海運承攬運送業 I 公司	海運承攬運送業 J 公司	海運承攬運送業 L 公司
服務與商模	<ul style="list-style-type: none"> • 推動數位帳單、報表平台、偵測設備 • 開始關注供應商永續風險，逐步導入永續採購 • 聚焦營運改善項目如碳盤查 • 優化 CRM、倉儲系統 • 導入手持機與偵測設備 • 研議建置資訊平台 • 因應客戶需求提供範疇3 碳排數據，但缺乏完整碳足跡系統 	<ul style="list-style-type: none"> • 與客戶透過 EDI 交換，並開發 APP 提供卡車司機使用 • 運輸派送已規劃卡車電動化 • OA 表單，線上採購申請 • 廣泛採用遠端視訊方式 • 導入 AI 單據辨識系統，取代人工輸入 	<ul style="list-style-type: none"> • 發展海運快遞業務 • 採「大陸一港，臺灣多港」的集貨模式 • 貨櫃交領櫃預約平台有效降低司機等候時的碳排放與省時間 	<ul style="list-style-type: none"> • 透過 CargoWise 與船公司進行資料交換；與國外客戶多以電子提單 (eBL) 運作 • 客戶如需安排拖車，透過 line 與電子郵件方式傳遞影像資料，再由後端人員進行資料登錄 • 透過 IQAX 平台與船公司共享貨物貨物追蹤與文件流資訊 • 依據客戶需求進行航程最佳化規劃
資訊優化	<ul style="list-style-type: none"> • 研議建置資訊平台 • 資安計畫已啟動但覆蓋有限 • 優化 CRM、倉儲系統 • 導入手持機與偵測設備 	<ul style="list-style-type: none"> • 廣泛採用遠端視訊方式 • 導入 AI 單據辨識系統，取代人工輸入 • 已取得 ISO 27001 資訊安全認證 	<ul style="list-style-type: none"> • 內部已使用數位資訊系統，未來可繼續推進與合作業者進行對接 	<ul style="list-style-type: none"> • 以 API、EDI 技術進行資訊串接 • 設有資安管理計畫，由專責人員系統與監控 • 共享服務部分，CargoWise 系統以 SaaS 形式運作
資源與	<ul style="list-style-type: none"> • 母公司提供分析工具與資源支援 	<ul style="list-style-type: none"> • 部分客戶提出碳揭露資訊之需求，惟尚未 	<ul style="list-style-type: none"> • 政府主導拖車平台整合分散資訊，提升作 	<ul style="list-style-type: none"> • 尚未有客戶索取碳排相關數

業別	海運承攬運送業 A3 公司	海運承攬運送業 I 公司	海運承攬運送業 J 公司	海運承攬運送業 L 公司
課題	<ul style="list-style-type: none"> 高客製化需求與異質性資料格式使整合困難，影響數據應用效能。 	與供應鏈上下游（航商與汽車貨櫃貨運業）碳數據交換，故無法提供相關資料	業效率與資訊透明度 <ul style="list-style-type: none"> 由前百大企業率先推動建櫃航運雙軸轉型，可發揮「以大帶小」效應 	據，然已規劃申請 AEO 認證 <ul style="list-style-type: none"> 政府宜採「少干預」之原則，透過市場競爭機制促進產業自主轉型

資料來源：本研究整理

3.3.3 船務代理業

1. 組織文化

船務代理業在雙軸轉型上的推動方式，深受企業規模、母公司支援程度以及產業定位影響。大型業者（如 A2 公司）多為國際航商之分公司，具備成熟的集團政策與工具支援，因此能依循母公司策略推動數位化與永續化；相對地，小型本土業者（如 D2 公司）則扮演政府與航商間的橋樑角色，組織文化務實且以符合法規為核心，但對於數位與永續轉型的態度較為保守，並認為永續表現受限於基礎設施與外部條件。

2. 人力與價值共創

大型業者擁有母公司完整的數位與永續培訓資源，包括 Power BI、Teams 應用等數位技能強化，並與港區業者、拖車業者、海關持續合作以提升作業效率；小型業者則普遍缺乏專職 IT 人員，人力培育多聚焦在「系統操作」等實務技能，而非系統設計或資料分析等進階能力。

3. 服務與商業模式

服務與商業模式仍高度仰賴產業鏈合作，尤其需要與櫃場、拖車業者和通關單位密切配合。大型代理業者已導入 e-DO、電子發票、RPA、自動化櫃況查詢等數位工具以優化流程，並持續推動無紙化；小型業者則受制於產業結構，資訊往來仍以 email 與電話為主，數位化目的多著重於「降低人工成本」而非「服務創新」。此外，雙方均認知到外部電力與網路穩定性對港區自動化作業的重要性。

4. 資訊優化

兩業者皆面臨多系統、跨單位資訊交換門檻高的問題。大型業者仰賴母公司平台可部分改善資訊整合，但仍需港務公司與海關提升整合度；小型業者則透過與通關平台合作導入 EDI，以減少人工錯誤。然而，整體產業仍缺乏統一標準化的資料交換環境，資訊流通效率受限。

5. 資源與課題

大型代理業者具備母公司資源支撐，但仍期待政府加速建置單一窗口與整合平台，以減少資料重複填報負擔；小型業者則強調數位化導入的成本壓力，並擔憂自動化可能造成基層人力替代問題，認為政府推動雙軸轉型應同時考量產業生態與國內供應鏈的生存空間。

表 14 船務代理業雙軸轉型推動綜整

業別	船務代理業 A2 公司	船務代理業 D2 公司
規模	大型航商之分公司 (資本額中位數以上)	小型 (資本額中位數以下)
組織與文化	<ul style="list-style-type: none"> 配合母公司政策推動雙軸轉型，為優先任務 配合碼頭前置作業推動轉型 	<ul style="list-style-type: none"> 做為政府與航商之橋樑 務實、責任導向，重視政府政策配合 對數位化態度偏保守，視為降低人力成本工具 永續受限於電力來源與基礎設施
人才與價值	<ul style="list-style-type: none"> 由母公司統籌數位 (Power BI、Teams) 與永續培訓 與港區業者、拖車業者、海關合作，提升作業效率 	<ul style="list-style-type: none"> 無專職 IT 人員，員工需具基本數位技能 培育重點在「操作介面」而非「技術開發」
服務與商模	<ul style="list-style-type: none"> 服務內容涵蓋船舶代理、報關、貨載結關等 資訊傳遞仍以 email/電話為主 關注電力穩定對自動化作業的重要性，並有應變措施 導入 Office365、雲端會議等無紙化措施 導入 e-DO、電子發票、RPA、櫃況查詢 	<ul style="list-style-type: none"> 提供船舶進出港申報與協調服務 商業模式依賴法規與委託人，存在「代理魔咒」 與櫃場、拖車等廠商合作，缺乏主導權 與通關網路服務業者合作開發平台，導入 EDI 減少人工錯誤

業別	船務代理業 A2 公司	船務代理業 D2 公司
	<ul style="list-style-type: none"> 定期回報碳排與資源使用數據至母公司 	
資訊優化	<ul style="list-style-type: none"> 導入 Office365、雲端會議等無紙化措施 導入 e-DO、電子發票、RPA、櫃況查詢 資訊傳遞仍以 email/電話為主 	<ul style="list-style-type: none"> 與通關網路服務業者合作開發平台，導入 EDI 減少人工錯誤 公司高度重視個資保護，並遵循歐盟相關標準
資源與課題	<ul style="list-style-type: none"> 資源：母公司提供 Power BI 訓練與技術支援 課題：建議港務公司與海關及港區權責單位提升系統整合度，統一窗口一次提交必要資料 	<ul style="list-style-type: none"> 課題：數位化主要是降低人力成本，非創造新價值，發展數位化可能導致失業率上升，政策應考慮國家的經濟和社會結構問題。建議政府應以保護國內業者生存空間為前提

資料來源：本研究整理

3.3.4 貨櫃集散站經營業與貨物裝卸承攬業

1. 組織文化

貨櫃集散站經營業與貨物裝卸承攬業已逐步形成跨企業的共同趨勢，但轉型的深度與模式仍受企業規模、港區位置、集團支援程度與作業性質的影響。大型港區型櫃場普遍具有較強的策略性投入，包括推動碳盤查、設備電動化、TOS/OCR 導入與 AI 應用等；相對地，小型企業或內陸型櫃場則著重於作業效率提升、基本資訊化與遵循母公司政策，永續推動的深度較為有限。

2. 人力與價值共創

多數企業已建立「數位與永續並行」的思維架構，其中大型櫃場更將永續視為企業的策略核心，主動推動範疇 1-3 碳盤查、設備汰換與綠電採購，甚至自行研發 EMS 系統；而部分中小型業者則以提升作業效率、減少人力負擔為主要動機，永續行動多半由母公司或政府要求帶動。

3. 服務與商業模式

各公司均意識到人才的重要性，並陸續導入數位技能與永續知識培訓。然而，大型企業著重培養具有 AI 思維、碳盤查與低碳維運能力的人才，小型與內陸型櫃場則以基礎機具操作、系統使用與流程訓

練為主。此外，整體產業皆面臨人力老化與新血不足的挑戰，使「效率提升」「節省人力」成為轉型的重要推力。

4. 資訊優化

整體產業仍面臨「資料格式異質」「多系統介接困難」等結構性瓶頸，尤其在與內陸櫃場、拖車、報關行等多方資料交換時格外明顯。大型企業多可自行開發 RPA、API 或整合平台改善流程，但中小型業者受限於 IT 能量與人力，仍依賴 email、PDF、Excel 或人工方式作業，資訊化成熟度差距明顯。

5. 資源與課題

多數企業皆高度期待政府能完善基礎建設與制度，包括岸電建設與費率制定、港區共通資料交換平台、資料交換標準化、電動設備補助、永續誘因制度等。整體觀察顯示，該產業具備一定的轉型基礎，但仍需要外部政策誘因與跨企業協作，才能真正形成共用標準、提升效率、強化減碳效益，並進一步提升全國港埠的雙軸轉型能量。

表 15 貨櫃集散站經營業(含貨物裝卸承攬業)雙軸轉型推動綜整

業別	貨櫃集散站經營業 A4公司	貨物裝卸承攬業 A5公司	貨櫃集散站經營業 C2公司	貨櫃集散站經營業 D5公司	貨櫃集散站經營業 M公司	貨櫃集散站經營業 N公司
規模	大型港區型櫃場 24小時營運	小型裝卸業	大型港區型櫃場	小型內陸型櫃場	大型港區型櫃場	大型港區型櫃場
組織與文化	<ul style="list-style-type: none"> • 自創立即納入數位與永續思維 • 由資訊部門推動數位化、企劃部推動永續 • 自主進行碳盤查(含範疇1-3) 	<ul style="list-style-type: none"> • 配合母公司轉型願景 • 推動無紙化、CCTV、TOS串接 • 配合碳盤查、水循環、節能設備更新 	<ul style="list-style-type: none"> • 為集團總公司，統籌運作協調 • 因應塞港問題，提出解決方案，並獲同業效法實施(與客戶約定貨櫃於結關前兩日方可進港，有效舒緩擁擠) 	<ul style="list-style-type: none"> • 數位轉型與永續為策略核心 • 轉型以提升效率、減少人為目標 • 配合母公司揭露溫室氣體盤查並外部查驗 	<ul style="list-style-type: none"> • 主動參與航商推動EDO計畫 • 與21家內陸櫃場透過EDI方式進行資料交換，對尚未具備EDI者則採Email、PDF、Excel或人工等方式 • 已委託顧問公司協助進行碳盤查作業 	<ul style="list-style-type: none"> • 逐步建立「數位與永續並行」的轉型文化 • 以「數位為工具、永續為方向」為核心理念 • 屬上櫃公司，已依ESG相關規範編製並揭露永續報告書 • 已完成2023與2024年度溫室氣體盤查，針對全台各分公司進行碳盤查資料蒐集與分析，主要排放來源為燃料與

業別	貨櫃集散站經營業 A4公司	貨物裝卸承攬業 A5公司	貨櫃集散站經營業 C2公司	貨櫃集散站經營業 D5公司	貨櫃集散站經營業 M公司	貨櫃集散站經營業 N公司	
人才與價值	<ul style="list-style-type: none"> • 建立基礎數位技能訓練 • 培育AI思維人才（應對人力不足） • 員工參與碳盤查、低碳維護，永續提升 	<ul style="list-style-type: none"> • 提供基礎數位與永續培訓（母公司教材） • 員工操作無紙化平台、監控系統 • 與港務公司/海關合作資料共享 	<ul style="list-style-type: none"> • 面臨人力老化及新進人力不足之挑戰 • 已有客戶提出要求供應商永續表現 	<ul style="list-style-type: none"> • 對資訊人員進行數位技能培訓 • 推動RPA時，強調人際服務價值 • 建立員工ESG意識，每年蒐集碳足跡數據 	<ul style="list-style-type: none"> • 為員工提供基礎培訓，強化機具操作及專業技能 • 建置「拖車媒合平台」，協助貨主免費媒合拖車、詢價與調度 • 「出口預約車道」制度讓作業時間由4-5分鐘縮短至90秒 	<ul style="list-style-type: none"> • 電力，遂以設備電器化與綠電採購為減碳重點 • 對柴油動力設備分段汰換為電動化設備 	<ul style="list-style-type: none"> • 開設溫室氣體盤查、碳足跡管理等專業訓練課程，並鼓勵員工考取AI規劃管理師、淨零規劃管理師等相關專業證照 • 「橋吊司機」公司自行建立橋吊操作人員培訓體系，並逐步制度化，宜由公務部門與學界合作，統一培訓

業別	貨櫃集散站經營業 A4公司	貨物裝卸承攬業 A5公司	貨櫃集散站經營業 C2公司	貨櫃集散站經營業 D5公司	貨櫃集散站經營業 M公司	貨櫃集散站經營業 N公司	
服務與商模	<ul style="list-style-type: none"> • 運用OCR/RFID/TOS管理 • 規劃AI判讀櫃況、APP交櫃 • 裝卸設備以電力為主 • 採購尚未納入永續考量 • 導入高解析OCR、智慧電錶 	<ul style="list-style-type: none"> • 提供碼頭裝卸、堆儲、拖運及貨櫃動態查詢 • 導入EDI與Line Bot • 採用循環水、岸電、電動機具 • 供應商永續評估 • 依母公司規範 • IT由母公司支援 • 導入AI貨櫃調度 • 建置危險品與貨安資訊整合 	<ul style="list-style-type: none"> • 提供一站式物流解決方案整合服務，提升客戶體驗與作業效率 • 提供「預約管理制度」，約有三成司機會提前預約 • 成立專責小組，開發運能平台（派車系統） • 已與同業合作，定期辦理船邊作業，亦可支援出口櫃 	<ul style="list-style-type: none"> • 導入OCR車牌與櫃號辨識，減少怠速碳排放 • 針對天車與機具進行能源/燃油數據管理 • 自研發RPA統一訂倉資料格式 • 採購集中於機具維修零件，透過系統安排保養 • 碳排放揭露由母 	<ul style="list-style-type: none"> • 已採用電動機具作業（自動化門式機、橋式機），以提升作業效率並達成節能減碳 • 貨櫃航商承接「小三通」貨源後，降低管制站的流量 • 此外，也減少貨櫃的陸運轉運作業，助於降噪與碳排 • 官網提供預約 	<ul style="list-style-type: none"> • 與部分上下游業者進行資料交換（如採用EDI），縮短櫃場作業時間至10-15分鐘 	<ul style="list-style-type: none"> • 主動研發貨櫃裝卸作業之碳足跡計算機制，並依循產品類別規則（Product Category Rules, PCR）建立碳足跡計算方法 • 建立全電動倉儲作業區，並採購綠電供應 • 導入AI報表、自動化流程與IoT資料蒐集機制 • 自行研發之環境

業別	貨櫃集散站經營 A4公司	貨物裝卸承攬業 A5公司	貨櫃集散站經營業 C2公司	貨櫃集散站經營業 D5公司	貨櫃集散站經營業 M公司	貨櫃集散站經營業 N公司
			<ul style="list-style-type: none"> • 客戶可透過公司官網查詢貨櫃動態 • 碼頭已建置太陽能板，並逐步將柴油機具汰換為電動機具 	公司統一回應	車道及拖車平台等便民服務	管理系統 (EMS) 整合溫室氣體盤查數據與報告生成 <ul style="list-style-type: none"> • 透過網站、行動應用程式及AI客服等數位工具強化客戶服務 • 推動貨櫃交領櫃預約平台
資訊優化	<ul style="list-style-type: none"> • 內部作業高度資訊化，幾乎無紙化，紙本文件僅限財務等需留證部分 • 交領櫃逾50%無紙化 	<ul style="list-style-type: none"> • 導入EDI與Line Bot • IT由母公司支援 • 已建立全場域5G數位環境 • 已實現轉口櫃100%無紙化 	<ul style="list-style-type: none"> • 現行預約系統已與現場作業結合，可提前預約 • 逐步規劃AI技術應用於櫃位調度及夜間自動作業，推動自動化及無人化設備 	<ul style="list-style-type: none"> • 非常重視資訊安全，除了防火牆和即時備援系統外，還進行社交釣魚信的演練 • 資料備份採321原則，且有即時備援主機 	<ul style="list-style-type: none"> • 採自動化以提升作業效率並降低人力與成本 • 現有系統包含CRM、ERP等模組，具備報表分析功能，並已導入BI商業智慧分析工具 	<ul style="list-style-type: none"> • 導入AI報表、自動化流程與IoT資料蒐集機制 • 在資訊安全上，已設立資安專責人員與管理計畫

業別	貨櫃集散站經營業 A4公司	貨物裝卸承攬業 A5公司	貨櫃集散站經營業 C2公司	貨櫃集散站經營業 D5公司	貨櫃集散站經營業 M公司	貨櫃集散站經營業 N公司
	<ul style="list-style-type: none"> 資源：規劃APP無紙化交櫃與AI檢測 課題：資訊整合受資料格式多樣性限制，且面臨碳稅壓力；建議政府建立岸電補助與電價制度，提升使用誘因 	<ul style="list-style-type: none"> 資源：由母公司提供IT與數據分析人力（如Power BI）；參與高雄智慧碼頭補助計畫 課題：受限於人力與資金，且面臨異質資料格式問題，建議政府介入推動資料交換標準化 	<ul style="list-style-type: none"> 資源：運能平台持續推廣，並擴大參與者，形成生態系 課題：建議我國由主管機關主導，建立第三方中立平台，並參考國際作法（差異化服務、收費或補貼），以提升整體制度效益 	<ul style="list-style-type: none"> 課題：若有資訊大平台可互通及介接資訊，將可大量提升數位轉型之資訊來源，並達成永續目標 	<ul style="list-style-type: none"> 重視業務資產，與風險控管，定期進行資產演練 資源：已完成岸電系統規劃，惟因政府尚未強制及未訂定收費標準，投資效益評估中 課題：建議由政府統籌建置全國性共通平台，制定統一資料交換標準，以達成「一次輸入，全程使用」之目標。 	<ul style="list-style-type: none"> 課題：外部政策誘因不足及設備汰換成本高昂等挑戰，建議政府加大補助金額及建立獎勵措施，以降低業者轉型負擔，促進港埠產雙軸轉型發展。另建議推動港區岸電設施，使船舶靠港減排及減少空污。 建議政府推動全國港口共用之資訊平臺
	資源與課題					

業別	貨櫃集散站經營業 A4 公司	貨物裝卸承攬業 A5 公司	貨櫃集散站經營業 C2 公司	貨櫃集散站經營業 D5 公司	貨櫃集散站經營業 M 公司	貨櫃集散站經營業 N 公司
						(App)，統一資料介面與交換格式，以強化全國貨櫃作業的即時性與透明度，進而提升營運效率並達成減碳效益。

資料來源：本研究整理

3.3.5 汽車貨櫃貨運業

1. 組織文化

A6 公司屬於大型貨運業，組織文化高度配合母公司策略，並在營運中鼓勵創新，逐步落實數位與永續實踐，例如降低油耗與碳排，以大型車隊模式支撐營運規模。

2. 人力與價值共創

公司提供 Power BI 與永續培訓，並嘗試透過平台進行部分自動化資訊交換，但仍以傳統溝通方式為主，同時透過與同業協作調度車輛來維持運能。

3. 服務與商業模式

以派車系統與車輛管理系統為核心，結合 GPS 追蹤、人工採購流程與碳排計算，並推動環保車輛採購、省油獎金及 Line 推播服務，未來規劃整合多元資料平台以提升效率。

4. 資訊優化

公司雖具備基礎數位工具，但上下游系統尚未整合，缺乏能結合人力配置與全鏈數據的深度應用。

5. 資源與課題

資源主要仰賴母公司提供技術與分析支援，但課題在於如何突破資訊孤島，建立完整的整合平台，以支援營運效率與永續管理。

表 16 汽車貨櫃貨運業雙軸轉型推動綜整

業別	A6 公司
規模	大型貨運業
組織與文化	<ul style="list-style-type: none">• 高度配合母公司策略• 鼓勵創新，部分數位與永續實踐（降低油耗、碳排）• 以大型車隊模式營運
人才與價值	<ul style="list-style-type: none">• 提供 Power BI 與永續培訓• 雖有與部分客戶之平台自動化交換資訊，但仍仰賴傳統溝通方式• 與 6 家同業協作調度車輛
服務與商模	<ul style="list-style-type: none">• 使用派車系統、車輛管理系統• 車輛配備 GPS 追蹤

業別	A6 公司
	<ul style="list-style-type: none"> • 採購作業人工/紙本 • 碳排以油耗與里程計算 • 採購環保車輛、提供省油獎金 • Line 推播服務 • 規劃整合多元資料平台
資源與課題	<ul style="list-style-type: none"> • 資源：由母公司提供技術與分析支援（IT 人員與 Power BI） • 課題：與上下游資訊系統未整合；尚缺乏結合人力配置相關深度應用數據，用以串聯全鏈資訊之整合平台

資料來源：本研究整理

3.4 我國貨櫃航運產業雙軸轉型現況

3.4.1 量表信度檢驗

研究團隊以 Cronbach's α 就完成填答的 30 家業者量表自評資料進行信度分析，檢驗各維度中指標的一致性。

在量化評估指標的內部一致性時，Cronbach's α 係數是一項常用且具代表性的統計工具。其核心原理在於驗證同一構面下各項指標是否呈現一致性的變化趨勢，藉此判斷這些指標是否共同反映相同的潛在概念。例如，若以「組織文化」作為分析構面，其中包含「轉型願景」、「轉型策略」與「轉型文化」三項指標，則理論上，一家企業若在「轉型願景」上表現優異，其他兩項指標亦應有相對高分，顯示三者具備高度相關性，方能整體反映該企業在組織文化上的成熟度與發展程度。

在實務應用上，Cronbach's α 值通常以 0.7 作為信度判斷的基準。當 α 值高於 0.7 時，可視為該構面具備良好的內部一致性，亦即各指標能有效共同衡量所欲探討的核心概念。

本量表共分為 4 個維度：組織文化、人才培育及價值共創、產品服務及商業模式、資訊優化，且每個維度分為數位及永續來各自評量，故共需計算 8 個 Cronbach's α 值，以判斷數位及永續的每個維度是否皆符合信度標準。經計算後，本量表回收數據的 Cronbach's α 值整理如表 17，可發現無論數位或永續，其 4 個維度內的 Cronbach's α 值皆高於 0.7，甚至達到 0.8~0.9 的水準，表顯示各指標具備高度內部一致性，能有效反映所屬構面的潛在概念，具備良好信度基礎。

表 17 數位及永續維度 Cronbach's α 值

維度	數位	永續
組織文化	0.70	0.94
人才培育及價值共創	0.76	0.90
產品服務及商業模式	0.73	0.73
資訊優化	0.89	0.87

資料來源：本研究整理

3.4.2 雙軸成熟度整體觀察

依企業的雙軸成熟度繪製落點圖，可歸納以下現象：

1. 產業呈現「雙軸並進」趨勢

根據評估 30 家企業成果繪製「雙軸成熟度落點圖」（如圖 34），企業數位成熟度與永續成熟度多分布於 **45 度斜線** 附近，顯示兩者雖尚未完全同步，但已呈現**正向連動**：

- (1) **數位化措施兼具永續效益**：無紙化、流程自動化與系統整合，不僅提升效率，也帶來永續效益。
- (2) **永續治理驅動數位能力提升**：永續揭露要求推動企業提升數據管理能力，帶動數位基礎建設的深化。

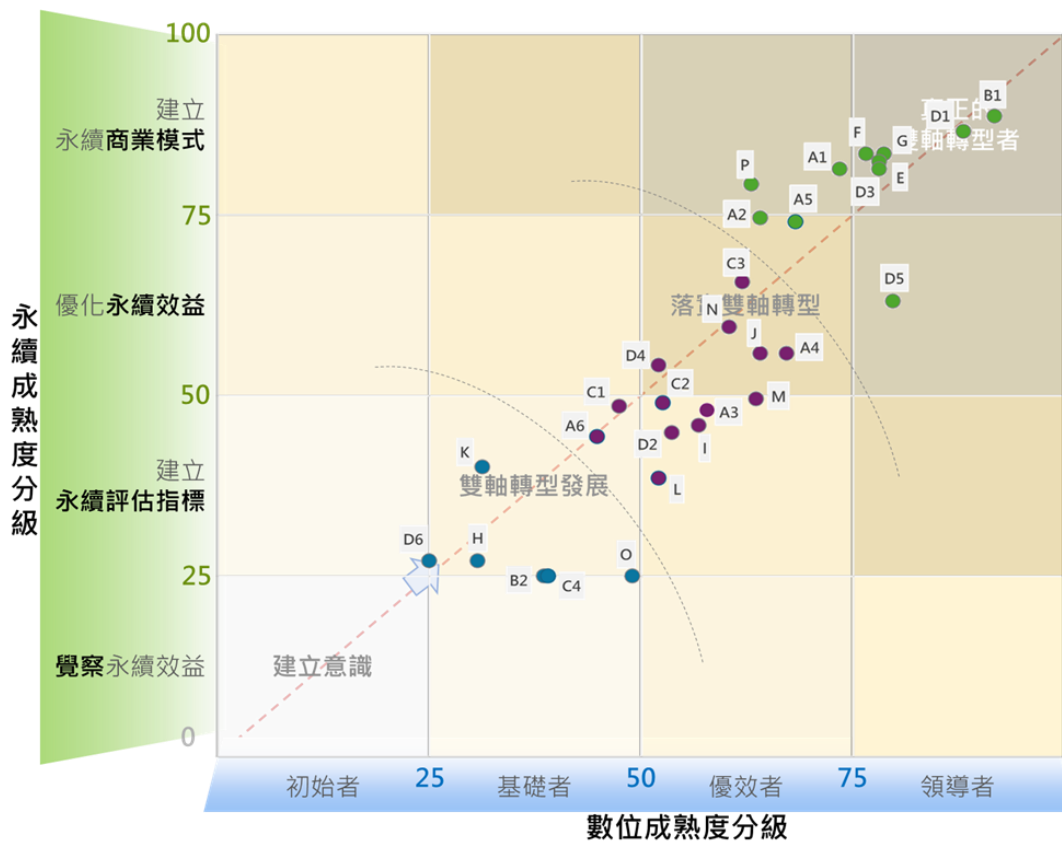
2. 以集群分析區分三大族群

若進一步依據受評企業的數位與永續平均分數的落點分布，運用集群分析的統計方法，將雙軸發展類似的企業進行分群，最後可區分成三群不同發展程度的企業群組，更有助於針對不同的群組特性聚焦分析。

- (1) **領先群（11 家）**：多數為大型航商與其體系企業，具備完整雙軸能力，是產業的推動引擎
 - ① 航商：A1/B1/D1/E/F/G
 - ② 其他為航商/集團體系之貨櫃集散站、海運承攬、貨櫃運輸

業者

- (2) 中段群（13家）：以貨櫃集散站與裝卸業者為主，在自動化/監控/碳管理有一定基礎，具備成長動能，但永續成熟度普遍略低於數位
- ① 貨櫃場與裝卸：A4、C2、C3、D4、M、N
 - ② 部份大型海運承攬受客戶要求：A3、I、J、L
- (3) 初階群（6家）：中小型海運承攬運送業者、船務代理業者、汽車貨櫃貨運業者等，資源有限、外部壓力小，雙軸發展仍處早期階段。



● 初階群 共6家		● 中段群 共13家		● 領先群 共11家	
B2	海運承攬	A3	海運承攬	A1	船舶運送
C4	汽車貨櫃貨運	A4	船務代理	A2	船務代理
D6	汽車貨櫃貨運	A6	汽車貨櫃貨運	A5	貨櫃集散站經營/貨物裝卸
H	船務代理	C1	船舶運送	B1	船舶運送
K	海運承攬	C2	貨櫃集散站經營/貨物裝卸	D1	船舶運送
O	貨櫃集散站經營/貨物裝卸	C3	貨櫃集散站經營/貨物裝卸	D3	海運承攬
		D2	船務代理	D5	貨櫃集散站經營/貨物裝卸
		D4	貨櫃集散站經營/貨物裝卸	E	船舶運送
		I	海運承攬	F	船舶運送
		J	海運承攬	G	船務代理
		L	海運承攬	P	汽車貨櫃貨運
		M	貨櫃集散站經營/貨物裝卸		
		N	貨櫃集散站經營/貨物裝卸		

資料來源：本研究整理

圖 34 各企業雙軸成熟度落點圖

3. 分群特性分析

為進一步掌握各群體在雙軸能力上的具體表現，以下將從各分群的雙軸分數、資本額、業別等角度，觀察比較各分群的差異，說明其在數位轉型與永續發展面向的關鍵特徵與差異化趨勢。

(1) 領先群（雙軸領導者）：

領先群共 11 家企業，以 A1、B1、D1、E、F 等五家船舶運送業者為代表，其雙軸成熟度已達或接近「領導者」水準，顯示在數位化導入與永續實踐上均有明顯進展。此表現亦符合航商作為產業鏈核心角色、資源投入規模較大的特性。

此外，得益於核心航商的帶動，旗下合作夥伴如 A 體系的 A2、A5 公司，D 體系的 D3、D5 公司等，也達到相似的雙軸發展水準。

領先群企業的平均數位成熟度與永續成熟度分別為 76.3 與 79.7，永續面略優於數位面；平均資本額達 150.5 億元，其資本規模大、資源充足，因此能同步在兩軸上取得相對成熟的發展。

(2) 中段群（技術應用型）：

中段群企業共 13 家，主要為貨櫃集散站與裝卸業者，包含 C2 公司、C3 公司、D4 公司、E9 公司、E10 公司等，表現次於領先群，但在自動化作業、設備監控與碳排管理等方面已有明確作為，發展動能受到其營運型態（如高強度機械使用、能源需求）所驅動，具進一步擴展潛力。

其次可見多家海運承攬運送業，因應客戶的資訊需求而致力於資訊整合查詢的數位化，也相應提升了資訊透明度、減少紙張廢棄物等永續效益，甚至開始評估碳排等數據。

相較於領先群，中段群的發展樣態呈現反向特徵，其企業的數位成熟度均高於永續成熟度，平均資本額為 14.0 億元，與領先群相比不到十分之一，資源落差明顯。此現象除了呼應「資本規模較大者更能投入雙軸轉型」的普遍趨勢外，也反映出資源較有限的企業更傾向優先投入數位化，以提升營運效率、改善成本結構並擴大獲利空間；相對地，當企業具備較多資源時，便能進一步加大永續面的投入與深化。

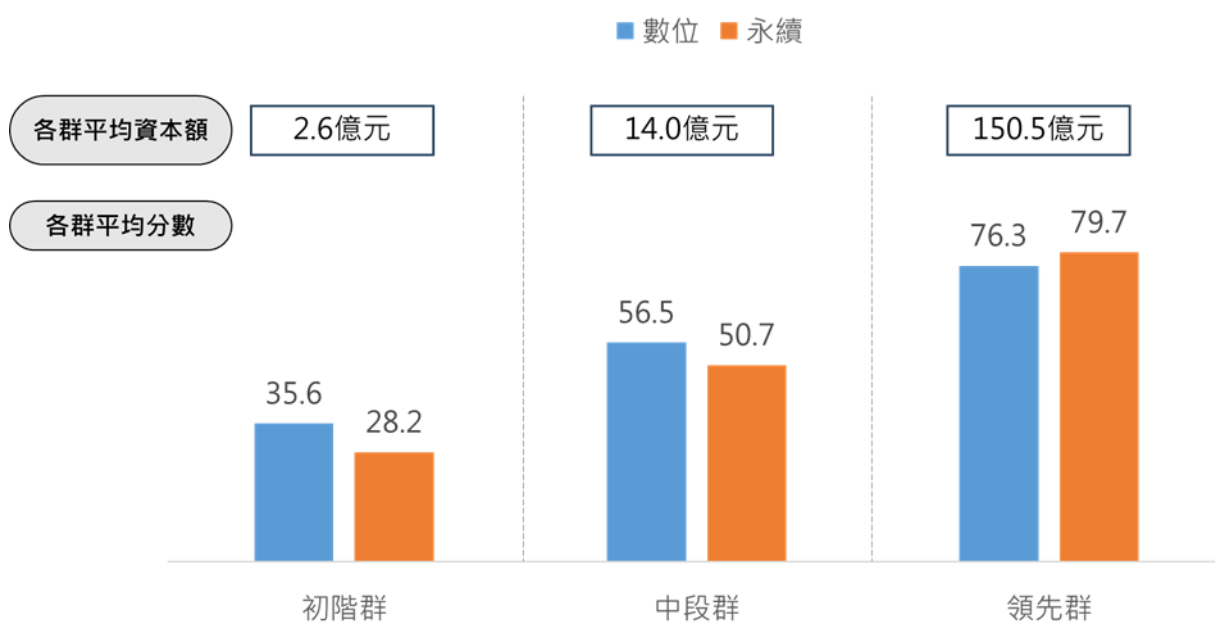
(3) 初階群（潛力發展型）：

初階群企業共 6 家，涵蓋海運承攬、船務代理、汽車貨櫃運輸等多元服務型業者。此群企業規模相對較小，內部作業、業務服務等營運流程仍以人工作業為主，小型企業亦不像大型企業易受到環保相關的法規及輿論壓力。整體而言，此群企業受限於內部

轉型資源，同時缺乏來自外部的轉型壓力，使其在雙軸推動方面仍處於初步探索階段。

初階群平均資本額為2.6 億元，資源更為有限。此群企業在數位與永續兩面向皆處於早期階段，與中段群類似，同樣呈現「數位高於永續」的特性，反映其優先投入於數位化工具或數位基本建設，以補齊營運效率與資訊整備的基礎能力。永續投入則相對稀少，多停留在零散或應付式活動，尚未形成系統性推動。

值得一提的是，初階群 K 業者(海運承攬運送業)在永續的表現相對突出，甚至高於數位。探究其細部調查結果，發現其在「人才培育」、「產品服務及商業模式」、「資訊優化」等維度的永續成熟度皆高於數位，主要是開始提供永續相關的培訓，也開始與業內進行相關資訊交流、評估部分產品/服務的環境足跡，嘗試尋求較環保的替代方案。



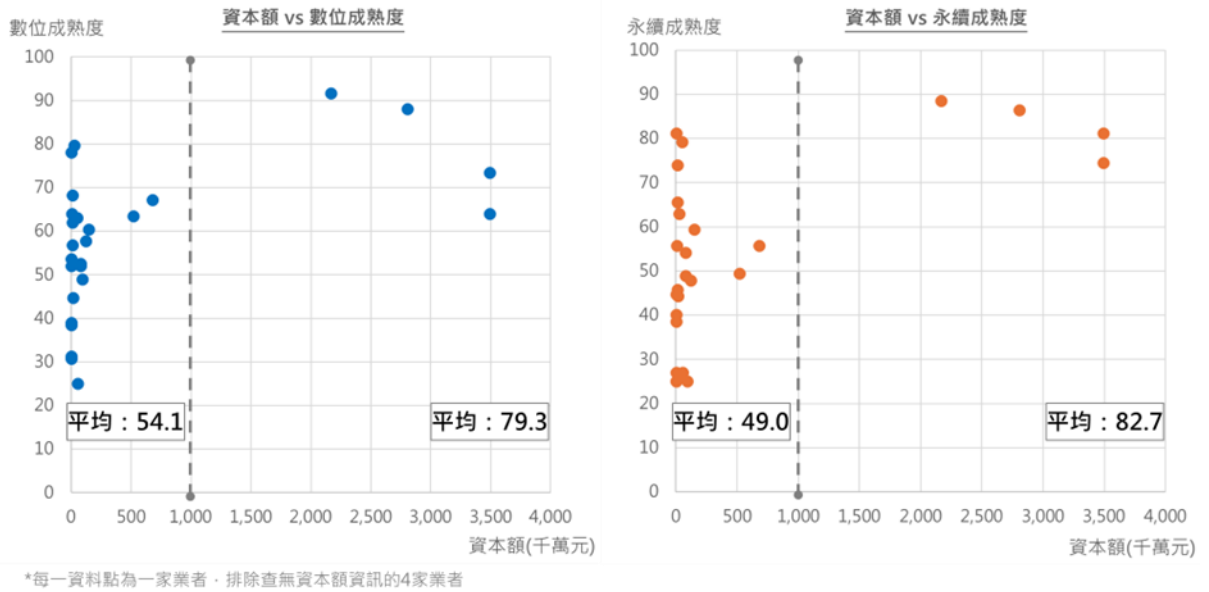
資料來源：本研究整理

圖 35 三群平均分數與資本額

(4) 資本額與雙軸成熟度對比

由上述可初步看出各群的資本額差異，進一步從資本額的角度，來剖析每個業者資本額與其數位、永續成熟度的發展關係。

- ① 受訪業者多數集中在資本額 100 億以下(圖 36)，有四家業者在 100 億以上，分別為三家航商及其船代子公司。100 億以下業者眾多、雙軸成熟度分布較廣，概括而言，平均數位成熟度 54.1 高於永續 49.0；100 億以上業者之成熟度則集中在偏高水準，且對永續的重視差異程度更小，促使永續成熟度 82.7 高於數位 79.3。
- ② 資本額大小對永續發展之影響高於數位的狀況，因為 100 億以上的業者數位平均成熟度是小於 100 億業者的 1.5 倍，而其永續平均成熟度差距較高為 1.7 倍，反映出永續發展更取決於資本額規模。若以資料分布的量化相關性來看，資本額與數位成熟度的相關性是 0.51，與永續相關性則是 0.59，皆呈現中度相關，且永續相關性亦略高於數位，符合上述觀察。
- ③ 資本是必要條件，而非成功的唯一因素
 - (A) 高資本幾乎沒有低成熟度的個案，但有低資本高成熟的個案，資本代表的是轉型的「下限」，非「成果上限」
 - (B) 資本有助於支撐轉型所需之系統投資、組織調整與制度化治理能力
- ④ 雙軸成熟度的關鍵差異，來自企業是否被納入有效的治理與生態系
 - (A) 中小資本業者的雙軸成熟度表現呈現高度分散，資本規模不大但成熟度表現突出的個案，多屬集團體系相關業者
 - (B) 在資本條件相近的情況下，雙軸成熟度的差異，主要來自組織是否導入「有效治理」與「運作體系」



資料來源：本研究整理

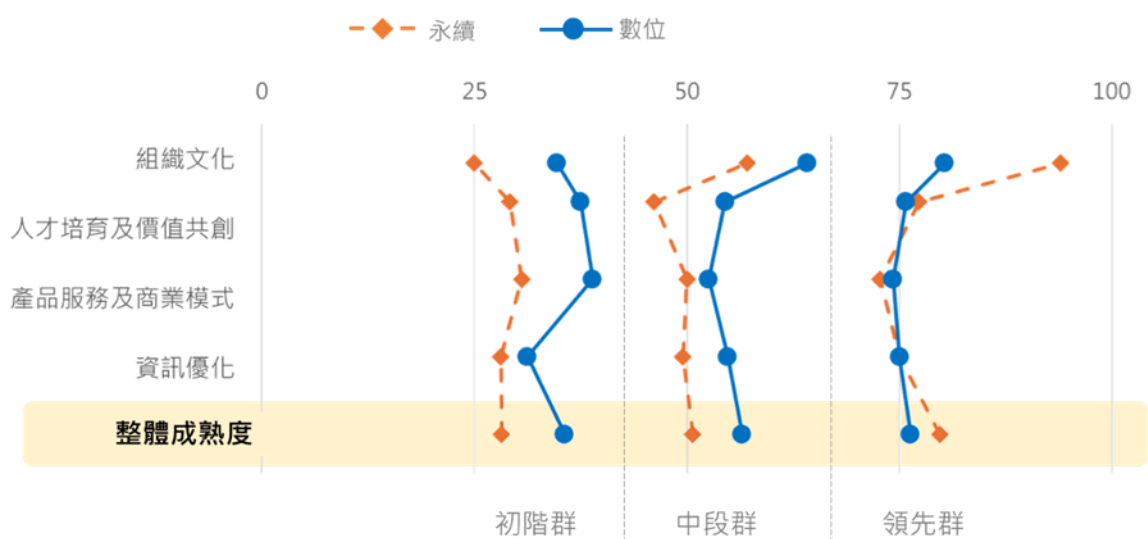
圖 36 各業者資本額與雙軸成熟度對比分佈

(5) 四大維度發展差異

觀察三群的四大維度分數狀況，可發現數位與永續維度的發展在各群有所差異。

- ① 領先群的永續成熟度普遍高於或等於數位成熟度，唯「產品服務及商業模式」的永續發展尚低於數位。以領先群主要的航商特性來考量，雖然可用低碳路線的方式來設計較永續的服務模式，但畢竟受限於船舶運輸本身的碳排水準，進一步提升的空間有限，如何擴大結合其他永續層面來多元發展或是一大挑戰。
- ② 中段群在數位面向的「產品服務及商業模式」最弱，相關開發、採購、創新等層面，需要更大範圍的數據與流程整合，以提供更全面的數位服務方式；永續面向則是在「人才培育及價值共創」上的分數最低，從平均低於 50 分來看，大部份需從完善永續培訓計畫、強化員工永續意識著手。
- ③ 初階群在數位面向的「資訊優化」最弱，關於服務流程、資料蒐集的自動化尚有強化的空間；永續面向則是在「組織文化」上的分數最低，與領先群呈現鮮明對比。強化數

位基礎能力，並建立組織內部的永續共識或為首要重點。



維度	初階群_永續	初階群_數位	中段群_永續	中段群_數位	領先群_永續	領先群_數位
組織文化	25.0	34.7	57.1	64.1	93.9	80.3
人才培育及價值共創	29.2	37.5	46.2	54.5	77.3	75.8
產品服務及商業模式	30.6	38.9	50.0	52.6	72.7	74.2
資訊優化	28.1	31.3	49.5	54.8	75.0	75.0
整體成熟度	28.2	35.6	50.7	56.5	79.7	76.3

資料來源：本研究整理

圖 37 三群各維度分數比較

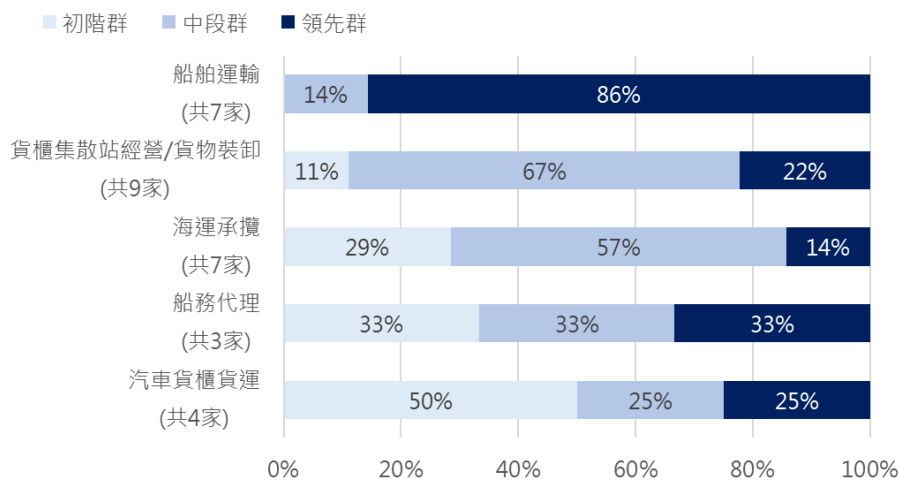
(6) 業別成熟度差異

從各業別在三群的分布，可初步了解各業別的雙軸發展成熟度差異。

- ① 船舶運送業(最成熟)：航港雙軸轉型的龍頭
 - (A) 100%企業在中段群以上，86%屬於領先群。
 - (B) 發展完整永續策略：綠色船隊/AI 航線/IoT 貨櫃/eBL/數位提單平台/碳盤查平台。
- ② 貨櫃集散站/貨物裝卸業(中段群為主)：永續獲體系助力，跨系統數據整合仍待提升
 - (A) 因營運型態需倚賴重機具自動化、作業流程最佳化及顧客資訊整合，因此在數位化與永續化上已具備一定基礎，雙軸成熟度相對穩定。
 - (B) 由於系統整合複雜度高、跨單位協作程度有限及技術投資成本較高，使其短期內較難躍升至領先群，未來仍需

針對瓶頸進行深入評估與改善，如數據整合較複雜，跨系統串接不足之議題。

- ③ 海運承攬運送業(中度成熟)：客戶帶動需求，但上下游協作能力受限
 - (A) 受大型客戶要求而推動碳盤查、平台化。
 - (B) 系統整合複雜，最大瓶頸為資料格式各異、缺乏標準，難以與上下游串接。
- ④ 船務代理業(依附航商能量)：業內雙軸發展呈現明顯分化，需仰賴外部資源帶動
 - (A) 若是航商子公司，雙軸能力隨母公司提升，且加分效果為各業別最高。
 - (B) 若為獨立小型業者，數位化僅視為降低人力成本，不易主動創新。
- ⑤ 汽車貨櫃貨運業(最落後)：產業鏈中最需要「以大帶小」的族群
 - (A) 即便有體系資源，雙軸發展與其他業別仍有差距。
 - (B) 資本額小、人力有限、尚未形成數位基礎。
 - (C) 相較其他業別，該業別的雙軸發展相對滯後，特別在數位化基礎建設與作業流程自動化方面仍有明顯差距，多以 LINE、電話溝通，缺乏智慧派車、能耗監測。因此，建議其以「強化基礎數位能力」為轉型起點，逐步導入車隊管理、資料交換及能耗監測等工具，再進一步帶動永續管理的推動，以更有效提升整體雙軸成熟度。



資料來源：本研究整理

圖 38 受訪業別的分群分布

業別 (非體系業者、體系業者家數)	平均永續成熟度		平均數位成熟度	
	非體系業者	體系業者	非體系業者	體系業者
貨櫃集散站經營/ 貨物裝卸業(3家、6家)	44.6	60.2	57.6	63.6
海運承攬(4家、3家)	45.1	51.4	51.0	58.2
船務代理(1家、2家)	27.1	59.6	30.7	58.9
汽車貨櫃貨運(0家、4家)	-	43.9	-	43.0

資料來源：本研究整理

圖 39 非體系業者與體系業者成熟度比較

3.5 我國航港產業雙軸轉型之能量

本研究所稱之「轉型能量」，係指產業在面對數位化與永續化等結構性變革過程中，所具備之內外部條件、資源配置與實際執行能力的綜合表現。此一能量涵蓋組織治理與文化、人才與技術能力、流程與商業模式準備度，以及外部政策與產業生態系支撐等多元面向，反映產業是否具備足夠的意願、能力與環境條件，以有效啟動、推動並擴散轉型作為。

本研究在概念上將「轉型能量」界定為企業於雙軸轉型過程中所展現之意願、能力與環境三者的綜合表現；在實務分析與量化評估上，則進一步以「組織文化、人才培育與價值共創、產品服務及商業模式、資訊優化」四大維度作為轉型能量的具體衡量基礎。後續之分群分析與轉型方案研擬，皆係依據此四大維度之評估結果進行推導。

3.5.1 轉型能量之一：法規要求與組織文化（意願面）

我國航港產業在「組織文化」維度上，已逐步由外部壓力驅動，轉向具備主動推動雙軸轉型的正向動力，顯示整體轉型意願呈現上升趨勢。其形成來源主要可歸納為三類：

1. 永續規範帶動的強制型壓力

國際法規如 IMO、EU ETS、CBAM 等法規已成為船舶運送業、貨櫃集散站經營業與海運承攬運送業最直接的推力。範疇 1-3 碳盤查、排放揭露與節能策略逐漸成為「必做」而非「可做」，許多企業因應客戶（特別是歐洲貨主）需求，已將永續視為維持市場地位的必要條件。

2. 市場與作業效率促成的數位化推動力

疫情後無紙化、入口出口流程數位化、港區作業壅塞、司機等待時間等問題，使 AI、RPA、IoT、OCR、預約平台等數位解決方案成為企業提升競爭力的工具。

3. 將雙軸轉型提升為企業核心策略

包括成立永續委員會、導入三階段數位藍圖、自建 EMS 系統、推動 AI 排程或 IoT 貨櫃管理等，代表雙軸轉型正逐步內化為組織文化的一部分。

因應上述因素，領先群在組織文化表現最為突出，然而中段群與初階群之中小型企業與船務代理業者之意願多仍偏向「因應法規或母公司要求」，轉型動機以降低成本與提升效率為主，對新價值創造之理解與投入仍有限，意願與領先群企業間存在明顯差距。

3.5.2 轉型能量之二：人才、商業模式與資訊基礎（能力面）

在「人才培育與價值共創」、「產品服務及商業模式」及「資訊優化」三大能力維度上，研究結果領先群、中段群與初階群呈現明顯的規模差異與分化現象，形成航港產業雙軸轉型能量的關鍵結構特徵。

1. 人才與價值共創能力差異大

領先群（包括船舶運送業、大型貨櫃集散站經營業、大型海運承攬運送業）具備內部資訊團隊、導入 AI/IoT 能力與專職永續人員，可自主推動碳盤查、AI 貨櫃調度、TOS 優化等；部分大型貨櫃集散站經營業更已培育碳管理與 AI 運算人才。反之，中段群與初階群（中小型企業）普遍僅具基礎資訊操作能力，缺乏 IT 或 ESG 專業人力，轉型需仰賴顧問、集團或業務端夥伴支援。

2. 產品服務及商業模式逐步平台化，但成熟度不一

領先群（大型企業）已從作業改善走向平台整合，如：

- (1) 船舶運送業導入 eBL、API 串接、IoT 貨櫃、AI 航線優化
- (2) 貨櫃集散站推動預約車道、拖車媒合、AI 櫃況判讀、物流平台
- (3) 海運承攬運送業者導入 CargoWise、資料交換 API、大陸一港多港運作模式

中段群與初階群（中小型與代理業者）則仍以 email、電話、PDF 作業為主，數位能力與供應鏈夥伴的資訊交換落差顯著。

3. 資訊優化仍受限於資料異質性與缺乏共通標準

跨港區、跨櫃場、跨業別間仍缺乏統一標準，導致 ERP、TOS、拖車平台、報關系統難以互通；即使領先群具備整合能力，但整體產業仍在部分作業存在資訊斷鏈現象，能力無法有效擴散。

3.5.3 轉型能量之三：生態系位置與制度支撐（環境面）

企業在航運生態系中的角色位置，深刻影響其資源取得能力、制度可見度與對產業鏈的帶動效果，進而形塑雙軸轉型能量的外在環境條件。

1. 船舶運送業具高度影響力，具帶動生態系能力

因接近國際法規與全球貨主，轉型壓力強，數位與永續能力成熟，且能以 API、eBL 等要求下游客戶配合，對產業鏈具標準帶動能力。

2. 貨櫃集散站經營業為港區作業核心，具提升效率與減碳的關鍵性

大型貨櫃集散站經營業者具備導入 AI/OCR、設備電動化與碳盤查的資源與能力，其作業效能與永續推動程度顯著影響物流效率與碳排表現。

3. 海運承攬運送業者與船務代理業者受制於供應鏈上下游與法規

其生態系位置較弱，商業模式受船商、櫃場與政府法規高度影響，轉型資源較有限，難以自主推動高強度的數位與永續轉型。

4. 缺乏全國性共通平台限制整體能量發揮

訪談一致指出：異質資料格式、缺乏共通標準、港區間資訊斷鏈、拖車平台不一致等因素，使得環境支撐不足，限制了整體能量的發揮。

3.5.4 小結：我國航港產業具轉型潛力，但需補強生態系整合與政策誘因

綜合意願、能力與環境三面向，我國航港產業的雙軸轉型能量可總結如下：

1. **意願方面**：整體意願強，受國際規範與市場需求驅動，領先群已內化為核心策略，中段群與初階群多仍偏向「因應法規或母公司要求」。
2. **能力方面**：呈現「大者越大」的 M 型化結構，領先群具備完整能力，但中段群與初階群（中小型企業）能力尚待加強，造成供應鏈落差。

3. **環境方面**：轉型動能受制於資料交換、生態系整合與政策誘因不足，導致企業間能力無法有效串接。

整體而言，我國航港產業具備推動雙軸轉型的核心基礎，尤其在大型企業帶動下已展現良好方向。然而，若要真正達到國際供應鏈對「共享、即時、減碳」之期望，仍需透過政策引導、資料交換標準、推動全國性共通平台、完善永續誘因與補助機制，方能使雙軸轉型能量自龍頭企業擴散至整體產業鏈，強化我國航運在全球永續競爭格局中的韌性與優勢。

政策誘因的突破方向應由「補助單一系統建置」轉向「引導跨業協作與資料共享」，例如透過示範場域、資料交換標準、平台治理機制與績效導向補助，降低業者參與共通平台的初期風險，並促使不同規模與業別的業者願意共同投入。

在商業模式面，則需由「單一企業內部效率提升」轉向「以平台為核心的價值共創」。透過共通平台，將航港作業資料轉化為可加值的服務，如供應鏈可視化、能效與碳排管理、風險預警與協同調度等，使參與者不僅分攤成本，更能共享由資料整合所產生的新增價值，進而形成可持續的營運誘因。

第四章 貨櫃航運產業雙軸轉型方案架構及策略

4.1 雙軸轉型共通核心問題

航港產業的雙軸轉型能量，取決於企業在「意願、能力與環境」三項元素的整體表現，產業的雙軸推動不僅僅是技術導入，而正逐步走向智慧化、永續化、協作化，形成產業共同面對的轉型議題。

以下從轉型能量切入，整合智慧化×永續化×協作化觀點，歸納航港產業的共通議題。

4.1.1 提升意願：從法規驅動邁向智慧化與永續化的內在動能

大多數企業的智慧化與永續化意願仍以外部規範為主（IMO、EU、IFRS、客戶要求），即便已導入無紙化、碳盤查或電子流程，但背後文化仍偏向「被動因應」。然而，領先群企業其組織文化已呈現出較高的「內在動機」，包括：

1. 法規政策為影響業者轉型意願的關鍵因素。
2. 將智慧化視為效率提升與差異化服務的重要基礎。
3. 將永續納入公司治理、跨部門委員會、策略主軸。
4. 將協作化視為供應鏈競爭力的一部分（如航商帶動體系企業）。

4.1.2 強化能力：補齊智慧化基盤、深化永續技能、建立跨鏈協作能力

能力是企業最核心的轉型基盤，直接反映在量表中的四大構面：人才培育與價值共創、產品服務及商業模式、資訊優化，能力的落差，是產業需進一步處理的議題。建議業者順應「AI 新十大建設」之政策趨勢，聚焦「百工百業智慧運用」，善用官方補助資源以降低轉型門檻，將合規壓力轉化為永續經營的競爭優勢。

1. 智慧化能力不足：資訊優化與資料治理仍是最大缺口

強化智慧化能力是所有企業最共同的挑戰，包括：

(1) 人才培育及價值共創

- ① 多數企業缺乏具備資料分析、系統整合、AI 開發能力的人才，內部也尚未建立數據驅動的決策文化。
- ② 與供應鏈夥伴的數據共創能力有限，跨企業資料標準協作

仍未形成。

(2) 產品服務及商業模式

- ① 數位應用多停留在「流程自動化」，如表單電子化、文件數位化，尚未延伸至智慧化服務或新商業模式。
- ② 僅少數領先者將資料整合應用於智慧調度、預測維護、智慧倉儲、營運可視化平台，逐步探索以資料為核心的服務價值。

(3) 資訊優化

- ① 多數企業資料治理能量仍偏弱，資訊流以 Excel/PDF/Email 為主，未形成可整合、可分析的資料架構。
- ② API/EDI 串接受限於格式不一致、技術成本高、資料標準不統一，形成資訊孤島，使智慧化難以規模化。

2. 永續能力尚未成熟：碳管理與低碳營運多停留在基礎階段

(1) 人才培育及價值共創

- ① 永續專業人才不足，員工對碳管理、減碳技術、ESG 要求的理解有限。
- ② 上下游供應鏈間缺乏共同行動與協同減碳的能力，難以形成「碳透明供應鏈」。

(2) 資訊優化

- ① 多數企業的碳盤查仍以估算為主，缺乏設備級、作業級的精準能源與排放數據。
- ② 缺乏統一的碳排資料平台，使永續數據無法即時監測，也無法支撐減碳策略的動態調整。

(3) 產品服務及商業模式

- ① 永續作為多集中於流程優化（如省電措施）與設備電動化，缺乏系統性低碳商模，例如：低碳運具能耗即時管理、上下游間的碳排透明化、客戶導向的碳足跡服務
- ② 多數企業尚未將永續指標納入核心營運 KPI，永續作為的商業價值尚未完全被看見。

3. 協作能力不足：跨企業資料交換與流程整合瓶頸明顯

(1) 人才培育及價值共創

- ① 企業普遍欠缺跨鏈協作技能，如資料標準制定、跨平台整合、端到端流程再設計等能力。
- ② 供應鏈夥伴間的信任機制不足，限制資料共享意願，使價值共創難以形成。

(2) 產品服務及商業模式

- ① 企業尚未具備以平台為中心的價值創造能力，產品與服務多侷限在單一企業的營運場景。
- ② 缺乏支援多方參與的物流／航港平台，使商業模式難以從「單點優化」邁向「生態系共同增效」。

(3) 資訊優化

- ① 缺乏統一的跨企業資料交換標準（API／EDI）。
- ② 多方資訊未能透過平台集中管理，使供應鏈作業仍高度依賴人工比對、人工通知。
- ③ 中小企業資訊能量偏弱，無法有效串接大型系統，形成供應鏈斷點。

4.1.3 健全環境：打造能支撐智慧化、永續化、協作化的制度與生態

環境因素是企業最難靠自身改善的，也是產業真正需要主管機關介入的關鍵。

1. 智慧化環境不足：基礎設施與制度尚有改善空間
 - (1) 缺乏資料統一格式，使智慧化無法規模化。
 - (2) 缺乏跨企業智慧監控、AI 調度相關支援。
2. 永續化環境不足：岸電、低碳設備投資誘因不足
 - (1) 岸電建設尚未普及，費率缺乏誘因，難以形成低碳靠港標準。
 - (2) 設備電動化成本高，補助有限，形成中小企業的永續門檻。
 - (3) 缺乏統一碳排計算標準，使供應鏈碳透明化難以落地。
3. 協作化環境不足：缺乏跨產業的資料平台與中立交換機制
 - (1) 航港貨櫃資訊仍高度碎片化，不同船商、櫃場、承攬、拖車系統未能有效整合。
 - (2) 沒有一致化的資料格式，導致跨企業流程需人工處理。

- (3) 產業期待政府建立中立平台與標準化介面（一次輸入，全程使用），目前已有部分大型企業已自體系面要求上下游共同參與，逐步推廣以建立統一標準。

4.2 貨櫃航運雙軸轉型工作坊

為深化本研究初步成果、與產業交流本研究歸納推動雙軸轉型之共通議題，並促進產業對雙軸轉型的理解與實務應用，進而建立推動策略共識，於2025年9月26日舉辦共識工作坊。主要目的在於分享調研結果、釐清產業共通瓶頸、共創可行策略，進而建立產業推動雙軸轉型的共識與行動基礎。參與人員一半以上為高階管理層級，且產業背景皆涵蓋本研究產業別，即船舶運送業、海運承攬運送業、船務代理業、貨櫃集散站經營業/貨物裝卸承攬業、汽車貨櫃貨運業以及港口營運。

4.2.1 共識工作坊三大核心環節

本次共識工作坊規劃三大核心環節，如表18所示。

表 18 貨櫃航運雙軸轉型工作坊單元設計

核心環節	單元	大綱
1. 現況剖析與標竿分享	雙軸轉型的起點	(1) 我國貨櫃航運產業雙軸轉型現況 (2) 探討產業雙軸轉型的必要性與挑戰
2. 情境模擬與關鍵因素探討	轉型情境模擬	(1) 小組設定轉型情境（業務瓶頸） (2) 討論對應的數位與永續解法路徑 (3) 產出「轉型影響因素」
3. 策略發想與共識凝聚	雙軸目標規劃與方案設計	(1) 討論「短中長期轉型目標地圖」 (2) 討論並繪製企業轉型路徑雛形 (3) 發想可行行動方案與推動方向
	成果發表與行動計畫	(1) 小組分享情境挑戰與轉型雛形方案 (2) 導師、與會者回饋建議 (3) 行動計畫初步共識形成
	課程總結	(1) 重點回顧與統整 (2) 對話引導企業後續落實方向

資料來源：本研究整理

1. 現況剖析與標竿分享：

由本研究研究團隊，針對量表與訪談成果進行整合分析，揭示產業共通挑戰，並透過數位與永續標竿案例提供實務啟發，建立共同理解基礎。

2. 情境模擬與關鍵因素探討：

本研究基於產業共通議題設計情境，讓成員分組討論，以引導在不同產業背景下的成員，共同找出產業困難與瓶頸，研析多元路徑與影響因子，並針對特定轉型瓶頸，進行角色情境模擬，進行換位思考，討論出不同角色下可行的解決方案，作為企業策略參考，本研究所設計的情境如表 19 所示。

表 19 貨櫃航運雙軸轉型工作坊-情境模擬說明

項目	共通議題	背景	任務	角色
情境一 船舶運送業	<ul style="list-style-type: none"> 數位化 永續化 	你服務於一家國際貨櫃航運公司，目前在實踐永續發展。管理層希望進一步制定「航行效率 + 永續策略」藍圖，公司考慮導入數位工具（例如 AI），但高層擔心投資成本過高，船員則憂心工作負擔增加。	如何設計一個 PoC（概念驗證）計畫，同時兼顧「數位化效益」與「永續價值」，並能說服內外部利害關係人支持？	<ul style="list-style-type: none"> CEO：要求有投資報酬率 營運長：關注船員工作負擔與操作落地性 永續經理：強調減碳與國際合規 技術長：主推 AI 航線與天候系統 合作夥伴
情境二 船務代理業	<ul style="list-style-type: none"> 數位化 永續化 協作化 	你的公司為服務大型航商的代理公司，現行作業依賴紙本與人工流程，偶有發生報關延誤與溝通不暢。為提升效率，公司規劃導入數位工具，例如電子提單（eBL）與資訊系統，以減少紙張的消耗，但內部員工與部分客戶對於新系統仍存有疑慮，傾向沿用傳統作業方式。	要如何設計「數位代理系統」推動藍圖，既能降低抗拒、提升效率、支持永續，又不會造成新的瓶頸？	<ul style="list-style-type: none"> CEO：要求提高作業效率 IT 經理：負責系統導入 客服主管：關注客戶接受度 客戶代表：傳統客戶，抗拒數位化 合作夥伴

項目	共通議題	背景	任務	角色
情境三 海運承攬運送業	<ul style="list-style-type: none"> 數位化 永續化 	你是一家國際海運承攬業者，客戶多以價格決策。但歐洲客戶開始要求低碳方案與碳排數據。公司想推出「低碳運輸組合建議引擎」，但怕嚇跑價格敏感型客戶。	如何設計一個兼顧成本與碳排的解決方案，既能滿足新興需求，又保住傳統市場？	<ul style="list-style-type: none"> CEO：擔心失去市場 銷售主管：聚焦價格導向客戶 永續經理：主張低碳解決方案 客戶代表：要求碳數據的歐洲買家 合作夥伴
情境四 貨櫃集散站經營	<ul style="list-style-type: none"> 數位化 永續化 	你管理一個大型集散站，目前已有節能燈具與部分電動設備。上層要求升級到「智慧調度 + 碳排統計」。但現場操作員擔心 AI 取代工作，習慣人工調度。	如何規劃 AI 調度與碳排監測導入路徑，既能改善效率、控管成本，又能提升員工接受度？	<ul style="list-style-type: none"> 總經理：希望提升站點競爭力 AI 顧問：推動智慧調度 營運主管：擔心現場抗拒 工會/員工代表：害怕被取代 合作夥伴
情境五 汽車貨櫃貨運業	<ul style="list-style-type: none"> 數位化 永續化 協作化 	你是一家大型汽車貨櫃貨運公司，擁有自有車隊，並與港區、倉儲業者合作。目前港口調度常因交通壅塞、櫃位變更造成等待時間過長，另外，燃油成本與碳排放壓力逐年增加，有聽聞可能須逐步導入電動/氫能貨車。客戶（貨主/航商）開始要求提供「即時貨櫃追蹤」與「碳排放報告」。	規劃「智慧車隊管理 + 綠色運輸策略」藍圖，如導入數位調度、IoT 追蹤、低碳車輛、與港區調度平台、航商、貨主之間的數據串接。	<ul style="list-style-type: none"> CEO：關心投資報酬率與公司競爭力 營運長：關心調度效率與現場運作 永續經理：主張低碳解決方案 資訊長：導入數位系統，解決數據串接問題 合作夥伴

項目	共通議題	背景	任務	角色
情境六 跨產業協作	<ul style="list-style-type: none"> 數位化 永續化 協作化 	<p>你是「綠色航運聯盟」代表，成員包括：船商、船務代理、承攬業、集散站。大家要共同推出「碳中和航線試點」，但遇到：</p> <p>責任分攤（誰出錢？誰買碳權？）</p> <p>數據透明（誰掌握碳排數據？）</p> <p>商業誘因（如何吸引貨主？）</p>	<p>如何設計一個「跨產業協作模式」，確保雙軸轉型（數位 + 永續）能在供應鏈落地，並讓每個角色都有誘因？</p>	<ul style="list-style-type: none"> 船公司 CEO：投資壓力大 承攬業代表：關注成本競爭力 貨主代表：希望有綠色方案但不願負擔過高成本 政府官員/第三方驗證單位：要求透明與合規 合作夥伴

資料來源：本研究整理

本次工作坊實際與會成員共分為五組，除情境三（海運承攬運送業）未由單一小組專責討論外，其餘情境皆有一組進行深入探討。惟考量海運承攬運送業者於貨櫃運輸體系中扮演連結船公司、貨主及各項物流服務提供者之樞紐角色，兼具上游運能整合與下游客戶需求轉譯之功能，其觀點與功能已實際納入其他各組之角色設定與討論脈絡中，並於整體生態系協作與跨產業互動之分析中予以涵蓋，故仍能充分反映該產業於雙軸轉型議題中的核心影響與實務關切。

3. 策略發想與共識凝聚：透過互動引導與創新工具，協助成員發想短、中、長期推動方向，並在專家回饋下形成具體共識。

4.2.2 共識工作坊討論重點

本節彙整本次參加之五組成員（貨櫃集散站經營業、船舶運送業、船務代理業、汽車貨櫃貨運業、跨產業協作-貨櫃場）的討論內容，其成果發表的重點摘要整理如下：

1. 提升意願（改造組織文化）：著重於內部共識、變革推動方式、以及如何處理對新系統或新技術的抗拒。
 - (1) 第一組（貨櫃集散站經營業）：為了克服現場對 AI 取代工作的疑慮，該組主張與員工、工會代表進行座談，告知技術導入的目的是協助他們更有效率地工作，減少重複性工作。

- (2) 第二組 (船舶運送業)：採用 Top-down (由上而下) 的推動概念，並強調在推動轉型前，必須先在內部形成共識，且將此視為最重要的驅動力，另外由於永續是一個不斷變化的過程，流程中規劃了 PDCA 循環，強調持續檢討、修正與資料回流的機制。
- (3) 第三組 (船務代理業)：組織文化應朝向減輕員工負擔的方向調整，讓新系統導入時，員工能感覺到工作量減輕，從而快速推行。系統設計必須具備高度親和力與使用者滿意度，確保有人願意持續使用。
- (4) 第四組 (汽車貨櫃貨運業)：透過民意代表和貨運協會等方式，向公部門進行政策倡議與溝通需求，以爭取充電站基礎建設和政策輔助，並強調將永續的做法直接導入規劃中。
- (5) 第五組 (跨產業協作-貨櫃場)：提出了從永續發展出新商機的「典範」，其效益是讓參與者達成綠色供應鏈認證，推動善的循環，這代表鼓勵組織將減碳視為商業拓展機會。

2. 強化能力

- (1) 人才培育及創造價值：關注員工的工作負擔、技能培養、人力短缺問題，以及如何將人力資源投入更高價值處。
 - ① 第一組 (貨櫃集散站經營業)：確保技術導入後能將人力投入更高價值的地方，以減少重複性工作。這也同時回應了情境中現場操作員擔心 AI 取代工作的憂慮。
 - ② 第二組 (船舶運送業)：規劃由 HR 執行內部教育訓練，並從內部派出「種子小組」進入各部門落實轉型責任，達成全員參與。專家回饋認為種子小組是實務上容易落實的做法。
 - ③ 第三組 (船務代理業)：新系統 (e化方舟) 需設計成讓員工操作容易上手，其目標是減輕員工負擔，讓他們感受到系統帶來的幫助。
 - ④ 第四組 (汽車貨櫃貨運業)：核心痛點是缺工，且人力成本占營運成本的 30% 以上。解決方案是透過人力培育，與技職學校溝通需求，並由貨運業者提升訓練，培育合格司機。
 - ⑤ 第五組 (跨產業協作-貨櫃場)：(該組成果主要聚焦於外

部資源和循環經濟，未明確提及內部員工的人才培育或價值提升。)

- (2) 產品服務及商業模式：著重於如何透過雙軸轉型（數位+永續）來提升效率、創造新的商業機會、或優化客戶服務。
- ① 第一組（貨櫃集散站經營業）：導入智慧調度，目標是提升貨櫃場營運效率，減少翻櫃次數，並縮短車輛等待時間。最終透過減少作業時間來達成減碳目標。
 - ② 第二組（船舶運送業）：願景是達成「智慧航運 永續共生」的雙贏局面。推動轉型的核心驅動力是必須先能證明效益。專家建議應探討「永續的數位化管理」如何帶來新的商業機會。
 - ③ 第三組（船務代理業）：導入「e化方舟」的目標是提升整體效率、提升客戶與廠商滿意度，達成雙方互利互惠，並持續帶來營收與後續效益。系統有助於針對查核與關注度高的數據做整理，省下未來的查核、查證與計算成本。
 - ④ 第四組（汽車貨櫃貨運業）：最終目標是解決人力問題，同時達到節能、減碳與永續經營。透過資訊整合平台，提供更有效率的運送方式。專家建議未來可發展出「減碳優先」或「效率優先」的運送分別。
 - ⑤ 第五組（跨產業協作-貨櫃場）：核心主題是從永續發展出新商機，提出了「減碳又省錢」的響亮目標。透過建立棧板再利用的資訊平台，實現循環經濟的概念。平台作為棧板供需方的資訊媒合中心，並讓參與者獲得綠色供應鏈認證。
- (3) 資訊優化與資源需求：涵蓋了資金、IT 基礎設施、數據標準化、外部合作、以及法規或政策上的需求。
- ① 第一組（貨櫃集散站經營業）：資源重點在於數據，需與合作夥伴溝通，建立資料標準並輸入資料平台。專家強調碳盤查時，務必確保所有相關原始資料的完整保存與可追溯性。在數據串接上，需思考如何建立讓夥伴加速自身效益的互惠機制。
 - ② 第二組（船舶運送業）：需向經營層及董事會爭取資金。在技術資源上，需進行系統整合，將各部門資訊標準化，並

透過 IT 部門建立資源整合平台。專家指出應避免「先有資料，再想分析」的資源浪費，應先確立分析目標。

- ③ 第三組 (船務代理業)：實施方式是透過成熟的第三方系統，進行客製化介面。在技術導入上，建議使用 AI 加速開發的工具以加快上線時程。資訊整合的困難點在於紙本與電子資料的轉換。
- ④ 第四組 (汽車貨櫃貨運業)：資源課題是極度缺乏人力。資源需求包括爭取公部門提供充電站基礎建設、獎勵、政策推動及輔助案。此外，需要資訊業提供平台，並且需要櫃場公開資訊來進程式設計。
- ⑤ 第五組 (跨產業協作-貨櫃場)：該組解決的痛點是每月需花費好幾萬元處理廢棧板的費用。資源機制包括透過在棧板上釘 QR Code 來追蹤使用旅程，以及需要公部門透過平台管理、法規和提供獎勵。

這五個小組的成果展示了雙軸轉型不僅是 IT 技術升級，更是一個涉及企業內部文化、人才投資、以及供應鏈協作與外部資源爭取的系統性變革。例如，第二組將內部共識視為最重要的驅動力，而第四組則將解決缺工與爭取基礎建設（充電站）放在同等重要的位置，這都反映了轉型需要多維度資源的投入。

表 20 貨櫃航運雙軸轉型工作坊-成員成果摘要

組別	小組之情境及主題	困境、建議策略與執行方向
第 1 組	貨櫃集散站經營業：智慧調度減碳	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 目標：提升營運效率，減少翻櫃次數與車輛等待時間，透過縮短作業時間達成減碳。 ▪ AI 調度平台：建立精準流程規劃工具，支援智慧化調度。 ▪ 資料標準化：與上下游合作夥伴溝通，建立資料標準與傳輸共識，整合至資料平台。 ▪ 員工溝通：與員工、工會代表座談，說明技術導入效益，減少重複性工作，提升平台使用意願。 ▪ 加速落地：先行建置小規模即時資訊共享平台，提供利害關係人即時資訊，提升調度效率。

組別	小組之情境及主題	困境、建議策略與執行方向
第 2 組	船舶運送業： 智慧航運永續共榮	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 效益驗證為前提：先由財務與企劃部門執行效益分析，確立成果以支撐願景。 ▪ 高層推動與資金支持：透過 Top-down 經營層決策，取得資源與推動動能。 ▪ 人才培育及全員參與：HR 進行教育訓練，培養各部門種子小組，擴散至全員。 ▪ IT 平台支援：建立系統化、有效率的溝通平台，確保跨部門協作。 ▪ 持續改善機制：導入 PDCA 流程，定期檢討與修正永續推動方向。 ▪ 利害關係人溝通：所有改變需雙向回報，確保透明度與共識。
第 3 組	船務代理業： 船務 e 化系統之「e 化方舟」	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 資訊整合挑戰：船務代理業在資訊整合上主要面臨紙本與電子資料的轉換難題，同時需要兼顧系統的擴充性與持續更新，並確保整體具備成本效益，才能支撐長期營運需求。 ▪ 系統導入目標：首要任務是確保系統能成功導入並提升效率，透過改善操作模式、優化介面設計與即時資料回饋，讓客戶與廠商的互動更加順暢，進而提升滿意度並創造互利。 ▪ 效益延伸：當系統能有效運作並持續優化，將不僅改善日常作業，更能帶來穩定的營收與後續效益，形成長期的競爭優勢。 ▪ 第三方系統導入：若能採用成熟的第三方系統，不僅能加速佈建進程，還能確保系統具備持續更新與擴充能力，降低自行開發的風險與成本。
第 4 組	汽車貨櫃貨運業： 解決缺工永續經營	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 人力挑戰：此行業人力成本占比高達 30%，在少子化浪潮下，缺工已成最大挑戰，尤其合格貨車司機需長期培養且受限多。 ▪ 人才培育：建議與技職學校合作，建立人力培育鏈結，系統性培養司機與相關專業人才，確保人力供給穩定。

組別	小組之情境及主題	困境、建議策略與執行方向
		<ul style="list-style-type: none"> ▪ 政策支持：透過民意代表與貨運協會向公部門溝通需求，包括充電站建設、獎勵措施、政策推動與輔助方案，爭取產官學三方支持。 ▪ 數據整合：建立整合平台，匯集運送過程中的距離、時效、節能減碳等數據，提升運送效率並降低營運成本。 ▪ 永續目標：在人力培育、政策支持與數據整合的共同作用下，逐步解決缺工問題，推動永續經營。
第 5 組	跨產業協作：解決貨櫃場廢棧板問題，減碳又省錢	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 廢棧板問題：貨櫃場每月需花費高額成本處理遺留棧板，現行模式造成資源浪費與財務負擔。 ▪ 棧板再利用平台：建議建立平台作為供需媒合中心，透過 QR Code 追蹤供應鏈使用旅程，提升透明度並累積碳權，增加業者參與誘因。 ▪ 政策與回收機制：公部門可透過法規獎勵與設置回收站（如大賣場），進一步提高業者投入意願，形成制度化支持。 ▪ 數位與永續整合：平台的建立不僅節省廢棄物處理費用，更能推動數位轉型與減碳，若結合綠色供應鏈認證，將啟動良性循環，達成雙軸轉型目標。

資料來源：本研究整理

4.2.3 共識工作坊提出短中長期落地建議

此次工作坊中，成員討論熱烈，在回饋利害關係人上，設有機制，透過顧問依其討論內容方向及解決方法，引導出貨櫃航運雙軸轉型短、中、長期落地建議：

1. 短期：啟動與試行階段

在短期內，應著重於組織啟動與初步試行的推動。首先，建議成立「雙軸轉型推動辦公室」或跨部門小組，以利統籌規劃與跨域協作。其次，需盤點並彙整既有的數據資源，了解資料可用性與缺口，作為

後續整合的基礎。同時，選定一至兩項概念驗證（PoC）進行試行，例如「AI 調度平台」或「e 化方舟」等應用，以驗證數位與永續轉型的可行性。此外，應同步舉辦教育訓練與共識營，導入 PDCA 管理模式，建立組織對轉型的共識與執行能力。

2. 中期：擴展與整合階段

中期重點在於系統化的整合與跨界擴展。建議建立跨鏈資料交換與碳盤查平台，並制定相關標準，以促進資料互通與碳資訊透明。同時導入智慧管理與自動化工具，整合船務、倉儲等營運資訊，提升整體營運效率。推動「綠色供應鏈」認證制度，建立減碳績效回饋機制，激勵供應鏈夥伴共同提升永續表現。另應積極與技職學校、產業協會合作，發展人才培育及認證體系，強化人力供應鏈的韌性。

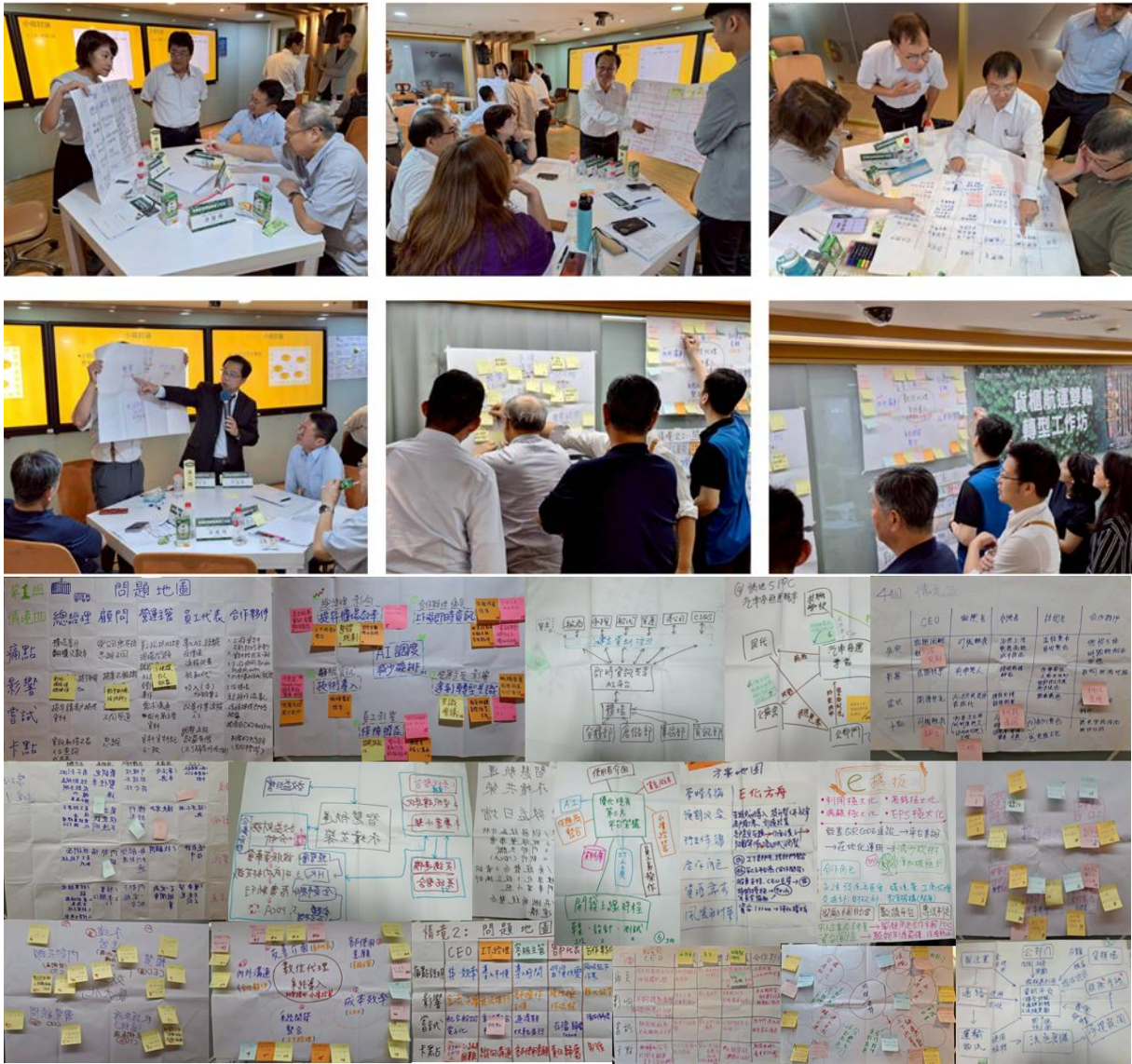
3. 長期：生態與制度化階段

長期目標著重於生態系與制度化建構。建議形成「貨櫃航運雙軸轉型聯盟」或公私協作平台，建立共享資料與碳權交易的生態圈，促進產業間合作與資源循環。同時完善永續評估指標體系，將 ESG 與數位成熟度整合，作為持續改進與績效評估依據。最終，應以轉型成果作為政策建議的依據，推動交通部及主管機關的制度性支持，確保雙軸轉型得以長期穩定落實。



資料來源：本研究整理

圖 40 貨櫃航運雙軸轉型工作坊-與會者合照

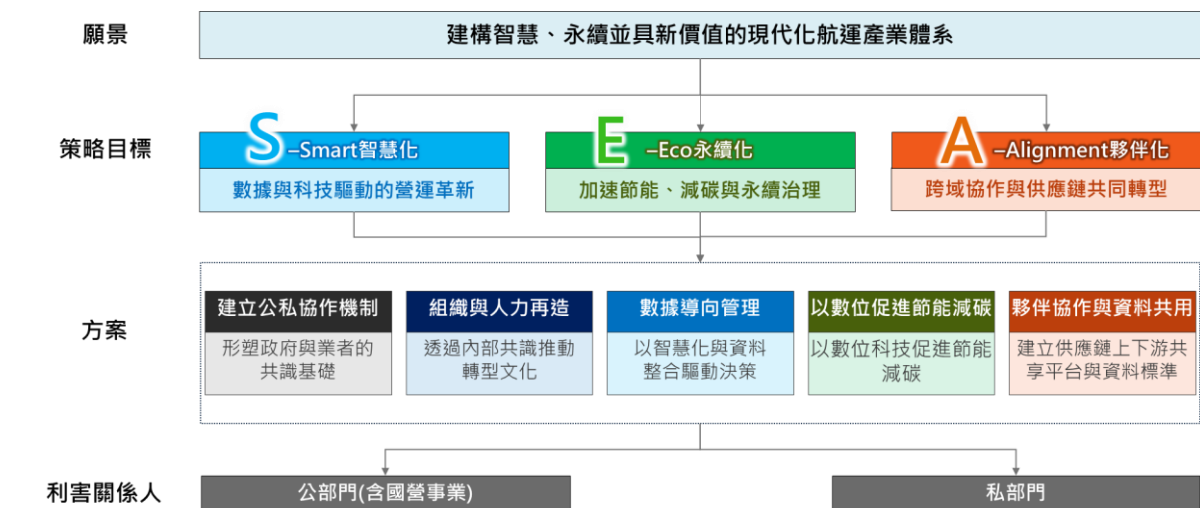


資料來源：本研究整理

圖 41 貨櫃航運雙軸轉型工作坊-活動過程及產出

4.3 研擬貨櫃航運產業雙軸轉型方案架構及策略

本節歸納第二章及第三章之全球貨櫃航運雙軸轉型趨勢分析、雙軸轉型案例與經驗，以及第四章我國貨櫃航運產業轉型發展現況與能量架構，針對我國貨櫃航運產業作業鏈上所面臨優先推動之核心課題，研擬具前瞻性、系統性與可落地的雙軸轉型方案架構，以協助業者強化競爭力並推動整體產業升級。本方案架構以「願景—策略目標—方案」的階層方式進行推動，如圖42所示，各單位可依自身情境彈性調整與落實。



資料來源：本研究整理

圖 42 我國貨櫃航運產業數位與永續雙軸轉型方案架構及策略

4.3.1 願景：建構智慧、永續並具新價值的現代化航運產業體系

此願景不僅反映全球港航產業的數位與永續整合趨勢，更著眼於打造具韌性、高效能、低碳且可持續運作的整體生態系，我國航運產業不再僅是運輸服務提供者，而是以數據、低碳與協作為核心的價值鏈樞紐。

另外，本研究強調的是「產業體系」的轉型，而非單一企業升級。航運的智慧化與永續化，必須透過整體生態系協同，才能真正形成競爭力與長期價值。

4.3.2 策略目標：SEA (S 智慧化 × E 永續化 × A 協作化)

在願景之下，本研究提出三大主軸，也就是 SEA (S 智慧化 × E 永續化 × A 協作化)。

1. Smart 智慧化，著重於以數據與科技驅動營運創新，包含即時監控、流程優化與決策支援，讓智慧化成為效率提升與服務差異化的基礎。
2. Eco 永續化，聚焦於節能、減碳與永續治理，強調以數位科技支撐碳管理、能源管理與 ESG 治理，使永續不只是合規，而是可量化、可管理的營運目標。
3. Alignment 夥伴化，則是回應航運高度跨域、跨鏈的特性，透過供應鏈協作與跨域對齊，推動共同轉型，而非各自為政。重新整合策略目標，形成三大策略方向：

4.3.3 方案

為進行前述三大策略目標，進一步拆解為五項關鍵方案。

1. 建立公私協作機制：形塑政府與業者間的共同認知與推動基礎。
 - (1) 將雙軸轉型價值觀融入決策體系：涵蓋採購、投資、供應商選擇等各項企業行為，並建構組織共識語言與行為準則。
 - (2) 政策與產業鏈協同：透過政策誘因、補助方案及新型營運模式（如綠色航線、碳中和產品）推動產業整體轉型，創造經濟與環境雙重價值。
 - (3) 導入「商業誘因」，提供數據者可獲通關優惠或綠色融資，實質驅動公私部門協作。
2. 組織與人力再造：透過內部共識推動轉型文化
 - (1) 培育員工數位與永續能力：聚焦於建立組織轉型動能，透過教育訓練、內部治理與跨部門協作，培育員工數位與永續能力，並將轉型文化納入組織績效管理，確保雙軸轉型落地。
 - (2) 明確內部治理架構：如設置轉型推動辦公室，以確保自上而下的推動能量，將轉型任務與人員績效評估連結。
3. 落實數據導向管理：以智慧化與資料整合驅動決策
 - (1) 成立跨部門轉型推動小組：由單一維度轉向雙軸整合，成立企業跨部門轉型推動小組（如營運、資訊、法遵與 ESG 等部門），協同訂定轉型路徑設計原則。
 - (2) 盤點痛點：盤點現行作業流程中的痛點與高碳排、低效率等環節。
 - (3) 資料標準化並輸入資料平台：與重要合作夥伴溝通，建立資料標準並共享，聚焦於優化作業流程與增進減碳潛力，如 AI 調度、e 化系統等。
4. 以數位科技促進節能減碳：以數位科技促進節能減碳
 - (1) 將節能減碳納入營運決策：透過智慧化與數位工具，將節能減碳納入營運決策，實現綠色運輸並提升企業環境績效。同時，藉由資料分析與模擬驗證，可精準掌握減碳效益，並作為政府支援政策與市場需求決策的重要依據。

- (2) 找出數位化切入點：透過 PoC（概念驗證）進行探索導入，如數位工具模組與減碳模擬驗證。
 - (3) 擴大試點：擴大初期 PoC 試點的成功案例，推展至更多部門或全組織層級（如營運、貨務、維修、資源管理等），並整合既有的專案與相關流程，降低資源重工與部門本位主義的干擾。
5. 夥伴協作與資料共用：建立供應鏈上下游共享平台與資料標準
- (1) 建立一致的資料標準：透過跨系統資料整合與資訊透明化，促進供應鏈各環節的協作效率，並建立一致的資料標準，以支援營運優化、減碳管理及即時決策。
 - (2) 建立跨系統整合的數據平台：串接碳排監控、貨物流向與營運系統，並建立 KPI 追蹤儀表板。同時，將轉型成效納入組織績效導向的獎酬與稽核機制，強化企業員工對雙軸轉型的重視，促進轉型落實。

4.3.4 利害關係人角色分工

依據本研究對國內外法規趨勢、產業結構及企業角色功能之分析結果，貨櫃航運產業之數位與永續雙軸轉型，並非單一技術或個別企業即可完成，而須同時透過政策制度設計、產業治理機制與企業執行能力三個層次協同推動。其利害關係人涵蓋公部門、國營事業與私部門多元業別，需依其治理角色與成熟度差異，建構具層次性之分工與協作模式。

就公部門而言，主要涵蓋交通部、航港局、港務公司等中央目的事業主管機關；私部門則包括船舶運送業、貨櫃集散站經營業、海運承攬運送業、船務代理業、汽車貨櫃貨運業及貨物裝卸承攬業等。公部門與國營企業在整體推動架構中，扮演制度建構、政策引導與示範推動之角色；私部門則為轉型行動的主要實踐者，負責將政策方向轉化為具體營運與投資決策。

1. 推動架構之考量基礎

- (1) 產業成熟度評估結果顯示，多數業別於資料整合、治理機制與人力能量面向存在共通缺口，需仰賴制度型工具加以補強。
- (2) 各業別在智慧化與永續化推動上呈現成熟度與需求差異，不宜採取一致性推動模式，本研究將於第二年期，就各業別之差異進行討論。

- (3) 工作坊與訪談結果顯示，業者普遍期待政府在政策誘因、標準整合與平台型協作上扮演更積極角色。
- (4) 依據前述分析結果，後續已針對五大推動方案，重新檢視其形成邏輯，並依公私部門角色差異進行分工設計。

2. 公部門角色與策略方向：建構跨部會治理與產業轉型推動框架

公部門在雙軸轉型中扮演政策引導與制度設計的核心角色，從單一部門的管理者升級為跨鏈治理與制度設計者，打造讓航運業能「加速轉型」的政策環境。

主要任務在於制定整體政策方向、跨部會治理架構與誘因制度提供資源與誘因、建立數據治理與標準框架，並推動永續減碳的制度化措施。透過政策支持、人才培育、基礎建設與跨部門協調，公部門能形成產業轉型的共同推力，確保數位化與永續化能同步落地。

3. 私部門角色與行動方向：由合規回應走向營運內化與價值創造

私部門扮演將政策落實於市場與營運現場的關鍵角色。企業需依循國家政策方向發展永續貨運、碳中和航線等新型態服務，同時調整設備與投資，以回應減碳與智慧化的市場需求。為確保轉型具備內在動能，企業亦需強化治理制度、培育跨域人才，並建立支持數位化與永續責任的組織文化。

在技術與營運層面，私部門需以資料治理為核心，建置內部系統並介接政府平台，導入 AI、IoT 與資料分析等智慧技術，以提升決策品質與營運效率。此外，在永續化方面，企業必須落實能源與碳盤查、導入低碳設備，並推動綠色商業模式，帶動供應鏈共同減碳。最終，透過資料共享、跨企業合作與共同創新，私部門將成為推動航港產業生態系轉型的重要力量。

4. 公私協作重點

綜合前述分析，雙軸轉型之公私協作重點，應聚焦於以下具可操作性的行動原則：

- (1) 建立政策導向的產業創新生態系，確保公私部門協同。
- (2) 政策支持人才培訓與轉型補助，形成持續推動動能。
- (3) 推動資料格式一致化與跨系統串接，提升資訊透明度。
- (4) 建立公私協作的碳盤查與報告制度，確保永續績效可驗證。

- (5) 共同制定資料標準與協作協議，打造高效且可信的產業資料治理架構。

4.3.5 中小企業輔導策略方向

基於本次調查從資本角度的分析，可見企業規模對雙軸轉型成熟度的影響，相較於航商等大型企業，汽車貨櫃貨運、船務代理、海運承攬等中小型企業，在財務、專業人力、設備等資源上的取得能力有限，且更著重於提升日常營運的競爭力，而排擠到投入雙軸發展的意願；若無大型體系的外部資源可支持，中小型企業實難以獨力建置相關數位化系統流程、永續措施等，因此可能成為產業鏈的斷點。

考量中小型企業的特性，在「意願」與「能力」上更為不足，將特別需要公部門的介入，加強驅動誘因與基礎工具等方面的輔助，以促使其與前述策略主軸做銜接。本研究認為可從以下輔導方向著手：

1. 面向中小企業的科專/補助/獎勵計畫

關於雙軸提升相關計畫或措施的推動，評估中小企業的狀況另做客製化規劃，如申請條件、計畫執行內容、成果達成門檻等，避免中小企業需與大型企業競爭申請而居於弱勢，或是計畫達標風險過高而降低申請意願。此外，實質性的獎勵應對中小企業更有吸引力，例如透過階段式轉型里程碑的設定，鼓勵中小企業逐步跟上產業轉型趨勢；獎勵內容除了直接性的獎金之外，亦可在不同階段考慮如作業規費優惠、雙軸轉型高階人力雇用或課程津貼等多元型式，有助於減輕中小企業營運壓力而提高意願。

2. 協助開發輕量化基礎工具供中小企業使用

基於航港特定智慧或永續應用情境，可由政府或公協會與相關系統開發廠商合作，開發輕量化的雲端工作模組，提供中小企業訂閱使用，例如資料標準化工具、碳足跡計算工具等，協助中小企業做好與產業標準化平台介接的前置準備；甚至進一步整合中小企業作業需求，聯合開發數位化作業工具，有助於縮小中小企業與大型企業的成熟度差距。

3. 提供中小企業雙軸轉型專案顧問

中小企業一般較缺乏轉型經驗，對於雙軸轉型趨勢與推動作法的認知亦或相對薄弱，即便有意願也可能不知如何著手。故可考慮成立中小企業雙軸轉型指導團隊，讓中小企業可提出申請，以專案形式提

供轉型相關的規劃、執行、外部資源媒介等協助，減少中小企業的轉型阻力，亦能夠透過顧問的帶動，提升中小企業對相關政府政策與產業平台的參與程度。

表 21 公私部門的方案與角色分工表

建立公私協作機制	組織與人力再造	數據導向管理	以數位促進節能減碳	夥伴協作與資料共用
<p>健全環境</p> <ul style="list-style-type: none"> 制定產業雙軸轉型的路徑與指標。 建置跨部會治理架構（交通部、環境部、經濟部、國營事業）。 建立碳費、總量管制與碳交易制度，與國際規範接軌。 推動綠色運輸（綠色航線、碳中和貨運）等產業鏈政策。 <p>提升意願</p> <ul style="list-style-type: none"> 推動補助、融資、租稅等誘因，加速智慧化與減碳投資。 	<p>強化能力</p> <ul style="list-style-type: none"> 建立雙軸轉型人才培育計畫。 引導國營事業設立轉型推動辦公室，以示範帶動產業。 推動永續治理、碳管理、數位能力等專業訓練。 確保各港口與相關機關具備治理與執行能力。 	<p>強化能力</p> <ul style="list-style-type: none"> 制定產業資料治理架構與資料交換標準（含 API）。 推動 MTNet、TPNet、CPT 等平台資料整合。 <p>健全環境</p> <ul style="list-style-type: none"> 建置跨港、跨部會、跨企業的資料交換機制。 善用公部門資料建立決策平台（例如港口營運儀表板）。 	<p>健全環境</p> <ul style="list-style-type: none"> 制定碳盤查、驗證、登錄與減量制度。 推動岸電、能耗監測、再生能源導入等低碳基礎設施。 建立跨部會碳盤查平台，供航商與港務單位使用。 <p>強化能力</p> <ul style="list-style-type: none"> 與國際接軌，維持產業競爭力。 	<p>健全環境</p> <ul style="list-style-type: none"> 建置跨部會、跨港口的協作與資料共享平台。 制定公私協作的資料交換協定與治理原則。 <p>提升意願</p> <ul style="list-style-type: none"> 與業界共同推動示範計畫（如資料共享、能源管理 PoC）。

公部門

資料來源：本研究整理

表 22 私部門的方案與角色分工表

建立公私協作機制	組織與人力再造	數據導向管理	以數位促進節能減碳	夥伴協作與資料共用
<p>提升意願</p> <ul style="list-style-type: none"> 依政策推動新型態業務，如永續貨運、碳中和航線等。 配合政府制度與市場誘因，調整設備、流程與投資方向。 <p>健全環境</p> <ul style="list-style-type: none"> 提供業界的需求與意見，協助政策更貼近產業實況。 	<p>提升意願</p> <ul style="list-style-type: none"> 導入內部治理制度（轉型辦公室、KPI、獎酬制度）。 <p>強化能力</p> <ul style="list-style-type: none"> 培養跨域人才，提升數位素養、ESG、碳管理能力。 建立支持轉型的文化，如資料透明、永續責任等。 	<p>強化能力</p> <ul style="list-style-type: none"> 建置內部資料系統，導入 API 介接公部門平台。 分享必要的營運資料（在權責、安全控管下）。 導入智慧營運技術（AI、IoT、資料分析）。 以資料驅動自身的營運改善與決策。 	<p>強化能力</p> <ul style="list-style-type: none"> 進行能源盤查、碳盤查、減量與永續報告。 投資節能設備、低碳運具、綠色科技（AI、IoT 節能）。 發展永續商業模式，如碳中和運輸、綠色航線。 與供應鏈合作推動永續服務與低碳貨運。 	<p>健全環境</p> <ul style="list-style-type: none"> 上傳營運資料、參與資料治理與平台生態系。 與其他航商、物流業者協作（接單、配載、港航資訊）。 共同投入創新，例如綠色供應鏈、智慧物流、生態系平台。
<p>協作重點</p> <ul style="list-style-type: none"> 政策導向的產業創新生態系。 	<ul style="list-style-type: none"> 政策支持人才培訓及轉型補助。 	<ul style="list-style-type: none"> 資料格式一致化、跨系統串接。 	<ul style="list-style-type: none"> 公私協作碳盤查與報告制度。 	<ul style="list-style-type: none"> 共同制定資料標準與協作協議。

資料來源：本研究整理

第五章 結論與建議

本研究為期兩年，係在全球供應鏈重組、國際減碳法規加速推進，以及航運營運不確定性升高的背景下，協助我國貨櫃航運產業系統性檢視其數位化與永續化轉型現況，並研擬具產業適切性與可落地性的雙軸轉型發展架構。相較於單一技術或個別企業案例，本研究更著重於航港產業整體結構、作業特性與利害關係人互動關係，以確保所提出之分析與建議能回應我國產業實際需求。

研究過程中，透過國際趨勢盤點、標竿案例分析、量表評估、深度訪談及共識工作坊等方法，針對貨櫃航運作業鏈之核心業別與關鍵角色，系統性整理其轉型動因、現行能量與主要瓶頸，並在此基礎上提出「數位 × 永續」雙軸並進的轉型方案架構，作為後續政策推動與產業實踐的共同參考藍圖。

5.1 結論

1. 產業發展趨勢顯示雙軸轉型已成必然

綜合國際趨勢分析可知，全球貨櫃航運產業已普遍將數位化視為提升營運效率、降低不確定性與支撐永續治理的關鍵工具，並進一步透過數據整合與平台化發展，促成跨組織、跨價值鏈的協作模式，正以「智慧化 × 永續化 × 協作化」為核心，加速推動雙軸轉型。

綜合國際經驗可見，智慧化、永續化與協作化並非三條平行路徑，而是一套彼此強化的系統工程：

- (1) 智慧化 提升效率、精準度與可視化，提供永續化與協作化所需的數據底盤；
- (2) 永續化 創造新價值、減少風險，使企業在全球供應鏈重整中取得綠色競爭優勢；
- (3) 協作化 打開跨鏈整合與生態系擴張的可能，讓數位與永續效益得以擴散到整體產業。

2. 整體與各業別之雙軸轉型呈現分化發展

為避免轉型討論流於概念化，本研究建構一套具結構性的分析與推演方法，作為結論判斷的基礎，其核心設計包括：

- (1) 分類架構設計：依產業角色與營運特性，分別對船舶運送業、船務代理業、貨櫃集散站／貨物裝卸承攬業、海運承攬運送業及汽車貨櫃貨運業等主要業別進行探討，並輔以企業規模（資本額、資源投入能力）作為交叉分析基準。
- (2) 雙軸成熟度評估模型：研究透過國際趨勢與標竿案例分析，整合雙軸轉型成熟度模型（TTCMM）、IFRS 永續揭露準則及相關實務研究，建構適用於我國貨櫃航運產業之雙軸轉型評估架構與量表，評估的維度涵蓋組織文化、人才培育及價值共創、產品服務及商業模式、資訊優化，透過量化評估呈現企業在雙軸轉型上的相對位置。
- (3) 多元分析方法整合：結合量表評估結果、深度訪談、次級資料分析與跨業共識工作坊，交叉驗證研究發現，避免僅以單一資料來源推論產業現況。

透過上述工具與方法，本研究得以清楚區分「整體產業趨勢」、「不同業別之能力差異」以及「共通核心問題」，作為後續策略與建議的推導基礎。分析結果顯示，我國貨櫃航運產業整體已呈現「雙軸並進」趨勢，惟不同業別與規模間的成熟度差異明顯。

船舶運送業在數位化與永續化推動上最為成熟，已普遍建構完整之永續策略與數位應用體系，具備引領整體航港產業雙軸轉型之關鍵角色；貨櫃集散站與貨物裝卸業則多處於中段成熟水準，受惠於重機具自動化與作業流程優化需求，已具備一定轉型基礎，惟受限於跨系統資料整合難度與投資門檻，短期內仍難全面躍升至領先群；海運承攬運送業之轉型動能主要來自客戶需求推動，雖已逐步導入平台化與碳盤查機制，惟上下游間資料標準不一，協作與串接能力仍為主要瓶頸。船務代理業則呈現高度分化，隸屬航商體系者可隨母公司資源同步提升雙軸能力，惟獨立中小型業者多停留於基本數位化階段，創新能量相對有限；相較之下，汽車貨櫃貨運業之雙軸成熟度相對落後，受限於資本、人力與數位基礎不足，仍高度仰賴傳統作業模式，顯示該業別亟需透過「以大帶小」機制，優先強化基礎數位能力，作為後續推動永續管理與整體轉型之起點。

3. 我國航港產業具轉型潛力，但需補強生態系整合與政策誘因

綜合本研究對我國航港產業雙軸轉型之分析結果，可將其轉型能量歸納為「意願、能力與環境」三個相互影響、共同作用的核心面向，

此三者之成熟度與連動性，決定了轉型是否得以啟動、深化並於產業中擴散。

(1) 轉型能量一：法規要求與組織文化（意願面）

我國航港產業之轉型意願，主要受國際永續法規與市場需求驅動。IMO、EU ETS、CBAM 等制度，已使碳盤查與減碳作為成為企業必要行動，並與疫情後效率壓力共同推動數位化導入。大型船商與櫃場已逐步將雙軸轉型內化為企業治理與組織文化；相對而言，中小型企業與代理業者多仍以法規因應與成本效率為主要動機，對轉型所能創造之新價值理解有限，意願面仍存在明顯差距。

(2) 轉型能量二：人才、商業模式與資訊基礎（能力面）

航港產業在轉型能力上呈現高度分化。大型企業具備專職資訊與永續人力，能導入 AI、IoT、平台化系統與碳管理工具，並逐步轉化為產品服務與商業模式優勢；中小型業者則普遍缺乏相關專業資源，轉型高度仰賴外部支援，難以累積長期能力。此外，跨企業與跨港區之資料標準不一，限制資訊整合與能力向產業層級擴散。

(3) 轉型能量三：生態系位置與制度支撐（環境面）

企業於航運生態系中的位置，顯著影響其轉型動能與帶動效果。船舶運送業與大型貨櫃集散站經營業因接近國際市場與法規，具備較高制度能見度與標準影響力；海運承攬運送業與船務代理業則受制於上下游與既有制度，轉型誘因與空間相對有限。整體而言，缺乏全國性共通平台與資料交換機制，已成為制約轉型能量整體發揮的關鍵環境瓶頸。

整體而言，我國航港產業已具備推動雙軸轉型的基礎意願與部分核心能力，但其能量仍高度集中於大型企業，尚未透過制度與生態系機制有效擴散。未來政策重點應由補助單一系統建置，轉向引導跨業協作、資料共享與平台治理，並透過明確標準與績效導向誘因，促使不同規模與角色的業者共同投入。唯有在意願、能力與環境三者形成正向循環的情況下，航港產業的雙軸轉型方能由個別企業行動，升級為具備整體競爭力與永續韌性的產業轉型。

4. 研擬航運產業 SEA 雙軸轉型方案架構

本研究所提出之願景、策略主軸與行動方案，係以產業體系升級而非單點改善為核心思維，回應全球航運產業在數位化與永續化高度交織下所面臨之結構性轉型挑戰。透過「SEA (Smart × Eco × Alignment)」策略目標，將智慧化作為效率與決策品質的基礎，永續化轉化為可量測、可管理的營運目標，並以夥伴協作作為突破產業分工碎片化與規模落差之關鍵槓桿，形塑具韌性與新價值的航運產業生態系。

在推動方向上，本研究進一步將策略目標具體化為五項關鍵方案，涵蓋公私協力機制建構、組織與人力調整、數據導向管理、以數位科技帶動節能減碳，以及供應鏈資料整合與標準化等面向，期使雙軸轉型能由政策規劃、企業治理延伸至實際營運層面，形成相互支撐的推動架構。同時，透過明確界定公私部門之角色分工，公部門由傳統管理與監理角色，轉為制度設計、資源整合與跨部會協調的推動者；私部門則負責將政策方向具體落實於營運決策與市場服務中，成為轉型行動的主要執行力量。

另就產業結構觀察，中小型業者在資金、人力及數位與永續基礎建設方面相對不足，已成為影響整體產業轉型進度的關鍵環節。若缺乏適當之政策誘因與輔導資源，恐形成產業鏈轉型落差。爰此，本研究建議透過差異化補助與獎勵措施、提供輕量化共用工具，以及導入專案型顧問輔導機制，協助中小企業逐步銜接產業轉型方向，透過「以大帶小、以體系帶動個體」之方式，確保雙軸轉型能於整體航運產業中同步推進，並強化我國航運產業在面對 2050 淨零排放與國際競爭壓力下之長期發展動能。

5.2 建議

我國貨櫃航運產業已邁入雙軸轉型的關鍵時刻。面對國際碳規範與全球供應鏈低碳趨勢，數位化能力將直接影響永續表現，而永續要求亦將反向推動產業更高度數位化。本研究提出的轉型架構、能量評估與策略方向，已建立我國推動雙軸轉型的初步藍圖；下一階段需透過示範驗證、跨業協作與工具化推動，使策略真正落地。在政府與產業共同努力下，逐步形成以智慧、低碳與協作為核心的航運生態系，提升我國在國際航運市場中的競爭力與永續價值。

因此基於本年度所建立之「貨櫃航運雙軸轉型方案架構（SEA）」，第二年度將進入「方案落地化與可行性驗證」階段，由分析導向行動，對於後續計畫相關建議如下：

1. 以第一年轉型方案架構為基礎研擬對應行動方案

第二年度首先將針對第一年所提出的五大策略方向（政策與產業鏈連動、組織與人力再造、數據導向管理、減碳與永續經營、協作與資料共用），逐一深化，形成具體可推動之行動方案。行動方案可包含：

- (1) 明確目標（Goal）：對應 SEA 架構之 Smart（效率與可視化）、Eco（能耗/碳排可管理）、Alignment（資料互通協作）三大目標。
- (2) 行動項目（Actions）：依據現場痛點（等待時間、壅塞、資料斷鏈、能耗不可視等）提出具體改善作法；行動項目將涵蓋系統技術（AI 排程、IoT、MRV、資料平台）、流程優化、治理制度與跨單位協作機制。
- (3) 參與者與角色（Stakeholders）：包含政府機關、港務公司、航商、貨櫃貨運集散站、海運承攬業者、貨物裝卸承攬業者、汽車貨櫃貨運業者等，並明確界定每項行動方案應由誰主責、誰協作。
- (4) 可用資源（Resources）：私部門的可用資源包含但不限於既有系統（TOS、ERP、排程系統）、資料來源（港區 IoT、AIS、設備資料、能耗資料）、以及產業現有平台（如線上預約、資訊平台等）。政府在資源提供方面，並非要求業者無償或全面開放其核心系統，而是建議透過政策工具與輔導機制，引導業者以「有限、去識別化、目的導向」方式進行資料共享。

2. 審慎評估行動方案提出優先順序

針對行動方案進行系統性的可行性與影響評估，評估內容至少包括：

- (1) 效益面（Impact）：如是否能改善瓶頸（壅塞、等待、重工、資料延遲）、是否具明顯節能/減碳效果、是否能提高透明度/協作效率/可預測性等。

- (2) 可行性 (Feasibility)：如技術成熟度 (AI、IoT、資料平台是否具備)、資料取得容易度 (是否有資料標準、資料品質問題)、產業參與意願 (是否能吸引多方協作)、經費需求與公部門誘因條件等。
 - (3) 風險與限制 (Risk & Constraints)：如技術整合風險、資料治理風險、跨單位協作阻力、組織能力落差、中小企業資源有限造成的落差等。
 - (4) 落地條件 (Readiness)：是否具備示範場域、是否具備跨單位領航者 (港務公司、主要船商、大型碼頭)、是否可與既有專案 (如智慧物流、碳管理) 整合等。
3. 以優先行動方案為基礎提出落地應用架構與推廣計畫

依據第二項評估所挑選之「高可行性方案」，第二年度將進一步產出可直接落地的規劃，包括：

- (1) 落地應用架構：系統架構 (資料流、API、平台、資訊安全)、參與者分工 (主責單位、協作單位、技術提供者)、作業流程 (Before vs. After、流程再設計)、KPI 與量測方式 (效率、節能、減碳、資料品質)、示範場域設定 (碼頭、貨櫃場、航商等)。
- (2) 概念驗證計畫書：每一項優先方案均會制定完整 PoC，包括：PoC 目標與預期效益、測試方法、資料需求、試點規模、成功指標與驗收方式、未來擴大應用條件。
- (3) 推廣與擴散策略：為使示範效益能外溢至更多企業與港區，將提出：標準化資料集 (資料格式、欄位、交換頻率)、可擴散的 API 架構、作業流程 SOP 與治理規範、協作與稽核機制 (資料品質、參與度)、公部門誘因 (補助、示範計畫、跨部門協調)。

參考文獻

1. 聯合國，2023 年技術與創新報告：打開綠色窗口—抓住技術機遇，邁向低碳世界，https://unctad.org/system/files/official-document/tir2023overview_ch.pdf（accessed Mar. 2025）。
2. 聯合國，2023 年海運述評，https://unctad.org/system/files/official-document/rmt2023overview_ch.pdf（accessed Mar. 2025）。
3. Port of Rotterdam，WPCAP climate program，<https://www.portofrotterdam.com/en/port-future/energy-transition/wpcap-climate-program>（accessed March 2025）。
4. The Maritime and Port Authority of Singapore，Maritime Singapore Decarbonisation Blueprint：Working Towards 2050，<https://www.mpa.gov.sg/docs/mpalibraries/mpa-documents-files/sustainability-office/mpa-decarb-blueprint-2050a.pdf>（accessed March 2025）。
5. Tabares, S.、Parida, V.、Chirumalla, K.，Twin transition in industrial organizations：Conceptualization, implementation framework, and research agenda，*Technological Forecasting and Social Change*，第 213 卷，2025 年 4 月。
6. 交通部運輸研究所，我國航港資訊整合與數位化發展架構之研究（1/2）-航港產業數位化調查與發展藍圖研擬期末報告，民國 112 年。
7. Dun & Bradstreet，什麼是 ESG？ESG 指標有哪些？<https://www.dnb.com.tw/Thoughts/What-is-esg/#contectus>（accessed April 2025）。
8. United Nations，Principles for Responsible Investment，<https://www.unpri.org/about-us/about-the-pri>（accessed April 2025）。
9. 航港局，國際海事組織（IMO）海洋環境保護委員會第 79 屆會議重點摘要，<https://www.motcmpb.gov.tw/ServerFile/Get/950a7dc2-43ff-4001-be01-335f1af68046?DLCount=1>（accessed May 2025）。
10. 綠色貿易網，歐盟 CBAM 專區，<https://www.greentrade.org.tw/CBAM/>（accessed May 2025）。
11. European Commission，Scope of the EU ETS，https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets/scope-eu-ets_en（accessed May 2025）。
12. Anne-Sophie Christmann, Carlotta Crome, Valerie Graf-Drasch, Anna Maria Oberländer, Leonie Schmidt，The Twin Transformation Butterfly Capabilities for an Integrated Digital and Sustainability Transformation，<https://link.springer.com/article/10.1007/s12599-023-00847-2>（accessed May 2025）。
13. 聯合國開發計畫署（UNDP），<https://www.undp.org/>

14. United Nations Conference on Trade and Development , Review of Maritime Transport 2024 , [https : //unctad.org/publication/review-maritime-transport-2024](https://unctad.org/publication/review-maritime-transport-2024) (accessed Mar. 2025) 。
15. World Ports Sustainability Program , Areas of Interest , [https : //sustainableworldports.org/areas-of-interest/](https://sustainableworldports.org/areas-of-interest/) (accessed Mar. 2025) 。
16. International Port Community Systems Association , IPCSA sustainability workshop in Le Havre on 23rd of October 2024 , [https : //ipcsa.international/news/2024/10/04/ipcsa-sustainability-workshop-le-havre-on-23rd-of-october-2024](https://ipcsa.international/news/2024/10/04/ipcsa-sustainability-workshop-le-havre-on-23rd-of-october-2024) (accessed Mar. 2025) 。
17. International Port Community Systems Association , Foresight exercise underlines the industry-leading role of the International Port Community Systems Association , [https : //sitemaps.ipcsa.international/news/2024/09/09/foresight-exercise-underlines-the-industry-leading-role-of-the-international-port-community-systems-association/](https://sitemaps.ipcsa.international/news/2024/09/09/foresight-exercise-underlines-the-industry-leading-role-of-the-international-port-community-systems-association/) (accessed Nov. 2025) 。
18. 航運通 , DCSA 成員 9 航運公司承諾至 2030 年 100%採用電子提單 , [https : //shippingdigest.tw/news/20230220n2/](https://shippingdigest.tw/news/20230220n2/) (accessed Mar. 2025) 。
19. World Economic Forum , What is the 'twin transition' - and why is it key to sustainable growth? , [https : //www.weforum.org/stories/2022/10/twin-transition-playbook-3-phases-to-accelerate-sustainable-digitization/](https://www.weforum.org/stories/2022/10/twin-transition-playbook-3-phases-to-accelerate-sustainable-digitization/) (accessed May 2025) 。
20. 財團法人驗船中心 , 驗船中心掌握 MEPC 80 閉幕最新訊息-IMO 溫室氣體淨零排放新目標 , [https : //reurl.cc/axa3MQ](https://reurl.cc/axa3MQ) (accessed May 2025) 。
21. 經濟部中小及新創企業署 , 不減碳就繳錢 IMO 全球航運課碳費 2027 年上路 , [https : //www.sme.gov.tw/caas/article-caas-3009-17394](https://www.sme.gov.tw/caas/article-caas-3009-17394)
22. 國家發展委員會 , 淨零路徑 : 臺灣總體減碳行動計畫 , https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=4791F8EC8DF04D9F
23. DNV , IMO regulations , [https : //www.dnv.com/maritime/hub/decarbonize-shipping/key-drivers/regulations/imo-regulations/](https://www.dnv.com/maritime/hub/decarbonize-shipping/key-drivers/regulations/imo-regulations/) (accessed May 2025) 。
24. World Economic Forum . , How carbon pricing can chart a path to net zero shipping , [https : //www.weforum.org/stories/2025/04/how-carbon-pricing-can-chart-a-path-to-net-zero-shipping/](https://www.weforum.org/stories/2025/04/how-carbon-pricing-can-chart-a-path-to-net-zero-shipping/) (accessed May 2025) 。
25. European Commission , European industrial strategy , [https : //single-market-economy.ec.europa.eu/industry/strategy_en](https://single-market-economy.ec.europa.eu/industry/strategy_en) (accessed May 2025) 。
26. Fastener World , 長榮、陽明歐盟碳稅附加費出爐 亞洲到歐洲每 20 呎櫃 27、24 歐元 , [https : //www.fastener-world.com/zh/article/8599.html](https://www.fastener-world.com/zh/article/8599.html) (accessed May 2025) 。

27. 臺灣經濟新報，接軌 IFRS 永續揭露準則 S1、S2！一文看懂臺灣永續準則的演進，<https://www.tejwin.com/insight/%E6%8E%A5%E8%BB%8Cifrs%E6%B0%B8%E7%BA%8C%E6%8F%AD%E9%9C%B2%E6%BA%96%E5%89%87/> (accessed May 2025)。
28. 許祖菱，《氣候變遷因應法》懶人包一次看！從淨零到碳費機制，企業必讀 5 重點，<https://www.recessary.com/zh-tw/news/climate-change-response-act-taiwan> (accessed May 2025)。
29. 新岱海事新聞，《上海港-洛杉磯港綠色航運走廊實施計畫綱要》發布，<https://www.xindemarinenews.com/topic/yazaishuiguanli/50337.html> (accessed May 2025)。
30. Xinhua Silk Road，China's Shanghai Port joins hands with Germany's Port of Hamburg on building green shipping corridor，<https://en.imsilkroad.com/p/342799.html> (accessed Nov. 2025)。
31. 【COP26 直擊】22 國倡議建立六條綠色航道，航運業能否盼來零碳春天？<https://csr.cw.com.tw/article/42252>
32. 經濟部國際貿易署，新加坡及荷蘭鹿特丹港合作設立全球最長綠色數位船運走廊，<https://www.trade.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeID=45&pid=747627&areaID=2&infotype=1&country=5paw5Yqg5Z2h> (accessed May 2025)。
33. Busan Port Authority，Busan Port Authority – Piezoelectric System，<https://sustainableworldports.org/project/busan-port-authority-piezoelectric-system/> (accessed May 2025)。
34. Port of Rotterdam，Rotterdam Port Vision，<https://www.portofrotterdam.com/en/about-port-authority/mission-vision-and-strategy/rotterdam-port-vision> (accessed Nov. 2025)。
35. Port of Rotterdam，Digitalisation，<https://www.portofrotterdam.com/en/port-future/digitisation> (accessed Nov. 2025)。
36. Port of Rotterdam，Smart infrastructure，<https://www.portofrotterdam.com/en/port-future/smart-infrastructure> (accessed Nov. 2025)。
37. Port of Rotterdam，Pioneering on a global scale：Green & Digital corridor with Singapore，<https://publications.portofrotterdam.com/digital-report/green-digital-corridor> (accessed Nov. 2025)。
38. Port of Rotterdam，Port Community System，<https://www.portofrotterdam.com/en/services/online-tools/port-community-system> (accessed Nov. 2025)。

39. Port of Los Angeles, Zero emissions pathway technology demonstrations, <https://reurl.cc/edgRox> (accessed May 2025)。
40. Business Wire, 洛杉磯港「清潔空氣行動計畫」實施五週年；制訂參與「全球清潔船舶計畫」推薦書, <https://www.businesswirechina.com/hk/news/21902.html> (accessed May 2025)。
41. Port of Los Angeles, 洛杉磯港船舶減速計畫已有 20 多家航運公司實現減排, <https://reurl.cc/V4gALN> (accessed May 2025)。
42. 中華電信, 中華電信攜手臺灣港務公司打造智慧海港及自動化櫃場試驗場域 推動永續創新港灣城市, <https://www.cht.com.tw/zh-tw/home/cht/messages/2023/1128-1710> (accessed May 2025)。
43. Maersk, Emissions Dashboard: Enhanced GHG emissions footprint analysis, <https://www.maersk.com/digital-services/emissions-studio> (accessed May 2025)。
44. Kumar, L., CMA CGM and Google Partner to Transform Maritime Logistics through AI, <https://www.linkedin.com/pulse/cma-cgm-google-partner-transform-maritime-logistics-through-kumar-lwhy/> (accessed May 2025)。
45. 工研院智慧減碳排程系統 最佳海運精算師, https://www.itri.org.tw/ListStyle.aspx?DisplayStyle=01_content&SiteID=1&MmmID=1164121731675134073&MGID=1164574134016073335 (accessed May 2025)。
46. 【減碳製造解決方案】海上最佳航程師—減碳智慧排程系統, https://www.itri.org.tw/ListStyle.aspx?DisplayStyle=01_content&SiteID=1&MmmID=1162127241662511173&MGID=1162130535342441303
47. iTerminals 4.0, <https://iterminalsproject.eu/about/>
48. 台北港貨櫃碼頭股份有限公司, <https://www.tpct.com.tw/>
49. iThome, 台北港導入 ZigBee 提升碼頭自動化作業, <https://ithome.com.tw/news/60307> (accessed May 2025)。
50. 中國貨櫃運輸股份有限公司, <https://www.cctcorp.com.tw/>
51. 中菲行, 數位物流科技能力, <https://tw.dimerco.com/about/digital-freight-forwarding-and-logistics-technology/> (accessed July 2025)。
52. 中菲行, 綠色運輸策略—探索減少溫室氣體 (GHG) 排放的策略要點, <https://tw.dimerco.com/wp-content/uploads/sites/7/2024/06/Green-Shipping-TW.pdf> (accessed July 2025)。
53. Kuehne+Nagel, myKN, <https://www.kuehne-nagel.com> (accessed July 2025)。

54. Wilhelmsen Ship Management , <https://www.wilhelmsen.com/ship-management>
55. GAC Group , https://issuu.com/nauticaldigitalonline/docs/gac_-_brochure_pdf (accessed July 2025) 。
56. Maritime and Port Authority of Singapore , Single Window Port Clearance , <https://www.mpa.gov.sg/finance-e-services/digitalport@sg> (accessed July 2025) 。
57. Maritime and Port Authority of Singapore , digitalOCEANS™ , <https://www.mpa.gov.sg/maritime-singapore/what-maritime-singapore-offers/digitaloceans> (accessed July 2025) 。
58. The Pool of Pools , <https://pop-lalb.com/>
59. 臺灣港務股份有限公司 , 智慧港口發展 , <https://www.twport.com.tw/esg/report/Articles?a=3839> (accessed May 2025) 。
60. Breiter, K., Crome, C., Oberländer, A. M., & Schnaak, F. , Dynamic capabilities for the twin transformation climb : A capability maturity model. Information Systems Frontiers , <https://doi.org/10.1007/s10796-024-10520-y> (accessed May 2025) 。
61. Deloitte , ESG 高階管理者調查：提升揭露品質的準備與策略 , <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/audit/us-esg-preparedness-disclosures-reporting-requirements.pdf> (accessed May 2025) 。

附錄一、期中報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫

期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：MOTC-IOT-114-ECB007 我國貨櫃航運產業數位與永續雙軸轉型研究（1/2）-方案架構及策略研擬

執行廠商：財團法人資訊工業策進會

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
一、國立陽明交通大學黃明居教授		
1. 簡報第 19 頁研究架構圖，可說明第三章成熟度模型與旅程量表之關係，建議放入報告中，以利將執行的步驟（研究方法）與預期成果之關聯性與邏輯說明清楚。	謝謝建議，已將簡報第 19 頁納入報告第三章，補充研究方法、執行步驟與成果關聯，增強邏輯完整性。	同意辦理
2. 本研究研究對象可多點描述，由於相關業者規模差異甚大，雙軸轉型之方案差異為何？需要更明確的分析說明。	謝謝建議，報告已補充研究對象規模與差異之說明，並依業別提出不同之雙軸轉型方案策略。	同意辦理
3. 報告書表 6，全球對於碳排與永續發展推動的法規制度，是否對整體貨櫃航運業高度的衝擊，或者僅對於船舶運送業的航商有高度衝擊，需要更深入分析說明。因為研究對象中涵蓋船務代理或貨物裝卸承攬業等業者，對此業別之衝擊是否很大，可作不同程度的探討。	謝謝委員建議，已增修報告於章節 2.3.5，簡述回復如下： 現行全球碳排與永續發展法規對航運產業的直接高強度衝擊主要集中在船舶運送業（航商），尤其是在碳定價與船隊能效規範上；而對相關產業鏈業者（貨櫃集散站經營業、海運承攬運送業、船務代理業、汽車貨櫃貨運業、貨物裝卸承攬業）來	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
	<p>說，目前的衝擊性不大。</p> <p>但航商所受到的壓力，仍會擴散影響到相關產業鏈業者，例如來自於大型航商客戶的永續性要求、法規成本轉嫁以及市場競爭的需要等等，乃至於要符合更上層客戶的永續目標，都將迫使相關業者必須提升自身的永續與數位能力，以符合整體供應鏈的永續目標。</p>	
<p>4. 雙軸轉型是否對貨櫃航運業者有高度的風險或成本，建議文獻回顧中除說明雙軸轉運帶來的優勢外，亦可說明其投入的成本與風險，作為未來研擬方案時之參考。</p>	<p>謝謝委員建議，將遵照辦理，於文獻回顧新增「成本與風險」段落，供後續方案規劃參考，擬討論的重點包括：</p> <p>(1) 系統性資源投入與實施成本：轉型不僅是技術升級，更需組織文化調整、資訊系統重構與營運模式再設計，每一環節皆需資源與規劃。</p> <p>(2) 內部衝突與偏重風險：數位與永續可能會有不同的優先順序，若未妥善整合，將影響轉型成效並增加修正成本。</p> <p>(3) 整合與平衡能力的</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
	<p>關鍵性：成功轉型仰賴業者具備跨領域整合與策略平衡能力，以確保各項措施協同推進、落實於營運實務。</p>	
<p>5. 貨櫃航運業雙軸轉型案例與趨勢，分析對象的挑選邏輯為何，例如貨櫃港口選擇部分，貨櫃裝卸量前十大或者是各洲裝卸量最高的港口，而船舶運送業與其他業者的選擇邏輯等，都須有所說明。另建議可加入調研歐洲港口永續方面之現況。</p>	<p>謝謝委員建議，補充相關案例：</p> <p>(1) 貨櫃港口選擇邏輯：以貨櫃吞吐量來看，全球前30大貨櫃港集中在亞洲地區，歐洲其次，美洲再次之，因此本研究於各洲中挑選具代表性的港口進行分析，包括亞洲的上海港（第1）、新加坡港（第2）、釜山港（第7）、高雄港（第21）；歐洲的鹿特丹港（第11）、安特衛普-布魯日港（第13）；以及美洲的洛杉磯港（第16），就其數位化與永續發展進行探討。同時，我們也納入臺灣港群，探討臺灣港務公司、台北港貨櫃碼頭公司的轉型現況，以完整勾勒出國內外航運港口雙軸轉型</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
	<p>的全貌。</p> <p>(2) 船舶運送業與其他業者的選擇邏輯：本研究先聚焦於全球領先的貨櫃航運公司（如：Maersk、CMA CGM等），其市占率高、船隊規模大，且在數位化與永續策略上具代表性。此選擇有助於觀察業者如何因應碳排規範、燃料轉型與智慧航運技術導入；另外，也將船務代理、貨物承攬、貨櫃集散站、貨物裝卸承攬業中已啟動雙軸轉型的領頭企業進行分析。</p> <p>(3) 調研歐洲港口永續方面之現況：本研究現階段已調研歐洲港口在永續方面的現況，包含鹿特丹港透過數據共享推動綠色航運走廊計畫（章節2.4.1）、漢堡港與瓦倫西亞港參與歐盟 iTerminals 4.0計畫（章節2.4.3：致力於提升碼頭的數</p>	

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
	位營運與永續管理能力，並特別強調動態碳足跡分析)。此外，起源於歐洲的 TIC4.0 產業協會，也在推動碼頭數位化與標準化方面發揮重要作用 (章節 2.4.3) 。	
6. 報告書圖 29 中共同特徵是指貨櫃航運業所有的業者，或是僅有港口與貨櫃航商，此結果如何推論而得，需要嚴謹說明。	報告已修正，註明為「跨業別歸納」並補充推論過程。	同意辦理
7. 請說明為何使用德國雙軸轉型能力成熟度模型，其是否適合國內的貨櫃航運業者，以及是否僅適用於港口與貨櫃船舶運送業，報告書中可納入簡報第 22 頁。	謝謝建議，已將簡報第 22 頁納入報告中，並說明德國模型與本研究關聯性，以適用於我國產業。	同意辦理
8. 須再多強調說明 Deloitte ESG 高階管理者調查之內容是否適合貨櫃航運產業的 ESG 分析。	謝謝委員建議，已增修報告於章節 3.1.2。簡述回復如下：雖然這份調查並非專為貨櫃航運產業量身打造，但其廣泛的產業覆蓋範圍和對大型企業的關注，使其成為貨櫃航運業在進行 ESG 分析時的重要參考。調查中針對範疇三排放衡量與數據治理的見解，與航運業面臨的實際挑戰高度相關。這	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
	<p>些見解能夠有效協助航運業者解決普遍性的 ESG 挑戰，並提供實用性的解決方案，因此具有參考價值。</p>	
<p>二、工研院服務系統科技中心陳慧娟副執行長</p>		
<p>1. 本研究第二年期（115）年工作項目為規劃優先方案落地與推廣，所以115年仍不會進行小試行，請問如何證明規劃方案的可行性，建議115年底須有一評估方法。</p>	<p>對於方案可行性可從三點進行評估：技術（現有技術與系統能否支援落地）、組織（參與單位、資源與流程是否可執行）、經濟/效益（成本、效益與推廣價值是否合理），方法上透過專家評估法、與實務單位焦點座談等，來了解與現場需求之契合度或利用數據，測試方案可落地性。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>2. 報告書第17-19頁，2.1.3雙軸轉型所需的能力中「雙軸轉型能力框架」可以參考，但需要對應公私營角色及具體數位或永續方案，建議可以跟第19頁2.2.2國際港埠協會提的WPSP 六大領域之項目一併考量研析。</p>	<p>謝謝建議，本研究強化公私部門角色對應：原框架系以私部門推動雙軸轉型為主，將嘗試將目前企業面臨的問題中，與公部門有關的事項，作為「公部門推動力」的參考，如政策制定、資源引導、法規監管等。此分工有助於釐清責任歸屬與協同機制，並提升框架的實務可操作性。</p> <p>另納入 WPSP 六大永續領域研析：思考每一領域將對應所需能力模</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
	組與可能的數位／永續方案，強化報告的國際接軌性與策略深度。	
3. 本研究蒐集很多國際案例推動方向與目標皆可參考，例如鹿特丹港 PCS+AI、DCSA 2030 全面推行電子提單（eBL）等，但請追蹤各國推動進度與成功機會，以及評析列出哪些是我國可以參考的短中長期目標。	謝謝建議，遵照辦理，各國推動現況補充於報告中。	同意辦理
4. 洛杉磯港與上海港綠色航運走廊實施計畫及新加坡港與鹿特丹港、洛杉磯港、長灘港合作，國際各港已開啟跨境合作，請說明臺灣目前的作法及國際合作機會為何。	謝謝建議，遵照辦理，各國推動現況補充於報告中。	同意辦理
5. 計畫中蒐集不少案例都有提及「跨港數據共享平台」（新加坡港等），請先大致說明可共享的數據標的及內涵，以及在推動中可能面臨的問題。	報告中已補充數據共享平台（PCS）相關內容，說明共享數據標的及內涵。	同意辦理
6. 臺灣高虎船代與港口合作導入 PCS 及開發 Port Line Up 平台，請說明目前進展及相關的權利義務，是否有機會擴散或是否存在哪些瓶頸。	謝謝建議，此案例為 Gulf Agency Company（臺灣高虎母公司）推出的數位工具，已進一步補充臺灣應用狀況。	同意辦理
7. 雙軸轉型評量指標及航港業轉型旅程量表，如何確保指標及量表計算之可用及完整性，是否已開過專	謝謝建議，已於本文納入相關內容，補充說明量表係透過專家會議確	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
家會議或是否有相關建議資料等，附件有述及相關部分，可納入報告本文說明。	認適用性及完整性，並進行信效度測試。	
8. 本研究將數位永續成熟度分級，請說明後續研擬措施時，是否會區分角色（業態）給予不同建議。	謝謝建議，本研究依業別分別給予不同方案架構與策略建議。	同意辦理
9. 可依據企業填寫評量問卷時之難處進行檢討，以利於後續擴散應用。此外目前國內代表企業評量結果，是否可與國際企業進行比較，尤其 B1 公司表現極佳，相較於國際領導企業表現如何，是否還有成長空間。	謝謝建議，已補充與評估對象交流時其給予量表之建議，如題目的可讀性、對轉型之定義以及選項重複勾選等議題做回饋。本研究量表是以企業自評為主，將嘗試搜尋國際公司之次級資料進行比較。	同意辦理
10. 工作坊目前只規劃辦理 1 場次，請說明預計邀請多少家數，以及屆時分組方式，在分組規劃上，應考量如何讓業者願意說明問題與建議。	謝謝委員建議，謹補充說明如下。 本次工作坊，規劃參與學員的總人數為 20~30 人，將透過報名網站，公開邀請 5~10 家廠商。預計分為 6 組，每組 4~5 人。以同集團或同供應鏈的人員，優先規劃為同一組。工作坊中將先說明計畫的背景、目標，並藉由情境模擬與角色扮演，讓業者主動提出問題與建議。	同意辦理
三、交通部航政司盧清泉副司長		
1. 由於船舶運送及其他等 6 個行業，其規模、資訊能力、雙軸轉型需求等，有	遵照辦理。各行業確實在規模、數位化能力、減碳壓力有所不同，因	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>極大差異，針對不同對象進行評估需有更多論述與說明，因此應用同一種評估量表在不同行業時，宜先行考量該行業在資訊與減碳現況之差異性，建議後續研究階段，盡量針對不同行業之特性，增加對應的問項，做為目前量表的補充，以探求各該行業的現況，以及研議其所需的雙軸轉型架構。</p>	<p>此本研究先就共通性的核心維度（組織文化、人才培育及價值創造、產品服務及商業模式、資訊優化）等建構雙軸轉型量表，過程中蒐集業者填答時產生之疑惑紀錄與彙整，並調修成本期量表定稿版。建議可在延續研究或次階段調查時，再針對不同行業的特性，增加客製化問項，更完整呈現數位與永續雙軸轉型現況與需求。</p>	
<p>2. 建議詳加補充說明為何要利用德國 TTCMM 模型、IFRS 永續揭露準則、Deloitte ESG 問卷等工具，該等工具對永續指標或量表之推衍之貢獻，如何利用來彙整及歸納出四大維度十三項指標，或如何利用來研擬未來策略架構等。</p>	<p>謝謝委員建議，於期末報告進行補充，重點說明如下：</p> <p>(1) 本研究選擇德國 TTCMM 模型、IFRS 永續揭露準則及 Deloitte ESG 高階管理者調查等工具，是基於其在理論框架、法規要求及實務應用上的互補性。TTCMM 模型提供了雙軸轉型的結構性評估框架，IFRS 準則則提供了具國際接軌性與強制性的揭露標準，而 Deloitte 的問卷則提供了企業實務操作層面的痛</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
	<p>點與順利推動的關鍵因素。</p> <p>(2) 本研究匯整上述工具的核心概念與維度，與前期研究之「3.1.3航港業數位轉型旅程量表」進行歸納，最終，建構出包含四大維度與十三項指標的「雙軸轉型量表」，涵蓋了組織、人才、服務與資訊等面向，強調了數位與永續的協同發展。</p>	
<p>3. 建議一併描述上述工具有無提供在策略下更為具象的可行參考方案或措施，另一併補充這些工具有無針對特定行業或條件來設計。</p>	<p>謝謝委員建議，將針對方案進行討論。</p> <p>(1) TTCMM 屬於成熟度路徑框架，提供進階路徑（從初始到最佳化）的分級指引，本身不直接給出具體措施，但可作為設計行動方案的「進步方向」參考。</p> <p>(2) IFRS 永續揭露準則（S1/S2）主要定位在「揭露要求」，提供須揭露的治理、策略、風險與指標。雖然本身不是「行動指南」，但明確指出應揭露</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
	<p>內容（例如溫室氣體排放、治理架構、風險因應策略），因此可作為制定策略措施時必要參照清單，避免忽略關鍵項目。</p> <p>(3) Deloitte ESG 問卷內容往往已將「策略方向」轉為具體題項，企業在回答時即可對照自身是否已採取具體措施，雖未直接提供方案或措施，但可提供一定程度的參考。</p> <p>(4) 這三項工具在設計上皆非針對特定行業或條件，因此本研究在引用上，考量在地性與航港產業的需要。</p>	
<p>4. 第二章國外航運業案例分析，宜做一個歸納整理，除針對各業及其國案例的特性、特徵或共同點、差異點加以分析外，亦宜針對不同行業間相同/相異處加以探討，並就套用在六大行業時，是否有哪個環節較為不足之處等加以補充蒐集（例如汽車貨櫃運輸業），以研析各國有否相關的路徑藍圖及效益衡量指標，如此將有助於後</p>	<p>謝謝建議，本研究後續將把「單點敘述」進一步提升到案例「比較與歸納」，並針對後面章節的內容進行必要資料的蒐集分析。</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
面章節我國各行業量表的校正推衍歸納，以及後續雙軸轉型策略與方案架構、路徑藍圖及效益衡量指標之建構。		
四、交通部航港局陳賓權副局長		
1. 期中報告蒐集國際法規與案例完整，涵蓋 IMO、EU ETS、IFRS 及新加坡、鹿特丹等港口，並結合高雄港、台北港等本土實例，展現國際視野與在地化應用。其次，研究架構嚴謹，採用量表調查、深度訪談與次級資料分析，並以國際成熟度模型（TTCMM）及 IFRS、Deloitte ESG 框架設計四大面向、13 項指標，具科學性與實務性。最後，後續工作規劃完整，涵蓋工作坊、情境模擬與落地應用，展現延續性與操作性，值得肯定。	謝謝肯定。	同意辦理
2. 在評估量表設計上，本研究採用前期數位轉型量表簡化版，並結合 TTCMM、IFRS 與 Deloitte ESG 指標，建構四大構面、13 項指標，但透過因素分析或是 VIF 所萃取出來的指標，是否能真正涵蓋前期研究原始指標所代表的意義，似乎缺乏	(1) 針對委員所關切之原始指標意涵延續性，補充「指標對應」，逐一對照前期量表與本研究所建構之指標，說明其涵蓋範疇與轉化過程，以確保核心概念不致流失。本研究以因素分析的	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>對應說明，建議針對各指標權重分配與敏感度分析進一步說明，並補充量表的統計驗證方法（如信度分析、交叉檢驗），以強化其科學性與可重複性。</p>	<p>factor loading 做為各構面的權重依據，來篩選簡化指標。</p> <p>(2) 本次調查完成後，將嘗試進行信度分析，以驗證萃取指標的測量一致性。</p>	
<p>3. 在訪談對象與樣本數上，研究對象以船舶運送業為核心，延伸至該上下游合作夥伴，但建議仍可再為強化樣本數與代表性，例如汽車貨櫃運輸、船務代理等，部分業別僅列出個別案例，整體比例不足，可能影響推論廣度。此外，受訪對象多以管理層或母公司政策規劃者為主，較少納入基層或技術實務端聲音，建議擴充樣本涵蓋度，並平衡不同角度觀點。</p>	<p>謝謝建議，為確保研究能夠反映臺灣產業現況與潛力，已就訪談樣本進行調整，以下三個面向強化樣本數與代表性。</p> <p>(1) 業類型覆蓋：研究對象之業別至少各納入 1-2 家代表性業者，避免偏重單一業態。</p> <p>(2) 公司規模多樣性：包括大型（資本額較高，策略與資源充足者）與中小型（業務靈活但資源較為有限）業者。</p> <p>(3) 營運模式差異性：針對業務型態差異進行分類，如</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 遠洋 vs. 近洋 ● 內陸櫃場 vs. 碼頭 ● 專屬碼頭 vs. 公用碼頭 ● 數位化程度高 vs. 傳統作業。 	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>4. 在初步結果與分析上，初步結果顯示，船舶運送業在數位與永續成熟度表現最佳，屬於「領先群」，而承攬業、船代與貨櫃運輸業則大多落在「發展群」。然而，以群組方式呈現，較難呈現不同群組間的轉型差距，也無法說明樣本數對統計推論的支撐力。建議補強統計數據展示，並針對不同群組提出更具體的改進建議，以提升研究成果的策略價值。</p>	<p>謝謝建議，本團隊增進群組分布與相關統計數據之呈現方式，例如展示各群組的產業分布、各構面分數差距等，以更直觀展示各群組的雙軸發展差異，有助於從中觀察並研擬各群組的提升策略。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>5. 最後本研究開宗明義是要評估我國產業雙軸轉型的潛力，但評估量表的問項較像是雙軸轉型的現況描述，如何從現況發現潛力進而促進雙軸轉型是本研究的重要課題。建議未來應將工作坊成果與政府碳費、補助及法規政策緊密連結，並設計產官學研合作模式，同時借鏡新加坡等國際案例，提出具體誘因與配套，確保雙軸轉型能在供應鏈落地推廣。</p>	<p>謝謝建議，本案藉由工作坊促進產業對雙軸轉型的理解與實務應用，透過情境模擬探討雙軸轉型議題與策略架構，並建立產業雙軸轉型共識。將評估落差視為企業的發展潛力，並將研討產官學研合作框架，結合碳費、補助、綠色費率等政策誘因，推動數據標準與模組化方案，確保轉型策略能落地至供應鏈中小企業。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>五、臺灣港務股份有限公司永續發展推動辦公室張紋英永續長</p>		
<p>1. 報告緒論第三段提到透過標準化及數位化可減少低效率與紙本流程造成的碳排放，同意此等論述。</p>	<p>謝謝肯定。</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
2. 針對研究對象應設定清楚，簡報第 24 頁將貨櫃集散站經營業分為內陸及港區，建議補充說明於報告書表 1。報告第 3 頁評估業別有 6 類，報告第 34 頁探討業別 6 類，惟前者有貨物裝卸承攬業、後者有貨櫃港口經營，請說明兩者差異。	謝謝建議，已補充說明表 1 及相關評估業別使內容一致。	同意辦理
3. 報告書表 1 之 1-1 工作內容：蒐集貨櫃航運作業鏈推動數位轉型...，請說明作業鏈所涉及之利害關係人為何？是否全數納入本年度研究/參與對象？如非，建議標示清楚。	謝謝建議，已修正利害關係人確保一致性。	同意辦理
4. 報告書表 1 之 1-2 研究/參與對象列出 6 業別，1-3 則僅列出 4 大業別，請說明前後不一致原因。	謝謝建議，已修正一致性。	同意辦理
5. 報告書表 1 之 1-4 交流與推廣中政府機關（構）舉例航港局、港務公司、關務署等，惟船舶進出港及貨櫃裝卸等作業中，涉及利害關係人如海巡、保三、港警、引水、港勤、理貨業（商港法特許行業）、報關業等，均為貨櫃作業鏈上產業，如缺乏其意見，殊為可惜，後續的交	謝謝建議。本研究聚焦於貨櫃航運產業運送過程，涵蓋「貨→貨櫃→船」全流程中扮演關鍵角色的產業鏈節點。研究範圍鎖定直接參與貨櫃運輸與操作的民間業者，以便更精準掌握第一線的產業痛點與數位/永續挑戰，考量時程與研究資源有限，無法在同一階段全面涵蓋所有利害關係人，後續在推	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
流與推廣是否會納入？如不納入，建議說明原因。	廣落地階段，可再逐步擴大交流對象，以確保整體作業鏈的完整性。	
<p>6. 報告第 8 頁第一段提到「永續轉型則關注在環境、社會與治理等面向」，第 11 頁第二段提到「真正成功的雙軸轉型需要採取系統性整合，涵蓋生態、社會與經濟三個面向」，以及雙軸轉型具備四點核心價值等，認同此三段話的表述，惟在本研究案中，似乎比較強調數位發展及減碳策略之呈現，對於社會、經濟、治理之描述較為缺乏。</p>	<p>謝謝建議，本研究目前雖以數位與減碳為切入點，但最終目的仍是支持產業在 ESG 的整合發展，簡要說明如下：</p> <p>(1) 聚焦數位與減碳的必要性：因為碳排放相關法規（如 IMO、臺灣 2050 淨零、碳費/碳交易制度）具有強制性，企業確實對減碳進行處理；數位化的角色則是協助企業落實減碳與效率提升，因此研究以此為核心是有其必要性。</p> <p>(2) 環境、社會、治理的重要性：雖然研究的重心在「數位」與「減碳」，但社會責任、治理架構仍在資料蒐集過程中有觸及。另可將人才培育、供應鏈責任、透明治理等作為補充。</p> <p>(3) 未來研究可再擴中 ESG 指標，使研究更全面。</p>	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
7. 報告第 8 頁第二段提到「特別關注具強制性規範及法制發展的面向」，合規是基本門檻，此點是非常關鍵，ESG 之公司治理以合規為基本要求，要成就淨零目標，則強制性規範是必要手段之一，期待研究團隊關於此面向資料收集和意見回饋。	謝謝肯定，將持續蒐集業者對 ESG 之意見回饋。	同意辦理
8. 報告書表 4 統計資料建議更新至 2024 年為佳。	謝謝建議，已根據國際海事組織 (IMO) 2025 年通過之協議，更新報告書的表 4。	同意辦理
9. 報告第 35 頁綠色航運走廊倡議是 COP 會議重要主張，同時影響貨櫃航運競爭力及港口的應變，建議多收集相關資料。	謝謝建議，已依據 COP26 之克萊德班克綠色航運走廊宣言 Clydebank Declaration，於報告書 2.4.1 中補充綠色航運走廊倡議之相關內容。	同意辦理
10. 報告第 40 頁在氫港願景部分，提到釜山港推動壓電再生能源方案，此方案甚為與眾不同，建議可多掌握進度及效益。	謝謝建議，根據最新進展，此壓電再生能源方案，是利用貨車通行港口開門時產生的振動和壓力，將其轉化為綠色能源。此舉旨在支持韓國於 2030 年將溫室氣體排放量減少 40% 的國家目標。該計畫為期兩年，自 2021 年 11 月至 2023 年 10 月，已在 Uam 碼頭完成測試，後續將安裝至釜山新港所	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
	<p>有 47 個閘門。該方案預計每年將產生 2,115 MW 電力，足供 705 戶家庭使用，並減少約 936.522 噸二氧化碳排放，相當於種植逾 14.9 萬棵松樹。</p>	
<p>11. 報告 2.4.1 探討貨櫃港口經營以港口經營者為主軸論述，惟 5.高雄港、6.台北港、7.港務公司等 3 部分，似有重疊及與主軸不甚一致之論述，例如第 42 頁智慧商情平台非單一港口所有、第 43 頁台北港的論述為櫃場經營者、第 45-46 頁以下幾點請說明並確認是否有誤：</p> <p>(1) 5GAIoT：安全容錯？</p> <p>(2) 永續發展實現綠色港口：從源頭控管營運車輛排放、實施貨車換班分流制度？</p> <p>(3) 減碳目標：2030 年碳排放強度較 2020 年降低 10%、2035 年降低 20%？</p> <p>(4) 5G 數位減碳應用：於台中港導入冷鏈貨櫃溫控？</p> <p>(5) 低碳車隊智慧管理：推動電動牽引車隊整合中控系統？</p>	<p>謝謝建議，遵照辦理修正內容。</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
12. 報告 2.4.3 貨櫃集散站經營業提報兩個部分資料，分別為歐盟 TIC4.0 與 iTerminals4.0 及中國貨櫃公司，後續是否會持續收集及回饋臺灣貨櫃集散站業者的資料？	謝謝建議，遵照辦理，追蹤各國推動現況補充於報告中。	同意辦理
13. 報告 2.4.5 船務代理業提供威爾森船舶管理公司資料，依內容描述此公司與臺灣航業法所稱船務代理業從事業務，關聯性似乎較小，請再確認將此公司歸納在本部分是否妥適。	謝謝建議，已調整本章節文獻資料。	同意辦理
14. 報告 2.4.6 汽車貨櫃貨運業中無臺灣業者的資料，請說明後續是否補充或經評估確認無須納入。	謝謝建議，蒐集相關資料調整本章節文獻資料。	同意辦理
15. 報告 1.3.3.2 第二段第 5 行，依據汽車運輸業管理規則定義，應稱為汽車貨櫃貨運業，建議可調整成法規用語。2.3.3.2 第三段本研究聚焦臺灣四家主要貨櫃航運公司及其供應鏈，請說明本報告書各章節內容是否亦聚焦此等對象。	謝謝建議，已調整成法規用語，並補充說明各章節內容聚焦對象。	同意辦理
16. 文字修改： (1) 4.2.2 第一行：多了"轉型"兩字。搭配碳"頭"系統為誤繕。	謝謝建議，遵照辦理。	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>(2) 第 104 頁第二段第一行"被告之"為誤繕。</p> <p>(3) 第 118 頁第一段多了"推動"兩字。</p> <p>(4) 第 136 頁第二段第 4 行"上下游廠商使否具備.."為誤繕。</p>		
六、交通部航政司（含書面意見）		
<p>1. 本研究內容涉及 IMO 國際公約發展趨勢，及船舶溫室氣體減排之監測、報告與驗證實務，為確保所提方案策略具前瞻及可行性，建議後續辦理研究訪談時，適時徵詢驗船中心意見。</p>	<p>謝謝建議，已透過驗船中心訪談交流，確保所提方案策略具前瞻及可行性。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>2. 本研究以船舶運送業為核心，延伸至上下游合作夥伴，如船務代理業、海運承攬運送業、貨櫃集散站經營業、汽車貨櫃運輸業等，探討其數位導入及永續行動之進展及痛點，進而研擬數位永續雙軸四階段轉型架構，後續將以貨櫃集散站為例提出可行策略，惟為促進貨櫃航運產業雙軸轉型，可參考報告圖 34 所示各企業雙軸成熟度落點圖（報告第 93 頁），針對分級程度較低者如海運承攬業、船務代</p>	<p>謝謝建議，本研究針對不同業別分別給予不同方案架構與策略建議，分級程度較低者亦提出推動策略之建議。</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
理業等優先提出推動策略。		
七、交通部航港局（含書面意見）		
<p>1. 報告中量表主要依企業自評，但自評可能存在樂觀偏誤，即企業可能高估自身轉型成熟度。報告雖提到會參考訪談與次級資料調整，但未明確說明如何修正或控制這種偏誤。建議在報告中明確標示自評的限制，並補充如何校正偏誤或提供信度說明，避免讀者誤解評估結果過於精確。</p>	<p>謝謝建議。本研究量表主要依企業自評，可能存在偏誤，即企業可能高估或低估自身的數位或永續轉型成熟度。為降低此偏誤，已採取以下措施，以增進評估的效果：</p> <p>(1) 參考多元資料來源：除了企業自評外，研究亦收集產業訪談、次級資料與公開報告，以交叉比對自評結果。</p> <p>(2) 結果呈現限制說明：於報告中明確標示自評資料的限制，其評估結果為相對指標，不宜過度解讀為精確數值。</p> <p>(3) 部分公司揭露不足造成評估偏低，此「僅因資訊揭露有限，而非實際能力不足」。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>2. 「C1 公司雖為船舶運送業者，惟其數位與永續作為之揭露有限，導致評估結果顯著低於同業」表達了因果，但「顯著低於同</p>	<p>謝謝建議，已修正報告書文字。</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
業」與「資訊揭露有限」之間的邏輯連結沒有完全說明，可能誤以為 C1 公司能力本身不足，而非揭露不足造成評估偏低。建議可以明確加上「僅因資訊揭露有限，而非實際能力不足」之類說明，避免誤解。		
3. 本研究內容係涵蓋四大業別（船舶運送、船務代理、海運承攬運送及貨櫃集散站經營）及相關產業，並於報告第 91~92 頁列出各業別成熟度差異分析，惟目前分析仍偏重該產業之共通課題，尚缺乏依據各業別不同「規模」下面臨之問題探討（如船舶運送業及海攬業規模差距甚大，在數位化、低碳化、資本及技術上所面臨之問題恐有明顯差異）。建議可評估將各業別不同規模之現況納入分析，以提升各業別痛點識別的精確度，據以研擬更具針對性的方案架構與策略。	謝謝建議。各業別規模確實是影響其雙軸轉型決策的重大因素，本研究進一步納入各業別的營運規模層面來考量，例如資本額、營運範圍（如船舶運送業多為跨國營運，海運承攬業則多在地企業）等，以期對企業的發展決策與走向提供更深入的理解。	同意辦理
八、臺灣港務股份有限公司（含書面意見）		
1. 國際案例目前研究內容偏向成果描述，建議可補充案例之困境、背景型態及政策等參考。	謝謝建議，遵照辦理，各國推動現況補充於報告中。	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>2. 報告第 4、5 頁計畫範圍聚焦「貨櫃作業鏈」相關產業面臨共通核心課題或瓶頸，圖 1 與表 1 中研究對象涵蓋「汽車貨櫃貨運業」與「貨物裝卸承攬業」，惟表 1 的「1-3 研擬貨櫃航運產業雙軸轉型方案架構及策略」中，僅從「四大業別」（船舶運送業、船務代理業、海運承攬運送業及貨櫃集散站經營業）提出優先推動業別，似未納入「汽車貨櫃貨運業」與「貨物裝卸承攬業」雙軸轉型研析，建議補充說明。</p>	<p>謝謝建議，已補充說明表 1 及相關評估業別使內容一致。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>3. 報告第 36、37 頁對於國際港口推動數位永續作為，研究團隊提出推動跨港口資訊互通及綠色航運走廊等措施，建議補充說明推動具體內容及效益，以作為我國航運產業發展之參考。</p>	<p>謝謝建議，遵照辦理，各國推動現況補充於報告中。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>4. 報告第 43 頁高雄港及安平港執行 5G 智慧海港 2.0 試驗計畫，請刪除企業專網文字。</p>	<p>謝謝建議，遵照辦理。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>5. 報告第 43 頁研究報告論述台北港雙軸轉型現況，應屬台北港貨櫃碼頭公司在櫃場自動化及數位化管理之推動作為，建議調整於</p>	<p>謝謝建議，遵照辦理。</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
報告 2.4.3 貨櫃集散站經營說明。		
<p>6. 報告第 45 頁：</p> <p>(1) 圖 16 港務公司推動雙軸轉型現況中，智慧監控管理系統與報告內容不符，依報告敘述文字請修正為「智慧能源管理系統」。</p> <p>(2) 港務公司推動雙軸轉型現況所列成果建議區分為港務公司之推動方案以及民間業者本身計畫（非屬本公司執行，本公司係提供場域或相關獎勵鼓勵業者辦理），此部分建請釐清。</p> <p>(3) 第 7. (1) ①應改為 Trans-SMART 2.0⁺計畫。另其內容：「…透過智慧閘道與車流管理系統，提升貨櫃車進出效率，…」，建議調整為「…例如：為協助港警管理進出商港管制區人員、車輛，透過建置自動化門哨系統及 E 化車道，與內政部警政署逃犯、贓車資料庫進行即時比對，另結合 AI 影像辨識通行車輛，提升港口門哨安全管理及運輸效率。另透過佈建多項物聯網感測設備，蒐整港口營運動態即時數據進行大數據分析</p>	<p>謝謝建議，遵照辦理。</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>與預測，並透過提供即時告警訊息，輔助港區作業人員啟動相關應變處置作為，確保港口營運服務韌性。」</p> <p>(4) 第 7. (1) ②5G AIoT 智慧港發展，已納入 Trans-SMART 2.0+計畫，該段文字建議刪除。</p> <p>(5) 第 7. (1) ③港口創新試驗場域：「為加速…的發展能量。」，建議調整為，③港口創新試驗場域：港務公司秉持「創新科技試驗場域，港口歡迎新創合作」的理念，依據港口營運管理需求，支持新興科技於港口進行多元應用，公布「智慧港口創新科技試驗場域推動要點」，開放港口作為創新科技實證與示範場域，攜手資通訊產業研發能量，促成相關科技解決方案落地商轉或擴展至臺灣港群應用，來達成港口數位轉型目標。</p>		
<p>7. 報告第 46 頁第 7. (2) 永續發展實現綠色港口：</p> <p>(1) 第 7. (2) ①空污防制目標：港務公司無訂定空氣品質懸浮微粒濃度應控制</p>	<p>謝謝建議，遵照辦理。</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>目標，建議刪除本段文字。</p> <p>(2) 第 7.(2) ②綠色設備汰換一節，建議修正如下： 「為落實低碳營運，港務公司宣導鼓勵港區業者採用電動化機具，提高港區裝卸機具電動化比例，替代高排放之汽柴油裝卸機具，降低運具碳足跡。…」</p> <p>(3) 第 7.(2) ③污染源總量管制一節，其內容與標題不符，另內容提及源頭控管營運車輛，並至區內設置環境監測儀進行空品追蹤部分，港務公司無辦理相關業務，建請釐清修正。</p>		
<p>8. 報告第 46 頁第 7.(3) 雙軸整合實現低碳與效率並進：</p> <p>(1) 第 7.(3) ①減碳目標階段規劃：港務公司減碳目標為「範疇一、二 2030 年溫室氣體減量 50%，2050 年淨零排放」，請修正。</p> <p>(2) 第 7.(3) ②③非港務公司辦理業務，請刪除。可調整為以下：②自動化門哨系統：門哨透過導入 AI 影像辨識及資訊自動化比對等作業流程，提升車流</p>	<p>謝謝建議，遵照辦理。</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>效率及降低車輛停等燃油消耗，實現碳排與空污減量。③智慧能源管理系統：建置即時監控之能源管理系統，掌握用水、用電、照明及空調等能源使用狀態，強化港區能耗管理，並為碳排監測及整體港區環境管理提供關鍵支援。</p>		
<p>9. 本研究報告將研擬貨櫃航運產業雙軸轉型方案架構及策略，建議於產業訪談時，納入業者期待政府部門提供協助及資訊整合做法，以做為未來協助航運產業推動雙軸轉型之參考。</p>	<p>謝謝建議，已於報告書納入業者對政府之建議，希冀提供推動之參考。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>九、本所運輸工程及海空運組（書面意見）</p>		
<p>1. 第2.4節貨櫃航運業雙軸轉型案例與趨勢，雖已針對國際標竿港口及不同業別進行案例蒐集，並歸納出發展趨勢，建議可歸納反饋到本研究之分析，例如案例可借鏡重點、適用/不適用之條件及原因等，以作為後續策略研擬之參考。</p>	<p>謝謝建議，已將案例與策略分析對應，補充於報告中。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>2. 評估我國貨櫃航運產業雙軸轉型能量之工作項目下，完成歸納建構本案之雙軸轉型評估量表，為確保量表適用性及可信度，</p>	<p>遵照辦理。本研究在完成雙軸轉型評估量表初步建構後，已同步透過量表填答與專家訪談蒐集回饋，初步掌握受訪</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>請團隊蒐集本研究中填答及訪談對象之回饋及執行經驗，持續精進修調量表內容。</p>	<p>業者在答題理解度、指標適切性及可操作性上的意見。且已蒐整填答與訪談對象之回饋與執行經驗，並依據回饋進行量表內容之精進與修調，確保量表更符合我國貨櫃航運產業之實際情境，提升其適用性、信效度與未來發展之參考價值。</p>	
<p>3. 本研究在評估對象規劃上，已涵蓋計畫要求之四大業別，並擴增汽車貨櫃貨運業及裝卸業。在評估對象挑選上（表 15）。以四大主要貨櫃航運公司及其供應鏈為分析起點，期透過標竿企業先行，連鎖效應推動至中小型企业，然而貨櫃航運產業業態多元，目前受調對象恐不足以反映產業鏈全貌，後續請就不同業態進行歸納，適度擴增不同業態之評估樣本數，以呈現產業間差異化需求，亦有助於後續策略研擬時，提出更具層次性、差異化的推動建議。</p>	<p>謝謝建議，本研究聚焦於貨櫃航運產業運送過程，涵蓋「貨→貨櫃→船」全流程中扮演關鍵角色的產業鏈節點。研究範圍鎖定直接參與貨櫃運輸與操作的民間業者，以便更精準掌握第一線的產業痛點與數位/永續挑戰，已擴增不同業態之評估樣本數，以完善本案策略研擬與推動方向。</p> <p>本研究就訪談樣本進行調整，以下三個面向，以強化樣本數與代表性。</p> <p>(1) 業類型覆蓋：研究對象之業別至少各納入 1-2 家代表性業者，避免偏重單一業態。</p> <p>(2) 公司規模多樣性：包括大型（資本額</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
	<p>較高，策略與資源充足者)與中小型(業務靈活但資源較為有限)業者。</p> <p>(3) 營運模式差異性：針對業務型態差異進行分類，如</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 遠洋 vs. 近洋 ● 內陸櫃場 vs. 碼頭 ● 專屬碼頭 vs. 公用碼頭 <p>數位化程度高 vs. 傳統作業。</p>	
<p>4. 在 3.3.3 節評估結果綜整評估內容(表 16)，以轉型動機、推動現況、轉型策略、資源與課題等四面向進行分析，不同面相有出現內容重複及文義不清之情形，且該表格無法清楚呈現產業內/間發展現況及遭遇之瓶頸，請重新設計分析方法，提高結構化及系統化分析能力，並提出具有參考價值的洞見。</p>	<p>謝謝建議，遵照辦理。</p>	<p>同意辦理</p>

附錄二、期末報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫

期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：MOTC-IOT-114-ECB007 我國貨櫃航運產業數位與永續雙軸轉型研究（1/2）-方案架構及策略研擬

執行廠商：財團法人資訊工業策進會

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
一、國立陽明交通大學黃明居教授		
<p>1. 期末報告內容偏多且不易閱讀，名詞使用密集，閱讀過程中常出現尚未說明的新概念，建議調整字型與段落格式，刪除或簡化部分內容，以提升整體邏輯性與可讀性。</p>	<p>謝謝建議，已重新調整報告的結構，如針對第二章進行簡化，並將雙軸轉型文獻、國際組織於數位與永續之倡議等細節移至附錄五；另外針對新概念與專有名詞部分，亦在第一次出現時進行說明，以期提升整體邏輯性與可讀性。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>2. 報告中雖已提出研究架構，但分析、評估與研擬等階段之目的與銜接關係仍不夠清楚，未充分說明研究核心如何產出本計畫之「方案架構」及「策略研擬」。建議修正研究架構圖，並清楚說明執行步驟與研究方法之邏輯關係，例如第三章第 79 頁之成熟度模型與旅程量表之關聯性說明不足；另由 TTCMM、IFRS 永續揭露準則及 Deloitte ESG 調查歸納形成「四大維度、十三項指標」之推導邏輯，亦須補充完整說明。</p>	<p>謝謝建議。本計畫新增「1.3 計畫研究架構」一節，說明整體研究架構係依循「趨勢分析 → 評估架構建構 → 現況評估 → 方案研擬」之邏輯設計，使後續所提出之方案架構與策略建議具備清楚的推導脈絡與實證基礎。另於第三章補充說明其他雙軸轉型分析工具與本研究「貨櫃航運業雙軸轉型評估量表」之關聯性，請參見 3.2 節。</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>3. 簡報中三群分類（如第 18 頁）結構清楚，但後續提出「轉型能量」與 26 項 SEA 架構（如第 22 頁）時，與前述分析之承接關係不明。對應報告書第 138 頁，轉型方案與策略之彙整來源、方法與邏輯未清楚交代，且與前述章節分析結果存在落差。雖量化分析表現良好，仍須補強分析結果如何逐步推導至方案架構之說明。</p>	<p>謝謝指正。本研究已依建議補強三群分類、轉型能量評估與 SEA 方案架構之承接邏輯，並於報告中明確說明分析結果如何逐步推導至方案研擬，請參見 3.5 節、4.1 節、4.3 節。簡要說明如下：</p> <p>(1) 依四大維度，綜合判斷各業別之雙軸轉型表現，進而形成三群分類基礎。</p> <p>(2) 將四大維度之評估結果，整合為產業層級之「轉型能量」判斷</p> <p>(3) SEA 架構之研擬，係依不同轉型能量層級所對應之發展需求與瓶頸，分別彙整可行之策略工具與介入方式</p>	<p>同意辦理</p>
<p>4. 報告第 146 頁所提方案與策略具體性不足，需說明其依據係來自法規、角色功能或其他因素。既已將對象劃分為三群，建議進一步說明是否依此提出差異化之策略推動方向，並針對不同業者或利害關係人提出更明確之方案與策略論述。</p>	<p>感謝建議，本研究已重新論述方案架構及策略，詳見請參見 3.5 節、4.1 節、4.3 節。依據表 1【2-1 制定具體行動方案】之工作內容，係根據第 1 年成果，進一步制定行動方案，包含目標及行動項目內容（如技術、參與者、可用資源）等，故本研究將於第 2 年繼續進行有關針對不同業者或利害關係人提出更明確之方案與策略論述。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>5. 「Alignment」翻譯為「夥伴化」不易理解，其定義與「協作化」之差異亦未清楚說明，建議改用「協同」或「協作化」等較為</p>	<p>謝謝委員建議，已將「夥伴化」改用「協作化」。</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
直觀且符合語意之用詞，以提升表述清楚度。		
二、工研院服務系統科技中心陳慧娟副執行長		
<p>1. 報告內容豐富但結構繁雜，但結論較看不出結構性，例如趨勢1至5間順序安排與前後關聯性，以及成熟度內容分析時，出現業別缺漏如船務代理、貨櫃場，另第5.3節五大策略方向（簡報稱方案）與文本中內容的對應關係亦不明。建議結論部分可重新調整，可先總述本計畫所採用之推演工具與方法，包括分類架構（業別、規模等）、評估模型、量表設計、分析架構、工作坊做法等，再說明整體及各業別之分析結果(如成熟度、能力)，並簡述目前存在的關鍵問題，再統整後續策略方向與明年度工作。</p>	<p>謝謝指正，已依建議重新調整結論內容，請參見第五章。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>2. 認同以夥伴化作為推動方向，但關鍵在於平台與標準之建立。應進一步說明後續工作是否將訂定開放標準納為行動方案之一，以及其推動方式或主管機關角色；同時可參考國際案例中有關標準化資料格式、API 架構與資訊平台之具體作法。</p>	<p>謝謝建議，本研究預計於第二年期工作優先鎖定高頻率、低複雜度的資料交換項目（如貨物追蹤狀態），參考國際標準，研擬適用於國內的最小可行性產品（MVP）資料交換協議/API 規範。</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
3. 報告第123頁在環境面上提及，目前缺乏全國性共通平台（多方參與的物流/航港支援平台），使商業模式難以從單點優化邁向生態系共同增效，限制整體能量發揮。建議進一步說明關鍵成功因素中，政策誘因與商業模式之突破方向。	謝謝建議，已於 3.5.4 節補充說明政策誘因與商業模式之突破方向。	同意辦理
4. 報告第126頁提及產業對統一標準之期待，建議補充企業所提出之可行作法，例如跨業標準、資訊快速轉換、分階段推動或「大帶小」模式，以及大型企業是否已自體系面要求上下游參與。若工作坊已蒐集相關建議，建議加以整理，作為明年度規劃之參考。	謝謝建議，已補充可行之作法以推動資料統一標準。本研究預計於第二期工作優先鎖定高頻率、低複雜度的資料交換項目（如貨物追蹤狀態），參考國際標準，研擬適用於國內的最小可行性產品（MVP）資料交換協議/API 規範。	同意辦理
5. 工作坊第五組跨產業協作提及循環棧板方案，涉及港口回收站設置及法規配套，可參考電商循環包材之推動經驗，該計畫是結合既有超商通路，並搭配環境部法規與經濟部計畫輔導資源。可思考交通部能否提供「蘿蔔與棍子」並行的誘因設計，以提高實際參與及落地可行性。	感謝建議。本計畫將以政策規劃與制度研擬角度，參考電商循環包材之推動經驗，分析結合既有物流或港口節點作為回收據點之可行性，並研議「蘿蔔與棍子」並行的政策工具設計方向，例如以示範導向或行政引導作為誘因（蘿蔔），搭配回收責任或使用規範之制度構想（棍子），作為後續政策建議之參考，以提升實際推動與落地可行性。	同意辦理
三、交通部航港局陳賓權副局長		

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>1. 肯定團隊在第一年度完成相當紮實的基礎工作，不僅定義了「雙軸轉型」在貨櫃航運產業的內涵，並透過 TTCMM 與 Deloitte ESG 維度建立了評估模型。對於產業現況的盤點，特別是將業者分為領先、中段、初階群，具有高度參考價值。報告中提出 SEA (Smart, Eco, Alignment) 策略架構，有創意且論述邏輯清楚，惟從「現況評估」到「策略落地」，如何具體銜接，以及如何解決中小業者（如汽車貨櫃貨運業）的數位落差方面，應是下一年可繼續深入研究的課題。</p>	<p>感謝肯定。具體銜接及解決數位落差等議題，將於第二年期深入研究。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>2. 針對第二章貨櫃航運業雙軸轉型國際案例，如上海港、新加坡港、洛杉磯港、鹿特丹港、釜山港等，除案例介紹外，建議可進一步分析我國與國際標竿之差距分析，說明我國在基礎設施與法規制度上的具體缺口，以凸顯轉型的急迫性與方向。此外，為強化政策工具屬性，建議進一步釐清本計畫與當前政府推動「2050淨零排放」、「智慧港口」及 PCS 等政策的具體</p>	<p>感謝建議。針對第二章所列上海港、新加坡港、釜山港、鹿特丹港及洛杉磯港等國際案例，本計畫將進一步補充與我國高雄港之差距分析，從治理模式、數位技術核心、減碳永續策略及推動機制等面向，對照國際港口在中央政策主導、公私協力、法規驅動、資料共享平台及示範激勵制度等作法，盤點我國於前述面向之具體缺口，以凸顯雙軸轉型之急迫性與政策著力方向，請見</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
關聯。	<p>表 6 國際標竿貨櫃港口比較分析表 (P.54)。</p> <p>同時，將進一步釐清本計畫與政府既有「2050 淨零排放」、「智慧港口」及 PCS 等政策之關聯性，說明本計畫在制度研擬、政策工具補充及跨政策整合上的支援角色，強化其作為轉型政策工具之定位，請見表 23 PCS 由單軸數位轉型轉為雙軸轉型 (P.219)。</p>	
<p>3. 第三章有關雙軸成熟度量表與分群分析（領先、中段、初階）的評估結果，建議直接對應到具體政策工具，例如針對「體系業者」，政策重點應在於引導其發揮「以大帶小」的影響力，而針對資源不足的「非體系業者」，則應設計具體的補助或輔導資源。建議在策略章節中，針對不同成熟度分群，提出對應的法規、補助或示範計畫建議，以提升研究的實務應用性。</p>	<p>謝謝建議，已補充於 4.3.5 中小企業輔導策略方向，並將於第二年期繼續研究探討。</p>	同意辦理
<p>4. 計畫顯示「汽車貨櫃貨運業」及部分中小型承攬業數位化程度嚴重落後，多依賴傳統通訊方式，形成產業鏈的數位斷點。針對此類業者，高階的智慧化策略恐難以落地，因此除「強化基礎數位能力」</p>	<p>謝謝建議，已修正可行的解決方案，補充於 4.3.5 中小企業輔導策略方向，以降低技術與成本門檻，解決數據串接問題。</p>	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>外，建議進一步提供可行的「輕量級轉型解決方案」（如：雲端訂閱制服務、公版簡易 App），降低技術與成本門檻，優先解決產業鏈最弱環節的數據串接問題。</p>		
<p>5. 報告138頁圖41我國貨櫃航運產業數位與永續雙軸轉型方案架構及策略中，SEA（Smart、Eco、Alignment）策略架構值得肯定，其中智慧化（Smart）的資料標準化及共享，建議應導入「商業誘因」並提出具體配套（如：提供數據者可獲通關優惠或綠色融資），實質驅動公私部門協作。另針對「夥伴化（Alignment）」涉及跨部會與跨企業協作，執行難度較高，建議應明確跨部會治理的主責單位與協調機制，釐清短、中、長期推動的優先順序。</p>	<p>感謝建議，已於 3.5.4 節補充說明政策誘因與商業模式之突破方向，並於 4.3.3 補充「商業誘因」，提供數據者可獲通關優惠或綠色融資，實質驅動公私部門協作。有關短、中、長期推動的優先順序建議，本研究將於第二年期進行行動方案評估工作，有關考量方案執行可能的影響因素，綜合分析提出評估結果及優先順序建議。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>四、臺灣港務股份有限公司永續發展推動辦公室張紋英永續長</p>		
<p>1. 有關港口社群系統（PCS）現已逐步推動，建議團隊可進一步與港務公司及航港局交流，以掌握實際推動現況。計畫中所述公部門角色，除港務公司外是否尚有其他國營企業可參與推動，若是以</p>	<p>謝謝建議，遵照辦理。團隊現已與港務公司及航港局就 PCS 議題保持交流，將持續掌握實際推動現況。</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>港務公司為核心，其已設有永續專責單位，建議補充說明現行機制尚存缺漏或不足，並聚焦具體改進方向。</p>		
<p>2. 報告第 124 頁所述雙軸轉型能量取決於「意願、能力與環境」：</p> <p>(1) 「意願」屬於主動態度，惟本報告蒐集之企業資料多以「合規」為導向，此處缺少「政策」的力量；另於 4.1.1 所述「提升意願：從法規驅動……」，可見法規應列為轉型能量關鍵因素之一。</p> <p>(2) 「強化能力」方面，政府近期推出 AI 新十大建設政策，其中「百工百業智慧運用」是重點之一，同時也有預算規劃，建議團隊後續可以掌握政策資訊，彙整政府可用資源，以供海運業資源不足企業應用參考。</p>	<p>謝謝建議。</p> <p>(1) 已補充法規政策之力量亦影響意願，請見 3.5.1 節。</p> <p>(2) 已於 4.1.2 節補充相關敘述，團隊亦將於第二期研究持續追蹤相關政策資訊，以利提供企業參考。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>3. 報告第 128 頁所述舉辦「貨櫃航運雙軸轉型工作坊」為具創意之作法，所產製成果亦有助於企業理解自身困境，惟仍有以下事項請釐清：</p>	<p>謝謝建議，已釐清說明於報告中 (P.135)。</p> <p>本次工作坊實際與會成員共分為五組，除情境三（海運承攬運送業）未由單一小組專責討論外，其餘情境皆有</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>(1) 情境設定涵蓋五類產業，惟成果摘要僅呈現四類，海運承攬運送業未見成果摘要，尚不明原因。</p> <p>(2) 實際參與人員之產業背景是否已涵蓋上述五類產業，建議補充說明。</p> <p>(3) 工作坊所獲致之成果，是否設有回饋利害關係人之機制，以提升實務效益。</p>	<p>一組進行深入探討。惟考量海運承攬業者於貨櫃運輸體系中扮演連結船公司、貨主及各項物流服務提供者之樞紐角色，兼具上游運能整合與下游客戶需求轉譯之功能，其觀點與功能已實際納入其他各組之角色設定與討論脈絡中，並於整體生態系協作與跨產業互動之分析中予以涵蓋，故仍能充分反映該產業於雙軸轉型議題中的核心影響與實務關切。</p> <p>另工作坊透過互動引導與創新工具，協助成員發想短、中、長期推動方向，並在專家回饋下形成具體共識。</p>	
<p>4. 報告第 144 頁表 22「公私部門推動架構與角色分工」：</p> <p>(1) 公部門於永續化面向提出「建立跨部門碳盤查平台」，建議同步盤點並整合既有政府資源，例如經濟部、環境部是否已有相關輔助措施可資運用。</p> <p>(2) 私部門於「組織與人力再造」方面，建議導入內部治理制度（如轉型辦公室、KPI 及獎酬制度），惟私部門多以合規為首要考量，若無相關政策規範或誘因，實</p>	<p>謝謝建議，本研究提出之公私部門推動架構，原意在於界定角色方向，第二年期確有必要補充既有資源盤點、政策誘因設計及推動可行性說明。</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>務上較難要求業者自行導入，建議補充配套說明。</p> <p>(3)跨部會治理架構之推動具高度挑戰性，建議進一步具體化分工模式與推動可行性，避免僅停留於概念層次；另針對私部門部分，組織再造與參與意願為關鍵，若短期內難以落實，建議調整推動優先順序或策略設計，以提高落地可能性。</p>		
<p>5. 報告第 147 頁第 5.1.2 節第一段所提及之產業名稱，建議參照第二段用語加以調整，小型「承攬」調整為「承攬運送業」、「貨運業者」調整為「貨櫃貨運業者」。</p>	<p>謝謝建議，已調整用詞。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>6. 報告第 148 頁提及私部門「組織再造」，建議進一步說明政府可採取之輔導或鼓勵方式，以及其實際可執行性。</p>	<p>感謝建議，本研究將於第二年期，研擬優先可行方案之落地應用規劃架構，以及推廣擴散之規劃，有關有關私部門「組織再造」，政府可採取之輔導或鼓勵方式。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>7. 報告第 149 頁：</p> <p>(1)第 (3) 參與者與角色中提及「承攬業者」，係指裝卸承攬業者或海運承攬運送業者，建議明確界定。</p>	<p>(1)感謝建議，已修正用詞，將「承攬業者」修改為「海運承攬業者、貨物裝卸承攬」。</p> <p>(2)第 (4) 項「可用資源」所列之系統與資料，確實多屬於私部門既有投資成</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
(2) 第(4) 可用資源，內容似乎涵蓋私部門，建議補充說明政府如何鼓勵或輔導私部門分享既有資源（如 TOS 系統），以利實務推動。	果。本研究所指之政府角色，並非要求業者無償或全面開放其核心系統（如 TOS），而是建議透過政策工具與輔導機制，引導業者以「有限、去識別化、目的導向」方式進行資料共享。	
五、交通部航政司盧清泉副司長（書面意見）		
1. 報告第二章及第三章的分析論述完整，予以肯定。	感謝肯定。	同意辦理
2. 第4.3節雖然說明綜合歸納第二、三章後提出方案架構及策略，惟未交代圖41之架構及策略歸納過程，第4.1節共通核心問題及第4.2節工作坊之分析結果，亦未說明其如何助於歸納方案架構及策略，建議加以補充。	謝謝指正，已於 3.5 節歸納數位轉型能量與維度之間的關係，並接續於第四章發展轉型方案架構及策略。	同意辦理
3. 第4.4.3節所提出的策略方向較像是口號或標題，後於簡報改以「數據導向管理」、「以數位促進節能減碳」及「夥伴協作與資料共用」做為詮釋，雖已較具深度意涵，但仍略顯直觀，無法得知是否由前面幾章的分析而來，建議仍宜與前面的章節分析有所連結，及從中萃取關鍵要素，以求客觀及增加說服力與可操作性。另外，前面的章節從未提出有類似公私部門的合作分析，	感謝建議，已重新撰寫 4.3 節，以其增加可讀性。另外，於第二章國際標竿貨櫃港口之發顛趨勢中，觀察政府政策主導、公私協力、法規驅動、資料共享平台及示範激勵制度等作法。	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>卻直接於第4.3.4節直接提出公部門與私部門可採用以下之手段…等語，稍顯突兀；尚未釐清雙軸轉型應由私部門主導、公部門扮演輔導角色，或由公部門主導、私部門配合推動，抑或應依不同業別設計差異化之公私協作機制與運作樣態，甚至是否存在其他更為適切之合作模式，均未加以充分論述即提出相關建議，恐不利於凝聚公私部門共識。建議仍應審慎研議並補充說明，以提升政策建議之務實性與可行性。</p>		
<p>4. 表22公私部門推動架構與角色分工表，尚未清楚彙整第二、三章及工作坊成果，與第4.3節之連結亦不足，建議可再整體全面檢視做更嚴謹的調整。其中分別針對「政策與產業連動」、「組織與人力再造」、「智慧化」、「永續化」、「夥伴化」（雖於簡報中已就標題稍作調整修正，但表內各欄位內容則維持未有變動）所提出的諸項「協作重點」似以直觀發想或腦力激盪所提出，未見相關說明或分析，恐不易作為公私部門採取的策略方針，建議回</p>	<p>感謝建議，本研究已進行整體檢視，將表 21 公私部門的方案與角色分工表（P.149）之內容與產業成熟度評估、業別差異分析及工作坊共識相互連結，補充各協作重點之分析依據與形成邏輯，以提升其作為政策與產業推動參考之嚴謹性與可操作性。</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
扣前述章節結果來強化補充及修正。		
5. 表7國內外主要永續規範對貨櫃集散站所受的衝擊似乎宜由「中」改歸屬為「中高」，請再考量。	謝謝建議，已重新進行衝擊程度之評估，包括建立評估準則、評估項目。	同意辦理
六、交通部航政司（含書面意見）		
1. 經檢視本案期末報告內容，已蒐集並分析國際雙軸轉型之現況、趨勢及標竿港口與航運相關產業，同時評估我國轉型能量，並且分析我國核心瓶頸、研擬適用方案，有助於115年度執行計畫第2年期之目標，爰期末報告尚符合本合作研究計畫之要求，在此感謝研究單位的努力。	感謝肯定，團隊將持續努力，確保研究成果能有效支持下一年度執行計畫目標。	同意辦理
2. 未來第二期工作方面，依運研所合作研究計畫內容，已要求針對本年擬定之轉型方案，研擬行動方案、綜合分析提出評估結果與優先順序建議、研擬優先可行方案之落地應用規劃架構等工作項目，以利後續航政監理機關或港口營運單位協助業者轉型與發展，針對後續行動方案之規劃，意見如下： (1) 考量本年度報告已指出目前全球貨櫃產業國際發展趨勢包含跨域協作	謝謝建議。本研究將在第二期工作計畫中，將「航運供應鏈共通資料標準（API/EDI）」納入研究範圍，研擬行動方案與推動時程，初步構想如下： (1) 建議優先鎖定高頻率、低複雜度的資料交換項目（如貨物追蹤狀態），參考國際標準，研擬適用於國內的最小可行性產品（MVP）資料交換協議/API 規範。後續主管機關可考量透過獎勵機制或協作平	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>與價值鏈生態系擴展，其中需透過標準化資料格式等方式，使多方同步掌握作業狀態，惟國內尚缺一致性的跨企業資料交換標準（API/EDI），爰期待團隊能明確提出「航運供應鏈共通資料標準」之具體建議與推動時程，供主管機關及業者共同參考，提升中小型業者投入數位化介接之意願。</p> <p>(2)案內提出 S（智慧化）、E（永續化）、A（夥伴化）之 SEA 策略，似乎較缺乏對於船務代理業、海運承攬運送業等中小型業者之指引，爰建議未來可依中小型業者能力，提供其可負擔並優先執行之模組化、雲端化數位工具，並結合示範驗證之方式，提供實際的投資報酬率之估算或證明，俾有效鼓勵業者投入。</p>	<p>臺，推動中小型業者（特別是海運承攬運送業與船務代理業）採用，降低其個別介接的技術門檻與成本。</p> <p>(2)本研究將在行動方案中，探討模組化、雲端化數位工具之可行性，並規劃推薦具代表性之中小企業進行示範驗證，證明數位工具的商業價值，鼓勵廣大業者投入。</p>	
七、交通部航港局（含書面意見）		
<p>1. 報告第 2 頁說明評估業別時，僅納入船舶運送業、船務代理業、海運承攬運送業、貨櫃集散站經營業、汽車貨櫃貨運業及貨</p>	<p>本研究關注航運產業中，能夠透過「數位化導入」實質影響營運流程、資料透明度與碳排管理的關鍵節點。相較之下，船舶理貨業的核心</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>物裝卸承攬業，未將船舶理貨業納入，建議補充說明本計畫產業範疇劃分之考量與依據。</p>	<p>工作仍以現場人工作業與依附式服務為主，其數位化與永續作為多半受制於船公司、碼頭或貨櫃集散站的系統與流程設計，自主轉型空間相對有限，因此暫未將其作為雙軸轉型能量的評估對象。已補充說明於 1.2 計畫範圍 (P.2)。</p>	
<p>2. 報告第 14 頁引用德國 FIM (資訊管理研究中心) 所提出之雙軸轉型能力架構，建議進一步說明我國目前於各項能力構面之既有優勢與不足之處，以利對應後續策略研擬。</p>	<p>FIM 指出，雙軸轉型重點在於建構涵蓋策略治理、組織人才、資料系統與流程應用的整體能力，使數位化有效轉化為永續績效。</p> <p>就我國現況而言，已具備若干有利條件。在策略與治理層面，政府明確宣示 2050 淨零排放目標，並逐步完善碳盤查、ESG 揭露與相關制度，為產業雙軸轉型提供清楚方向與政策誘因。在資料、系統與應用層面，部分大型航運業者與港口單位已累積數位化與永續治理實務經驗，具備示範與擴散潛力。此外，我國在資通訊產業與系統整合能力方面基礎扎實，可作為後續數位升級與跨系統整合的重要支撐。</p> <p>然而，數位與永續仍多分軸推動，組織人才能量、資料治理與治理整合不足，亟需建立整合型能力架構以支撐長期轉型。</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>3. 報告第 33 頁將各業別所受永續規範衝擊分為「低／中／高」三級，惟尚未清楚說明其評估標準與依據，建議補充說明該分級是否建立於可驗證之評估框架（如法規強制性、合規成本、營運影響及資本需求等），並說明是否具備量化或一致性判斷基準，以確保分析結果之可比較性。</p>	<p>謝謝指導。</p> <p>(1) 本研究已補充永續規範之衝擊程度之評估準則，包括：①為法規或制度的直接責任主體；②直接承擔轉型成本(設備、系統、能源、碳費…)；③若不作為，會影響其核心營運或競爭力。</p> <p>(2) 具備上述兩個項目以上者為衝擊高；具備其中一個項目者為衝擊中；皆不符合，則為衝擊低。</p> <p>詳見 2.2.3 國內外主要永續規範小結 (P.29)。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>4. 報告第 40 頁，針對上海港、新加坡港、釜山港、鹿特丹港、洛杉磯港及高雄港之智慧化與永續發展進行個別說明，建議進行比較分析表，系統展示各港口在治理、數位技術、減碳策略和推動機制的異同，並據此提出我國港口的政策建議和優先推動方向。</p>	<p>感謝建議。針對各港口之個別說明，本計畫將依委員意見補充製作表 6 國際標竿貨櫃港口比較分析表 (P.54)，以治理模式、數位技術核心、減碳永續策略與推動機制等構面，系統化呈現上海港、新加坡港、釜山港、鹿特丹港、洛杉磯港及高雄港之異同。並將據此彙整差距與可借鏡作法，提出我國港口之政策建議與優先推動方向，以強化報告之政策工具性與可行性。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>5. 報告第 58 頁，本節僅比較丹麥馬士基、法國達飛及長榮海運三家航商，惟未納入全球運量規模最大的 MSC 地中海航運。建議補充說明案例選擇的原則，</p>	<p>感謝委員建議。針對航商案例比較部分，已依委員意見補充納入 MSC 地中海航運之相關內容 (P.57)，並參考其近期公開之永續發展資料，從船隊更新、替代燃料應</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
或納入 MSC 對照，以提升比較分析的完整性。	用、能源效率提升及數位化作法等面向，納入與其他航商之比較說明。透過補充全球運量規模最大的航商案例，有助於更完整呈現不同營運規模與治理背景下之轉型作法，提升本節分析之完整性與參考價值。	
6. 報告第 73 頁所盤點之政府機關（構）資訊系統多集中於港務公司，建議進一步檢視並納入其他相關政府機關（構）之系統現況，以更全面呈現政府推動數位轉型之整體架構與跨機關協同情形。	謝謝建議，本研究前期已針對 MT Net 進行回顧（P.74），將補充與雙軸轉型相關的作為，並將補充航港局刻正與港務公司合作推動 PSC 港口社群系統的進展。	同意辦理
7. 報告第 130 頁，說明本次工作坊設計 6 個情境進行討論，惟實際僅有 5 組成員參與，建議補充未將「海運承攬運送業」納入分組之考量。	謝謝建議，已補充說明。本次工作坊實際與會成員共分為五組，除情境三（海運承攬運送業）未由單一小組專責討論外，其餘情境皆有一組進行深入探討。惟考量海運承攬業者於貨櫃運輸體系中扮演連結船公司、貨主及各項物流服務提供者之樞紐角色，兼具上游運能整合與下游客戶需求轉譯之功能，其觀點與功能已實際納入其他各組之角色設定與討論脈絡中，並於整體生態系協作與跨產業互動之分析中予以涵蓋，故仍能充分反映該產業於雙軸轉型議題中的核心影響與實務關切。	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
八、臺灣港務股份有限公司（書面意見）		
<p>對於研究團隊給予肯定。本案研究重點在於探討貨櫃航運產業運用數位解決方案，提升效率與環境永續性之具體策略與行動方案，請就政府提供政策引導、技術支援、試點計畫及標準化指引部分，補充說明建議推動之具體策略。</p>	<p>本計畫將進一步從政策引導、技術支援、試點先行及標準化指引四個面向提出具體建議。於政策引導方面，將設定貨櫃航運產業數位與永續雙軸轉型之優先課題，作為政府引導產業投入之方向性參考；於技術支援方面，將盤點關鍵數位與永續技術應用類型，協助釐清產業可導入之技術範疇；於試點先行方面，將提出以小規模、低風險方式驗證數位解決方案可行性的推動構想，累積實務經驗作為後續政策研擬依據；於標準化指引方面，則將提出資料介面與績效指標之共通原則建議，以利後續擴散與制度化推動。上述內容將可作為政府後續政策與制度研擬之參考，強化本計畫之政策實用性與行動導向。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>對於公私部門「跨單位協作」與「數據標準化」推動方面，建議研究內容補充「落地機制」相關作法。</p>	<p>本計畫將於第二年期研究研擬具體落地機制與做法。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>報告第 74 頁，請將本公司推動「Trans-SMART 2.0⁺」計畫名稱調整，確保資訊正確與一致（非 Trans-SMART 2.0⁺）。</p>	<p>謝謝建議，已修正報告。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>報告第 75 頁：</p>	<p>(1) 本研究前期已針對 MTNet 及 CPT 進行回</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>(1) 本節僅探討港務公司數位永續作為，惟航港產業數位永續轉型推展，亦涉及航港局及海關相關管理做法，建議於研究內容補充說明。</p> <p>(2) 第⑤點，港務公司為提升船舶靠泊作業效率，建置船席動態智慧看板，提供港區業者線上查看船席安排狀況，請修正報告文字。</p>	<p>顧，將補充與雙軸轉型相關的作為。(P.74~75)</p> <p>(2) 已修正報告文字。</p>	
<p>報告第 116 頁，本案評估結果顯示航運產業呈現 M 型化發展，中小企業（拖車、報關、小型承攬）業務服務等營運流程仍以人工作業為主，資訊能量偏弱，無法有效串接大型系統，形成供應鏈斷點，建議補充輔導中小企業雙軸轉型相關之具體策略與做法，以解決「資料斷鏈」問題。</p>	<p>已補充 4.3.5 補說明中小企業輔導策略方向。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>報告第 142 頁，建議研究內容補充貨櫃航運產業制定資料交換標準、協作協議之公私部門相關分工，以及具體推動做法，以作為本案後續行動方案推廣執行之參考。</p>	<p>本研究將於第二期工作計畫中優先鎖定高頻率、低複雜度的資料交換項目（如貨物追蹤狀態），參考國際標準，研擬適用於國內的最小可行性產品（MVP）資料交換協議/API 規範。以供後續行動方案推廣參考。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>報告第 147 頁，依據本報告所完成之能量評估結果，區分業別及業者成熟度，規劃差異化推動路徑與輔導機制，避免一</p>	<p>將於第二期研究進一步規劃差異化推動路徑與輔導機制。</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
體適用，以兼顧中小型港區業者之參與可行性。		
<p>報告第 60 頁與 150 頁：</p> <p>(1) 本案提出歐盟 TIC4.0 標準化案例，對於解決我國航港產業「異質資料格式」整合具參考價值，建議於 5.3 明年度工作建議一節，評估納入「我國航港產業導入 TIC4.0 等國際資料標準」之行動方案。</p> <p>(2) 第二年期建議優先採取試點先行、分階段推動方式，選定具代表性港口或碼頭，聚焦少數具共通效益之議題進行概念驗證，累積實務經驗後再逐步擴大推動範圍。</p>	<p>(1) 本研究將在第二期工作計畫中，評估納入 TIC4.0 等國際資料標準。目前建議優先鎖定高頻率、低複雜度的資料交換項目（如貨物追蹤狀態），參考國際標準，研擬適用於國內的最小可行性產品（MVP）資料交換協議/API 規範。</p> <p>(2) 第二期工作擬採試點先行、分階段推動方式選定相關利害關係人，以利雙軸轉型推動。</p>	同意辦理
九、本所運輸工程及海空運組（書面意見）		
<p>1. 在國內外主要永續規範對貨櫃航運業的衝擊評估（表 7），項目分類界定上不夠清楚，例如國際倡議中亦包含碳定價，國家淨零中亦包含環保法規，請團隊重新界定各項目，並重新評估各業別在項目下之影響程度。</p>	<p>已重新進行衝擊程度之評估，包括建立評估準則、評估項目。詳見 2.2.3 國內外主要永續規範小結（P.29）。</p>	同意辦理
<p>2. 在國內永續政策現況（表 5），其中所列「產業創新條例」與其他法規屬於監管限制等性質不同，另環保法規中尚有規範其他空</p>	<p>「產業創新條例」於本計畫中原係用以說明經濟部透過相關補助與輔導政策，引導業者投入減碳、減污等永續相關技術之政策工具；惟考</p>	同意辦理

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>汙等相關法規，請團隊釐清是否需涵蓋在本計畫範疇。</p>	<p>量該等政策實際係呼應行政院國家永續發展委員會所推動之整體戰略方向，爰調整永續政策現況之表列內容，改以「2050 淨零排放路徑」作為上位政策架構進行說明。</p> <p>至於空氣污染等相關環保法規，因其屬監管與管制性質，與本計畫以政策研擬與推動工具為主之範疇不同，暫未納入本計畫分析範圍，後續將於文字說明中加以釐清，以避免政策性質混淆。</p>	
<p>3. 在 3.5 節雙軸轉型能量評估，已從意願、能力、環境等三面向，完成進行評估分析做為後續方案架構研擬基礎。考量此節評估內容應來自 3.3 節及 3.4 節，請團隊強化前後關聯性說明，以提高評估結果之可靠性。</p>	<p>已重新調整相關章節，包括 3.5 節、第四章。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>4. 在貨櫃航運產業雙軸轉型方案架構及策略章節中，提出方案架構研擬及公私部門策略建議，研擬願景、目標、策略 3 項與手段 2 項，以及針對公私部門的策略建議。建議強化產業共通核心問題與策略/手段/策略建議間的關係。另架構中包含願景/目標/策略/手段/策略建議，但彼此</p>	<p>已依指示重新檢視雙軸轉型方案架構之邏輯層次與定位，並強化產業共通核心問題與願景、策略目標、方案及公私部門策略建議間之對應關係。</p>	<p>同意辦理</p>

審查委員/單位之意見	執行廠商處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
<p>間的定位及界定不甚明確，請團隊明確界定上述各層次關係並予以妥適調整。</p>		

附錄三、雙軸轉型定義

組織/作者	定義
歐盟 (EU)	綠色與數位技術正日益交織，未來將共同塑造全球價值鏈。
聯合國貿易暨發展會議 (UNCTAD)	雙軸轉型可提升組織功能、推動創新與增長，並確保未來發展。
世界經濟論壇 (WEF)	聚焦雙軸轉型整合，發揮綜效、降低衝突，促進公平與包容社會。
經濟合作暨發展組織 (OECD)	綠色與數位轉型 (green and digital transitions) 可以相互加強，但也可能發生衝突。需兩者之間協同、互補與整合。
Vasconcelos-Garcia and Carrilho-Nunes, 2024	數位轉向 (digital shift) 協助加速邁向低碳實踐。
Brueck, 2024	雙軸轉型可透過綠色技術和數位技術的結合予以實現，目標是數位應用可以促進和加速綠色技術 (GT)，而綠色轉型反過來可以塑造數位技術創新目標。
Spaltini et al., 2024b	透過數位化配置營運流程來實現業務和環境的雙重目標。
Spaltini et al., 2024a	永續與技術是不可分割的轉型，構成所謂的雙重轉型 (TT)。
Christmann et al., 2024	雙軸轉型是指進行數位與永續轉型時可帶來附加價值的互動，藉由數位技術促進永續性，同時藉由永續性指導數位進展。
Perossa et al., 2023	雙軸轉型 (TT) 指的是數位轉型 (DT) 和綠色轉型 (GT) 的協同。
Paiho et al., 2023	結合數位技術與歐洲綠色協議目標，支援建構具影響力、淨零碳、韌性建築環境的永續解決方案。
Rehman et al., 2023	綠色與數位轉型交織同時進行，用以減少企業碳足跡數位技術可協助其進行永續行為。
Findik et al., 2023	鑑於數位轉型與綠色轉型各別都是歐洲策略優先事項，並且雙軸轉型有望相互促進，因此協同作用在歐洲尤為重要。
van Erp and Rytter, 2023	雙重轉型：產業的永續與數位轉型 [...] 作為未來的產業策略。

組織/作者	定義
Bianchini et al., 2023	數位與綠色轉型—所謂的『雙軸』轉型。
Spaltini et al., 2023	雙軸轉型（TT）即數位實現的流程和產品的永續轉型。
Mouthaan et al., 2023	『雙軸轉型』…應該促進『綠色數位轉型』。
Montresor and Vezzani, 2023	綠色轉型和數位轉型是相互聯繫的，並且具有內在聯繫，可以被視為『雙軸轉型』。
Jurmu et al., 2023	雙軸轉型可解釋為：日益面對永續性挑戰並改變企業文化以符合永續原則的必要，同時在此過程中運用數位化——這裡的數位化是指由 IoT、雲端、AI 與數據管理等關鍵使能技術所組成的高度可塑性組合。
Ogrean, 2023	雙重轉型指的是企業／組織及整個社會在追求綠色與數位未來的過程中，同時（且理想上彼此互補）進行永續化與數位化的轉型——特別是藉由發揮數位技術促進與加速實現永續目標的能力。
Rahnama et al., 2022	數位轉型可以對企業對環境永續性的承諾產生正面影響。
Husain et al., 2022	雙軸轉型策略強化了綠色轉型和數位轉型之間無可爭辯的互補關係。
Ogrean and Herciu, 2021	這兩種轉型可以相互促進——這意味著需要採取一種綜合的方法，能夠利用產品/服務、流程或商業模式的『永續數位化』和『數位永續化』。

資料來源：Twin transition in industrial organizations： Conceptualization, implementation framework, and research agenda^[5]，本研究整理

附錄四、國際組織於數位與永續之倡議

一、 聯合國數位與永續發展相關計畫

聯合國自 2015 年起推動 17 項永續發展目標 (SDGs)，旨在於 2030 年前兼顧經濟成長、社會公平與環境保護，解決如貧窮、水資源、氣候變遷與城市永續等全球性問題。多個聯合國機構正針對數位與永續領域提出具體行動，包括聯合國開發計畫署 (UNDP)、聯合國貿易暨發展會議 (UNCTAD) 及國際海事組織 (IMO)，以下就此些組織之倡議進行概覽。

(一) UNDP (聯合國開發計畫署) 數位轉型策略

UNDP 為聯合國負責發展領導的主要機構，自 2018 年起推動「數位策略」^[13]，藉由與夥伴共創、導入數位解決方案，提升發展工作的效率與成效。該策略分為兩條主軸：

1. 外部協作途徑：導入數位技術解決發展難題，強化服務體驗與影響力。
2. 內部優化途徑：強化資料運用與內部效率，提升組織運作效能。

2022 年，UNDP 更新策略至 2025 年，強調建構包容、公平且永續的數位生態系統，並倡導政府、企業、社會齊力參與。

(二) UNCTAD (聯合國貿易暨發展會議) 數位與永續雙軸轉型

UNCTAD 於 2023 年發布的報告指出^[14]，綠色技術 (如 AI、物聯網、電動車等) 可創造新經濟機會，但同時也加劇全球不平等，呼籲國際社會強化發展中國家的技術投資與能力培育。

同年也指出，全球價值鏈應同時推動數位與永續轉型 (twin transition)，並於《2023 年海運述評》中呼籲對航運業進行公平且系統性的淨零轉型，建議每年需投入數十億美元建設碳中性基礎設施，避免未來付出更高成本。

二、 國際港埠協會世界港口永續計畫 (WSP)

國際港埠協會 (IAPH) 於 2017 年發起「世界港口永續計畫 (WSP)」^[15]，呼應聯合國 SDGs，聚焦六大領域：

- (一) 數位化：導入創新科技如 JIT 靠港、海事單一窗口 (MSW) 等，提升營運效率。

- (二) 基礎設施：強化港口韌性與環境友善建設。
- (三) 健康與安全：提升港區安全標準與無障礙設施。
- (四) 環境保護：聚焦資源節用、污染治理與生態保護。
- (五) 社群發展：促進在地參與及企業社會責任。
- (六) 氣候與能源：支持清潔能源、碳中和港口與綠能基礎建設。

此外，IAPH 與多個國際組織合作，推動數據標準化、港口社群系統建置與網路安全等關鍵議題。

三、 IPCSA（國際港口社群系統協會）雙軸轉型倡議

港口社群系統（Port Community System, PCS）其本質是港口生態系的「數據交換與協作中樞」，涵蓋航商、碼頭、報關、海事單位、物流業者等多方流程。當全球永續規範強度增加，各港口與營運者皆需具備更高的碳資訊透明度、能源管理能力及環境監測能力，使 PCS 逐步從「提升效率的資訊平台」進化為「支撐永續治理的關鍵基礎建設」。在此背景下，推動雙軸轉型已成為全球 PCS 發展的主流方向。

（一） IPCSA 永續倡議：從提升效率到支撐永續治理

國際港口社群系統協會（International Port Community Systems Association, IPCSA）於 2024 年啟動「永續倡議」，並成立永續工作小組（Sustainability Working Group），將永續性目標整合到港口社群系統（PCS）的發展框架中^[16]。其四大工作重點展現數位化與永續化的雙軸特性，包括：

1. 永續趨勢與法規追蹤：關注全球與區域永續相關法規變動與趨勢，進行影響評估，以確保 PCS 運營者與港口利益關係人能及早回應政策要求。
2. 數據標準與應用：致力於制定與推廣計算碳排的標準化方法，以及在 PCS 層面上共享永續資料（如碳排放、能源數據）的機制。
3. 跨系統資料交換：鼓勵不同 PCS 之間進行資料互通（data interoperability），提升資料流通效率，並擴大其永續影響力，使碳足跡、環境效益等分析能跨系統進行。
4. 最佳實務推廣：透過工作坊、研討會交流經驗，提升整體韌性。

(二) PCS 可作為雙軸轉型的關鍵推力：數位化與永續化的互補關係

PCS 原先作為提升港口效率、降低行政成本、強化資料交換的數位化工具，但在永續法規推動下，PCS 已成為：

- 1.無紙化與節能流程的推動平台（減少行政碳排）
- 2.碳排與能源數據的蒐集樞紐（支撐碳盤查與申報）
- 3.AI 船舶靠泊與作業優化的運算基礎（降低滯港油耗）
- 4.多式聯運調度與路徑優化的資訊來源（提升物流效能、降低轉運排放）

(三) 國際案例亦顯示 PCS 在永續治理上的實質效益，例如：

- 1.鹿特丹港：透過 PCS 與 AI/JIT Arrival 整合，減少船舶等待與靠泊延遲，直接降低航行與滯港排放。
- 2.新加坡港：將多式聯運資訊納入 PCS，提高轉運效率，減少陸路物流的空等時間。

(四) 前瞻（Foresight）行動：提升 PCS 對未來永續風險的韌性

IPCSA 亦啟動前瞻（Foresight）計畫^[17]，與會員共同研析未來港口社群系統的發展風險與機會，內容涵蓋：

- 1.氣候變遷對港口營運的影響（極端氣候、港區淹水等）
- 2.綠色能源轉型（氫能、岸電、替代燃料）
- 3.資料治理、標準化、跨國資料共享的挑戰
- 4.永續規範擴張後，供應鏈減碳對港口資訊透明度的要求

計畫的核心價值在於讓 PCS 從「資訊交換平台」進化為「永續治理與供應鏈減碳的長期策略基礎」。

(五) PCS 為邁向雙軸轉型的核心基礎建設之一

IPCSA 的永續倡議與前瞻計畫顯示，港口社群正從過去的「單軸數位轉型」進入「雙軸轉型」，具體的演進如表 23 所示，PCS 發展的短中長期方向與核心功能則如表 24 所示。

表 23 PCS 由單軸數位轉型轉為雙軸轉型

過去：單軸數位轉型	現在：雙軸轉型
以效率、自動化為主	將永續績效納入核心目標
聚焦文件電子化、流程優化	新增碳排、能源、環境監測資料
單一港口流程優化	跨港、跨國、跨運具的減碳協作

過去：單軸數位轉型	現在：雙軸轉型
技術導入	治理、法規、資料透明度同步提升

資料來源：本研究整理

表 24 借鏡國際 PCS 發展可參考之短中長期作法

期程	核心目標	PCS 關鍵功能
短期	文件流程無紙化與單一窗口優化 (減少行政排放)	<ul style="list-style-type: none"> ● 基礎數據交換 ● 電子憑證 ● AI 辨識整合
	JIT 試點計畫與數據收集 (減少滯港排放)	<ul style="list-style-type: none"> ● 數據監測與報告 ● 與 VTS 系統協作
	智慧能源與環境監測	<ul style="list-style-type: none"> ● 能源數據彙整 ● 環境數據視覺化
中期	JIT 航行機制推廣至全港群 (激勵減排)	<ul style="list-style-type: none"> ● AI 預測模組 ● 跨港口數據交換 ● 費率系統連動
	跨運輸模式的 PCS 資訊平台 (提升運輸效率)	<ul style="list-style-type: none"> ● 跨部門數據標準化 ● 電子單證交換
	環境數據透明化	<ul style="list-style-type: none"> ● 環境數據追蹤與報告 ● 供應鏈透明度
長期	發展數據共享生態系統	<ul style="list-style-type: none"> ● 數據治理框架 ● 進階大數據分析 ● 安全交換協定
	建構國際綠色供應鏈 (支撐跨國減碳)	<ul style="list-style-type: none"> ● 國際數據標準協作 ● 全球供應鏈資訊連結

資料來源：本研究整理

四、DCSA (數位貨櫃航運協會) 與成員於雙軸轉型行動

DCSA 為一個非營利的貨櫃航商組織，主要成員包括馬士基航運 (APM—Maersk)、地中海航運 (MSC)、達飛輪船 (CMA CGM Group)、赫伯羅德 (Hapag—Lloyd)、海洋網聯船務 (ONE)、長榮海運 (Evergreen Line)、陽明海運 (Yang Ming Marine Transport Corp.)、HMM Co Ltd 及以星航運 (Zim) 等九家航商，主要聚焦資訊標準化與數位轉型，目標 2030 年全面推行電子提單 (eBL)^[18]，藉此省下高額成本並促進貿易便利性。成員航商永續策略如下：

(一) Maersk (丹麥)：推動碳管理與認證、推廣線上物流服務。

(二) MSC (瑞士)：發展區塊鏈 eBL、優化航行效率與船舶更新。

(三) CMA CGM (法國)：使用 LNG 動力船、合作推動 eBL。

DCSA 透過非競爭合作、資訊框架與減碳工具標準化，促進數位與永續整合發展，強化全球海運供應鏈透明度與效率。

五、 WEF 雙軸轉型手冊的詮釋

世界經濟論壇 (WEF) 提出的雙軸轉型手冊^[19]，強調數位化 (Digitalization) 與永續發展 (Sustainability) 的整合，並提供一套三階段策略架構，協助組織有效推動雙軸轉型。

(一) 核心信念

世界經濟論壇 (WEF) 提出「雙軸轉型 (Twin Transition)」的概念，強調透過以下方式讓雙軸轉型的數位化與永續發展緊密結合：

- 1.Greening by IT：運用資訊科技與數據整合能力，促進實現永續目標。
- 2.Greening of IT：將永續思維導入技術與數據基礎建設，使 IT 本身更具永續性。

其概念與德國 FIM 之看法一致，請詳見 2.1.3 節。

(二) 雙軸轉型的複雜性挑戰

推動雙軸轉型並非單一技術導入，而是涉及多層面的管理與策略挑戰：

- 1.有效促進利益關係人參與
- 2.建立責任機制
- 3.從概念走向行動
- 4.管理變革過程
- 5.制定具體應用情境

(三) 三階段策略架構

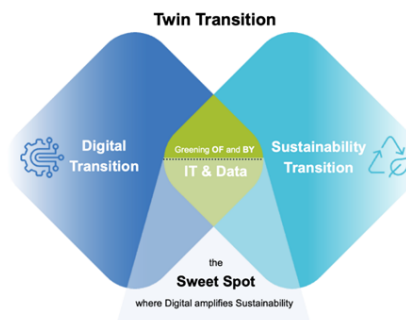
WEF 提出三個關鍵階段，協助組織規劃與執行雙軸轉型：

- 1.Set Your Ambition (設定願景)
 - (1) 定義 2030 年的永續與數位化目標
 - (2) 評估組織現有資源與能力

- (3) 分析外部環境與市場需求
- 2. Select Opportunities (選擇機會)
 - (1) 辨識可推動雙軸轉型的機會
 - (2) 評估每個機會的影響力與可行性
 - (3) 制定具體計畫以落實機會
- 3. Prepare Execution (準備執行)
 - (1) 驗證雙軸轉型策略的可行性
 - (2) 為團隊制定具體執行計畫與資源配置

● 信念：

- ◆ 必須將「數位化」和「永續發展」這兩大議題結合，釋放資訊科技與數據產品的潛力，達成永續目標 (由IT促進永續，Greening by IT)；同時，也應將永續思維導入我們的技術與數據資產與基礎設施中(讓IT本身更永續，Greening of IT)。
- ◆ WEF稱之為 雙軸轉型(The Twin Transition)。



● 雙軸轉型的複雜性：

- ◆ 如何有效促進利害關係人參與
- ◆ 建立責任機制
- ◆ 從概念走向行動
- ◆ 掌握關鍵步驟
- ◆ 制定具體應用情境

● 關鍵三階段



資料來源：WEF^[19]，本研究整理

圖 43 WEF 對雙軸轉型的詮釋

附錄五、IFRS 國際財務報導準則與永續揭露準則之面向

一、 治理面向

其目的在於揭露個體用以監控及管理永續相關風險與機會的治理流程、控制及程序。企業應揭露負責監督的治理單位（如董事會、委員會或負責治理之單位或個人）的相關資訊。這包括永續相關風險與機會的責任如何反映在其職權範圍、授權、職責描述及其他相關政策中。此外，企業還需說明如何判定是否可取得或將發展適當的技能與專業能力，以回應永續相關風險與機會的策略。

企業也必須揭露如何及多常被告知永續相關風險與機會，以及在考量這些風險與機會時，是否已權衡相關因素，例如目標設定及如何監控目標進展，包括績效指標是否及如何納入薪酬政策中。關於管理階層，則需說明是否將永續相關角色委派予特定管理階層職位或委員會，以及如何對其進行監督。同時，也需揭露管理階層是否使用控制及程序以支持對永續相關風險與機會的監督，以及此等控制及程序如何與其他內部職能整合。



資料來源：金管會 IFRS 永續揭露準則導入計畫、本研究整理

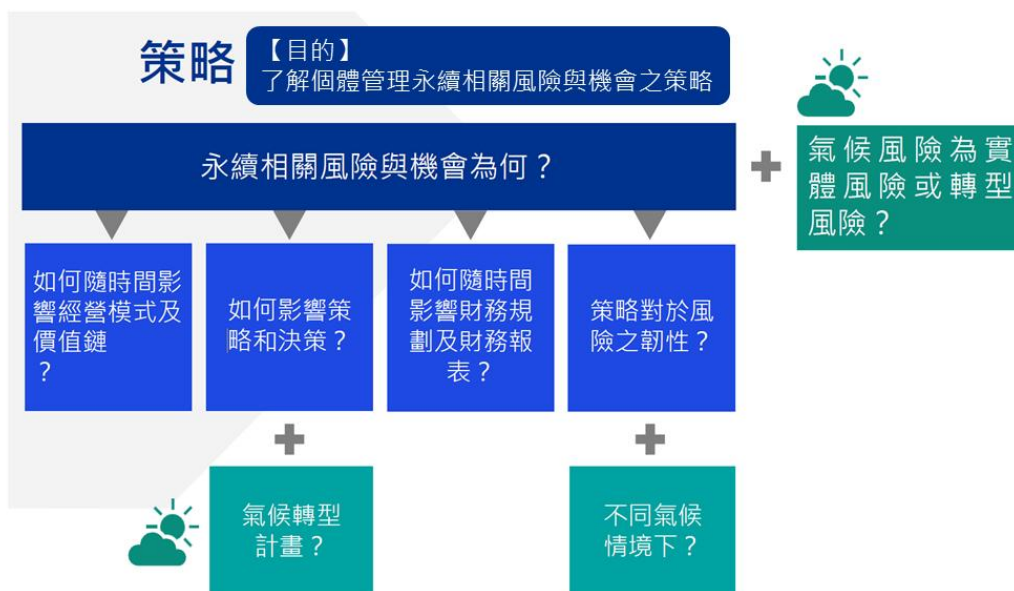
圖 44 IFRS 國際財務報導準則與永續揭露準則-治理面向

二、 策略面向

其核心目的為揭露個體用以管理永續相關風險與機會的做法。企業需描述可合理預期將影響個體展望之永續相關風險與機會，並明確指出每一

風險或機會可合理預期將發生的時間區間，包括短期、中期或長期。同時，企業需說明如何定義這些時間區間，以及這些定義如何連結至其在策略性決策中使用的規劃時程。

企業也應詳述這些永續相關風險與機會對個體經營模式及價值鏈的目前及預期影響，並說明永續相關風險與機會集中於個體經營模式及價值鏈的何處，例如地理區域、設施及資產類型。此外，策略面向要求揭露個體如何在其策略及決策中回應永續相關風險與機會，以及先前揭露計畫的進展，包括量化與質性資訊。企業還需說明所考量的永續相關風險與機會間的權衡，例如在決定新營運地點時，如何權衡對環境的影響與創造就業機會。最後，企業需揭露這些風險對財務狀況、財務績效及現金流量的影響，以及考量這些風險後，對短期、中期及長期財務狀況的預期影響，並說明個體策略及經營模式對永續相關風險的韌性。



資料來源：金管會 IFRS 永續揭露準則導入計畫、本研究整理

圖 45 IFRS 國際財務報導準則與永續揭露準則-策略面向

三、 風險管理面向

其宗旨是揭露個體用以辨認、評估、排序及監控永續相關風險與機會的流程。這包括說明這些流程是否以及如何整合至並影響個體的整體風險管理流程，以及如何評估個體的整體風險概況。企業應揭露所使用的輸入值及參數，例如有關資料來源與該等流程所涵蓋營運範圍的資訊。

此外，企業也需說明是否及如何使用情境分析以影響其對永續相關風險的辨認，以及如何評估這些風險的性質、可能性及影響程度，例如是否考量質性因素、量化門檻或其他條件。此面向還要求揭露個體如何就永續相關風險相對於其他類型風險進行排序，以及如何監控這些永續相關風險。最後，企業需說明與前一報導期間相比，其所使用的流程是否有任何改變，以及改變的方式。



資料來源：金管會 IFRS 永續揭露準則導入計畫、本研究整理

圖 46 IFRS 國際財務報導準則與永續揭露準則-風險管理面向

四、 指標與目標面向

其主要目的在於揭露個體與永續相關風險與機會有關的績效，包括個體對所設定或法令規範所規定須達成之目標的進展。企業應揭露適用之國際財務報導準則永續揭露準則所規定的指標。這些指標是用來量化和追蹤企業在永續發展方面的表現，確保其符合國際認可的標準。

此外，企業還需揭露個體用以衡量及監控永續相關風險或機會的指標。這包括與該永續風險或機會有關的績效，以及個體對所設定的任何目標，和法令規範所規定須達成之任何目標的進展。透過明確的指標與目標，企業不僅能內部評估自身的永續表現，也能向外部利害關係人清晰地展現其在永續發展上的承諾與實際進展。



註：S1對指標目標僅作原則性規範。

S2明定應揭露之氣候目標，及7項跨行業指標與68個行業基礎指標。

資料來源：金管會 IFRS 永續揭露準則導入計畫、本研究整理

圖 47 IFRS 國際財務報導準則與永續揭露準則-指標與目標面向

附錄六、雙軸轉型評估架構

一、簡化構面與指標

考量前期「航港產業數位化成熟度量表」因內容較為繁複，填答較為不易，故本研究遂進行簡化，精簡題項但仍能維持鑑別度，同時參考相關指標新增永續維度，建構涵蓋數位與永續的「雙軸轉型量表架構」。

為達成簡化雙軸轉型量表指標、提升工具實用性與回應性之目標，本研究依據前期量表調查資料，採用兩種統計方法進行指標篩選與結構優化，包括因素分析（Factor Analysis）與變異膨脹因子檢驗（Variance Inflation Factor, VIF），分別從關聯性整併與共線性剔除的角度出發，協助建構兼具統計效力與實務代表性的量表架構。

（一）因素分析（Factor Analysis）

因素分析聚焦於探索指標間的相關結構，藉由合併高度關聯的變項，建構較簡約的共通因素（latent factors），以達成縮減指標的目的。操作步驟如下：

1. 相關性分析與矩陣建立

以 26 項原始指標計算相關係數矩陣，並視覺化呈現，以識別高度關聯性（相關係數 > 0.6 或 0.7 ）之變項群組。

2. 因素萃取與初步命名

依指標間的關聯程度萃取出 4 個因素，並依據因素內的指標性質，將各因素初步命名為「人才驅動與價值共創」、「新商品/服務/商業模式開發」、「數位轉型組織文化」、「資訊平台優化」。

3. 代表指標選取

在各因素內部，針對高度相關的變項群組，僅保留一項具代表性指標，以降低重複性並提高量表效率。

4. 整合實務意見

為提升結果與實務契合度，本研究進一步參考企業對各指標之重要性評估。其中「資訊安全」雖無明顯共線性，卻被業界視為高度關鍵項目，因此於簡化後指標中予以保留，最終形成 13 項關鍵指標，詳見紅框所示。

表 25 量表指標相關係數矩陣

	B1	B2	B3	B4	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E1	E2	E3	F1	F2	F3	G1	G2	G3	G4	H1	H2	H3	H4	I1	I2
B1	1.000	.660	.637	.641	.559	.522	.611	.556	.406	.562	.549	.499	.487	.523	.442	.212	.435	.423	.278	.400	.501	.304	.349	.406	.303	.195
B2	.660	1.000	.715	.649	.600	.549	.530	.533	.453	.568	.634	.482	.428	.549	.475	.356	.506	.561	.294	.492	.472	.385	.377	.419	.329	.240
B3	.637	.715	1.000	.685	.662	.320	.532	.404	.368	.470	.551	.284	.440	.451	.533	.207	.561	.565	.452	.464	.609	.485	.326	.486	.453	.422
B4	.641	.649	.685	1.000	.715	.546	.616	.553	.526	.545	.594	.362	.531	.555	.480	.223	.690	.622	.521	.531	.609	.449	.413	.545	.535	.442
C1	.559	.600	.662	.715	1.000	.577	.754	.622	.671	.520	.489	.395	.546	.553	.500	.345	.547	.639	.347	.511	.470	.336	.312	.396	.489	.419
C2	.522	.549	.320	.546	.577	1.000	.724	.784	.675	.585	.525	.496	.486	.623	.556	.578	.556	.543	.451	.669	.354	.381	.452	.259	.435	.219
C3	.611	.530	.532	.616	.754	.724	1.000	.657	.690	.585	.487	.402	.429	.695	.550	.417	.500	.658	.455	.567	.500	.303	.368	.388	.477	.384
D1	.556	.533	.404	.553	.622	.784	.657	1.000	.678	.652	.591	.513	.595	.513	.401	.469	.482	.499	.262	.494	.409	.400	.449	.244	.399	.133
D2	.406	.453	.368	.526	.671	.675	.690	.678	1.000	.493	.509	.438	.356	.452	.512	.429	.461	.536	.347	.539	.267	.253	.353	.299	.524	.237
D3	.562	.568	.470	.545	.520	.585	.585	.652	.493	1.000	.736	.463	.624	.565	.624	.379	.640	.555	.414	.572	.517	.476	.489	.327	.529	.303
E1	.549	.634	.551	.594	.489	.525	.487	.591	.509	.736	1.000	.481	.611	.534	.602	.380	.642	.574	.470	.598	.564	.611	.507	.481	.519	.287
E2	.499	.482	.284	.362	.395	.496	.402	.513	.438	.463	.481	1.000	.552	.365	.405	.504	.342	.390	.265	.319	.331	.442	.471	.424	.267	.293
E3	.487	.428	.440	.531	.546	.486	.429	.595	.356	.624	.611	.552	1.000	.536	.560	.273	.587	.575	.305	.474	.591	.692	.600	.446	.440	.396
F1	.523	.549	.451	.555	.553	.623	.695	.513	.452	.565	.534	.365	.536	1.000	.568	.518	.390	.668	.355	.695	.426	.435	.417	.334	.397	.366
F2	.442	.475	.533	.480	.500	.556	.550	.401	.512	.624	.602	.405	.560	.568	1.000	.579	.596	.575	.591	.738	.472	.534	.453	.511	.588	.484
F3	.212	.356	.207	.223	.345	.578	.417	.469	.429	.379	.380	.504	.273	.518	.579	1.000	.274	.370	.396	.523	.190	.366	.370	.240	.314	.395
G1	.435	.506	.561	.690	.547	.556	.500	.482	.461	.640	.642	.342	.587	.390	.596	.274	1.000	.561	.733	.652	.722	.716	.684	.536	.685	.546
G2	.423	.561	.565	.622	.639	.543	.658	.499	.536	.555	.574	.390	.575	.668	.575	.370	.561	1.000	.439	.593	.488	.517	.405	.431	.507	.434
G3	.278	.294	.452	.521	.347	.451	.455	.262	.347	.414	.470	.265	.305	.355	.591	.396	.733	.439	1.000	.626	.600	.574	.479	.377	.633	.582
G4	.400	.492	.464	.531	.511	.669	.567	.494	.539	.572	.598	.319	.474	.695	.738	.523	.652	.593	.626	1.000	.567	.571	.576	.383	.616	.408
H1	.501	.472	.609	.609	.470	.354	.500	.409	.267	.517	.564	.331	.591	.426	.472	.190	.722	.488	.600	.567	1.000	.690	.708	.565	.509	.540
H2	.304	.385	.485	.449	.336	.381	.303	.400	.253	.476	.611	.442	.692	.435	.534	.366	.716	.517	.574	.571	.690	1.000	.748	.526	.554	.604
H3	.349	.377	.326	.413	.312	.452	.368	.449	.353	.489	.507	.471	.600	.417	.453	.370	.684	.405	.479	.576	.708	.748	1.000	.469	.558	.454
H4	.406	.419	.486	.545	.396	.259	.388	.244	.299	.327	.481	.424	.446	.334	.511	.240	.536	.431	.377	.383	.565	.526	.469	1.000	.448	.497
I1	.303	.329	.453	.535	.489	.435	.477	.399	.524	.529	.519	.267	.440	.397	.588	.314	.685	.507	.633	.616	.509	.554	.558	.448	1.000	.538
I2	.195	.240	.422	.442	.419	.219	.384	.133	.237	.303	.287	.293	.396	.366	.484	.395	.546	.434	.582	.408	.540	.604	.454	.497	.538	1.000

資料來源：本研究整理

表 26 各指標重要性

指標	重要性	指標	重要性
H4 資訊安全	75	I2 創造價值	61
E1 系統整合	65	C3 目標客戶開發	60
H1 資料分析	65	E3 服務方式數位化	60
B1 數轉願景	64	F2 作業流程創新	60
B2 數轉目標	64	D1 供應流程優化	59
G3 人才發展	64	D3 核心服務流程優化	58
H2 資料應用	64	C2 新產品/服務開發	57
B3 數轉文化	63	E2 共享中心數位化	57
G1 數轉認同程度	63	G2 內部數轉推動組織及流程	57
B4 數轉策略	63	I1 整合共享	57
H3 資料蒐集	62	D2 採購作業優化	55
C1 優化客戶體驗	61	F1 新商業模式	54
G4 跨部門協作	61	F3 新市場開發	52

資料來源：交通部運輸研究所，本研究整理

原始維度	指標	萃取因素			
		1	2	3	4
G 內部數轉推動與協調現狀	G3人才發展 C19	0.793	0.298	0.132	0.029
I 數位生態系統	I2創造價值 C26	0.774			
G 內部數轉推動與協調現狀	G1數轉認同程度 C17	0.700			
I 數位生態系統	I1整合共享 C25	0.693			
H 資料驅動	H2資料應用 C22	0.681			
H 資料驅動	H1資料分析 C21	0.635			
F 數位商業模式	F2作業流程創新 C15	0.546	0.520	0.232	0.216
H 資料驅動	H4資訊安全 C24	0.513	-0.010	0.389	0.331
C 數轉技術-對產品及市場推廣	C2新產品/服務開發 C6	0.139	0.792	0.282	0.283
F 數位商業模式	F3新市場開發 C16	0.247	0.735		
D 數轉技術- 對供應採購	D2採購作業優化 C9	0.147	0.721		
C 數轉技術-對產品及市場推廣	C3目標客戶開發 C7	0.236	0.638		
D 數轉技術- 對供應採購	D1供應流程優化 C8	-0.016	0.631		
F 數位商業模式	F1新商業模式 C14	0.249	0.594		
G 內部數轉推動與協調現狀	G4跨部門協作 C20	0.559	0.589	0.209	0.185
B 發展願景與營運策略	B3數轉文化 C3	0.400	0.076	0.777	0.113
B 發展願景與營運策略	B4數轉策略 C4	0.396	0.246	0.738	
B 發展願景與營運策略	B1數轉願景 C1	0.031	0.232	0.732	
B 發展願景與營運策略	B2數轉目標 C2	0.115	0.301	0.693	
C 數轉技術-對產品及市場推廣	C1優化客戶體驗 C5	0.238	0.467	0.693	
G 內部數轉推動與協調現狀	G2內部數轉推動組織及流程 C18	0.389	0.448	0.489	0.166
E 數轉技術-對資訊平臺	E3服務方式數位化 C13	0.305	0.217	0.334	0.685
E 數轉技術-對資訊平臺	E2共享中心數位化 C12	0.049	0.373	0.177	0.678
H 資料驅動	H3資料蒐集 C23	0.554	0.192	0.058	0.633
E 數轉技術-對資訊平臺	E1系統整合 C11	0.325	0.334	0.433	0.516
D 數轉技術- 對供應採購	D3核心服務流程優化 C10	0.253	0.450	0.402	0.463

資料來源：本研究整理

圖 48 因素分析結果

(二) 變異膨脹因子 (VIF) 檢驗

VIF 檢驗從「共線性」角度切入，評估每項指標能否被其他變項解釋。共線性高者代表重複性高、可予剔除；共線性低者則具獨立性與辨識力，應予保留。此方法更能補足因素分析難以涵蓋的獨立型指標。具體步驟如下：

1.VIF 計算與指標篩選

分析 26 項指標的 VIF 值，保留共線性低 (VIF < 5) 者共 14 項，代表其與其他指標重疊性低，適合獨立列入評估架構中 (如表 27 紅框所示)。

表 27 各指標 VIF 數值

指標	VIF	指標	VIF
H4 資訊安全	2.61	H1 資料分析	5.52
I1 整合共享	2.99	B3 數轉文化	5.57
G2 內部數轉推動組織及流程	3.10	F1 新商業模式	5.87
E2 共享中心數位化	3.15	G4 跨部門協作	5.88
I2 創造價值	3.30	C1 優化客戶體驗	5.90
B1 數轉願景	3.60	F2 作業流程創新	6.29
E1 系統整合	4.07	H2 資料應用	6.39
D2 採購作業優化	4.19	E3 服務方式數位化	6.84
F3 新市場開發	4.29	D1 供應流程優化	7.23
B2 數轉目標	4.40	C2 新產品/服務開發	7.47
D3 核心服務流程優化	4.48	C3 目標客戶開發	8.03
H3 資料蒐集	4.70	G1 數轉認同程度	8.37
B4 數轉策略	4.94		
G3 人才發展	4.97		

資料來源：本研究整理

2. 結構重組與因素歸納

對篩選後的 14 項指標進行因素分析，歸納出三大維度，分別為：「數位策略與優化能力」、「數位協同與市場擴展能力」、「數位價值實現能力」，如圖 49 所示。

原始維度	指標		萃取因素		
			1	3	2
B 發展願景與營運策略	B1數轉願景	c1	0.84	0.11	0.07
B 發展願景與營運策略	B2數轉目標	c2	0.81	0.24	0.11
B 發展願景與營運策略	B4數轉策略	c4	0.75	數位策略與優化能力	
E 數轉技術-對資訊平台	E1系統整合	c11	0.71		
D 數轉技術-對供應採購	D3核心服務流程優化	c10	0.66	0.33	0.29
G 內部數轉推動與協調現狀	G2內部數轉推動組織及流程	c18	0.58	0.21	0.45
D 數轉技術-對供應採購	D2採購作業優化	c9	0.51	0.42	0.26
F 新商業模式	F3新市場開發	c16	0.08	0.85	數位協同與市場擴展能力
E 數轉技術-對資訊平台	E2共享中心數位化	c12	0.44	0.70	
I 數位生態系統	I2創造價值	c26	0.04	0.19	0.82
G 內部數轉推動與協調現狀	G3人才發展	c19	0.18	0.17	0.79
I 數位生態系統	I1整合共享	c25	0.30	0.13	0.77
H 資料驅動	H3資料蒐集	c23	0.29	0.38	0.56
H 資料驅動	H4資訊安全	c24	0.43	0.06	0.55

資料來源：本研究整理

圖 49 VIF 保留指標的因素分析結果

二、 結果評估與專家請益

為評估前述兩種指標簡化方法（因素分析法與 VIF 檢驗法）之適切性，本研究首先從內部進行比較分析，主要採納以下三項評估標準：

- (一) 理論依據性：是否能回應既有理論架構與量表邏輯；
- (二) 獨立指標納入性：是否能涵蓋實務上具重要性但關聯性較低的關鍵指標；
- (三) 維度平衡度：各維度下的指標分配是否平均，利於後續衡量穩定性。

綜合上述評估結果，因素分析整體表現優於 VIF。其優勢主要在於所重組出的四大維度與原始理論架構具高度一致性，且簡化後的指標在各維度間分布相對平衡，有助於量表整體效能與一致性維持。為進一步驗證內部評估結果之合理性與實務適用性，本研究邀請外部專家進行審議與討論，專家們普遍肯定因素分析的架構邏輯與操作可行性，並指出產業研究應兼顧實務觀點，對於本研究依企業重要性認知特別保留「資訊安全」指標的做法亦表示認同。綜合專家建議與內部評估結果，將數位轉型量表簡化為 4 大維度、共 13 項指標。

附錄七、貨櫃航運業雙軸轉型評估量表

貨櫃航運業雙軸轉型（數位+永續）評估

基本資料

1. 公司名稱：_____
2. 公司類別（可複選）：
 - 船舶運送業
 - 海運承攬運送業
 - 貨櫃集散站經營業
 - 船務代理業
 - 汽車貨櫃貨運
 - 貨物裝卸承攬業
 - 其他_____
4. 公司員工人數：_____
5. 受訪者資訊（姓名/職稱）：_____

主題一、組織文化

1. **【轉型願景】** 請問貴公司對數位/永續轉型的願景與發展方向？
 - (1) 對**數位轉型**的願景為何？是否意識到數位轉型正在影響營運？

【例如】 數位轉型的面向很多，如數位化（電子倉單、EDI 交換…）、自動化（流程自動化、櫃場自動化、報關自動化…）、智慧化（排程優化、艙位管理、派車平台…）

 - 意識到數位化趨勢可能影響營運，但尚無明確策略；
 - 部分部門已進行數位化作業流程，了解其影響力；
 - 已制定數位轉型目標且充分告知全體員工；
 - 數位轉型旅程是優先推動任務，也是高層重要工作之一。
 - (2) 對**永續轉型**的願景為何？是否意識到永續轉型正在影響營運？

【例如】 永續轉型可包含碳盤查、節能減碳、綠色採購、循環包裝、ESG 揭露…等。

 - 意識到永續轉型可能影響營運，但尚無明確策略；
 - 部分部門已進行永續轉型旅程，了解其影響力；
 - 已制定永續轉型目標且充分告知全體員工，並了解同業裡的最佳典範；
 - 永續轉型旅程是優先推動任務，也是高層重要工作之一，已制定願景流程且各單位已開始進行。
 - (3) 對**數位與永續結合**的看法為何？

2. **【轉型策略】** 請問貴公司是否有轉型策略？如何推動轉型作業？

(1) 在**數位轉型**方面，有哪些**策略及如何推動**？

【例如】 指標如[船舶運送]艙位利用率、節能減碳；[海運承攬]定艙流程自動化；[貨櫃集散站]櫃場作業效率；[船務代理]提單處理時間；[汽車貨櫃貨運業]派車準確率、油耗數據；[貨物裝卸承攬]機使用率、作業安全；[全業別]系統整合程度、客戶滿意度…等。

- 有提出轉型計畫；
- 部分單位試行/大規模參與；
- 跨單位協作；
- 設定指標評估轉型進展。

(2) 在**永續轉型**方面，有哪些**策略及如何推動**？

【例如】 永續策略可包含船隊/車隊油耗管理、節能設施、綠色採購、碳盤查、無紙化…等。

- 永續轉型項目在各單位、區域或各系統功能中各自單獨運作，尚無整體計畫；
- 永續轉型項目在部分跨單位、區域或系統功能中都有被管理；
- 正制定策略路線圖並持續修正，確保達成跨單位、區域和系統功能的轉型目標，所有推動此作業的人員皆積極參與其中；
- 已訂定整體轉型策略並整合各單位、區域和系統功能，並透過指標（如碳排放量、能源使用率、ESG揭露、社會影響力）量測進展。

3. **【轉型文化】** 請問貴公司是否有**鼓勵創新、變革、轉型**的文化？

(1) 在**數位轉型**方面的進展如何？例如：

- 意識到部分臨時性作業可以進行轉型；
- 有些業務已開始進行轉型嘗試；
- 特定部門已系統性導入；
- 已建立創新/變革/轉型的流程。

(2) 在**永續轉型**方面的進展如何？

- 已意識到部分臨時性營運作業可進行永續轉型，但多數仍以傳統方式為主，尚未考量環境及社會影響；
- 有些業務已開始進行永續轉型嘗試，並對該業務建立個別管理流程，以永續為部分考量；
- 針對特定部門已系統性導入永續化，並制定指標評估永續轉型程度；

- 已相當了解永續轉型旅程帶來的機會，已建立流程，確定推動項目優先順序且評估監控該項目之表現。

主題二、人才培育及價值共創

1. **【數位/永續技能】** 貴公司如何吸引、聘用適合的**轉型人才**，是否有規劃培育及提升所需數位技能的機制？目前貴公司員工的轉型技能程度如何？

(1) 貴公司對於建立員工**數位技能**（如系統操作、資料分析）之培育機制為何？員工對於數位技能的**程度**？例如：

- 缺乏招募和培訓計畫，員工數位技能待開發；
- 有基礎培訓，針對特定技能提升，部分員工具備技能，多數員工需進一步提升；
- 已擬整體策略吸引與培養人才，大多數員工已具備必要技能；
- 具備卓越培訓及提升能力機制，員工具備最強數位技能。

(2) 貴公司對於建立員工**永續意識**（如碳足跡、環境管理）之培育機制為何？員工在**永續**相關技能方面的**程度**如何？

- 較少關注員工的永續培訓和參與；
- 開始提供一些永續相關的培訓，並鼓勵員工參與部分永續活動；
- 建立完整的永續培訓計畫，並提供員工參與永續行動的管道和獎勵；
- 永續發展成為公司文化的一部分，員工積極參與永續行動，並持續提升相關技能。

(3) 員工對於**數位與永續結合**的**接受度與參與度**？

2. **【生態協作】** 貴公司是否認同生態系協作之機制？

「生態系協作」是指不同的組織、公司或個體之間共同合作，利用各自的資源和能力，創造出一個互相支持和互相依賴的環境。這種協作就像自然界中的生態系統一樣，每個成員都有自己的角色，並且彼此之間有著緊密的聯繫，這樣可以達到共同的目標。

(1) 貴公司是否有與其他公司建立**合作夥伴關係**或參與**生態系**？是否採用**數位解決方案**支持生態系夥伴進行運作？

【例如】[船舶運送]與港口、[海運承攬]共享艙位與船期資訊；[海運承攬]與報關行或倉儲業者建立資訊平台；[貨櫃集散站]與[船舶運送]或[汽車貨櫃貨運]共享裝卸排程；[船務代理]與港勤單位共享靠泊資訊；[貨物裝卸承攬]與港口系統串接作業排程。

- 尚未有合作夥伴或建立生態系；
- 已建立資料交換機制、資訊共享平台…等；

- 已透過生態系提出解決方案，逐漸完善相關機制；
- 透過解決方案已促進營運成長，所有成員有一致目標。

(2) 貴公司是否有與其他公司合作，推動永續相關議題？

【例如】如與其他業者合作減碳排放；與供應商共同揭露碳足跡；[貨櫃集散站]與[汽車貨櫃貨運]合作減少空車進出；[汽車貨櫃貨運]與貨主協作路線優化；與港口合作推動電動設備使用。

- 主要關注自身營運的永續性，較少與價值鏈夥伴合作；
- 開始與部分價值鏈夥伴合作，推動一些永續專案；
- 積極與價值鏈夥伴建立永續合作關係，共同設定目標和推動行動；
- 與價值鏈夥伴形成緊密的永續生態系統，共同創造環境、社會和經濟價值。

3. **【價值創造】** 貴公司如何與產業鏈夥伴合作共同推動轉型，以創造價值？（如與合作夥伴協作、資訊共享…等）

(1) 在數位轉型方面，是否透過與合作夥伴**共享的數據**，以**提升營運績效**？例如：

- 尚未與合作夥伴達成共識，未對數據有明確管理；
- 有設立管理部門，開始規劃與合作夥伴分享數據；
- 與部分合作夥伴推動分享數據，許多方面進行試驗階段；
- 已與合作夥伴推動共享數據模式，有明確管理流程。

(2) 在永續轉型方面，是否與合作夥伴共同**蒐集永續相關的數據**，達成永續相關目標？（如與供應商合作減少碳排放或形成永續生態系統）

- 較少參與外部的永續合作；
- 開始參與一些永續合作專案，主要以資訊交流為主；
- 積極參與產業內的永續合作，並與其他企業共同推動永續倡議；
- 積極參與跨產業的永續合作，並在永續議題上扮演領導角色。

主題三、產品服務及商業模式

1. **【產品/服務開發】** 請問貴公司如何改善或加速航港服務？

(1) 在數位轉型方面，貴公司使用哪些**數位工具/技術**或產品資料數據管理來**改善服務**？

【例如】[船舶運送]提供艙位即時查詢、航線模擬系統；[海運承攬]優化訂艙平台、報關流程自動化；[或櫃集散展]堆場排程系統、裝卸模組化；[汽車貨櫃貨運]建立派車平台、GPS

整合；[船務代理]艙單自動生成與傳輸；[貨物裝卸承攬]吊機排程與作業即時回報。

運用傳統方法蒐集資訊，並當完成一個階段的工作以後，才會進入下一個階段的工作；

將專案切分為較小服務功能，可短時間完成開發並檢視成果；

以示範計畫（lighthouse projects）進行改善服務，並以產品資料數據管理（PDM）架構集中管理數據，改善內部流程；

整合如敏捷開發流程，以快速低成本開發服務，並運用如 AI 提高創新。

(2) 在永續轉型方面，貴公司在開發新產品/服務時，**如何考量環境永續性**？是否使用永續材料、減少包裝浪費或設計循環經濟模式？是否有採用數位工具？

【例如】[船舶運送]開發低碳航線服務；[海運承攬]提供碳足跡查詢與綠色運輸選項；[貨櫃集散站]節能照明與循環包裝管理；[汽車貨櫃貨運電動車導入與減碳派車模式；[船務代理]艙單與電子文件；[貨物裝卸承攬]參考低噪音、低排放設備與作業流程優化。

主要以傳統方式開發產品/服務，較少考量環境影響；

開始評估部分產品/服務的環境足跡，並嘗試使用較環保的替代方案；

在產品/服務開發流程中，納入環境永續性評估，並設定明確的永續目標；

產品/服務設計以循環經濟為導向，最大程度減少環境衝擊，並積極開發永續解決方案。

2. **【採購優化】** 貴公司是否整合及分析數據，以做出更有效率的採購決策？

(1) 在數位轉型方面，貴公司之採購作業有多大程度是利用**數位工具/技術**（如 AI、RPA 機器人、大數據分析... 等）進行？

仍高度依賴人工處理，採紙本和電子混合方式；

部分採購流程數位化，開始整合多個數據來源資料；

大多流程已數位化，進行數據可視化並進行決策；

交易已數位化，採購流程自動化。

(2) 在永續轉型方面，貴公司如何**考量供應商的永續表現**？

- 基本考量（採購僅以價格、交期為主；永續未正式納入評估，永續風險管理不足。採購優化集中於成本效率。）；
 - 初步關注（已初步關注部分關鍵供應商永續風險，可能要求基本資訊或鼓勵改善，但無系統性評估機制。）；
 - 績效整合（已建立結構化供應商永續評估（問卷/稽核），將永續表現納入篩選、評估與績效管理，作為採購重要依據。永續考量優化採購流程，降低風險。）；
 - 策略夥伴（與供應商建立策略關係，共同設定高永續目標、推動改善。優先採購高標準供應商，將永續視為提升供應鏈競爭力與共創價值關鍵。採購高度優化。）
3. **【創新模式】** 貴公司如何促進創新、刺激創意，並鼓勵開發、新的商業化數位/永續服務？
- (1) 在數位轉型方面，貴公司是否藉由數位工具/技術改變以往的作業方式？例如：
- 透過建立內部成立跨部門創新團隊提供數位服務；
 - 採用數位服務，嘗試從客戶角度開發新價值；
 - 大部分核心服務/產品已提供數位服務，數位化服務持續增強；
 - 持續掌握市場和客戶動向，積極將核心服務創新為數位服務。
- (2) 在永續轉型方面，貴公司如何創造環境和社會價值？（如循環經濟模式、共享經濟模式或社會企業模式）
- 主要以傳統商業模式為主，較少考量永續發展的機會；
 - 開始探索新的永續商業模式，並嘗試部分創新；
 - 積極發展新的永續商業模式，並將其納入公司長期發展策略；
 - 永續商業模式成為公司核心競爭力，並持續創新，為環境和社會創造價值。

主題四、資訊優化

1. **【服務方式轉型】** 貴公司是否對客戶服務方式進行優化？
- (1) 在數位轉型方面，貴公司已使用哪些數位化或自助工具提供客戶服務？
- 【例如】** [船舶運送] 線上艙位查詢與預訂；[海運承攬] 客戶自助報關與貨況追蹤；[貨櫃集散站] 線上報到與堆場排程查詢；

[汽車貨櫃貨運]派車進度查詢與 GPS 定位；[船務代理]靠泊資訊通知與電子艙單傳送；[貨物裝卸承攬]作業排程通知與即時回報。

- 與客戶互動仍以實體為主，前後端接未使用數位化或工具；
- 客服中心、網站、應用程式、郵件、電子郵件、聊天、官網問答集 Q&A；
- 透過 AI、生物特徵、語音辨識…等優化客戶服務；
- 大部分服務以自動化，充分運用數位工具提升成果。

(2)在永續轉型上，是否運用**服務創新促進永續消費**？如共享服務、鼓勵客戶減少資源消耗…等。

- 主要提供傳統銷售模式，較少考量服務對永續消費的影響；
- 已開始評估服務創新對促進永續消費的潛力，並嘗試部分新模式；
- 積極發展服務創新模式，例如共享服務、產品租賃等，以減少資源消耗和浪費；
- 將永續消費融入核心服務策略，並持續創新，引導消費者選擇更環保的方案。

2. 【共享服務中心】貴公司是否推動**共享服務中心**？

共享服務中心 (Shared Service Center, SSC) 是指將分散在各部門的重複性支援性業務 (如財務、人力資源、IT... 等) 集中到一個共享服務中心進行管理和營運，實現資源的統一配置和利用。

(1)在數位轉型方面，貴公司是否有**共享服務中心**？導入使用數位工具/技術的程度如何？

- 行政任務需手動操作，前台和後台流程數位化程度低，在事務性部門 (如人事) 僅使用基本技術如業務流程管理；
- 已開始簡化部分流程，並推動基本數位工具/技術以發展 SSC；
- 有系統性推出 SSC，已採用數位工具/技術於點到點流程自動化，開始精簡非自動化的流程；
- SSC 已使用數位工具/技術，在前台和後台核心流程皆達到高度自動化。

(2)在永續轉型方面，推動服務共享中心同時，是否亦將**環境永續**納入考量？

【例如】透過數位化減少紙張使用、差旅或能源消耗。[船舶

運送]減少船務文件紙本處理；[海運承攬]電子提單與線上報關；[貨櫃集散站]數位排程與能源管理；[汽車貨櫃貨運]線上派車與油耗監控；[船務代理]電子艙單與遠端作業；[貨物裝卸承攬]數位排程與設備能耗監控。

SSC 的主要目標是提升效率和降低成本，較少考量環境影響；

開始在 SSC 中推動部分環保措施，例如減少紙張使用；

將環境永續納入 SSC 的重要目標，並積極推動相關措施，例如數位化流程、減少差旅等；

SSC 成為公司永續發展的重要推動者，持續優化流程以減少環境足跡。

3. **【資料蒐集】** 貴公司是否有效蒐集並利用資料，進一步認同數據協作，與合作夥伴建立合作關係？

(1) 在數位轉型方面，貴公司是否導入數位工具/技術（如 IoT、AI）？**蒐集哪些資料**，有無進一步應用？

【例如】[船舶運送]船期與艙位資料分析；[海運承攬]分析訂艙與報關流程數據；[貨櫃集散站]分析堆場使用率與裝卸效率；[汽車貨櫃貨運]可參考 GPS 與油耗數據；[船務代理]分析靠泊時間與艙單準確率；[貨物裝卸承攬]參考吊機使用率與作業排程。

尚未導入數位工具/技術進行資料蒐集；

已應用數位工具/技術於專案計畫進行蒐集資料，解決技術問題且逐步與合作夥伴合作；

已應用位工具/技術於關鍵作業，創造營運優勢和新商業模式；

已發展出新商業模式，並積極參與生態系統，與合作夥伴建立關係。

(2) 在永續轉型方面，針對**永續揭露**部分，公司蒐集哪些資料以進行決策？

較少蒐集和分析永續相關資料，缺乏透明的揭露機制；

開始蒐集部分重要的環境和社會資料，並進行初步的分析和揭露；

建立完整的永續資料蒐集和分析體系，並定期公開揭露相關資訊；

永續資料成為公司決策的重要依據，並積極與利害關係人溝通，提升透明度。

4. **【資訊安全】** 貴公司的資訊安全執行程度為何？

(1) 在**資訊安全**上，運用資訊技術之程度或有何防護措施或演練機制？

- 資安由 IT 部門負責，業務部門參與低，未識別關鍵資產，僅有簡單系統保護和檢測技術；
- 設有資安計畫，由專責人員負責，制定資訊管理策略，但未全面掌握業務資產，資訊安全未廣泛實施；
- 資安計畫以業務資產和風險管理為中心，高層重視並推動安全文化，所有計畫皆考慮資訊安全；
- 資安計畫涵蓋所有 IT 領域和價值鏈環節，建立廣泛網絡情報能力，積極尋找威脅和研究新技術，識別系統漏洞。

(2) 在**永續轉型**上，對於所需蒐集之數據，是否有資安相關計畫與措施？

- 較少關注環境和社會風險，缺乏系統性的管理機制；
- 開始評估部分重要的環境和社會風險，並建立初步的管理機制；
- 建立完整的環境和社會風險管理體系，並定期進行評估和應變演練；
- 風險管理體系成熟，能有效應對各種內外部挑戰，確保公司永續經營。

其他

1. 貴公司是否參與母公司的**永續行動**（如碳盤查、供應鏈 ESG 自評等）？有何收穫、挑戰或建議？
2. 面對產業變革與國際規範，貴公司認為現階段貨櫃航運產業鏈在雙軸轉型上，最需要/最希望**優先解決或突破的關鍵挑戰**是什麼？
3. 其他建議

附錄八、訪談大綱

主題	議題	
組織文化	1. 【轉型願景】	請問貴公司對數位/永續轉型的願景與發展方向？
	2. 【轉型策略】	貴公司是否有數位/永續轉型策略？如何推動轉型作業？
	3. 【轉型文化】	貴公司是否有鼓勵創新、變革、轉型的文化？在數位/永續轉型方面的進展如何？
人才培育 及 價值共創	4. 【數位/永續技能】	貴公司如何吸引、聘用適合的轉型人才，是否有規劃培育及提升所需數位/永續技能的機制？
	5. 【生態協作】	貴公司是否認同生態系協作之機制？是否有與其他公司建立合作夥伴關係，採用數位解決方案支持運作/推動永續議題？
	6. 【價值創造】	貴公司如何與產業鏈夥伴合作共同推動轉型，以創造價值？
產品服務 及 商業模式	7. 【產品/服務開發】	貴公司如何改善或加速航港服務？
	8. 【採購優化】	貴公司是否整合及分析數據，以做出更有效率的採購決策？
	9. 【創新模式】	貴公司如何促進創新、刺激創意，並鼓勵開發、新的商業化數位/永續服務？
資訊優化	10. 【服務方式轉型】	貴公司是否對客戶服務方式進行優化？
	11. 【共享服務中心】	貴公司是否推動共享服務中心？（是指將分散在各部門的重複性支援性業務集中到一個共享服務中心進行管理和營運，實現資源的統一配置和利用。）
	12. 【資料蒐集】	貴公司是否有效蒐集並利用資料，進一步認同數據協作，與合作夥伴建立合作關係？
	13. 【資訊安全】	貴公司的資訊安全執行程度為何？
其他	14. 貴公司是否鼓勵子公司參與母公司的永續行動？	
	15. 貴公司認為現階段貨櫃航運產業鏈在雙軸轉型上，最需要/最希望優先解決或突破的關鍵挑戰是什麼？	
	16. 其他建議	

附錄九、各公司量表評估結果

維度	指標	A1 公司		A2 公司		A3 公司		A4 公司		A5 公司	
		數位	永續	數位	永續	數位	永續	數位	永續	數位	永續
組織文化	轉型願景	100	100	100	100	50	50	75	75	100	100
	轉型策略	75	100	75	100	75	50	75	75	75	100
	轉型文化	75	75	50	75	75	25	50	50	75	50
人才培育及價值共創	數位/永續技能	75	100	75	100	50	50	75	50	75	100
	生態協作	75	75	75	75	50	25	75	50	75	100
	價值創造	75	75	75	75	50	50	75	50	75	50
產品服務及商業模式	產品/服務開發	75	75	25	50	75	50	75	75	75	50
	採購優化	50	75	50	75	50	75	50	25	25	75
	創新模式	75	75	75	75	50	50	50	50	75	75
資訊優化	服務方式轉型	50	50	50	50	50	25	75	50	50	50
	共享服務中心	75	75	50	25	75	75	75	50	50	75
	資料蒐集	75	75	50	75	50	50	50	50	50	50
	資訊安全	75	100	75	75	50	50	75	75	75	75
	整體分數	73.4	81.3	64.1	74.5	57.8	47.9	67.2	55.7	68.2	74.0

維度	指標	A6 公司		B1 公司		B2 公司		C1 公司		C2 公司	
		數位	永續	數位	永續	數位	永續	數位	永續	數位	永續
組織文化	轉型願景	50	50	100	100	50	25	50	50	50	50
	轉型策略	75	50	75	100	25	25	50	50	75	50
	轉型文化	50	50	100	75	50	25	75	75	50	75
人才培育及價值共創	數位/永續技能	50	50	75	75	50	25	50	50	50	50
	生態協作	50	50	100	100	25	25	25	25	75	50
	價值創造	50	50	100	100	25	25	25	25	50	50
產品服務及商業模式	產品/服務開發	50	25	100	75	50	25	75	75	50	50
	採購優化	25	50	50	100	25	25	25	25	50	50
	創新模式	25	25	100	75	50	25	25	25	50	50
資訊優化	服務方式轉型	50	50	100	75	50	25	50	50	50	50
	共享服務中心	50	50	100	100	25	25	50	25	50	25
	資料蒐集	25	25	100	75	50	25	50	50	50	50
整體分數	資訊安全	25	50	100	100	25	25	75	75	25	25
	數位	44.8	44.3	91.7	88.5	38.5	25.0	47.4	48.4	52.6	49.0
	永續										

維度	指標	C3 公司		C4 公司		D1 公司		D2 公司		D3 公司	
		數位	永續	數位	永續	數位	永續	數位	永續	數位	永續
組織文化	轉型願景	100	100	25	25	100	100	50	50	100	100
	轉型策略	100	100	50	25	100	100	75	25	100	100
	轉型文化	50	50	50	25	75	75	75	25	75	100
人才培育及價值共創	數位/永續技能	75	75	25	25	75	75	50	25	50	75
	生態協作	50	50	25	25	75	100	50	50	100	75
	價值創造	50	50	50	25	100	100	50	50	100	75
產品服務及商業模式	產品/服務開發	50	50	25	25	100	75	50	100	100	75
	採購優化	50	50	75	25	50	75	25	50	50	75
	創新模式	50	75	50	25	100	75	50	50	75	75
資訊優化	服務方式轉型	50	50	50	25	100	100	50	50	50	75
	共享服務中心	50	75	25	25	100	75	50	50	50	50
	資料蒐集	50	50	25	25	75	75	50	25	50	75
	資訊安全	75	75	25	25	100	100	75	25	100	100
	整體分數	62.0	65.6	39.1	25.0	88.0	86.5	53.6	44.8	78.1	81.3

維度	指標	D4 公司		D5 公司		D6 公司		E 公司		F 公司	
		數位	永續	數位	永續	數位	永續	數位	永續	數位	永續
組織文化	轉型願景	100	100	100	100	25	25	100	100	100	100
	轉型策略	75	75	75	75	25	25	25	100	25	100
	轉型文化	25	25	100	100	25	25	75	100	75	100
人才培育及價值共創	數位/永續技能	50	50	75	50	25	25	50	50	75	100
	生態協作	50	50	50	25	25	25	50	75	50	75
	價值創造	75	75	100	25	25	25	100	75	100	75
產品服務及商業模式	產品/服務開發	25	25	100	50	25	25	100	75	100	75
	採購優化	25	25	50	25	25	50	100	75	75	75
	創新模式	50	75	100	100	25	25	75	75	75	75
資訊優化	服務方式轉型	50	50	50	25	25	25	100	75	100	75
	共享服務中心	50	50	100	100	25	25	100	100	75	75
	資料蒐集	25	25	50	75	25	25	75	100	75	75
	資訊安全	75	75	75	75	25	25	75	75	75	75
	整體分數	52.1	54.2	79.7	63.0	25.0	27.1	78.1	82.3	76.6	83.3

維度	指標	G 公司		H 公司		I 公司		J 公司		K 公司	
		數位	永續	數位	永續	數位	永續	數位	永續	數位	永續
組織文化	轉型願景	100	100	25	25	50	50	100	100	25	25
	轉型策略	75	100	25	25	75	50	75	75	25	25
	轉型文化	75	100	25	25	50	50	75	50	50	25
人才培育及價值共創	數位/永續技能	75	100	75	50	50	50	50	50	25	50
	生態協作	50	75	25	25	50	25	50	25	50	25
	價值創造	75	75	25	25	25	25	50	50	25	50
產品服務及商業模式	產品/服務開發	100	75	25	25	50	75	50	50	25	50
	採購優化	75	75	25	25	50	25	75	50	25	50
	創新模式	75	75	25	25	75	50	75	50	50	50
資訊優化	服務方式轉型	100	75	50	25	50	50	50	75	25	50
	共享服務中心	75	75	25	25	75	50	50	50	25	50
	資料蒐集	75	75	25	25	75	50	50	50	25	25
	資訊安全	75	75	25	25	75	50	75	50	25	50
	整體分數	78.6	83.3	30.7	27.1	56.8	45.8	64.1	55.7	31.3	40.1

維度	指標	L 公司		M 公司		N 公司		O 公司		P 公司	
		數位	永續	數位	永續	數位	永續	數位	永續	數位	永續
組織文化	轉型願景	50	50	75	50	100	100	25	25	75	100
	轉型策略	50	50	75	50	100	100	50	25	25	100
	轉型文化	50	25	50	50	50	50	50	25	75	75
人才培育及價值共創	數位/永續技能	50	25	50	50	75	75	50	25	75	75
	生態協作	50	50	50	50	50	50	50	25	50	75
	價值創造	75	25	75	50	50	50	75	25	75	75
產品服務及商業模式	產品/服務開發	50	75	50	50	50	50	75	25	50	75
	採購優化	50	25	75	25	50	50	25	25	50	75
	創新模式	50	25	75	50	50	75	75	25	75	75
資訊優化	服務方式轉型	50	25	50	50	50	50	50	25	50	75
	共享服務中心	50	50	75	50	50	75	25	25	75	75
	資料蒐集	50	25	50	50	50	50	50	25	75	75
整體分數	資訊安全	50	50	75	75	75	75	25	25	75	75
	整體分數	52.1	38.5	63.5	49.5	62.0	65.6	49.0	25.0	63.0	79.2

ISBN 978-986-531-768-3
00310



9 789865 317683

GPN : 1011500629

定價 310 元