

114-052-4350
MOTC-IOT-113-MFB004

汽車貨運業因應淨零轉型策略規劃(1/2) - 策略架構建立



交通部運輸研究所

中華民國 114 年 7 月

114-052-4350
MOTC-IOT-113-MFB004

汽車貨運業因應淨零轉型策略規劃(1/2) - 策略架構建立

著者：楊晴雯、洪志銘、留浩洋、陳勁甫、傅 強、王健全
陳馨蕙、吳俊彥、戴卉珊、游政哲、劉昱彤、姜品君
許瓊文、賴怡靜、廖謹志、劉銘韻

交通部運輸研究所

中華民國 114 年 7 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

汽車貨運業因應淨零轉型策略規劃. (1/2) : 策略
架構建立/楊晴雯, 洪志銘, 留浩洋, 陳勁甫, 傅
強, 王健全, 陳馨蕙, 吳俊彥, 戴卉珊, 游政哲,
劉昱彤, 姜品君, 許瓊文, 賴怡靜, 廖謹志, 劉
銘韻著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運輸研究
所, 民 114. 07

面 ; 公分

ISBN 978-986-531-687-7(平裝)

1. CST: 運輸管理 2. CST: 貨運 3. CST: 碳排放
4. CST: 永續發展

557.15

114009336

汽車貨運業因應淨零轉型策略規劃(1/2)-策略架構建立

著 者：楊晴雯、洪志銘、留浩洋、陳勁甫、傅 強、王健全、陳馨蕙、吳俊
彥、戴卉珊、游政哲、劉昱彤、姜品君、許瓊文、賴怡靜、廖謹志、
劉銘韻

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 114 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 60 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：360 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：400002 臺中市區中山路 6 號・電話：(04)2226-0330

GPN：1011400692

ISBN：978-986-531-687-7 (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。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：汽車貨運業因應淨零轉型策略規劃(1/2)-策略架構建立			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-531-687-7 (平裝)	政府出版品統一編號 1011400692	運輸研究所出版品編號 114-052-4350	計畫編號 113-MFB004
本所主辦單位：運輸經營及管理組 主管：廖謹志 計畫主持人：廖謹志 研究人員：劉銘韻 聯絡電話：(02)2349-6836 傳真號碼：(02)2545-0431	合作研究單位：財團法人中華經濟研究院 計畫主持人：楊晴雯 研究人員：洪志銘、留浩洋、陳勁甫、傅 強 王健全、陳馨蕙、吳俊彥、戴卉珊 游政哲、劉昱彤、姜品君、許瓊文 賴怡靜 地址： 106220 臺北市大安區長興街 75 號 聯絡電話：(02)2735-6006		研究期間 自 113 年 4 月 至 113 年 12 月
關鍵詞：汽車貨運、淨零轉型、永續發展			
摘要： 在《巴黎協定》及聯合國永續發展目標等氣候目標下，淨零趨勢已成全球共識，為此各國已發布相關政策，超過 130 個國家宣示或評估淨零排放目標，包含美國、歐盟、英國、日韓等，已立法推動能源轉型及氣候保護作為。我國於 2015 年施行《溫室氣體減量及管理法》，並於 2023 年通過《氣候變遷因應法》，致力 2050 年達成淨零排放目標。交通部為此推動運具電動化、完善配套及技術升級等策略，並與環境部配合「淨零綠生活」戰略計畫。另金融監督管理委員會於 2022 年發布「永續經濟活動認定參考指引」，鼓勵金融業協助企業減碳轉型，並訂定技術篩選準則。 環境部 2023 年報告指出，能源部門占總排放量 90.87%，其中運輸業 2022 年排放量為 3,628.2 萬公噸二氧化碳當量，貨運排放約占 33.93%。長期以來，運輸部門的減量作為多聚焦客運及大眾運輸等，近年來因經濟發展及電子商務的興盛，造成服務需求增加，考量如何在面對各界壓力、財務困境及品質需求下，加速貨運轉型步伐，成為運輸部門邁向淨零的最後拼圖。 為因應國際貨運淨零趨勢，並協助我國貨運業者轉型，本計畫透過國際法制政策及綠色經濟、永續金融法制政策下的策略分析，針對標竿國家與我國現況進行落差分析；其次，透過汽車貨運業者及公私部門利害關係人訪談，盤點釐清企業困境及需求，提出區分為四大規範機制（法規、制度與標準制定）、管理規劃（注重營運效率提升與配套管制）、設備技術（新能源、基礎設施、智慧輔助、科研發展）、財政工具（補助與投資誘因、碳定價機制）策略架構框架，再配合根據經濟、產業與技術發展等外在環境趨勢並針對我國汽車貨運業特性，選擇合適的淨零轉型政策並嘗試分析各項策略所涉及的課題，例如可能面臨之推動障礙，以作為未來行動方案規劃參考，協助我國貨運業者順利轉型，提升產業競爭力。			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
114 年 7 月	304	360	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

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

TITLE: Trucking Carrier strategy planning for net zero transformation (1/2) - Establishment of strategic framework			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-531-687-7 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1011400692	IOT SERIAL NUMBER 114-052-4350	PROJECT NUMBER 113-MFB004
DIVISION: Transportation Operations and Management Division DIVISION DIRECTOR: Chin-Chih Liao PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chin-Chih Liao PROJECT STAFF: Ming-Yun Liu PHONE: (02)2349-6836 FAX: (02)2545-0431			PROJECT PERIOD FROM April 2024 TO December 2024
RESEARCH AGENCY: Chung-Hua Institution for Economic Research PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chin-Wen Yang PROJECT STAFF: Chih-Ming Hung, Hao-Yang Liu, Ching-Fu Chen, Chiang Fu, Jiann-Chyuan Wang, Shin-Hui Chen, Chun-Yen Wu, Huei-Shan Dai, Cheng-Che Yu, Yu-Tung Liu, Pin-Chun Chiang, Chiung-Wen Hsu, Yi-Ching Lai ADDRESS: No. 75, Changxing St., Da'an Dist., Taipei City 106220, Taiwan (R.O.C.) PHONE: (02)2735-6006			
KEY WORDS: Trucking Carrier ; net zero ; sustainability			
ABSTRACT: Under climate goals such as the Paris Agreement and the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs), the net zero trend has become a global consensus. To this end, various countries have issued relevant policies. More than 130 countries have declared or evaluated net zero emission targets, including the United States, European Union, United Kingdom, Japan and South Korea, and have enacted laws to promote energy transformation and climate protection. Taiwan also implemented the Greenhouse Gas Reduction and Management Act in 2015 and passed the Climate Change Response Act in 2023, striving to achieve the net zero emissions target by 2050. The Ministry of Transportation and Communications is promoting strategies such as electrification of transportation vehicles, improving supporting facilities and technological upgrades, and coordinating with the Ministry of Environment on the “Net Zero Green Lifestyle” strategic plan. In addition, the Financial Supervisory Commission issued the “Reference Guidelines for the Recognition of Sustainable Economic Activities” in 2022, encouraging the financial industry to assist companies in carbon reduction transformation and to establish technical screening criteria. The Ministry of Environment’s 2023 report pointed out that the energy sector accounted for 90.87% of total emissions, of which the transportation industry emitted 36.282 million metric tons of carbon dioxide equivalent in 2022, with freight emissions accounting for about 33.93%. For a long time, the transportation sector’s efforts to reduce emission have mainly focused on passenger and public transportation. In recent years, due to economic development and the rise of e-commerce, demand for services has increased. Considering how to accelerate the pace of freight transformation in the face of pressure from multiple stakeholders, financial constraints, and service quality demands has become the final piece of the puzzle for the transportation sector in achieving net zero goals. To respond to the global trend toward net-zero emissions in freight transport and support the transition of Taiwan's freight industry, this project conducts strategic analysis under the frameworks of international legal policies, green economy, and sustainable finance regulations. A gap analysis is then performed, comparing benchmark countries with Taiwan's current situation. Furthermore, this project interviews trucking carrier operators and stakeholders from public and private sectors to identify and clarify industry challenges and needs, and proposes a strategic framework categorized into four main pillars: 1. Regulatory Mechanisms (including laws, systems, and standard-setting); 2. Management Planning(focusing on operational efficiency and supporting regulatory measures); 3. Equipment and Technology(covering new energy sources, infrastructure, intelligent assistance, and R&D); 4. Financial Instruments(such as subsidies, investment incentives, and carbon pricing mechanisms.). To select suitable net-zero transition policies, this framework is aligned with broader trends in the economy, industry, and technological development, and tailored to the specific characteristics of Taiwan’s trucking sector. Related issues such as potential implementation barriers are also analyzed. This project aims to serve as a reference for future action plans, helping Taiwan’s freight industry transition smoothly and enhance its global competitiveness.			
DATE OF PUBLICATION July 2025		NUMBER OF PAGES 304	PRICE 360
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.....	VII
表目錄.....	IX
第一章 前言.....	1
1.1 計畫背景與目的.....	1
1.2 研究範疇界定.....	3
1.3 研究架構與流程規劃.....	3
第二章 全球汽車貨運業淨零轉型發展現況與趨勢.....	5
2.1 全球汽車貨運業溫室氣體排放概況及趨勢.....	5
2.1.1 全球公路貨運溫室氣體排放現況及未來趨勢預估.....	5
2.1.2 驅動汽車貨運業排放趨勢之關鍵因素分析.....	9
2.2 汽車貨運業淨零轉型政策工具選項及潛在效果.....	17
2.2.1 國際運輸論壇對汽車貨運業淨零轉型之建議.....	17
2.2.2 世界經濟論壇對汽車貨運業淨零轉型之建議.....	20
2.2.3 「可能的任務夥伴關係」聯盟對汽車貨運業淨零轉型之建議.....	21
2.2.4 汽車貨運業淨零轉型政策工具選項綜整.....	21
2.3 標竿國家汽車貨運業轉型政策及採行策略.....	23
2.3.1 標竿國家因應氣候變遷之淨零轉型政策推動.....	23
2.3.2 標竿國家綠色經濟與綠色貨運發展.....	37
2.3.3 標竿國家永續金融法制發展.....	39
2.4 標竿國家因應策略及轉型契機.....	54

2.4.1 政府治理-規範制定及管理.....	54
2.4.2 基礎設施整備與完善-提供轉型所需的硬體需求	60
2.4.3 技術發展-創新研發與革新技術帶來的轉型契機	64
2.4.4 機制建立-透過公私協力建立轉型發展誘因	76
2.4.5 財政工具導入-提供轉型成本必要援助	80
2.5 標竿國家企業因應策略綜整分析.....	86
2.5.1 共享共榮的物流倉規劃.....	86
2.5.2 綠色宣示、智慧化、電動微型與循環多元模式整合	88
2.5.3 最後一哩綠色交付.....	91
2.5.4 標竿國家汽車貨運業轉型障礙與政府支持措施.....	93
2.6 小結	98
第三章 我國汽車貨運業淨零轉型發展現況與趨勢	103
3.1 我國汽車貨運業溫室氣體排放概況及趨勢.....	103
3.1.1 我國汽車貨運業產業發展概況.....	103
3.1.2 我國汽車貨運業溫室氣體排放現況及未來趨勢預估	107
3.1.3 驅動我國汽車貨運業排放趨勢之關鍵因素分析	110
3.2 我國汽車貨運淨零轉型政策與推動方式.....	111
3.2.1 我國現行針對綠色貨運之規範機制建立.....	111
3.2.2 我國現行針對綠色貨運之管理規劃作為.....	113
3.2.3 我國現行針對綠色貨運之設備技術發展	115
3.2.4 我國現行針對綠色貨運之財政措施.....	120
3.2.5 我國綠色經濟及永續金融法制下的汽車貨運發展.....	124
3.3 我國汽車貨運業因應策略及轉型現況.....	133

3.3.1 企業轉型壓力源盤點	133
3.3.2 我國汽車貨運業轉型因應作為	137
3.3.3 我國汽車貨運轉型困境	140
3.3.4 貨運三業政策需求盤點	146
3.4 落差分析	149
3.4.1 政策工具—我國推動現況與全球趨勢之落差	149
3.4.2 產業需求—現況落差與政策工具之對應	154
3.5 小結	157
第四章 我國汽車貨運業永續淨零轉型策略架構研擬	159
4.1 策略架構概述	159
4.2 個別策略課題研析	162
4.3 政策優先序位	175
4.3.1 外部影響評估—期程急迫性	175
4.3.2 可行性評估	179
4.3.3 減量潛能評估	184
4.3.4 綜合評估	185
4.4 我國汽車貨運業淨零轉型策略藍圖及行動方向芻議	190
4.6 小結	198
第五章 結論與建議	201
5.1 結論	201
5.2 建議	203
參考文獻	207
附件一 期中審查回覆表	215

附件二 期末審查回覆表.....	227
附件三 訪談紀錄.....	239
附件四 座談會紀錄.....	253
附件五 翻譯對照表.....	271
附件六 期末簡報.....	275

圖目錄

圖 1.4-1 全程研究流程圖	4
圖 2.1-1 2019-2050 年全球運輸部門二氧化碳排放情境.....	6
圖 2.1-2 2019-2050 年全球客、貨運二氧化碳排放情境.....	6
圖 2.1-3 2050 年高企圖心情境下全球貨運模式配置	8
圖 2.1-4 2000-2030 年全球中型及重型卡車的二氧化碳排放量	9
圖 2.1-5 公路貨運脫碳架構	10
圖 2.1-6 影響車輛能源使用及排放的因素	11
圖 2.1-7 中國運輸倉儲業 CO ₂ 排放貢獻來源.....	12
圖 2.1-8 中國運輸服務 CO ₂ 排放驅動因子貢獻的地區差異.....	13
圖 2.1-9 運輸部門排放驅動因子的時間變化	14
圖 2.2-1 ITF 運輸部門減量策略路徑	19
圖 2.3-1 德國淨零排放路徑	25
圖 2.3-2 英國運輸部門減碳關鍵時間表	27
圖 2.3-3 美國國家運輸脫碳藍圖關鍵戰略	30
圖 2.3-4 美國實現淨零目標出行方式與技術解決方案	30
圖 2.3-5 日本綠色成長策略 14 項重要領域	32
圖 2.3-6 2022 年日本運輸部門碳排比例	33
圖 2.3-7 國土交通省綠色物流相關規劃	34
圖 2.4-1 全球輕型貨車 100% 銷售目標期程	54
圖 2.4-2 全球中重型貨車銷售目標	55
圖 2.4-3 全球零排放示範區推動計畫	60
圖 2.4-4 美國充電式公路試點計畫	65

圖 2.4-5 全球氫能車數量趨勢	72
圖 2.5-1 亞馬遜公司於大巴黎區點位配置	87
圖 2.5-2 株式會社 Life Support Egawa 推動之減碳案例	90
圖 3.1-1 112 年汽車貨運單趟運距運量占比	105
圖 3.1-2 汽車貨運量與工業生產指數成長趨勢	106
圖 3.1-3 汽車貨運量每日載重及平均運距	107
圖 3.1-4 我國汽車貨運業排放指標歷年變化趨勢	108
圖 3.2-1 我國空氣品質淨區規劃	113
圖 3.2-2 節能輪胎持有成本與節油效益	120
圖 3.2-3 環境部老舊車輛汰舊換新新制	122
圖 3.2-4 永續經濟活動之認定方法	126
圖 3.2-5 企業衡量經濟活動符合本指引 3 項條件之方式	128
圖 3.2-6 企業衡量經濟活動永續程度	128
圖 4.2-1 韓國潔淨能源車輛補助平臺資訊	164
圖 4.3-1 壓力來源矩陣分析	178

表目錄

表 2.1-1 2019-2050 年全球貨運運輸模式占比	7
表 2.1-2 2019-2050 年全球貨運排放來源占比	7
表 2.1-3 影響陸上貨運溫室氣體排放之潛在關鍵因子	16
表 2.3-1 日本「綠色融資及永續連結融資指南」綠色運輸領域	45
表 2.3-2 氣候相關風險及財務影響實例	50
表 2.3-3 TCFD 四大核心要素建議揭露事項	51
表 2.3-4 交通運輸產業：貨車運輸業相關指標	53
表 2.4-1 英國輕型貨車銷售份額年度目標	56
表 2.4-2 英國充電樁佈建計畫	62
表 2.4-3 無線充電式道路系統技術分類	66
表 2.4-4 車輛管理系統概要	68
表 2.4-5 英國貨運車輛補助計畫	81
表 2.4-6 新加坡貨車排放獎懲分級制度	83
表 2.4-7 美國充電和加油基礎設施補助計畫概要	85
表 2.4-8 美國潔淨能源車輛及設備抵稅計畫概要	85
表 2.5-1 物流業者減碳策略推動目標進程	91
表 3.1-1 公路汽車貨運業定義	103
表 3.1-2 112 年公路汽車業廠商登記及車輛數	104
表 3.1-3 近年公路汽車貨運營運概況	104
表 3.1-4 112 年汽車貨運調查報告摘要	105
表 3.1-5 112 年汽車貨運業車輛燃油效率	105
表 3.1-6 我國汽車貨運歷年排放趨勢試算	109

表 3.1-7 我國 2026-2030 年經濟成長及運輸倉儲業成長趨勢	109
表 3.1-8 影響我國貨運排放趨勢因子分析	110
表 3.2-1 六都低碳交通規劃	114
表 3.2-2 我國國道充電樁佈建情形	117
表 3.2-3 充電樁關鍵績效指標與目標	118
表 3.2-4 汽（柴）油引擎小貨車、小客貨兩用車及小客車加權平均能效標準	123
表 3.2-5 我國貨運汽車運輸之技術篩選標準	131
表 3.3-1 貨運業者壓力來源盤點	136
表 3.3-2 企業轉型障礙彙整表	145
表 3.4-1 我國政策推動差異比較	154
表 3.4-2 產業需求與政策工具對應	156
表 3.5-1 各國採納措施一覽	158
表 4.1-1 整體貨運政策推動策略架構	161
表 4.2-1 標章認證評估指標與誘因	166
表 4.2-2 充電樁建置規劃預擬	171
表 4.3-1 企業轉型壓力源彙整表	177
表 4.3-2 壓力期程時間點及政策影響預估	178
表 4.3-3 可行性及因應作為盤點	183
表 4.3-4 政策因子推動序位	186
表 4.3-5 各政策課題研析	187
表 4.3-6 各政策適用性盤點	189
表 4.4-1 政策層級劃分	190

表 4.4-2 交通主管機關推動項目及內容	191
表 4.4-3 我國汽車貨運業淨零轉型整體策略規劃藍圖	194
表 4.4-4 車輛相關推動期程規劃	195
表 4.4-5 產業相關推動期程規劃	196
表 5.2-1 相輔相成的政策配套方案	206

第一章 前言

1.1 計畫背景與目的

為因應聯合國永續發展目標（Sustainable Development Goal, SDG）第 11 點「促使城市與人類居住具包容、安全、韌性及永續性」目標，以及《巴黎協定》（Paris Agreement）對全球升溫限制的氣候目標，各國皆陸續發布相關政策及法令規範，已有超過 130 個國家宣示或評估淨零排放（Net-Zero）目標，包括德國、英國、日本等均已將減量規劃明確入法，積極透過創新科學技術，協助能源轉型及氣候保護。

我國於民國 104 年 7 月 1 日施行「溫室氣體減量及管理法」，第 4 條明定國家溫室氣體（Greenhouse Gas, GHG）長期減量目標，以民國 139 年（2050 年）溫室氣體排放量降為民國 94 年（2005 年）溫室氣體排放量 50% 以下。另於 2023 年 1 月 10 日立院三讀通過《氣候變遷因應法》，係為降低溫室氣體排放、實現環境正義，並力求 2050 國家淨零排放而立之法律。交通部為積極配合行政院 2050 淨零排放路徑及政策，發布「運具電動化及無碳化」已進行規劃「提高電動運具數量」、「完善使用環境配套」及「產業技術升級轉型」3 大策略主軸及相關推動路徑。另配合淨零 12 項關鍵戰略中環境部發布之「淨零綠生活」行動計畫，辦理多項推動措施。

另一方面，金融監督管理委員會與環境部、經濟部、交通部、內政部也於 2022 年 12 月 8 日共同公告「永續經濟活動認定參考指引」，鼓勵金融業協助企業朝永續減碳轉型，就「氣候變遷減緩」活動訂定「具實質貢獻之技術篩選標準」，並納入對其他環境目的（如氣候變遷調適、水資源保護等）及社會保障「未造成重大危害」為認定原則，羅列製造業、營造建築與不動產業、運輸與倉儲業等之 16 項「一般經濟活動」及 13 項「前瞻經濟活動」，提供金融機構及企業綠色認證參考標準，為全球少數已經推出永續活動認定指引之領先國家之一。

觀察各國政策發展，各國及地區首要目標放在透過車輛製造商減碳目標獎勵、車輛油耗表現要求等政策，透過車輛潔淨能源轉型，提升運輸商業優勢，並邁向淨零排放的目標。不僅各國政府支持，電動大型車輛的產業能量與市場需求也持續攀升。根據國際能源署（International Energy

Agency, IEA) 2024 年四月出版的調查報告「2024 全球電動車展望 (Global Electric Vehicle Outlook 2024)」, 零排放卡車及巴士的市占率近年逐步提升, 電動中型及重型卡車全球銷售量在 2023 年達到 54,000 輛, 相較於 2022 年增長 35%, 車型款式亦不斷推陳出新, 更能滿足不同市場需求。¹

根據環境部 2022 年 8 月公布之「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告 (2022 年版)」第二章溫室氣體排放趨勢, 我國溫室氣體排放情形統計結果分為五大部門, 分別為「能源部門」、「工業製程及產品使用部門」、「農業部門」、「土地利用、土地利用變化及林業部門」及「廢棄物部門」, 其中運輸業屬於能源部門中「運輸」, 而能源部門在 2021 年期間排放量最高, 占總排放量之 90.55%, 然與 2020 年相比微幅增加 3.71%。其中「運輸」在 2019 年之排放為 36,238 千公噸二氧化碳當量, 占能源部門 13.9%; 2020 年之排放為 36,530 千公噸二氧化碳當量, 占能源部門比 14.08%; 2021 年之排放為 34,674 千公噸二氧化碳當量, 占能源部門比 12.89%。在 COVID-19 疫情影響及淨零排放政策推行之下, 「運輸」總排放量雖於 2021 呈現降低, 但其降低幅度仍相當有限, 貨運需求上升不排除為可能的原因之一。強化貨運產業的永續發展、降低交通工具的碳足跡, 以提升貨運產業的國際綠色競爭能力, 分階段達成淨零排放的長程目標, 並促進環境正義及保護國民健康安全, 貨運淨零排放的政策至關重要。

為了因應國際貨運零排碳趨勢, 協助我國貨運業者進行淨零轉型, 加速實現交通運輸淨零排放, 以達成行政院 2050 年之溫室氣體減量目標, 本計畫擬透過國際間汽車貨運業因應淨零排放之法制政策趨勢以及綠色經濟、永續金融法制政策下汽車貨運業因應策略分析, 輔以我國汽車貨運業產業意見蒐整及永續金融相關主管機關及利害關係方訪談等研究方法, 針對標竿國家汽車貨運業淨零轉型作法與我國汽車貨運業淨零轉型現況進行落差分析, 以了解當前我國汽車貨運業淨零轉型與標竿國家之落差, 據此建立政策架構, 並提出我國汽車貨運業達成環境永續目標利基路徑之因應策略、行動方案與配套措施, 並滾動檢討汽車貨運業相關之淨零排放路徑, 以作為主管機關擬定貨運淨零排放相關政策規劃之參考應用。

¹ IEA (2024), *Global EV Outlook 2024*, IEA, Paris <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024>, Licence: CC BY 4.0

1.2 研究範疇界定

本研究對象為根據公路法第三章第 34 條定義之公路汽車貨運業，包含汽車貨運業、汽車路線貨運業、與汽車貨櫃貨運業等三種。為便於行文，本研究若未特別註明，則以「汽車貨運業」統一稱呼汽車運輸業管理規則所規範之汽車貨運三大業別。惟小貨車租賃業之性質與前述汽車貨運業有別，故不在本研究題目設定之範疇內，另郵政體系之載運事宜則係郵政法規範範疇，與本研究指稱之汽車貨運業不同，亦不在本研究之範疇內。

本研究以國家整體淨零轉型的角度，廣泛蒐集貨物運輸的轉型工作所涉及之範疇，從車輛技術、營運模式到場站減排等，並不限於交通部所轄範圍，以廣泛探詢蒐羅貨運業轉型的可能策略，同時掌握汽車貨運業與行業外的驅動因子之間的關聯，最終針對汽車貨運業提出策略架構。本計畫的研究範疇將依分析層級逐次聚焦，最終將以公路法規範之汽車貨運業為範疇提出策略架構。

1.3 研究架構與流程規劃

本計畫為兩年期研究，第一年以建立我國汽車貨運業因應淨零轉型及永續發展之策略架構為主軸，第二年則延續第一年成果，進一步檢討現行淨零路徑及策略，滾動調整策略目標及路徑，並提出落實目標之行動方案及相關配套措施（圖 1.3-1）。

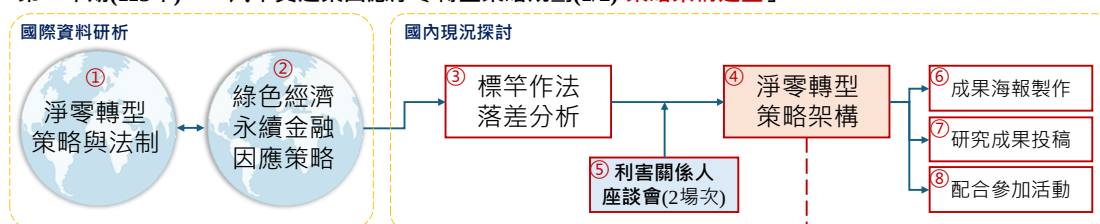
鑑於國際上對於貨運淨零轉型的策略不一而足，雖然策略眾多，但礙於各國地理與自然條件、技術條件、經濟發展與產業差異以及社會文化等多元因素，使得國際做法未必能完全移轉國內適用。因此，本計畫在策略研擬前，需仰賴國際案例廣泛蒐集、國內產官學各界意見彙整，進行國內外標竿做法差異性分析，方能提出可行策略建議，以及策略推行的階段任務。

因此，本計畫在期中之前，先廣泛蒐整全球貨運淨零轉型可能的政策工具以及策略選項（報告 2.2 節）；接著整理標竿國家目前針對貨運業所提出之淨零轉型政策，期藉由技術、法制與管制、經濟誘因、金融支持等不同層面之分析，以收他山之石之效（2.3、2.4 節）；此外，本計畫同步蒐集國際上企業面對淨零轉型所採行的因應策略以及從中所獲得之轉型新契

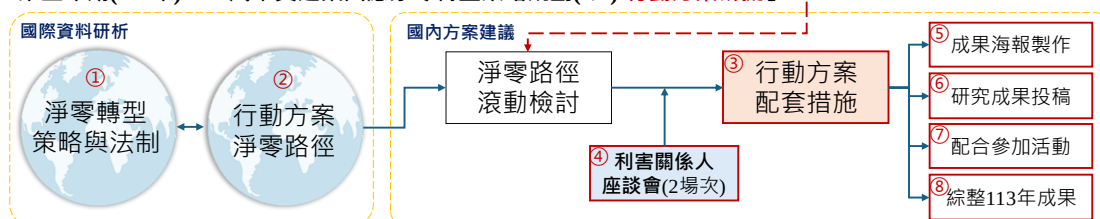
機，期望藉由經驗分享，提供國內企業無論在技術轉型或商業模式調整上可參考之創新思維，縮減企業轉型政策調適之成本與時間(2.5 節)；接著，本計畫彙整國內與汽車貨運相關之淨零轉型政策(3.2 節)以及國內業者目前因應淨零轉型的策略與障礙(3.3 節)，及現階段執行落差(3.4 節)。

期末階段工作，除持續蒐集並彙整國際淨零趨勢外，透過利害關係人訪談與座談，了解各業態轉型需求，羅列可相對應政策解方(4.1 節)和盤點落地執行之權責分劃(4.2 節)，並評估各項外部壓力對於業者而言的急迫性與風險、研析可能面臨的課題，並綜合考量可行性與效益，規劃並研擬優先序位(4.3 節)，提出我國汽車貨運業淨零轉型策略架構，以作為第二年度研擬行動方案之參考基礎。

第一年期(113年)：「汽車貨運業因應淨零轉型策略規劃(1/2)-策略架構建立」



第二年期(114年)：「汽車貨運業因應淨零轉型策略規劃(2/2)-行動方案研擬」



資料來源：本計畫繪製。

圖1.4-1 全程研究流程圖

第二章 全球汽車貨運業淨零轉型發展現況與趨勢

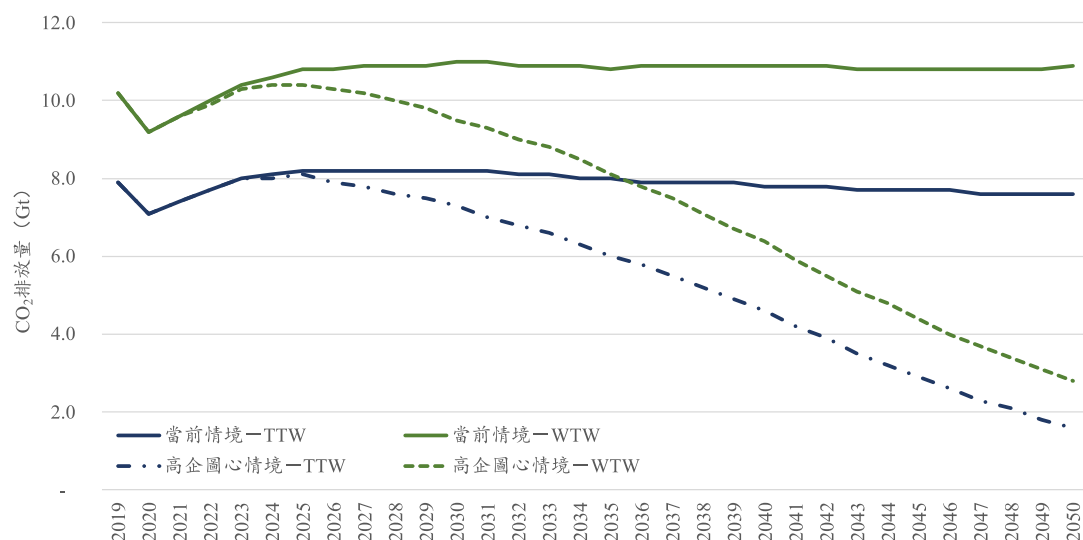
國際運輸論壇（International Transport Forum, ITF）致力推動全球運輸淨零轉型發展，於《2023 年運輸展望報告》（Transport Outlook 2023）指出，運輸部門受到每個人在經濟與社會活動中所產生的移動服務需求所牽動，對於經濟與社會運作存在重要的功能。因此，當聯合國 2030 年永續發展議程（2030 Agenda for Sustainable Development）在 2015 年公布後，如何在「既滿足當代人的需要又不損害後代子孫滿足自身需求的能力下」尋求發展成為運輸部門需要持續奮鬥的任務，而淨零轉型即是自巴黎協定之後的首要挑戰。為掌握國際汽車貨運在淨零轉型浪潮下之發展路徑，以及各國轉型政策推動對汽車貨運服務之影響及效果，本章將依據由全球汽車貨運業溫室氣體排放趨勢、各國轉型政策推動現況、業者因應策略及案例蒐集等提出彙整觀察，最終提出綜整分析。

2.1 全球汽車貨運業溫室氣體排放概況及趨勢

為掌握國際汽車貨運淨零轉型趨勢，本節先彙整國際研究對於全球公路汽車貨運溫室氣體排放現況及未來趨勢的觀察，以及在符合全球 2050 淨零轉型的框架下，排放以及運輸模式轉型的可能路徑；接著，藉由文獻彙整，掌握驅動汽車貨運的關鍵因素，以作為策略研擬之參考。

2.1.1 全球公路貨運溫室氣體排放現況及未來趨勢預估

據 ITF（2023）估算，全球運輸部門在 2019 年的油井到車輪（well to wheel, WTW）總排放大約是 10.2Gt（圖 2.1-1），為油箱到車輪（tank-to-wheel, TTW）排放的 1.3 倍，因此在策略上有效提高車輛運輸效率成為優先考量，其次是考慮與能源部門的協作，以進一步促成運輸部門的整體減量成效。若要達到高企圖心情境，2050 年 TTW 排放需降至 1.6Gt，WTW 排放須降至 2.8Gt。

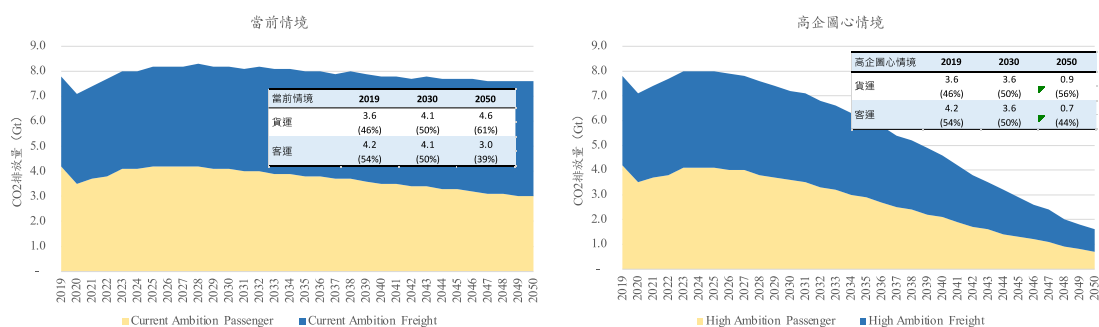


- 註：1.圖中模擬結果為 ITF（2023）之模擬結果。其中包含當前情境（current ambition）與高企圖心情境（high ambition）。當前情境假設未來運輸需求與排放量係在延續目前的運輸政策下所產生，高企圖心情境則假設運輸部門採取更具雄心的政策措施下所產生的排放量推估。兩情境考量的政策措施及路徑詳見圖 2.2-1，細部假設請參閱該報告第 2 章。
- 2.依據該報告定義，圖中油箱到車輪（tank-to-wheel, TTW）排放係指在任何旅次中因使用能源所產生的排放量；油井到油箱（well-to-tank, WTT）則指為了供應車輛燃料使用所需，而必須生產能源或燃料所產生的排放；油井到車輪（well to wheel, WTW）則包含 TTW 與 WTT，即代表為了滿足車輛使用所產生的總排放。

資料來源：ITF（2023），ITF Transport Outlook 2023。

圖 2.1-1 2019-2050 年全球運輸部門二氧化碳排放情境

而在 TTW 排放中，2019 年貨運排放約占 46%，在目前的趨勢與政策下，貨運排放將持續成長，預估到 2050 年貨運排放占比將超過 61%。若考量 ITF 的高企圖心情境（至 2050 年運輸減排 80%），無論客貨運皆須大幅降低排放，預估至 2050 年貨運排放占比將為 56%（圖 2.1-2）。



註：同圖 2.1-1。

資料來源：同圖 2.1-1。

圖 2.1-2 2019-2050 年全球客、貨運二氧化碳排放情境

隨著經濟成長，ITF 預估 2019 至 2050 年全球貨運運量將成長超過 1 倍，新興經濟體如東南亞、南亞與西南亞地區更將呈現三倍以上的成長。目前全球貨物運輸超過七成依賴海上航運，陸上運輸約占 22%(表 2.1-1)，預估到 2050 年陸上運輸占比將成長至 27%（當前情境）至 31%（高企圖心情境），海運占比則逐漸下降。雖然國際貨運目前仍是全球運輸主要排放來源，但隨著國際航運脫碳技術以及納入排放交易管制等措施的施行，國際貨運排放到了 2050 年有機會大幅降低，境內都會區及非都會區的貨運排放將成為主要來源（表 2.1-2）。

表 2.1-1 2019-2050 年全球貨運運輸模式占比

運輸模式	2019	2050	
	基線	當前情境	高企圖心情境
航空運輸	<1.0%	<1.0%	<1.0%
國際海運及內陸水運	70.0%	62.5%	56.0%
軌道運輸	7.0%	10.0%	13.0%
其他陸上運輸	22.0%	27.0%	31.0%
非機動運輸	<1.0%	<1.0%	<1.0%

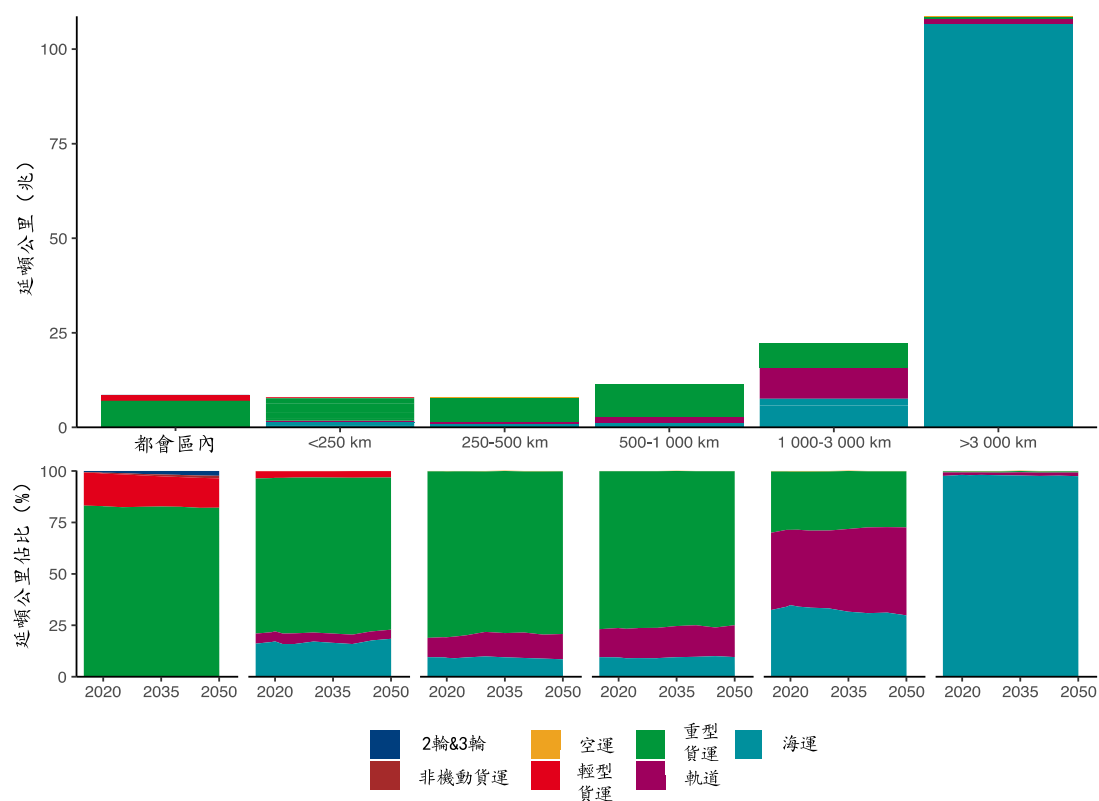
資料來源：同圖 2.1-1。

表 2.1-2 2019-2050 年全球貨運排放來源占比

運輸模式	2019	2050	
	基線	當前情境	高企圖心情境
國際貨運	42%	41%	15%
境內非都會區貨運	29%	29%	46%
境內都會區貨運	28%	30%	39%

資料來源：同圖 2.1-1。

未來針對遠程（超過 3,000 公里）的貨物運輸無可避免將持續依賴海運，對於歐美等大陸型運輸系統，長程（1,000 至 3,000 公里）則需搭配軌道與航運同步進行，而運距在 250 至 500 公里的旅次，則仍將依賴重型車輛貨運及軌道貨運來運行，在 250 公里以下的旅次仍將以重型車輛運輸為主，在都會區則有機會增加輕型貨車、2 輪及 3 輪運具的貨運服務（圖 2.1-3）。



註：同圖 2.1-1。

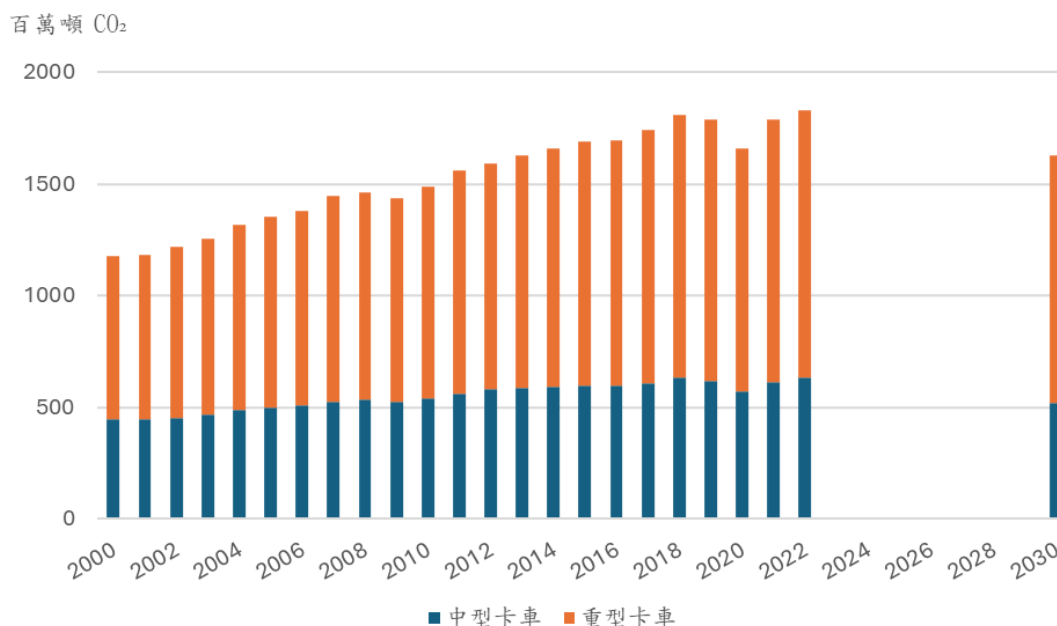
資料來源：同圖 2.1-1。

圖 2.1-3 2050 年高企圖心情境下全球貨運模式配置

另根據 IEA (2022) 統計，全球卡車和巴士占車輛總量的不到 8% (不包括兩輪和三輪車)，但其排放量卻占道路運輸直接 CO₂ 排放量的 35% 以上。然而，為了達到 2050 年淨零排放 (Net Zero Emissions, NZE)² 的目標，因此直至 2030 年排放量必須相對於目前水準下降 15%，每年下降約 2%，各國需要取得進展才能扭轉排放量增加的趨勢。

在 2022 年，重型和中型卡車的全球二氧化碳排放量年增加 2.4%，達到 18 億噸 (GtCO₂)。雖然貨運卡車在車排放量反彈至 Covid-19 疫情前的水準，在未來中型及重型卡車的排放量很可能在 2023-2024 年間超過歷史最高水準。

² 「Net Zero Emissions by 2050 Scenario (NZE)」是基於 IEA (2021) 年 5 月所提出的 2050 淨零排放情境，評估全球實現 1.5°C 目標與其他能源相關永續發展目標進展情況。



資料來源：國際能源署（中經院自行整理），<https://www.iea.org/energy-system/transport/trucks-and-buses#tracking>

圖 2.1-4 2000-2030 年全球中型及重型卡車的二氧化碳排放量

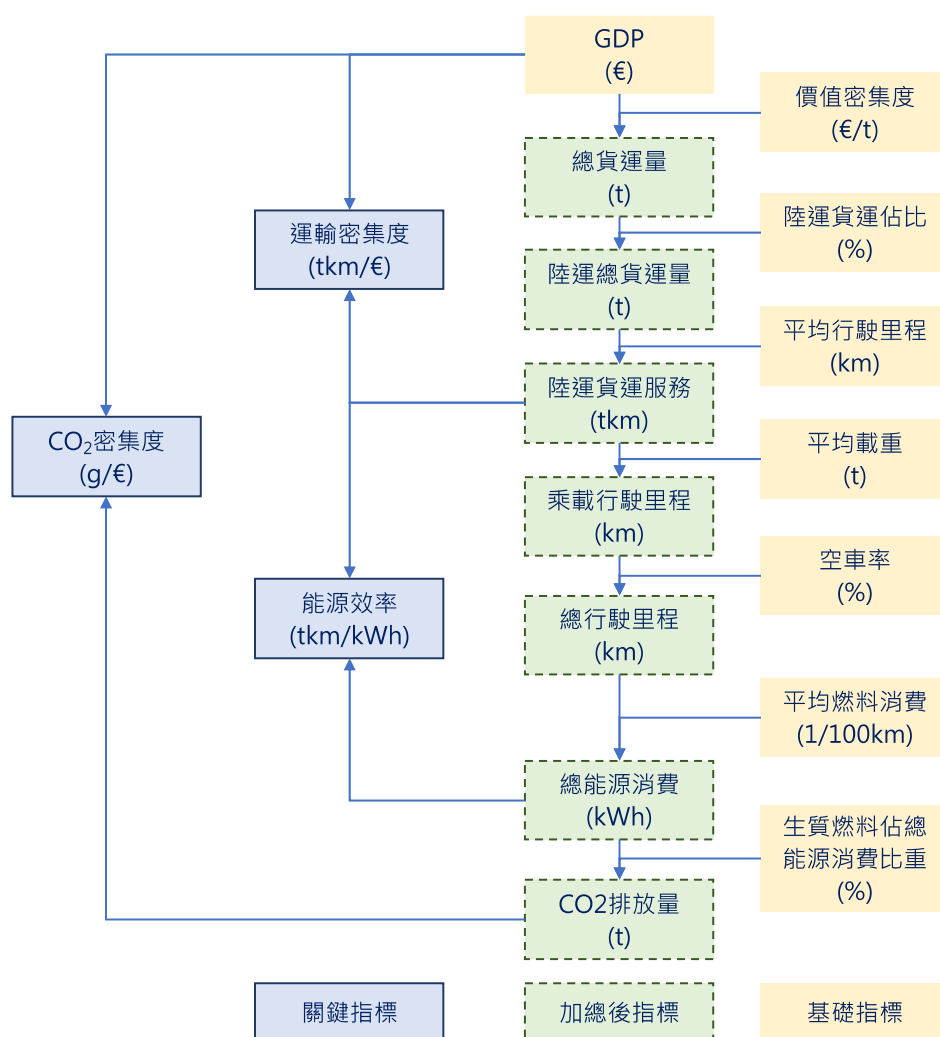
在高度減量目標下，面對快速成長的陸上運輸需求，各國都需要更有效的模式移轉及需求管理工具來降低陸上貨運排放，例如縮短供應鏈以及供應鏈在空間上的分佈，或者藉由智慧運輸系統及提高乘載率來改善運輸服務的操作效率；同時，必須高度要求降低對化石燃料的依賴，透過車輛與能源技術協助轉型，因此價格工具也許有助於此項目標達成。

2.1.2 驅動汽車貨運業排放趨勢之關鍵因素分析

瞭解汽車貨運業排放趨勢的關鍵驅動因素，主要目的係作為研擬策略時，規劃策略導入優先對象及強度之重要參考依據。從相關研究結果可知，影響任何產業溫室氣體排放的因素，不外乎是該產業提供商品或服務的需求擴增、產業本身採取的潔淨技術、產業本身的能源結構、產業投入上游原物料的碳排密集度、產業用電的電力排放密集度、乃至產業的營運效率（如貨運的承載率、路線優化、車輛駕駛行為）等。

早自 McKinnon and Woodburn (1996), Kveiborg and Fosgerau (2007), Sorrell et al. (2009), Piecyk and McKinnon (2010) 以及 Liimatainen et al. (2015) 就已為公路貨運建構了一個驅動因子分析框架，如圖 2.1-5 所示。在這一系列的研究架構中，公路貨運的 CO2 排放量受到運輸需求（以 GDP 表示）、運輸密集度（創造每單位 GDP 所需要的運輸服務量）、運輸的能源

效率（提供每單位運輸服務所需要的能源消費量）所決定，而這三大關鍵指標背後，則包含了更詳細的運輸服務營運、車輛燃料效率、燃料結構等細部決定因素。這也帶來針對不同因子而進行的各式研究，例如強調路線規劃與調度以縮短行駛里程或提高裝載率的研究（如 Palmgren et al., 2003; Zhang et al., 2009; Braekers et al., 2013; Demir et al., 2022）；也有針對車輛到點所需額外行駛的里程（如 Dullaert et al., 2002; Chabrier, 2006; Figliozzi, 2009）；以及回頭車空車的問題（如 McKinnon and Ge, 2006; Aras et al., 2008; Peetijade and Bangviwat, 2012）。



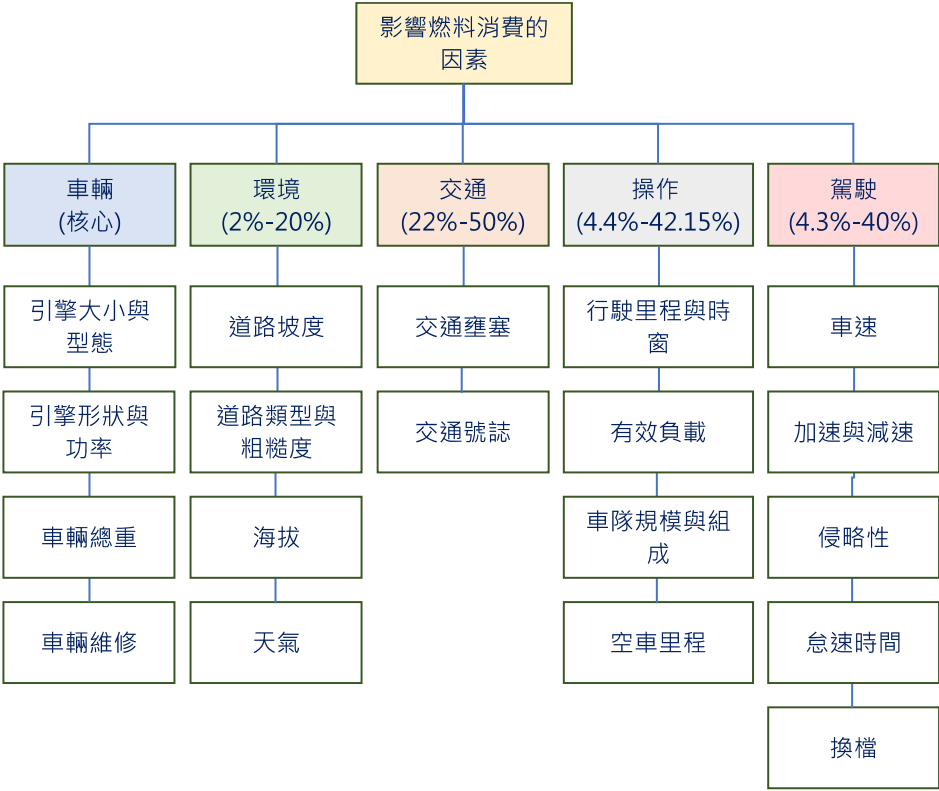
資料來源：Liimatainen et al. (2015)。

圖 2.1-5 公路貨運脫碳架構

Lowe and Pidgeon (2014) 認為燃料消耗占陸上貨運業營運成本超過三成，因此 Demir et al. (2014) 指出最大限度地降低營運成本，可以說是設計公路貨運活動的重點，因此長期以來一直受到關注，並且合理的預期提升

營運效率會是業者的優先選項。但也有部分研究認為，公路貨運的管理者或經營者面對這些因子其實能控制的很有限，因為客戶訂單的需求結構（包括成本、時間、靈活性和可靠性）大多掌握在客戶手中，而駕駛員缺乏選擇路線的自由也將使操作過程違背有效率地營運的目標（Belman and Monaco, 2001; Lowe and Pidgeon, 2014）。

如果暫且排除貨運服務需求面因素，Zhang et al.（2023）則在彙整了許多文獻（Zarkadoula et al., 2007; Barth and Boriboonsomsin, 2009; Fontaras and Samaras, 2010; Demir et al., 2011, 2014; Kamal et al., 2011; Carrese et al., 2013; Zhou et al., 2016; Fontaras et al., 2017; Yang et al., 2022）之後，將影響車輛能源使用及排放的因素分為五類：車輛、環境、交通、操作、駕駛等面向（圖 2.1-6）。在該文的分類中，交通狀況、操作、駕駛等面向皆具有影響燃料消費的潛力，在策略上可以搭配交通管理、車隊營運及操作效率提升、駕駛行為改變來促進燃料使用效率改善。

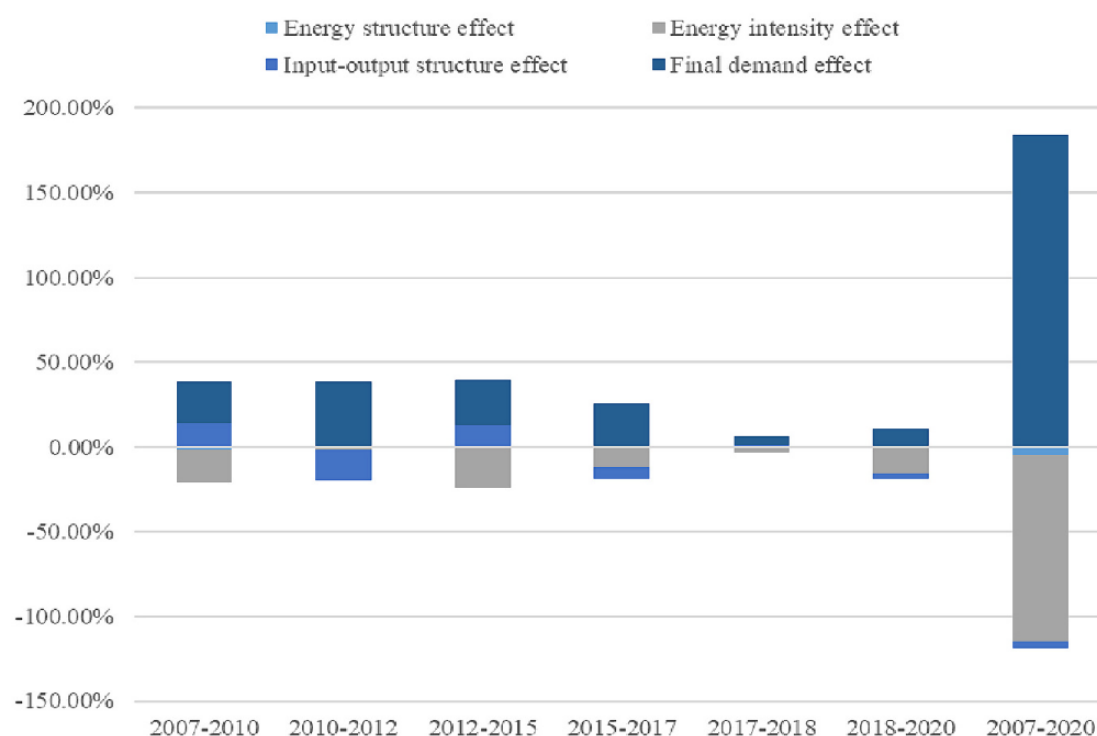


註：括號內數據代表該類別對燃料消費的影響。

資料來源：Zhang et al. (2023)。

圖 2.1-6 影響車輛能源使用及排放的因素

對於經濟快速發展、都市化正在轉變的城市或經濟體，需求的快速擴張，成為最主要的排放驅動因子，中國正是如此，Shang et al. (2024) 即提到雖然能源密集度的改善、能源結構及投入產出結構的轉型皆能明顯的降低中國運輸倉儲業的 CO₂ 排放量，但這些努力在 2007 至 2020 年間快速且大幅的需求增長中被抵消了（圖 2.1-7）；Liu and Feng (2020) 也提出類似論點，認為人均運輸服務的成長是阻礙碳排與經濟成長脫鉤的重要因素，在都市化過程中，只有更進一步強化能源效率的改善，才有機會實現兩者脫鉤。



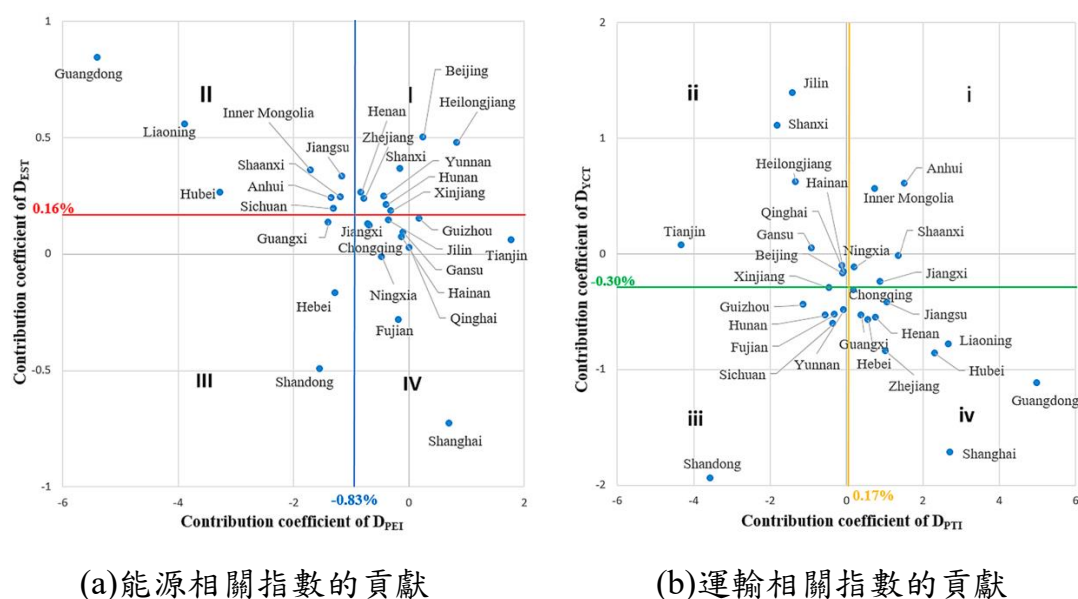
資料來源：Shang et al. (2024)。

圖 2.1-7 中國運輸倉儲業 CO₂ 排放貢獻來源

指數的計算以及因素分解（factors decomposition）在驅動因素分析中早已成為顯學，例如 Liu and Feng (2020) 針對中國建構的 8 項指標（單位能源排放係數、能源結構、能源密集度、地區 GDP 占比、地區人口占比、人均服務業產值、服務業 GDP 占比、人口總數等），以及 Huang et al. (2019) 建構的 9 大項指數（5 項能源相關指數，4 項運輸相關指數），甚至更早期的 Li et al. (2019), Song et al. (2019), Zhu et al. (2020), Zhao et al. (2016), Zhu and Li (2017) 以及 Wang and Wang (2019) 等，大多將排放驅動因子按活動需求、運輸服務密集度與結構、能源密集度與能源結構、排放密集

度等面向進行細分，差別只在於分析的細緻度、空間與時間範疇的不同，以及適用的指標細項會因為時間與地區而不同。

不同地區，重要的驅動因子存在明顯差異，這對於策略導入如何因地制宜存在很重要的訊息。Huang et al. (2019) 就指出單位運輸服務的能源密集度改善潛力以及運輸服務創造的產值是降低 CO₂ 密集度的關鍵，但對於那些潛在能源密集度和能源前緣技術表現皆不如全國平均的地區（位於圖 2.1-8(a) 右上角 I 區之省份），顯然應該採取可促進減少密集度及技術改善的策略；對於那些潛在能源密集度較優但能源前緣技術表現不佳的地區（位於圖 2.1-8(a) 左上角 II 區之省份），則應該優先考慮技術商業化及推廣的措施；對於那些單位運輸服務創造產值較低的，以及運輸管理技術較不佳的地區（位於圖 2.1-8(b) 右上角 I 區之省份），則應思考調整營運模式，提升附加價值。

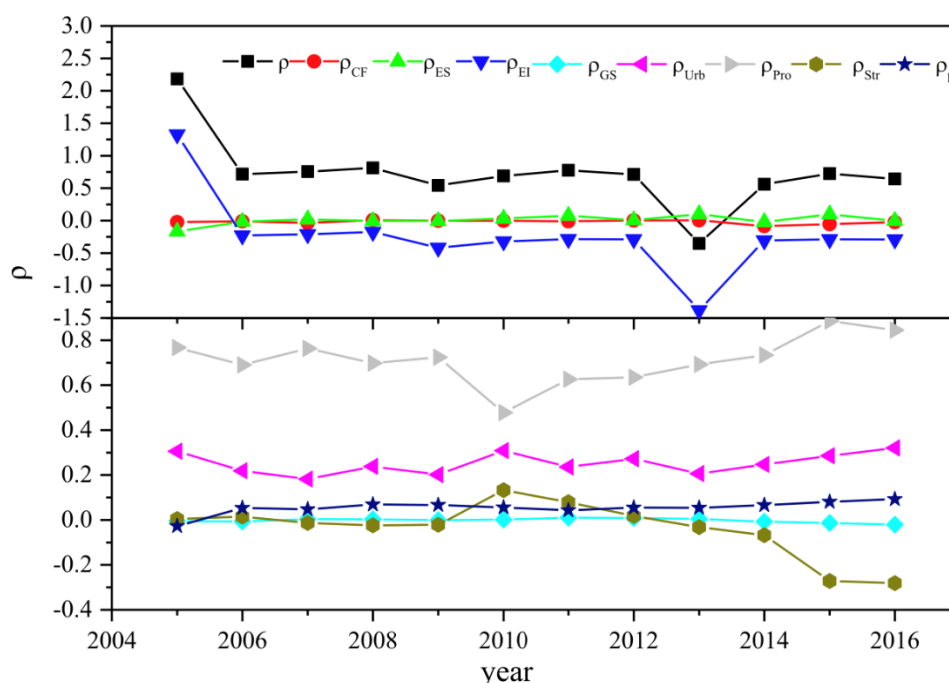


註：D_{EST} 代表運輸的前緣能源技術改善的效果；D_{PET} 代表運輸服務的潛在能源密集度改善空間；D_{YCT} 代表前緣運輸服務技術（包含運輸管理及營運效率改善的技術）改善的效果；D_{PTI} 代表潛在的運輸服務密集度（創造單位產值所需要的運輸服務投入量）的改善空間。
資料來源：Huang et al. (2019)。

圖 2.1-8 中國運輸服務 CO₂ 排放驅動因子貢獻的地區差異

在時間上，關鍵驅動因子的轉變，意味著社會經濟結構、運輸模式、能源結構以及能源利用技術正在轉型。這代表導入淨零轉型策略必須與時俱進滾動調整。在 Liu and Feng (2020) 對中國整體運輸部門的分析中，驅動因子對運輸部門排放脫鉤的影響，整體而言可分為四個時期：2004-2005

為負脫鈎的擴張期，2005-2007, 2009-2012, 2014-2016 為弱脫鈎期，2007-2008 為耦合期，2012-2013 為強脫鈎期。而從圖 2.1-9 中也可看出 ρ （整體脫鈎彈性）與 ρ_{EI} （能源密集度脫鈎彈性）幾乎同步在變化，這表示運輸部門與能源相關的碳排放要能跟 GDP 脫鈎，大多取決於能源密集度能否改善。另一方面，在 2013 年之後，服務業 GDP 占比的提升有助於改善運輸部門碳排與 GDP 脫鈎，這個貢獻變得越來越重要。這代表經濟產業結構的轉變（服務業附加價值的提升），有機會幫助運輸部門碳排脫鈎。



註： ρ 為整體脫鈎彈性，代表運輸總碳排變化率相對於 GDP 變化率之比值； ρ_{EI} 為來自能源密集度改變對脫鈎彈性之貢獻，計算方式為能源密集度改變所造成的碳排變化率相對於 GDP 變化率之比值；其餘貢獻來源之計算方式與 ρ_{EI} 類似，包括 ρ_{CF} 為來自能源排放係數變化對脫鈎彈性之貢獻； ρ_{ES} 為來自能源結構變化對脫鈎彈性之貢獻； ρ_{GS} 為來自地區 GDP 占比變化對脫鈎彈性之貢獻； ρ_{Urb} 為來自地區人口占比變化對脫鈎彈性之貢獻； ρ_{Pro} 為來自人均運輸服務產值變化對脫鈎彈性之貢獻； ρ_{Str} 為來自服務業 GDP 占比（倒數）變化對脫鈎彈性之貢獻； ρ_P 為人口變化對脫鈎彈性之貢獻。

資料來源：Liu and Feng (2020)。

圖 2.1-9 運輸部門排放驅動因子的時間變化

另一個較少在能源領域被討論的因子則是駕駛行為的影響。由於駕駛行為較難被觀察及量化，因此在實證研究上較難出現大量而廣泛的討論。通常探討駕駛行為時多由劇烈加速/減速/轉彎、超速、每分鐘轉數（revolutions per minute, RPM）過高以及不遵守法定速度限制等面向進行，但 Zhang et al. (2023) 發現對燃料消耗具有顯著影響的駕駛特性是劇烈的

加速與轉彎。

綜合前述各項研究，茲將影響公路汽車貨運溫室氣體排放的潛在關鍵因子彙整如表 2.1-3。ITF（2023）認為影響運輸需求的因素，至少來自經濟、人口、能源市場等層面。經濟活動與家庭可支配所得的增加可能促進客貨運需求的增長；而人口也存在相同的影響，隨著人口數量及年齡結構的變化，伴隨而來的是都市化與人口移動的問題，土地利用及基礎建設規劃必須具備前瞻視野，高齡社會更需要能夠滿足高齡族群需求的包容式運輸系統；而能源市場的價格波動則影響運輸型態以及對不同燃料技術的投資配置，此時技術優勢與長期的行為改變也讓運輸需求的轉變出現變數。這些變數將成為未來關鍵因素最大的不確定性來源。

表 2.1-3 影響陸上貨運溫室氣體排放之潛在關鍵因子

觀察構面	關鍵產出指標	影響構面	影響因子
貨運服務整體需求	總貨運運量	經濟成長	GDP
		產業結構	服務業/製造業占 GDP 比重
		消費行為	電子商務貨運占比 訂單交付時間
		社會結構	人口總數
			高齡人口占比
			都市化程度/人口密度
			家庭可支配所得
運輸模式結構	各式汽車貨運運量占比	基礎建設	場站設置與配置
運輸服務效率	單位運量產值	營運及商業模式	
	平均行駛里程	營運及管理成效	行駛里程與時窗/路線優化 有效負載 車隊規模與組成
	平均載重		
	空車率		
運輸能源密集度	單位行駛里程能源消耗	交通環境	交通壅塞
			交通號誌
		道路環境	道路坡度
			道路類型與粗糙度
			海拔
			天氣
		車輛技術	引擎大小、型態、功率
			車輛總重
			車輛維修
		駕駛行為	車速
			加速與減速
			怠速時間
			換檔
能源結構	各類能源消費占比	基礎建設	充電樁設置
能源碳排密集度	能源(含電)之溫室氣體排放係數		

資料來源：本計畫彙整。

2.2 汽車貨運業淨零轉型政策工具選項及潛在效果

為瞭解國內外及各界曾經討論過的各種潛在淨零轉型政策工具選項，本小節透過相關研究機構及文獻的廣泛蒐整，歸納全球貨運淨零轉型可能的政策工具以及策略選項，以作為後續思考政策配套及規劃策略架構之參考基礎。

2.2.1 國際運輸論壇對汽車貨運業淨零轉型之建議

綜合 2023 年 ITF 的運輸展望報告³，提出了針對未來發展綠色運輸策略與實施的建議，包括：

- 一、**制定全面策略以支持未來移動性和基礎設施發展**：報告建議政策制定者應制定全面的運輸策略，考慮到氣候變化、技術創新、人口增長與城市化等因素對未來移動性的影響。這包括推動智慧交通系統和數位化解決方案來提高運輸效率並減少排放。
- 二、**實施模式轉換和需求管理政策**：為了減少運輸部門的碳排放並提高整體效率，建議在適當的地方推動從私人汽車轉向公共交通、步行和自行車等更環保的運輸方式。同時，透過定價機制、區域限行等政策工具來管理需求，鼓勵環保出行方式。
- 三、**加速向清潔車輛過渡**：鼓勵採用零排放車輛，如電動汽車、氫燃料汽車等，並建設相應的充電和加氫基礎設施。此外，透過提供購買補貼、減稅等政策激勵措施，加速潔淨能源車輛的普及。
- 四、**改革車輛稅收以反映新車隊的外部成本**：建議調整車輛稅收體系，使其更好地反映車輛的環境和社會外部成本，包括排放、擁堵和事故等。這將鼓勵消費者和企業選擇更環保的運輸方式和車輛。

在 ITF 的模擬情境中，為達巴黎協議目標，由客運（都會、非都會）、貨運以及車輛技術層面，分別從經濟、基礎建設、效率提升、管制措施等方向考量了各式不同強度的減量政策工具（圖 2.2-1），並且需要所有這些策略配套，才可能達到減排目標。貨運部分，特別強調運用經濟工具中的碳定價機制，並指出必須在 2030 年以前導入且每公噸 CO₂ 價格必須在 2040

³ ITF Transport Outlook 2023: Summary

年代達到 300 至 500 美元；此外，也導入數位轉型應用，且必須使運輸時間節省 45%以上；對於運輸服務效率提升，則是 ITF 規劃最多策略的部分，特別是針對都會區的貨運減碳，例如增加貨物收遞站點、新增禁止通行區、提供資產共享機制以提升乘載率、運用電動自行車完成最後一哩配送等。至於潔淨車輛技術，則以零排放車輛為導入標的，且須在 2035 年達成新車銷售 100%為零排放車輛的目標。

經濟工具

基礎建設

服務效率

管制措施

	2020s	2030s	2040s	2020s	2030s	2040s	2020s	2030s	2040s
都會/客運	Carbon pricing	\$35~100/tCO2	\$65~200/tCO2	Bicycle & pedestri	6~100%	13~200%	Public transport service optimisation	4~+10%	-7~+20%
	Road pricing	2.5%	5%	Public transport	34%	67%	Shared mobility incentive	0~67%	0~134%
	Parking pricing	20%	40%	Buses lanes	14%	27%	Carpooling Occupancy	1.1~2.8%	2.3~5.6%
				Integrated ticketit	Fares -0.5~-2.5%	Fares -1~-5%	MaaS	Fares -0.3~-3.4%	Fares -0.6~-6.7%
企圖心情境	Carbon pricing	\$65~150/tCO2	\$130~200/tCO2	Bicycle & pedestri	13~167%	26~334%	Public transport service optimisation	+3~+17%	+6~+34%
	Road pricing	0.8~9%	1.8~18%	Public transport	67%	134%	Shared mobility incentive	1~100%	3~200%
	Parking pricing	6~50%	13~100%	Buses lanes	3~20%	6~40%	Carpooling Occupancy	2.5~5.6%	5.1~11.2%
				Integrated ticketit	Fares -0.5~-4.2%	Fares -1~-8.4%	MaaS	Fares -0.6~-6.7%	Fares -1.3~-13.4%
非都會/客運	Carbon pricing	\$35~100/tCO2	\$65~200/tCO2	Rail investment	High-income	High & middle			
	Air travel ticket taxes	1~7.5%	2~15%	Rail electrification	High-income	High & middle			
				HSR	High-income	High			
企圖心情境	Carbon pricing	\$65~150/tCO2	\$130~200/tCO2	Rail investment	All world	All world			
	Air travel ticket taxes	3~15%	5~30%	Rail electrification	All world	All world			
				HSR	Some countries	Some countries			

貨運	Distance-based charge	Grow	Grow	Digital transformation	Improve travel time	Pick-up & drop-off	Increase same rate	Vessel speed restriction	Efficiency 5%	Efficiency 10%
	Carbon pricing	introduced	\$150~250/tCO2		Improve travel time	Restricted access	Expand rate 50%			
						Asset sharing	Increase same rate			
						Cargo bikes	Grow exponentially			
企圖心情境	Distance-based charge	Grow	Grow	Digital transformation	Improve travel time	Pick-up & drop-off	Increase same rate	Vessel speed restriction	Efficiency 10%	Efficiency 25%
	Carbon pricing	introduced	\$300~500/tCO2		Improve travel time	Restricted access	e-vehicle used			
						Cargo bikes	Double the grow			
						High-capacity	Load increasing			
潔淨車輛								ZEV	100% sales 2035	100% sales
								Biofuel blending	Met target	
								SAF	Europe & USA	85% Europe aviation fuels 100% USA aviation fuels

資料來源：同圖 2.1-1。

圖 2.2-1 ITF 運輸部門減量策略路徑

2.2.2 世界經濟論壇對汽車貨運業淨零轉型之建議

世界經濟論壇（World Economic Forum, WEF）2023 年的《道路貨運零排放：為減少歐洲貨運排放建立全面監管框架》報告⁴，為有效推動零排放車輛及基礎設施在歐盟的快速部署，提出了以下具體政策建議：

- 一、為早期零排放卡車（Zero-Emission Trucks, ZET）購買提供補貼：以加速市場採納，進一步增加投資和效率，並最終降低成本。
- 二、提供高總合重量級別和高認證電動續航範圍車輛的使用激勵：鼓勵使用大型及長續航的電動車輛，促進綠色運輸工具的應用。
- 三、實施碳信用和碳借記（credit and debit）計畫：製造或進口低排放車輛的公司可以獲得「信用」，而生產或進口高排放車輛的公司則需要「借記」來抵消其排放量。旨在鼓勵汽車製造商生產低排放車輛，並促進消費者使用這些車輛。
- 四、建立道路運輸的排放交易系統並實施基於二氧化碳（CO₂）排放差異化的道路收費系統：透過經濟手段驅動市場向低碳轉型。
- 五、減輕零排放技術和動力系統對有效載荷和車輛最大允許尺寸的影響：通過技術創新和規範調整，消除零排放車輛在載重和體積上的限制。
- 六、協調成員國間的許可/建設程序：簡化和統一各成員國對零排放運輸基礎設施建設的許可程序，加快基礎設施的建設速度。
- 七、建置電動車充電網路：選擇有足夠空間、電網容量和充電需求的地點，為建設充電站和其他基礎設施鋪平道路。
- 八、推廣百萬瓦充電系統（MegaWatt Charging System, MCS）：推廣 MCS 水冷充電設備，該充電設備為目前全球功率最高的商用單一直流快充連接器，同時擁有先進的遠程診斷功能，提供更即時和準確的故障排除，對應未來商用電動車在長途行駛、商用重型車輛等需要大量且快速的充電需求。

⁴ WEF2023：Road Freight Zero: Towards a Holistic Regulatory Framework for Reducing Road Freight Emissions in Europe

2.2.3 「可能的任務夥伴關係」聯盟對汽車貨運業淨零轉型之建議

「可能的任務夥伴關係」聯盟（Mission Possible Partner, MPP）成立於 2021 年，是由產業和氣候組織領袖組成的全球聯盟，致力在未來 10 年內，促進全球排放量最高的產業脫碳。根據 MPP 2022 年《實現零排放貨運的可能途徑》報告⁵，旨在促進零排放卡車（ZET）轉型，提出了一系列政策和協調行動的建議：

- 一、**承諾關鍵里程碑**：對於零排放卡車生產和基礎設施部署，設定並堅守關鍵的時間節點和里程碑，以確保轉型進程與既定目標一致。
- 二、**創建並部署政策框架**：建立和推行相關政策框架，解決轉型過程中遇到的瓶頸問題，包括規範、激勵措施和補助政策，促進市場對零排放卡車的接受和使用。
- 三、**激勵創新商業模式**：鼓勵通過創新的商業模式、融資方式和合作夥伴關係，來克服首創者劣勢，降低轉型初期的高成本和風險。
- 四、**與其他部門協調**：跨部門合作，實現規模經濟。包括與能源、運輸和製造業等相關領域的合作，共享資源和技術，推進零排放卡車的大規模應用。

2.2.4 汽車貨運業淨零轉型政策工具選項綜整

歸納國際組織建議，汽車貨運業為達成永續淨零目標，應綜合考慮氣候、技術創新、人口增長與城市化等因素，制訂交通系統和數位化解決方案。其訂定政策架構及擬定策略時大致需包含面向為建立法制規範基礎、建立統一標準並簡化流程掃除推動障礙、透過基礎設施建置及技術發展加速推動潔淨能源車輛擴展、以運輸需求管理引導行為模式朝向更高效率、引進永續金融及碳定價等財務工具進行輔助，本研究後續也將依循此推動架構進行摘錄與說明，大致方法分述如下：

⁵ MPP 2022：MAKING ZERO-EMISSIONS TRUCKING POSSIBLE

一、制度規範：

- 協調並統一成員國/部門間的許可或建設程序，以加快基礎設施建設。
- 消除零排放技術和動力系統在載重和體積上的限制，提升零排放車輛的實用性。

二、管理規劃：

- 制定全面性運輸策略，實施區域限行及道路規劃和等政策達成運輸模式移轉，以行為改變及效率提升完成運輸需求管理。

三、設備建置及創新技術：

- 建置電動車充電網路加速向潔淨車輛過渡，選擇在足夠空間、電網容量和充電需求的地點，建設充電站和其他基礎設施，為電動汽車和氫燃料汽車，建設相應的充電和加氫基礎設施。
- 以推廣百萬瓦充電系統（MCS）為目標，滿足商用電動車在長途行駛和商用重型車輛的充電需求。
- 推動智慧化交通系統和數位化解決方案，透過數位轉型應用，提升運輸效率並節省運輸時間。

四、財政工具：

- 前期為零排放卡車（ZET）提供購置補貼和減稅等獎勵措施鼓勵市場接受度促進其普及率。
- 後期使用碳定價機制和車輛稅收改革調整，使車輛價格反映出環境和社會外部成本。
- 以碳信用計畫獎勵製造或進口低排放車輛的公司，要求高排放車輛的公司抵消其排放量。
- 建立排放交易系統，實施依碳排放的差異化陸運收費機制，促使市場向低碳轉型。碳定價目標於 2030 年以導入，每公噸碳價在 2040 年代達到 300 至 500 美元。

2.3 標竿國家汽車貨運業轉型政策及採行策略

綜觀全球趨勢，儘管各國在地理特性、社經條件、產業發展等因素差異下有不同的排放狀況及減量期程和目標，但大致遵循國際組織建議作法及相關氣候相關永續公約，但各自又在其政策架構下施行差異化策略及關注不同重點議題。因此，掌握國際間主要國家針對汽車貨運業淨零轉型政策推動與具體作法，並找尋適合我國汽車貨運業淨零路徑尤為重要，本小節蒐羅歐美亞之重點標竿國家，關於淨零轉型政策、綠色經濟推動以及永續金融法制之相關策略及施行方式。

2.3.1 標竿國家因應氣候變遷之淨零轉型政策推動

一、歐盟

歐盟對於氣候議題相當重視，減量規劃上也頗具雄心，自 2019 年 12 月 11 日發布《歐洲綠色綱領》(European Green Deal) 後，目標係致力成為全球第一個氣候中和大陸，具體措施涵蓋氣候中和、循環經濟、建築翻修、零污染、生物多樣性、綠色健康農業、運輸、資金挹注、創新研發、對外關係等內容。而後於 2021 年 6 月通過《歐洲氣候法》(European Climate Law)，將《歐洲綠色綱領》中設定的 2050 年長期氣候中和目標寫入《歐洲氣候法》，設定 2030 年將溫室氣體淨排放量較 1990 年減少至少 55% 的中期目標⁶。

在《歐洲綠色綱領》及《歐洲氣候法》目標下，歐盟在 2021 年提出了「55 套案」(Fit for 55)⁷，目的係為實現歐盟到 2030 年將溫室氣體淨排放量減少至少 55% 的目標，其內容涵蓋 12 項政策措施，亦包括運輸面向，以符合「歐洲氣候法」所設定 2030 年的目標。而「55 套案」的針對汽車貨運業的重點措施與目標為：2035 年禁售燃油車，指在公路運輸與住商部門使用燃料所產生的直接排放部分，並提供基金用來升級、改善車輛的能源效率。⁸

此外，「社會氣候基金」(Social Climate Fund, SCF) 即是「55 套案」中，用以解決新的建築和運輸排放交易體系的影響。為了資助最弱勢群體

⁶ https://climate.ec.europa.eu/eu-action/european-climate-law_en

⁷ <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>

⁸ <https://csrone.com/news/6995>

的措施和投資，SCF 將匯集來自 ETS2 核配拍賣的收入，以及現有 EU ETS 的 5,000 萬的配額，再加上歐盟成員國對其社會氣候計畫的 25% 強制性捐款，SCF 預計在 2026 年至 2032 年間可籌集至少 867 億歐元，並分配予各成員國。為進行 SCF 資金分配，各成員國須於 2025 年 6 月前向歐盟委員會提交一份社會氣候計畫（Social Climate Plans, SCP）⁹。

另為加速運輸部門減碳目標的達成，公私協力機制將能扮演關鍵角色。歐盟於 2008 年 11 月啟動歐洲經濟復甦計畫三個公私協力夥伴關係（Public-Private Partnership, PPP），藉以加速歐盟經濟體系的復甦，其中涉及運輸減碳的策略中，如「歐洲綠色汽車倡議」（European Green Cars Initiative, EGCI），即是在 2010-13 年期間透過歐盟委員會、各成員國與研發合作夥伴等單位整合，共同設立聯合研發項目。對此，EGCI 於 2011 年提出「公私協力夥伴關係：多年路徑與長期策略」（Public-Private Partnership: Multi-annual roadmap and long-term strategy），該文件中定義了 EGCI 要實現的研發目標，並聚集相關領域的專家，分別代表四個技術平台，包括「歐洲道路運輸研究諮詢委員會」（European Road Transport Research Advisory Council, ERTRAC）、「歐洲智慧系統整合技術平台」（European Technology Platform on Smart Systems Integration, EPoSS）、SmartGrids、「未來電力網路平台」（European Technology Platform for the Electricity Networks of the Future）和「歐洲多式聯運研究諮詢委員會」（European Intermodal Research Advisory Council, EIRAC），提供了優先的研發需求，以及有關生產、市場和監管的架構建議，並由三大策略組成，包括道路運輸電氣化、長途運輸、以及物流和聯合運輸。¹⁰

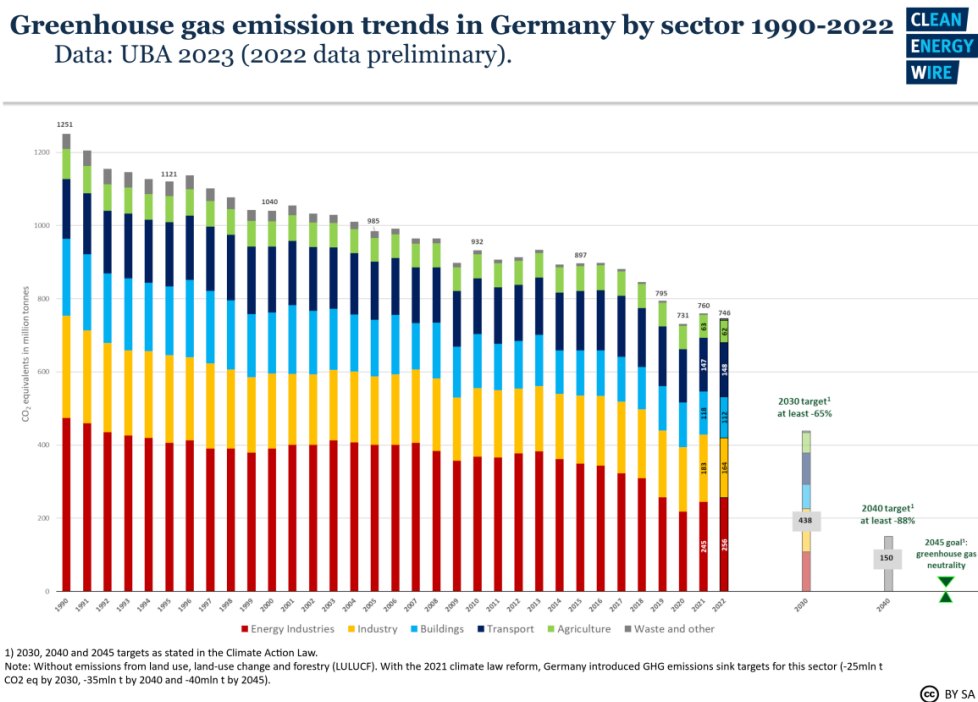
2023 年 3 月 28 日歐盟執委會發布新聞指出，歐洲議會及歐盟部長理事會頃就「替代燃料基礎設施法案」（Regulation for the deployment of alternative fuels infrastructure, AFIR）達成政治協議，以利於歐盟主要交通走廊與樞紐擴增公共充電站與加氫站，此係具里程碑意義之協議，有助歐盟向淨零碳排運輸之轉型。

⁹ https://reform-support.ec.europa.eu/tsi-2024-flagship-support-social-climate-fund-and-revised-eu-emissions-trading-system_en

¹⁰ EGCI（2011），Public-Private Partnership: Multi-annual roadmap and long-term strategy, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/4b896025-3620-4768-9cf6-5e42654d629b/language-en/format-PDF/source-309201593>

二、德國

德國於 2019 年 12 月 18 日首次通過國家《氣候行動法》(Climate Action Law)，後於 2021 年再次修訂，明定 2030 年各部門減碳策略與目標，須相較於 1990 年減少 65%，並於 2050 年達成淨零排放，整體目標與歐盟大致相符。此外，德國為將再生能源發展納入市場機制，並降低德國的「能源轉型」(Energiewende) 的成本，於 2021 年提出《再生能源法》(Erneuerbare Energien Gesetz, EEG)¹¹，做為長期發展再生能源之法源，目標為在 2030 年再生能源發電比例至少達到 65%、2050 年至少達到 80%，更建立地方回饋機制、減免太陽光電再生能源附加費、加強電網和市場整合等措施。



資料來源：UBA（2023）

圖 2.3-1 德國淨零排放路徑

此外，德國為加速於 2050 年實踐淨零排放目標，於 2020 年發佈總投資達 90 億歐元的「國家氫能策略」(National Hydrogen Strategy)，以建立德國綠色氫市場與供應鏈，並希望成為全球氫能發展的領先者；另於 2023 年 6 月 14 日宣布啟動《氣候保護法》(Klimaschutzgesetzes, KSG)，並提出「氣候保護計畫」(Klimaschutzprogramms, KSP)，相關修法與措施規劃針

¹¹ <https://www.fao.org/faolex/results/details/en/c/LEX-FAOC158226/>

對貨車二氧化碳排放部分徵收附加稅，並將稅收運用於鐵路網擴建之經費，以利於 2045 年實現氣候中和。¹²

德國政府亦針對運輸部門之淨零排放的重點發展為在停止新的內燃機客車領牌，將所有配備內燃機的車輛大部分皆將電動化。德國聯邦議會於 2015 年 6 月 5 日通過《電力驅動車輛優惠法》(Gesetz zur Bevorrechtigung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge „Elektromobilitätsgesetz-EmoG, EmoG)¹³，確立電動車輛定義與應用，包括停車、低碳區等措施，使電動車可享地方政府提供的停車位以及使用優惠。另於 2023 年 6 月 29 日召開「2023 年充電基礎設施會議」(Ladeinfrastruktur-Konferenz 2023)，聯邦交通部 (Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr, BMDV) 宣布將額外挹注 9 億歐元，用以加快電動車與卡車充電基礎設施之布建。

三、英國

英國於 2019 年修訂《氣候變遷法》(Climate Change Act)，並將 2050 年淨零排放設為目標，成為全球最早將淨零排放目標立法的國家，近程目標也採用較歐盟更為積極情境，設定 2030 年將溫室氣體淨排放量較 1990 年減少至少 68%。為此，英國政府提出一系列政策使英國能於 2050 年實現淨零目標，包括實現第六次(2033 年至 2037 年)碳預算(carbon budget)目標，具體策略主要依循兩份淨零策略報告「淨零戰略」(Net Zero Strategy)¹⁴和「淨零成長計劃」(Powering Up Britain: Net Zero Growth Plan)¹⁵。

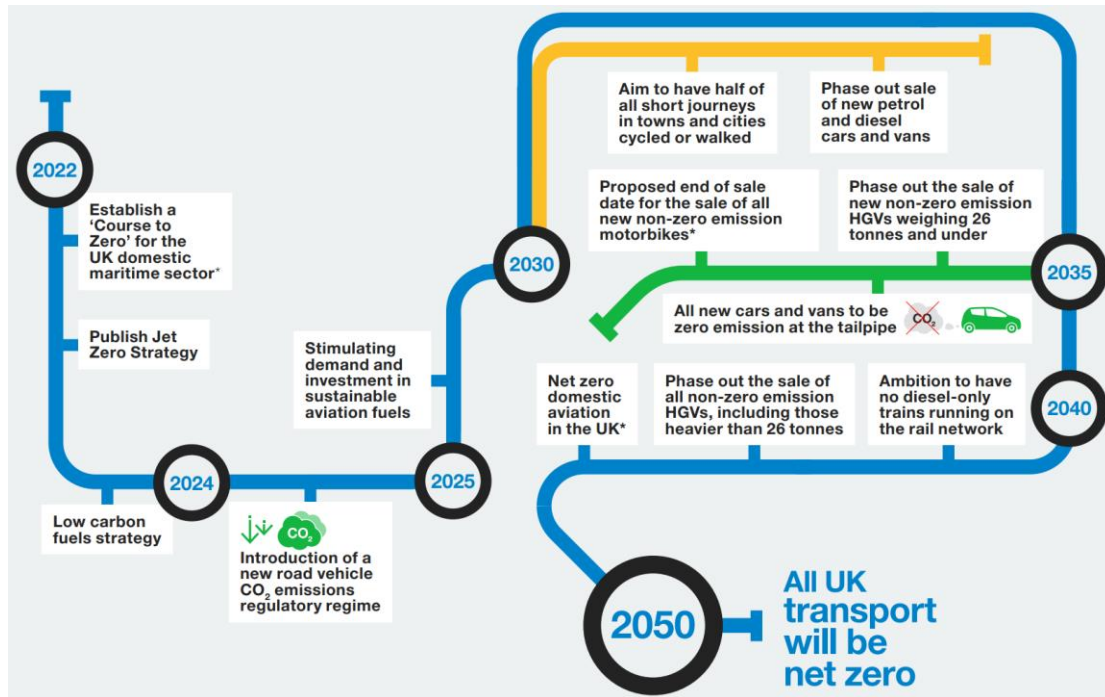
¹² https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/

¹³

<https://bmdv.bund.de/DE/Themen/Mobilitaet/Elektromobilitaet/Elektromobilitaetsgesetz/elektromobilitaetsgesetz.html>

¹⁴ <https://www.gov.uk/government/publications/net-zero-strategy>

¹⁵ <https://www.gov.uk/government/publications/powering-up-britain/powering-up-britain-net-zero-growth-plan>



資料來源：DfT (2022) , Decarbonising transport: one-year-on review.

圖 2.3-2 英國運輸部門減碳關鍵時間表

考量 2020 年英國汽、柴油車銷售量占新車總銷量約 73.6%，純電動汽車僅占 5.5%，故為努力減少運輸部門溫室氣體排放，英國於當年度宣示將於 2030 年禁止銷售新的燃油車輛，且於 2035 年將完全擺脫化石燃料發電。後於 2021 年 7 月 14 日，英國交通部（Department for Transport, DfT）頒布「交通脫碳計畫」（Transport decarbonisation plan），為英國在 2050 年前達成運輸部門淨零排放提供可靠之路，該計畫包含政府相關配套措施，以確保電動車與充電未來將如同汽柴油車輛加油一般簡單跟容易；另在 2022 年 7 月 14 日發布「交通脫碳：一年回顧」（Decarbonising transport: one-year-on review），總結「交通脫碳：建設更美好、更綠色的英國」（Decarbonising transport: a better, greener Britain）頒布施行 12 個月以來，英國在運輸部門減碳的執行成果與里程碑。其中該文件提及「打造零排放貨運和物流部門」（Delivering a zero emission freight and logistics sector），宣布了兩個新型非零排放重型貨車（Heavy Goods Vehicle, HGV）的禁售時程，包括 2025 年禁售重量為 26 噸以下的非零排放貨車、2040 年禁售重量超過 26 噸的非零排放貨車。此外，宣布一項價值 2 億英鎊的示範基金，用以擴展「零排放公路貨運試驗計畫」（Zero Emission Road Freight Trial programme），預期未來將在英國公路上展示三種零排放 HGV 技術的規模化應用。

英國交通部於 2022 年 6 月發布「貨運未來計劃」(Future of Freight Plan)¹⁶，亦是英國政府首次為貨運和物流業制定長期的跨模式計畫，該計畫提出的願景旨在建立一個具有成本效益、可靠、彈性、環境永續的貨運和物流業，據此提出 5 個優先挑戰領域，分述如下：

1. 全國貨運網絡(National Freight Network, NFN): 將建立一個橫跨公路、鐵路、海運、航空、內河航道和倉庫基礎設施的 NFN。我們的長期目標是消除阻礙貨運無縫流動的障礙。
2. 邁向淨零排放：支持整個產業邁向淨零排放，並與業界共同發起貨運能源論壇，並共同合作評估未來的能源和燃料需求，以及提供必要基礎設施。
3. 規劃：將貨運納入規劃、運輸、設計政策和指導，確保貨運在規劃改革中實現，並將呼籲業界共同支持。
4. 人員和技能：將提高公眾對該行業和貨運職業的認識，特別是透過行業主導和政府支持的宣傳活動，以發揮跨政府就業和技能計劃對貨運行業的影響。
5. 數據和技術：將採取最大限度地利用創新技術和數位化的機會，包括提供 700 萬英鎊的跨領域貨運創新基金。

在 2023 年 10 月，英國宣佈將投入 2 億英鎊投資於 4 個創新綠色項目，以推動貨運車輛脫碳、推動創新和創造新就業機會，包括：

1. 全國推出多達 370 輛零排放卡車。
2. 創造新的就業機會並發展經濟，同時避免汽油成本波動導致食品價格上漲。
3. 向中小型企業提供超過 200 萬英鎊，以促進貨運領域的創新和綠色技術。
4. 建造約 57 個加油和充電站，為幫助運輸業脫碳提供關鍵基礎設施。

¹⁶ <https://www.gov.uk/government/publications/future-of-freight-plan>

四、美國

美國於 2017 年開始，交通運輸部門已超越能源部門成為全國最大溫室氣體直接排放源，占全國溫室氣體排放總量達三分之一¹⁷，包含經濟復甦造成運輸需求顯著成長、長期以來基礎設施老舊及過度依賴化石燃料，都讓實現交通運輸業脫碳成為棘手議題。

自拜登 (Joe Biden) 政府決議重返巴黎協議後，於 2021 年 11 月向「聯合國氣候變化綱要公約」(UNFCCC) 提交美國長期減碳戰略，正式承諾美國將在 2050 年實現淨零排放，並於 2030 年達成相較 2005 年降低 50-52% 的減排目標，於此同時公布規模龐大、涵蓋範疇廣泛的《跨黨基礎建設法》(Bipartisan Infrastructure Law, BIL) 以及而後於 2022 年 8 月宣布《降低通膨法》(Inflation Reduction Act, IRA)，其內涵包含投資數千億美元用於推動一系列基礎設施翻修及更新、交通基礎設施和脫碳技術及相關供應鏈的投資，預計兩項法案將可促使 2030 年達成 40% 的減量目標貢獻。其中與貨運相關子計畫包含國家電動車基礎設施推動、充電和加油基礎設施補助、商用車輛操作員補助計畫、港口設施建置及卡車減排、潔淨車輛的稅收抵免及先進製造貸款計畫等，將於後續政策推動章節分別進行描述。

此外，美國政府於 2023 年 1 月 10 日發布「交通運輸業去碳藍圖」(National Blueprint for Transportation Decarbonization)，這是到 2050 年削減運輸部門溫室氣體排放具里程碑的跨部門戰略和行動架構。該藍圖提供了整個運輸系統的綜合系統性觀點，涵蓋所有的運具別及燃料使用，並提出了實現運輸部門去碳化的三項主要策略：¹⁸

1. 便利性：透過支持社區設計和土地利用規劃，確保在地方和區域層面之就業中心、購物中心、學校、娛樂場所和基本服務的戰略位置靠近人們居住地，以減少通勤負擔，提高步行和騎乘自行車之便利性，並改善生活品質。
2. 效率：透過擴大負擔得起、可及性、高效率、可靠的運具使用選擇，如公共運輸和鐵路，並提高所有運具的使用效率，使每個人都應該有

¹⁷ U.S. Department of Energy; U.S. Department of Transportation; U.S. Environmental Protection Agency (2023) ; The U.S. National Blueprint for Transportation Decarbonization: A Joint Strategy to Transform Transportation

¹⁸ <https://outlook.stpi.narl.org.tw/index/focus-news/4b11410088212dac01884157a67e43ea>。

能夠負擔得起且安全的高效運輸選擇，並在移動過程中減少溫室氣體排放。

3. 潔淨：透過部署零排放運具和燃料，包括私人汽車、商用車、公共運輸、船舶、飛機等，邁向潔淨運具選擇，意即從交通工具中消除溫室氣體排放，將有助於保護人民的健康和地球環境。



資料來源：<https://www.energy.gov/sites/default/files/2023-01/the-us-national-blueprint-for-transportation-decarbonization.pdf>

圖 2.3-3 美國國家運輸脫碳藍圖關鍵戰略

考慮各種車輛類型、技術和使用模式，一個成功的淨零轉型將需要各種車輛和燃料解決方案，並須考慮到整個生命周期的排放，故該藍圖提出到 2050 年實現淨零經濟所需的各種方式的運具改進策略和技術解決方案，藉以聚焦在每個主要運輸模式，確立具體的脫碳機會和挑戰，突顯各種潔淨技術在不同運具應用中的作用，也奠定了各項策略的長期發展方向，即小型車輛朝向電動化、重型卡車朝向氫能源發展、海空運輸採用永續燃料。

	BATTERY/ELECTRIC	HYDROGEN	SUSTAINABLE LIQUID FUELS
1 icon represents limited long-term opportunity 2 icons represents large long-term opportunity 3 icons represents greatest long-term opportunity			
Light Duty Vehicles (49%)*		—	TBD
Medium, Short-Haul Heavy Trucks & Buses (~14%)			
Long-Haul Heavy Trucks (~7%)			
Off-road (10%)			
Rail (2%)			
Maritime (3%)			
Aviation (11%)			
Pipelines (4%)		TBD	TBD
Additional Opportunities	- Stationary battery use - Grid support (managed EV charging)	- Heavy industries - Grid support - Feedstock for chemicals and fuels	- Decarbonize plastics/chemicals - Bio-products
RD&D Priorities	- National battery strategy - Charging infrastructure - Grid integration - Battery recycling	- Electrolyzer costs - Fuel cell durability and cost - Clean hydrogen infrastructure	- Multiple cost-effective drop-in sustainable fuels - Reduce ethanol carbon intensity - Bioenergy scale-up

* All emissions shares are for 2019

† Includes hydrogen for ammonia and methanol

資料來源：<https://www.energy.gov/sites/default/files/2023-01/the-us-national-blueprint-for-transportation-decarbonization.pdf>

圖 2.3-4 美國實現淨零目標出行方式與技術解決方案

為落實該藍圖的執行策略與解決方案，可望完善綠色運輸規劃、減少消費者支出、改善公眾健康，同時保障國家能源安全，進而提升美國人民生活品質、環境永續性，並兼顧國家經濟的永續發展，將需要各政府部門與私部門共同部署與投入，並善用各種工具、專業知識和資源等，具體項目包括：

1. 政策和規定：聯邦政府、區域、州、地方和部落政府，以及與國際合作夥伴和盟友，可以利用各種政策和規定槓桿，包括長期規劃、標準和協調採購，來支持運輸部門的碳中和。
2. 投資和融資：各級政府和私營部門可以通過戰略性投資來支持碳中和，以部署基礎設施並支持加速轉型到更清潔、更活躍和更高效的運輸方式和車輛，促進向零排放車輛和永續燃料的過渡。
3. 研究和創新：各級政府、私營部門和慈善組織可以集中資源進行研究開發和測試，以確定和擴大能夠實現碳中和的技術和工具。降低清潔能源運輸技術的成本將是推動整個行業碳中和所需的規模和速度，並實現市場需求加速部署的關鍵。
4. 數據和工具：為了讓公眾和決策者能夠了解清潔移動選擇的好處以及對能源、基礎設施、經濟和環境的影響，需要完整和全面的信息。
5. 教育和培訓：培訓和教育是支持轉向多樣化且薪酬良好的清潔運輸部門職業的重要手段。擴大培訓機會對於弱勢社區的居民和企業尤其重要。
6. 利益相關者參與和公私合作夥伴關係：確保在這份藍圖中提出的所有策略中都包含來自傳統上代表不足、負擔過重和服務不足的社區的代表，對於實現公平的交通未來至關重要。區域、州、地方和部落政府與弱勢社區、私營部門和慈善組織之間的合作伙伴關係也將至關重要。各級政府需要協調努力，與私營行業和社區利益相關者合作，支持持續和有針對性的行動。

五、日本

日本於 1997 年簽署「京都協議書」(Kyoto Protocol) 後，於 1998 年制定全球第一部因應全球暖化問題的國內法「促進全球變暖對策法」(地球温暖化対策推進法)。為呼應全球淨零排放政策，日本菅義偉首相於 2020 年 10 月 26 日宣布 2050 年溫室氣體淨零排放之目標，並於 2021 年 4 月在 COP26 宣示 2030 年減碳 46% 的新目標(基準年為 2013 年，運輸部門目標為-35%)，並擬朝著減少 50% 的目標努力。隨後，日本政府於當年度 5 月 26 日通過「促進全球變暖對策法」修正案，將 2050 淨零碳排目標入法，並進一步提出 2050 淨零碳排「綠色成長戰略」(Green Growth Strategy)。

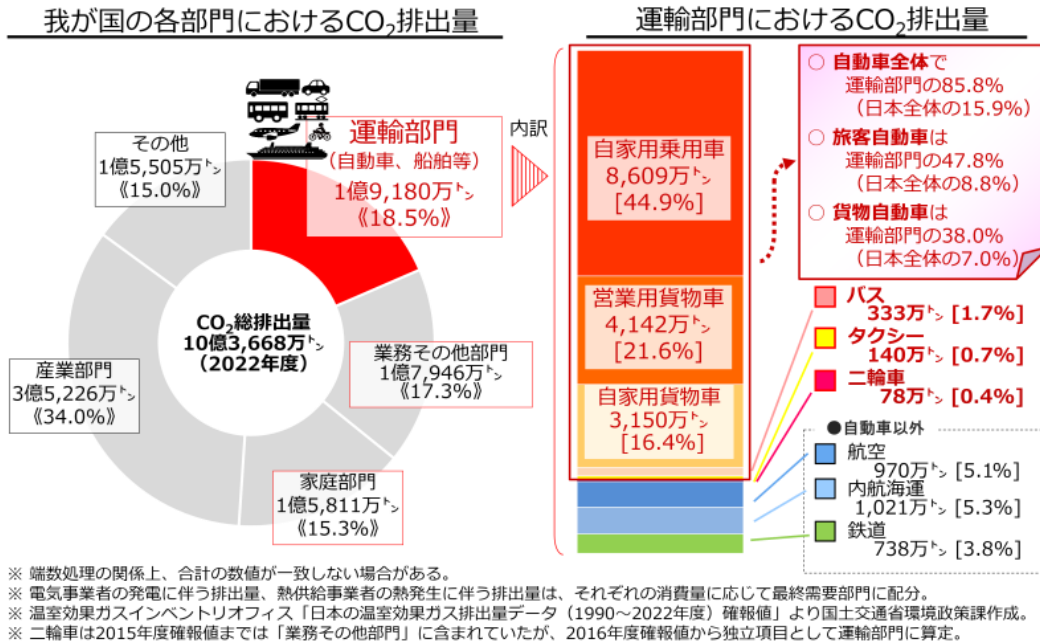


資料來源：https://www.japan.go.jp/kizuna/2021/09/green_growth_strategy.html

圖 2.3-5 日本綠色成長策略 14 項重要領域

綠色成長策略列舉 3 大產業群與 14 項優先發展戰略產業，分別訂定各該產業的行動方案，預計未來將為實現減少溫室氣體排放而做出努力至關重要，為實踐該 14 項領域執行策略與目標，其中就有六項與運輸業相關，包含第 1 項離岸風電、太陽光電、地熱產業、第 2 項氫能、燃料氫產業、非能源相關之第 5 項自動車・電池產業、第 7 項船舶產業、第 8 項物流/人流/土木基礎設施產業，以及第 10 項航空產業。此外，為支持前述 14 項重要產業發展與減碳目標的達成，日本政府設立 2 兆日圓的綠色創新基金 (Green Innovation Fund)，藉以加速新興技術的研發，將為未來 10 年提供足夠的資金支持。

運輸部門における二酸化炭素排出量



資料來源：国立環境研究所(2024)

圖 2.3-6 2022 年日本運輸部門碳排比例

根據日本「全國地球溫暖化防止活動推進中心」(Japan Center for Climate Change Actions, JCCCA)統計，2022 年日本二氧化碳總排放量為 10 億 3,668 萬噸，其中占比最高的部門是工業部門占 34%，第二高的部門為運輸部門占 18.5%，其中最多主要是來自汽車使用的排放量，約占運輸部門的 85.8%¹⁹。顯示若運輸部門要實現淨零的首要工作即是降低汽車的使用。對此，國土交通省針對運輸部門規畫的脫碳規劃，主要內涵包括：

1. 全面推廣次世代車輛：包含混合動力汽車、電動車、燃料電池車等次世代汽車的導入。
2. 促進交通流順暢：強化並活用 ICT 技術，推廣運用數位技術實現永續交通及物流服務，如智慧交通、綠色物流（提升貨車運輸效率、推動 MODAL SHIFT、導入無人駕駛搬運車、推動無人機物流等物流設施），以因應汽車電動化趨勢，並解決車輛壅塞問題。

¹⁹ JCCCA。https://www.jccca.org/download/65477。出處：国立環境研究所 温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）／Greenhouse Gas Inventory Office of Japan (GIO)／温室氣體盤查辦公室

3. 因應車輛技術發展趨勢，推動社會基礎建設的調整：電動車普及率和燃料費調整機制、都市道路及基礎建設（電動充電樁、道路充電技術等）的整建相關配套措施等²⁰。



資料來源：国土交通省(2024)

圖 2.3-7 国土交通省綠色物流相關規劃

六、韓國

韓國政府於 2020 年宣示 2050 年達成碳中和，而後陸續提出《2050 年碳中和促進戰略》、《氫經濟促進和氫安全管理法》（簡稱氫法）、《應對氣候危機的碳中和綠色成長基本法》（簡稱《碳中和基本法》）等制度面項目，並成立了碳中和委員會。碳中和委員會為直屬於總統的最高治理單位，主要任務為碳中和政策的執行與審議，以及負責與公民的溝通，其以 2050 碳中和為目標，設立了兩個碳中和情境，A 情境將完全停止使用化石燃料，B 情境則保留液化天然氣發電，並利用碳排放補捉、再利用及封存等 CO₂ 清除技術，以此為基礎，韓國政府在 2030 年國家溫室氣體減量目標(NDC)

²⁰ 国土交通省。「国土交通グリーンチャレンジ」。2021/07/06。https://www.mlit.go.jp/report/press/sogo10_hh_000252.html。

上預計將比 2018 年減少 40%的排放。²¹

在《碳中和基本法》中明訂韓國政府必須每五年提出一次為期 20 年的中長期減排計畫，以達成 2050 碳中和目標。2023 年韓國政府發布《碳中和綠色成長國家戰略暨第一次國家基本計畫》，明確提出四項國家戰略、各部門所實施的策略及預計推動之政策。以 2050 碳中和為願景，大方向上有減少溫室氣體排放、社會合作實踐碳中和、民間引領創新綠色成長及氣候調適與國際合作等四項戰略。各部門為減少溫室氣體的排放，各自提出推動政策，大多涉及能源效率與技術創新。

運輸部門方面，根據「韓國第一次國家基本計劃願景、戰略與推動政策」，包含電動車、油車管理及低碳運具等三項策略方向。其中電動車策略並非僅限於電動車普及的推動，更包含了氫能車的供應增加，充電基礎設施的加強，以及汽車輕質材料的應用、低碳燃料技術開發等具體內容，也計畫利用補助方式促使民眾將碳排較大的柴油車提早報廢。燃油車管理方面，運輸部門計畫透過提高溫室氣體排放及燃油效率的標準，以減少油車之碳排與供應，並投入氫能技術研發，以運用於長途運輸工具上。²²

基於上述架構，運輸部門為 2030 年設定減排目標為降低 37.8%之排放（同以 2018 年為比較基準），國土交通部於 2021 年 12 月 26 日公布了自身的「2050 年國土交通碳中和路徑」中有更為具體的策略項目及目標。²³，為反映政策效益、市場狀況及技術創新，此路徑亦預計每五年滾動修訂一次。在此次路線圖中，針對交通領域提出建立資料庫、支持轉換電動與氫能車、鼓勵大眾運輸、環境友善的鐵路與航空四大推動議題。首先，在建立資料庫方面，著手評估電動車及氫能車的轉換效益，以作為政策推動之基礎。其次，政府大力支持燃油車轉換為電動車與氫能車，並祭出補貼、減稅等激勵措施來減輕環境友善運具購買方的負擔。

²¹ 施怡君（2022），韓國總統大選後，碳中和政策將何去何從？(I)，風險社會與政策研究中心，<https://rsprc.ntu.edu.tw/zh-tw/m01-3/en-trans/en-news/1703-0511-kr-carbon-1.html>。

²² 張景淳、陳立衡、郭昱賢（2023），韓國碳中和綠色成長戰略：第一次國家碳中和綠色成長基本計畫，工業技術研究院，頁 17-18。

²³ 洪明龍、施沛宏、林綉娟、陳立衡（2022），韓國國土交通部發布 2050 碳中和路徑圖，工業技術研究院。

七、新加坡

新加坡透過大規模且縝密的市鎮計劃獲得宜居花園城市的美名，堪稱都市規劃的參考典範，其以綜合規劃和智慧應用來實現永續發展和減量目標，國家長期低排放發展戰略（Long-Term Low-Emission Development Strategy, LEDs）於 2022 年更新二版，以 2050 年達淨零目標為前提制定各期程減量規劃。以提升能源效率、推廣再生能源、訂定綠建築標準，來降低整體碳足跡。在市鎮規劃方面，注重高密度混合式發展模式，以減少對土地資源的需求，並促進公共交通的使用。致力打造出永續、環保的城市環境。

有關運輸部門減量作為，以持續推動人本運輸、擴大大眾運輸服務為優先要務，包含提升公共運輸服務的車輛使用效率、擴建地鐵路網及巴士自行車專用道。另外，更進一步提倡國家少車願景，以高額的購置及維護成本對於車輛數實施更嚴格的管控，並逐步拓展少車化社區，不再以道路為主要考量，反之以綠帶、綠運輸為規畫主軸。²⁴

此外，政府亦鼓勵使用電動車和氫燃料電池車取代傳統車輛，並建設相關基礎設施，如充電站和加氫站。因新加坡實施了嚴格的汽車擁有權和使用管制政策，例如車輛配額制度（Certificate of Entitlement, COE）和電子道路收費系統（Electronic Road Pricing, ERP），減少了交通壅塞和污染，並善用此制度特色，提供折舊等價格誘因加速車輛汰換速度。對於貨車低碳轉型，實施「商用車減排稅務計畫」（Commercial Vehicle Emissions Scheme）及「提早換車計畫」（Early Turnover Scheme），鼓勵企業汰換低碳貨車。²⁵

智慧化港口調度亦是新加坡聞名的強項，目前除實現了高度自動化外，轉運效率和現代化物流樞紐的改造也是核心戰略之一。包含使用電動起重機和自動引導車（Automated Guided Vehicle, AGV）、鼓勵船隻停泊時使用岸電系統而非船舶發電機從而減少能源消耗和排放。陸運端則推動貨運車隊的電動化和低碳化，以提供補貼和稅收優惠來促進企業更新車隊。亦鼓勵使用智慧物流解決方案，如大數據分析和物聯網技術，以提高供應鏈整合效率和降低空載率。

²⁴ 天下未來城市（2023），<https://futurecity.cw.com.tw/article/3274>

²⁵ 新加坡運輸部，<https://www.mot.gov.sg/what-we-do/green-transport/sustainable-land-transport>

2.3.2 標竿國家綠色經濟與綠色貨運發展

一、歐盟²⁶

貨運是歐盟單一市場的支柱，它使超市、工廠和藥房保持供應，並使歐洲公司能夠在整個歐洲大陸及更遠的地方銷售產品。在 2020 年，約有 600 萬人在歐盟的貨運部門工作。但是貨運也須對超過 30% 的運輸二氧化碳排放負責。隨著歐盟經濟的增長，除非實施脫碳措施，否則排放量可能會上升，預計到 2030 年，貨運將增長約 25%，到 2050 年將增長 50%。

2023 年 7 月，歐盟提出另一項《綠色綱領》，希望以更少的環境影響實現更大經濟收益的綠化貨運，它是 55 套案中的其中一部份。此倡議為了使貨運能更有效率和永續，將改善鐵路基礎設施管理，提供對低排放卡車更多獎勵措施，以及更多有關貨運溫室氣體排放的資訊，目標是在實現歐洲綠色協議中設定的 2050 年減少運輸排放 90% 的目標時，同時使歐盟單一市場繼續增長。

在歐盟，超過 50% 的貨物由公路運輸，這種運輸是溫室氣體排放的主要來源。當前的重量和尺寸規範確定了重型車輛的最大重量、長度、寬度和高度，而此次提出的建議修訂這些規則，允許使用零排放技術的車輛增加額外的重量，這將鼓勵更多清潔車輛和技術的採用。一旦技術發展，零排放推進系統變得更輕，加上空氣動力裝置和車廂等節能裝置，清潔車輛將能獲得額外的載重，同時，鼓勵更多的空氣動力車廂和其他節能裝置，不僅能提高駕駛員的舒適性和安全性，還能提高零排放動力系統的效率。

該倡議還指出，在某些情況下，跨境交通中使用更重和更長的車輛在一些成員國是允許的，並提供明確的指南。這包括允許歐洲模塊系統（European Modular Systems, EMS）的成員國，也將能夠在這些鄰近的成員國之間的國際業務中使用它們，無需雙邊協議，也無需僅跨越一個邊界，這表示能在更少的行程中運載相同數量的貨物。此外，為了鼓勵多模式運輸，即使用兩種或兩種以上運輸方式但具有標準化貨物單元（如集裝箱拖車或其他）的運輸方式，卡車、拖車和半拖車將被允許攜帶額外的重量，額外的高度還將促進通過標準車輛運輸高立方集裝箱。

²⁶ European Commission, https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_3767

計算碳足跡方面，歐盟委員會提出了一種公司計算其溫室氣體排放的共同方法：CountEmissionsEU，提供給選擇公開、或是基於契約因素公開溫室氣體排放資訊的公司。所提出的方法是基於最近通過的 ISO/CEN 標準，該標準用於量化和公告由乘客和貨物運輸所造成的溫室氣體排放。

二、加拿大²⁷

在加拿大，運輸業占溫室氣體總排放量的近四分之一，這些與交通相關的溫室氣體排放中有很大部分與中型和重型車輛（Medium and Heavy-Duty Vehicles, MHDV）有關。貨運需求與經濟成長高度相關，由於供應鏈日益全球化、及時交付和自然資源出口，貨運需求將繼續增加。雖然目前和倡議的重型車輛溫室氣體排放法規旨在減少該行業的排放，但這些法規僅適用於新車和發動機，不適用於當前在用車輛，其中許多車輛將繼續使用多年平均使用壽命 10 年以上。人們意識到，提高貨運效率具有顯著的減排潛力，加拿大正在尋找減少排放的途徑，同時確保該行業的競爭力。實現這些減排的關鍵將來自 MHDV 車隊實施節能的實踐，採用新技術和購買替代燃料車輛。然而，加拿大 MHDV 車隊廣泛採用節能措施仍面臨阻礙，其中部分原因是因缺乏適合加拿大企業的措施的認識。

針對貨運公司的調查顯示，財務挑戰和資訊缺乏是實施減排策略的主要阻礙。綠色貨運評估計畫（Green Freight Assessment Program, GFAP）成立於 2018 年 4 月，作為應對這些挑戰的概念驗證計畫。GFAP 為 5 級至 8 級的中型和重型車輛提供資金，為接受第三方車隊評估、實施卡車/拖車改造以及購買新的替代燃料車輛的公司提供經濟誘因。

在 GFAP 的整個週期中，顯然一個有助於使車隊脫碳的鼓勵計畫，其需求只增不減。為了滿足這一需求，加拿大政府在 2022 年預算中宣佈在 5 年內投資近 2 億加幣，對 GFAP 進行資本重組，該計畫已更名為綠色貨運計畫（Green Freight Program, GFP）。擴大後的計畫將透過車隊能源評估、車隊改造、引擎重新供電、最佳實踐實施和購買低碳車輛，幫助車隊減少公路貨運的燃料消耗和溫室氣體排放。

²⁷ Government Canada: Green Freight Program <https://natural-resources.canada.ca/energy-efficiency/transportation-alternative-fuels/greening-freight-programs/green-freight-program/20893>

三、中國大陸²⁸

中國綠色貨運倡議（China Green Freight Initiative）於2012年4月啟動，在由政府相關部門代表組成的指導小組的監督下運作，非營利性能源基金會資助，由中國公路運輸協會，公路科學研究所和亞洲清潔空氣協會管理和運作。倡議五年期的實施計畫涵蓋以下三方面內容：

1. 綠色管理：開發綠色貨運企業標準，加強車隊的有效管理。目前起草的綠色企業標準重點考慮甩掛運輸、改進物流的資訊技術應用、滿足燃油經濟性標準和綠色車輛標準、節能技術應用或可替代燃料應用、節能駕駛。
2. 綠色技術：開發綠色貨運車輛標準，鼓勵採用綠色卡車技術，發佈一系列綠色技術和節能產品名錄。
3. 綠色駕駛：制定標準，推動節能駕駛。

2.3.3 標竿國家永續金融法制發展

一、歐盟²⁹

歐盟委員會於2023年提出了一套加強歐盟永續金融發展的措施，以建立和加強歐盟永續金融框架的基礎。

2050年氣候中和與永續經濟的轉型目標為歐盟各地的公司和公民提供了新的機會，許多公司和投資者已經開始永續發展計畫，永續投資規模不斷增長就證明了這一點。然而，公司和投資者在這一轉變中也面臨挑戰，特別是在遵守公開資訊和報告的新要求方面，因此，此措施的目標是為了確保歐盟永續金融框架繼續支持企業和金融部門，同時鼓勵私人投資轉型計畫和技術。具體來說，歐盟委員會將在歐盟分類法中增加更多活動，並為環境、社會和治理（Environmental, Social and Governance, ESG）評級提供者提出新規定，這將提高永續投資市場的透明度，其目標旨在確保永續金融規範（sustainable financial framework）適用於想要向永續發展轉型投資的公司，並且使永續金融規範更易於使用，從而繼續為「歐洲綠色綱領」

²⁸ 交通部運輸研究所（2021）。建立我國汽車貨運業綠色認證制度之初探

²⁹ European Commission: Sustainable Finance: Commission takes further steps to boost investment for a sustainable future https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_3192

目標做出有效貢獻。以下為詳細內容：

1. 歐盟分類法授權行為（EU Taxonomy Delegated Acts）

歐盟分類法是歐盟永續金融規範的基石，也是重要的市場透明度工具，有助於直接投資到綠色轉型最需要的經濟活動。此外，歐盟委員會批准了一套新的歐盟分類標準，適用於對一個或多個非氣候環境目標做出重大貢獻的經濟活動：

- 永續利用和保護水和海洋資源
- 向循環經濟轉型
- 污染防治
- 保護和恢復生物多樣性和生態系統

為了補充這一點，歐盟委員會通過了《歐盟分類學氣候授權法案》（EU Taxonomy Climate Delegated Act）有針對性的修正案，該修正案擴大了迄今為止尚未包括在內但有助於減緩和適應氣候變遷的經濟活動，特別是在製造和運輸部門。納入更多涵蓋所有六個環境目標的經濟活動，從而增加更多的經濟部門和公司，將提高歐盟分類法在擴大歐盟永續投資方面的可用性和潛力。

這些標準參考了 2022 年 3 月和 2022 年 11 月發布的永續金融平台的建議。委員會還通過了《歐盟分類揭露授權法案》的修正案，以澄清額外活動的揭露義務。

2. 關於 ESG（環境、社會和治理）評級者的監管提案

ESG 評級在歐盟永續金融市場中發揮著重要作用，因為它們向投資者和金融機構提供有關 ESG 因素的投資策略和風險管理等資訊。然而，目前地 ESG 評級市場缺乏透明度，委員會正在提出一項法規，以提高 ESG 評級可靠性和透明度。關於防止利益衝突的新組織原則和明確規則將提高 ESG 評級者營運的信賴度。這些新規則將使投資者能夠就永續投資做出更明智的決策。此外，該提案要求，向歐盟投資者和公司提供服務的 ESG 評級者，必須獲得歐洲證券和市場管理局（European Securities and Markets Authority, ESMA）的授權和監督，這也將確保其服務的品質

和可靠性，以保護投資者並確保市場誠信。

3. 增強可用性

早期報告趨勢表明，所有關鍵經濟部門的公司都越來越多地使用歐盟分類法作為轉型努力的一部分，例如，2023 年的初步企業分類報告顯示了大型非金融公司的趨勢，許多公司報告分類標準一致性的價值不斷增加，特別是在資本支出方面。作為第一步，委員會最近制定了一系列有針對性的措施和舉措，以增強規則的可用性並支持利害關係人實施規則。委員會也發布了《歐盟分類法使用者指南》，這是一份針對非專家的分類法指導文件，支持企業和金融部門實施歐盟分類法和永續金融規範將是委員會未來的首要任務。

4. 金融轉型

如何有效利用歐盟法律規範來促進轉型融資也是此次措施的目標。關於金融轉型的建議旨在為公司和金融部門提供指導和實踐範例，這些展示了企業如何在自願的基礎上使用歐盟永續金融規範的各種工具，將投資引導至轉型並管理氣候變遷和環境退化的風險。其目標是促進轉型融資，不僅適用於已經擁有良好永續發展記錄的公司，也適用於那些處於不同起點、擁有可靠計畫或目標以提高其永續發展績效的公司，同時也承認中小企業面臨著需要解決的具體挑戰。

歐盟委員會以《歐洲綠色綱領》為基礎，以氣候目標為基礎實現低碳經濟，下一步需要一個長期的財政規範，應對來自中國與美國在核心清潔技術行業不斷競爭，以及大規模的稅收優惠對歐洲清潔技術生產的挑戰。投資清潔技術和永續產業，例如：電池供應鏈、再生能源和電網等，並配合相應的部門政策，使歐洲能夠加速實現氣候中和的目標，同時推動經濟成長。

延續企業永續發展目標，在「氣候相關財務揭露」（Task Force on Climate-related Financial Disclosures, TCFD）下進行氣候變遷風險管理，更在2023年進一步公布「自然相關財務揭露」（The Taskforce on Nature-related Financial Disclosures, TNFD）指引，推動大型跨國公司與金融機構透過定期監測、評估與揭露其整體價值鏈或是投融资組合對生物多樣性的風險、

依賴程度和影響，向消費者提供所需之資訊以促進永續消費，同時促使企業進行永續生產。歐盟將 TNFD 指南的各個方面納入其監管報告制度，特別是「企業永續發展報告指令」(Corporate Sustainability Reporting Directive, CSRD)，該指令要求範圍內的實際風險，根據「歐洲永續發展報告準則」(European Sustainability Reporting Standards, ESRS)企業需提供揭露資訊。未來，歐盟永續金融框架將越發縝密，對環境與生態之關注也將較過去範疇更廣泛。

歐盟在2024最新提出的「2024-2029年交通指南」(A Guide to Transportation 2024-2029)中，針對永續金融的規範或政策可以整理成以下三點：

1. 永續金融框架：歐盟需要建立一個更強大的經濟治理體系和環境保護措施，以支持永續金融的發展。這包括建立一個強有力的歐盟永續金融框架，以確保資本配置向綠色活動轉移。這對於實現綠色轉型至關重要。
2. 永續金融議程：歐盟的永續金融議程應當得到重視，其中包括為金融部門和企業提供有關永續性披露的指導，並規範ESG評級，以更好地描繪交通投資的影響，這有助於引導投資遠離碳密集型資產。
3. 企業永續報告：根據企業永續報告指令，企業需要全面披露與1.5°C氣候路徑和國際勞工和人權標準的一致性相關的訊息，這種透明的資訊共享不僅涉及公司的財務表現，還包括其社會和環境影響，這被稱為“雙重實質性”原則，有助於投資者和公民在做出投資決策之前獲得有關公司氣候風險和影響的資訊。³⁰

二、美國³¹

氣候債券倡議組織 (Climate Bond Initiative, CBI) 發布了《北美市場狀況報告》，揭示了美國和加拿大綠色金融的顯著增長。這份報告是氣候債券的首份《北美市場狀況報告》，包括對綠色市場，以及對不斷擴大的社

³⁰ EU Elections: A Guide to Transport 2024-2029 https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2024/01/EU-elections_tande-a-guide-to-transport-2024-3.pdf

³¹ Sustainable Debt: North America – State of the Market 2021 <https://www.climatebonds.net/2021/07/sustainable-finance-soars-north-america-report>

會和永續債券的首次分析，由穆迪ESG解決方案（Moody's ESG Solutions）和安盟資產管理（Amundi Asset Management）提供支持。

截至2021年第一季度結束時，北美地區自2011年以來已經發行了6,000多項綠色、社會和永續（Green, Social and Sustainable, GSS）標籤的工具，達到了總額3,110億美元。其中，絕大多數是來自綠色債券，發行量達到了2,714億美元，永續債券達到了24.3億美元，社會債券達到了15.5億美元，這兩個債券都處於起步階段，但增長迅速。

在2016-2020年5年間，北美GSS市場以驚人的76%年均成長率擴大，並在2021年第一季增長了10%。美國是全球累計GSS債務的第二大來源，僅次於超國家發行（supranational issuance），也是最大的單一國家，而加拿大在總體上排名第十一，是第十大國家。

在2016年到2020年12月期間，來自加拿大發行人的符合條件的債券有8個，而來自美國的有48個。分析顯示，與普通債券相比，美國和加拿大的綠色債券吸引了更多的認購需求（book cover），並實現了更大的價差壓縮。

四分之三的綠色債券實現了綠色溢價（Greenium），大約有一半的綠色債券分配給自稱為綠色投資者的投資者。在即期二級市場上，綠色債券的價差壓縮程度通常比普通債券更大，在28天後與指數匹配。這表明綠色債券對發行人和投資者都提供了價值。

在2016年到2020年的5年內，美國的GSS市場平均每年增長72%，並在2021年的前3個月內增長11%，累計市場總額如下：

- 綠色債券 2,414 億美元
- 社會債券 140 億美元
- 永續債券 210 億美元

該市場具有一些獨特的特點，其中包括由Fannie Mae發行的大量綠色抵押支持證券（Mortgaged Backed Securities, MBS），占總發行量的39%，如果沒有這部分，美國將在全國排名中落後於中國和法國。由地方政府當局和政府支持實體發行的綠色美國市政債券占總體量的23%。

美國GSS市場仍然主要以大量小額交易為主，並由國內零售或機構投

資者購買為主。美國社會債券市場仍處於起步階段，私營部門目前主導著發行，但州政府部門有巨大的潛力促使該市場的增長。拜登政府強調解決社會不平等問題，預計將推動該市場的進一步發展。

美國永續債券市場於2016年啟動，星巴克發行了價值12.5億美元的兩筆債券。2019年，新的債券總額為19億美元，隨後在2020年債券數量大幅增加，多出120億美元。2021年以相似的方式開始，截至第一季度結束時，已發行了價值39億美元的新債券。此外，加強報告標準將確保標籤市場更具信心和透明度。根據最近的氣候債券報告，美國是唯一四個在後期發行報告中報告不足80%且發行超過10億美元的國家之一。

三、加拿大

在2018年到2020年的三年間，加拿大GSS市場平均每年增長70%，而2021年的第一季則增長了8%。綠色金融總額為30億美元，社會金融總額為15億美元，永續金融總額為33億美元。與美國相比，加拿大市場的交易規模較大，平均規模為3.66億美元。較大的交易有助於吸引更多廣泛的國際投資者，這也反映在加拿大的GSS債券已以六種貨幣發行。

自2014年加拿大綠色債券市場成立以來，除了2015年外，市場每年都由金融企業和地方政府主導。社會和永續主題與美國相似，正處於發展的早期階段，截至2021年第一季度結束時，已發行15項債券，總額達48億美元。

四、日本

日本依其淨零目標，以經濟產業省為中心，集結相關省廳共同制訂「伴隨2050碳中和的綠色成長戰略」（簡稱：綠色成長戰略），從產業政策及能源政策兩方面，規劃3大領域、14個重點發展項目。其中運輸部門方面將著重推動電動化及生質燃料和氫燃料的運用，永續金融方面亦透過官方及民間企業合力推動轉型輔導，主要項目為：

1. 綠色創新基金：經濟產業省於2020年在國立研究開發法人新能源暨產業技術總合開發機構（NEDO）設置2億日圓的綠色創新基金，為期10年支援綠色成長戰略中14項重點領域的相關技術研發及實證。

2. GX 經濟轉型債：為了實現 2050 年碳中和目標，並強化產業競爭力、促進經濟成長，日本於 2024 年 2 月首次發脫碳投資資金的行 GX 經濟轉型債，在未來 10 年內將提供超過 150 兆日圓的官民投資，期望透過政府公開招標的形式，以政府資金刺激民間投資。投資領域包括能源效率、再生能源、綠色運輸等。其中，綠色運輸領域將用於支援導入次世代汽車、開發次世代航空機的實證機、普及零排放船等運輸部門的綠色轉型，以及脫碳化城市和都市的基礎建設計畫。
3. 環境省「綠色融資及永續連結融資指南」：提供借款人、貸款人及相關機構在探討綠色融資時可參考知具體事例（無法律效力）。在綠色運輸方面，該指南也提供建議可融資或貸款的領域，以及計算環境改善效果時的具體指標（見表 2.3-1）³²。

表 2.3-1 日本「綠色融資及永續連結融資指南」綠色運輸領域

綠色運輸領域 (包括電動車、大眾交通工具、運用 再生能源的運輸手段等)	計算環境改善效果時的具體指標
a.開發電動車和燃料電池車等次世代 汽車、製造及整建相關基礎建設	• 避免或減少排放二氧化碳(t-CO₂)：將計畫未執行或執行時預設的碳排放量，與計畫執行後的碳排放量進行比較。 • 電動車在新車販賣臺數的占比(%)。 • 預計透過計畫減少的碳排放量(t-CO₂)。 • 計畫執行後汽車交通流量的變化。 • 一氧化碳和氮氧化物等污染物的減少量。
b.整建物流據點、改善物流網路、推動 MODAL SHIFT 等提升物流系統效率 案件	
c.導入數位里程表等協助環保駕駛的 設備	
d.整建停車轉乘或共享汽車相關設施	

4. 株式會社百五銀行：提供擬進行再生能源、節能、綠色運輸相關綠色計畫設備投資的客戶，5000 萬日幣以上的融資金額。投融資對象篩選標準依照貸款市場協會等國際組織的綠色融資原則及環境省的綠色

³² 環境省。グリーンローン及びサステナビリティ・リンク・ローンガイドライン 2022 年版。P.134。 <https://www.env.go.jp/content/000062348.pdf>。

融資指南，且融資金額僅能用於有助於解決全球暖化環境問題的綠色事業³³。

5. 三菱 UFJ 銀行：提供再生能源、改善能源效率及綠色建築等有助於減緩、解決氣候變遷問題的相關事業。投融資對象篩選標準依照貸款市場協會、亞太區貸款市場公會等國際組織的綠色融資原則及環境省的綠色融資指南³⁴。

五、新加坡

2023年4月20日，時任新加坡副總理兼財政部長的黃循財在永續與綠色金融學院開幕式上的談話中，強調了綠色金融在應對氣候變化方面的關鍵作用，並概述了新加坡為推動綠色和轉型金融發展所做的努力。黃循財指出，亞洲是應對氣候變化的關鍵戰場，因為該地區排放了全球約一半的溫室氣體。然而，亞洲的脫碳成本高昂，需要每年超過 3 萬億美元的投資才能在2050年實現淨零排放，故需要動員公共和私人資本，而金融部門在促進淨零轉型方面發揮著至關重要的作用。

新加坡雖然自身排放量小，但作為該地區的主要金融中心，致力於推動亞洲綠色金融的發展，因此宣布了新的「淨零行動計畫」（FiNZ），旨在擴大從純綠色金融到轉型金融的關注範圍。該計畫將著重於以下幾個方面：

1. 加強資料、定義和揭露的基礎：提高氣候和永續性數據的可靠性和可比性，以解決漂綠問題，並促進跨境綠色和轉型融資流動。
2. 打造更具氣候適應力的金融部門：協助金融機構建立健全的氣候和環境風險管理措施，並加強對氣候情境分析的應用。
3. 促進金融機構採用可靠的轉型計畫：鼓勵金融機構制定淨零目標，並將脫碳納入其業務戰略。

³³ 株式会社百五銀行。氣候變動対応オペにかかる対象投融資に関する基準および適合性の判断のための具体的な手続きの開示。2023/04/19。
<https://www.hyakugo.co.jp/about/csr/pdf/10.pdf>。

³⁴ 株式会社三菱 UFJ 銀行。氣候變動対応オペにかかる対象投融資に関する基準および適合性の判断のための具体的な手続きの開示。2023/11/27。
https://www.mufig.jp/dam/csr/groupcsr/sustainablefinance/CRoperations_bk.pdf。

4. 促進金融創新、促進可靠的綠色和轉型解決方案及市場發展：擴大對永續債券和貸款的資助計劃，支持轉型債券和貸款的增長，並促進氣候風險融資工具和混合融資的發展。

新加坡擬建立充滿活力的綠色和轉型融資市場和平台，利用綠色金融科技解決方案，並投資於人才和能力建設。對於永續金融的認定分類法採用東協的「紅綠燈」系統為其主要原則，將經濟活動區分為綠色、黃燈（過渡）和紅燈（不合格）三種類別，此系統旨在促進新加坡和東南亞地區發展環境永續的經濟。

綠色活動是新加坡分類法，這些活動被認為符合科學基礎的1.5°C淨零排放途徑，分類法優先考慮與1.5°C目標一致的科學標準，並將歐盟分類法標準作為「綠色」標準的首選，在某些情況下，會根據新加坡和東南亞地區的具體情況調整指標和門檻。

黃燈活動係指，這些活動目前不符合1.5°C的途徑，但符合下列其中一項條件：(1)在規定的時間範圍內邁向綠色轉型路徑；(2)在短期內大幅減排，並設定日落條款。黃燈類別僅適用於現有基礎設施和活動的轉型，不適用於新專案。所有黃燈標準都規定了日落條款，通常設定在2030年，之後該活動必須符合綠色標準，否則將被降級為「不合格」。這確保了過渡期間不是無限期的，並明確鼓勵採用綠色標準的目標，分類法還導入黃燈措施，以展示隨著時間推移所產生的變化，這些措施為使用者提供額外的選項，並幫助他們在日落條款之前達到綠色標準。

紅燈活動（不合格活動）則是指與1.5°C的途徑不符，或者無法評估之活動。這包括與1.5°C途徑不符且需要逐步淘汰的非永續活動，例如化石燃料。分類法採用日落條款來確保過渡期不會永遠持續下去，並促進朝著綠色發展；過渡期的期限通常設定在2030年，然而針對難以減排的活動，則給予較長的期限。

總體而言，交通運輸部門的技術篩選標準主要參考歐盟分類法和氣候債券倡議分類法。但也根據新加坡的具體情況進行調整。舉例來說，歐盟分類法對低排放和零排放輕型車輛設定了臨時性二氧化碳排放門檻，但新加坡分類法並未採用，因為這些門檻的適用期限有限。

對於陸路貨運來說，新加坡分類法可能不會將符合歐盟分類法臨時性門檻的貨車視為綠色。新加坡分類法涵蓋了廣泛的運輸活動，包括鐵路運輸、公路運輸、海運、內河運輸和航空運輸。綠色類別通常需要零排放技術，而如果有黃色類別的話，則側重於與市場上之最佳方法相比表現出色或符合國際減排目標（如國際海事組織的目標）。

新加坡永續分類法為交通運輸部門所設定的脫碳路徑，基於交通運輸部門的特性以及在現有資產方面改善能源效率措施，或減少溫室氣體排放的機會有限，陸路貨運的脫碳高度依賴於快速採用零排放解決方案，例如電動或氫能卡車。由於改裝現有車輛以實現大幅減排的空間有限，因此新加坡分類法可能不會為陸路貨運中的黃色類別提供太多彈性空間，特別是在已有零排放替代方案的情況下。陸路貨運若要達到綠燈等級，可能需要使用零排放卡車，而若有黃燈類別的話，可能會側重於與市場最佳做法相比表現出色的措施，例如採用更高效的物流和營運方式，以減少排放。

新加坡政府為支持其綠色計劃而宣佈的關鍵措施和目標，例如促進電動車輛的採用，將會影響陸路貨運行業的技術篩選標準。舉例來說，由於新加坡政府積極推動電動卡車的普及，因此依據新加坡分類法，投資電動卡車充電基礎設施的計畫，將可能適用永續金融，而獲得較優惠待遇。

六、國際汽車貨運氣候相關揭露

隨著氣候變遷議題日益受到重視，金融市場中的參與者對於氣候相關決策的資訊需求逐漸增加，並且為了能夠順利進行比較與分析，氣候相關決策資訊的一致性、可比較性、可靠性以及完整性是非常重要的，為此，金融穩定委員會（Financial Stability Board, FSB）於2015年12月成立氣候相關財務揭露（TCFD）工作小組，並於2017年6月正式發布「氣候相關財務揭露建議（TCFD）」³⁵。

根據該建議中所述，氣候相關財務揭露工作小組分別針對「氣候相關

³⁵ 2023 年 10 月 FSB 宣布 TCFD 已履行其建立之職責並將其解散，由國際財務報導準則基金會（International Financial Reporting Standards Foundation, IFRS Foundation）接手對企業氣候相關揭露進展的監控，因此國際永續準則委員會（International Sustainability Standards Board, ISSB）於 2023 年 6 月發布「永續相關財務資訊揭露之一般規定（General Requirements for Disclosure of Sustainability-related Financial Information, IFRS S1）」以及「氣候相關揭露（Climate-related Disclosures, IFRS S2）」，兩大最新永續揭露準則。企業若採用 IFRS S1 以及 IFRS S2 即符合 TCFD。

風險」以及「氣候相關機會」進行歸類與定義，希望透過具有一致性的歸類與定義來完善氣候相關資訊揭露的架構，讓企業能夠清楚了解自身所面對到的氣候相關風險與機會，同時依照指引建議，於各年度的財務報告或永續報告書中，清楚揭露相關資訊已提供給相關利害關係人做參考，以降低企業與利害關係人之間資訊不對等的風險。

氣候相關財務揭露工作小組（以下簡稱工作小組）提出，氣候相關風險主要分為朝向低碳經濟（lower-carbon economy）轉型所產生出的「轉型風險」以及受到氣候變遷影響所產生的「實體風險」兩大類，在轉型風險中，包含（1）政策和法規風險、（2）技術風險、（3）市場風險以及（4）名譽風險，而實體風險則包含（1）立即性風險以及（2）長期性風險。

表 2.3-2 氣候相關風險及財務影響實例

類型	氣候相關風險	潛在財務影響
轉型風險	政策和法規 - 提高溫室氣體排放定價 - 強化排放量報導義務 - 現有產品和服務的要求及監管 - 面臨訴訟風險	- 增加營運成本(如何規成本和保費增加) - 政策變化導致現有資產沖銷和提前報廢 - 因罰款和判決導致的成本增加和/或產品和服務需求降低
	技術 - 以低碳商品替代現有產品和服務 - 對新技術的投資失敗 - 低碳技術轉型的成本	- 現有資產沖銷和提前報廢 - 產品和服務需求量下降 - 新型和替代型技術研發支出 - 技術開發的資本投資 - 採用/建置新型實務運作和流程的成本
	市場 - 客戶行為變化 - 市場訊息不確定 - 原物料成本上漲	- 消費者偏好改變導致商品和服務物需求量下降 - 投入成本(如能源、水)和產出需求(如廢棄物處理)變化導致生產成本提高 - 突如其來的能源成本改變 - 收入組合和來源變化 - 資產重新定價(如石化燃料儲備、土地評價、證券評價)
	名譽 - 消費者偏好轉變 - 產業汙名化 - 利害關係人的關注與負面回饋日益增加	- 商品/服務需求量下降 - 產能下降(如停產、規劃同意書延期、供應鏈中斷) - 影響勞動力管理和規劃(如員工的招募和留任) - 可用資本減少
實體風險	立即性 颱風、洪水等極端天氣事件嚴重程度提高	- 產能下降或中斷(如停產、運輸困難、供應鏈中斷) - 影響勞動力管理和規劃(如停產、運輸困難、供應鏈中斷) - 現有資產沖銷和提前報廢(如「高風險」地區的財產和資產損害) - 營運成本提高(如水力發電站水量不足或核能及火力發電廠冷卻水不足) - 基礎建設成本升高(如設施毀損) - 銷量/產出降低導致收入下降 - 保費提高以及為處「高風險」地區的資產難以投保
	長期性 - 降雨(水)模式變化和氣候模式的極端變化 - 平均氣溫上升 - 海平面上升	

資料來源：安永聯合會計師事務所（2019）。

TCFD揭露四大核心要素分別為「治理」、「策略」、「風險管理」以及「指標及目標」，工作小組認為，企業若能依照TCFD揭露四大核心要素及各項建議揭露事項進行資訊的揭露及說明，將能有效的讓該企業利害關係人了解各項資訊，並協助其進行進一步的投資判斷，詳細建議揭露事項如表2.3-3：

表 2.3-3 TCFD 四大核心要素建議揭露事項

核心要素	建議揭露事項
治理	1. 描述董事會對氣候相關風險與機會的監督情況。
	2. 描述管理階層在評估和管理氣候相關風險與機會的角色。
策略	1. 描述組織所鑑別的短、中、長期氣候相關風險與機會。
	2. 描述組織在業務、策略和財務規劃上與氣候相關風險與機會的衝擊。
	3. 描述組織在策略上的韌性，並考慮不同氣候的相關情境（包括 2°C 或更嚴苛的情境）。
風險管理	1. 描述組織在氣候相關風險的鑑別和評估流程。
	2. 描述組織在氣候相關風險的管理流程。
	3. 描述氣候相關風險的鑑別、評估和管理流程如何整合在組織的整體風險管理制度。
指標及目標	1. 揭露組織依循策略和風險管理流程進行評估氣候相關風險與機會所使用的指標。
	2. 揭露範疇 1、範疇 2 和範疇 3（如適用）溫室氣體排放和相關風險。
	3. 描述組織在管理氣候相關風險與機會所使用的目標，以及落實該目標的表現。

資料來源：安永聯合會計師事務所（2019）。

工作小組亦針對各非金融產業中的相關產業提供補充建議揭露指標，以交通運輸產業為例，交通運輸產業包含空運業、客運航空業、海上運輸業、鐵路運輸業、貨車運輸業、汽車產業等，表2.3-4為工作小組針對交通運輸產業中與貨車運輸業相關的建議揭露指標。

工作小組認為交通運輸產業在生產和使用階段驅動著大量的排放和能源需求，同時也面臨為達到減排目標而日漸嚴苛的政策和法規壓力，而逐漸嚴苛的排放燃油效率限制亦將持續影響交通運輸產業的成本，特別是在創新（新技術和效率）投資方面。因此，交通運輸行業可能會面臨到兩個面向的挑戰，首先，政策制定者對運具的排放和燃油效率設定了更為嚴格的目標；其次，圍繞低排放/節能運具（例如電動車）的新技術正在改變競爭和投資布局，技術創新和市場新進者可能會削弱既有公司的市場地位，

導致既有公司收入下降、成本上升和利潤減縮。

另外，上述兩個挑戰所造成的影響可能會因為汽車、卡車等運具的產品週期長度而加劇，特別是航空、鐵路和船舶設備，對長期資產（例如製造設施、飛機、船舶）的投資以及較長的規劃時間範圍是考慮氣候相關風險和機會時必須考慮的重要因素之一。因此，工作小組提出揭露應重點關注下列三個方面的定性和定量分析及相關潛在影響：

1. 目前設備的財務風險，例如因政策限制或新技術的出現而可能提前報廢的設備和研發投資。
2. 對新興技術的研究、開發投資以及各類運具需求的潛在變化。
3. 利用新技術應對低排放標準和提高燃油效率要求的機會，包括使用傳統和替代燃料的運具（汽車、船舶、飛機、鐵路）。

表 2.3-4 交通運輸產業：貨車運輸業相關指標

財務科目	氣候相關項目	指標舉例	單位	對應標準	採用的理論依據
收入	能源/燃料	按地區和運輸的重量/人數計算的銷售加權平均車隊燃油經濟性。	英里/加侖(MPG)、 升/公里 (L/Km)、 gCO ₂ e/Km、運輸公 斤數	SASB：TR0101-09	燃料成本和相關排放是運輸公司優先考慮的問題，了解一個組織如何管理向更高效設備的過渡，將有助於洞察潛在的成本和法規影響。
收入	風險調適和減緩	來自低碳替代品投資的收入/節省（例如，研發、設備、產品或服務）。	當地貨幣	CDP：CC3.2, CC3.3, CC6.1 SASB：TR0102-4	來自氣候相關產品和服務的新產品及收入來源，以及創造運營效率的資本支出（Capital Expenditure, CapEx）項目的投資回報。
支出	風險調適和減緩	低碳運輸設備或運輸服務的營業費用（Operating Expense, OpEx）。	當地貨幣	SASB：TR0201-F（Age of fleet）	對新技術的支出是管理轉型風險所需的，支出的水平可以顯示出核心業務未來盈利能力可能受到影響的程度。
支出	能源/燃料	總燃料消耗量及道路、航空、海運、鐵路的可再生能源百分比。	千兆焦耳 (Gj)、百 分比 (%)	SASB：TR0201, 2-03, TR0301-03, TR0401-03	在向低碳經濟過渡的過程中，化石燃料將逐步淘汰，而可再生能源將逐步引入，這些能源來源在當前資產中所占的百分比告訴我們核心業務的未來盈利能力可能受到的影響程度或資產價值的損失程度。
支出	溫室氣體排放	道路運輸工具—溫室氣體排放的地理分解：針對主要地區的產品排放和/或排放強度與法規要求/目標的比較。	二氧化碳當量公噸 (MT of CO ₂ e)、 二氧化碳當量/公里 (CO ₂ e/Km)	CDP：AU2.3	轉型風險的一部分是各地區可能實施的產品效率法規，了解組織在這些地區的運作方式以及不合規的潛在風險/影響是很重要的。
資產	溫室氣體排放	運輸產品（航空、船舶、鐵路、卡車、汽車）溫室氣體排放的生命週期報告。	二氧化碳當量公噸 (MT of CO ₂ e)	SASB：TR0101-01/02/03, TR0102-02/05/06	一個組織如何管理其產品生命週期的排放和原材料的利用將提供該組織適應低碳經濟的能力的洞察。
資產	風險調適和減緩	低碳運輸設備或運輸服務的資本支出（Capital Expenditure, CapEx）。	當地貨幣	SASB：TR0201-F（Age of fleet）	需要對新技術進行投資以管理過渡風險，投資的水平提供了核心業務未來盈利能力可能受到影響的程度的指示。

資料來源：TCFD（2017）。

2.4 標竿國家因應策略及轉型契機

本計畫同步蒐集國際上各國政府面對淨零轉型所採行的因應策略以及從中所獲得之轉型新契機，期望藉由經驗分享、推動案例、政策架構、法制規範進行蒐集統整並歸納分析，提供國內政府決策參考。

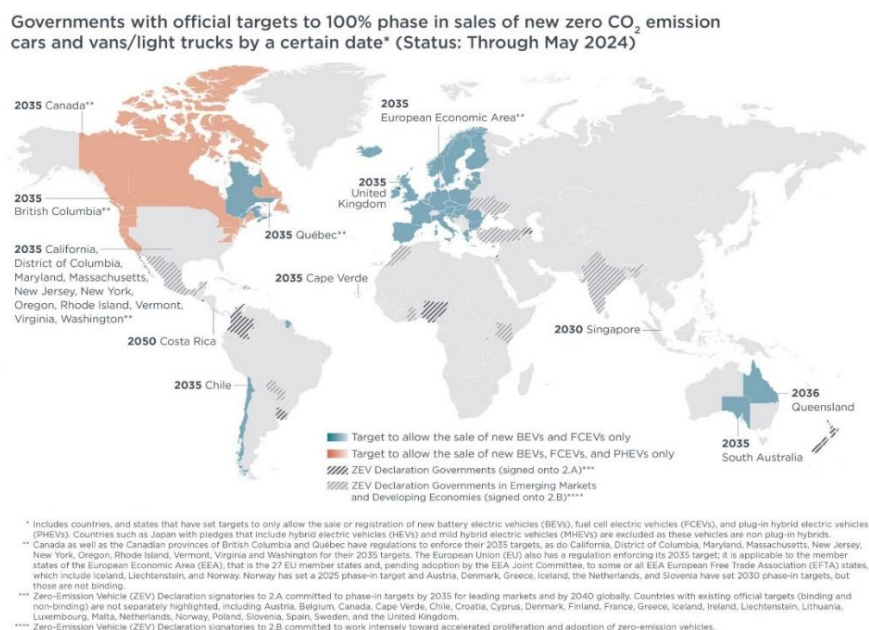
2.4.1 政府治理-規範制定及管理

規範建立大致上以車輛發展為出發考量，目標為全力推動潔淨能源車輛的擴展，包含制定潔淨能源車輛銷售及普及的目標時程、加速傳統燃油車的退場機制與強化能效標準及車輛管理。

一、加速轉型-制定潔淨車輛推廣進程

(一) 全球趨勢

大力推廣潔淨能源車輛被視為運輸部門邁向淨零永續的首要優先任務，因此許多國家皆已設立市售目標期程，就目前資料而言，小型貨車期程較為一致，與國際組織呼籲目標相符，包含歐盟、英國、美加澳部分區域在內，大致落在 2035 年左右，新加坡更進一步提前到 2030 年，新車市售比需達到 100%，即全面禁售傳統燃油車輛，為嶄新的潔淨車輛新時代的到來樹立里程碑。

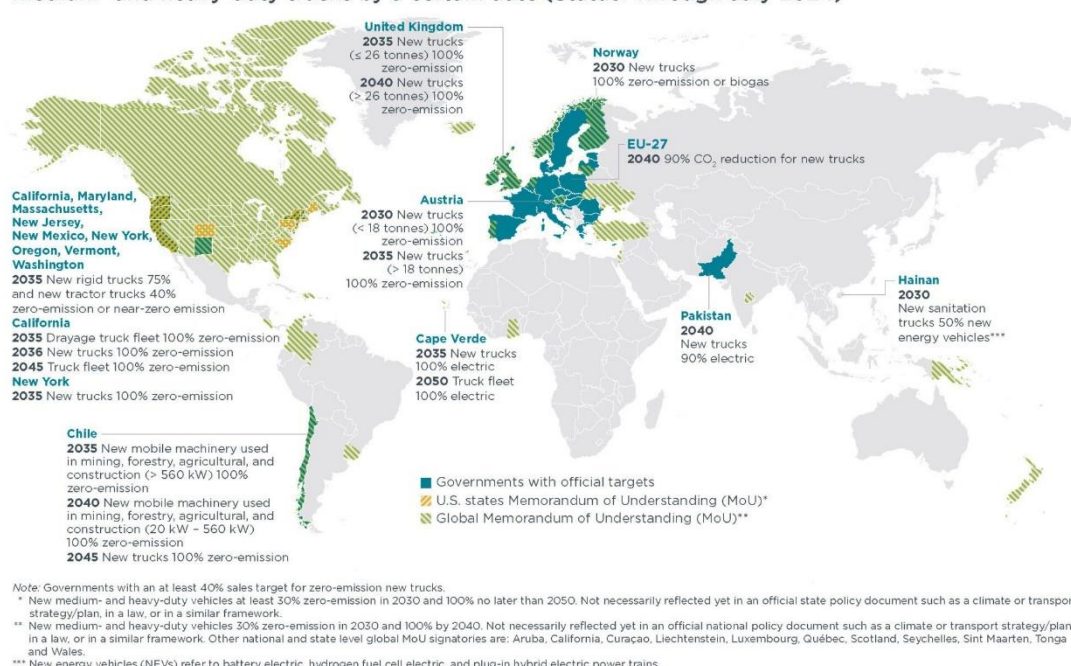


資料來源：icct(2024)

圖 2.4-1 全球輕型貨車 100%銷售目標期程

對於中重型貨車推動情形則相對複雜，受限於當今車輛技術發展的不確定性，包括對於電動車載重、續航能力、充電效率等問題存在疑慮，且氢能車市場發展前景亦尚未明朗，各國作法、期程相對保守而分歧，不同車種也存在落差，可以確定的是，推動目標相較小型貨車來得更為推遲，也無法一步達成 100% 商用目標，歐盟區以挪威及奧地利有更為積極的時程，全境目標為 2040 年達成 90% 的貨車減排，美國則以加州和紐約州最具野心，從 2035 年起制定階段性推展目標。

Governments with targets toward phasing in sales of new zero CO₂ emission medium- and heavy-duty trucks by a certain date (Status: Through July 2024)



資料來源：icct(2024)

圖 2.4-2 全球中重型貨車銷售目標

(二) 英國

英國亦針對貨車電動化、零碳化提出具體政策藍圖。小型車方面，依據規範為 N1 小貨車指具備四輪以上，以載貨為用途，最大重量不超過 3.5 噸之車輛。但英國政府考量到電池重量較重，電動貨車總重不容易壓縮至 3.5 噸以內，故將零排放小貨車規範適用範圍擴大適用至總重在 4.25 噸以下之 N2 類貨車。並發布了領先全球的零排放汽車（zero emission vehicle, ZEV）指令，為汽車和貨車新售零排放車輛的百分比設定最低年度目標，以明確目標實現英國加速零排放汽車和貨車的轉型，並為技術和基礎設施的部署提供投資確定性。

表 2.4-1 英國輕型貨車銷售份額年度目標

年	2024	2025	2026	2027	2028	2029
目標	10%	16%	24%	34%	46%	58%
年	2030	2031	2032	2033	2034	2035
目標	70%	76%*	82% *	88% *	94% *	100%*

(*)目標將立法後確定

資料來源：<https://www.gov.uk/government/consultations/a-zero-emission-vehicle-zev-mandate-and-co2-emissions-regulation-for-new-cars-and-vans-in-the-uk>

對於大貨車電動化轉型，英國政府考量 26 噸以下的大貨車(HGVs)常執行於城際、短途、固定路線運輸，而 26 噸以上者則多用於超長程運輸，並且載運重型貨物，由於 26 噸以上重型車輛的零排放技術仍在持續發展中，初步規劃於 2035 年起，先要求所有新售 26 噸以下大貨車應全面改為零排放，至 2040 年起，再接續要求新售 26 噸以上之 HGVs 亦須全面改為零排放。

英國還為達此目標執行獎懲機制，仿照碳交易系統，若車廠零排放貨車銷售比例超過該年度目標比例，則多出的車輛數可以 1 輛車轉換為 1 點的方式獲得「積分 (Credit)」，積分可於車廠間不限價格自由交易，亦可儲蓄 (banking) 起來往後年度再彈性使用。若無法達到上述零排放車輛銷售比例目標之車廠，則必須透過向其他車廠購買積分或預支未來年度許可額度之方式彌補，否則須繳交每輛貨車 18,000 英鎊（約合新臺幣 70 萬元）之罰金。

(三) 日本

日本前首相菅義偉於 2021 年宣布 2035 年新售電動車需達到 100%，但涵蓋純電動汽車 (EV)、油電混合車 (Hybrid Electric Vehicle, HEV)、插電式油電混合車 (Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHV)、燃料電池車 (Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV) 等電動車款，並增加電動車補助金、建設支持電動車發展的基礎設施等政策來協助汽車的淨零碳排目標。另

外，在國家綠色成長運輸部門戰略中明訂商用車普及目標，8 噸以下小型電動車於 2030 年的新車販售比例中需占 20~30%，至 2040 年全面販售電動車及合成燃料等脫碳燃料車輛；大型電動車（8 噸以上）目標於 2030 年前導入 5,000 輛，並持續推動氫能及合成燃料等相關技術，於 2030 年制定 2040 年普及化目標。

二、逐步退場-提升燃油車能效標準

另一方面，對於傳統燃油車輛至停售階段的轉型過渡期內，則透過逐步加嚴的法規從而提升車輛能效，目標為加速促使車商和使用者汰換、製造並更新成潔淨能源車輛來達成淨零目標。

美國環境部於 2023 年 4 月 12 日，以舊有之《乘用車和輕型卡車 2026 車型溫室氣體排放標準》（Final Rule to Revise Existing National GHG Emissions Standards for Passenger Cars and Light Trucks Through Model Year 2026）為藍本，新修訂《輕型和中型車輛 2027 年車型及後續車型多污染物排放標準》（Multi-Pollutant Emissions Standards for Model Years 2027 and Later Light-Duty and Medium-Duty Vehicles），其中對中型車之排放要求為 2027 年後出廠的車款，非甲烷有機氣體及氮氧化物排放不得超過 60 mg/mile，粒狀污染物排放不得超過 0.5 mg/mile，一氧化碳排放不得超過 3.2 g/mile，甲醛排放不得超過 6 mg/mile。對於二氧化碳，則要求 2032 年實現每英里 275 克（275 g/mile of CO₂）的平均排放量。

歐盟自 2020 年起，新銷售之小貨車平均每公里排碳量原則上必須低於每公里 147 克（147g CO₂/km）。又歐盟議會（European Parliament）於 2021 年 7 月 14 日復提出前述法規之「新售乘用車及輕型商用車二氧化碳排放標準（setting CO₂ emission performance standards for new passenger cars and for new light commercial vehicles, Regulation）」修正案 Regulation (EU) 2023/851，自 2025 年起，各家車廠必須以 2021 年之二氧化碳排放上限為基準，再減少一定百分比之排放量，直到 2035 年止達到全面零排放之目標。2025 年至 2029 年，排放量需比 2021 年基準再減低 15%。但亦提供相對應獎勵機制，若當年度銷售之低、零排放車輛銷售占該車廠新小貨車銷售比例超過 17%，可以 1 百分點換取排碳目標放寬 1%之獎勵，最高放寬 5%。2030 年至 2034 年，排放量上限需比 2021 年基準減低 50%，自 2035

年起，排放上限則需比 2021 年基準減低 100%，亦即新售小貨車全面零排放。當年度未能滿足排碳上限要求的車廠，須繳交每公里每公克 95 歐元的碳稅給主管機關。

針對重型車，歐盟於 2019 年 6 月 20 日通過 Regulation (EU) 2019/1242 規則，規範重型車輛（heavy-duty vehicles）二氧化碳排放標準，未來減少二氧化碳排放之計算以 2019 年排放量為基準，於 2025 年至 2029 年間，部分適用類別之重型車輛需減排 15%，自 2030 年起至 2034 年，所有重型車輛均須減排 45%，自 2035 年起至 2039 年間減排 65%，自 2040 年起須減排達 90%。此外為了有效監管與落實政策，要求車輛製造商與主管機關必須於每年 9 月 30 日前將前一年度（7 月 1 日至隔年 6 月底）之零排放或低排放車輛統計數字呈報歐盟執委會。而歐盟執委會也有義務成立重型車輛資料中心，收集管理相關數據。若違反相關回報義務，得處每輛重型車輛 3 萬歐元以下之行政罰鍰。

各別國家方面，法國設定自主車輛排放標準為，2030 年後新售車輛燃油車須達 4L/100km、電動車為 12.5 kWh/100km，至 2040 年重型貨車需達到：柴油新車 21L/100km、天然氣新車（NGV）15kg/100km、電力驅動車 129kWh/100km。英國則希望在 2030 至 2035 年間，僅具備顯著零排放能力新的汽車和貨車才能銷售，2035 年起所有新售汽車和貨車的尾氣排放必須為零，2040 年起停止銷售所有新的非零排放道路車輛，從摩托車到巴士和重型貨車皆然，但仍須經協商。

三、區域限行-強化車輛管理促進運輸行為模式改變

過去由於都會區迅速擴張，人口急速發展過程中，大量產生的運輸需求，也因此讓許多城市交通不堪負荷，居民常飽受空汙、噪音、及壅塞等問題之苦，造成生活品質低落，部分城市開始對於車輛採取更嚴格的管控，包含依車牌號碼分流、特定區域或時段課徵擁塞稅等區域限行管理制度也已行之有年，自新加坡於 1998 年「電子道路收費系統」正式啟用，成為全球首座車輛進入市中心需徵稅的城市後，往後數年間，英國倫敦、瑞典斯德哥爾摩亦開始徵收「塞車稅」，紐約、舊金山等城市也紛紛提議跟進。全球城市對於車輛的使用管理逐漸朝向「使用者付費」的概念邁進。

近年來，環境議題以及生活品質逐漸受到重視，低碳交通區（Low

Emission Zone, LEZ) 概念也在許多城市逐漸開始實施，以歐洲城市最為興盛，此制度通常採全天候施行，管控方式包含入口監視及不定點隨機抽查且不論車輛國籍皆須遵守，入內車輛須符合歐洲車輛標準，各區域認定方式不一但大致區分為：LEZ 1：限制傳統大型車輛進入。LEZ 2：限制小型車標準，須符合 Euro 6 級柴油車、Euro 5 級汽油、油電混合、電動車、燃料電池車。LEZ 3：最高標準，僅限 Euro6 級純電動、燃料電池、燃氣車輛進入。英國倫敦甚至推出「超低排放區」(Ultra Low Emission Zone, ULEZ) 一詞，對於車輛實施嚴格的限制及對不合規車輛處以高額罰鍰(約台幣 500 元/日)，³⁶儘管受到高度爭議，但也沒有阻止倫敦消滅空污的決心。

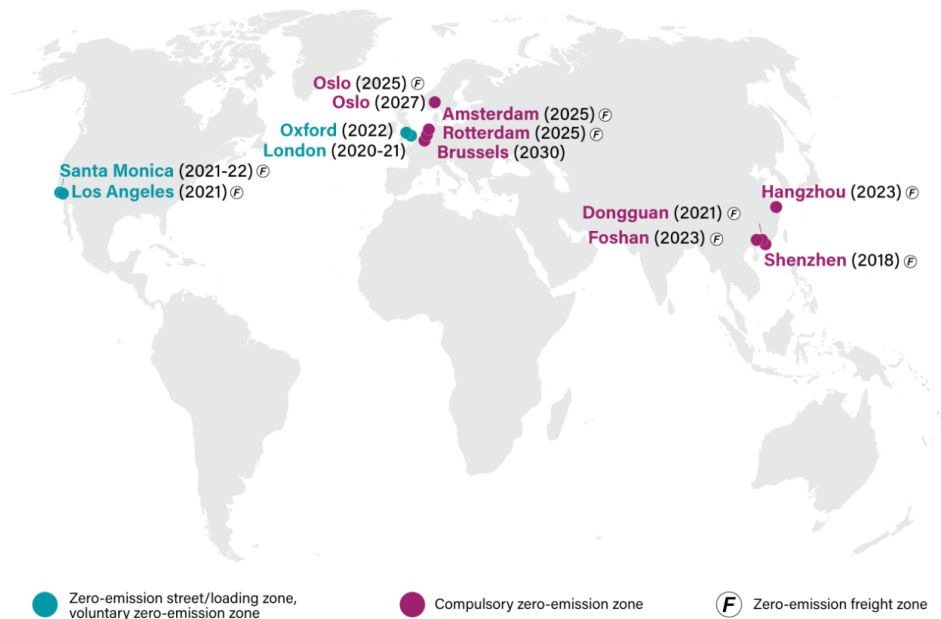
隨著永續發展及淨零轉型議題發酵，此概念進一步推升到「零碳交通區」(Zero Emission Zone, ZEZ)，在城市內部的小規模(約 1.5 至 11 平方英里)試辦，僅允許零排放車輛、行人和自行車自由進出，以禁止或收費限制汽油和柴油車輛進入以改善空氣品質。此政策明顯的優勢為以極低的成本(相較補貼、設備技術發展)達成減排、促進潔淨車輛發展、解決交通擁塞等多重政策目標。對決策者而言是良好的政策選項，但此做法可能帶來嚴重的社會阻力以及對經濟弱勢族群造成歧視的爭議。

因此，部分城市實施的做法為優先管制貨運車輛而非私家車輛，目的為降低社會阻礙、並敦促貨運業加速減排，但還是提供相對應的輔導與協助，例如鹿特丹針對小型業者給予補貼、成本相關建議和免稅資訊諮詢輔導、提供充電解決方案以及免費試用零排放車輛等。此外也配合城市規劃，在特區外建置集貨中心，將各地貨物先送至區域外部集貨，再進入特區以提高效率並減少車輛使用。

目前此做法正在英國、荷蘭、挪威等歐洲為主的多個城市試辦，法國巴黎也欲藉舉辦奧運的機會讓城市運輸脫胎換骨，亦開始執行規劃及評估，中國、美國也有部分城市展開試驗。而荷蘭因有鹿特丹辦理的成功經驗，包含阿姆斯特丹在內的多個主要城市也有跟進的打算。從小規模、貨運業著手不僅能有效消弭社會障礙找到適合的管理模式，更有利於為未來大規模建置提前做好準備。³⁷

³⁶ 環境資訊中心(2023)，高污染車輛不歡迎 倫敦成全球最大空污管制區 <https://e-info.org.tw/node/237545>

³⁷ WRI(2024)。Zero-emission Zones Are Helping Some Cities Fight Pollution



資料來源：世界資源研究所（2023）

圖 2.4-3 全球零排放示範區推動計畫

2.4.2 基礎設施整備與完善-提供轉型所需的硬體需求

有關設備建置，主要透過擴大規模的設立充電樁，替潔淨能源車輛提供充足便利的服務是大規模推廣的必要條件，另外對於港口轉運來說，基礎設施升級也是提升運作效率的方式之一。

一、充電樁佈建

根據彭博新能源財經（BNEF）《2024 電動車輛展望》（Long-Term Electric Vehicle Outlook 2024）報告指出，截至 2023 年底全球共有近 400 萬座公共充電樁，其中以中國大陸占 69%居冠，韓國、法國和德國充電樁新增數量也有顯著增加，充電功率也有明顯增長，快充樁的比例在歐盟大幅增加。

（一）歐盟

歐盟對於充電樁的建置計畫較為積極，根據彭博新能源財經(BNEF)「2023 電動車輛展望統計」報告指出，若歐盟推動方向不變且順利達成，預計在 2030 年可設置 1,700 萬座充電樁，領先全球，其中德國 100 萬座、法國為 40 萬座。

AFIR 法案係針對公路的充電與加氫基礎設施、海上與內河港口之

沿岸電力供應，以及對固定式飛機提供電力等設定強制性部署目標。根據最新版本內容，其中對於 2025 及 2030 年的充電樁建置達成目標包括：

38

1. 在會員國註冊之每一輛電動汽車，必須有公共充電基礎設施提供 1.3 kW 之電力輸出。另自 2025 年起，泛歐交通網絡（TEN-T）每 60 公里須安裝至少 150 kW 之快速充電站。
2. 自 2025 年起，TEN-T 核心網絡每 60 公里、綜合網絡每 100 公里須部署 350kW 以上的重型車專用充電站，並於 2030 年涵蓋全網絡。另須在安全可靠停車區安裝充電站供夜間充電，及在市郊節點為送貨車輛設置充電站。
3. 自 2030 年起，須在所有城市節點及 TEN-T 核心網絡沿線每 200 公里，裝設可同時為汽車與卡車加氫之基礎設施，以確保有充份密集網絡，以利氫燃料汽車行駛歐盟地區。
4. 充電與加氫站營運業者須確保價格完全透明、提供提款卡或信用卡等通用支付選項，並透過電子方式或現場提供相關數據，以確保告知客戶充份訊息。

（二）英國

英國在提出非零排放車輛的淘汰期程後，認為充電基礎設施對於實現淨零道路運輸至關重要。對此提出 2030 年願景，包含：至 2030 年公共充電點至少達到 30 萬個（相當於英國加油站數量的 5 倍），使電動車充電比汽車在加油站加油更便宜、更方便。也規劃在不同區域及充電功率上設計較為合理的佈建方式，希望透過財政支援達到目的。

³⁸ 經濟部國際貿易署，<https://www.trade.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeID=45&pid=759560>。

表 2.4-2 英國充電樁佈建計畫

主要路網 高功率充電站	● 透過 9.5 億英鎊的快速充電基金(Rapid Charging Fund)，加速在主要路網上部署高功率充電站。 ● 確保每個高速公路服務區到 2023 年至少有 6 個快速充電站，有些甚至超過 12 個。到 2035 年主要路網上將有超過 6,000 個高功率充電站。 ● 透過協商要求服務區營運商和大型燃料零售商在特定地點設置最低充電站數量。
地方道路 路邊充電	● 透過協商要求地方政府制定並實施地方充電策略，策略應確定如何為居民、企業和訪客提供經濟實惠且便捷的充電服務，同時不會阻礙步行和騎自行車，還需要考慮其他車輛(電動自行車和摩托車)的充電機會。 ● 推出 5 億英鎊地方基礎設施支持計畫，其中包括啟動 4.5 億英鎊的地方電動車基礎設施(Local EV Infrastructure Fund)基金，幫助地方政府大幅擴展基礎設施的供應

資料來源：<https://www.gov.uk/government/publications/uk-electric-vehicle-infrastructure-strategy>

(三) 美國

美國在《基礎設施投資和就業法案》(IIJA) 項下提出《國家電動車基礎設施方程式計畫》(National Electric Vehicle Infrastructure Formula Program, NEVI)，於 5 年內挹注高達 50 億美元的投資項目，主要項目為提供電動車充電設備，建立一個由 50 萬個電動車充電樁建置而成的全國路網。點位配置上，在聯邦政府指定的替代燃料走廊必須設置高功率快充站，每站至少提供四個以上 150 kW 組合充電系統(CCS)連接器。此外，高速公路站點間距不超過 50 英里，距離高速公路出口或高速公路道路也不超過 1 英里，也必須顧及低收入、農村和部落社區。目標為使所有美國人民都能使用電動車，並創造高薪就業機會，確保所有用戶獲得方便、可靠、可負擔和公平的充電體驗。其他項目包括對州政府酌情提供額外援助撥款、充電基礎設施營運和維護、基礎設施的使用數據及可靠性收集確保投資的長期成功、高速公路電動車充電基礎設施戰略性部署計劃等。³⁹

³⁹ 加州能源委員會。<https://www.energy.ca.gov/zh-TW/programs-and-topics/programs/national-electric-vehicle-infrastructure-nevi-formula-program>

（四）亞洲

亞洲方面，韓國交通部門預計在 2030 年設立 1.7 萬座快充充電樁、50 萬座一般充電樁，並在 2050 年達到 3 萬座快充充電樁及 150 萬座一般充電樁，首爾政府則大力推展街邊充電計畫。日本則面臨充電樁嚴重不足的問題，為此經產省提出新方案，將建置目標增加 1 倍，在 2030 年前設置目標由原先 15 萬座提升至 30 萬座 EV 充電樁，其中 27 萬座設置於商業設施、住宅大樓的一般充電樁，功率需達 50 kW，3 萬座設置於高速公路等區域的快速充電樁，功率需達 90kW，官方及地方政府如東京都開始研擬擴大充電樁本身及施工費用補貼制度，期望藉此解決當前困境。⁴⁰

二、港口設施升級

美國在《基礎設施投資和就業法案》(IIJA)亦提出港口設施升級計畫，雖與海運較為相關，但當中兩項對於公路貨運之港口貨櫃車輛調度可能有所幫助。其中《港口基礎設施發展補助計畫》(PIDP)為期十年，資助金額為 22.5 億美元，由交通部海事管理局管理，用於投資美國港口的現代化、電氣化，包含購置貨物裝卸設備及相關基礎設施、電氣化設備工人技術培訓、以及與車輛較為相關的拖運電動汽車充電或加氫基礎設施、為提供港口服務的中重型卡車和機車及相關設備進行電網升級、電動輪胎式起重機和防怠速技術⁴¹，對於提升港口運作效率及車輛所需的設備技術有所幫助。

另一項則為《減少港口設施的卡車排放計畫》，為期四年，資助金額為 4 億美元，由交通部聯邦公路管理局 (FHWA) 管理。目標為減少港口卡車怠速、空轉和非必要排放，包括推動港口電氣化、提高港口營運效率，還包含研究並測試、評估和減少閒置卡車相關排放的項目，探討港口和多式聯運港口轉運設施如何從中減少港口排放，以及新興技術和策略如何有助於減少閒置卡車的排放。

⁴⁰ 日經中文網。<https://zh.cn.nikkei.com/politicsaeconomy/politicsasociety/51643-2023-03-07-09-58-13.html>

⁴¹ 美國運輸部。<https://www.transportation.gov/rural/grant-toolkit/port-infrastructure-development-program-pidp-grants>

2.4.3 技術發展-創新研發與革新技術帶來的轉型契機

車輛電動化為當今全球運輸部門推動淨零轉型的主流趨勢，也被視作運輸部門邁向淨零永續的優先策略，然而受限於車輛技術發展，目前仍存在障礙與疑慮（如：續航、馬力、成本等因素），里程焦慮也伴隨而來，尤其對於公路貨運而言，產業特性需講求時效性、車輛利用率高，載重高、里程數大，產業高度競爭下更注重成本效益。因此，如何滿足商用需求、解決貨運業者當前困境，成為推動產業升級轉型成敗的關鍵課題，

本研究持續蒐集並網羅主要國家在各面相相關作為下具有特色、前瞻性的精進式作為，技術發展方面則全力推動新能源的規劃運用。以作為我國可參採或推動示範的觀察指標。目前各國積極嘗試透過先進的設備技術或智慧化軟體輔助尋求方向，大致從充電方式改良、自動化設備及車輛、智慧管理系統、新能源發展著手，分別描述如下：

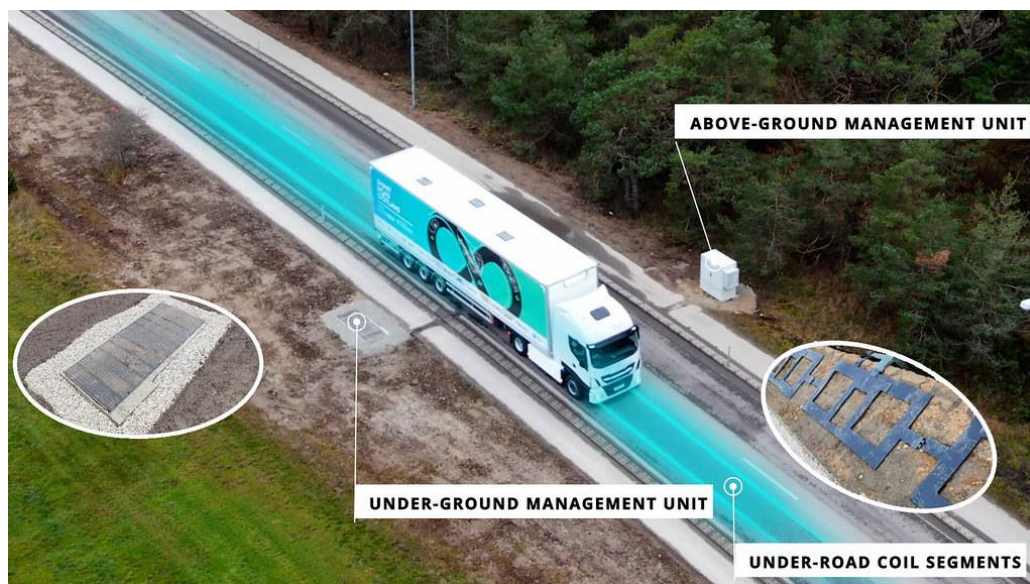
一、無線充電式道路系統（electric road system, ERS）

為解決電動化發展面臨的技術瓶頸，緩解產業對於需求的疑慮，目前除了持續投入研發精進提高快充設備功率外，在充電方式上也開始嘗試更為創新的策略，道路無線充電技術為開發項目之一。

採用該技術所帶來最明顯優勢為，能大幅延長電動車的續航里程，減少對大型電池的依賴，從而降低電池重量和成本。其次，車輛在行駛過程中即可充電，減少了充電停車位及裝置需求，亦減少等待時間，提升運營效率。有助於減少交通運輸的總體能源消耗和碳排放同時，亦減輕電動車車主的里程焦慮，促進電動車輛普及，推動綠色交通的發展。

目前此技術正在多國展開試驗，但大多數仍處於試點計畫階段。例如：在美國密西根州交通局與以色列新創公司 Electreon 合作建置 1.6 公里長的無線充電公路示範計畫，日商大林組公司與汽車供應鏈大廠電裝公司（Denso）合作在東京展開測試，已經進行了初步測試，於測試道路上來回反覆行駛，並取得了一定的成果。然而這些試驗大多數仍在驗證技術的可行性和安全性，且測試用車速較低，距離大規模應用還有一段距離。待

壓力測試過關，才有可能在未來幾年內開放商業運轉。⁴²此外，於德國、義大利和以色列等地，也有公司和政府部門正在測試相關技術應用，如德國公司 Magment 正與普渡大學和印第安納州合作展開產官學合作推動計畫。



資料來源：Electreon

圖 2.4-4 美國充電式公路試點計畫

瑞典在推動 ERS 技術方面處於領先地位，目前欲將此試驗技術真正落實應用，於境內 E20 高速公路作為鋪設長達 3,000 公里充電式公路，該道路通過三個主要城市，相當具有指標意義。目前正嘗試三種方法讓車輛在行駛中充電，包括高架電纜、平面充電軌、以及感應線圈，以大型卡車而言，採高架電纜的充電方式較為有利，目前已有部分公路上實施了架空線供電系統和地面供電系統的試點項目，該案例成功與否成為此技術應用於貨運的重要觀察評估指標。

⁴² 環境資訊中心（2022），全美首段「充電道路」將動工 邊開車邊充電不是夢，
<https://e-info.org.tw/node/234274>。

表 2.4-3 無線充電式道路系統技術分類

高架式供電系統	• 常用於重型卡車和巴士。電纜安裝在道路上方，類似於火車和有軌電車的供電系統。 • 車輛裝有受電弓（pantograph），在行駛過程中自動升起與架空線接觸，獲取電能，電能直接驅動車輛或為車載電池充電。 • 當車輛離開供電路段時，可以切換到內部電池或其他動力源繼續行駛。
地面供電系統	• 在道路表面嵌入供電軌道或供電板，車輛經過時通過接觸從供電軌道獲取電能。 • 這種系統的安全性設計非常重要，需要確保供電軌道在無車輛通行時是無電狀態，以保護行人和其他道路使用者。
感應式供電系統	• 常用於輕型車輛，利用電磁感應原理，通過在道路下方嵌入發射線圈和在車輛底部安裝接收線圈，實現無線電能傳輸。 • 車輛行駛在供電路段時，接收線圈從發射線圈獲取電能，這種方式不需要物理接觸，因此在不同天氣條件下的可靠性較高。

資料來源：Electreon

若要 ERS 技術普及並達到商用化規模，利用率尤為關鍵。高利用率可以分攤基礎設施的建設和維護成本，從而提高經濟效益。因為高昂的初始投資成本成為推廣 ERS 技術的最大挑戰，另外長期所需的維護和運營成本也不容忽視。而技術門檻和安全性問題也是需要持續克服和改善的問題，以確保系統的可靠和穩定性。此外，由於此項目涉及多方利害關係人，包含政府、企業、車商、電力設備商及科研機構等，需要順暢的協同合作，並制訂完善的技術標準或財務因應計畫，以促進市場的發展。

然而不論這項技術最終成功商轉與否，無線道路充電系統提供了一種具前瞻性的創新電動化交通解方的可能性，透過供電方式的改變，提升電動車輛的效率並兼顧環保需求。雖然離實現 ERS 的大規模應用，仍需面臨技術、經濟和社會層面的多重挑戰。但隨著科技的不斷進步和試點項目的逐步擴張，ERS 技術有望成為未來綠色交通的重要一環，為全球減少碳排放和實現永續發展目標作出貢獻。

二、智慧輔助系統

除了車輛、設備等硬體設備建置及工業技術革新外，使用由軟體開發商或科研機構所推出的資訊輔助系統亦扮演加速推動角色，且近年來 AI 技術呈爆炸性發展，預計未來將有更多廠商投入並深化應用層面、領域，對於貨運路線排程及數據掌握的精準性有突破性發展。

製造端方面，歐系車商如 Volvo、Scania 車輛管理系統皆在業界頗負盛名，透過先進的數位工具和技术服務，幫助用戶提升運營效率、帶來經濟效益。Volvo 的 Connect 是一個專為卡車設計的數位服務平台，而 Dynafleet 是卡車車隊管理系統，透過兩者整合應用可以數據分析方式提升車隊管理和營運效率，並確保車輛的正常運行。Scania 車隊管理系統則提供詳盡的監測報告，包括：實時定位、車輛表現、環境報告、駕駛員評量等多項功能。

學研方面，日本新能源暨產業技術總合開發機構（NEDO），針對路線最佳化進行更深入的研究分析，因應未來趨勢及產業發展需求，日後車輛使用場景可能面臨更加複雜的情況，因此加入了更多篩選條件，包括如何優先利用再生能源達成最小碳排、依據續航時間及行駛計劃提供充電排程等，其方法為收集車輛（電池狀況、續航力、車輛位置、行駛狀況）及設施（點位、功率、使用情形）數據進行模組化關聯分析，找出其中最佳解。未來更持續投入創新基金，發展相關領域的技術研究項目，使應用層面更為深化、數據更為精確。⁴³

由於排程設計、資料處理等問題涉及創新應用技術等商業機密，對於細節的處理（如演算法等後台運作模式）大多未提供更詳盡的描述，可細究程度有限，但可以預期的是，未來在資訊系統幫助下，可以更加精準掌控並進一步降低碳排放，應用模式也將更為廣泛。

⁴³ 內海敦子（2024），電動商用車普及擴大之課題解決措施。

表 2.4-4 車輛管理系統概要

Volvo Connect ⁴⁴	● 一站式整合管理平台：將所有重要的業務資訊和服務整合在一個平台上，透過安全登錄，讓用戶能夠方便地訪問和管理。 ● 即時數據和狀態監控：提供車隊的實時位置、車輛狀態和操作數據，讓用戶能夠隨時掌握車輛的運行情況。 ● 提高生產力：提供燃油消耗、行駛距離和排放量等性能數據，幫助用戶識別需要改進的領域。並根據車輛的實際使用情況，提供定制的維護計劃，減少計劃外停機時間，確保車輛正常運行。 ● 用戶友善：擁有簡單直觀的介面，讓用戶能夠輕鬆導航和操作。且支援多種語言，確保不同地區的用戶都能方便地使用。
Dynafleet ⁴⁵	1. 動力管理： ● 監測卡車的駕駛模式和操作條件，提升駕駛能力和燃油效率。 ● 提供與車輛性能相關的資訊，幫助降低燃油成本和減少排放。 2. 定位服務： ● 提供車輛位置的即時資訊，允許客戶追蹤貨物位置，方便用戶隨時掌握運輸情況，確保運輸透明。 3. 遠端診斷： ● 透過即時訊息和關鍵故障碼分析，主動提供診斷和維修計劃，延長正常運行時間。 ● 監控零件使用壽命，提前更換即將失效的零件，避免故障發生。
Scania ⁴⁶	● 便利性：全年無休提供所有重要的車隊數據，適用於 Android 和 iOS 平台。 ● 即時定位：實時追蹤車輛位置，確保貨物和車輛的安全 ● 車輛性能：監控車輛運行狀況，提供詳細的性能數據，幫助提升營運績效。 ● 環境報告：追蹤二氧化碳排放量，幫助企業達成環保目標。 ● 駕駛員評估：通過分析駕駛行為，提高燃油效率和安全性。 ● 駕駛時間：追蹤駕駛和休息時間，確保符合法規要求。 ● 地理圍欄：設置地理圍欄，管理車輛進出特定區域。 ● 服務規劃：計劃並追蹤維修和維護，減少計劃外停機時間。 ● 缺陷報告：即時報告和處理車輛故障，確保車輛正常運行。 ● 可自訂事件和警報：根據需要設置警報和通知。

資料來源：彙整自各廠商網頁

⁴⁴ Volvo 系統介紹 <https://www.volvotrucks.com/en-en/services/fleet-management/volvo-connect.html>

⁴⁵ Volvo 服務介紹 <https://www.volvotrucks.com/en-en/services/vehicle-service.html>

⁴⁶ Scania 系統介紹 <https://www.scania.com/ke/en/home/services/data-driven-services/scania-driver-app.html>

三、自動運輸系統

2024 年，日本國土交通省宣布正在考慮建設一條連接東京與大阪的自動運轉貨車專用道路。由專家小組提議在東京與大阪之間建置自動化物流鏈，計劃沿著高速公路的中央隔離帶或地下隧道運送貨物，並納入「高規格道路網中期規劃」⁴⁷，目標在 2034 年完成。

其計畫背景為，隨著網購普及，過去 30 年內小型包裹配送量成長翻倍，預計 2030 年由於勞動力短缺，約 30% 的包裹將無法配送。專家小組估算，自動化物流高速公路每天可承擔相當於 2.5 萬名卡車司機的運輸量，並將使用可承載約 1 噸小型貨物（如農產品、海產和日用品）的托盤。以因應未來可能發生的物流危機並減少溫室氣體排放。

此項目主要挑戰在於成本。根據建築公司調查，建設 10 公里的地下隧道費用介於 70 億至 800 億日圓，連接東京與大阪的系統可能耗資高達 3.7 兆日圓。報告提議討論由民間資金提供財務支援，並擴大鼓勵各行業共同參與。國土交通省大臣認為這項目不僅能解決物流危機，還有助於減少溫室氣體排放，並強調將加速討論進程。

國土交通省將成立專責機構，與專家及相關機構辦理研討會，討論專用道路所需的技術、功能及挑戰，有望為日本物流業帶來重大變革。自動運轉專用道路的導入不僅可提升物流效率，縮短運輸時間、降低成本，還可解決駕駛員短缺問題，提升交通安全，並減少環境負荷。特別是在長距離運輸中，能有效減少駕駛疲勞導致的事故。然而，該計畫仍面臨基礎設施建設、技術問題及法規調整等挑戰。自動運轉貨車需要高度精準的感測器、通訊系統及 AI 技術支持，相關法規與安全標準也需進一步完善。在全面實施前，需先啟動道路試驗計畫，檢驗技術可行性。

自動運轉技術雖在快速發展中，且面對天候、複雜交通情況的應變仍需適應及改善。然而該計畫的實施可能為日本物流業創造新機遇，並有助於提升其國際競爭力。⁴⁸

⁴⁷ 自動運轉トラック専用道路「自動物流道路」ってなに!? <https://www.iwase-group.co.jp/information/20240614/>

⁴⁸ 自動運轉トラック専用道路 <https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001754017.pdf>

四、無人運具發展

根據麥肯錫 2024 年研究分析，⁴⁹美國目前卡車司機短缺超過 8 萬名，預計到 2030 年將增至 16 萬名；歐洲情況更為嚴峻，目前有超過 20 萬個職位空缺，預計到 2028 年將增至 74.5 萬個。除了自動化設備建置外，自動駕駛技術正重塑全球貨運產業的未來。它將分階段改變貨運運輸的營運模式，預計在 2035 年左右能形成約 6,160 億美元的龐大市場。

當前貨運產業面臨的多重挑戰，駕駛員短缺問題是全球正面臨的關鍵因素之一，此外，運輸成本持續上升，歐洲現貨運價自 2017 年來上漲 28%，美國物流成本占 GDP 的比例也從 2020 年的 7.5% 上升至 2023 年的 8.7%。這些挑戰為自動駕駛技術的應用創造了有利條件。然而，推廣自動駕駛卡車仍面臨諸多技術性挑戰，包括：識別與處理能力、核心零組件的商業化供應、系統設計要求、安全性與可靠性技術驗證等需求。

- 根據發展預估，未來自動駕駛卡車的應用將經歷兩個主要發展階段：
1. 受限自動化階段（2027-2040 年）：自動駕駛主要應用於轉運中心間的高速公路運輸。貨物需要在轉運中心進行人工接駁，由人工駕駛完成最初和最後一哩配送。
 2. 完全自動化階段（2040 年後）：配送中心之間可實現直接的無人駕駛運輸，只在需要加油充電或特殊配送地點時才需要使用轉運中心。

另外，自動駕駛卡車的經濟效益主要取決於運輸距離：長途運輸（1500 英里以上）可實現高達 42% 的總擁有成本降低；中程運輸（200-400 英里）需要等待技術成本下降才能實現盈利，而短途運輸（100 英里以下）由於固定成本高，較難達到經濟效益。

- 該研究亦針對三大主要市場的發展進程和潛力存在顯著差異，分別為：
1. 美國：預計 2035 年自動駕駛卡車將占重型卡車的 13%，市場規模約 1,780 億美元。
 2. 中國：預計占比達 11%，但市場規模最大，約為 3,270 億美元。

⁴⁹ Will autonomy usher in the future of truck freight transportation?
<https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/will-autonomy-usher-in-the-future-of-truck-freight-transportation#/>

3. 歐洲：受路況複雜度等因素影響，預計占比僅 4%，市場規模約 1,120 億美元

對於產業發展，自動駕駛技術將促成兩種主要的商業模式，分別為駕駛即服務 (DaaS)：車隊客戶租賃或購買卡車，按里程支付虛擬駕駛費用；及運力即服務 (CaaS)：製造商直接管理卡車和配送服務，跳過車隊直接服務終端用戶。因此，可能造成整個運輸生態系統的重組，包括車隊運營商、車輛製造商、設施服務供應商、及系統開發商等產業鏈在內，需要針對技術及服務模式等新型態商業模式作出相應的調整。

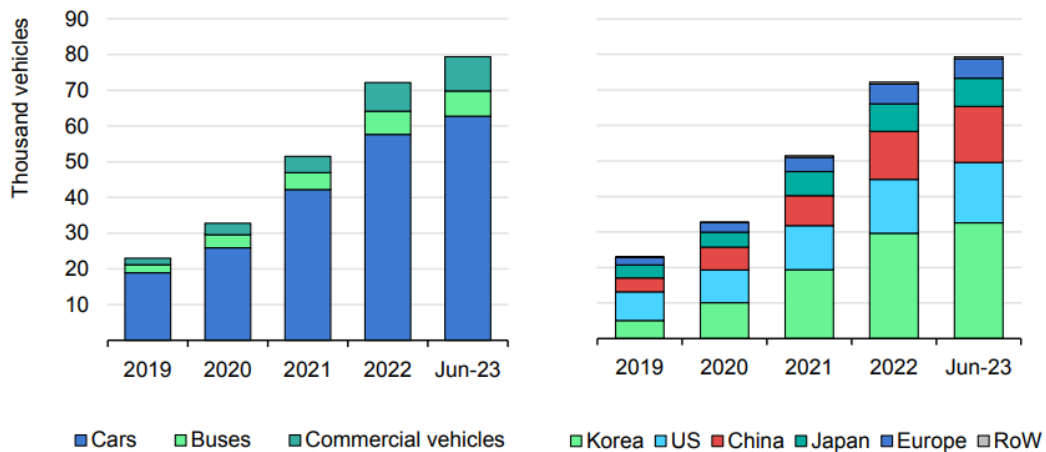
展望未來，自動駕駛卡車技術將為商業運輸帶來更高效率、更低成本和更永續的解決方案。成功的關鍵在於產業各方及早布局、建立合作關係，並在安全性和可靠性建立良好記錄。此轉型不僅將惠及消費者，也將為整個產業生態系統和運輸減量創造新的發展機遇。

五、仰賴新能源—氫能整備

對於中長程運輸以及中重型車輛而言，現有的電池技術無法滿足商業營運需求，因為其需要更大的電池容量，將面臨配重及載重之安全性疑慮，此外，續航力不足、充電時間過久問題也等待解決，除了期待工業技術改良外，多數國家將新能源技術寄託於氫能發展，包括日韓、歐洲、美國等區域皆已經將氫能視為國家重要發展戰略，尋求未來新能源時代帶來的另一片藍海。

(一) 全球趨勢

儘管氫能領域發展尚未成熟，但已被視為是邁向淨零轉型的新星，世界各國積極推動氫能於運輸的應用，從車輛發展角度來看，全球氫能車輛數於 2023 年 6 月達到接近 80,000 輛，相較於 2019 年之 20,000 多輛有大幅度成長的趨勢，從地區而言，韓國在客車市場具有領先地位，車輛數和銷售數皆居冠。貨運卡車方面，中國占有主導地位，燃料電池卡車在 2022 年成長超過 60%，於 2023 年前半年車輛數達到 8,000 輛，中國占全球 95%以上。



資料來源：IEA（2023）

圖 2.4-5 全球氫能車數量趨勢

設施建置方面，全球加氫站設置數量也於 2023 年 6 月達到約 1,100 座，相較於 2019 年增加 1 倍以上，此外，尚有超過 100 座的加氫站處於已規劃的狀態。從區域分布來看，以中國大陸 300 座為首，歐洲地區約 250 座居次，日本與韓國各約 180 座，此 4 個區域已占全球超過 80% 設置量。從需求量推估，於 2030 年以前約有 800 萬噸氫氣用於運輸部門，其中大約一半用於道路運輸。⁵⁰

（二）中國大陸

中國氫能的快速發展受惠於國家戰略，2022 年發布「氫能產業發展中長期規劃（2021-2035 年）」中說明未來氫能相關產業發展規劃，運輸方面於 2025 年達到 5 萬輛氫燃料電池車輛，並擴大建置加氫站，綠氫⁵¹年產量將達 10-20 萬噸。其貨運交通策略包含在礦區、港口、工業園區等運輸量大、行駛線路固定之區域，發展氫燃料電池貨車運輸示範應用及 70MPa 儲氫瓶車輛應用。各省分亦各自提出其氫能規劃，交通方面，北京市訂定 2025 年目標新建 37 座加氫站，燃料電池汽車累計 1 萬輛以上；上海市訂定 2025 年目標新建 70 座加氫站，燃料電池汽車累計 1 萬輛以上；深圳市訂定 2025 年目標新建 10 座以上的加氫站，燃料電池汽車累計 1,000 輛以上；江蘇省訂定 2027 年目標 100 座商用加氫站，燃料

⁵⁰ IEA（2023）。Global Hydrogen Review 2023

⁵¹ 綠氫（Green hydrogen）指使用再生能源，透過電解方式生產之氫氣，其溫室氣體排放近乎於零，亦稱作可再生氫（Renewable hydrogen）或潔淨氫（Clean hydrogen）。

電池汽車累計 4,000 輛以上。⁵²

（三）美國

美國是僅次於中韓的最大氫能市場，亦於 2023 年公布「美國國家潔淨氫能策略與路徑（U.S. National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap）」，說明未來氫能相關產業發展規劃，其中潔淨氫能製造於 2030 年達到 1,000 萬噸，2040 年達到 2,000 萬噸，2050 年達到 5,000 萬噸。運輸方面，2025 年達到 15 萬輛燃料電動車與 1,600 座加氫站（Fueling stations 與 Material handling fueling stations 之總和），2030 年達 120 萬輛燃料電動車與 5,800 座加氫站。投資方面，至 2030 年每年投資金額將提升至 80 億美金（H2FCP, 2021），此外，聯邦公路管理局（FHWA）正透過公私協力加速建置加氫站計畫，美國能源部（DOE）於 2021 年成立百萬英里燃料卡車聯盟（Million Mile Fuel Cell Truck Consortium, M2FCT），協助重型車輛的商用化發展，並於超級貨車計畫（Super Truck program）中，在未來 5 年內展示中重型氫燃料電池貨車的實際應用。

（四）歐盟

歐盟於 2020 年公布「歐洲氣候中和氫戰略」（A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe），說明未來氫能相關發展規劃，綠氫生產方面於 2024 年達到 100 萬噸，2030 年達到 1,000 萬噸。於運輸方面，2025 年、2030 年、2035 年、2040 年加氫站需求分別為 1,500 座、3,700 座、8,500 座、15,000 座，而目前規劃於 2025 年達到 750 座以上的加氫站。2030 年燃料電池電動車銷量占乘用車銷量的 1/22，燃料電池輕型商用車（light commercial vehicle, LCV）銷售量占比達 1/12，約為 370 萬輛燃料電池乘用車和 50 萬輛燃料電池 LCV 的車隊，並有大約 45,000 輛燃料電池卡車和巴士（EU, 2019）。成員國內，德國從 2020 年開始推動「國家氫能戰略」，建立綠氫市場，建立從生產到終端使用完整價值鏈，並預留 500 億歐元協助國內產業能源轉型。法國也於 2020 年提出「十年氫能計劃」，並在 2021 年將預算增至 89 億歐元。

⁵² 北京市經濟資訊化局（2021）、深圳市發展和改革委員會（2021）、上海市發展和改革委員會（2022）、江蘇省發展和改革委員會（2024）。

（五）東亞

韓國在初期階段大多由政府來主導發展，以交通物流中心為據點，擴充加氫站等基礎設施，預計在 2025 年及 2030 年分別設立 450 座及 660 座加氫站，並特別針對商用氫能車建立專用的充電及加氫站，計畫在大型車庫、服務區或物流樞紐地區設置較具規模的營運機制。在商用貨車上，考量能源供給及技術發展等因素，仍傾向小型車輛電動化、大型貨卡的氫能化為發展方向，逐步推動車輛升級。

日本亦於 2017 年提出氫能基本戰略，基於國家發展目標及能源穩定，透過官民合作於 15 年內投入 15 兆日元，極力打造氫能供應及相關產業鏈，短期希望於 2030 年達成商用規模，並將能源價格達到與化石燃料相同水準設為長期目標。據推估，日本國內氫能潛在需求突破 6,000 萬噸，其中燃料電池卡車需求為 600 萬噸，製氫量能不足以支應國內需求，為此日本政府希望於 2040 年引進量達到 1,200 萬噸，以提早因應急遽上升的工業製造、發電、及運輸業對於氫能的需求。有關氫燃料商用車的推動，以 2030 年逐步引進，2040 年全面普及為目標，並提供管線運輸等多元化加氫站。

（六）他山之石——以韓國氫能發展為例

韓國是積極投入氫能車輛發展的國家之一，也是未來經濟發展主軸之一，早於 1988 年便展開相關研究，2000 年後導入系統工程。長期的官民合作持續投入奠基今日發展基礎。⁵³2018 年文在寅總統上任後定調了氫能在未來韓國經濟的戰略性地位，將氫能產業列為新政府的三大投資方向，同年 9 月成立「氫能經濟推進委員會」，著手制定《氫能經濟發展路線圖》並於 2019 年正式發布，在生產、儲存、運輸、利用四個部門中個別制定 6 項推廣措施，預計投入 3700 億韓元在核心技術的開發上。

2020 年產業通商資源部在國民議會上宣布通過《促進氫經濟和氫安全管理法》（簡稱氫能法），推動氫能經濟的基本計畫。相關內容包括政府可向氫專業公司提供行政及財政上的支持以促進產業發展、並應確保用於燃料電池的天然氣之價格穩定等。而後產業通商資源部發布了「氫

⁵³ 林韋廷、邱虹儒（2020），韓國氫經濟發展概況——氫氣產輸儲、氫能車與燃料電池的發展目標、策略與現況，頁 2-5。

能經濟實施第一次基本計畫」，確立了氫能經濟的發展目標，至 2050 年要以 100% 潔淨氫來供應國內每年 2790 萬噸的氫需求，並預計在 2050 年由氫能作為最大的能源來源，以供應 33% 的能源消耗及 23.8% 的發電量。並以潔淨氫生產、基礎設施、氫能應用、氫能生態系統為四大推動策略，以此基礎分為五類工作項目，主要內涵為：

1. 綠／藍氫的生產和進口
2. 擴展氫輸配基礎設施
3. 擴展氫發電／交通／工業製程
4. 發展氫聚落／城市／自由特區
5. 氫安全／技術開發／國際合作

其中也設立了與運輸相關的氫能戰略目標，包括大幅擴增氫能車產能，希望在 2050 年達年產量 526 萬輛、並預計在 2050 年將綠氫單價控制在每公斤 2500 韓元、以及設置 2000 座加氫站等。環境部也提出了相關的配套措施「加氫站策略部署計畫」，預計在 2025 年之前在韓國 226 個市區中建立一座以上的加氫站，而後引導私有企業加入建置加氫站，在 2030 年時發展至 20 分鐘內能抵達加氫站的站數密度，並在 2040 年將時間縮短至 15 分鐘以內。

韓國整體氫能發展仍以公部門帶動國內需求的模式來推動目標進展，透過購買補貼及城市計畫等方式逐步建立市場規模。就氫能車方面，在產品及技術上皆有所成果的是現代汽車集團，其在 2018 年即上市氫燃料電池車（Nexo），於 2020 年達到近 70% 的全球氫能車市占率，現代汽車也著手研發大型氫能卡車，預計要在 2030 年起大規模出口氫能卡車至歐洲、美國及中國。⁵⁴

在韓國的氫能發展政策中，由中小新創企業部提出了「氫能產業自由特區計畫」，依照現有城市的產業特性進行差異化轉型，如蔚山市的環境友善交通、江原道市的液態氫產業、釜山市的氨氣產業等。目前，蔚山市已成為氫能的示範城市，其原先為提煉石化的重要工業城市，擁有相當多的餘氫，也是重點企業現代汽車的發跡地，且擁有方便進出口的

⁵⁴ 林茂文（2022），2050 淨零碳排下的氫能發展方向與挑戰，石油季刊第 58 卷第 1 期，頁 4。

蔚山港。55根據蔚山市所提出的計畫，共有五大核心項目：氫能管線網、氫能社區、氫能燃料電池、加氫複合營運設施與氫能智慧農場。其中氫能管線問題在政府修法後得以進行建置，其餘硬體設施如加氫站、複合設施、氫能社區等亦開始建設，蔚山如今已有 11 座營運中的加氫站，也有第一個完全以氫能為能源的示範社區。

透過韓國經驗可得知，氫能發展並非一蹴可就，除了產業推動、硬體設施需要法制面由上而下的支援，還需要高度的社會共識，由於氫氣存在易燃特性，常引發民眾對於安全性存疑，在蔚山及其他城市，氫氣運輸管線及加氫站的建置都曾因為反對聲浪造成延宕。⁵⁶故除了用地取得、燃料成本、設備建置等前期投入外，消除公民疑慮的及氫能知識的推廣將會是未來我國必須及早投入的項目之一。

2.4.4 機制建立-透過公私協力建立轉型發展誘因

除了立法、車輛管制等硬性規範外，藉由結合民間及企業自發力量整合協作，形塑共同目標推動具有誘因的示範獎勵計劃，亦是可採納之做法，國際案例中在歐洲、亞洲、美洲皆各自有案例可以供參考依循，分別描述如下。⁵⁷

一、標章獎勵認證

（一）歐盟：Lean and Green計畫

Lean and Green是由荷蘭的非營利組織Connekt提出的倡議計畫，該組織創始於2007年，串連政府、公司和研究機構，立志推動智慧移動運輸及永續物流，與全球合作夥伴一起設計並實踐兼顧經濟與永續的可行解決方案。評估指出，包括卡車承運人、託運人、物流服務提供商和市政當局在

⁵⁵ 黃阡阡、李浩宇（2023），直擊韓國氫能城！現代汽車發源地，如何用十億預算布局十公里氫管線，打造全氫能社區？，今周刊，

<https://esg.businesstoday.com.tw/article/category/180694/post/202307260029/%E8%94%9A%E5%B1%B1%E5%89%B5%E8%88%89%E3%80%89%E5%8D%81%E5%85%AC%E9%87%8C%E6%B0%AB%E7%AE%A1%E7%B7%9A%E7%A9%BF%E9%AC%A7%E5%8D%80%20%20%E6%B0%AB%E8%83%BD%E8%BB%8A%E3%80%81%E7%A4%BE%E5%8D%80%E3%80%81%E8%BB%8A%E5%BB%A0%E9%9D%A0%E5%AE%83%E4%BE%9B%E9%9B%BB%20%20%20%20%E7%9B%B4%E6%93%8A%E9%9F%93%E5%9C%8B%E5%B7%A5%E6%A5%AD%E5%9F%8E%E7%BF%BB%E8%BA%AB%E6%B0%AB%E8%83%BD%E5%9F%8E%EF%BC%81>。

⁵⁶ 康陳剛（2023），看不見車尾燈！韓國萬輛氫能車上路，台灣卻掛零 輸贏在兩關鍵，天下雜誌，<https://www.cw.com.tw/article/5125510>。

⁵⁷ 交通部運輸研究所（2021）。建立我國汽車貨運業綠色認證制度之初探

內，其中115家公司已實現減排22%的減量成效。

其運作方式為蒐集數據進行基線測量，進一步確認範疇並制定可達成之減量目標，根據目標採取相應措施，再依驗證的結果進入對應的星級，共分為四級。

1. 一星：對已有顯著績效、確認範疇及採取永續措施的業者，可立即進入該級別，目標五年內達成至少20%的二氧化碳減排。
2. 二星：透過數據優化及擴大計畫範圍，訂定新的永續目標，達成至少10%額外的二氧化碳減排。
3. 三星：須提供更有價值的數據、更廣泛的推動計畫並在兩年內至少再減量5%。
4. 四星：需要與活躍在同一領域的參與者之間展開合作。達成與氣候目標相關協議，共同實現淨零排放願景。

（二）美國：SmartWay計畫

SmartWay是由美國環境保護署（U.S. Environmental Protection Agency, EPA）主導的計畫，始於2004年，為自願性公私協力，以促進永續交通供應鏈為目標。提供完整且具公信力的系統，持續追蹤、記錄和共享供應鏈中燃料使用和貨運排放資訊，幫助企業識別和選擇更高效率的貨運承運人、運輸方式、設備和運營策略，提高供應鏈的永續性，降低貨物運輸成本，強化使用先進的節油技術，以減少與貨運相關的碳排。得到美國運輸協會、環保組織、州和地方政府、國際機構和企業的支持。SmartWay由三大核心要素組成：合作夥伴、品牌及全球協作，茲分述如下：

1. SmartWay運輸合作夥伴（Transport Partnership）

SmartWay 的運輸合作夥伴包括：貨物之託運人、承運人、物流商及其他利害關係人，涵蓋各大企業、中小企業、政府組織、學術機構、運輸服務商與物流商等。與 EPA 共同合作評量(measure)、基準(benchmark)、改善(improve)物流作業，以減少對環境的影響。步驟包含：衡量供應鏈碳足跡、基準效能、報告結果、創新運營、提高效率。由貨運公司衡

量燃油效率，向 EPA 提交數據資訊，其績效將與同行業其他公司的進行排名。SmartWay 承運人資訊將彙整並提供給有貨運需求的託運人或專業物流商，使託運人和物流商能夠評估其當前運輸活動的影響並找到改善的方法。

2. 品牌 (Brand)

SmartWay 品牌具有識別性與象徵意義，代表貨運效率經過驗證符合品質標準，自 2004 年推出以來，推動更清潔和永續的供應鏈管理。SmartWay 幫助實現貨物運輸的顯著減排，提升交通永續性的，鼓勵承運人、物流經理及其客戶改進運輸方式，減少燃料使用、降低成本和減少排放，提升貨運行業在消費者和駕駛中的形象。SmartWay 標章使託運人能識別環境影響較小的運輸業者，並提供節能減排設備技術的驗證。參與 SmartWay 的公司展示了對永續運輸的承諾，吸引新客戶並向客戶和投資者證明其對環境負責的表現。

3. SmartWay全球協作 (Global Collaboration)

SmartWay 與全球組織合作，透過國內外法規和自願計畫減少貨運對氣候和空氣污染的影響，推動全球貨運供應鏈的永續發展。SmartWay 被視為提高貨運效率、降低成本和減少排放的證明。也與加拿大和墨西哥合作實施 SmartWay 計畫，提升北美貨運供應鏈的永續性。EPA 與加拿大自然資源部合作開發駕駛員培訓課程，並在加拿大和墨西哥推廣 SmartWay 計畫，幫助北美在貿易相關的環境問題上進行合作。SmartWay 也希望推動全球貨運供應鏈計畫，支援全球綠色貨運行動計畫的發展，協助標準化和協助永續物流。為全球相關計畫提供培訓課程，幫助各國設計與執行認證，包括技術驗證培訓課程。

(三) 亞洲：Green Freight Asia

Green Freight Asia (GFA) 是由業者組成的非營利性協會，並與非政府組織和政府合作，以提高能源效率、減少二氧化碳排放並降低整個供應鏈的營運成本。GFA總部位於新加坡，創始成員包含物流商 (DHL、UPS) 醫藥物流 (Zuellig Pharma)、能源公司 (Kaltimex Energy)、IKEA。

任何行業/部門只要想要執行減量計畫，無論業態、規模或類型都可以

成為會員。GFA以6個不同計畫幫助會員提高營運效率，包括測量、報告和驗證計畫；合作影響計畫；碳權抵換計畫；標籤和認證計畫；環保駕駛計畫。

1. 測量、報告和驗證計畫（Measurement, Reporting and Verification Programme）

著重提供透明、可靠和一致性的排放數據，幫助公司揭示碳足跡影響並產出溫室氣體和永續報告。

2. 合作夥伴影響計畫（Partnership Impact Programme）

與跨國組織及解決方案提供商合作，推動包括綠色供應鏈、環保駕駛和能源效率等多方面的永續性解決方案。

3. 碳權抵換計畫（Carbon Offsetting Programme）

投資可再生能源、交易再生能源認證和碳權來抵消碳排放，推動綠色貨運。

4. 標籤和認證計畫（Labelling and Certification Programme）

提供綠色認證，讓致力於提高效率 and 減少碳足跡的公司獲得認可，並在市場中更具競爭優勢。

5. 環保駕駛計畫（Eco-driving Programme）

與經認證的環保駕駛夥伴合作，通過訓練和智慧科技應用培養環境友善駕駛行為，提高燃料效率並減少碳排放。

6. 年度獎勵計畫（Annual Award Programme）

提供年度獎勵計畫，鼓勵承運人、託運人在綠色貨運減碳作為上的貢獻。

二、人培計劃

從管理層面思考的另一項作為則是對於駕駛行為的掌握及環保教育宣導，根據「歐洲環保駕駛」(Eco-Driving Europe) 訓練成效顯示，接受完環保駕駛訓練的駕駛員在1年內的短期省油效果可高達20%，成效相當顯

著，因此部分政府開始領導並規範相關領域的教育訓練。

法國政府於 2022 年通過的《氣候與韌性法案》(Loi climat et resilience) 提及與「重型貨車環保駕駛培訓」相關的實施內容，提出環保駕駛培訓計畫，針對重型車輛的專業駕駛員，需在每五年接受強制性培訓，已定期進行環保駕駛培訓者則免。

美國《基礎設施投資和就業法案》(IIJA)項下之商用機動車運營商補助計畫，金額為 1,650 萬美元，由交通部聯邦汽車運輸安全管理局管理主導，資助包括培訓個人安全操作商用機動車輛人員，符合對象包括經認可的公立或私立學院、大學、職業技術學校、大專教育機構、卡車司機培訓學校、協會以及州和地方政府（包括聯邦認可的部落政府）。

英國則有由專家組成、開發的安全與節能駕駛(SAFED) 訓練課程，針對重型貨車駕駛提供一天的實地駕駛評估與理論考核，並於考核結束後發放合格證書。其課程內容包括駕駛技巧，如利用引擎剎車、正確換檔、保持低引擎轉速，減少燃油消耗與改善駕駛舒適度，以及正確調整車輛空氣動力以減少阻力，進一步提升燃油效率等。⁵⁸

另有一組織 Energy Saving Trust 致力於促進能源效率、能源節約和能源的永續利用，以減少二氧化碳排放並幫助防止人為的氣候變遷。其提供了節能駕駛的技巧，以減少燃油消耗、降低排放並減少事故率。主要透過包括平穩駕駛、檔位變換、避免超速、保持正確的胎壓和減少空調使用。對於電動車，強調回充煞車（regenerative braking）和謹慎使用暖氣以最大化電池效率。⁵⁹

2.4.5 財政工具導入-提供轉型成本必要援助

轉型過程中，必須經歷一段無可避免的陣痛期，例如高昂的車輛購置成本及燃料價格、環境相關費用的提升等，如何有效消弭成本負擔，對經濟弱勢族群落實公正轉型，也是重要課題之一。

⁵⁸ SAFED for HGVs A Guide to Safe and Fuel Efficient Driving for HGVs, <https://optimumdrivinggroup.co.uk/wp-content/uploads/2018/11/SAFED.pdf>

⁵⁹ Energy Saving Trust, Efficient driving, <https://energysavingtrust.org.uk/business/transport/efficient-driving/>

一、獎勵補助或稅制抵免

誘因方面，提供財政補助是國際上最普遍也最直接、快速的方式，它消除了轉型所需要的前期投入資金，弭平成本差異，因此可以加快拓展車輛普及或建立相關設備，而稅制的補貼或減免也能達到相似的效果，目前國際上大致做法如下：

（一）歐洲

英國為獎勵零排放貨車商業應用，提出「插電貨車獎勵」(plug-in truck grant, PITrG) 計畫，提供每輛貨車最高 5,000 或 25,000 英鎊之補助，補助方式以賣方將其作為折扣包含在購買價格中，直接減少消費者購買價格。不需額外申請補助金。從 2022 至 2023 年為止，已提供 5.82 億英鎊的補助金。另外更斥資 2.12 億英鎊投入零排放貨運實驗計畫，獎勵包含純電動車 (BEV) 和氫燃料電池車 (Hydrogen Fuel Cell) 的應用發展並實測可行性，致力在 2040 年達成新售 HGVs 全面零排放之願景。

表 2.4-5 英國貨運車輛補助計畫

	貨車：補助金額為購買價格的 35%	卡車：補助金額為購買價格的 20%
小型	最高補助金 2,500 英鎊，需符合下列資格： - 車輛總重小於 2,500 公斤 - CO₂ 排放量低於 50 克/公里 - 能在沒有任何排放的情況下行駛至少 96 公里	又稱為 N2 車輛，最高補助金 16,000 英鎊，資格為： - 車輛總重在 4,250 公斤至 12,000 公斤之間 - 與相同載重能力的同等傳統 Euro VI 車輛相比，CO₂ 排放量至少減少 50% - 能在沒有任何排放的情況下行駛至少 96 公里
大型	最高補助金 5,000 英鎊，需符合下列資格： - 車輛總重在 2,500 公斤至 4,250 公斤之間 - CO₂ 排放量低於 50 克/公里 - 能在沒有任何排放的情況下行駛至少 96 公里	又稱為 N3 車輛，最高補助金 25,000 英鎊，資格為： - 車輛總重超過 12,000 公斤 - 與相同載重能力的同等傳統 Euro VI 車輛相比，CO₂ 排放量至少減少 50% - 能在沒有任何排放的情況下行駛至少 96 公里

資料來源：<https://www.gov.uk/government/publications/transport-decarbonisation-plan>

法國為持續支持潔淨重型車輛購置，宣布將 2016 年推出購買清潔車輛的稅收援助制度延長至 2024 年底，對潔淨重型車輛實施額外折舊，此措施允許企業從購買總重 3.5-16 公噸的潔淨中型車輛價值中獲得 60% 的額外折舊認列、高於 16 公噸重型車輛的 40%、2.6-3.5 公噸之間的新型輕型車輛則為 20%。另投入 1 億歐元補助重型電動或氫動力汽車的採購，重型車輛補助金額為購置成本的 40%，重型貨車最高可達 50,000 歐元。而後 2023 年 4 月宣布《重型電動車生態系統》(Écosystèmes des véhicules lourds électriques)，透過專案支持採購重型電動卡車，4.5-12 噸之間的卡車最高補助 75,000 歐元，12 噸以上的卡車最高補助 100,000 歐元，預計購置 629 輛，且還包含人員培訓及充電設備建置補貼。⁶⁰

(二) 亞洲

日本針對電動卡車發展提供多重補助計畫，包含「加速引進環境友好型先進卡車和巴士(環境配慮型先進トラック・バス導入加速事業)」，補助一般燃油卡車和電動卡車之間價差的 2/3，同時也為安裝相對應充電基礎設提供 1/2 的補貼金，以及由環境省負責的「商用車電動化推廣計畫(商用車の電動化促進事業)」，目的是為了達成 2030 年以前引進 5000 輛 8 噸以上電動商用車的目標。計畫針對指定商用車卡車電汽化的民間企業提供補助，協助企業推廣和加速導入電動車，增強產業競爭力、並減少溫室氣體排放。補助金額為一般燃油卡車與電動卡車價差的 2/3。

除了提供購置補貼外，日本也大力協助民間合作及科研計畫獎勵，推動永續物流技術的發展，例如國土交通省《促進流通業務總合化及效率化的相關法律》(又稱：物流總合效率化法)⁶¹，提供貨運及倉儲業者推動共享倉儲、共同配送、聯合運輸設置之補貼，向國家提交相關計畫後，經核准可獲得相關的補助金與其他支援措施(包含優惠稅率及低率貸款)。另國土交通省為促進運用大容量儲能電池等物流脫碳化措施，於 2024 年 5 月推動「物流脫碳化促進計畫」，以貨物運輸業者、貨物利用運輸業者、倉儲業者等為對象，補助導入再生能源發電設備，凡運用再

⁶⁰ <https://www.economie.gouv.fr/industrie-nouveaux-soutiens-decarbonation-transports>

⁶¹ 國土交通省。流通業務の總合化及び効率化の促進に関する法律。2024/04。 <https://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/content/001734796.pdf>。

生能源發電的電動車等實證試驗，補助率為 1/2，單一業者最高補助金額為 2 億日圓。

新加坡則採取賞罰並進的機制，凡於 2023 年 4 月 1 日至 2025 年 3 月 31 日之間（含首尾兩日）登記註冊之商用輕型貨車（承載貨物後最高重量小於 3.5 公噸者）依 WLTP 測試方式檢測運具排放情形，依車輛分級標準給予不同程度的補助或罰鍰。另搭配其特有的擁車證制度於 2000 年 1 月 1 日至 2013 年 12 月 31 日之間（含首尾兩日）登記註冊之 C 類車型（包括輕型貨車、中型貨車和重型貨車，使用柴油、柴油壓縮天然氣或柴油電動引擎驅動者）欲在 2023 年 4 月 1 日至 2025 年 3 月 31 日期間註銷且註冊（最後期限為 2025 年 4 月 30 日）符合歐盟 VI 或同等排放標準之車輛，給予相應的現金回購（註銷時現有車輛的 COE 金額）與其他形式的獎勵。

表 2.4-6 新加坡貨車排放獎懲分級制度

分類	汙染物檢測排放標準					措施
	CO ₂ (g/km)	HC(g/km)	CO(g/km)	NO _x (g/km)	PM(mg/km)	
A 級	≤123	=0.0	=0.0	=0.0	=0.0	補助 \$15,000/輛
B 級	123<B≤216	0.0<B≤0.025	0.0<B≤0.270	0.0<B≤0.015	0.0<B≤0.85	補助 \$5,000/輛
C 級	>216	>0.025	>0.270	>0.015	>0.85	罰鍰 \$15,000/輛

資料來源：https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en/newsroom/2022/11/news-releases/extension_and_adjustments_to_CVES_and_ETS.html

韓國交通主管機關「國土交通部」主要投入在電動充電樁、氫能加氫站等基礎設施的擴增。車輛補貼獎勵則由環境部主責，依據韓國環境部 2024 年下半年度電動車補助供應公告，預計可提供 2,000 輛貨車補助，根據車型的不同，金額介於 194 萬至 1,118 萬韓元之間。為公平獎勵商用車進行汰換，此次補助中，貨車將保留 20%以上的份額給運輸業

者及 10%以上的份額給中小企業。⁶²除中央政府的補助，各地方政府亦有各自的補助金額，且補助金大多會在兩周內審核完成，可增加民眾購買電動車之意願。

針對氫能車輛發展，韓國政府亦祭出購買補貼政策，試圖促進民眾購買氫能車的意願，現代企業氫能轎車 Nexo 售價約在 7,000 萬韓元，政府補助則為 2,250 萬韓元（約 32%）；重型商用車方面則有高達 2.5 億韓元的補助（無公開售價）。韓國政府亦針對加氫站設置提供補助，小型車加氫站補助約每站 7,500 萬元、大型車加氫站約每站 1.5 億元（以新台幣計）。⁶³

（三）美國

美國對於新能源車輛使用和設備建置及燃油車汰換提供多種誘因機制及獎助計畫，包含《基礎設施投資和就業法案》（IIJA）下充電和加油基礎設施補助、《降低通膨法》（IRA）下清潔重型車輛計劃補助計畫及柴油排放減少計劃以及合格車輛的稅收抵免和提供先進車輛製造技術研發之低利貸款。

主要內容為，針對車輛總重超過 14,000 磅的重型車輛，因考量研發及製造成本較高，電汽化過程需要投入較多的資金，因此對於中重型車輛製造商及商用車隊推出了許多不同的獎勵政策，包含提供 30 億美元的低溫室氣體或零溫室氣體排放車輛製造貸款計畫（Low or Zero GHG Vehicle Manufacturing Grants），以及 20 億美元的美國製造車輛轉型補助計畫（Domestic Manufacturing Conversion Grants）。在消費面上，也提供總重超過 14,000 磅的重型車輛，最高 4 萬美元的稅賦抵免額度，以及充電站建置的最高為 10 萬美元稅賦抵免優惠。

另外，因其聯邦制度特性，聯邦政府亦將資金和主導權授權給州政府推動地方自治補助計畫，例如加州就對於潔淨能源卡車發放優惠券並給予貸款援助，此外也在多個城市展開專案型試驗計劃，例如港口設施升級、區域型產學技術合作等研究補助項目。

⁶² 한국환경공단(2024), 2024 년 하반기 전기자동차 보급사업 모집 공고。

⁶³ 詹醒昇（2024），Hyundai FCEV/韓國氫能發展，2024 第七屆商用車智能研討會。

表 2.4-7 美國充電和加油基礎設施補助計畫概要

項目	充電和加油基礎設施補助 Charging and Fueling Infrastructure Grants
金額	25 億美元
用途	部署公共電動車充電基礎設施和其他替代燃料基礎設施。分為： 1. 社區充電和替代燃料補助金(社區計畫)Charging and Fueling Infrastructure Grants (Community Charging)：由交通部聯邦公路管理局管理，資助金額為 12.5 億美元，有效期限四年。在公共道路、學校、公園和公共停車設施中安裝電動車充電和替代燃料設施，優先考慮農村地區以及私人停車場比例低或多單元住宅比例高的中低收入社區。 2. 充電和替代燃料走廊補助金(走廊計畫)Charging and Fueling Infrastructure Grants (Corridor Charging)：由交通部聯邦公路管理局管理，資助金額為 12.5 億美元，有效期限四年。沿著指定的替代燃料走廊部署電動車充電和氫氣/丙烷/天然氣加註基礎設施。

資料來源：基礎設施投資和就業法案

表 2.4-8 美國潔淨能源車輛及設備抵稅計畫概要

項目	合格商業清潔車輛的稅收抵免	替代燃料車輛加油設備稅收抵免
資格	購買合格的商業清潔車輛	安裝替代燃料汽車加油和充電設施
主責	財政部	
抵免	● 低於 14,000 磅 (如轎車、輕型貨卡)： 最高抵免額為 7,500 美元 ● 14,000 磅或以上 (如巴士、大卡和半拖車 等大型車輛)： 最高抵免額為 40,000 美元	1. 企業：符合折舊條件的加油財產的抵免額為 6%，每件財產的最高抵免額為 100,000 美元。滿足現行工資和學徒要求的企業可能有資格獲 30% 的抵免額，限額同樣為 100,000 美元。 2. 消費者：其主要住所購買並安裝合格替代燃料汽車加油設施(包括電動車充電設備)的消費者，稅收抵免相當於成本的 30%，最高金額為 1,000 美元每件。 3. 2023 年 1 月 1 日之前的財產：對於在 2023 年 1 月 1 日之前投入使用的財產(包括個人財產)，抵免額為合格加油財產成本的 30%，可折舊財產每個地點的最高抵免總額為 30,000 美元，所有其他財產每個地點的抵免額最高為 1,000 美元。

資料來源：降低通膨法

二、碳定價機制

除了提供足夠的誘因機制，碳定價策略是另一項重要課題，根據世界銀行 Carbon Pricing (2024) 報告統計，目前全球已經有 75 個國家或區域開始或規畫實施碳定價相關策略，但大多從大排放源，高污染、碳密集型工業（如鋼鐵、石化、造紙等）著手，運輸方面也以航空及海運開始實施較嚴格的管制措施和國際規範，因此也造成陸上運輸對於淨零永續的規劃時程和相關作為較為緩慢，不過歐盟已將新排放交易系統（EU ETS 2）正式納入陸上運輸，預計 2027 年開始實施，為陸上運輸業受到排放交易規範正式揭開序幕，目前貨運業低碳轉型屬於前期階段，國際做法大多從獎勵和輔導著手，歐盟此舉是否對未來政策推動帶來改變，後續的影響值得觀察。

2.5 標竿國家企業因應策略綜整分析

本節從企業自主角度，參考企業為縮減轉型政策調適之成本與時間。從設置規劃、技術轉型或商業模式調整上的創新應用思維，思考政府可以提供的協助與輔導作為。

2.5.1 共享共榮的物流倉規劃

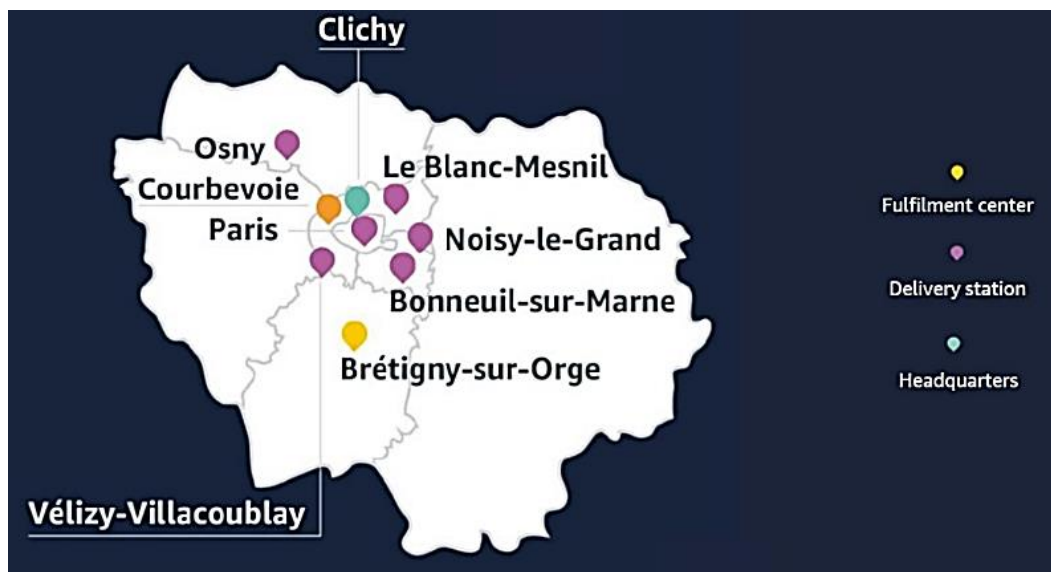
除了從軟硬體設施著手外，由管理規劃層面進行思考，可能是做出減量貢獻的有效方式之一，以物流業而言，提升服務效率，避免或縮短無效運輸距離將成為影響運作成效的指標重點，從一開始的點位設置可能就占了大部分的因素，因此 ITF《都會物流倉》（urban logistics hubs）報告中，針對此觀念提供看法和參考案例，主要內涵為：

1. 縱然城市土地資源珍貴，但規劃者必須把城市物流樞紐視為如同學校、醫院、公園等必要公共設施，它不僅僅是倉庫，還包括為轉運作業提供調度空間、電動車充電節點、物流工人休息區等，更能透過土地混合利用提供額外設施如商業空間等，也能活化閒置或嫌惡設施（如高架橋下），並不造成用地浪費。
2. 一個城市物流樞紐不必是永久性的，它能夠快速部署、移動和重新改造臨時微樞紐，支持物流需求的動態組成，空置的停車場和白天空置的城市巴士車庫是這種微樞紐的例子，在這些地方，貨物可以

從較大的貨車轉運到微型、低碳的交通方式，如貨運自行車或步行快遞，實現綠色交付模式。

3. 對於企業而言，共享稀缺的城市空間，共同負擔高昂的租金成本比互相競爭來的更為重要，絕佳的點位對於提升運輸效率和提供城市服務而言至關重要，可以透過政府引導、規劃、協助或是透過異業結盟消除可能產生的疑慮。
4. 由於高額的長期營運成本，這項措施在補助結束後常常以失敗告終，透過結合地產開發商、私人企業、物流供應商、政府機構、非營利組織等多方合作關係，找出適合的營運模式才是長遠推動成功之計。

由此可知，對於物流業者而言，設計並配置合理而有效率的設施點位，是達成減量的首要關鍵要素，它可大幅提升轉運和調度的效率，降低車輛行駛里程。各家物流企業皆有各自佈點計畫之邏輯，以跨境店商亞馬遜公司（Amazon.com, Inc.）於大巴黎區配置作為觀察對象，可發現以總部為中心據點，並呈現放射狀規劃，設施轉運中心因腹地較大通常選擇在近郊，再依目的地轉往鄰近配送站，配送站則會選擇在每個責任區核心區域，減少無效里程，對於減排及運輸效率而言都是最好的做法。當然若設施轉運中心設置於配送站中心節點會進一步提升效率，然而會增加土地成本，取決於企業對於財務成本及服務效率之間的權衡取捨。



資料來源：Amazon.com, Inc. Paris

圖 2.5-1 亞馬遜公司於大巴黎區點位配置

從國際案例來看，日本大東京都對於城市物流規劃頗具企圖，例如千葉的都會物流倉，就透過社區總體營造創造綠化空間等休閒設施促進與居民互動，成功扭轉嫌惡設施的既定印象，而疫情也是推動發展的契機，由於傳統零售、觀光服務等產業蕭條，許多人面臨失業，然而同時電子商務蓬勃發展，帶動相關服務需求的成長，都會物流倉此時提供鄰近的、具彈性的就業機會，創造雙贏價值。

此外，歐洲大巴黎區也有此模式成功應用的案例，可見越是交通繁忙、土地成本越高昂的地方，這樣的模式彌足珍貴。例如開發商利用立體停車場閒置空間作為物流設施，透過公私合股的方式在沒有補助的情況下成功推動。另外巴黎北部一座可連接貨運火車網多功能物流設施，結合多個物流營運商的樞紐，服務需求從冷藏到市區配送的交叉裝卸都有，該設施還出租零售空間、辦公室、城市農場、資料中心和體育中心，並包括一個供熱站，為周圍社區提供服務。法國正試圖嘗試用第三方空間的發展（共享工作空間），推動拼車和其他短途共享交通服務，尤其是在公共交通無法覆蓋的區域。支持循環經濟和短供應鏈，使交通和貨運的增長與國內生產總值（GDP）脫鉤。

最後，對於物流中心的位置可對減少排放發揮作用，法國郵政和包裹服務提供商 Chronopost 透過案例證明此觀點，在比較位於巴黎內部的 Chronopost 中心和位於郊區位置的中心後，由於車輛行駛的里程減少，巴黎內部中心的排放顯著減少（每年 74 噸 CO₂ 對比每年 151 噸 CO₂）（Dablanç, 2023b），突顯了物流中心位置的重要性。

2.5.2 綠色宣示、智慧化、電動微型與循環多元模式整合

就企業經營的角度而言，降低營運成本並同時提升績效使獲利最大化，是所追求的目標，過去環境議題被認為影響營運績效，環保理念常與經濟發展背道而馳，然而隨著環境議題逐漸受到重視，相關規範也日漸加嚴，綠色消費意識興起，且前期投入減量作為後，可獲得獎勵補助、減少排放所課徵費用，同時對於提升品牌形象、滿足客戶需求等多方面有所助益，對營運亦呈現正向發展，增加廠商對永續淨零的投入意願，因此國際各大物流商紛紛制定了永續目標，如全球物流（DHL）2050 集團淨零承諾、聯合包裹（UPS）2050 碳中和宣示、聯邦快遞（FedEx）2040 碳中和目標等。

此外，作為全球最大的集裝箱航運公司之一的馬士基公司（Maersk），亦針對陸運部分推動卡車零排放，並投資電動車輛、利用改善物流效率以減少燃料消耗，也將持續採用其他可再生能源技術來降低運輸過程中的碳足跡。至今，已宣布了多項永續和減排目標，包括加入 EV100 等，實現到 2050 年碳中和的目標。歐洲領先快遞網絡之一 DPD 公司也宣布自 2012 年以來，所有的包裹都採用碳中和物流配送，且不收取客戶額外費用。自 2013 年至今已將每個包裹的二氧化碳排放量減少了 18.8%，至 2025 年將減少至 30%，未來在歐洲 350 個最大城市的送貨車輛將實現 100% 低排放。⁶⁴也已加入 EV100 及企業碳中和承諾，表明了其對於加速使用電動車以及採用更綠色交付方式。

另外，如 DHL 推行的 GoGreen+綠色物流專案，則是透過與客戶簽屬合約，確保運送過程全程採用低碳運輸模式進行，雖然因為永續燃料成本高昂可能導致運費價格上升，但對於科技大廠等相關淨零企業而言仍然具有吸引力，2023 年 10 月也與奇美實業及完成簽訂，為共同達成供應鏈減量目標而努力。人培計畫方面，DHL 亦展開環保認證專家（Certified GoGreen Specialists）制度，透過定期的培訓，教育員工知碳、減碳、盤查等碳知識相關技能。

關於新能源車輛的拓展策略，廠商有各自的方向和目標，各國際物流大廠的目標大多為全面普及車輛電動化，但期程和採用比例存在差異。如日本大和運輸株式會社⁶⁵在實現 2050 淨零及 2030 年減排 48%（與 2020 年相比）目標下，於 2024 年 3 月起逐步導入小型電動卡車。西濃運輸株式會社⁶⁶為實現永續物流，於 2023 年 5 月起導入使用氫燃料電池的大型卡車，將試驗投入商用化實際應用。

除了車輛汰換外，於車輛導入智慧系統，有助於在運輸途中減少能源消耗排放，例如美商跨境物流 UPS 的 Nav 和 ORION 車輛管理及導航系統將根據包裹數量、各設施的容量、交通狀況變化和剩餘的投遞及取貨請求動態調整送貨取貨優先順序，確保提供前往裝送貨和取貨地點的詳細路線

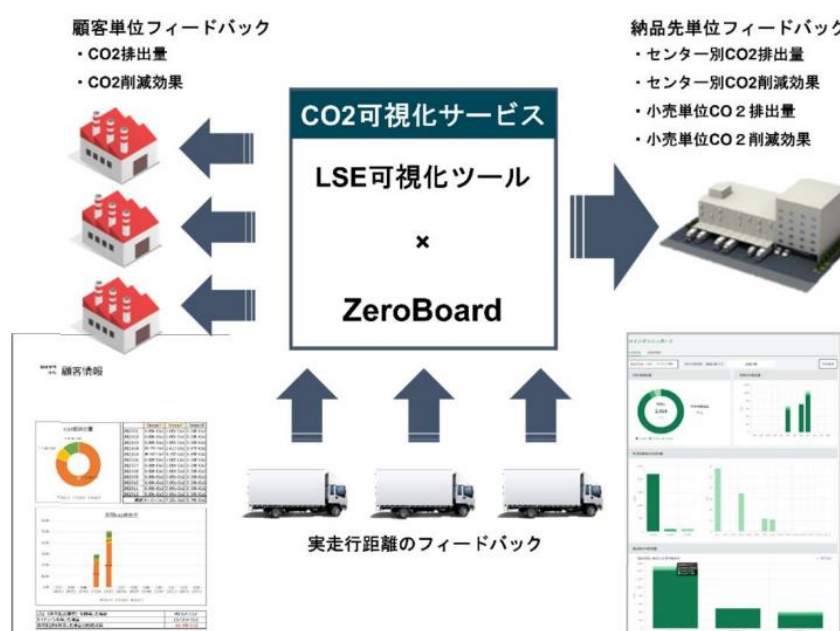
⁶⁴ DPD 官網 <https://www.dpd.com/sk/en/sustainability/>

⁶⁵ ヤマト運輸。 https://www.yamato-hd.co.jp/news/2023/newsrelease_20230912_1.html。

⁶⁶ 西濃運輸， <https://www.seino.co.jp/seino/news/stc/2023/0517-01.htm>。

指示保持最佳化，並持續經由機器學習規劃出更為精準的路程分析，智慧物流的應用，實現了更為卓越的路線優化和運營效率，並提升服務品質，客戶提供高的物流和包裹遞送服務。⁶⁷

智慧系統的另一項應用為資料處理和資訊視覺化，如 FedEx 推出的 Sustainability Insights 可自動計算並檢視物流排放數據並產出可經驗證的報表，對於受到碳盤查要求（尤其包含範疇三）和淨零宣示的廠商相當有幫助，可吸引相關廠商以提升業務。另外日系物流商 Life Support Egawa 株式會社等⁶⁸，透過可視化服務，將實際減碳效果轉化為可見數據。並與中小型製造商為合作，透過可視化服務和工具，提供內部營運端及顧客端排放量和減量成效的成果，進而減少供應鏈的排放。



資料來源：株式會社 Life Support Egawa

圖 2.5-2 株式會社 Life Support Egawa 推動之減碳案例

其他常見綠色作為包含營運端（總部、倉儲、集貨轉運中心）提高再生能源使用比例，並建置數據監測系統。FedEx 與順豐快遞則嘗試從包裝材料著手，以易回收、可重複使用包裝設計，達成資源減量循環再利用。部分業者也開始嘗試對碳封存及碳捕捉相關科研計畫提供補助，並透過造

67 UPS 官網 <https://about.ups.com/us/en/our-stories/innovation-driven/smart-logistics-network.html>

68 グリーン物流パートナーシップ会議。

<https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001710982.pdf>。

林計畫取得森林碳匯，以多元手段來加速達成企業碳中和目標。

表 2.5-1 物流業者減碳策略推動目標進程

目標年	2025	2030	2035
措施	DHL ● 碳效率較 2007 年提升 50% ● 70%採用綠色交付 ● 50%客戶加入 GoGreen+ ● 80%的員工成為 GoGreen 認證專家 FedEx ● 物流車輛電動化 50% UPS ● 40%陸運採替代燃料 ● 設施再生能源使用率 25%	DHL ● 物流車輛電動化 60% ● 30%採用永續燃油 ● 建築營運碳中和 FedEx ● 物流車輛電動化 100% ● 空運替代燃料 30% 順豐 ● 碳效率提升 55% ● 包裹碳足跡降低 70% ● (基準年 2021)	UPS ● 30% 永續航空燃油 ● 小包裝碳排放較 2020 減少 50% ● 設施再生能源使用率 100%

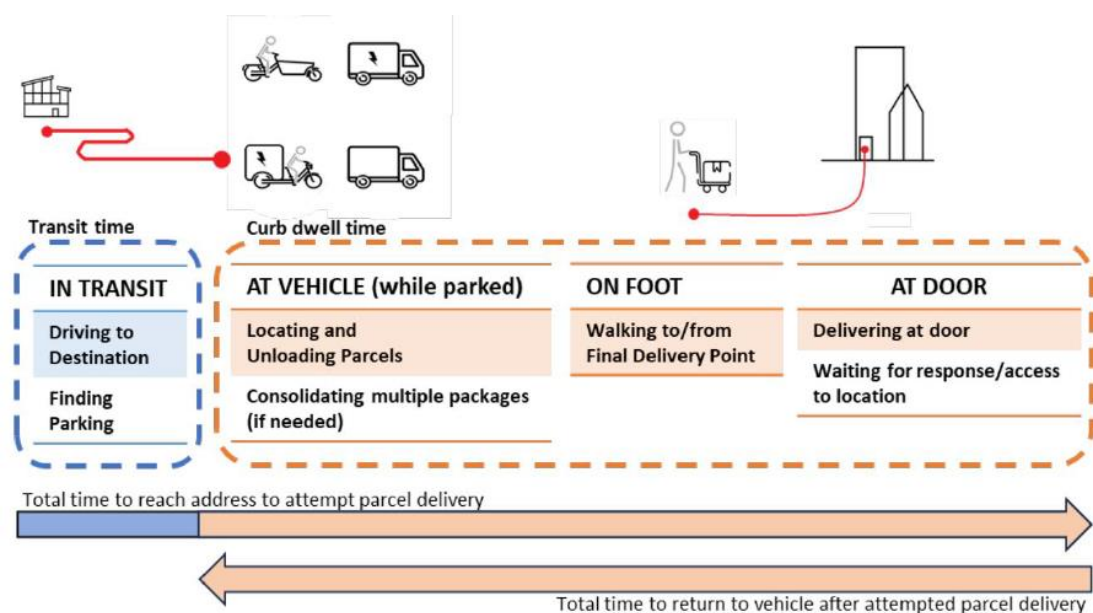
資料來源：各業者永續報告、本計畫彙整。

2.5.3 最後一哩綠色交付

隨著電子商務成長帶動產業發展，同時 COVID-19 疫情加速成長趨勢，ITF 預估 2024 年至 2029 年全球複合年增長率將超過 11%，其中最後一哩配送占總成本可達 60%。⁶⁹因此，綠色交付（由配送站送至客戶端）成為完成低碳運輸服務的最後一塊拼圖，根據 business intelligence 推估，若最後一哩（Last mile）路程採用低碳運具，最高可節省 53%成本且顯著降低排放量。

當前最後一哩路的配送面臨停車問題與配送效率兩項困境。配送司機每天平均需花 1 小時在尋找車位，單次的尋找時間最長可能達 25 分鐘，將承受道安風險及巨額罰鍰損失；配送方面，單次平均花費 4 分鐘在遞送或收取包裹，並需要行走超過 100 公尺，且若未在第一次配送時成功投遞，平均需進行 2.4 次的送貨嘗試，存在一定程度的無效率及無效里程。ITF 盤點了貨物運送的流程及時長，如下圖 2.5-3 所示，根據其調查貨車整體營運時間有 41-80%處於停放、閒置、等待狀態，因司機需透過步行來達成最終配送。

⁶⁹ ITF (2024), The Final Frontier of Urban Logistics: Tackling the Last Metres, No. 131, OECD Publishing, Paris.

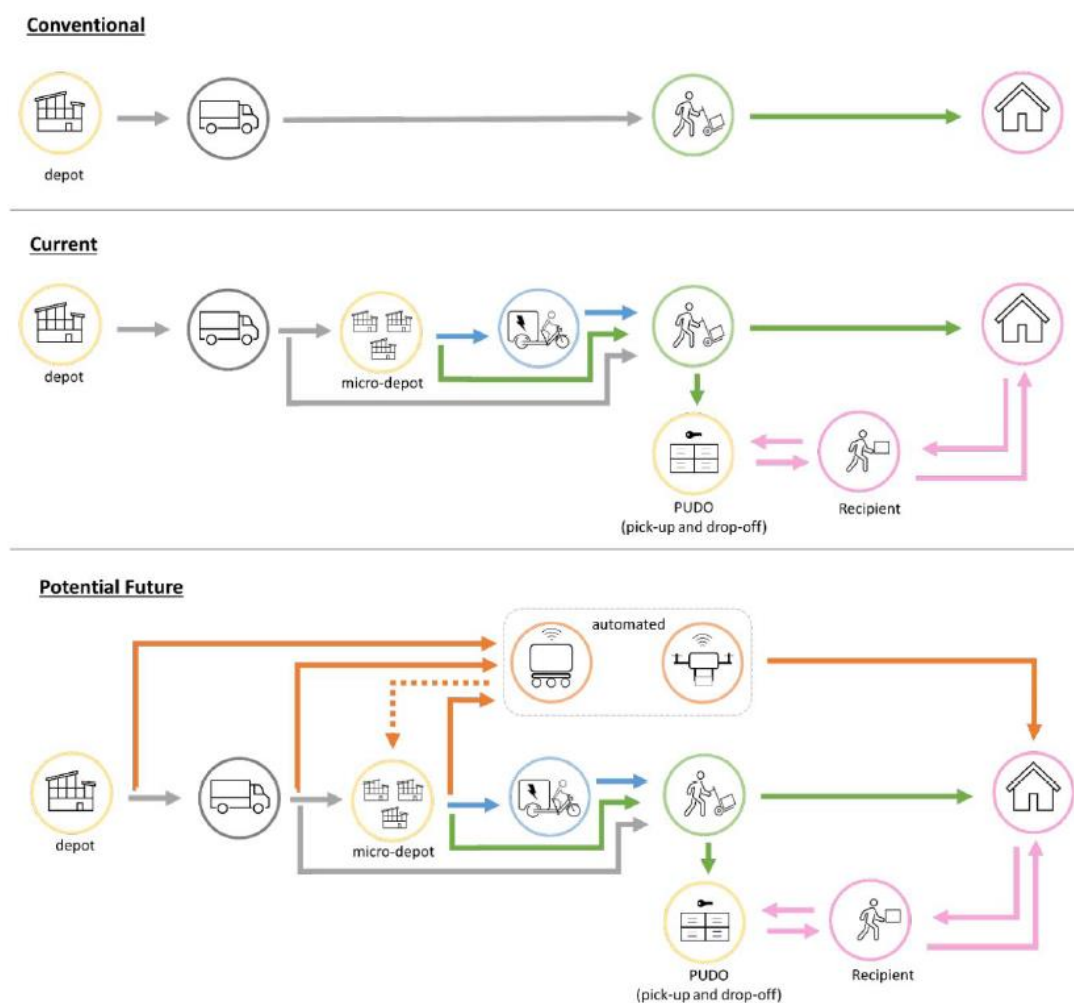


資料來源：ITF (2024)

圖 2.5-3 包裹遞送流程及時長

為解決前述困境，ITF 提出三個建議的方案面向：規劃設計、運具轉移、科技輔助。規劃設計為建立微型倉儲或共享收遞站；運具轉移為由大型運具轉換為小型或微型運具；科技輔助則是引進機器人或無人運具等設備。其中微型倉儲或共享收遞站有助於縮短運具、減少無效配送，具備相當的減量潛能，微型運具則有助於提升配送機動性、減少車位需求及違停風險，亦具有減量效益，無人運具可減少人力需求與進行精準配送，但仍需考量道路規劃與使用場域，且存在安全與隱私爭議，通常建議適用郊區。

各大廠商目前也紛紛積極投入相關領域的應用計畫，大致包含更換小型或微型的電動運具，如電動二輪或三輪車等，部分廠商也採用更為精進及示範性作為，如 DHL 嘗試在德國等歐洲地區以自行車隊方式運送、FedEx 在美國選擇地幅廣闊、人口較稀疏的田納西及維吉尼亞州展開無人機試點計畫等。



資料來源：ITF (2024)

圖 2.5-4 最後一哩綠色交付演變進程

2.5.4 標竿國家汽車貨運業轉型障礙與政府支持措施

根據麥肯錫（2024）的分析，若使用當前的低碳技術及作為，物流業至2030年可以減少40-50%的排放，但實際減排狀況與情境分析有所差異，顯示企業可能存在多重障礙，包含先行者的猶豫、技術的不確定性與業務考量等，且根據調查，目前的託運者對於綠色物流的願付價格提升多在10%內，顯見企業現階段必須面對淨零轉型作為暫無法對營運績效上有顯著提升下解決當前困境。因此，藉由理解企業可能面臨的困難與障礙，有助於政府尋找能夠促進企業邁向轉型的途徑。⁷⁰

⁷⁰ Elliott Tinnes, Fernando Perez, and Matthew Kandel, Decarbonizing logistics: Charting the path

一、各國汽車貨運業轉型障礙概述

各國在推動經濟轉型的過程中，汽車貨運業面臨到一些共同的困難和挑戰，雖面臨的阻礙可能因地區而有所差異，但整體的趨勢包括：

1. 高轉型成本：導入綠色和低碳技術通常需要龐大的資本投資，例如更換車輛、升級基礎設施和引入新技術。這可能對企業的財務狀況產生影響，尤其是對中小型企业。
2. 技術可行性：汽車貨運業需要可行且實用的綠色技術。然而，一些新技術可能還處於發展階段，或者在實際應用中存在一些問題，如充電基礎設施的不足、充電時間過長等。
3. 能源基礎建設：綠色經濟轉型需要更加清潔和可再生的能源，但某些地區可能還未完全建立這方面的基礎設施，這可能導致能源供應不足或不穩定。
4. 法規和政策不確定性：不同國家和地區的法規和政策可能存在不確定性，對企業的投資和戰略規劃產生影響。缺乏一致的標準和政策支持可能使企業難以確定最佳的綠色經營模式。
5. 市場需求波動：綠色轉型的速度和規模可能受到市場對低碳產品和服務的需求波動的影響。市場的變動性可能使企業難以預測未來需求，進而影響投資和發展計劃。
6. 培訓和技術人才不足：推動綠色經濟需要具備相應技能和知識的人才。汽車貨運業可能需要培訓現有員工或招聘擁有新技術知識的專業人才，這可能是一項挑戰。

二、中小企業轉型所面臨之轉型障礙

英國與我國同樣存在數量眾多的中小企業，雖然個別企業的足跡可能微不足道，但仍無法忽視在經濟發展中佔有重要占比的中小企業群體。為研析中小企業如何對國家淨零做出貢獻，有學者歸納了其在轉型時可能面

ahead, June 19, 2024: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/decarbonizing-logistics-charting-the-path-ahead#/>

臨的障礙，並歸納為內部障礙與外部障礙。⁷¹

1. 內部障礙：缺乏意識、缺乏專業知識與技術、缺乏組織學習能力、存在其他優先事項、資源限制、資本、短期租賃協議、缺乏策略一致性
2. 外部障礙：缺乏值得信賴之經紀人或仲介、缺乏相關機會之資訊、委託代理與獎勵分割問題

其中淨零意識、專業知識、組織學習能力顯示淨零轉型的資訊傳遞有所不足，而另一份有關歐洲貨運中小企業的轉型調查也有相同結論。根據2020年針對811個歐洲從事貨運業務的中小企業調查，「有限的燃油效率相關知識」是主要的轉型障礙之一，該調查也顯示若業者知道減碳方案，通常就會去執行，因此相關知識的傳遞與減排方法的說明有其必要性。⁷²

而根據該調查也能知道其他資訊，包含43%的受訪者沒有能力進行溫室氣體排放的計算，其計算能力隨車隊規模遞增；節省成本與客戶需求為企業最主要的轉型動力，反映的是歐洲運輸業的激烈競爭狀況與微薄的獲利率；約有一半的受訪者認為永續行動無法帶來商業機會，目前託運者仍以運費成本為優先考量。

三、歐盟汽車貨運業轉型所面臨之挑戰

Transport & Environment (T&E) 是一個致力於潔淨交通的歐洲非政府組織，其於2024年初針對歐盟汽車貨運業提出相關報告，並指出在綠色轉型上，歐洲所面臨的挑戰包括以下：⁷³

1. 碳排放挑戰：汽車貨運行業是歐盟碳排放的重要來源之一，因此實現其綠色轉型對於減少碳排放至關重要。
2. 成本壓力：雖然電動車輛等綠色技術是減少碳排放的有效途徑，但這些新技術的成本較高，可能對汽車貨運業者造成經濟壓力。

⁷¹ Blundel, Richard and Hampton, Sam (2021). How Can SMEs Contribute to Net Zero?: An Evidence Review. State of the Art Reviews 51; In State of the Art Review series Enterprise Research Centre, Warwick.

⁷² Moritz Tölke & Alan McKinnon(2021), Decarbonizing the operations of small and medium-sized road carriers in Europe, Smart Freight Centre.

⁷³ T&E's Guide to EU Transport 2024: <https://www.transportenvironment.org/discover/tes-guide-to-eu-transport-2024/>

3. 技術轉型：汽車貨運業需要轉型至電動車輛等綠色技術，這需要投資和技術更新，並可能對現有的運輸模式和基礎設施提出挑戰。
4. 法規要求：歐盟對汽車貨運業實施了CO₂排放目標，要求車輛製造商逐步減少新車的排放量。這可能需要業者進行技術升級和調整以符合法規要求。

四、汽車貨運業轉型之政府支持措施

針對上述議題，T&E 的報告中也提出相關方法來支持業者轉型：

1. 電動車輛推廣：歐盟要求在2027年之後，司機在加油時支付每升13-14歐分的碳價格，並且已經同意在2035年停止柴油車的銷售。這些政策鼓勵汽車貨運業者轉向電動車輛，以減少碳排放。
2. CO₂排放目標：歐盟要求汽車製造商逐步減少新車的CO₂排放量，並設定了2035年的中期目標和2040年的全面減排目標。這些目標推動了汽車貨運業者採用更環保的技術。
3. 電動車輛基礎設施建設：根據歐盟的充電法案，成員國需要在主要高速公路每60公里和次要高速公路每100公里設置電動卡車的充電點。這些基礎設施的建設有助於促進電動車輛的推廣。
4. 永續投資：透過永續金融和相關的金融規範，歐盟鼓勵投資者將資金投入綠色和永續發展的領域，包括支持汽車貨運行業的綠色轉型。這些投資有助於提供資金支持和技術創新。

五、縝密的需求管理及規劃

近年隨著電子商務的蓬勃發展，城市貨運交付的需求急劇上升，導致城市空間面臨前所未有的壓力。從倉儲設置、收遞站點的規劃，以及未來針對無人機或機器人可能造成空間利用的影響，再再考驗城市運作。

除了自動化等科技輔助外，另一個政策面向需考量的內涵為評估整體運輸需求，透過管理及規劃手段，以精密的都市道路規劃、設施點位設置，促進企業提升運輸服務效率從而降低排放。對此，國際運輸論壇（ITF）在《貨運空間競賽：減少城市貨運交付的影響》報告中探討了此問題，呼籲政府、企業和市民共同努力，實現友善貨運道路系統，減少對街道空間的消耗，並提升整體城市生活品質。透過政策改革和社會參與，可以有效管理城市中的貨運挑戰，並提出了應對策略，以促進永續的城市發展。

1. 街道空間的重要性

街道不僅是交通流動的通道，也是城市生活的核心。有效管理街道空間對於提高居民的生活品質、促進經濟活動和社會互動至關重要。隨著貨運需求的增加，街道空間的使用變得愈加緊張，這要求政策制定者在滿足貨運需求與保護公共空間之間取得平衡。

2. 城市物流系統

分析城市內部的貨物流動，包括進出貨物流和物流過程。數據收集為建置優化城市物流的重要工作，可以幫助理解和改善貨運效率。隨著電子商務的迅速增長，城市物流系統面臨著更大的挑戰，尤其是在空間利用和環境影響方面，須及早應對。

3. 行動建議

為因應城市貨運帶來的挑戰，報告提出了多項行動建議，包括：透過調整配送時間，優化街道使用以減少高峰期的交通壅塞、重新配置街道設計來提高空間利用率、鼓勵使用電動貨車或自行車等交通方式減少碳排放、並增強市民對永續貨運活動的認識和參與。

2.6 小結

因應當今全球淨零趨勢，各國針對貨運業減量作為，不同國家可能因政策目標、產業發展而採取不同的政策導向，例如日本、新加坡注重管理及運輸服務效率提升；歐盟與美國有較明確的規範準則與法制化標準，以加速境內車輛設施建置與更新；中國與韓國則在新能源與產業發展上提供較多前期投入，但大致的總目標趨勢仍保持一致，包含：油車的加速退場機制、並以規範及設備建置加速推廣潔淨能源車輛、以財政工具消弭高額的轉型成本，此外，對於企業給予必要的技術研發支援、人才培育計畫、標章獎勵機制及配送所需的倉儲與道路設置規劃。

由國際經驗得知，制定一個合理且可行的政策目標並非易事，例如英國曾經希望推動較具野心的目標，將燃油車落日時程訂在 2030 年，而後受限於技術發展及社會阻力下宣告放緩至 2035 年，且須經公眾諮詢與利害關係人多邊協商後續推動目標。日本和歐盟則對於爭議處理上給予不同程度的豁免，例如日本決議僅禁售純燃油車，歐盟則在多次討論及表決後放寬認定標準採納合成燃料（e-fuels），但內部仍有許多質疑及反對的聲浪產生，由此可見期程制訂必須在永續目標、工業技術與產業發展取得平衡點，採取必要的妥協及折衷方案。

此外，基礎設施建置速度，須與車輛的使用成長同步，以免建置計畫落後車輛成長速度因而停滯，而過於遠大的建置目標也會面臨財政困境和用地取得等阻礙而窒礙難行，除了透過大規模補貼以外，必須設法思考如何與企業、車商、設備商共同合作才是長遠解決之道，透過公私合作的方式達成目標是國際普遍採用的作法。

前瞻及新能源技術發展，前期需要國家大力的政策輔導、基礎設施建置及龐大的財務支援投入，否則不利於後續的推動發展，例如英國曾在氫能發展占有領先地位，而後因為戰爭、通膨因素導致財政窘困，於能源網路協會（Energy Networks Association）發展指數評比中大幅滑落，由此可知國家長期的政策及法規支持、產業規劃、資金挹注對於能源技術發展至關重要，需要從長計議。⁷⁴

⁷⁴ 遠見 ESG(2023)。 <https://esg.gvm.com.tw/article/35886>

最後，轉型過程中，對於企業的因應及相關輔導作為，給予必要且充分的協助成為推動成功與否的關鍵，尤其對於中小企業而言更為重要，例如美國對於弱勢地區的充電樁設置準則制定特別條款，韓國在企業獎助基金方面特別保留中小企業份額，而荷蘭則對於中小企業車輛購置、租賃及淨零區政策的管理上給予額外輔助措施，目的皆是為了確保產業朝推動目標共同邁進，落實公正轉型之「盡力不遺落任何人」精神。

有關各國政策蓋覽與比較，可參考下頁彙整表。

表 2.5-7 各國策略實施期程及目標

策略 /措施	國家/ 區域	短程 2030前	中程 2030-2040	長程 2040-2050
規範機制度				
禁售 燃油車	美國 英國 歐盟		2035	
輕型 新能源貨車 市售比 100%	美國		2035 (11 州)	
	英國		2035	
	歐盟		2035	
	新加坡	2030		
中重型 新能源貨卡 市售比	美國	2030 (國家目標) 30%	2035 (8 州) 依車種 40-75%	2045 (加州) 達成淨零
	英國		2035 26 噸以下 100%	2040 26 噸以上 100%
	歐盟	2030 奧地利 18 噸以下 100% 挪威 100%	2035 奧地利 18 噸以上 100%	2040

	日本		2030 8 噸以下 20-30%		2040 8 噸以下 100%		
放寬載重	歐盟	研擬中					
管理規畫面							
提供駕駛	新加坡	環保駕駛培訓補助計畫					
人培計畫	法國	重型車駕駛每五年定期接受環保培訓					
零破交通區	歐洲	2018 倫敦 鹿特丹 區域試辦	2030 巴黎 荷蘭 (研擬)				
設備技術面							
充電樁佈建	美國	2030 前達 50 萬座 《基礎設施投資和就業法案 (IIJA) 》					
	歐盟	2025 起 《替代燃料基礎設施法案(AFIR) 》 規範充電站建置密度 區分核心/一般路網 及 150/350kW 充電功率	2030 起 ● 全面配置 350kW 高功率充電設備 ● 增設夜間充電及市郊節點貨車充電站 ● 城市節點及核心網絡沿線每 200 公里裝設卡車加氫設施				
	英國		2030 達 30 萬座	2035 6,000 座快充站			
	新加坡		2030 達 28,000 座				

氫能發展	日本	2030 達商業規模 提高市售比		2040 商用車普及 價格趨近化石燃料		
	韓國	加氫站建置補助			氫能車產量達 526 萬輛	
財政工具面						
潔淨車輛 費率優惠	美國	《降低通膨法案(IRA)》 潔淨車輛及替代燃料車輛設備稅率抵免				
	法國 新加坡	給予額外折舊認列優惠				
潔淨車輛 購置補助	英國	依車種補助 20-35% 上限英鎊 5,000-25,000 元不等				
	法國	依噸數補助上限 40% 上限歐元 5-10 萬元不等				
陸運 ETS	歐盟	預計 2027 年加入破交易市場				
綠色金融	美國	《降低通膨法案(IRA)》 潔淨車輛購置及先進車輛技術融資獎勵				
	日本	經濟轉型債券投入新能源車輛 綠運輸相關投融资指引				

資料來源：本計畫彙整

第三章 我國汽車貨運業淨零轉型發展現況與趨勢

3.1 我國汽車貨運業溫室氣體排放概況及趨勢

3.1.1 我國汽車貨運業產業發展概況

一、產業概覽

根據中華民國汽車路線貨運商業同業公會⁷⁵說明，進一步釐析汽車貨運業、汽車路線貨運業和汽車貨櫃貨運業之差異，如表 3.1-1 所示。其中，汽車路線貨運業因有固定營運路線，且包含場站營運，用以理分貨作業與路線營業之所需，並以車隊派發方式將貨件沿途停靠配送；而汽車貨櫃貨運業服務對象主要為船公司、進出口廠商與報關行；其餘貨運業者則屬於汽車貨運業。

表 3.1-1 公路汽車貨運業定義

執照別	汽車貨運業	汽車路線貨運業	汽車貨櫃貨運業
申領資格	1、資本額 2,500 萬元以上。 2、全新貨車 20 輛以上。	1、資本額 5,000 萬元以上。 2、全新大貨車 30 輛以上。	1、資本額 3,000 萬元以上。 2、全新曳引車 15 輛及半拖車 30 輛以上。

另根據公路局統計查詢網結果顯示，至 112 年底貨運廠商登記家數上，以汽車貨運業為主，以固定路線貨運業者最少，亦有部分廠商登記多種營業項目。單一廠商車輛擁有數上，大多數業者約在 30 輛以內，但經營汽車路線貨運之業者則擁有數百至上千輛不等車輛。另檢視近年來各項貨運業者主要數據，可發現車輛數雖穩定成長，但運量受疫情衝擊滑落後，皆呈現相仿的水準，並無產生明顯的恢復情形。

⁷⁵ 資料來源：http://route-permitted-truck.com.tw/about.php?class_id=3。

表 3.1-2 112 年公路汽車業廠商登記及車輛數

	汽車貨運業	汽車貨櫃貨運業	汽車路線貨運業	兼營汽車貨運業、汽車貨櫃貨運業	兼營汽車貨運業、汽車路線貨運業	兼營汽車貨運業、汽車貨櫃貨運業及汽車路線貨運業
登記數	4,965	564	1	282	9	5
車輛數	74,283	7,177	307	6,876	4,792	6,156
廠商平均擁有車輛	15.0	12.7	307	24.4	532.4	1231.2

資料來源：本計畫彙整；交通部統計處（2023）汽車貨運調查報告；交通部公路局統計查詢網（2023）公路汽車貨運業營運概況
<https://stat.thb.gov.tw/hb01/webMain.aspx?sys=100&funid=31200>。

表 3.1-3 近年公路汽車貨運營運概況

年度	108	109	110	111	112
營業車輛數（輛）	86,772	88,750	93,235	99,012	99,591
實動車輛數（輛）	78,901	81,726	85,525	90,421	91,668
貨運量（公噸）	5.6 億	5.0 億	5.2 億	5.1 億	5.0 億
延噸公里（噸公里）	444 億	332 億	341 億	340 億	332 億
平均運距（公里）	79.3	66.2	66.0	66.1	65.8
燃油效率（公里/公升）	3.7	3.6	3.9	3.9	-

資料來源：同表 3.2-2。

根據交通部統計處 112 年汽車貨運調查報告統計資料，全國汽車貨運車輛數中，車輛使用目的為自用者達 100 萬多輛，營業用貨車包含「汽車貨運業」、「汽車路線貨運業」、「汽車貨櫃貨運業」（通稱貨運三業）僅約 9 萬多輛左右，占整體貨運車輛數 8.6%，然而檢視貨運量、延噸公里、平均貨運距離等數據，營業車輛皆占絕對多數，顯示不論在行駛距離及載運量上，營業車輛使用情形皆顯著超越自用貨車，且因受高里程高負載影響，燃油效率也較為低落。在貨物種類上，則以水泥、砂石、鋼鐵、化材等建築及工業製造為大宗，約占 62%。

表 3.1-4 112 年汽車貨運調查報告摘要

	車輛數 (輛)	貨運量 (公噸)	延噸公里 (噸公里)	平均每噸 貨物運距 (公里)
整體	109 萬 9,079	7.2 億	389 億	54.3
營業用車輛 占比	8.6%	69.4%	84.6%	營業車輛為自 用車輛之 250%

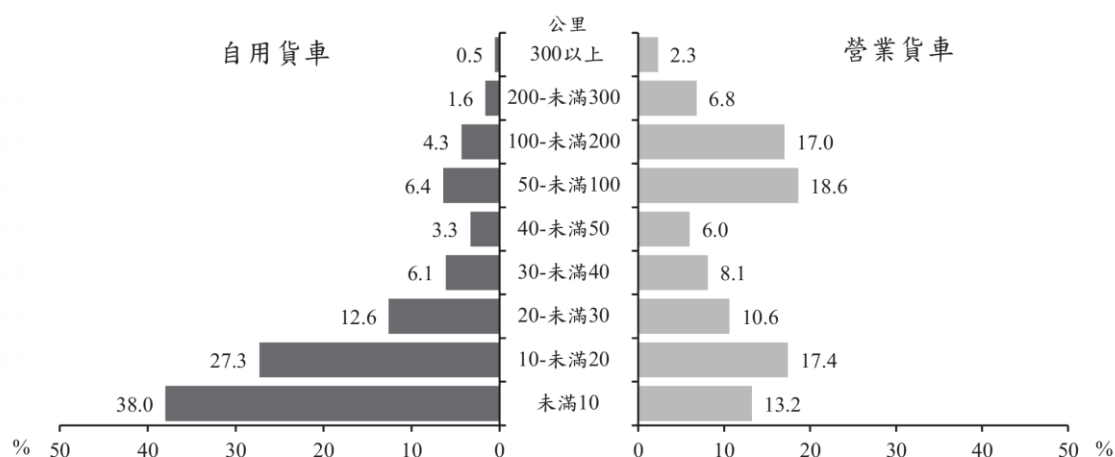
資料來源：本計畫彙整

檢視營業車種之燃油效率，平均為 3.9 公里/公升，以小貨車 5.0 公里/公升表現稍好，貨運曳引車 3.3 公里/公升表現稍差。平均運距方面，營業用車輛平均運距為 65.8 公里，單趟運距以 50-未滿 100 公里最為大宗約占 2 成，其次 10 公里以下及 100-未滿 200 公里居次，整體而言，相較自用車輛多為短程運輸，貨運業對於 50 公里以上中長程運輸及短程運輸需求占比相仿。

表 3.1-5 112 年汽車貨運業車輛燃油效率

車種	貨櫃曳引車	貨運曳引車	大貨車	小貨車
燃油效率 (公里/公升)	3.3	3.3	3.9	5.0

資料來源：交通部統計處（2023）汽車貨運調查報告



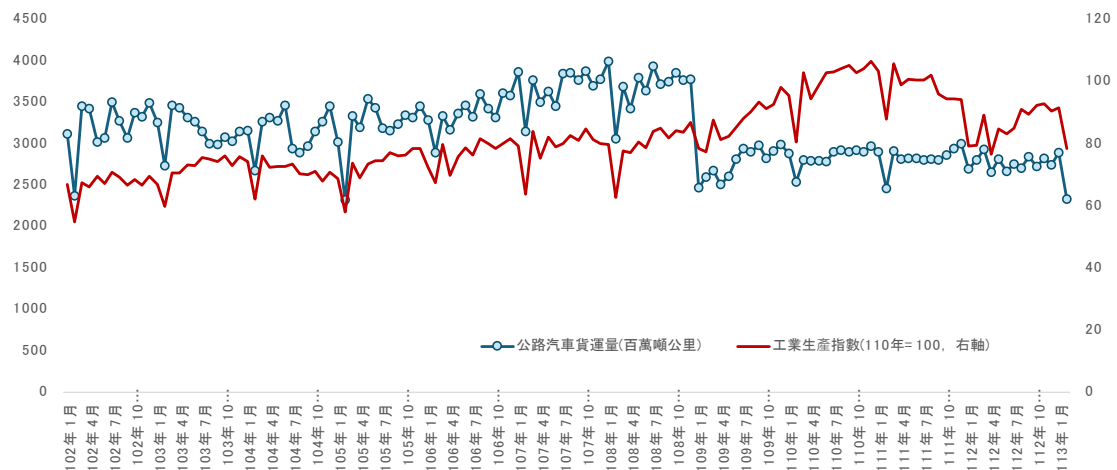
說明：單趟運距係以實際行車里程為計算基礎。

資料來源：113 汽車貨運調查報告

圖 3.1-1 112 年汽車貨運單趟運距運量占比

二、汽車貨運服務成長趨勢

我國公路汽車貨運運量在 2020 年之前，呈現逐年成長的趨勢，雖然季節性因素使運量逐月震盪，但整體趨勢還是呈現上行；與工業生產指數相比較，可明顯看出兩者在 2020 年之前係亦步亦趨的同步變化（圖 3.1-2）。但 2020 年 1 月在新冠疫情的衝擊下，汽車貨運量脫離原來成長軌道，直到 2024 年 2 月皆未能回到常軌，與此同時，工業生產指數仍持續上行，直到 2022 年中，方因庫存去化等問題稍有調整。至此，汽車貨運量與工業生產出現落差，在平均每日載運噸數及平均每噸貨物運輸距離皆沒有大幅度的趨勢改變下（圖 3.1-3），造成運量與生產差異的背後原因，可能包含疫情後工業生產產業及產品結構已然改變，或陸上運輸服務結構（如自用/營業運輸服務相對比例）發生變化。



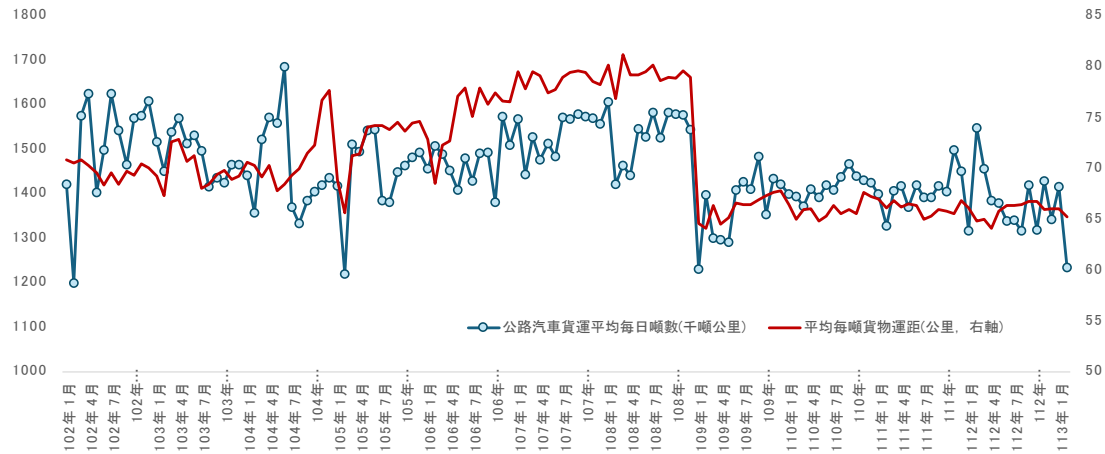
資料來源：1.運量資料來自交通部公路局統計查詢網，

<https://stat.thb.gov.tw/hb01/webMain.aspx?sys=100&funid=defjsp>。

2.工業生產指數資料來自經濟部工業產銷存動態調查，

<https://dmz26.moea.gov.tw/GA/query/Query.aspx>。

圖 3.1-2 汽車貨運量與工業生產指數成長趨勢



資料來源：同圖 3.1-2。

圖 3.1-3 汽車貨運量每日載重及平均運距

3.1.2 我國汽車貨運業溫室氣體排放現況及未來趨勢預估

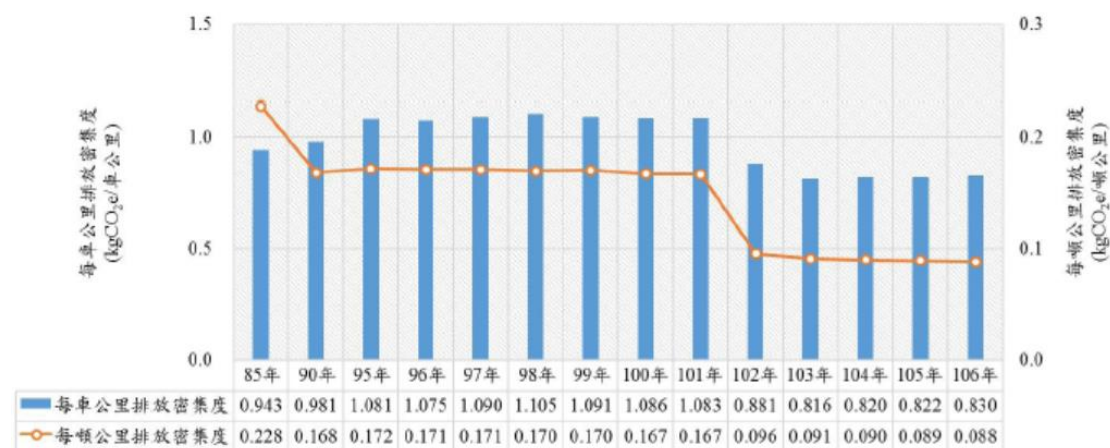
由於環境部彙編之「我國國家溫室氣體排放清冊報告」並未進一步匯算運輸部門項下各類運輸模式所產生的排放量，因此交通部運輸研究所過去曾自行推估（運研所，2018⁷⁶；運研所，2020⁷⁷）。由於推估過程使用汽車貨運運量、運距、燃油效率等資料，可自「汽車貨運調查報告」取得，惟調查中以自用貨運和營業貨運進行分類，且以車種別區分小貨車（3.5 噸以下）大貨車（3.5 噸以上）及曳引車而非三業業態，因此，計算結果以車種別呈現。

根據前期研究（運研所，2018³⁸；運研所，2020³⁹），我國公路運輸占運輸部門排放約 97%，汽車貨運又占其中約三成，而汽車貨運溫室氣體排放密集度在 2013 年明顯下降，主要是因為自該年起為符合公路法之汽車貨物運輸型態者為統計範圍，因此在「行駛里程」及「貨運噸數」等變數上分別改以貨車延車公里（非以商品延車公里）及實際載貨噸數（不含車重）為計算基礎。若排除統計造成的變化，則 2014 年相較 2013 年我國汽車貨運每車公里排放密集度約改善 7.38%，但在 2014 年後，卻呈現每年上升之現象；相反地，每噸公里排放密集度在 2014 年相較 2013 年雖然只有改善 5.20%，但 2014 年後卻呈現逐年下降之趨勢（圖 3.1-4），隱含平均行駛里

⁷⁶ 資料來源：交通部運輸研究所（2018），陸路運輸業能源消耗及溫室氣體排放推估及評估指標研析（1-2）。

⁷⁷ 資料來源：交通部運輸研究所（2020），陸路運輸業能源消耗及溫室氣體排放推估及評估指標研析（2-2）。

程縮短或載貨數量增加。推測主要原因係受到港口裝卸能量提升、轉至鄰近工業區，大型倉儲與連鎖商店興起，使得貨運業整體平均運距縮短且載貨量提高（饒志堅，2015）⁷⁸。



資料來源：交通部運輸研究所（2020）。

圖 3.1-4 我國汽車貨運業排放指標歷年變化趨勢

鑑於汽車貨運業排放監測與趨勢預估，為規劃設計淨零轉型策略之基礎，故建議應持續依據最新資料推算並更新我國汽車貨運業排放量，甚至掌握自用/營業、車重、燃料別等細部車輛型態分類之排放。由於汽車貨運排放計算需透過如車輛數、行駛里程、載貨噸數、能效與排放係數等變數推估，所需統計資料繁雜，本計畫亦視需求提出計算所需資料清單，作為後續研究參酌，以提高排放推估之準確性。

目前根據上述資料描述進行推估，將車公里÷能效×校估因子試算出基本排放結果，營業用貨車（不含租賃）占汽車貨運排放比例約為三分之一，占運輸部門比例約一成。就車種別來看，由於排除自用及租賃車，因此大貨車在車輛數、行駛里程皆遠大於小貨車，且燃油效率明顯落後，排放占比達到 9：1，若再加上載重因素會再進一步攀升，由此可知大貨車的減量成效對產業目標而言是關鍵因素。然而受限於資料精細度，無法充分掌握精確數字和校估因子，與實際排放情形可能存在落差，但可提供大致趨勢作為參考。

⁷⁸ 資料來源：饒志堅（2015），「從數字看臺灣物流市場」，主計月刊，第 711 期，頁 76-83。

表 3.1-6 我國汽車貨運歷年排放趨勢試算

年 分	汽車貨運								
	溫室氣體排 放量	自用貨車占比			營業貨車占比				占比 總計
			自用大貨 車占比	自用小貨 車占比		營業大貨車 占比	營業小貨車 (不含租賃) 占比	租賃小貨車 占比	
		萬公噸 CO ₂ e	%	%	%	%	%	%	
107 年	897.83	69.35	18.66	50.69	30.65	24.73	2.75	3.17	100.00
108 年	862.20	66.96	13.83	53.14	33.04	26.83	2.86	3.35	100.00
109 年	842.24	64.67	13.50	51.17	35.33	28.69	3.03	3.61	100.00
110 年	831.05	66.31	13.72	52.60	33.69	27.54	2.83	3.31	100.00
111 年	863.52	64.30	13.03	51.27	35.70	29.03	3.18	3.49	100.00

資料來源：本計畫推估

根據國家發展委員會於「第三期溫室氣體階段管制目標」中提供之「我國 115 年至 119 年國家社會經濟參數」推估資料，我國 2026 至 2030 年經濟成長及運輸倉儲業之實質 GDP 成長趨勢如表 3.1-4 所示。在此經濟活動強度下，本研究初估若不考慮進一步減量策略，則由此經濟活動帶動之營業汽車貨運需求在 2026-2030 年間，平均將成長 2.98%，自營貨運則成長 2.71%，兩者同期間排放量則分別成長 2.60%與 2.33%。⁷⁹顯然要在維繫經濟動能下達成汽車貨運淨零轉型，仍需要多方考量各類措施及配套。

表 3.1-7 我國 2026-2030 年經濟成長及運輸倉儲業成長趨勢

年	經濟成長 (%)	運輸倉儲業實質 GDP 成長率 (%)
2023	1.40	3.209
2024	3.35	2.13
2025	3.55	3.68
2026	3.37	2.93
2027	3.22	2.62
2028	3.12	2.35
2029	3.03	2.12
2030	2.78	1.84
2026-2030 年均成長率	3.10	2.37

資料來源：國家發展委員會（2024）

⁷⁹ 此趨勢推估系本研究利用可計算一般均衡模型（computable general equilibrium, CGE），在給定 2023-2050 年人口成長、燃料效率提升率、進口能源價格等外生變數條件下，推估 2023-2050 年經濟成長、各產業產值成長、各產業對貨運服務需求成長、貨運能源消費以及排放量的結果。

3.1.3 驅動我國汽車貨運業排放趨勢之關鍵因素分析

從 2.1.2 節彙整結果可知，在各國影響運輸需求的因素不一而足，且因時因地而變化。但透過各國趨勢可知影響因素至少來自經濟、人口、社會、運輸服務效率、駕駛行為、車輛技術、能源利用效率等層面。

在楊晴雯等人(2022)針對我國運輸部門能源消費驅動因子的研究中，指出貨運與經濟活動息息相關，小貨車之能源消費受到人均所得牽動具顯著正向影響(汽油型自用小貨車的所得彈性為 0.304，柴油型則為 0.638)；大貨車則與 GDP 具有顯著正向關係(GDP 的能耗彈性為 0.315)。而商業型態轉變則是為大小貨運之能耗帶來負向影響，大型倉儲與連鎖商店興起，使得貨運業整體平均運距縮短，使得小貨車能源消費量減少(自用小貨車能源消費量減少 0.282%，柴油型則減少 0.059%)；營業大貨車則在港口升級與轉運到鄰近工業區後，平均行駛距離下降，減少能源消費量(營業大貨車能源消費量減少 0.133%)。

顯然從我國的歷史資料觀察，商業模式與型態的轉變、區位與空間規劃的調整，都已有效的改變貨運能源消費型態，即使在經濟持續成長，貨物運輸需求繼續擴增的情況下，透過提升運輸服務效率及運輸模式搭配，仍可望邁向貨運淨零轉型之路。惟由圖 3.1-2 可知，新冠疫情可能已經改變前述關聯，產生新的關鍵因素。

表 3.1-8 影響我國貨運排放趨勢因子分析

國內分析	經濟表現		商業模式	
	人均所得彈性		能源消費量	推估原因
自用 小貨車	汽油型	0.304	-0.282%	大型倉儲連鎖興起
	柴油型	0.638	-0.059%	
營業 大貨車	GDP 能耗彈性		-0.133%	港口升級 鄰近轉運
	0.315			

資料來源：楊晴雯(2022)

3.2 我國汽車貨運淨零轉型政策與推動方式

我國亦於 2022 年發布國家淨零宣示，由國家發展委員會於 3 月 30 日公布「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」，並提出 12 項關鍵戰略，致力達成 2050 淨零之全球目標，階段目標則於 2030 年需降低 $24\pm 1\%$ （基期為 2005 年），運輸部門減量責任則尚未確立。

其中與運輸相關為戰略 7：「運具電動化及無碳化」由交通部主政辦理；另有關綠運輸相關推動策略，納入由環保署主政的戰略 10：「淨零綠生活」中之「低碳運輸網絡」，並由交通部綜整相關之淨零排放路徑、推動措施與行動方案之規劃研議事宜。因此，為協助我國汽車貨運業實踐淨零轉型，並擘劃轉型策略與具體行動方案。本研究將持續蒐研國發會、金管會、交通部、經濟部及環境部等相關部會涉及汽車運輸業淨零轉型相關措施，並納入汽車貨運業之淨零轉型與行動方案規劃中，目前蒐集我國汽車貨運業減量相關措施如下。

3.2.1 我國現行針對綠色貨運之規範機制建立

車輛推廣方面，我國尚未建置明確的發展方向及目標期程，目前為各業者自行決定汰換標準與評估、選擇並更換適合的低碳運具，政府提供相對應之補助措施以降低轉型成本。此外對於新能源車輛及技術所帶來的法制疑慮，我國主管機關也正廣泛蒐集各界意見以作為日後評估及修正採納的參考依據。

另外，在人力培訓機制方面，我國自 2010 年起由環保署（現已升格環境部）與和欣客運公司合作，透過該公司提供的駕駛行為和油耗數據，驗證環保駕駛的節能減碳成效。經濟部能源局也自 2014 年起委託財團法人車輛研究測試中心（ARTC）推動節能駕駛活動，培養運輸業的節能駕駛人才。截至目前為止，ARTC 已與超過 200 家客貨運業者合作並培育 530 名節能駕駛教官。

節能駕駛的訓練旨在教導駕駛人，使其在實際交通行駛時，有較佳的駕駛行為，以安全為考量下，能帶來省油、降低廢氣污染的效果。⁸⁰不單只

⁸⁰ 財團法人車輛測試研究中心，節能駕駛與技術運用：

<https://energy.artc.org.tw/UpFile/DownloadFile/%E7%AF%80%E8%83%BD%E9%A7%95%E9%A7%9B%E8%88%87%E6%8A%80%E8%A1%93%E6%87%89%E7%94%A8.pdf>

涉及行車駕駛，完整的節能駕駛流程包括車輛保養、行車前確認、駕駛階段與其他相關節能方式。

在日常保養上，應適時清潔或更換燃油系統元件，以提高燃燒效率，並選用原廠建議適當黏度的潤滑油，同時節合滑需求，以減少引擎運輸摩擦。空調系統亦需要定期的檢查來維持最佳狀態。

在行車前針對五油三水、胎壓進行檢查，若車輛的胎壓不足將造成輪胎變形，使其與地面接觸面積、摩擦阻力變大，進而增加油耗。此外，應於事前規劃最佳路線與出發時間，迴避塞車路線或尖峰時間，並減少不必要的負載。

而在駕駛階段，應避免怠速暖車之行為，改以低速行駛達到暖車目的；其次，在油門的控制上，應避免快速起步與急加速之行為，平順加速與輕踩油門較為安全及省油；再者，應將檔位控制在適切位置，維持引擎轉速在經濟轉速區；車速方面，於高速公路行駛時時速 100 公里較時速 80 公里耗油約多出 20%，並應盡量避免在高速行駛時開窗，以減少風阻、降低油耗。車輛臨停時，應將引擎熄火，減少怠速與引擎空轉。此外，應配合天氣狀況調整車內溫度與風量，車輛經曝曬後，可先開窗並開啟送風、將熱氣排出再啟動冷氣。行車時，應注意交通狀況、保持車距以減少急煞情形，且不應隨意變換車道，變換車道會提高加速與煞車的頻率、使燃高快速消耗。

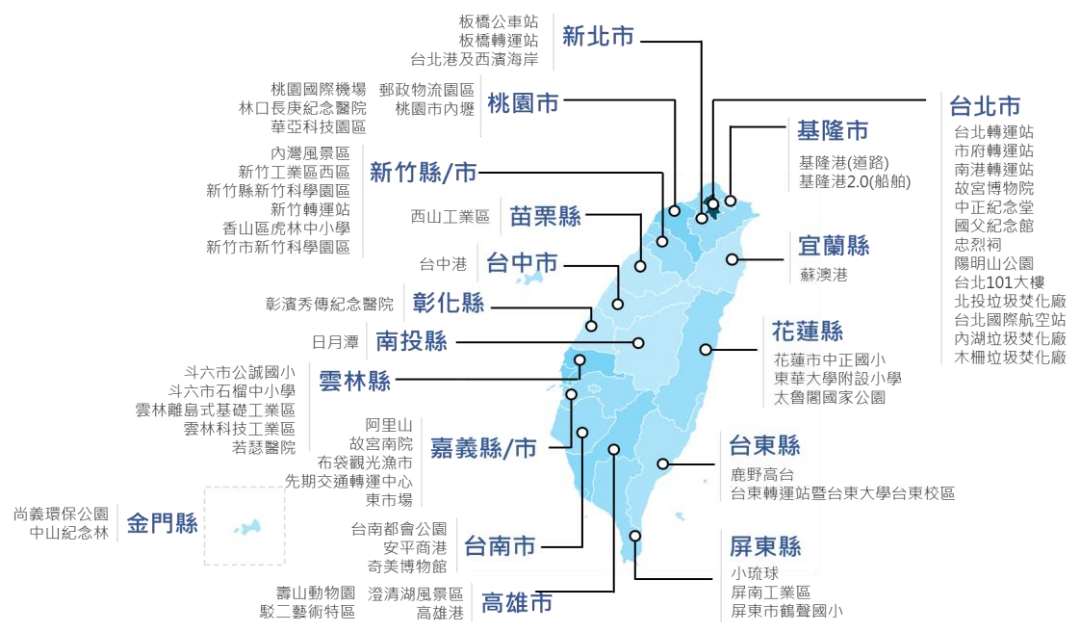
除上述保養與節能駕駛行為，駕駛可同時採取其他的節能方法，包括使用標準的輪胎而不隨意更換輪胎尺寸、於大貨車或曳引車上加裝導流板以減少風阻、採用車隊管理系統以提高派遣時效，以及選用節能車輛（如淺色系外觀、流線車頭、車重較輕、具備多檔位變速箱）並選用節能輪胎。

另外，關於碳知識教育的推動與普及化，公路局亦推動相關計畫，包含了淨零排放趨勢下的貨運減量規範、碳知識素養（碳盤查、碳足跡、碳標籤）相關制度與範疇界定說明，以及企業如何自主因應等相關作為（包含減量措施、碳權申請減量方法學等），預計在全國 7 個監理所各辦理 2 場以上（總計至少 14 場次）之貨運三業業者參與座談會，至少邀請 50 家貨運業者到場，以全面落實並普及相關知識人才培育。

3.2.2 我國現行針對綠色貨運之管理規劃作為

一、從空品維護到低碳轉型

管理層面，我國目前較為明確規劃的是區域限行制度，依據《空氣污染防治法》第 40 條規定，各級主管機關得視空氣品質需求及污染特性，因地制宜劃設空氣品質維護區，實施移動污染源管制措施。自環境部於 2020 年 8 月核定台北港為全國第一處空氣品質維護區後，全國已劃設 61 處空維區，禁止或限制高污染車輛進入。大部分座落於觀光風景區、學校醫院交通樞紐等公共服務建設，以及工業為主的港口和科學園區。



資料來源: https://air.moenv.gov.tw/EnvTopics/MobilSource_12.aspx

圖 3.2-1 我國空氣品質淨區規劃

另外，行政院於 2022 年 3 月公布「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」，並於 2023 年 4 月核定之「12 項關鍵戰略行動計畫」中，已將「低碳交通區」納入推動工作重點，確保對於國民健康、生活品質、永續發展等目標都有所提升。各地方政府也可以劃設自主的評估和管理計畫，目前六都在其淨零路徑或減碳相關自治條例中，均有規劃低碳交通區或低碳示範社區，就目前規劃情形來看，以臺北市規模最大最具企圖心，如何落實推動成為後續值得觀察的指標課題。

表 3.2-1 六都低碳交通規劃

區域	內容
臺北市	2040 年主要幹道劃設低碳交通區 2050 年全臺北市規劃低碳交通區
新北市	2030 打造八里淨零示範區
桃園市	指定特定路段、區域或時段，限制供行人徒步或行駛低污染車輛種類或排氣污染物量低於一定濃度之車輛
臺中市	自 110 年 1 月 1 日起， 得公告指定區域內禁止行駛燃油機車
臺南市	指定公告低碳示範社區 (安南九份子、歸仁高鐵特定區)
高雄市	規劃設置社區型零碳交通區

資料來源：各縣市政府白皮書及自治條例

二、公私協力之倉儲規劃

我國亦有共享物流倉推動案例，桃園市楊梅區由市政府規劃主導，以公私協力合作模式推動，作為重要物流樞紐，結合產業聚落打造智慧與共享倉儲，擁有超過 5 萬坪的智慧共享倉儲，每年減碳量約 4,600 公噸，未來可發展出超過 20 萬坪倉儲聚落，投資金額超過百億，年產值上看 50 億。共享倉儲物流模式大幅減少各供應商對倉儲的重複投資降低約 18% 的營運成本，導入自動化設備和 AI 系統以後提升理貨效率近 3 倍、減少 3 成人力，更讓揀貨工作快速上手並減少 8 成的行走距離、6 成的出倉時間，提升 10 倍出貨量。桃園市府亦積極推動低碳、智慧、共享的生態物流示範區，特色物流產業，推廣智慧、低碳倉儲，期盼在 2050 年實現物流淨零碳排，並成為全球首屆生態物流城市，實現經濟和環保的雙贏發展。⁸¹

臺中烏日則採用另一種商業模式，「物流共和國」開發項目由國泰人壽與永聯物流的合作，投入 300 億元建設 30 萬坪物流倉儲設施，佈建現代化物流園區，結合精密機械、自行車、航太、生技與醫療器材等相關產業鏈，提供高規格物流設施、研發工場、辦公室及展示空間，形成價值鏈整合平台。透過多元金融服務，提升企業競爭力及資金運用效率。為大臺中帶來高效的物流設施，推動區域產業的整合與升級，進一步支持企業的發

⁸¹ 桃園市政府 https://www.tycg.gov.tw/NewsPage_Content.aspx?n=7&s=1153485

不論何種形式，均展示了現代物流業在智慧技術與共享經濟下的成功應用，證明土地利用得當，可以成為兼顧低碳、營利及產業發展的長久之計，打造一個永續發展且多邊互惠的新模式。

3.2.3 我國現行針對綠色貨運之設備技術發展

為推動淨零轉型，政府已於 2022 年提出淨零排放路徑與十二項關鍵戰略，於運輸部門以關鍵戰略七運具電動化及無碳化為施行目標。在此目標下提供完善的設施、充足的能源供給、創新技術的應用成為是否順利推動的關鍵角色，以下就此面向相關作為分別描述。

一、充電樁建置

截至 113 年 9 月底，全台已設置公共充電樁慢充 7,348 槍與快充 2,249 槍，後續將經由「公共充電樁設置及區域充電需求評估計畫」，對地方政府增設充電樁予以補助，預計往後將增設慢充 4,555 槍、快充 546 槍（交通部，2024）。同時，配合交通部政策，台灣中油公司亦規畫 2021 年至 2025 年完成 28 站 80 槍電動車快速充電槍，2021 年至 2023 年已完成 10 站 48 槍快充並於後續兩年預計再完成 18 站 32 槍的快充（台灣中油，2024）。此外，為提升電動車停車之便利性，交通部於 112 年 9 月 13 日發布「電動汽車充電專用停車位及其充電設施設置管理辦法」，依法要求公共停車場須設置一定比例之電動汽車充電專用停車位及其充電設施，公有停車場 2%，私有停車場 1%（全國法規資料庫，2023）。

對於未來之充電樁設置規劃，交通部亦於臺灣 2050 淨零轉型「運具電動化及無碳化」關鍵戰略行動計畫（核定本）擬定相關之計畫與目標，如：補助地方政府擴增公共能源補充設施場域、於工業園區、科技產業園區、國營事業所管轄場域、會展中心、水利設施景點與電動車經銷維修體系等場域推動充電樁設置，詳見 2025 與 2030 年目標參照表。

地方政府於 2050 淨零規劃中，運輸部分亦有提出相關之目標與進程。

⁸² 國泰金控

https://www.cathayholdings.com/holdings/lastest_news/news_archive/newsarticle?newsID=Xltu4XWwlEC3_lZEwZta5A

臺北市政府於臺北市 2050 淨零行動白皮書 2.0 說明於 2030 年設置 2,000 個充電車格，其中 10%為快充；2040 年設置 10,000 個充電車格，其中 30%為快充；2050 年設置 20,000 個充電車格，其中 50%為快充。於氢能目標方面於 2030 年、2040 年與 2050 年分別設置達到 2 處、10 處與 20 處之加氫站，並於 2040 年導入商用之電動貨車與氢能車，並於 2050 年擴大推動氢能車輛使用（臺北市政府，2022）。臺中市政府於臺中市淨零排碳路徑規劃於 2030 年設置汽車充電站 2,000 座，其中 10%為快充；2040 年置汽車充電站 10,000 座，其中 30%為快充；2050 年置汽車充電站 20,000 座，其中 50%為快充。

表 3.2-2 我國國道充電樁佈建情形

國道	服務區/ 休息站	充電車 位數量	充電槍規格			功率及數量
			CCS1	CCS2	TPC	
1	中壢	10	5	5	◎	360kW*5
	湖口(南)	6	2	3	2	350kW*2、Tesla V3*3
	湖口(北)	6	2	3	2	350kW*2、Tesla V3*3
	泰安(南)	8+2 *	5	5	◎	350kW*5
	泰安(北)	10	5	5	◎	350kW*5
	西螺(南)	6	3	3	◎	350kW*1、200kW*2
	西螺(北)	8	4	4	◎	350kW*1、200kW*3
	西螺(北)	4	2	2		200kW*2
	新營(南)	2 *	1	1		200kW*1
	新營(北)	2 *	1	1		200kW*
	仁德(南)	6	3	3	◎	350kW*3
	仁德(北)	4	2	2	◎	350kW*2
3	關西	8+2 *	5	5	◎	350kW*5
	西湖(南)	8	4	4	◎	360kW*4
	西湖(北)	8	4	4	◎	360kW*4
	清水	6	2	3	2	350kW*2、Tesla V3*3
	南投	10	5	5	◎	360kW*5
	古坑	4	2	2	◎	350kW*1、200kW*1
	東山	6	2	3	2	350kW*2、Tesla V3*3
	關廟(南)	6	3	3	◎	360kW*3
	關廟(北)	6	3	3	◎	360kW*3
5	石碇	6	3	3	◎	350kW*1、200kW*2
	蘇澳	4	2	2	◎	350kW*2
6	東草屯	6	3	3	◎	360kW*3

*可提供大型車充電

◎現場備有 CCS1 轉 TPC 轉接頭

資料來源：交通部公路局（2024）

表 3.2-3 充電樁關鍵績效指標與目標

績效指標		評估方式	衡量指標	至 2024 年目標值
1	公共充電樁(慢充)數	統計數據	建置數量	4000 槍
2	公共充電樁(快充)數	統計數據	建置數量	400 槍
3	區域充電設施設置需求評估		評估成果	完成評估
計畫		2025 目標		2030 目標
推動交通運輸節點設置公共充電樁		補助量：慢充樁 4,000 槍、快充樁 400 槍 總數量：慢充樁 6,000 槍、快充樁 500 槍		隨充電環境建立及電動車數量提升，帶動民間擴建私有或公共充電設施
推動停車收費柱與充電樁共樁計畫				
補助地方政府新增擴充能源補充設施場域		400 處	-	
輔導推廣工業園區廠商設置充電樁計畫		慢充 64 槍、快充 30 槍	持續輔導推廣區內廠商設置	
推動科技產業園區設置公共充電樁		慢充 4 槍、快充 2 槍	廠商擴建私有充電設施	
輔導科學園區廠商設置充電樁計畫		廠區內停車場設置充電設施至少 2%		
推動國營事業所轄場域設置公共充電樁		慢充 74 槍、快充 176 槍	持續篩選所屬場域規劃建置	
推動會展中心設置公共充電樁		慢充 61 槍、快充 11 槍		
推動商業設施設置公共充電樁		持續輔導推廣業者設置		
推動水利設施景點設置公共充電樁		慢充 10 槍、快充 27 槍		
推動電動車經銷維修體系設置充電樁		銷售據點及維修保養廠所設置充電樁處所比例 95%		銷售據點及維修保養廠所設置充電樁處所比例 100%

資料來源：交通部公路局（2022）、淨零關鍵戰略核定本

二、氫能整備

氫能應用方面，根據國家關鍵戰略二之規劃，將以能源供應為首要目標。關於交通運輸之應用，將進行氫能載具運輸示範，以驗證氫能巴士為運行項目，先透過大客車之示範計畫與加氫站示範先行試驗，決定後續技術層面積執行應用方向後逐步擴大推廣。對於長期發展(2031-2050)方向，將持續推動氫能車輛之普及化，同時培養相關維修技術人員，逐步發展氫能應用。

交通部於 2024 年 3 月 25 日訂定《交通部氫燃料電池大客車試辦運行計畫申請者資格及補助審查作業要點》，補助地方政府結合客運業者試辦氫燃料電池大客車。目前雖然我國尚未完成加氫站之建設，為協助氫能基礎建設建置，經濟部能源署分別於 2023 年 7 月與 11 月發布《指定氫燃料為能源管理法第二條第六款之能源》與《加氫站銷售氫燃料經營許可管理辦法》，以符合法律規範。

對於未來中重型及長途貨運之氫能基礎設施需求，中油公司目前已完成加氫示範站建置評估，規劃引進首座可移動式加氫站，首座加氫示範站設置地點預計落腳於南部地區，預計 2024 年底完工營運，後續亦會依政府氫燃料電池大客車路線規劃，進行加氫站設置評估（台灣中油，2024）。關於地方政府設置目標，臺北市於低碳交通路徑與策略中提出，於 2030 年設置加氫站 2 處、於 2040 年設置 10 處、至 2050 年設置 20 處。

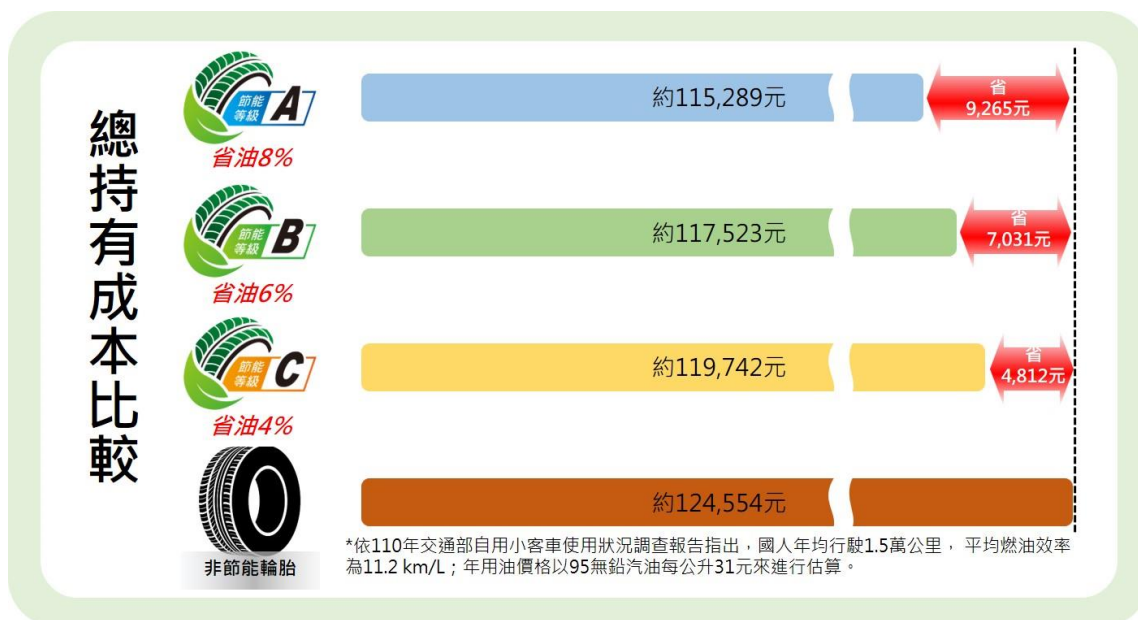
三、車輛技術發展與資訊輔助系統

對於資訊系統與增值服務，實際應用於港區營運面，由於我國港口腹地狹小，常面臨等待貨櫃時必須久候造成塞港，目前已導入預約系統，駕駛人可提前在系統內登記收取件時段和貨櫃編號，提前進行調度作業安排，提升港口運作效率減少港口車輛等待時間，減少非必要的油耗碳排放。

民間企業方面，國內亦有軟體服務開發商針對貨運提供智慧化運輸服務，包含設定載重配置、計算坡度、溫度及風向，透過即時影像辨識及相關偵測系統獲得較為完善和精準的路線規劃和排放計算，嚴格控管並以碳排放最小化為設定指標，隨著技術日漸普及與強大，可能帶來更為優異的使

用體驗並吸引更多廠商投入。⁸³

目前政府也積極推廣「節能輪胎」的使用，由經濟部能源局與 ARTC 合作成立「節能輪胎產業聯盟」，給予節能輪胎「節能輪胎標誌」，並將節能胎分級為 A、B、C 三級。⁸⁴節能輪胎試圖在兼顧抓地力的同時，藉由改變胎面膠料、胎體結構、胎面花紋等方式來降低車輛行駛時的滾動阻力，可達到提升燃油效率、降低碳排的效果。依據貨運業者使用經驗，節能輪胎在長途行駛的模式下效果更佳，是故在考量換胎成本的形況下會優先使用在長途運輸的大型貨車上。



資料來源：財團法人車輛研究測試中心

圖 3.2-2 節能輪胎持有成本與節油效益

3.2.4 我國現行針對綠色貨運之財政措施

一、電動物流車補助計畫

我國於 2022 年 9 月核定了經濟部「電動物流車補助計畫」，旨在推動電動物流車產業亮點示範，協助國內車輛產業發展。該計畫規劃運用經濟

⁸³ 天眼衛星科技（2024）。ESG 智慧運輸物流永續管理

⁸⁴ 許祖菱（2020），節能輪胎普及率近 4 成 性能不輸一般胎 買下去一年就回本，環境資訊中心：<https://e-info.org.tw/node/226987>。

部產發署的產創平台主題式研發計畫，由車廠及物流業者聯合提案，結合車型開發與物流車隊示範運行。由車廠負責國產車輛開發；由物流業者於物流倉儲中心或集發貨站，提出充電環境布建、智慧排程、車隊管理、調度系統等解決方案，成為示範案例。此主題式研發計畫「電動商用車智慧運營驗證計畫」已於 2023 年完成前期規劃準備作業與促案，並於 2024 年 3 月核定名單。⁸⁵

「電動商用車智慧運營驗證計畫」於 2024 年至 2026 年運行，共有兩案：A 類為整車開發類、B 類為營運系統開發類。⁸⁶A 案主要以車輛國內自主開發為主，並以國內組建供應鏈之電動車輛為主體，搭配國內物流商，於國內物流場域導入車輛保修系統、電能補充系統、智慧排程、車輛調度管理系統及發貨系統等。此案由中華汽車為主題廠商，並與新竹物流、米特交通、微笑單車共同合作申請，其中藉由此一計畫新竹物流預計向中華汽車採購 30 台 3.5 噸電動小貨車進行試行。

B 案則計畫於國內物流場域，導入國內外各式電動車輛，結合於國內開發之各式管理平台及電能補充設備，驗證物流場域實際示範運行累積之實務經驗，改善運輸效率減少碳足跡。同時，希望透過國際物流業者的引導，將管理平台整案輸出，藉此帶動國產電能補充設備及電動車輛外銷機會。此案由威剛科技偕同祥億汽車貨運、嘉里大榮申請補助，其中威剛科技負責營運系統平臺之開發，而嘉里大榮預計採購 3 台國瑞 3.5 噸電動小貨車，搭配威剛科技旗下之威速登所研發的電動三輪車進行綜合試營運。

政府於計畫內撥補 2 億 500 萬元用於推動電動小貨車輛點示範案例，針對廠商所提之「人、旅、材、維、業」等項目進行計畫內補助，而非直接給予物流廠商購車補助。

二、其他財政誘因

我國於 2023 年 1 月 10 日由立法院三讀通過《氣候變遷因應法》，宣示於 2050 達成淨零家園之國政目標，責成交通部、經濟部、環境部主、協辦運輸部門零碳轉型計畫。針對運輸部門，明定「事業製造或輸入中央主管機關指定之車輛供國內使用者，其車輛排放溫室氣體，應符合效能標

⁸⁵ 經濟部（2022），「電動物流車補助計畫」（核定本）。

⁸⁶ 經濟部（2023），「電動商用車智慧運營驗證計畫」公告。

準。」交通部積極推動各項運具轉型措施，發布「臺灣 2050 淨零轉型運具電動化及無碳化關鍵戰略行動計畫」，促進國內車輛運具電動化及無碳化發展。其中包含扶植國產電動貨車量能、透過退稅或政府補助手段加速老舊燃油貨車汰換。

（一）老舊車汰舊換新獎勵

依據「老舊車輛汰舊換新空氣污染物減量補助辦法」及「老舊汽車汰舊換新溫室氣體減量獎勵辦法」，若汰舊燃油車換電動車，可獲得「減空污補助」、「減碳獎勵」兩個項目不同金額補助；老車汰舊換新補助的獎勵期間自 2023 年 1 月起至 2024 年 12 月 31 日止。空污補助主要規範各車種（包括機車、小客貨車及大客貨車）、減碳獎勵規範車種為小客貨車，如果民眾淘汰舊車換購電動車輛或低碳排車輛後，如將其減量效益歸屬給環保署，將依減空污、減碳項目及換新車種不同，可獲得不同金額補助，例如淘汰老舊汽油小客貨車並購買電動車輛，可取得 57.07 公斤揮發性有機物的減污效益及 19.3 公噸二氧化碳當量減碳效益，同意移轉環保署後，則可獲得空污補助新臺幣 2,000 元及減碳獎勵 1 萬 2,000 元。若再加上申請廢車回收的獎金 1,000 元，總共就可以獲得 1 萬 5,000 元的獎勵補助。

2023年老舊車輛汰舊換新新制				
4大車種金額方案 2擇1 一張圖帶你輕鬆算				
		減碳	減空污	既有回收獎勵
機車 燃油換電動	A方案 環保署	1,000元	1,000元	
	B方案 開發單位	1,500元	2,000元	
		+ 300元		
		=		至少可領
				2,300元
小客貨車 汽油換電動	A方案 環保署	12,000元	2,000元	
	B方案 開發單位	12,000元	5,000元	
		+ 1,000元		
		=		至少可領
				15,000元
小客貨車 柴油換電動	A方案 環保署	15,000元	2,000元	
	B方案 開發單位	15,000元	7,000元	
		+ 1,000元		
		=		至少可領
				18,000元
大客貨車 老舊換六期柴油	A方案 環保署		30,000元	
	B方案 開發單位		190,000元	
		+ 1,000元		
		=		至少可領
				31,000元
				191,000元

行政院環境保護署
Environmental Protection Administration
Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

補助金額：以每車輛車計算

屬96.6.30前的老舊機車報廢，於112年底前可再加領2,000元汰換補助

資料來源：環境部新聞專區

圖 3.2-3 環境部老舊車輛汰舊換新新制

（二）老舊大型車報廢換購新大型車貨物稅減免

財政部亦推行「老舊大型車報廢換購新大型車減徵退還新車貨物稅辦法」，自 2017 年 8 月 18 日起至 2026 年 12 月 31 日止，符合條件之老舊大型車於報廢時，產製廠商或進口人得申請減徵退還新大型車貨物稅，最高可減徵退還 40 萬元。

另外，依據經濟部能源署車輛耗能新標準規定，廠商製造或進口汽（柴）油引擎小貨車（總重量在二千五百公斤以下）、小客貨兩用車及小客車（非轎式、非旅行式），自 2022 年 1 月 1 日起，加權平均能效標準應符合下列標準：

表 3.2-4 汽（柴）油引擎小貨車、小客貨兩用車及小客車加權平均能效標準

車輛參考車重等級（公斤）	加權平均能效標準（公里／公升）
850 以下	18.6
850~965	18.6
965~1080	18.6
1080~1190	17.8
1190~1305	17.0
1305~1420	16.3
1420~1530	15.7
1530~1640	15.1
1640~1760	14.6
1760~1870	14.0
1870~1980	13.5
1980~2100	12.9
2100~2210	12.5
2210~2380	12.2
2380~2610	11.4
2610 以上	11.0

資料來源：車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法

若銷售車輛符合中央環境保護主管機關訂定之交通工具空氣污染物排放標準中之貨車標準者，加權平均能效標準還可再放寬每公升約 1 至 3 公里。且廠商研發足以提升車輛燃油效率，顯現其節能功能之環保創新技術或產品，經中央主管機關認可並核給一定數額之加權平均能效者，廠商得加計於其銷售車輛之加權平均能效。相關耗能新標準亦將有助於促進車輛製造商、進口商研發、引進更多低排放之貨車。

（三）牌照稅及汽車燃料使用費優惠

電動車銷售規模日漸成長，為鼓勵社會大眾「環保節能」，政府提出：電動車採用免徵「牌照稅」與「汽車燃料使用費」的優惠措施。財政部於 2021 年拍板定案《使用牌照稅法》修正條文，將電動汽車和電動機車的牌照稅免徵延續至 2025 年 12 月 31 日，未來如恢復電動車徵收，依使用牌照稅法第六條將電動車以馬達最大馬力為標準，劃分出電動小客車、電動機車、電動大客車及貨車的級距稅額表。

汽車燃料使用費則是依據公路法第 27 條規定徵收，係作為公路養護、修建與安全管理之用，主管機關為監理機關。目前完全以電能為動力之電動汽車免徵汽燃費。至於電動車何時徵收汽燃費，交通部將綜合考量電動車輛發展情形及增長數量，觀察汽燃費收入是否足以支應地方公路養護管理需求，及電動車輛其他稅費優惠（如牌照稅免徵）期程以研議課徵時機。

3.2.5 我國綠色經濟及永續金融法制下的汽車貨運發展

對於受到企業高度關注的永續金融及財政補助方面，我國已有初步的指引和規劃，大致作法如下

一、我國永續經濟活動認定參考指引

金管會參考歐盟、新加坡、東協永續金融分類法的相關規範，並與產業界、相關部會討論後，於 2022 年 12 月 8 日公告第一版「永續經濟活動認定參考指引」。該指引先以部分製造業（水泥、玻璃）、營造建築與不動產業、運輸與倉儲業為核心，鼓勵投融資者依照該指引判斷這些產業的經濟活動是否對環境與社會要素「有利無害」，並作為投融資的決策參考。

同時金管會也鼓勵金融業利用此指引對企業客戶議合，針對尚未符合標準，但有具體轉型計畫的企業，在風險可控下給予資金支持。目前金融相關公會均已修正相關自律規範，對帶動企業永續發展及減碳轉型具有正面效益。

此外，並於金融業自律規範中，鼓勵其參考永續經濟活動認定參考指引，進行投融資評估及決策、商品設計及與企業議合。例如證交所修正「證券商內部控制制度標準規範」、期交所修訂「期貨商內部控制制度標準規範」，將企業執行 ESG 及因應氣候變遷等情形列入自營選股、股東會投資政策及議合等，其中已明定業者可參考「國內外永續分類標準相關規範」訂定 ESG 風險指標及評估方法。同時，壽險公會修正「保險業辦理徵信、核貸、覆審等作業規範」、銀行公會修訂「中華民國銀行公會會員授信準則」，推動金融業將永續經濟活動認定參考指引作為徵授信、審核之參考。

（一）永續經濟活動之認定方法

本指引以「對任一環境目的具有實質貢獻，且未對其他環境目的及社會保障造成重大危害」之條件，作為永續經濟活動之認定方法。所列經濟活動及判斷基準係依據國內現行技術、資訊及法規要求，針對個別經濟活動之特性而訂，將「六項環境目的」轉化為可具體衡量的條件及標準。本指引目前先就「氣候變遷減緩」之環境目的訂有「具實質貢獻之技術篩選標準」作為判斷基準，至其他五項環境目的則以「未造成重大危害」為原則。本指引目前未涵蓋國內所有產業及經濟活動，亦並非所有產業及經濟活動皆適用本指引之認定方法，因此未列入本指引之經濟活動，不代表其非屬永續經濟活動。目前適用本指引之經濟活動分為二類：「一般經濟活動」及「前瞻經濟活動」。

一般經濟活動同時符合下列3項條件，始稱為「永續」：



資料來源：金管會永續經濟活動認定參考指引簡報

圖 3.2-4 永續經濟活動之認定方法

1. 對「氣候變遷減緩」具有實質貢獻

本指引針對個別一般經濟活動訂有技術篩選標準，作為對氣候變遷減緩具有實質貢獻的判斷基準。

2. 未對其他五項環境目的造成重大危害

判斷原則為未因違反相關法規而受目的事業主管機關重大裁處。所稱重大裁處，如目的事業主管機關訂有標準，則依其標準，如未訂有標準，則指最近一年內因違反相關法規，致有下列情事之一者：造成公司重大損害或影響者；經有關機關命令停工、停業、歇業、廢止或撤銷污染相關許可證者；單一事件罰鍰金額累計達新臺幣壹佰萬元以上者。

3. 未對社會保障造成重大危害

符合國內法效力之聯合國人權相關公約，且未因違反國內勞工相關法規而受目的事業主管機關重大裁處為原則，所稱重大裁處認定方式如上述。

(二) 貨運汽車運輸技術篩選標準

對氣候變遷減緩具實質貢獻，係指以人為方式減少排放源溫室氣體排放或增加溫室氣體吸收儲存。貨運汽車運輸經濟活動屬於本指引之一般經濟活動，如符合以下其中 1 項技術篩選標準，即可認定對氣候變遷減緩具

實質貢獻。

1. 使用零直接二氧化碳排放車輛（包括氫、燃料電池、電動等）。
2. 每噸公里溫室氣體排放量為 50gCO₂e/噸公里以下。

（三）衡量方式

企業衡量營運之主要經濟活動或專案項目符合本指引情形之方式如下：

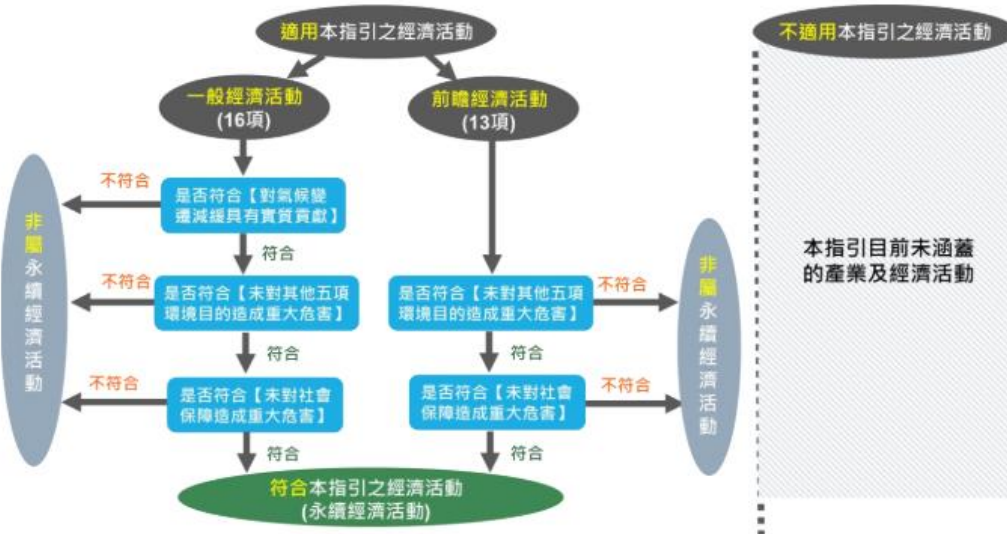
1. 企業辨識主要經濟活動或專案項目是否為「適用本指引之經濟活動」。如是，則續行下步驟。如否，屬「不適用本指引之經濟活動」，尚毋需依本指引判斷是否符合永續經濟活動。
2. 企業針對「適用本指引之經濟活動」中屬「一般經濟活動」者，逐一檢視是否符合下列 3 項條件，俾判斷是否為永續經濟活動。屬「前瞻經濟活動」者，第 1 項條件為直接符合，僅須檢視是否符合第 2 項及第 3 項條件：
 - 第 1 項條件：該經濟活動在「對氣候變遷減緩具有實質貢獻」部分，是否符合所列技術篩選標準。如是，則續行下步驟。如否，則該經濟活動非屬永續經濟活動。
 - 第 2 項條件：該經濟活動在「未對其他五項環境目的造成重大危害」部分，逐一檢視是否針對其他五項環境目的，均未有因違反所列法規而受目的事業主管機關重大裁處之情形。如均未受重大裁處，則續行下步驟。如受有重大裁處，則該經濟活動非屬永續經濟活動。
 - 第 3 項條件：該經濟活動在「未對社會保障造成重大危害」部分，是否未有因違反所列法規而受目的事業主管機關重大裁處之情形。如未受重大裁處，則表示該項經濟活動為「永續經濟活動」。如受有重大裁處，則該經濟活動非屬永續經濟活動。

企業可依其經濟活動「適用」與「符合」前揭 3 項條件之情形，以及有無具體改善或轉型計畫，判斷該經濟活動之永續程度，分為「符合」、「努力中」、「改善中」、「不符合」及「不適用」五類：

- 「符合」：指該經濟活動已符合本指引之三項條件。
- 「努力中」：指該經濟活動未對其他五項環境目的及社會保障造成重

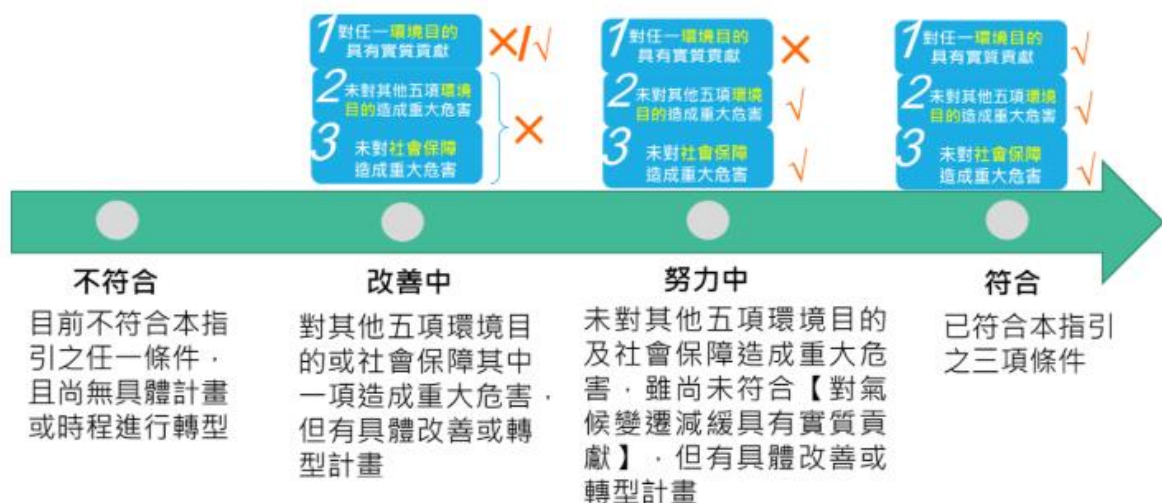
大危害（符合第 2 項及第 3 項條件），雖尚未符合第 1 項條件（對氣候變遷減緩具有實質貢獻），但企業已訂有具體改善或轉型計畫以達到第 1 項條件。

- 「改善中」：指該經濟活動對其他五項環境目的或社會保障其中一項造成重大危害（不符合第 2 項或第 3 項條件），但企業已訂有具體改善或轉型計畫，以達到「努力中」或「符合」的程度。
- 「不符合」：指該經濟活動目前不符合本指引之任一條件，且企業尚無具體計畫或時程進行轉型。
- 「不適用」：指經濟活動目前未納入本指引之經濟活動範圍。



資料來源：金管會永續經濟活動認定參考指引簡報

圖 3.2-5 企業衡量經濟活動符合本指引 3 項條件之方式



資料來源：金管會永續經濟活動認定參考指引簡報

圖 3.2-6 企業衡量經濟活動永續程度

二、永續經濟活動認定參考第二版指引

金管會於 2024 年 3 月表示，為協助金融業成為企業朝向永續減碳轉型的助力，已於 2023 年至 2024 年辦理相關委外研究案，並預計將於 2024 年底公布「永續經濟活動認定參考第二版指引」，內容除了針對第一版未納入的部分製造業（包括紡織、造紙、化學、鋼鐵、半導體、面板、電腦及其週邊設備）、資源循環業、金融保險業及農林業研訂對環境與社會「有利無害」的相關標準之外，亦將針對第一版所提出之相關內容進行精進，雖截至目前（11 月）為止，金管會尚未正式發布永續經濟活動認定參考第二版指引，但透過其公布之「精進我國永續經濟活動認定參考指引」委外研究報告，或許可以初步了解貨運汽車運輸業在第二版指引中，可能會精進的內容。

（一）企業衡量是否符合永續經濟活動方式修訂

1. 將「生物多樣性及生態系統的保護與復原」更名為「生物多樣性保育及復育」，該研究報告參考農業部生物多樣性研究所所提供之意見修訂六項環境目的名稱，修訂後的六項環境目的分別為氣候變遷、氣候變遷調適、水及海洋資源的永續性及保育、轉型至循環經濟、污染預防與控制、生物多樣性保育及復育。
2. 將第 2 項條件「不能對其餘五項環境目的造成重大危害」改為「不能對所有六項環境目的造成重大危害」，以達到經濟活動不應對任一環境目的造成重大危害的永續精神。

（二）貨運汽車運輸技術篩選標準精進

跟據該研究報告中所述，針對貨運汽車運輸技術篩選標準，其建議沿用永續經濟活動認定參考指引第一版兩項技術篩選標準，並新增取得環境部審查之碳足跡減量標籤使用權、加入 EV100 行動倡議並通過 Climate Group 年度審核、達成年度目標等三項技術篩選標準，共計五項技術篩選標準；針對貨運汽車業運輸若要對氣候變遷減緩不具重大傷害，除應符合未有永違反《氣候變遷永應法》等相關法規受目的事業主管機關重大裁處之外，尚需符合（1）車輛不可為運輸化石燃料專用車輛、（2）車輛輪胎應取得「經濟部能源署之節能輪胎標誌」C 級以上、（3）車輛需符合「中華民國能源效率標示」之車輛能源效率標示 4 級（含）以上之標準；（2.5 噸

以上車輛待其能耗標準頒布後始適用，未頒布前直接以出廠車齡認定：2.5 噸（含）以上至 5 噸以下，車齡需在 10 年（含）內；5 噸（含）以上，車齡需在 12 年（含）內）。

另外，報告中提到在專家諮詢會議中，相關業者反映其普遍無法在可負擔的價格範圍內購得電動化貨車來替代其目前正在使用的燃油貨車，而這將可能導致業者無法達到「對氣候變遷減緩具有實質貢獻指標」的規範標準，為此，研究報告建議增設「污染預防與控制」項目下之相關實質貢獻指標，期許貨運汽車業者能透過更多的面向來持續精進其經濟活動，並使其達到永續經濟活動的標準。貨運汽車業者若要對污染預防與控制具有實質貢獻，應符合（1）車隊所屬車輛 100% 符合六期（含）以上之排放標準、（2）車輛所屬車隊近三年平均汰除與新購之車輛數符合六期以上（含）排放標準車輛數等。

表 3.2-5 我國貨運汽車運輸之技術篩選標準

行業分類和經濟活動					
行業大類		運輸及倉儲業			
主計總處代號	大類	中類	小類	細類	行業名稱
	H	49			路上運輸業
			494	4940	汽車貨運業
		52			運輸輔助業
			523		貨運承攬業
				5231	路上貨運承攬業
說明		小貨車或中大型貨車運送貨物或貨櫃，搬家服務亦歸入本類。例如汽車貨運業、汽車貨櫃貨運業、運輸補助業。			
實質貢獻的判斷基準（SC）					
氣候變遷減緩	沿用	1. 零直接二氧化碳排放車輛（氫、燃料電池、電動）符合標準。 2. 每噸公里溫室氣體排放量為 50ge/噸公里以下。			
	建議新增	~~3. 取得經環境部審查之碳足跡減量標籤使用權。（刪修）~~ 4. 加入 EV100 行動倡議，並通過 Climate Group 年度審核、達成年度目標。 5. 加入 EV100+行動倡議，並通過 Climate Group 年度審核、達成年度目標。			
氣候變遷調適		（尚無）			
水及海洋資源的永續性及保育		（尚無）			
轉型至循環經濟		（尚無）			
污染預防與控制		符合以下標準之一： 1. 車隊所屬車輛 100%符合六期（含）以上之排放標準 2. 車輛所屬車隊近三年平均汰除與新購之車輛數符合六期以上（含）排放標準車輛數，其中汰除新購率之閾值與計算如下： （1）小貨車：汰除與新購二者合計之比率達 8%以上。 （2）大貨車：汰除與新購二者合計之比率達 12%以上。 *汰除新購率計算如下： 汰除新購率=（汰除之車輛數+符合六期（含）以上新購車輛數）/去年底總車輛數			
生物多樣性保育及復育		（尚無）			

未造成重大危害（DNSH）	
氣候變遷減緩	除符合未有永違反《氣候變遷永應法》等相關法規受目的事業主管機關重大裁處外，尚需符合以下三項標準： 1. 車輛不可為運輸化石燃料專用車輛。 2. 車輛輪胎應取得「經濟部能源署之節能輪胎標誌」C 級以上。 3. 車輛符合「中華民國能源效率標示」之車輛能源效率標示 4 級（含）以上之標準；（2.5 噸以上車輛待其能耗標準頒布後始適用，未頒布前直接以出廠車齡認定：2.5 噸（含）以上至 5 噸以下，車齡需在 10 年（含）內；5 噸（含）以上，車齡需在 12 年（含）內）。
氣候變遷調適	未有因違反《水土保持法》受目的事業主管機關重大裁處。
水及海洋資源的永續性及保育	未有因違反《水利法》、《自來水法》、《再生水資源發展條例》、《飲用水管理條例》、《海洋污染防治法》、《海岸管理法》等相關法規受目的事業主管機關重大裁處。
轉型至循環經濟	未有因違反《資源回收再利用法》、《廢棄物清理法》、《毒性及關注化學物質管理法》、《共通性事業廢棄物再利用管理辦法》、《經濟部事業廢棄物再利用管理辦法》、《農業事業廢棄物再利用管理辦法》、《餐館業事業廢棄物再利用管理辦法》、《交通事業廢棄物再利用管理辦法》、《醫療事業廢棄物再利用管理辦法》、《菸酒事業廢棄物再利用管理辦法》、《科學園區事業廢棄物再利用管理辦法》、《行政院環境保護署事業廢棄物再利用管理辦法》、《通訊傳播事業廢棄物再利用管理辦法》、《教育部事業廢棄物再利用管理辦法》、《營建事業廢棄物再利用管理辦法》、或《公共下水道污水處理廠事業廢棄物再利用管理辦法》等相關法規受目的事業主管機關重大裁處。
污染預防控制	未有因違反《空氣污染防制法》、《室內空氣品質管理法》、《水污染防治法》、《土壤及地下水污染整治法》、《飲用水管理條例》、《廢棄物清理法》、《毒性及關注化學物質管理法》、《噪音管制法》、《環境影響評估法》、《環境用藥管理法》等法規受重大裁處。
生物多樣行保育及復育	未有因違反《國家公園法》、《文化資產保存法》(自然地景部分)、《野生動物保育法》、《森林法》、《海岸管理法》、《濕地保育法》、《環境影響評估法》等相關法規受目的事業主管機關重大裁處。

資料來源：永續經濟活動認定參考指引

3.3 我國汽車貨運業因應策略及轉型現況

3.3.1 企業轉型壓力源盤點

隨著永續發展成為全球共識，各國政府祭出多元政策以達成淨零排放，不論是基於經營策略趨向國際趨勢，或站在成本控管角度被迫進行減碳，在時間推移下企業所面臨的轉型動力將在未來持續擴大。為了解汽車貨運業的轉型過程，本節將首先綜合國際文獻及訪談內容，歸納促進企業轉型的動力來源。

一、外部壓力

永續淨零起源於國際倡議，可預期企業受到的外部壓力會是主要的動力來源。在巴黎協定與聯合國永續指引等國際公約下，愈來愈多國家宣示在 2050 年達到碳中和，商業行為的減碳目標與措施將成為各國政府投入的重點。對企業而言，當淨零碳排逐漸成為國際趨勢，為保有國際競爭力其勢必需要實施減碳，另一方面國際趨勢也能逐漸形塑綠色市場，為企業帶來新的市場機會，與此同時企業聲譽隨之提升，助於擴大綠色機會。雖然目前各國尚無針對陸上貨運的強制約束，但部分國家已經將海空運輸納入碳交易機制，預期陸上運輸會在中期成為後續減排的規範對象。

我國亦於 2022 年提出 2050 年淨零排放目標，其中運輸部門溫室氣體排放須從 2019 年之 35Mt 下降至 2050 年接近零排放水準。而目前新政府延續低碳運輸的相關策略，新的減量目標預計將逐漸提升，占運輸部門約 3 成排放的貨物運輸領域需要祭出更多的手段、投入更多的資源進行減碳，預計我國的陸上貨運將在中期成為後續的減排對象。

當國際趨勢及特定政策影響到部分產業與企業，在全球經濟緊密連結下，減碳壓力也將透過供應鏈途徑擴大至相關企業，擁有減碳壓力之企業可能會開始要求上、下游廠商進行碳盤查或減碳措施，而客戶或品牌商亦可能尋求已進行減碳作為的廠商，是故許多企業雖未被政府納管卻仍需進行一定程度的淨零轉型來保有商業優勢。我國目前來自供應鏈的減排需求集中於少數位在國際品牌供應鏈上的廠商，其多有自主車隊或固定合作貨運業者，受到相關壓力的業主數量上相對較少，預計來自供應鏈的要求將在中長期出現。

我國目前對於貨運業者的相關規範以車輛能效標準及排放管制為主，包含燃油車逐步汰換為六期車輛、導入潔淨能源運具等，尚未針對溫室氣體排放強制汰換車輛，亦未要求汰換低碳車輛。車輛汰換多由業者依車輛年限自行制定企業淘汰標準。參考國際趨勢，法規壓力可能於中期搭配其他獎勵措施或區域限行等策略，促進低排放或零排放運具的推動。

而我國也存在自身的碳定價機制，規劃針對溫室氣體年排放量達 2.5 萬公噸 CO₂e 以上之電力、燃氣供應業及製造業課徵碳費，將於 2025 年開始計算並於 2026 年開始徵收。不過，目前課徵對象未包含運輸業，亦暫不採計範疇三，未來是否會將其納入仍存在不確定性。對貨運業者而言，需先留意受到製造業託運者議價能力較高、壓縮利潤空間的可能性。預計此類壓力將於短期內出現。

目前尚有金管會針對上市櫃公司的碳盤查要求，其依照資本額級距分批揭露盤查與永續相關資訊，促進大型企業邁入淨零轉型的第一步。然而，貨運業者的上市櫃公司比例較低，僅少數的大型企業受到管制，影響程度有限，後續須觀察上市櫃企業對於範疇三之運輸排放的減量要求。

二、內部壓力

部分廠商為善盡社會責任、提升企業形象，已開始研提 ESG 永續報告書、氣候相關財務揭露、並加入行動倡議等，少數規模較大的企業已宣示減量目標，自主進行碳盤查，且按步驟規劃執行自願減量作為，如車輛汰換、節能設備更新等措施。對其他規模較小的多數企業而言，永續淨零議題仍相對陌生，在未有明確政策要求下，仍在觀望如何著手，或僅被動配合環保規範。

提前進行減量規劃亦對企業營運帶來好處，永續經營與節省成本可以相輔相成，企業為提高利潤而做出的最佳化營運、節能等措施都能夠減少企業碳排，尤其對汽車貨運業而言，汽車運行的碳排放占總體企業排放比例高，提升燃油效率可直接反映在碳排放的下降中。實施碳盤查與碳足跡也能協助營運主管檢視各部門的營運狀況，利於整體的企業管理。

而為企業制定共同的減碳目標也能進一步提升企業的內部形象並提高員工凝聚力，淨零轉型為長遠的願景，轉型過程更需要各部門的協作才

能夠完成，統一的企業目標與員工的高參與有助於提升內部凝聚力。

三、我國企業轉型動力－訪談綜整

綜合國際文獻及訪談內容，目前驅動我國貨運業者先行實施淨零轉型策略的因素有政府法規限制、營運成本節省、供應鏈要求以及國際與市場趨勢。在政府法規部分，因應金管會的要求上市櫃公司皆已進行企業碳盤查並揭露於永續報告書中，少部分未上市大型企業如新竹物流則亦自主進行揭露及發佈永續報告書。除此之外，由於貨車受到環保法規限制，需定期檢驗車輛排氣狀況，若車輛無法通過查驗，貨運公司傾向直接汰換車輛，並優先選擇環保五期、環保六期車，可間接減少柴油車碳排放。

另一方面，為盡可能提升獲利，在運輸價格隨市場機制浮動較小的情況下，企業大多已開始採取油耗管理、車輛效能評估、場站節能、路線最佳化等措施，企圖降低營運成本並同時減少碳排。

目前我國尚未形成綠色意識及綠色市場，來自供應鏈的要求大多來自跨國企業，特別是科技業或水泥業等高碳排製造業。又因汽車貨運業屬於許多其他企業之範疇三，是故部分品牌商亦開始要求業者進行碳盤查，但還未進一步提升成減碳壓力。此外，儘管我國綠色商機尚未出現，但依照各國推動狀況及國際趨勢熱度，未來市場趨勢的形成將會是可預期的狀態，也是促進企業緩步邁向淨零轉型的動力之一。

最後，目前為止對於貨運業者而言能夠符合商業運轉的電動載具選擇仍相當有限，在經濟部「電動物流車補助計畫」下，嘉里大榮物流與新竹物流皆提高了購買電動小貨車之意願，並預計透過此示範補助計畫進行電動車試營運，從中找尋未來可運行的電動車隊經營模式。預估未來更為具體的購車補助出現，搭配相關設施的持續建置，將會大幅提升業者電動貨車汰換的意願。

表 3.3-1 貨運業者壓力來源盤點

影響程度	●—高◎—中○—低		急迫性	緊急	中等		和緩	
	項目			業別	汽車貨運	貨櫃貨運	路線貨運	
國際倡議	在巴黎協定及聯合國永續指引等國際公約下，目前雖尚無針對陸上貨運之強制約束規範，但部分區域已將海空運輸等納入碳交易機制（如歐盟）或由國際海事組織（IMO）及民航組織（ICAO）積極推動減排措施，包含提升能源效率及制定階段減量目標，預計在此全球推動淨零排放趨勢下，陸上運輸在中期可能成為後續規範減排對象。				○	○	◎	
國家淨零	我國於 2022 年提出 2050 年淨零排放目標，運輸部門溫室氣體排放必須由 2019 年之 35Mt 降至 2050 年接近零排放水準。在賴總統延續低碳運輸策略下，新的減量目標預計將有所提升，占運輸部門近三成排放量之貨物運輸，需要投入更多的資源進行減排。預計我國陸上貨運將於中期成為後續規範減排對象。				●	●	●	
自主宣示	為研提永續報告書，善盡社會責任並強化企業形象，少數規模較大的企業開始進行自願減量，並按既定步驟開始進行盤查、車輛汰換、節能設備更新等。其他多數企業對相關議題仍較為陌生，在尚未有明確政策要求下，仍在觀望如何著手，或僅被動配合車輛環保規範要求。				○	○	◎	
供應鏈要求	來自供應鏈（B2B 企業、B2C 消費者）的減量要求可能對於貨運業者構成壓力。目前，此類減排需求多集中於少數位於國際品牌商供應鏈上的廠商，且可能已有自組車隊或固定合作貨運業者，因此目前受到相關壓力的業者數量相對較少。預計來自供應鏈的壓力可能在中長期出現。				◎	◎	●	
環保法規	目前政府對於貨運業相關規範以車輛能效標準及排放污染為主，包含燃油車逐步汰換六期車輛，以及引入潔淨能源運具，但並未針對溫室氣體排放強制車輛汰換，亦未要求汰換低碳牌車輛，多由業者依車輛年限自行制定企業汰換標準。若參考國際趨勢，可能於中期搭配獎勵誘因或區域限行等策略，促進低排放或零排放車輛汰換。				○	○	◎	
碳定價機制	我國碳費課徵對象、費率等相關實施細節預計於今（2024）年正式公布後，於 2026 年開始針對納管對象 2025 年之排放量徵收，首波暫未納入貨運業，也暫不採計範疇三，尚未確定後續實施期程規劃（包含碳交易系統），需先留意受到製造業託運者議價能力較高，壓縮利潤空間的可能性。預計於短期內出現此項壓力。				○	○	◎	
金融監管	金管會永續發展行動方案要求上市櫃公司依資本額級距分批揭露盤查及永續相關資訊，然而貨運業者上市櫃公司比例較低，僅少數大型企業受到管制，影響程度有限，後續須觀察上市櫃企業對於範疇三（運輸排放）的減量要求。				○	○	○	

資料來源：本計畫彙整

3.3.2 我國汽車貨運業轉型因應作為

我國目前雖已有部分企業自主設定減量目標並實施推動作為，但對象多以指標性大型企業、電子商務和物流集團為主，因其具有較多能力和財務支援可自主進行盤查驗證並負擔轉型所需的前期成本，可取得更為卓越的成效進而獲得標章認證，多數中小廠商在未受到明確政策要求下，尚未意識或落實相關議題，因此，以下僅就各別業態中已提出永續報告的企業及本研究訪談對象作為研究分析之標竿案例，希冀藉由其經驗複製或推廣，加速提升產業綠色升級。

一、汽車貨運業-電商帶動的產業升級

產業多以小規模、區域型營業型態為主，但近年來由於電子商務蓬勃興起，有別於傳統經營模式，許多大型電商的業務量已足夠成立單獨的物流配送公司，故參考國內電商龍頭 MOMO 子公司富昇物流的經驗及作法。

富昇物流設有 1 座自動化物流中心、18 座主倉及 35 座衛星倉，其中衛星倉設置於較靠近消費者之地區，搭配綠色車隊的配送，助於縮短配送時間以及減少碳排。自 2018 年開始推動「去節點」的運輸作業模式，透過廠配、越庫的措施，讓合作品牌之商品到港後就近存放 MOMO 倉庫，降低品牌商的運輸里程及配送成本，大幅縮短到貨時間，形成三方合作的團隊運作模式。隨著響應的品牌逐漸增加，2022 年較 2021 年件數成長 86% 所節省之碳排已達 75.39 公噸。

觀察到消費者同訂單多箱出貨之狀況，因此以北區物流中心為基地成立「集貨倉」，將消費者訂購需多倉出貨之商品透過既有的倉對倉轉運，將商品集中至集運倉合併出貨，除了可減少客戶收到多箱包裹的困擾，亦可提高紙箱的裝載率、降低包材的使用量、運輸與配送趟次、配送里程，進而減少碳排。

富昇物流已在綠色採購上達成 100% 環保車輛之措施，累積採購 144 台符合一級能源效率之貨車、145 台符合二級能源效率之機車，並導入 50 台由蓋亞汽車製造之電動三輪機車，其目標於 2025 提升電動機車占比達 50%。也透過車隊保養計畫，利用行駛公里數判斷適合的保養項目，避免過早保養造成的資源浪費，確保車輛盡可能長期運作。其運用 AI 大數據

分析，持續優化配送的最佳路線，並有效規劃裝載量的最適化。

其他作為面，富昇物流於北區物流中心屋頂建置了 4500 坪、裝置容量約 1000 瓩的太陽能發電系統，在 2022 年累積發電 117 萬度電，減碳效益達到 596 公噸。而預計在 2023 年啟用之南區物流中心亦規畫建置 1200 瓩的太陽能發電設備，預計每年發電量可達 150 萬度。

而北區及建置中的南區與中區物流中心皆為綠建築，使用 LED 照明設備、採用鋼骨結構已達到減碳及環保效果。營運上，企業也採用無紙化的措施，於 2022 年減少約 5673 萬張紙用量，產生 431 公噸的減碳效益。MOMO 亦於物流配送上使用「MOMO 循環袋」，其由 30%再生材料製成，可重複使用 25 次，在全台共有超過 1 萬個回收據點，2022 年出貨件數達 2 萬餘個，創造綠色環保循環的網購模式。

綠色交付上，由於 MOMO 亦為購物平台，因此希望透過超商既有的物流系統，將不同消費者的包裹合併運送至單一門市，減少戶對戶配對的里程數，進而減少碳排。若以最後一哩路的配送來計算，平均一件包裹配送公里數為 0.7 公里，超商通路整體所節省公里數為 388 萬，可減少碳排放 231 公噸。

二、貨櫃貨運業-配合海事業務領航轉型

由三大國際海運公司配合航運規範，帶動旗下貨櫃公司共同加速淨零，以長榮國際儲運為例，該公司為負責長榮集團所屬貨櫃業務，可透過其藍色公路、碼頭升級等海陸空協同合作模式，且車隊規模龐大，是國內少有的特殊案例，並非貨櫃業的常態，但可藉此了解產業因應淨零轉型的前瞻式作為，提供中小企業輔導、示範推廣的典範。

長榮儲運針對運輸管理所實施的節能策略可大致分為兩項硬體及三項軟體措施。硬體方面，現有的曳引車及客運車隊定期保養與檢驗，並適時汰換舊車、購置符合六期環保規範之新車，可同時減少二氧化碳的排放及改善空氣汙染。其次，於曳引車上裝設降低風阻的導流板以減少油耗，並採用 SCR 選擇性觸媒轉化器(selective catalytic reduction)，將汽車排放之廢棄轉換成不影響自然環境的氮及水。

軟體部分以最佳化派車系統以協助貨櫃運輸的作業，減少空趟情形發

生來達成減碳的目的；其次，要求車輛待機未作業時須關閉引擎，以減少空轉耗油與廢氣排放。最後，於運輸車隊上安裝 GPS 及 DVR 行車監控錄影系統，監督車輛是否有偏離路線或不正常怠速之情形，以行車管理方式減少碳排。港口營運則藉由機具汰舊換新提高櫃場作業效率、減少車輛等候時間，亦於臺中港貨櫃場建置太陽能發電系統，減少碳排以配合政府能源轉型政策。

其他營運作為尚有在新啟用的大園物流園區中設立 6 座智慧型電動汽車充電樁，提供便捷且環保的充電設備，並設置太陽能板等綠能設施。於屋頂設置的太陽能板容量為 1,956kw，預估每年能減少 1,209 噸的碳排放。亦透過種植 600 多棵樹木綠化環境，並採雨水回收灌溉系統供應澆灌用水，設有生態滯洪池以增加抵禦強降雨的能力，減少鄰近地區的水患風險。

淨零成效部分，曳引車及大客車每公里碳排放量 2022 年較 2021 年減少 1.12%，主要係車輛汰舊換新，致油耗減少。預計每年檢視並擬訂車輛汰舊換新計畫，並訂定車輛年減量目標 0.8%、車機減碳目標為 1%。

三、路線貨運業-多元而細緻的配送經營策略

此業態規模較龐大、進入門檻高，且大多具集團母公司支持，財務穩健、資金相對充裕，通常被視為較有能力自主推動轉型業態，有較為多元選項策略並具備豐沛資源，了解產業作為可掌握國內領先指標，帶動相關企業和供應鏈共同完成產量目標。以台灣宅配通、嘉里大榮及新竹物流經發表永續報告書為例，皆為國內大型物流廠商，具龐大業務量、車隊數及多場站分佈，也在各自執行營運策略下，打造出貨運業特有的規劃佈局。

點位配置上，大致分為營業據點、轉運中心、集貨站、物流中心、營業站所及倉儲，並依各家配送策略而有所差異，與國際企業相似，將評估各設施最適位置，優化集貨站與營運中心之運輸路線，採用定時發車設計，精準規劃長程班車，並以軸幅式網路建構運輸網絡骨幹，透過各地衛星營業站所之佈點進行配送，也利用車輛調度系統設計，將大型運轉中心的有效車隊集結並進行大型貨櫃車輛的調度最佳化，降低派車車次及提高貨物載量，以降低車隊在外碳排放。整體流程較為複雜且細膩並講求轉運及調度效率。

運具管理方面，制定車輛汰換準則及時程及智慧管理兩大主軸的策略方式，逐步汰換舊車型、採購六期環保標準之車輛，也購入油電混合貨車，新車預計可節省 12% 之油耗、每年可減少 2 噸碳排放。舊車於車輛保養維修時，改採用 A 級節能輪胎，逐步汰換較為耗能之輪胎。綠色交付方面也購置新型的電動三輪車，小型貨件將交由電動三輪車配送。

技術應用方面，採用智慧化系統針對行車怠速、送貨路徑、駕駛行為進行數據蒐集及分析，透過車訊平台怠速報表可分析駕駛當日怠速時間及地點，並將車輛怠速統計納入營業所的績效考核，減少不當怠速所產生的油耗損失，另透過系統將行車資料轉換為駕駛行為分析，針對不良行為進行教育訓練、改善不良駕駛習慣以降低油耗並提升安全。透過演算法指派配送車輛、規劃最適當的路徑，以系統運算減少車次安排並提升配送效率。

其他營運部分，嘉里大榮已於 9 個營業所中裝設 10 個太陽能發電設備，至 2022 年 12 月已產出綠電 2000 萬度電，相當於減少 1000 餘噸的碳排放量。此外，亦在部分營業據點中設置自動化倉儲系統與智慧管理，減少全面性的機組啟動已減少耗電與碳排。其餘包括自 2016 年起新廠區皆取得綠色建築標章、改採電子簽收已減少紙張消耗、盡可能實施綠色採購等。宅配通每年進行溫室氣體盤查，其主要的排放量來自車輛移動使用之柴、汽油與辦公室、倉儲外購電力，故淨零策略目前著重在此。此外，於桃園營運中心採用真空決熱庫板設計，減少對流的熱量傳遞，降溫速度快、保溫效果佳，有效節電 5-15%。同時採用蓄冷低溫籠車，解決不同溫層分開配送的模式，提高配送效率，且不需電力供應，相較一般由柴油發電之貨車可節省 25% 油耗及 10% 電費。

3.3.3 我國汽車貨運轉型困境

為實踐我國運輸部門淨零路徑與目標，雖在 12 項關鍵戰略中已明定低碳運輸相關的策略，包括關鍵戰略 7：「運具電動化及無碳化」和戰略 10：「淨零綠生活」等 2 項戰略。然而，實際上與運輸部門減碳相關的策略中，卻是分散在所有戰略，例如：氫能、電力系統與儲能、節能、綠色金融、公正轉型等議題。因此，本研究透過企業訪談，初步歸納我國汽車貨運業實踐淨零轉型中所需面對之問題與挑戰。

綜整當前三業所提及之共同困境，主要仍為相較於客運的路徑規劃及

推動措施，對於貨運的上位政策方向尚未明朗，因此，業者雖理解減量重要性及期程急迫性日漸增加，但難以明確制定階段目標及作為，僅具規模企業有能力嘗試自主推動，無法順利推動的主因為財務及車輛因素，包含高昂的盤查驗證成本、電動車巨大的價格及營運成本落差，且市售新能源車輛款式少，性能與安全性尚待更多市場運行驗證、充電設施佈建及供電量能充足與否，都使業者對滿足營運需求相關條件產生疑慮而望之卻步，各業態因車種別及營運類型而略有差異。

一、汽車貨運業

營運型態上，汽車貨運業多為單一託運人或單一收貨人，營運路網多屬於點對點的直接配送，無固定路線及班次，運送過程較不需將貨物轉運或併裝，運輸商品種類繁多，且無特定之服務對象，故大多數業者亦不需有場站設施。汽車貨運業在廠商登記數及車輛數都占有絕對的多數，大多屬於規模較小之業者，平均車輛數約在 15 輛左右，但規模大小差異極大，此外，靠行經營之型態盛行，甚至有一人公司的情形存在，因此業管對象較為複雜而難以精準掌控。後續的政策執行會面臨難以聚焦適用的對象，可能需提出不同廠商樣態作為更細緻的處理。

整體上汽車貨運業在財務方面面臨較大的困境，首先由於汽車貨運業的廠商眾多，存在嚴重的削價競爭問題，在合理的利潤空間受到壓縮的情況下，較無力挪出財力投入到轉型措施中。其次，對中小型規模的業者而言，我國目前要進行碳盤查與送交驗證皆需要較大的資金支持，多數企業幾乎無法負擔。除此之外，在綠色金融上，因手續複雜繁瑣且審核較為嚴格，業者尚無足夠的動力藉由金融手段投入到淨零轉型中，而目前也無針對貨運業者的示範案例可以依循，使得多數企業處於保守的等待狀態。

另一方面，目前潔淨能源車輛的車價約為燃油車輛的 4 至 5 倍，購車成本差距甚大。而若要進行載具的電動化，電動樁的設置、場域因應電動樁設置所需的消防措施、勞工安全防護等新措施皆需額外的投入，業者在轉型初期就被迫面臨高昂的成本。後續的電池汰換與長期維護亦是業者的商業考量議題之一。

在技術與基礎設施層面，對業者而言當前我國的充電樁普及率不足，業者於派車時需將車輛的續航納入考量，燃油車因可隨時補充燃料而無相關

問題，致使在潔淨能源車輛的使用上容易造成營運風險與駕駛的里程焦慮。除此之外，目前我國的潔淨能源車輛選擇甚少，市面上僅有 3 至 5 款的輕型貨車產品可以選購，且業者對於車輛的馬力、續航及安全性問題存在疑慮，認為尚不存在符合完全符合商業需求的車輛。

在政府制度與規範方面，目前我國的上位政策較不具體、明確，亦無貨運相關的推動指引或發展方針，使得業者無所適從，從而採取保守的轉型態度。上位政策方向不明確的情況下，與之相關的電動載具法規、稅制或補貼等細則政策相當有限，無法滿足貨運業者的商用需求。另外，許多受訪業者表示，目前企業投入淨零轉型的成本相當高，在缺乏政府財務支持的情況下，希望能夠從營運成本層面檢視現行的運價機制，調整貨運業可以獲利的空間，以籌措轉型資金。

而目前貨運業也面臨人力資源的營運困境，其中最重要的是缺工問題，職業駕駛數量長期不足，除了局限了貨運業的營運規模外，也讓業者無法對駕駛實施較為嚴格的管理規範，在既有車輛能效提升方面因而有所限制。另外，在轉型層面，對於碳相關的減量知識亦尚未普及，尤其對於中小型企業而言淨零減碳的相關資訊掌握度不足，不論是站在公部門的角度或私部門的角度，皆不利於轉型發展。

二、貨櫃貨運業

汽車貨櫃貨運業申請籌設之最低資本額新臺幣 3,000 萬元以上，且應具備全新曳引車 15 輛及半拖車 30 輛以上。以貨櫃曳引車或聯結半拖車運送貨櫃貨物為營業目的，經營業務型態可大約分成 3 種，分別為：(1) 轉運運輸；(2) 船邊運輸；(3) 貨櫃場運輸。汽車貨櫃貨運業服務對象主要為船公司、進出口廠商與報關行。營運路網部分，主要往來港區碼頭、各港區貨櫃場、貨櫃場及貨主之間。在營運現況上，船邊運輸及轉運業者規模較大，且多為上市或上櫃公司，貨櫃場運輸業者一般規模較小，家數眾多，且靠行情形亦相當普遍。

貨櫃貨運業在財務方面與汽車貨運業面臨相似困境，廠商數量眾多且以中小企業為主，存在削價競爭導致的利潤壓縮問題。而目前碳盤查與驗證的費用較高，中小企業幾乎無法負擔盤查的成本，在綠色金融層面，無相關盤查資料便難以透過金融手段獲得資金協助，此外，目前的綠色金融

程序仍較繁瑣，也無貨運業者的示範案例得以依循參考。同時，對業者而言也面臨車輛汰換成本過高問題，相關的充電樁設置、電池汰換與後續長期的車輛維修成本亦為業者在運具電動化上持保守態度的重要考量。

基礎設施上，充電樁的不足為整體貨運業的共同困境，尤其貨櫃貨運負擔長途的南北運輸業務，電動載具的能源補充顯得更為關鍵。技術上，大型車輛的電池續航能力及重量還需要更進一步的技術突破以消弭里程焦慮，而目前在尚無法找到合適的國產電動化大型載具，僅能以現行的燃油車做效率提升、油耗減少等措施。此外，貨櫃車輛所盼望的氫能發展，目前仍存在不確定性，相關基礎設施的建制也在初擬階段；綜觀國際，氫能貨車相關的產品亦在研發前期，是故在載具選擇上貨櫃貨運業者在當前面臨極大的轉型困境，不利於貨運業者的轉型規劃。

制度與規範上，同樣面臨上位政策不明確的處境，尤其對貨櫃貨運業者而言現行運具轉換的型態還未有解答，一方面等待大型載具電動化技術的再突破，另一方面觀察政府的氫能發展方向及各國氫能產品的研發結果，而相關的補貼與稅制政策也未被提出，業者的需求無法受到滿足。

人力短缺問題對貨櫃貨運業者來說是當前無法忽視的困境，在載具汰換尚不可行的情況下，貨櫃貨運業者僅能先行投入在節能駕駛培訓、油耗管理等原有營運模式下之措施，一旦基於油耗異常欲對駕駛實施更進一步的要求，駕駛能夠不予理會並輕易地到同樣缺工的其他貨運公司就職，將不利於企業透過管理手段進行節能減碳。

三、路線貨運業

汽車路線貨運業則設置不同功能或性質的營業站所作為貨物組裝、轉運、收送等服務站，模式較為多樣而複雜，且投資門檻較高，公司營運較具規模，投入的車輛數較多，業者家數相對較少。雖然登記在路線貨運下僅十餘家業者，但單一公司的車輛數約在數百至上千量不等且車種配置多元，大至貨櫃車小至機車皆有。由於該行業有較為雄厚的資本及多樣化的車輛配置，對於減量規劃上相較於汽車貨運業及貨櫃貨運業具有自主能力且策略相對豐富，但仍然面臨若干的轉型困境。

在財務層面，雖較無汽車貨運業及貨櫃貨運業面臨的削價競爭問題，

但受到運價管制的影響更甚，其因對路線貨運業而言除了車輛及人力成本外，尚有場站的營運，成本結構具有差異卻仍使用同一套運價計算邏輯，使路線貨運業獲利能力受限，難以支應龐大的轉型投資。另一方面，目前我國尚未產生綠色消費意識與綠色市場，對業者來說進一步的減量作為無法轉換為營運產生效益。

路線貨運業者亦存在電動車輛購置成本高昂問題，大型業者每年需汰換約 200 台貨車，在電動貨車與燃油貨車購車價差至少 3 至 4 倍的現況下，綜合考量成本難以大規模地採購電動運具。而由於路線貨運業者具有場站，得於自身場站內設立充電樁，但若要應付大規模電動運具車隊的充電排程，仍需要高昂的設置成本，且大型車隊更需要全盤考量後續的電池使用週期、汰換與長期維護成本。

延伸而至的技術與基礎設施困境為大規模車隊的用電需求，我國的夜間供電量是否可以滿足貨運業的充電需求仍為業者擔憂之處，加上電動運具規模逐漸增加後需要思考充電排程問題，成為調度上的挑戰。而近年路線貨運業者引進智慧化的路徑規劃系統，提供駕駛效率更高的建議路線，然業者檢視實際運用結果發現，由於當前都市設計大量劃設紅線以維持車流順暢與用路安全，並未規劃適當的臨停卸貨空間，致使駕駛無法依據最佳路線進行裝卸貨業務，智慧化的減碳效益大打折扣。

路線貨運業者同樣也在等待政府祭出明確的減碳路徑及相關的配套措施，期望在法規、稅制與補貼上能夠滿足業者的需求，並倡議運價機制的重新檢視，希望可以擴大利潤以投入淨零轉型。

最後，路線貨運業與汽車貨運業及貨櫃貨運業共同面臨人力短缺的問題，但路線貨運業者目前找到部分解方，在最後一哩路的短程交付過程中，可以透過電動機車與電動三輪車來進行都會區的配送，此二種運具不需具備職業駕照即可駕駛，在人員招募上相對容易，更可同時兼顧淨零效益。

表 3.3-2 企業轉型障礙彙整表

業態	汽車貨運	貨櫃貨運	路線貨運
特性	>整車運輸、點到點、B2B、B2C >無場站 >中小企業居多 >平均車輛數-15	>港口轉運 >CY 整櫃運輸 >南北調度 >中小企業居多 >平均車輛數-13	>收遞、集運、轉運、配送、B2B、B2C >需場站 >大企業為主 >平均車輛數-300^
財務營運	● 廠商眾多，削價競爭嚴重，壓縮合理利潤空間，不利推動轉型。 ● 碳盤查及驗證成本過高，多數企業無法負荷。 ● 綠色金融手續繁複、審核嚴格，缺乏貨運業遵循依據（或示範案例）。	● 運價受到管控，獲利能力受限，難以支撐龐大轉型投資。 ● 綠色消費意識仍待提升，減量作為無法對營運產生顯著效益。	
車輛技術 及 基礎設施	● 車輛成本仍與燃油車存在巨大落差，造成汰換速度慢，轉型窒礙難行。 ● 後續電池汰換或電動車長期維護成本。 ● 運價準則需要檢視調整。		
	● 充電普及度不足，在潔淨車輛使用上容易造成營運風險及里程焦慮。 ● 空品區或淨零區設置造成運送障礙。	● 碼頭與調度場腹地不足問題。	● 場站雖可加裝充電設備，但若須滿足大規模車隊需求，在場地及調度上仍有挑戰，又夜間供電是否足夠支應所需仍需評估。
	● 缺乏上位政策明確的推動指引及發展方向，業者可能無所適從。 ● 潔淨能源車輛在載重、稅制、補貼之合理性上仍無法滿足商用需求。 ● 充電樁設置成本高昂，且難以取得足夠腹地。 ● 市售車種選擇較少，對於馬力、續航、安全性等方面仍存在疑慮。 ● 氢能發展具備不確定性，不利大型車輛汰換及淨零路徑評估規劃。		
人力資源	● 缺工問題造成無法對駕駛員進行完整教育培训或實施較嚴格的駕駛規範。 ● 對於碳相關減量知識尚未普及。	● 亦存在缺工問題，且未來配合輕型（微型）配送策略下，人力需求可能進一步增加。	

資料來源：本研究訪談彙整

3.3.4 貨運三業政策需求盤點

一、明確的規範機制與產業推動方向

對貨運三業業者而言，當前最重要的是了解政府的淨零規劃路徑，亟需政府制定明確的政策目標及發展方向，業者方能依循上位政策去規劃企業的減碳路徑，因淨零轉型不僅是龐大資金的投入，更需要企業上到下整體的動員，要能與上位政策扣合才能制定有意義的長遠計畫。

目前有許多國家制定燃油汽車的「落日條款」，規劃在 2030 年至 2050 年之間禁售燃油貨車或市售貨車 100%電動化等目標，我國尚未祭出相關的目標或政策，但業者希望若政府有相關規劃，應盡早釋出資訊，讓業者得以提早進行因應。除此之外，也呼籲政府的落日條款應有其他配套措施，並且考量當前的貨運載具技術與產品成熟度，希望能夠以車型大小計畫不同的落日時程。

另，淨零轉型壓力透過供應鏈途徑影響汽車貨運業者，雖尚無形成具體的減碳要求，但仍有業者需要相關的標章或認證向上、下游廠商展示目前的減碳成果，以回應品牌商的綠色倡議。透過綠色標章或政府宣傳，希望進一步形成綠色商機，回歸到商業機制去促進業者的綠色轉型。

二、消彌轉型所需財務困境

多數業者於訪談中表示，要進行淨零轉型最大的困難在於財務層面，電動貨車較高的購置成本、新增充電樁的購置成本、因應電動樁設立需投入的消防與勞安投資等都需要龐大的資金支撐。目前存在電動貨車與燃油貨車新車車價差異過大的問題，依照業者回饋價差約為 3 至 5 倍，因此業者希望政府能夠實施補貼政策，盡可能弭平車價差距，將會促進業者換車的意願，與此同時讓業者保有國際競爭力，以抗衡已受到政府補助的他國國際企業。

在碳盤查與驗證方面，目前盤查與驗證成本仍高且量能有限，而對中小企業而言要實施碳盤查亦存在財政與蒐集的困難，因此部分業者提議由政府建立排放計算與驗證的平台，讓企業得以著手進行盤查作業，也有大型業者表示願意釋出目前蒐集的營運設備排放數據，故也能考慮以公私協力模式建構相關機制。

作為政府推行淨零轉型的重要手段，當前綠色金融對汽車貨運業的發揮相當有限，業者的主要回饋在於金融程序繁雜，亦無相關的示範案例可以依循參考，若能先行輔導若干企業進行申請並製成申請指引，可吸引其他企業的跟進。另一方面，企業目前在向銀行申請貸款等業務時，金融機構已將是否進行碳盤查納入放款考量中，但無法得知碳盤查的相關數據是否對於放款條件、放款成數有所影響，是故建立相關的金融標準是政府可以著手規劃的項目。

最後，財務方面政府目前針對貨運業的運價實施上限管制，依照營運18項成本項目進行費率計算，許多業者為籌措資金以投入到淨零轉型，希望在獲利方面有所提升，但受到運價管制的限制開源有限，故希望政府可以依照當前的營運狀況，進行計價費率的重新檢視，並依三業業態特性實施差異化的評估計算。

三、技術與基礎設施建置需求

當前汽車貨運業者在淨零轉型上的最主要障礙為潔淨能源車輛的限制，此限制包含商品選擇性稀少、車輛性能與商業需求不符等面向。就目前我國能夠購置的電動貨運載具，僅有中華汽車2噸以下小型貨車、中華汽車3.5噸小貨車、國瑞3.5噸小貨車、Fuso 5噸小貨車與Fuso 8.55噸貨車，幾乎不存在中大型貨車車型，再加上價格高昂讓業者無法大量採購。而對貨運業者而言，最重要的是產品性能是否能符合商用需求，電動貨車在電池重量、載重、馬力、續航力及安全性上仍存在部分疑慮。根據訪談回饋，電動小貨車的續航力約為100多公里，在貨物滿載下能夠剩下多少續航力還需要後續示範運行數據的蒐集，目前的續航力足以應付路線貨運業者在市區的業務，但擴及至郊區或中長途業務則可能面臨續航力不足與里程焦慮問題。因此，除了呼籲政府針對電動貨車祭出補貼政策外，業者同時希望政府可以加大促進國產車輛製造與研發的力道，有足夠多的商業產品可以選擇，業者自然會因應國際趨勢與環保意識走向淨零。

又，由於貨運業務多為貨車在外行駛進行配送，在電池續航力尚未大幅提升之前亟需公共的充電樁來隨時補充電力，對貨運業者而言最寶貴的是司機的配送時間，因此需要政府協助提供公共的快速充電樁。

而我國現行道路設計為達到車流順暢與用路安全，於路邊大量畫設紅

線、禁止汽機車臨時停放，又未設置可以讓貨車暫停卸貨的車格，致使司機在許多時候僅能在違規情況下執行業務，與此同時，並未規劃完善的卸貨車格供業者裝卸貨，一方面造成用路人行車安全疑慮，另一方面增加業者營運成本。是故需要政府針對貨車車格與道路設計進行規劃，其中車格的設計需考量貨運營運重要節點分布，否則對於貨運業節能減碳的成效產生限制。

在汽車貨運領域，未來朝向全面電動化為淨零的解方與趨勢，為能在白天正常運行貨運業務，業者需要在夜晚將所有載具進行充電，但場域設置大規模的充電設施仍需要台灣電力公司的協助，其是否會滿足業者的配電需求仍存在不確定性。又我國整體的夜間供電量能是否可以支撐業者的用電需求亦是業者綜合考量的面向，希望政府應及早計算用電需求與做出相關的電力規劃。

然而，貨櫃貨運業者除了寄望大型運具的電動化技術外，尚在觀望氢能運具的發展，以其經驗判斷大型氢能車的使用與燃料補充方式較電動車更為適用。若要採取氢能策略，便需要政府在氢能製造、進口、管線設備規劃與建置、加氫站設立、消防法規檢視等方面的投入，無法單純透過企業商業手段進行相關規劃。

四、人力資源需求

不論是汽車貨運業、貨櫃貨運業或路線貨運業皆共同面臨人力短缺困境，除了對營運規模擴張造成限制，也進一步對人才管理的減碳手段產生負面影響。除了盡可能透過提高薪資獎金來吸引人才外，也需要政府在人才培育上的協助，透過職涯訓練課程培養職業駕駛人才，而在培育的同時即可納入環保駕駛訓練課程，從基本面廣宣減碳知識。

在面臨淨零轉型時，除了駕駛人才的需求外，企業相當缺乏具備「碳知識」的人才，尤其在中小企業方面，普遍對於碳盤查、碳足跡、碳權等相關知識缺乏正確的理解，難以進行自主的減碳規畫與手段。需要政府設計相關的教材與課程，讓有相關需求的企業得以增進相關知識。

除此之外，與人力需求及技術發展有關，在解決人力短缺問題時尚有「無人運具」此一途徑，不論是自動駕駛車輛或是無人機的配送，都需要

政府在法規上的修訂與相關限制的開放，政府可與業者討論未來無人運具應用的可能性，協助解決法規限制。

3.4 落差分析

綜整標竿國家汽車貨運業淨零轉型趨勢與做法後，與我國目前推動方向及現況進行比對，初步就四大政策面向（規範機制、管理規劃、設備技術、財政工具）提出下列差異，後續將逐步根據差異細究各面向細緻化且系統性彙整差異分析，以便作為後續研擬政策架構之參考應用。

3.4.1 政策工具—我國推動現況與全球趨勢之落差

一、規範及機制建立

（一）潔淨能源車輛推動目標

有關燃油車的落日期程（潔淨能源車輛新車市售比達 100%），目前國際主流推動趨勢上，將輕型車輛時程定在 2035 年前後，中重型車輛受到技術發展限制，將會落在 2040 年以後達成禁售或趨近零排標準，各國時間也因國家戰略期和發展目標而有差異，例如新加坡和挪威分別在輕型和重型車輛的期程制訂上展現出優於全球的高企圖心，美國則由州政府主導推動而有所落差。目前我國僅針對新能源電動公務車、市區公車、小客車及機車新車市售設定目標，不過在貨車方面的目標則較為模糊，尚未明確規範貨運車輛銷售及排放相關期程規劃，為使政策目標與氣候目標一致，宜盡早制訂政策目標與推動方向。

（二）環保駕駛人力培訓計畫

由國際案例及過往經驗得知駕駛行為模式的改變對節油效果具有一定的成效，在培訓做法上，美國提供相關環保駕駛課程並給予駕駛員受訓補助，法國則推動強制定期受訓機制，全面提升貨車司機的碳知識培力。我國部分具車隊規模企業亦提供內部訓練課程，並透過節油獎勵提升駕駛自主參與意識，其他開放教育資源包括公訓所車輛駕駛課程、公路局碳知識推廣計畫、車輛測試中心環保駕駛課程等，但並沒有建立具統一、強制性的訓練計畫，多數的中小型業者如何接觸並願意接受相關的培訓機制，成為後續強化人力資源的重點。

(三) 標章獎勵及驗證機制

根據國際案例可知，透過設計具有誘因的標章認證可以促使產業邁向永續發展加快碳盤查的腳步，對於中小企業而言，可以達成輔導和獎勵作用，大企業則可以提升品牌形象、滿足永續相關揭露需求，透過對於減量已有所成果的領先企業給予具產品識別意義的認證，不僅對營運產生正向助益，也可能對產業帶來示範和領導作用。目前美國（環保署）、歐洲（荷蘭）、及亞洲（新加坡）皆已開始由政府主導或企業聯盟的方式開始執行由企業社會責任為出發點的減量認證機制。我國目前推廣認證機制以工業製造為主要導向，包含經濟部的能效標章、環境部的碳足跡、碳標籤認證，氣候永續相關產業聯盟則以科技、金融業居多，較少涉及運輸服務的減量及驗證計畫，為因應國際企業對範疇三日趨嚴格的管制標準，應盡早研擬並實施相關作為。

二、管理規劃及政府治理

(一) 全面且完善的貨運友善路網設計

當前的城市規劃及治理大多以公共運輸客運需求為主，較少針對貨運提出完整的路網和需求規劃。國際作法上，新加坡希望透過嚴格控管私家車輛，將道路空間留給行人及公共服務車輛（包含貨運），日本雖也對私家車進行管制，但也針對貨運提供相對應的基礎服務設施，例如國道結合物流中心、市區設置都會倉儲等。我國當前雖已在部分區域畫設貨運專用車格，然而根據多家業者的意見反饋，目前需求未被充分滿足，仍須冒著道安風險及支付違停罰金才能完成配送作業，影響服務效率及財務營運，未來應搭配充電需求同步規畫，思考如何進一步優化建置貨運路網。

(二) 低碳區的劃設

我國目前已在各縣市多處畫設空氣品質維護區，以空氣汙染防制、促進生活品質為主，未來配合淨零趨勢，也進一步將低碳區納入關鍵戰略，空維區可作為持續深化推動的基礎。未來隨著車輛電動化的既定政策，全面邁向零排放已經成為勢在必行的最終結果，低碳區的設置則作為各國政府加速推動電動化發展的過渡措施，目前各國作法依實施強度

不同分為 LEZ、ULEZ、NEZ，大多由單一城市或街區開始進行小規模試驗計畫，亦有僅針對貨運車輛實行的強化管制措施 NEZ-F，其推動成效可做為我國實行的參考依據。

（三）企業自主作為

目前物流業者（業別登記多為路線貨運）具備自建車隊、倉儲等特性，其中倉儲不僅作為倉庫，更是轉運作業、設備維修、電動充電站、休息空間等具備重要性的營運調度空間。在國外，都會物流倉等微型樞紐佈建具備快速部署、支援動態需求的臨時性特徵，如利用白天閒置的城市巴士車庫、其他空置的停車場等，讓貨物可以從較大的運具轉換到微型、低碳的運具上，實現綠色交付模式。除外，也存在共享倉等概念，由異業商業聯盟團體或政府協助引導規劃，以消除可能產生的疑慮。

相較之下，我國同樣面臨土地稀缺的困境，共享物流園區、都會區倉儲設置尚未普及，大多僅由業者在交通樞紐位置盡可能找尋符合成本、用地需求的土地佈建大型物流中心，再到市中心建置小型衛星倉，讓運具由大轉小進入市區進行都會配送與提高運送迴轉率。

可參考法國巴黎北部的夏培爾國際「物流酒店」，其利用鐵路服務啟用的閒置時間，將車站空間出租給包裹營運商，其餘空間則暫時規劃為零售空間、辦公室、城市農場、資料中心與體育中心。由於大型公共設施通常位於城市重要點位，政府亦可考慮參考此一模式將閒置的公共建築以短期租賃方式提供給物流業者，從倉儲點位設置協助業者進行減排。

在綠色交付方面，國內外的最大差異在於運具的選用，國外採用的綠色運具包括電動貨車、電動三輪車、無人機、自行車等。我國目前的運具選擇則較少，電動貨車尚在商業化的階段，電動三輪車則多應用於都會地區，相較於國外缺乏無人機與自行車隊的運用。其中國外無人機具的採用可能與其地緣遼闊、土地利用有關，我國是否可以跟進、具體使用的場域仍須進一步的規劃。

三、基礎設施及技術發展

(一) 基礎設施建置規模與進度

基礎設施佈建是推動轉型的必備基礎，目前國際上不論對於電動樁及加氫設備發展整備，都已加大執行力度，歐美日韓都已相繼設定建置期程及總量目標，歐盟及美國更已公布設置原則，加速公有場域的擴大增設，另外亦對私人企業自主建置提供輔導誘因補助、例如日本對於充電樁、韓國對於加氫站建置給予補助，美國則用減稅及低利貸款等協助企業轉型投資支援，皆為國家整體目標成效做出努力。相較於國際標竿國推動情形，我國無論是在充電樁的建置、氫能的整備，都呈現相對保守而緩慢的情形，我國交通部門雖已設定目標，並且按預定計畫完成設置，但以整體總量及密度分布來看，基礎設施的建設進度仍需要加速，尤其對於貨運業者而言，需要用於長途運輸、物流轉運樞紐、街邊充電的高功率充電設備（快充）的設置至關重要，需加速滿足基本需求。

(二) 技術發展及整備

技術相關的整備與研發項目主要由企業主導，包含車商、系統商、學研機構等，各國因產業發展特性有所差異，但大致朝向智慧化（數據監測、分析、最佳化路徑）、自動化（無人運具、無人機）、及車輛技術改良（續航力、充電速度、輕量化設計、節能設備）方向著手，我國具有一定的資訊及科技基礎，在技術及產業發展上不算落後，但劣勢可能在於，由於缺乏大型的車商與系統開發商，不論對於數據的收集分析、大規模的示範驗證，都需要投入更多的成本及資源，需要透過對產業進行更大規模的援助計劃，才足以提升企業競爭力。

四、財政工具與綠色金融應用

由國際推動的經驗和做法來看，許多國家都已經開始大力推動相關作為並且更擴大實施力度財政，以貨運車輛的補貼為例，電動車輛最高可達10萬美元以上（約320萬新臺幣），氫能車輛可能會再提高，在中央及地方政府雙重補貼下可能會更高，盤點目前的補貼和稅收優惠力度，我國目前對於補助力度的相關規範仍嫌不足，目前補助加總上限，對多數中小型企業來說遠不足以涵蓋轉型成本，連大型企業對於車輛汰換的財務預算也

相當吃緊，不利於整體發展趨勢與產業公平競爭，需要考慮進一步擴大範圍和提高補助金額。

由政府大量挹注資金可能造成財政窘困或預算排擠，因此，綠色金融的導入，可能成為在不增加財政負擔下，同時兼顧加速產業轉型升級的方式，目前，金管會已經永續認定指引，貨運部分研擬後實施，但金融機構的認定標準、申請案例的實證流程，攸關後續企業端如何執行應用，以及可否作為貨運業者依循指引，仍需要進一步的實證與觀察，此外，我國尚缺乏運輸相關綠色金融商品，也是未來可以考慮吸引資金的方向。

另外，就碳定價工具而言，相較與其他標竿國家，我國起步時程較為緩慢，不論碳費及碳交易機制，目前進入設置規劃及研議階段，尚未建立明確規範及市場運行機制，需要經過驗證及調整後，整體發展才能趨於成熟，後續若要趨近國際組織建議的碳價水準，將會面臨較為嚴峻的陣痛期與強大的社會阻礙，如何進行社會溝通，將成為日後必須面對的課題。

表 3.4-1 我國政策推動差異比較

面向	國際趨勢	我國執行	後續應強化重點
規範 機制	已設立燃油車退場期程或新能源車輛普及率目標	未明確制定	可提出明確目標或規劃方向
	已頒發綠色物流獎勵標章等認證機制	僅能效、碳標籤、環保標章等製造業相關標準	建立屬於我國貨運之獎勵驗證機制
	以人培計劃提升駕駛碳知識及減量行為	提供輔導手冊 部分產研合作 尚未落實全面教育	落實碳知識及環保駕駛訓練制度
管理 規劃	提供貨運友善道路設計	部分區域設置貨運車格	擴大劃設貨運停車格，並改善道路設計
	劃設低碳交通區，進而實施無碳交通區	已設置空品維護區，並將低碳區納入關鍵戰略	審慎評估是否跟進
	進行倉儲及收遞站點規劃	業者自主執行臨時設立前進式倉儲及相關服務據點	參考國際案例，可採公私合作模式
設備 技術	建置充電樁相關設備	建置期程及目標相對緩慢	採更為積極具野心的建置計畫
	車輛相關技術發展及氫能設備	自主研發計畫、節能胎及設備	採取更具規模的科研補助計畫，加速自主技術研發
	以綠色交付模式配送	企業自主推動	鼓勵、推廣，研擬標章認證方式
財政 工具	提供潔淨車輛及設備購置補助、稅制減免優惠、綠色金融支援案例	稅務減免及購車補助，措施力道尚不足以構成汰換誘因	評估擴大補助的財政可行性
	逐步導入碳定價工具	碳費進入研擬階段，並已成立碳交所	評估跟進國際碳定價水準可行性

資料來源：本計畫彙整

3.4.2 產業需求—現況落差與政策工具之對應

經盤點國內外政策落差，並對照我國產業發展現況後，嘗試將需求與政策工具進行連結與對應。因應業者轉型困境，歸納需求面主要可分為政策引導、財務營運、車輛技術及人力資源面向，解決面相則可對應四大政策構面獲得初步解決，但執行細節仍需要更多的討論、試辦及驗證。

政策引導方面，係為緩解產業對於轉型可能造成衝擊之焦慮，面相可能涵蓋各項重大議題，且產業規模及企業資源差異大，無法一以貫之的齊頭式推動，因此，在決策擬定過程需要擴大徵詢各方意見，一旦既定政策

方向決議後，亦須在顧及行政效率及轉型正義的基礎下，透過強力而精準的宣達工作及社會溝通方式，消除政策推動的阻礙與疑慮。

財務營運方面，眾多的中小型業者因產業競爭激烈，缺乏議價能力，普遍存在削價競爭問題，而具產業競爭優勢的廠商，則擔心因受到運價管制，受限獲利能力，不利未來轉型投資，廠商除了希望進行規範制度檢討修正外，期望能透過資訊整合平台，揭露與財務及營運相關重要資訊，達成資訊對等、產業公平競爭及弱勢保障等目的。另外，關於淨零作為無法轉換實質效益，則可輔以獎勵分級認證，希冀透過品牌辨識，讓產業對永續目標持續精進提升，並透過消費及供應鏈綠色意識逐步成型，有望達成加成作用。對於轉型所需付出的額外成本，除直接進行補助外，連結品牌影響力改善營運績效，或連結綠色金融相關條件輔佐，亦是解決選項。

車輛技術方面，是當今業者轉型面臨最大的問題，包含成本、技術、設備、規範上，都存在營運風險，前期除了以財政工具消彌價格障礙外，業界普遍擔心續航所帶來里程焦慮的問題，雖然市售車種規格續航力普遍達到 120-150 公里以上，應足以支應大多數貨物運輸行為，但因考量載重、天候、路況等因素，對營運造成可能的風險與困擾，因此基礎設施佈建仍是關鍵因素，此外提供安全友善的運輸環境也是大力提倡電動化所需提升的目標，設備規範需配合道路設計才能滿足使用需求場景。而對於車輛生產、技術的研發與改良，則需持續投入相關產業工業與科研技術。總之，必須讓車種選擇具多元性、技術穩定而成熟、價格具競爭力、用路環境便利，才足以達到擴大推動的條件。

因應人力資源需求，主要提升項目為碳知識教育及環保駕駛行為，建立全面而普及性的制度是首要課題，大型廠商多半因內部企業管理而有採行不同程度的培訓機制，有效複製其成功經驗並快速拓展至中小企業是重要課題。然而產業現況面臨較為嚴重的缺工問題，如何兼顧留才、育才目的是機制設計需考量關鍵，過於強硬的規範可能產生適應不良等磨合問題，目前除了透過節油獎金達成目標外，以大帶小的產業補助計畫可能也是實行方式之一。另外，有關人力缺口的填補，除仰賴未來技術（自動駕駛、無人機）彌補外，推動綠色交付是現階段可行方案，由於機動運具無需大貨車駕照，可吸引更多人力投入配送作業。最後，因應未來轉型所可能產生職能需求的改變，也是需要面對及提前規劃的課題。

表 3.4-2 產業需求與政策工具對應

需求面向	項目	政策面向	對應政策
政策引導	制訂或宣誓產業推動機制、目標期程及相關輔導方案	注重社會溝通、參與及推廣 重要內涵如下所述	
財務營運	提供減量作為之營運誘因獎勵 (綠色商機)	規範機制	標章認證機制
	提升自主獲利能力	規範機制	提供運價平台 運費費率檢討
	提升營運及服務效率	管理規劃	道路設計、倉儲規劃
	消除車輛購置及維護成本	財政工具	獎補助、稅改 綠色金融
	提供盤查驗證成本支援	規範機制 財政工具	查驗證平台 獎補助、綠色金融
車輛技術	明確的新能源車輛推動目標	規範機制	明訂管制標準及期程
	放寬車輛載重標準	規範機制	法規制度檢討修訂
	解決車種選擇、車輛續航、安全性疑慮	設備技術	持續投入研發改良技術
	建置完善的充電基礎設施	設備技術 管理規劃	完善的路網規劃及設備建置
人力資源	提升碳知識及盤查能力	規範機制	人力培訓機制
	填補職業駕駛員需求缺口	設備技術 管理規劃	無人運具 微型運具 (綠色交付)

資料來源：本計畫彙整

3.5 小結

本章聚焦於分析我國汽車貨運業之碳排現況、轉型壓力與政策工具可行性，為後續政策架構設計提供基礎。內容涵蓋三大面向：一是檢視我國產業特性與碳排放趨勢，辨識轉型挑戰與業者需求；二是盤點現行政策措施，評估其與國際趨勢及業界需求之落差；三是從工具面出發，分析各類政策工具之適用性與推動潛力。

首先，本章詳實探討我國汽車貨運業之營運樣態與排放結構，指出產業碳排以中小型柴油車為主，且業者規模不一導致轉型動能不均。雖部分大型業者已因應外部壓力投入轉型，如導入電動車、強化碳盤查制度，惟整體產業尚面臨財務負擔重、技術採行難度高及人力資源不足等挑戰。

透過訪談本研究也歸納了企業可能已面臨或未來即將面臨的淨零轉型壓力，在壓力迫使下目前較具有資本的大型貨運業者也已先行投入若干轉型措施，針對其尚有困難之處本研究統整了企業在財務營運、車輛技術與人力資源三大面向之政策需求。

其次，針對我國政府現行政策進行系統性盤點，發現雖在法規制定、財政補助、技術支持及基礎設施建設上皆已有初步作為，但與國際經驗相較，仍缺乏明確的燃油車退場時程與完整的中長期轉型藍圖。同時，我國政策與產業需求間亦存在落差，特別是在財務支援機制、車輛替代技術可近性及人力轉型支援等面向，尚有強化空間。

最後，透過「我國政策與全球趨勢之落差」及「現況落差與政策工具之對應」兩項分析，本章建構出一套政策需求與工具潛力的初步對應架構，作為後續第四章研擬永續淨零轉型推動架構的重要依據，奠定我國汽車貨運業系統性轉型的策略基礎。

表 3.5-1 各國採納措施一覽

		○已實施 √ 試辦計畫/小規模 △研擬中 X 未實施									
策略/措施		美國	歐盟	英國	法國	德國	日本	韓國	新加坡	我國	
規 範 制 度	R1. 設定燃油車能效標準或落日期程及新能源車輛普及目標	○	○	○			○		○	X	
	R2. 放寬潔淨能源車輛載重規範標準		△								
	R3. 建立通用準則及資訊平台簡化作業流程	○						○			
	R4. 建立人培訓計劃提升碳知識及環保駕駛行為	○	○	○	○				○	○	
	R5. 頒發標準等獎勵認證機制	○							○		
管 理 規 劃	M1. 透過適當的市鎮計劃，提升運輸服務效率						○		○		
	M2. 劃設低碳交通區，進而實施無碳交通區		√	○	△					△	
	M3. 提供貨運友善道路設計								○	√	
	M4. 透過合理的點位配置（如社區物流倉），縮短配送里程				○		○			○	
	M5. 共享物流倉、配送站及貨物收遞站				○		○			○	
設 備 技 術	T1. 擴大建置充電樁相關設備	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	T2. 應用數位化、智慧輔助技術與服務（車輛監測、路線最佳化）	○				○	○			○	
	T3. 投入車輛改良及先進技術研發（無線充電、無人運具等）	○	√			√	○	○		√	
	T4. 投入氢能車輛及設備技術研發	○	○			○	○	○			
	T5. 創新式物流服務（機動運具、無人機等綠色交付）	○	○				○			○	
財 政 工 具	F1. 提供潔淨車輛或設備購置及技術研發補助	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	F2. 檢討車輛稅制優惠及計價費率準則	○				○			○	○	
	F3. 碳排放徵收機制（排放稅、碳費稅）	○	○	○			○	○	○	△	
	F4. 建立陸運碳交易系統（ETS）		△							△	
	F5. 綠色金融導入及應用	○	○				○		○		

資料來源：本計畫彙整

第四章 我國汽車貨運業永續淨零轉型策略架構研擬

本研究研提我國汽車貨運業實踐淨零轉型策略架構建議，除參酌國際間主要國家、組織之推動與執行情形外，亦彙整我國汽車貨運業利害關係人之建議，結合 12 項淨零關鍵戰略下涉及汽車貨運業之策略一同納入考量，以作為我國汽車貨運業淨零路徑與行動方案之參酌依據。

鑑於運輸部門減量政策工具係以其功能（如經濟工具、基礎建設、管制措施等）及減量途徑（如避免不必要需求、運輸模式移轉、能源與操作效率改善等）進行設計，並加上目標管理所須具備的推動時程，使策略架構更為明瞭。整體策略架構將依上述政策精神並延續落差分析脈絡，扣合四大構面為基礎進行規劃，針對規範機制、管理規劃、設備技術、財務工具等面向，將政策工具對應至相關面向內，研擬我國汽車貨運業達成環境永續之淨零轉型及整體策略架構。

4.1 策略架構概述

為篩選出適用於我國之政策工具，除參考國際標竿國家主流趨勢及作法外，亦需考慮我國地理、產業、經濟條件、人文特性等因子，依照產業需求及適宜性篩選出符合我國情之汽車貨運整體發展趨勢之策略，以下列出策略評估可能需要考慮的我國特性。

一、特性考量

（一）運輸型態特性

根據交通部過往統計數據，我國運輸部門排放中，陸運占絕對多數達 97%，幾乎可視為純陸運的運輸型態，在篩選並制訂決策時，優點為目標相對單純且明確，反之缺點則為，策略規劃上受到侷限，能運用的工具選擇性較少，例如運輸模式移轉的多式聯運、海空運輸相關技術精進研究，如永續及生質燃油使用等措施，對於我國可操作空間小，可能較不適用，因此本研究在蒐集資料的過程中較不參採。

關於單趟運距部分，根據 113 年汽車貨運調查報告，去年我國營業用車輛超過半數單程低於 50 公里，平均運距為 65.8 公里，根據 ITF 的定義，250 公里以內的移動都屬近程，我國僅約 5% 貨運趟次達到這樣的距離，表示我國絕大多數車輛的移動皆在近程範圍內，這對政策帶來的影響可能為，

是否要投入大量的資源，把氢能車輛發展視為長期戰略目標，亦或透過引進相對應需求的車輛即可，甚至可以等待電動車技術發展來達成。

（二）產業發展特性

我國貨運產業發展大多以中小企業為主，對於政策推動可能帶來的影響是實施對象龐雜、缺乏組織性領導，狀況難以掌控，且對於政策方向可能產生不熟悉甚至誤解的狀況發生，需要更多的宣導及推廣。此外，由於小本經營的特性，對於價格的變動以及規範的加嚴都可能產生較強烈的社會反彈，需要透過長期而廣泛的社會溝通來解決。反之，若推行較為有利的價格誘因和獎勵措施所帶來的效益可能較大，最後，他們通常關注較為短期的政策發展趨勢，對於過於願景性的長遠規劃則相對無感。

（三）地理區位特性

臺灣為南北狹長型海島地形，人口較為稠密，都會區和市郊節點之間距離不長，且交通設施發達，有著多元而便利的公路網，在制訂點位分布計畫或建置基礎設施時應該優先利用此優勢，創造出更為卓越的公路運輸服務。然而儘管土地面積狹小，但是地貌豐富，高低起伏落差大、且居住型態也有所落差，難以使用相同的適用邏輯。需要進行更為細緻化的區分。

因此，若綜合上述特性得知，我國若要參考並仿照他國相關政策推動經驗時，同為島嶼特性、人口稠密、存在區域差異、具有一定的產業發展基礎的英國、日本、韓國、新加坡的做法或許更值得參考借鏡。

二、選用原則

關於政策因子的選用原則，主要來自三方面綜合檢視評估，首先，係根據彙整國際貨運淨零政策推動趨勢，選定出符合我國情應用條件，具備一定推動基礎，且經落差分析認為目前執行現況存在可精進空間（表 3.4-1）。其次，經產業現況與需求調查，盤點業界普遍反應轉型困境造成因素及需求解決方案（表 3.4-2）。再者，參考國際組織建議，依其認為符合氣候協議應達成的執行方向與力度（節 2.2）。以此條件篩選出符合國際趨勢、產業發展需求且與淨零目標具有有效性、一致性的政策工具，並歸類為四大面向。

儘管各面向政策工具所帶來減量幅度、出發利基和實施方式大相逕庭，規範機制提供法律和政策框架，管理規劃引導行為改變和提升服務效率，設施技術加速能源轉型和產業革新升級，而財政工具則是促進轉型資源的投入與再分配，但皆為成功推動轉型的關鍵要素，並可藉由綜合各大面向措施進行相互搭配與輔助，能夠有效應對氣候變遷、促進永續發展，共同實現並落實淨零目標。

表 4.1-1 整體貨運政策推動策略架構

面向	策略／措施	國際政策趨勢	產業需求	國際組織建議
規範機制	R1.設定燃油車能效標準或落日期程及新能源車輛普及目標	✓	✓	✓
	R2.放寬潔淨能源車輛載重規範標準	✓	✓	
	R3.建立通用準則及資訊平台簡化作業流程		✓	✓
	R4.建立人培計劃提升碳知識及環保駕駛行為	✓	✓	
	R5.頒發標章等獎勵認證機制	✓	✓	
管理規劃	M1.透過適當的市鎮計劃，提升運輸服務效率	✓		
	M2.劃設低碳交通區，進而實施無碳交通區	✓		✓
	M3.提供貨運友善道路設計		✓	✓
	M4.透過合理的點位配置（如社區物流倉），縮短配送里程	✓	✓	
	M5.共享物流倉、配送站及貨物收遞站	✓	✓	✓
設施技術	T1.擴大建置充電樁相關設備	✓	✓	✓
	T2.應用數位化、智慧輔助技術與服務（車輛監測、路線最佳化）	✓	✓	✓
	T3.投入車輛改良及先進技術研發（無線充電、無人運具等）	✓	✓	
	T4.投入氫能車輛及設備技術研發	✓	✓	
	T5.創新式物流服務（機動運具、無人機等綠色交付）	✓		✓
財政工具	F1.提供潔淨車輛或設備購置及技術研發補助	✓	✓	
	F2.檢討車輛稅制優惠及計價費率準則	✓	✓	
	F3.碳排放徵收機制（排放稅、碳費稅）	✓		✓
	F4.建立陸運碳交易系統（ETS）	✓		✓
	F5.綠色金融導入及應用	✓	✓	

資料來源：本計畫彙整

4.2 個別策略課題研析

本研究在蒐集各國政策發展和推動做法後，歸納整理出四大構面，並試圖分析我國若欲推動相關目標時可能面臨的障礙與轉型契機。

一、建立規範及機制

規範機制指由政府或相關機構聯盟共同制定的法律、目標和準則，以強制性或具權威公信力之手段，約束溫室氣體排放行為，增進產業減排意識，並給予表現良好企業獎勵認證機制，促進良性競爭。

R1.設立燃油車能效標準或退場期程及新能源車輛普及率目標

此政策是國際相當主流且普遍的做法，也是我國需要優先思考的項目之一，但目前面臨較為棘手的問題是，建立一個可行、具願景性、低社會阻礙的目標並非易事，將取決於車輛技術發展對普及率的影響，而此項技術並非我國產業發展之強項，還需仰賴進口車市場發展狀況，國產自主研發計畫，目前也尚未取得較為明朗的成果，因此車輛期程規劃需先凝聚國內基本共識，也造成現階段難以自主決定國家推動目標的困境。

未來若有意要規劃實施，可參考歐盟及英國作法，先行對車廠制訂油車階段性排放下降標準，並以逐步邁向 100% 為最終目標。此外，也可針對新能源車輛出廠銷售（新車市售比）訂定責任配額，提前達標車商可採用類似碳交易機制將額度轉售其餘車商藉此獲得獎勵，從銷售面鼓勵車輛加速汰換。

若考量社會阻礙，傾向決議不制訂落日期程，而採用目前推進環保期數的漸進式作為，搭配補助政策或低碳區劃設等配套工具亦是選項之一，但不論最終方向為何，期程目標推動宜保持持續性及一致性，並且提早公告讓人民及產業有足夠緩衝時間做出因應準備和決策行為，對企業而言，車輛購置為長期重大決策，並非可以短期變更項目，及早確認立場可避免受約束方無所適從。

R2.放寬潔淨能源車輛規範標準

此項目由工會及業者所提出，其因為汰換電動車輛後過重的電池重量壓縮了載貨空間，降低營運效率、壓縮利潤空間，特別對於重型車輛使用者而言此情形將更為嚴重，故希望放寬相關規範的使用標準，目前國際上英國和歐盟已經實施或正在研擬相關做法，例如直接將車輛載重上限放寬，但有業者進一步希望以扣除電池甚至拖架的重量作為車身重量依據，但此舉可能引發道安風險之疑慮，還需經專家進行周延評估分析。

R3.建立通用準則及資訊平台簡化作業流程

此項目由國際組織大力呼籲推動的政策目標，旨在希望透過通用化準則加速設施建置流程以及相關設備技術發展，掃除一切可能阻礙潔淨能源車輛發展的障礙。不過，這項呼籲主要是針對歐盟跨境區域或是美國各州較為適用，對於我國單一政府型態單純，明訂國家規範後即可執行，但關於部門間的協商整合也是相當重要。未來若要推行相關準則，或許可嘗試從統一充電樁規格開始著手，目前充電樁規格和功率尚未明訂，主流規格上存在歐規、日規及車廠自製規格等，但實際應用上以 CCS2 越趨普及，另快充樁功率存在落差，目前約落在 50kW 到 350kW 區間，可考慮因應技術革新設定最低標準，以符合商業應用需求。

因此，對於我國而言，建立一個多元的資訊整合平臺對於促進與協助產業邁向淨零轉型可能更為重要，平臺的建置內容可包含若干面向。首先為車輛資訊與補助試算，綜合加州與韓國的案例及業者的需求回饋，可於平臺內呈現國內所有可以購置的電動貨車車型、其性能、製造車廠、品牌等資訊，供業者參考比較，同時附上該車型的中央政府補助金額、地方政府補助金額、稅務減免、舊車報廢金額或中小企業額外補助等所有資金支援政策，提供實際的購車成本試算。

其次，提供即時的全國充電樁查詢服務，結合公有停車場、私人停車場與各充電站點，搭配地圖軟體整合所有充電點位，其資訊應包含場域性質（停車場或充電停車格）、充電樁規格、充電費率、目前使用狀況等，透過減少駕駛的里程焦慮以達到推廣電動運具的目的。

再者，提供簡易的排放盤查與驗證平臺，考量當前的盤查費用高、量能有限以及中小企業缺乏碳知識人才，為中小企業提供簡易的盤查計算服務可以促進其邁向淨零的第一步。又以貨運業而言，車輛行駛碳排為企業營運的主要排放源，其數據大多非由貨運業者掌握，藉由整合性的平臺提供相關資訊亦可減少整體運輸業的盤查流程，增進盤查效率。

最後，此資訊整合平臺亦可提出貨運共享經濟服務，藉由平臺來集結貨物、提高配送效率並降低配送車次，而透過公開的平臺資訊亦可讓托運價格透明化以解決部分削價競爭問題。另外，可以結合「R5.頒發獎勵標章等認證機制」為取得標章的企業優先推廣托運機會，一方面可以提升企業申請認證的動機，另一方面可以增加承運人的綠色消費意識、逐步形成綠色經濟市場。

車型

電動車

氫汽車

工程機械

詳細車型

電動客車

電動貨物

電動貨車

電動兩輪車

賣方

現代汽車公司

查看

現代汽車公司

ST1基本貨17英寸



- 容量：(小型) 2名乘客
- 最大速度輸出：120km/h
- 一次充電行駛距離：(常溫) 317公里 (低溫) 214公里
- 電池：鋰離子 (75.8kWh)
- 國庫補助：1100萬韓元
- 賣家聯絡電話：080-200-6000
- 製造商：現代汽車公司
- 生產國：韓國

現代汽車公司

ST1基本型貨物冷藏17英寸



- 容量：(小型) 2名乘客
- 最大速度輸出：120km/h
- 一次充電行駛距離：(常溫) 298公里 (低溫) 214公里
- 電池：鋰離子 (75.8kWh)
- 國庫補助：1,450萬韓元
- 賣家聯絡電話：080-200-6000
- 製造商：現代汽車公司
- 生產國：韓國

現代汽車公司

ST1基本款高筒17寸



- 容量：(小型) 2名乘客
- 最大速度輸出：120km/h
- 一次充電行駛距離：(常溫) 289公里 (低溫) 216公里
- 電池：鋰離子 (75.8kWh)
- 國庫補助：1100萬韓元
- 賣家聯絡電話：080-200-6000
- 製造商：現代汽車公司
- 生產國：韓國

資料來源：韓國環境部零排放汽車綜合網站。

圖 4.2-1 韓國潔淨能源車輛補助平臺資訊

R4.建立人培計劃提升碳知識及環保駕駛行為

許多氣候相關公民團體大力提倡的措施，透過駕駛行為模式的改變，降低車輛油耗、減少排放並促進用路人安全，相較於傳統和制式的教育訓練，嘗試思考如何用最實際、有效率且簡單的方式完成所需要的訓練，是可以精進的方向。

就目前企業所面臨的困境，人才培育部分可從兩方面著手進行：碳知識教育及駕駛培訓。由於企業淨零轉型為由上到下的整體企業活動，除了需要管理階層的推動，更需要各部門人士的參與，以盤點企業的碳排放與碳足跡，不論是大型企業或是中小型企业皆需要綠色人才來引導相關活動。而大型企業尚有組織專業團隊進行減碳規劃，中小型企业則普遍缺乏相關知識，目前由公路局推動小規模的全國性碳知識推廣講座，政府應持續擴大碳知識的普及率，並可透過整合學術及研究機構來進行。

而當前貨運業者面臨電動貨車仍未完全商業化的轉型障礙，須將目光投放在現行營運的減碳措施上，環保駕駛成為重要手段之一，車輛中心已與數個企業合作進行環保駕駛訓練，透過環保駕駛訓練實證可減少 10%以上的油耗。可嘗試擴大環保駕駛訓練課程，透過公費補助或獎勵機制吸引中小型企业駕駛投入，並於未來考慮是否成為強制性的駕照訓練課程。

不論是碳知識的傳遞或人才培育計畫，皆可以結合先行企業經驗、以大帶小，並整合各商業協會與非政府組織量能擴大推動。

R5.頒發獎勵標章等認證機制

由國際推動經驗得知，透過不同利害關係人的整合，建立一個具有公信力的標章認證機制，促進相關供應鏈的減排，對於表現良好的廠商給予象徵（或實質性）的鼓勵，有助於綠色消費者選擇物流服務時優先考量的廠商，透過訪談得知目前我國也確實有業者存在標章的需求。

有關標章的建立，需先確立相關的判斷指標、流程與機制，後可以與綠色金融、駕駛培訓及獎助、補助機制做整合，並嘗試鼓勵及協助業者申請抵換專案。其中標章的核心議題在於如何將指標與連結誘因做連結，論

貨運業者的營運型態，而採取不同指標，可能作為指標的面向有車輛、人員、盤查、減量作為等，政府可以提出的誘因則包含折舊、稅率、免回訓優惠、低利貸款、平臺廣告等，具體判別標準則可包含運具電動化比例、能效提升率、碳知識教育率、環保駕駛教育率、完成碳盤查、完成驗證、設定減排目標、達成減排目標等。對於中小企業以較為明確而簡易的認定方式，並且採取直接獎勵方式，大型企業由於存在車隊與自主盤查能力，宜用績效指標綜合評估，並以提升企業經營的角度給予回饋，另外，也可參考新加坡長期經營自願減量碳權市場，透過與其推動的標章獎勵制度進行連結，提升企業推動誘因。

表 4.2-1 標章認證評估指標與誘因

評估面向	評估指標	連結誘因
車輛	電動化比例(%)	優惠折舊 優惠稅率
	能效提升率(%)	
	綠色交付比例(%)	企業獎助、表揚
人培	完成碳知識教育(%)	免受訓或免回訓
	完成環保駕駛培訓(%)	
盤查	完成碳盤查	獎勵、補助 低利貸款（綠色金融） 低碳廠商平臺（綠色採購認證、公部門優先選用） 碳權認定
	完成驗證	
減量作為	設定減碳目標	
	達成減碳目標	

資料來源：本計畫初擬

二、管理規劃及政府治理

管理規劃則基於淨零排放目標所需，進行交通運輸系統的優化，包含運輸行為模式移轉、服務效率提升、強化路徑規劃、鼓勵共享資源，以降低能源消耗。通常配合較長遠的減量路徑規劃。

M1.透過適當的市鎮計劃，提升運輸服務效率

參考新加坡特有的城市街廓發展模式，其大規模的造鎮計劃，以及預先規劃的運輸服務節點，並逐步擴大實施車輛管制計畫，另外，如同日本對於停車位的嚴格規範，也能有效抑制私家車輛成長，將公路運輸系統優先提供給公眾服務，藉此提升效率。但其制度皆具特殊性，且既有城市改造工程浩大，過於嚴苛的管制手段，根據過往推動經驗，很可能遇到強大阻力，難以複製其成功模式，未來對於新型造鎮計劃或許可納入參考。

M2.劃設低碳交通區，進而實施無碳交通區

此項目由國際組織提出建議，根據研究案例指出，這項措施可以以較低的財務成本的方式達成，並且降低碳排的同時達成城市的運輸模式移轉、解決城市擁塞、提升空氣品質，並指出如果搭配相對應的配套措施，能進一步促進潔淨能源車輛的推廣，不過同時也提醒這項措施可能帶來強大的社會阻力，需要以小規模的形式展開試驗，並慎選試驗的地區。此外，儘針對貨運車輛進行通行管制也是降低阻礙並促進產業轉型的做法，目前此方法正在歐洲及中國的部分城市展開實驗計畫，不過由於我國的貨運電動車輛普及率偏低，現階段尚不具備相關因應的配套基礎條件，可觀察各國後續計畫推動方式及減量成效，以作為能否夠跟進實施的評估基礎。

M3.設計並提供貨運友善路網

由於市鎮計畫規模龐大，倉儲及集貨站的配置又牽涉到用地取得與營業模式等較複雜的問題，規劃面除了從市鎮計畫著手或設置共享物流倉曠日廢時，且需經過大量的社會溝通，不妨從道路設計著手較有行政效率或許是較為快速、方便且有效的方式，傳統路網設置及道路設計，著重於道路安全、人本運輸、大眾運輸系統等，較少針對貨運需求進行

盤點和規劃，因此，評估並滿足貨運路網基本要素，是首要評估建置的基本原則。

初期最簡易的解決方式，只需要設置停車彎，經過標線改造以及人行道重新劃分即設置完成，避免貨車在擁擠的城市交通中因為找不到卸貨點造成無效的行駛里程，目前已經有部分區域陸續劃設，但仍嫌不足，後續應持續推動，未來需要規劃研究的課題即是設計方式的改良、以及對於設置地點及各區域的需求量進行細緻化評估。並且未來因應電動化發展，或可更進一步與劃設潔淨車輛專用停車格、淨零交通區規劃，並搭配充電樁設置準則，促進低碳運具利用普及率。

M4.透過合理的點位配置（如都會物流倉），縮短運輸距離

當今物流業者大多已透過合理的點位配置，試圖達到配送路徑最有效率的運用，但從減量的觀點來看，在市中心設置微型衛星倉儲是最有利的策略，因為它呈放射狀的運送模式，能大幅降低無效行駛里程，並經實驗比對證實具有顯著成效，但城市核心土地昂貴、腹地不足，無法大規模的設置，因此採分散式設置方式，並藉由社區總體營造，降低附近居民對於噪音及環境影響的反彈。

若未來要朝向落實應用，前期課題包括：需盤點都市閒置空間，活化土地利用，作為後期參考推動的利基。其次，為支應高昂的租金成本，可能需要與土地所有權人（地方政府、開發商等）研議合理的分潤及商業運作模式，建立可互利且長久的經營之道。

M5.設立共享物流倉、配送站及貨物收遞站

如同前述問題，若要顧及配送效率，則必須將倉儲建置於都心區域，必須面對高昂土地成本，因此共享倉儲制度油然而生，它的有效降低倉儲服務成本，但也存在許多議題需要考量，或許可以從國際成功的經驗案例尋求解答，包括：

- 資料安全：配送涉及客戶端機敏資料，如何確保受到安全保護
- 分潤：如何在不受補助且能負擔高額營運成本的情況下創造各方有利

可圖的商業模式

- 淡旺季調度：貨運業淡旺季大致相仿，如何處理旺季空間不足、及淡季時的閒置空間
- 意願：大型物流商若能自主建立和營運倉儲，是否願意與中小型廠商共同使用

另外，配送站及收遞站之概念，係針對無法成功投遞造成的效率低落，將最後一哩責任交由收件方（消費者），也可做為逆物流的據點，我國企業相關應用行之有年，也已發展出一套自有的機制，包含結合郵政、超商、居民活動中心、或企業自建據點等，政府在資源有限的情況下，前期無需過多涉入，可由市場機制發展，待模式成熟且其他政策項目普遍落實後，考慮著手由公部門進行資源整合，協助企業降低營運成本。

三、基礎設施及技術發展

設備技術則透過先進技術及設施升級，利用、研發或製造新能源燃料，達成能源效率改善及低碳轉型。旨在普及化相關領域的應用，為邁向新世代前置準備作業。

T1.擴大建置充電樁相關設備（盤點貨運建置需求）

國際主要大力推動項目之一，我國在期程及目標上都略顯緩慢，需要加快促進建置速度，根據交通部公路局 2025 年車輛電動化戰略目標進行推估，2025 年之電動充電樁建議數量為全台公共充電槍應達 1 萬支以上、快充槍應達 1200 支以上，其中各地方交通運輸節點設置慢充 6,000 槍及快充 500 槍，（交通部公路局，2022）。另根據經濟部先前比較各國車樁比值與國情建議我國在慢充樁（AC）的建置部分，在推廣使用初期，建議車樁比為 10：1，中期（2025 年）提高車樁比為 15：1。快充（DC）方面，建議初期車樁比 80：1、中期（2025 年）以後，可提高至車樁比為 130~300：1。

因應未來車輛需求成長趨勢，建置相對應充足的充電設備，是交通部門首要的重大責任。不過，在進行車輛充電需求推估時，因充電樁為共用設備，需連同自用和客運車輛數一併考量，貨運車輛在整體車輛數占比不高，且由於目前沒有電動貨車的明確推動目標期程及成長需求預估，加上商用車種產量及選擇性面臨短少，以致貨運車輛電動化緩步，以當今發展趨勢，且上述的建置條件皆順利達成，對於貨運需求而言應屬充分。因此，對於建置貨運電動化目標的設備需求，相較於總量目標，符合各業態特性及各區域的點位配置更為重要。

點位規劃參照國際主要推動做法，結合產業現況區分為都會區、市郊節點與公路節點。公路節點可以國道服務區為據點做為長途運輸中繼電力供應站點，查交通部高速公路局各服務站里程數，站點之間距離大約為 50-80 公里，應能滿足商用電動車續航要求，也符合各國設置標準；市郊節點則參考物流業者的物流中心設置位置作為參考依據，由於業者場站不一定皆為自有，且需投入大量建置成本，因此，於集散地設置公共充電停車場，可供應大量的配送車輛隔夜充電需求，確保有充足電力支應全天候配送作業；都會區方面，則以大規模建置街邊充電站為目標，配合貨運路網改善政策，與貨運專用車格、公共設施、都會倉儲及收遞站聯合規劃設置，並提供民間企業及私人場域建置補助以擴大增設速度與密度。

功率方面，依照貨運業使用特性，主要將以快充站需求為主，若期望符合國際趨勢，應於 2030 年前提供 150kW 以上高功率充電，公路節點、街邊充電，則希望以 350kW 為目標，而後待充電技術突破，朝百萬瓦目標邁進。

表 4.2-2 充電樁建置規劃預擬

	都會區	市郊節點	公路節點
區域	大臺北 (北北基桃)	新店、林口、觀音、蘆竹	國道服務區 休息站
	臺中	南屯、彰化	
	臺南	嘉義、歸仁	
	高雄	岡山、大發	
原則	● 配合市區劃設貨運專用車格及道路設計 ● 具備快充，可供臨停充電	● 具備快充、可供隔夜充電 ● 大型共享停車空間	● 至少 4 座快充 ● 站距約 50-80KM ● 貨運專用車格
效益	✓ 小型車 ✓ 汽車貨運 ✓ 路線貨運	✓ 大型車、小型車 ✓ 貨櫃貨運 ✓ 路線貨運	✓ 大型車輛 ✓ 中長程 ✓ 汽車貨運 ✓ 貨櫃貨運

資料來源：本計畫彙整

T2.應用數位化、智慧輔助技術與服務（車輛監測、路線最佳化）

此項目由產業端（包含車商和軟體服務商等）及科研機構主導並持續投入相關領域的技術應用，包含即時監測、資訊視覺化、路徑最佳化、智慧預警系統等，相關技術應用是我國可以利用現有資訊服務產業發展的絕佳契機，透過擴大並深化學研合作、公司協力、新創基金、科學競賽、獎助學金等方式保持發展優勢，強化研究相關領域的加值應用的同時，亦扶植我國科研領域人才培育。

T3.投入車輛改良及先進技術研發（無線充電、無人運具等）

與車輛期程的推動面臨相似的問題，國內雖有車廠透過補助計畫開始投入車輛製造，然而長久以來，我國車輛引擎工業技術非傳統強項、歐美、日系車商歷史悠久、品質精良、品牌信譽佳，且供應鏈完整。此外，中國大陸近年來在國家政策推動下，具有價格競爭優勢，我國車輛在品質及價格上皆不具備產品競爭優勢，需要龐大資金及技術，是否視為國家重點產業全力投入項目，亦或直接進口成熟技術，視國家政策而定。因此，從配件技術發展，如節能胎、車體輕量化改良技術，是可以著手規畫的方向。

T4.投入氫能設備及車輛技術發展

如同車輛技術，氫能發展在我國不具備優勢，由於並沒有於前期大力投入，不具產業規模，無法壓低價格，其次我國也沒有天然的綠氫製造條件，反觀臨近中國、日本、韓國已經開始大規模投入製造、應用、加氫站、車輛發展相關技術，預計於 2050 年將達到當今 2-3 成的使用成本，與化石燃料相仿水準。

雖然要建置產業鏈可能面臨困難，但打造成為氫供應鏈的一環可能相對容易，可以嘗試從車輛維修技術著手，由於中國在氫能卡車市場占有壓倒性的優勢，未來貨運商用車輛技術很可能來自中國，鑑於近年來兩岸關係詭譎多變，保有我國自主維修的能力，對我國產業發展較為保險。

T5.創新式物流服務（機動運具、無人機等綠色交付）

創新式運輸服務及綠色交付項目大多由物流業者主導，從配送站到收件者之間的最後一段路程採用更為輕量化的零排放運具，不僅空間及路線規劃更具靈活性、降低城市壅塞及違停罰金問題外，亦提升配送效率，還能有效減少排放，是目前各大業者都極力推行的項目之一。

從國內外廠商的永續報告來看，大部分都已經開始實施相關作為，我國業者主要採用電動二三輪車為主，跨境物流商在歐洲以及美國已經開始嘗試使用電動自行車甚至無人機等創新微型運具，不過由於城市規劃、人口密度等因素，我國需不需要跟進採用可再進一步評估。

除了排放及效率因素外，由於微型機動車輛可投入人力資源較為豐沛，成為尚未自動化前，現階段可暫時舒緩當前缺工問題的解決方案，然而，因載重受限，且需付出更多人力成本，單位重量配送成本較傳統運具並不具備經濟效益，且近年來美食配送平台興盛，工作時間及地區更為彈性，也吸引許多人力轉職，也可能分食貨運需要的人力缺口，因此為鼓勵廠商積極投入，將綠色交付比例納入標章評斷標準，也是未來考量方向。

四、財政工具與綠色金融應用

財政工具則對轉型成本需求給予獎勵措施及綠色金融支持，負擔部分轉型成本以吸引貨運業者低碳升級。包括碳交易市場、稅收減免、補貼、低利率貸款等財政工具，吸引資金投入低碳技術研發及基礎設施建設。前期是快速推廣並提升新能源車輛和設備普及率重要政策手段，並透過金融影響力提供協助，後期則開始考慮採用碳定價工具全面實施以量計價。

F1. 提供潔淨車輛設備購置及技術研發補助

若要進行潔淨能源運具的汰換，除了購車成本外，尚有相關設備如充電樁、場域消防、勞工安全等支出。對於車輛及設備的購置補助仍然是短期內縮短潔淨能源價格相關投入成本落差距、加速推廣應用的最有效政策工具，相較於國際主流趨勢，以政策推動及減量角度而言，我國現行的主題式補助計畫做法無法廣泛擴及大多數企業，誘因有所不足。若要加大實施力度，需要考慮國庫財政收支及劃分的問題。

F2. 提供潔淨車輛稅制或費率優惠

與補助的問題相似，對比國際做法和減稅的幅度，最高減稅額可達數萬美金不等，目前我國的減稅誘因對於車輛購置的成本因素考量也稍嫌薄弱，加上「F1.提供潔淨車輛及設備購置補助」政策的缺乏，幾乎無財政推力促進貨運業者淘汰燃油貨車、購買潔淨能源車輛。不過各地區的稅制不同，難以相提並論，因此，綜合考量財政劃分，盡早規劃因應的課題。

F3. 碳排放徵收機制（排放稅、碳費稅）

除了提供購置補助，碳費議題近年成為關注的焦點，我國也已著手規劃相關制度，預計在 2025 年開始計算並於 2026 年開始徵收。雖然運輸業目前不在第一批徵收對象的範圍內，不過未來隨著範疇三逐漸受到納管，運輸服務的排放也會成為供應鏈減碳要求的重要一環，建議交通部門可以與環境部共同研商，制訂包含「R5.頒發獎勵標章等認證機制」或碳權發放認定方式，敦促與獎勵業者朝向更為潔淨能源永續發展的商業模式。

F4.建立陸運碳交易系統（ETS）

目前碳交易機制在許多國家和區域都已經開始採行，不過僅有歐盟預計於 2027 年開始將陸運納入列管範圍，相關做法包括法制規範、推動流程、企業的運作都已相當完善。我國目前在政策推動議題上屬於前期推廣階段，且碳交易的制度也還在摸索，對於納入陸運期程言之過早，建議可以參考歐洲經驗決定未來實施的方向及方法。

F5.綠色金融導入及應用

在永續金融部分，除了金融機構主導外，政府也可以基金方式提供低利貸款相關的和補助作為，我國貨運業者目前面臨的問題是缺乏遵循的依據以及對於申請和審核流程的不熟悉，需要有針對貨運提供相關指引或是實際參考案例。

目前金管會已與環境部、經濟部、交通部、內政部於 2022 年 12 月 8 日共同公告「永續經濟活動認定參考指引」，其中運輸及倉儲業包含在第一版的指引適用範圍內，符合「對任一環境目的具有實質貢獻，且未對其他環境目的及社會保障造成重大危害」三項條件者即視為永續經濟活動，鼓勵金融業者向有具體轉型計畫之企業，在風險可控下給予資金上的協助。

綜合 2022 年第一版指引與 2024 年可能發布的第二版指引內容，貨運業共有「使用零直接二氧化碳排放車輛（包括氫、燃料電池、電動等）、每噸公里溫室氣體排放量為 50gCO₂e/噸公里以下、取得環境部審查之碳足跡減量標籤使用權、加入 EV100 行動倡議並通過 Climate Group 年度審核、達成年度目標」共五項篩選標準。而金管會也因應業者回饋之「無法在可負擔價格範圍購得電動化貨車以替代燃油貨車，致使無法達成貢獻指標」意見，增設「污染預防與控制」項目下之相關實質貢獻指標。

依據訪談內容，大型貨運業者向金融機構申請相關業務時，已納入是否進行碳盤查等相關資訊，然盤查數據、減量目標、減碳作為等並無直接與貸款利率等數值有直接連結，可研擬更具體的連結目標供金融業與貨運業參照，以促進綠色金融的活絡應用，強化企業永續作為。另一方面，中小企業在盤查方面即面臨困難，是故綠色金融可與「R3. 建立通用準則並

簡化查驗證流程」排放計算平臺、「R5.頒發獎勵標章等認證機制」標章認證搭配進行，在有數據佐證與政府認證雙重條件下推動中小企業向金融機構申請資金，以進行減碳策略。

最後，可研擬發行政府綠色債券，參照美國與日本發行經驗，挹注資金並長期投入減碳政策中。

4.3 政策優先序位

在綜合分析並比較各項策略規劃後，嘗試研擬課題權責劃分和可能面臨的問題。

4.3.1 外部影響評估一期程急迫性

我國汽車貨運業者邁向淨零排放的過程中，面臨來自多方的壓力，主要受到來自國際、供應鏈要求、政府、和自身制訂規範，各壓力源的強制性、影響性及發生期程不盡相同，但可以確定的是，隨著淨零時程時間推進，這些壓力的影響將愈加顯著。

一、國際公約

國際氣候協議（如巴黎協定）已要求各國加速碳排放減量，並且逐漸強化對運輸部門的碳減排目標。這些公約將直接影響我國的出口供應鏈及國內運輸業的發展。隨著國際減碳目標逐步落實，我國的貨運業者將面臨更加明確的國際規範壓力，尤其對於跨境業務中，由海運和空運需符合國際減碳規範，陸上運輸預計也將在中後期逐步跟進。

二、國家淨零目標

我國已經訂立 2050 年達成淨零排放的目標，但具體的行動路徑仍在逐步細緻化。現階段至 2030 年的運輸部門短期減量責任目標尚未公布，但可預期占公路運輸約 3 成的貨運業將面臨更具體的分階段減碳要求，包括要求車輛轉為低碳能源、提升碳排放數據透明度等。這些政策壓力將逐年增加，要求業者進行技術投資和業務轉型，以符合淨零目標。

三、環保政策

目前政府已針對車輛能效及汙染排放頒布多項環境保護法令，如新購車輛逐步要求符合六期標準，未來預計針對貨物運輸的碳排放進行更嚴格的監管。隨著政策進一步落實，貨運業者將需要遵守更多節能減排的具體指引，以因應更高的環保標準，最終達成運具電動化及無碳化之國家目標。屆時，業者可能強迫面臨額外的成本壓力來進行車輛更新及減排措施。

四、碳定價措施

我國目前碳定價機制（例如碳稅或碳交易）已進入研擬階段，並在 2025 至 2030 年間逐步實施。初期貨運業者非首波納管對象，但隨著碳價上升，將直接面臨製造端成本轉嫁的風險，尤其未來一旦範疇三納入管制，將迫使依賴高排放車輛的業者尋找減排措施以減少稅負，加快低碳轉型。

五、供應鏈要求

國際供應鏈已逐漸將減量成效作為選擇供應商的標準之一，尤其是歐美地區的國際企業。預計近期將有更多跨國企業因應行動倡議或企業形象對供應鏈提出減碳要求，我國貨運業者將面臨愈趨嚴峻的低碳物流需求，若未能符合減碳標準，可能喪失部分國際客戶或市場。隨後，由企業帶領民眾消費意識逐步提升，屆時運輸服務將同時受到來自上下游的減排壓力。

六、金融監管

金管會及金融機構正在積極推動綠色金融，未來將逐步將環保指標納入授信標準，影響貨運業者的融資和投資選擇。到 2026-2028 年後，預計金融監管將依資本額逐步要求企業提供透明公開碳排放資訊，以確保資金流向符合淨零目標，甚至不排除針對車輛數超過 200 輛以上的運輸業者進行盤查揭露。對於貨運業者而言，這將加劇資金壓力，特別在轉型過程中產生大量的綠色資金需求。

七、企業自主宣示

部分我國汽車貨運業者已自發性進行碳減量承諾，以增加市場競爭力和品牌形象。隨著 2050 年淨零目標的臨近，預計將有更多業者會提出自主宣示。然而，自主承諾亦意味著需投入額外資源，達成更高的環保標準，

對中小型貨運企業而言這將是額外的經濟負擔。

因此，從外部急迫性看來，當今最需要面臨的課題及為制度及規範的因應，並且以財務誘因和基礎設施消除轉型障礙，中期以後，由於碳定價和消費意識逐漸落實，預計潔淨車輛普及和服務效率提升能夠帶動營運績效成長，遂可以行為管理和規劃政策輔佐，長期來看，隨著淨零目標趨近，技術發展也逐步成熟，各項技術發展開始具備商用規模，可加速採用。

表 4.3-1 企業轉型壓力源彙整表

來源	對象	期程	強制力	對產業影響
碳定價機制 (碳費)	大排放源 不含範疇三	明年起	V	暫未列管
環保規範	全體車輛	已實施	V	依法配合
金融監管	上市上櫃	依資本額 階段管制	V	少數大企業
供應鏈要求	承運商	自行訂定	▲	少數供應鏈 承運商
消費意識	品牌商 物流商	未定	X	尚不明顯
自主目標	各業者	自行訂定	X	少數大企業

資料來源：本計畫彙整

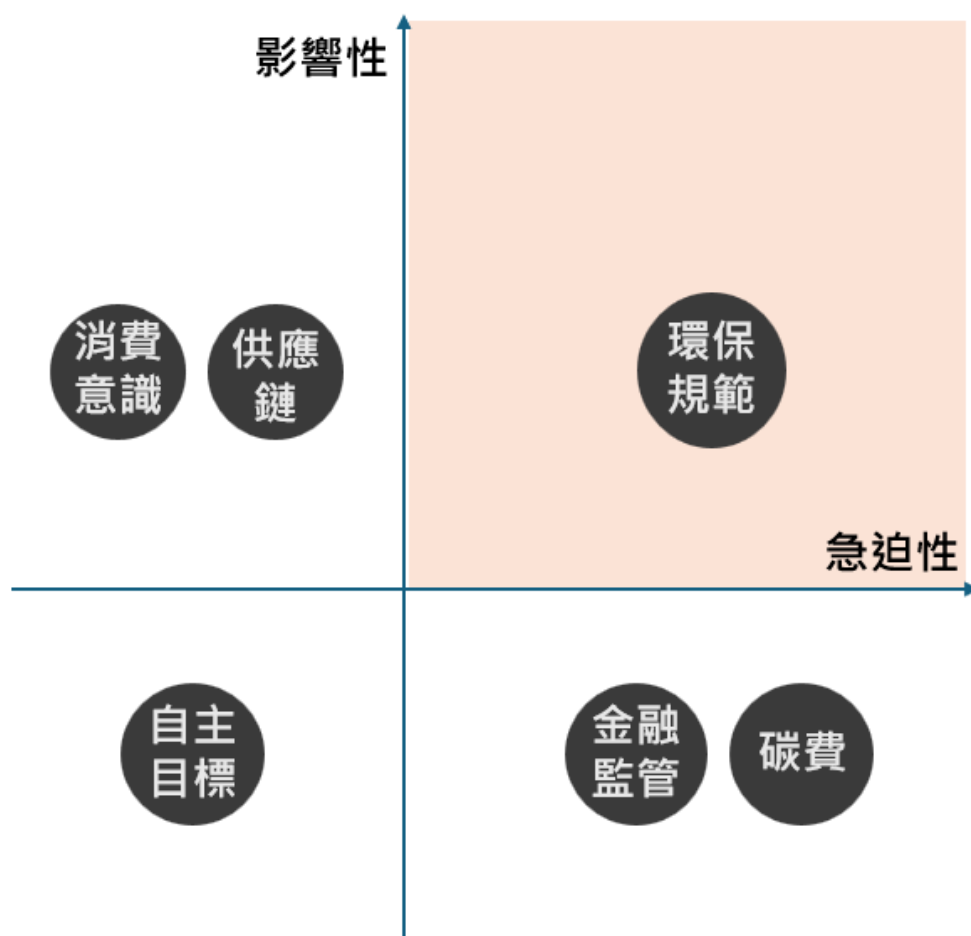


圖 4.3-1 壓力來源矩陣分析

表 4.3-2 壓力期程時間點及政策影響預估

	近程	中程	長程
外部因素	碳費 金融監管 供應鏈壓力	碳交易 消費意識 商用電動車輛技術	自主宣示 淨零目標 商用氫能技術
政策推動	以規範制度、設備建置、財政補助優先	碳定價工具 車輛管制及路網規劃	多重應用各項創新研發技術

資料來源：本計畫彙整

4.3.2 可行性評估

政策推動需具有前瞻性願景外，夠順利落實應用更為重要，可行性評估大致涉及財務、技術和社會三個面向。在財務方面，由於新能源車輛和基礎設施建設和研發初期投入較大，特別對中小型貨運企業形成負擔，因此需依賴政府提供補貼、減稅及低利貸款等措施以降低成本，需評估國庫收支是否足以提供相對應支援。技術面上，需考慮新能源車輛發展成熟及商用化時機點，以利建設相對應之充電站和加氫站等基礎設施，以及對於智慧化、資訊化技術服務應用，是否需加速配套設施的建設，並對業者進行技職培訓，提升操作和維修的技能。在社會面，轉型需要業者和消費者的認同與支持，鑒於目前對於政策推動的認知和意識仍未凝聚共識，部分業者可能擔心短期內的營運衝擊，因此需強化政策宣導，展示政策長期對於環境與經濟的正面效益，以提升社會接受度和政策推行的可行性。

一、財務面

有關政策的財務可行性評估，需要綜合考量政策所需的資金成本、預期收益、財源、風險、政策排擠效應、社會成本等面向。初步盤點需要投入資金的政策包含資訊整合平臺、人才培育、標章獎勵機制、新能源設施與技術發展、財政補助等策略工具。

資訊整合平臺的投入成本包括網頁的建置、碳排計算數據蒐集與轉換、充電樁資訊蒐整等面向，考量其服務不單只是應用於汽車貨運業，可擴及至所有電動運具，後續僅存在網站資料維護與更新服務項目，又無同質性政策的排擠效應，綜合評估應可在短期內先行建置。

人才培育方面，投入成本包含教材的蒐集與建立、講師聘用、訓練場地建置、課程宣傳等面向，惟教材建立與場地建置僅需前期投入成本即可長期使用，後續則有師資、宣傳費用的長期支出，而目前已有車輛中心等單位先行投入相關研究，相關資源整合已有試行經驗，評估可於短期內先行實施。

至於標章獎勵機制、新能源設施與技術發展、財政補助等政策則需要相對高昂的投入成本，其財政來源也許能夠從徵收之碳費所組成之「溫室氣體管理基金」來支應。依據《氣候變遷因應法》第 33 條，「溫室氣體管理

基金」得以運用在執行溫室氣體減量及氣候變遷調適等政策上，包含減量技術、減碳補助、技術研發等面向，可由交通部審慎評估後向環境部申請。值得注意的是，新能源設施與技術發展包含了電動化及氫能兩種方面，考量當前電動化產品已有商業化，且運用層面包含客運、貨運、私人運具，可於短中期內投入建置。至於氫能技術，仍處於技術不確定性高的前期發展階段，相關設施建置若過早投入也面臨較大的投資風險，更可能排擠電動化設施的建置，故評估應於中長期視相關技術發展再行投入建置。

二、社會面

部分政策的執行容易引發爭議，造成窒礙難行，致使期程延宕甚至無疾而終，本研究羅列國內可能面臨障礙，在尚未釐清明確需求及目標前，應積極尋求社會共識，政策面向包含確認車輛推廣期程、管制規範及法規目標的修訂、設備及技術的建置需尋找合適的協力運作模式、以及財政工具的引導和利用等。需要透過廣大的社會溝通，降低可能面臨的阻力及風險，另外，亦需考量公正轉型議題，確保轉型過程中，利益受損方得到彌補及協助。

貨運業實現淨零排放在社會面臨的挑戰之一是業者在進行轉型時面對新能源車輛和基礎設施建設過於高昂的投入，尤其對中小型企業來說對其造成巨大財務壓力，許多傳統燃油貨車業者缺乏電動或氫能車輛的技術知識，短期適應能力有限，無法接納新能源車輛的廣泛應用，相應基礎設施尚未完備，現階段零碳交通區設置可能導致部分企業和消費者進出不便或增加成本，進一步造成政策推行的難度，為提高社會接受度，需先以政策引導、宣導綠色運輸效益，並循序漸進設立試點，帶車輛及設備普及逐步擴大區域範圍。

倉儲點位分布優化為符合淨零目標，選址應盡量靠近市區或主要物流路線，以降低運輸距離和碳排放。但需配合城市規劃，尋找合適的城市稀缺土地，並避免對居民生活產生負面影響，後續需與地方政府和社區協調，以達到在符合淨零目標下提升物流效率的雙贏局面。

此外，充電樁與加氫站的設置是推動能源轉型的關鍵，但由於目前基礎設施建置存在建設成本高、對技術要求限制嚴格，及安全性疑慮等挑戰，用地及資金的獲取可能阻礙推動速度。為增加社會可行性，可優先在主要

交通樞紐和物流中心試點建設，並進行安全性宣導，提升大眾對新能源技術的信任和接受度。同時，政府應提供相對應政策輔助，加速吸引並擴大設備投資和能源供應網絡。

三、技術面

在技術發展方面，可行性評估取決於科研發展、創新研發及技術應用成熟度、成本價格曲線、應用潛力和實施成本等。主要需要考量政策項目包含氫能發展、智慧輔助系統應用、車輛改良技術、前瞻創新研發（無線充電、無人運具、無人機等）。

有關車體改良技術，雖車體輕量化對能源效率提升至關重要，透過減輕車體重量、增加載貨空間的設計能顯著提升運輸效率。創新車體材料，如高強度輕量化合金材料或複合材料，能降低車輛的總重量，從而節省能源。材料技術雖然不斷精進，但輕量化設計仍需評估研發投入及製造成本是否能彌平價差，且需要重新測試其安全性與耐久性，以符合標準仍待驗證。節能胎是當前較為可行的工具，市面上也已具備成熟產品、並經減量評估驗證，且組成聯盟正在推廣，是立即可達成減量效益的發展策略。

而智慧輔助系統，如車隊管理系統（FMS）、車輛即時監控、路線規劃優化等數位解決方案，目前相當成熟並且應用廣泛。科技發展也具備大量數據收集與分析能力，在技術上已具備立即可行性，後續車隊進行系統整合，並培訓員工以適應新系統，提升企業現有的數位轉型能力，以及後續維護、升級的資源投入，成為現階段需努力目標。

另一項關於技術應用可行性的關鍵因素為電動車輛發展技術成本，不同機構對於成本下降速度的期程推測略有所異，但大致落在 2030 年左右達到總擁有成本（Total cost of ownership, TCO）平價，主要原因為電力系統及鋰電池的價格持續降低，根據彭博新能源（BNEF）推估，2023 年價格為 139 美元/瓦時，2027 年降至 100 美元/瓦時，2030 年可望降至 80 美元/瓦時，降幅達 42%，另根據麥肯錫評估，當達到 105 美元/瓦時已對於長程運輸具備的基本競爭力，而目前零排放卡車 TCO 劣勢約 40%，燃料電池系統成本需降低 50% 以上才能達到 TCO 平價，到 2030 年左右已接近預估水準，具備發展條件，儘管 BNEF 認為需要在低電力成本情境才能達成，ITF 則認為在歐盟 7.5 噸以上電動車 TCO 也有機會與傳統柴油車持

平，屆時可以期待電動車加速推動，不過各國車輛技術產業發展狀況不同，時程上可能存在差異。

新能源應用方面，氫燃料潔淨能源在貨運淨零政策中被視為具有重要潛力，尤其適用於長距離運輸和中重型車輛。其能量密度高、加氫速度快，適合運行時間長、負荷大的貨運車輛。但氫產業鏈的生產製造、儲存與運送技術仍待完善中，技術發展時程不明，並存在安全和燃料成本挑戰。此外亦需考慮氫能車輛研發技術和基礎設施的建設進度與安全疑慮、用地取得仍無法滿足現階段產業需求，隨著技術進步和市場規模擴大後，以及氫燃料供應價格的下降後，此項目推動才具有較高可能性。

關於前瞻技術發展與應用（無線充電技術、無人運具、無人機），雖然對於未來貨運邁向自動化過程中扮演關鍵角色，也可能具備相當大的減量潛力，此外亦提供解決貨運需求的附加價值，不僅能有效降低人力需求及成本並提升運營效率，且應用範圍相當廣泛，從解決長程運輸的里程焦慮到最後一哩的綠色交付皆可發揮成效。目前這些技術雖然在試點或沙盒計畫中已獲得驗證，具備基本的技術成熟度，但仍需考慮技術成本以及針對複雜多變的應用場景及環境條件下仍需維持穩定性和安全性，而後續技術維護需求和配合法規鬆綁或支持的程度也是需考量因素。

表 4.3-3 可行性及因應作為盤點

議題			國際做法	適宜性 (可行性作為、社會共識及爭議、風險及障礙等)
規範 機制	R1.潔淨車輛推廣	燃油車退場機制及電動化目標時程	● 禁售純燃油車（日本） ● 開放部分替代燃料（歐盟）	視車輛技術、普及率及設備建置速度而定
	R2.載重標準	大型車輛電動化後，電池重量壓縮載重空間，影響營運績效	● 提高車輛載重上限（歐盟） ● 扣除電池（及托架）重量 ● 車體輕量化改良技術	可能衍伸的超載問題造成道安風險
	R3.資訊整合平臺	建立補助資訊、充電資訊、碳排計算等綜合性平臺	購車補助 充電樁與加氫站資訊 車型介紹	網站架設、資訊蒐整、定期更新
	R4.人才培育	碳知識人才培育與環保駕駛訓練	補助課程 強制受訓	整合既有教材資源，評估強制實施可能性
	R5.標章獎勵機制	減碳認證標章與連結獎勵誘因	數據蒐集 審查驗證 執行成效檢視	建立試算平臺，尋找財政來源支應獎勵
管理 規劃	M2.低碳區劃設	逐步擴增的低碳區域使傳統車輛行駛效率降低增加碳排	漸進式增設 小規模試辦 審慎評估劃定區域 考慮貨運優先試行	與業者研商補助獎勵機制
	M5.共享物流及收遞站	點位取得、服務效率及資源分配問題	制定合理收費機制及商業模式	建立試驗計畫
設備 技術	T1.充電及加氫站	財務風險、用地取得、安全疑慮	● 公私協力 ● 社會溝通	消弭障礙 持續推廣 領域投入優先性評估
	T3.T4.新能源車輛技術	缺乏產業優勢及能源自主性 缺乏檢驗標準及量能	擴大產業研發 形成規模經濟及供應鏈	
財政 工具	F1.F2.補貼及稅制	電動車補助及貨物稅獎勵誘因是否足夠及牌照稅認定及稅制合理性問題	重新審視、檢討及修正 研擬大型專案	評估財政收入可支應狀況
	F5.綠色金融	手續繁複、缺乏依循案例	簡化流程、建立指引	建立引導案例

資料來源：本計畫彙整

4.3.3 減量潛能評估

對於排定貨運減量政策工具的期程序位，尚需考量政策工具減量潛能所能帶來的效益，除了直接減量成果外、還包含間接輔助待來的減量效益評估，確保政策在實施過程中能有效達到預期的減排目標。

具備直接減量效益政策措施對溫室氣體（GHG）排放量降低具備立即性和可直接量化的顯著影響，一般為燃料替代和里程降低所帶來的效益。例如推動貨運車輛電動化或氫能化能直接減少柴油和汽油車輛的二氧化碳（CO₂）、氮氧化物（NO_x）、顆粒物（PM）等排放。因此最為直接和關鍵的推動措施，此外駕駛培訓、車輛技術改良、配送效率有效提升也可以以節油和里程降低效果換算，但需要經過基線建立、經過對比和驗證才能有效量化效益。

間接減量效益則包含政策帶來的長期減排及輔助效果和對其他行為的連鎖反應。這些效益有時難以立即量化，但對實現更全面的減排目標至關重要，例如基礎設施的建置、行為模式的移轉和管理、科研技術發展或智慧化輔助系統等。

減量效益不僅僅限於直接減少排放的效果，還可能包括長期累積的加乘效果。例如：建置智慧化運輸系統（如車隊管理系統）不僅能降低當期排放，還能提升路線優化、減少空駛車輛等，以達到持續減少能源消耗的效果。此外，貨運電動化、氫能基礎建設等長期效益，會因技術進步和成本下降，在未來數年逐步提高減量效益。反之，駕駛行為帶來的節油效果，則可能遭遇瓶頸而逐步遞減。

參考 ITF 政策規劃，碳定價工具、低排放區域（LEZ）、物流配送服務效率也或許具有一定程度的減量成效，其成效雖然在短期難以量化，但其附加效益還可能包含社會和經濟效益如：污染減少、公眾健康、城市環境和民眾生活品質所得到提升，從長遠來看，也能減少碳排放能夠減少氣候變遷帶來的經濟損失。包括健康成本的降低、環境治理負擔減少和提升產業綠色競爭力，均是貨運減量政策效益所帶來的重要附加價值。

不過，以國際案例作為參考依循指標，需要更嚴謹的方法學評估，建立符合我國使用情境之效益減量效益評估，並動態監測政策執行情況和排

放數據，進行定期滾動評估，也需隨著政策的執行狀況調整目標。透過即時數據監測、技術模型預測等方法，確保政策能夠及時應對市場變化與技術創新，達到最佳的減量效益。因此，各項貨運政策所能提供的減量效益評估需採取全面的數據模型、經濟成本考量、社會影響與長期預測等多方面綜合分析。

4.3.4 綜合評估

綜合評估各項因素後，可針對因子的推動序位進行釐清，將具政策急迫性、可立即執行、高度減量效益，列為優先推動項目，其次，再依相關條件依序納入中長程計畫。

首先，急迫性反映來自於國際規範、政策推行、產業需求，對減碳時程點的要求。需優先安排資源，將能快速減少排放政策加速落實推動，並優先執行解決轉型障礙之政策工具。

可行性則考量政策的技術成熟度、經費需求以及產業和社會的接受度。技術已成熟的措施更易實行，而較依賴基礎設施和高成本的選項如加氫站建設則需分階段推進。倉儲和低碳區劃設則需透過試點計劃和多方利益協商，增加實際落地的可能性。

減量效益是政策篩選的核心指標，聚焦於政策在碳排放減量上的實際效果。選擇能顯著減少排放的措施，並估算政策效果，將有助於達成國家淨零目標，優先推動減排效益較高的政策，有助於迅速提升貨運業碳中和進程。

因此，將建立規範機制列為優先考量項目，包含設備建置、金融支援、規範檢討，建立平台、人培機制、標章獎勵，中期以規劃面為主要方向，包含燃油車逐步退場之低碳區劃設配套，都會區中倉儲、收遞站、和貨運友善路網的普及，並進入氫能整備階段，待氫能源發展及相關技術應用成熟達成商用目標後，納入長程規劃。

表 4.3-4 政策因子推動序位

政策工具		急迫性	不確定因素/爭議性			減量潛能 顯著/有/未定	優先序位
			技術	財務	社會		
整體 (外部因素)	F3.碳費課徵	3		2	2	有	短期
	F4.陸運碳交易系統	1		4	4	有	中長程
	T4.氫能技術發展	4	4	4		有	中長程
	M1.市鎮規畫	1		2	3	未定	-
	F5.綠色金融	5		3		輔助／配套	短期
運輸部門	R1.能效標準及法制目標	3			3	輔助／配套	短期
	R2.車輛規範檢討	3			3	輔助／配套	短期
	T1.擴大電動樁設置	5		3	3	輔助／配套	短期
	T4.研發氫能車輛技術	5	5	5	2	顯著	中長程
	M2.劃設低碳／無碳交通區	1			5	未定	中程
	F1.潔淨車輛購車補助	4		4		輔助／配套	短期
	F2.潔淨車輛稅制或費率準則	4		4		輔助／配套	短期
貨運相關	汰換電動貨車	4		3		顯著	短期
	R3.通用準則、平台建置	4	2	3		輔助／配套	短期
	R4.碳知識、駕駛人力培訓	4		2	3	有	短期
	R5.獎勵標章等認證機制	4		2	2	未定	短期
	M3.設計貨運友善路網設計	4			3	未定	短中期
	M4.都會倉儲點位配置	2			3	有	中程
	M5.共享倉儲、收遞站	2			3	未定	中程
	T2 T3 創新改良技術 (車輛改良/智慧化/自駕車)	2	3	3		有	持續推動
	T5.綠色交付模式 (微型運具/無人機)	2	3	3		有	中程

資料來源：本計畫彙整

數字表示：1:低 2:中低 3:中 4:中高 5:高

表 4.3-5 各政策課題研析

面向	課題	前期作業	後續推動
規範 機制	R1.設定燃油車能效標準或落日期程及新能源車輛普及目標	>推估電動車技術發展及普及程度 >研擬中小企業輔助配套	>加嚴能效標準 >公布並實施落日期程及普及率目標 >進行社會溝通
	R2.放寬潔淨能源車輛載重規範標準	>道安風險評估 >續航影響評估	>無人運具法制規範檢討
	R3.建立通用準則及資訊平台簡化作業流程	>充電樁建置指引 >產業需求調查 >可行性評估（含資金、技術及商業模式）	>效益及精進方式評估
	R4.建立人培計劃提升碳知識及環保駕駛行為	>設計課程及機制 >研議公費補助教育資源 >持續擴大參與率	
	R5.頒發標章等獎勵認證機制	>擬定指標、流程與機制	>結合碳交易系統核發碳權認定
管理 規劃	M1.透過適當的市鎮計劃，提升運輸服務效率	>可行性評估 >試行區域評估 >制定劃設原則 >減量效益評估	>協助地方政府進行市政/區域發展規劃
	M2.劃設低碳交通區，進而實施無碳交通區		
	M3.提供貨運友善道路設計	>以減量角度思考道路設計 >以方法學估算減量潛能 >充電設備需求點位及需求量評估 >電力供應需求評估	
	M4.透過合理的點位配置（如社區物流倉），縮短配送里程	>盤點都市閒置空間 >規劃合理的租金、商業營運和分潤模式	>規劃公私/企業商業合作模式 >研擬針對優良廠商
	M5.共享物流倉、配送站及貨物收遞站	>盤點並整合現有的企業資源，研擬評估公有化可能的設置及協助方式	>提供獎勵及輔導協助措施 >減量效益評估
設備 技術	T1.擴大建置充電樁相關設備	>產業需求調查 >貨運充電樁建置準則，包含數量、點位、功率、目標期程	
	T2.應用數位化、智慧輔助技術與服務（車輛監測、路線最佳化）	>評估系統導入及技術建置可行性 >整合應用並強化數據分析	>提升服務普及率及成本效益
	T3.投入車輛改良及先進技術研發（無線充電、無人運具等）	>推動自主研發及維修技術 >提升技術應用普及率	>關注無線充電技術、無人運具技術發展趨勢 >預擬安全、法規、技術面推動障礙及解方

	T4.投入氫能車輛及設備技術研發	>技術成本預估 >評估合理推動期程及經費	>培育自主開發或維修技術 >因應技術突破滾動式修正建置相關產業鏈 >加氫設備及點位設置整備
	T5.創新式物流服務（機動運具、無人機等綠色交付）	>針對道路需求及安全性問題提出配套 >嘗試以標章獎勵擴大推廣	>研擬評估無人機或微型機器人技術發展時機點 >建立沙盒示範/試點計劃
財政工具	F1.提供潔淨車輛或設備購置及技術研發補助	>研擬補助額度及方式 >財政預算需求評估	
	F2.檢討車輛稅制優惠及計價費率準則	>財政收支及劃分原則檢討	
	F3.碳排放徵收機制（碳費稅等）	>機制、費率、徵收方式規劃 >評估收入及分配方式	>擴大納管對象
	F4.建立陸運碳交易系統（ETS）		
	F5.綠色金融導入及應用	>研擬認證流程與機制 認列指標、準則、規範	>規劃並發行綠色金融商品 >納入綠金績效指標

資料來源：本計畫彙整

表 4.3-6 各政策適用性盤點

面向	政策	車種別				產業別		
項目		油	微	小	大	汽	櫃	路
規範 機制	R1.設定燃油車能效標準或落日期程及新能源車輛普及目標							
	R2.放寬潔淨能源車輛載重規範標準							
	R3.建立通用準則及資訊平台簡化作業流程							
	R4.建立人培計劃提升碳知識及環保駕駛行為							
	R5.頒發標章等獎勵認證機制							
管理 規劃	M1.透過適當的市鎮計劃，提升運輸服務效率							
	M2.劃設低碳交通區，進而實施無碳交通區							
	M3.提供貨運友善道路設計							
	M4.透過合理的點位配置（如社區物流倉），縮短配送里程						—	
	M5.共享物流倉、配送站及貨物收遞站						—	
設備 技術	T1.擴大建置充電樁相關設備							
	T2.應用數位化、智慧輔助技術與服務（車輛監測、路線最佳化）							
	T3.投入車輛改良及先進技術研發（無線充電、無人運具等）							
	T4.投入氢能車輛及設備技術研發							
	T5.創新式物流服務（機動運具、無人機等綠色交付）				—		—	
財政 工具	F1.提供潔淨車輛或設備購置及技術研發補助							
	F2.檢討車輛稅制優惠及計價費率準則							
	F3.碳排放徵收機制（碳費稅等）							
	F4.建立陸運碳交易系統（ETS）							
	F5.綠色金融導入及應用							

油-燃油車/微-潔淨微型運具/小-潔淨小貨車/大-潔淨大貨車/汽-汽車貨運/櫃-貨櫃貨運/路-路線貨運

資料來源：本計畫彙整

 低度相關
 中度相關
 高度相關

4.4 我國汽車貨運業淨零轉型策略藍圖及行動方向芻議

有關前述各面向政策工具的實行方法，按照其手段和意涵進行劃分，但後續實際落實應用時，由於涉及不同執行層面，部分政策需仰賴國家整體上位架構的全面推動，對運輸部門而言較無法進行控制或干涉，但會受到推動期程及成果的彰顯與否影響減量效益，可視為外部因素。其次，則是與運輸部門相關政策，然而需要考量整體運輸行為（包含客貨運）的發展進行全盤性的檢討與規劃，而非僅針對貨運需求，且可能需要透過外部合作與輔導，才能達成預期目標，主要項目以潔淨車輛推廣為主軸進行配套作業，包含法治化車輛管理、設備及技術完備，和財政金融支援等。最後，則是與貨運淨零切身相關的規劃，包含對於機制的建立、倉儲規劃、物流的創新輔導與低碳投入等相關作業，其中，除倉儲相關政策專為貨運業者提供營運輔導外，其餘項目能同時顧及自用類別，共同促進貨運減量。

表 4.4-1 政策層級劃分

	規範機制	管理規劃	設備技術	財政工具
國家發展層級	國家目標	M1 市鎮計畫	T4 氫能發展	F3 F4 碳定價工具 F5 綠色金融
運輸部門層級	R1 法治化推廣目標 R2 車輛規範標準 R3 通用技術準則	M2 低/無碳交通區	T1 電動樁設置 T3 車輛改良 電動車發展	F1 購車補助 F2 稅率檢討
貨運相關	R4 駕駛培訓 R5 標章認證	M3 貨運友善路網 M4 都會物流倉 M5 共享倉及收遞站	T2 智慧輔助 T5 創新物流	F1 企業設備及研發獎助

資料來源：本計畫彙整

但無論政策層級位階為何，多數政策的推動和執行並非由單一部門或機構獨立完成，需要利害關係人共同參與、協助、和輔導，才能讓政策順利且落實推動。本研究初步根據過往部會權責分工方式，將上述政策盤點出由交通主管機關為出發點考量需推動的相關的作為，最主要也最亟需優先推動項目仍為設備建置，包含評估並建立潔淨能源車輛數的成長目標，依據目標提供相對應的設備數量及點位需求。但對於貨運政策推動而言，則需優先滿足業態需求差異，作為優先佈建之原則。此外，另一項推動課

題則是道路服務設計，以提供對貨運輸路網及提升服務效率的縝密規劃，尤其對於都會區而言，評估貨運車輛使用需求，透過標線、停車格的改良設計，預計能減少車輛排放，能同時達成舒緩城市壅塞和提升道路安全的目的，可搭配專用車樁及倉儲設置共同建立一套貨運服務需求規劃原則，以輔導地方政府加速推動轉型。

其次，交通部門需要透過與其他部門協同合作的項目包含與環境部門及機構建立標章機制和平台建置，共同輔導並推廣、鼓勵業者推動淨零作為，以及提供盤查和減量的認定和操作方式，並思考如何透過碳權等方式達到足夠的誘因。另外，節能駕駛的教育訓練及補助、教材的編彙與推動，並給予相對應的激勵作為（認證、節油獎勵），也能促進產業人力資源和產業發展大幅的精進；而法務及金融制度建立，主導權雖不在交通部門，但可以合作方式提出需求共同研商；關於技術發展，則需要與產業端密切聯繫以挹注研發量能，同時掌握技術成熟度，並適時扮演推廣和應用的角色，大力提倡淨零技術應用於貨運產業。

表 4.4-2 交通主管機關推動項目及內容

面項	政策	合作對象	推動內容
規範 機制	R1 R2 R3 建立明確而統一的法制規範	經濟部 環境部	以運輸角度考量技術發展、產業需求、通用規格，透過跨部會協商制定合理法制規範及技術準則
	R4 R5 建立產業人力培育及獎勵機制	經濟部 環境部 公會、企業	整合資源，擴大促進企業對於淨零知識的培力與作為，並提供相應的參與誘因，力求中小企加入轉型
管理 規劃	M2 M3 M4 M5 提升城市公路系統貨運服務品質與量能	地方政府 物流業者	評估產業發展現況與目標需求，估算未來貨運成長趨勢，建構足以支撐的系統性原則，並輔導地方落實
設備 技術	T1.基礎設施建置	經濟部 業者	在重要公路系統及公有地擴大建置滿足貨運需求的電力路網，並透過外部資源協助私人企業設備建置
	T2 T3 T4 T5 提升車輛研發、智慧系統、先進技術科研基礎	車商 系統商 學研機構	以產創計劃、科研補助、學研合作、新創基金、育成中心等多元方式，全面加速尋求技術突破
財政 工具	F1 F2 財政工具	財政部 經濟部 環境部	評估貨運業可能面臨的轉型成本需求，多方面尋求並爭取財政支援，例如碳費徵收的轉型基金等

（一）整體規劃策略

整體策略係在考量經濟發展、技術創新以及貨運需求趨勢等外在條件下，分別就規範機制、管理規劃、設備技術、財務等面向所進行的規劃。規劃時秉持的原則包括：

規範機制面上，由於需因應日趨嚴格的淨零規範壓力，建構一個明確且完整的上位目標及法制基礎框架，成為最需優先推動的課題面向，包含車輛稅制和技術規範檢討、落日期程的評估，全面而普及的人力培訓計畫及獎勵機制設置辦法等，為轉型所需各項發展基礎設立準則。

管理規劃面，則需考量到未來貨運輸需求持續成長下對城市空間和服務效率造成的影響評估，前期作業包含總體和各區位的需求推估，建立整體服務提升方案，中程則開始進行示範驗證及實踐計畫，包含路網改善、低碳區劃設、及倉儲和收遞站公有化等目標。

設備及技術面，基礎設施建置普及率仍是前期最大推動重點，技術發展則因應不同階段而有所調整，從車輛改良技術、智慧輔助系統到自動化技術發展及驗證，中期以後投入氫能發展，包含加氫設備建置與科研技術發展並行，為全面推動能源轉型的軟硬體需求建立基礎。

財務方面，考量財政預算有限，除中央統籌分配各部會預算、地方政府稅收預算外，亦思考運用金融影響力、碳定價工具及綠色金融商品，並結合企業及供協會資源，讓可運用資源最大化，並依發展期程劃分主力投入資源項目對象，期前需要龐大的車輛研發及購置、設備建置補助，中期待技術成本下降及普及率提升，可將資金轉向節能設備及創新技術研發投資項目、倉儲及收遞站建置補助，中後期開始，則為氫能所需的設備建置及技術研發資金需求預留準備。

在前述原則下，根據淨零發展急迫性、技術發展、社會共識及減量潛能判斷策略性推動進程，區分為短中長三種時間尺度，各別做法如下：

1. 短程（預計2030前）

前期優先推動轉型要素項目，包含制度建立、財政補貼、設備建置等，並提供先行者足夠的獎勵誘因。主要推動項目為：

- (1) 研擬各車種市售比、普及率之期程推動指標。
- (2) 擴大充電樁設施建置。
- (3) 進行車輛稅制、規範的檢討與修訂。
- (4) 建立通用規範準則及平台機制。
- (5) 建立各業態需求獎勵標章制度。
- (6) 全面推動駕駛員環保培訓制度，落實中小企業普及率。
- (7) 評估淨零示範區及共享物流倉(收遞站)的可行性及點位規劃。
- (8) 投資車輛改良技術、智慧輔助系統開發計畫。
- (9) 提高對車輛購置、研發及設備建置補助。
- (10) 建立永續金融示範推動指引及案例。

2. 中程（約2030-2040年）

隨著淨零意識逐步成熟，車輛技術與設備也逐漸趨於完備，可開始考慮採用管制手段，並以提升公路貨運服務效率為主要考量，推動項目為：

- (1) 以小型電動車新車市售比達 100%、油車退場為目標。
- (2) 仿照充電樁模式，開始擴大加氫站設置。
- (3) 提高燃油車輛排放稅率，並嘗試課徵碳費。
- (4) 擴大增設低碳/淨零交通區。
- (5) 建置貨運路網、公有倉儲和收遞站。
- (6) 提倡綠色交付，嘗試採用無人機技術。
- (7) 對無人運具、先進設備購置和技術研發進行投資或補助。
- (8) 無人運具、無人機規範制定及檢討。

3. 長程（約2040-2050年）

面對稍遙遠的未來，存在較多不確定，但可預見隨著淨零時程逼近，各項技術發展也逐步成熟，可以擴大先進技術的普及。主要推動項目為：

- (1) 制定潔淨大型車輛新車市售目標。
- (2) 研擬規劃陸運 ETS 機制。

(3) 針對氫能車輛、技術提供投資和補助。

表 4.4-3 我國汽車貨運業淨零轉型整體策略規劃藍圖

措施	項目	短程 2030 前	中程 2030-2040	長程 2040-2050
規範機制				
潔淨車輛導入期程	小型車	設立目標	全面電動化	
	大型車		設立目標	氫能推廣
規範建立	制度檢討	車輛稅改及載重規範檢討修正		
機制建立	資訊平台	建立一站式整合及協作平台		
	標章認證	建立貨運獎勵標章認證制度		
	人培計畫	職業駕駛定期環保受訓制度		
管理規畫				
區域限行	設置原則	評估 試辦計畫	視各區域狀況擴大設置	
共享物流倉及收遞站	設置點位及密度		以公私協力模式加速建置	
貨運路網建置	設置點位及密度	需求評估	擴大建置，配合充電樁規劃	
設備技術				
基礎設施建置	充電樁	依密度/區位/功率認定 區分都會/市郊節點/長程公路		
	加氫站	建置補助	建立指標	
技術發展	投資獎助	學研合作（獎助學金、新創基金） 低碳技術、設備改良、智慧輔助、無人運具		
財政工具				
補助及投資	總額或比例上限	車輛研發、購置 設備改良 智慧輔助	無人運具 倉儲建置	氫能技術及設備
碳定價機制	徵收	研擬、取得共識	碳費	ETS
綠色金融	建立指標	推動指引及標竿示範案例		

資料來源：本計畫彙整。

(二) 依業態及車種區分之個別策略藍圖

基於整體策略架構下，再依據車種別及業態別區分推動方向。

1. 依車種別

傳統車輛的加速汰換，並以替代燃料促成能源轉型，對於貨運淨零而言仍然是重要關鍵因素，但因車種技術發展差異，在政策執行上存在落差。導入期以車種及稅制差異化規範及輔導獎勵全面推廣，成長期則可因技術改良及設施建置率上升提高普及速度，以管制手段和服務效率提升併行，

待成熟期則朝向新能源發展及先進技術為推動目標。

(1) 潔淨新能源車輛

(1.1) 小貨車：前期透過大型財政補貼及法規鬆綁，並擴大設施建置提升車輛普及率，而後透過路網的改善以及技術革新，有望加速完成全面電動化。

(1.2) 大貨車：前期車輛技術未成熟，以提升能效標準並精進駕駛行為為主，規範、稅制檢討及設備建置亦同樣有利於轉型推動，中後期則可開始執行氫能相關發展應用及設備建置作業。

(1.3) 微型機動運具：持續提倡綠色交付，中期配合倉儲及收遞站政策擴大實施，並配合無人機技術發展

(2) 傳統燃油車輛

前期逐步加強能效管理，並以提倡裝設節能設備和環保駕駛訓練達到一定程度的節油效果，中期後，由於電動車輛技術獲得改善，有助於普及率提升，遂開始強化燃油車輛管理標準（區域限行）並嘗試導入碳定價工具，並透過擴大畫設零碳區，期望於中後期完成逐步退場。

表 4.4-4 車輛相關推動期程規劃

	短	中	長
大貨車	大型補助專案 法規稅制檢討 導入綠色金融 基礎設施建置	技術整備 加氫站建置	擴大氫能補助及 推廣
小貨車		建置貨運友善路網、 微型倉儲及共享收遞 站	持續推廣
微型運具		無人機試點計劃	
燃油車	強化能效管理 節能設備改良 環保駕駛培訓	逐步擴大零碳交通區 碳定價工具	退場

資料來源：本計畫彙整

2. 依業態別

產業面需求可能因業態別而有所差異，平台建置方面，中小企業希望財務及盤查資訊充分揭露降低營運風險，大企業則以車隊管理相關的資訊系統建置為主；標章部分，中小企業朝向操作簡單且具公信的獎勵驗證，

大企業則以營運績效為考量，誘因機制須對品牌形象及經營產生助益；人培計劃則可以共同適用，且可採以大帶小的推廣模式，而路網及倉儲的設置可能對於路線及部分汽車貨運業者較為迫切需求。

- (1) 汽車貨運業：中小企業為主，優先透過車輛汰換補助、建立簡易的獎勵及盤查驗證方式、並導入永續金融示範案例等方式，讓產業轉型加速，並減少障礙及阻力。
- (2) 貨櫃貨運業：中小企業、大型車輛為主，亦可透過標章、補助、綠色金融的方式提升推廣速度，同時需與岸邊碼頭共同制定減量策略，前期仍以提升燃油效率及精進人力資源與駕駛行為為主，中後期全力朝向氫能策略發展。
- (3) 路線貨運業：大型企業為主，有能力自主完成盤查、設定減量目標並推動相關作為，且策略選擇上較多元，政府僅需提供輔導及協助的角色，例如都會區共享倉儲和運輸路網的建置，也可開始思考更為精進的規劃方向，例如低溫冷鍊的精進方式、逆物流的操作模式優化等。

表 4.4-5 產業相關推動期程規劃

	短		中	長
汽車貨運	排放試算平台 車輛補助平台 簡易驗證標章	貨運專用 街邊車格	路網優化	
貨櫃貨運		國道運輸 專用車格	氫能發展	
路線貨運	品牌識別、具營運誘因標章認證 自願減量碳權申請輔導		路網、倉儲及收遞站 建置 綠色交付模式精進	無人運具 自動交付

資料來源：本計畫彙整。

綜上，對交通主管機關而言，推動貨運淨零政策的主要策略需評估技術研發、車輛普及速度進行規範調整、相應基礎建設建置與資金支援等多方面的需求，確保順利引導貨運業者加速實現低碳轉型。具體策略建議分述如下：

一、促使貨運潔淨能源車輛技術發展符合既定目標與期程

潔淨車輛推動需要進行的工作繁多，舉凡現行市售產品的發展性評估，

以及各類低排放或零排放貨卡車的商業化成熟度預估，或者投入國產技術開發，與產業合作加速潔淨能源車輛的研發與達商業化自主量產規模等，都會影響潔淨車輛推動目標與時間表，雖然這些工作需包含許多部會或非交通主管機關的投入，但交通部門可透過跨部會協調整合資源，俾使業者進行盤查，並使營運決策能有所依循。可參考歐盟及英國設計的獎勵措施，鼓勵車商販售潔淨能源車輛或協助取得金融及貸款協助，另方面可由車輛使用端，搭配獎勵、標章或者碳權認定等機制，讓產業在政策生效前有充足的因應準備期。

對於日新月異的技術發展，交通主管機關也應持續關注於產業創新應用並提供協助，輔導貨運業者加速轉型。可以透過爭取財政支援和引導學研合作，推動先進車輛技術和潔淨能源設備的研發，例如將氫能、電池技術、無人運具、無線充電等先進技術突破嘗試示範應用於貨運領域，以助產業在技術上達成綠色轉型。

二、提供商業營運需求完善配套機制

首先，為擴大充電樁建設速率與密度，除利用公有地優先建置外，在私有地提供設置誘因，例如稅務優惠、補助措施，增加業者參與意願，以提供完善的充電網絡滿足貨運需求。能源供給方面，可與能源署共同研商，針對現有電力供應的穩定性進行評估，確保電力基礎設施足以支撐未來貨運成長需求。

其次，培育具備潔淨能源、先進減量技術知識的專業人才為推動貨運淨零轉型奠定基礎。交通主管機關可結合教育機構、技職學校和企業，設計適合產業需求的課程和培訓計畫，例如節能運具操作、車輛維護，並以提供考取相關證照的鎮政獎勵制度，確保物流從業人員具備足以應對淨零轉型政策需求的相關技能，有效促使低碳升級的落實。

再者，為增加企業轉型的動力，交通主管機關可提出跨部會提案，包括研發補助、稅務減免、綠色金融方案等引導措施，尤其針對潔淨能源車輛與設備技術的開發、投資和應用，可降低企業的研發與運營成本，有助於吸引更多業者參與，進一步推動貨運業的低碳轉型。

三、協助企業提升參與意願與物流執行效率

可嘗試設計並探討貨運業者參與標章計畫的執行意願，並對減量潛能進行量化評估。針對業者參與的動機、可能的障礙，以及期望的配套獎勵措施，提供政策制定時的參考依據。此外，為提升貨物運輸服務效率及最適空間規劃，可結合公部門統計資訊與企業資源，分析不同區位倉儲設置的最佳點位、所需空間規模，以及評估業者對共享倉儲的接受程度。利用大數據或數位孿生模擬貨物量，並分析淡旺季物流變化量，提供地方政府或業者設計參考指引。

4.6 小結

本章聚焦於建構我國汽車貨運業邁向淨零排放之政策推動架構，透過系統化方法，進行政策工具之篩選與期程規劃，為後續落實轉型奠定策略基礎。內容涵蓋三大面向：一是依據國際經驗與建議，辨識淨零轉型相關政策工具類型；二是從我國產業現況與業者需求出發，評估政策工具之適用性與推動潛力；三是進一步擬定工具推動之時程規劃與應對課題。

首先，本章綜整 OECD、IEA 等國際組織對於運輸業淨零政策的建議內容，並觀察歐盟、美國、日本等主要經濟體於低碳運輸發展上的政策實例與技術演進方向。藉此歸納出涵蓋法規性措施、經濟誘因、基礎設施建設、技術研發支持、資訊揭露與能力建構等六大類政策工具。透過比較不同國家的政策組合與施行效果，奠定我國工具選擇與本土化調整之基礎。

其次，本章結合專家訪談與產業需求調查結果，針對各項政策工具之推動急迫性、技術與制度可行性，以及其對碳排放削減的潛在貢獻進行綜合分析。以此為基礎，釐清各工具所涉及之關鍵利害關係人，例如業者、政府機關、技術供應商與地方政府等，並針對不同角色擬定協作與溝通機制，以確保政策推動之實務可行性。

再者，針對政策工具之推動期程進行分階段規劃，區分短期（2025 年前）、中期（2026 - 2030 年）與長期（2031 - 2050 年）等三大階段。短期重點聚焦於資料揭露制度建立、電動車補助機制調整、示範車隊計畫與基礎設施先期佈建；中期則應加強稅費制度改革、強制性排放標準推動、技術採用普及化與營運模式創新；長期目標則著眼於全面能源轉型、零碳運輸系統完備化與產業再配置等結構性轉變。

最後，本章綜合分析結果，提出一套具邏輯性與彈性的政策推動藍圖架構，強調政策組合須具備階段適應性、工具整合性與跨部門協作性。此藍圖不僅有助於政府部門掌握政策優先順序與資源配置重點，更能協助產業明確辨識轉型方向、降低不確定風險，進而加速整體貨運運輸體系之低碳化與永續化。

總結而言，本章透過多元資料來源整合與縝密政策工具評估，建構出一套適用於我國汽車貨運業的淨零轉型策略架構。未來如能持續滾動修正並強化利害關係人協作機制，將有助於我國順利達成 2050 年淨零碳排放目標，並提升整體運輸產業之國際競爭力與永續韌性。

第五章 結論與建議

本年度研究彙整國際組織針對淨零轉型之策略建議，並分析多國汽車貨運業因應淨零目標所採取之政策措施與實務案例。在此基礎上，透過對國內汽車貨運業者、公協會及主管機關進行訪談，了解產業現況與挑戰，並兼顧我國經濟發展需求及國內外淨零轉型趨勢與規範，提出我國汽車貨運業淨零轉型之策略規劃方向。本研究針對交通部門可優先推動之行動提出建議，惟淨零轉型牽涉跨領域議題與多元利害關係人，其政策工具之設計與實施需整合多方資源與協作，非單一部門可獨立完成。為此，本研究聚焦於策略層級之初步規劃，透過政策工具篩選與整合，建立轉型架構，並提出原則性建議，作為後續推動與研究之參考應用依據。

5.1 結論

一、全球推動淨零法制與永續金融主流趨勢

隨著《巴黎協定》與聯合國永續發展目標的推動，全球主要經濟體如美國、歐盟、英國、日本與韓國，已相繼宣布具體的淨零減碳目標，並透過立法積極推動能源轉型與氣候政策。其中，運輸部門作為溫室氣體排放的關鍵來源之一，普遍被納入法規與責任分攤架構。為支援低碳經濟發展，各國亦同步強化綠色金融政策，制定綠色經濟活動的認定準則，例如歐盟與新加坡建立永續金融框架，要求企業揭露減碳行動，並透過公共與私人資金擴大對低碳轉型的投資，鼓勵金融機構協助產業落實永續轉型。

二、國內淨零法制與永續金融推動趨勢及作為

我國自 104 年《溫室氣體減量及管理法》施行以來，至 2023 年《氣候變遷因應法》通過，已初步建立淨零推動法制架構。交通部、環境部與金管會分別負責「運具電動化」、「淨零綠生活」及「永續金融」推動，展現跨部門合作雛形。在實務執行層面，政府透過補助、低利貸款與技術研發計畫，推動電動運具普及與基礎設施建置，並藉由物流系統升級與綠色金融指引，促進企業投資低碳轉型技術。金管會亦發布「永續經濟活動認定參考指引」，進一步引導金融資源支持綠色產業發展。

三、綠色轉型推動進程之落差分析

我國雖已推動綠色貨運相關政策工具，但與全球標竿國已實施或預訂目標比較，以及根據產業需求回饋，現行措施仍存在落差。例如多數國家已設定燃油車退場時程，並大力推行新能源車輛補助，我國則相對缺乏明確的新能源車輛轉型目標，及具高財務誘因補助額度，不足以支應巨大的轉型成本。此外，雖有永續金融指引框架，但貨運業尚未普及綠色金融產品與永續標準認定，需要產業輔導遵循案例，有關車輛相關設備及技術發展，現階段無法消弭產業對於續航、效能、載重、價差等疑慮，增加了企業營運風險，也讓淨零轉型的步伐略嫌緩慢。

四、協助汽車貨運業淨零轉型之策略架構

因應全球淨零排放趨勢與我國 2050 淨零目標，汽車貨運業需加速轉型以因應政策變革與產業壓力。本研究首先整合國際組織建議與各國實務經驗，歸納出運輸部門淨零轉型常見之政策工具類型與發展模式。透過蒐集國內外相關政策與制度設計案例，並搭配產業訪談，掌握現階段我國貨運業面臨之轉型挑戰與潛在機會。其次，針對政策工具進行系統化篩選與評估，涵蓋規範機制（法規、制度與標準制定）、管理規劃（注重營運效率提升與配套管制）、設備技術（新能源、基礎設施、智慧輔助、科研發展）、財政工具（補助與投資誘因、碳定價機制）四大面向，依據可行性、急迫性與減碳潛能進行比較分析，並考量產業規模、車種特性及使用場景，提出具階段性與操作性的政策工具藍圖。最後，依據政策推動邏輯與時程安排，劃分短期（2025 年前）、中期（2026 - 2030 年）與長期（2031 - 2050 年）三階段施策架構，逐步引導產業完成盤查揭露、技術導入、營運模式調整與制度規範建立，作為政府擘劃政策方針與產業規劃路徑之參據，協助汽車貨運業穩健邁向淨零轉型。

五、汽車貨運業淨零轉型策略行動方向芻議

汽車貨運業為我國溫室氣體排放的重要來源之一，然產業結構以中小企業為主，車齡偏高、資本與技術能力有限，對新能源車輛採購與充換電基礎設施等轉型措施面臨高度門檻；加以對政策認知不足、缺乏誘因及運價結構低迷，皆使轉型進展遲緩。因應上述挑戰，政策建議應朝六大方向推動：一、強化法制與政策協調，建立運輸部門減碳責任與專章法源依據；

二、推動低碳與零碳車輛普及，透過標準制定與補助誘因加速汰換；三、建置智慧與綠色物流系統，導入數位科技提升營運效率；四、整合產業資源，擴大綠色運輸示範場域與商業模式；五、發展轉型融資工具與獎勵機制，引導金融資源支持業者轉型；六、建立多方溝通平台，促進產官學研合作與業者能力提升。政府應與產業與金融部門協力，運用多元支持機制，協助業者克服轉型障礙，加速邁向永續與淨零目標。

5.2 建議

一、追蹤替代能源車輛發展，協助產業提前因應

替代能源車輛技術發展迅速，為確保政策與市場趨勢同步，建議交通主管機關應積極追蹤各類低排放與零排放車輛技術的演進與商業化進度，並持續盤點市場供應狀況與國內外發展趨勢。透過定期掌握氫能車、電動車、無人運具等新興技術之成熟度與可行性，政府能及早協助業者調整營運策略，減少轉型的不確定性與成本。同時，交通部門亦應統籌跨部會資源，提前引導產業準備配套措施，協助業者掌握市場趨勢與政策脈絡，提升整體產業的轉型信心與效率。此外，財務補助與政策支持應保持延續性與可預測性，避免技術投入因資源中斷而中途停滯，確保前期研發成果得以延續發展。

二、加速推動並擴大成效措施，建立轉型示範與誘因機制

對已具成效的措施，建議政府擴大推動範圍，例如透過大量採購電動垃圾車、補助微型物流車、建置共享與低碳倉儲等，發揮示範帶動作用。在基礎設施方面，應強化充電樁建設，運用公私協力並提供稅務與補助誘因，加快建置速度與覆蓋密度。能源穩定供應則可與能源主管機關合作評估，確保未來電力可支應車輛成長需求。此外，淨零轉型也需配合人才培育，交通部可聯合教育單位與業界，推動技術訓練與證照制度，提升產業實務能力。在誘因設計方面，建議整合研發補助、稅負減免與綠色金融工具，降低企業投資門檻，加速企業加入綠色轉型行列。

三、強化企業參與動能與物流效率，完善實施基礎

為提高企業參與意願，交通主管機關可推動貨運減碳標章制度，並針對企業參與意願、潛在障礙及期待的獎勵配套進行調查分析，作為政策調整

參考。為提升物流效率，建議結合政府統計與企業營運資料，評估倉儲最佳設置地點與空間規模，並研議共享倉儲的可行性。透過應用大數據與數位孿生技術模擬物流流量與季節性變化，可提供地方政府與業者具體的規劃依據，進一步優化資源配置與配送效率。此外，政府應持續關注技術創新，推動示範應用與產學合作，協助企業提升執行力道，使整體貨運系統邁向智慧化與低碳化

四、善用利害關係人協力機制，打造共創共贏的轉型基礎

政策落實推動，建議多方的投入，越多利害關係人參與其中，對整體的發展越為有利。產業內部方面，由於中小企業眾多，無法精準管理對象，透過對業界具規模的指標性廠商給予輔導獎勵，再以大帶小的方式促進產業轉型，是較為可行的做法。另外，公協會的角色亦不容忽視，國際案例來看，許多政策和規範由工協會來主導和呼籲，其執行成果和效率更為顯著，透過產業內部的競合關係來達成督促和激勵的目標，也是可以參考的方向。

外部參與方面，透過相關產業鏈的整合協作，也具有關鍵的影響力，例如金融業的綠色投融資方案、與電力及設備商共同合作建置基礎設施，以及近年來在永續目標下，透過電商與科技業等自主宣示，帶領供應鏈完成更為嚴格和積極的減量要求，都有助於貨運業往淨零目標向前邁進，此外，提升消費者選擇綠色物流的意願，是對廠商投入轉型最大的助力。

五、發揮國營事業示範效應，提供轉型借鏡

根據 2023 年 4 月交通部「運具電動化及無碳化」關鍵戰略行動計畫（合訂本）所示，我國運具電動化里程碑將電動公務車普及率訂定在 2030 年達到 100%，表示同樣從事貨物運輸的中華郵政需在 2030 年將運具全面電動化。

中華郵政在運輸減碳策略上已採用了「推動電動車輛、進行車隊管理、結合其他運輸系統、推動 i 郵箱」等手段，其中電動車汰換以 2 輪機車為主，共有 41% 的機車為電動機車，4 輪運具與 6 輪運具方面與汽車運貨業者共同面臨技術限制，僅採購了 54 輛的國產小型貨車並靜待商業產品的上市。另外，中華郵政尚與其他公共運輸系統形成聯運，透過高鐵、公路

進行長途的運輸。而 i 郵箱則已具備微型倉概念，在社區提供 24 小時的自助寄取服務，隨著投遞點的減少，預計可以郵件遞送服務的能源消耗及碳排放量。

有鑑於中華郵政所受到來自政府的減碳壓力較私部門大，其已先行投入若干減碳策略，本研究已彙整了多元面向的減排工具，建議同為貨物運輸體系的國營事業亦可納入參考，持續朝向永續淨零，成為國內運輸業者得以仿效的標竿。

六、前瞻布局創新運具，探索綠色配送新解方

隨著物流科技快速演進，應加速評估無人機於綠色配送中的應用潛力。特別在偏遠地區、小量高頻運送或緊急物流需求上，無人機具備彈性與效率優勢。建議未來研究應聚焦其技術成熟度、操作效益與實際場域適配性，並納入社會接受度、公共安全與法規框架等面向，全面掌握應用限制與風險評估。透過前期實證測試與分階段導入，有機會補足現有配送模式之不足，進一步豐富我國綠色交付策略工具箱，提升整體物流系統的減碳潛力與服務韌性。

七、注重轉型過程中的公平性，落實公正轉型原則

貨運業邁向淨零轉型，除了技術與營運面的調整，更需考量對產業中不同規模業者與從業人員的衝擊。為避免轉型過程造成就業不穩、成本負擔失衡等問題，政府應於規劃政策時同步納入公正轉型思維。具體作法包括辨識受衝擊對象、進行衝擊影響評估、設計配套協助工具如轉職培訓、融資支援等。公正轉型並非轉型進度的絆腳石，而是確保轉型可持續、可接受的重要保障，唯有兼顧公平性與可行性，政策推動才有機會穩健落實。因此，任何作為的受衝擊對象辨識、衝擊影響評估以及公正轉型政策工具的納入，都需要進一步的研究或案例分析，來協助汽車貨運能排除障礙達成淨零轉型目標。

八、建立系統性評估機制，提升政策整合與效能

貨運減碳牽涉眾多政策工具與措施，未來應強化整體政策組合的系統性評估與搭配規劃。不同政策之間可能存在加成、互補或抵銷的效果，如車輛補助與基礎設施建置需同步推進，金融支持與法規設計亦須互為支撐。

此外，技術規範與設備推廣的制度化也仰賴法制程序的配合。建議後續透過實證分析與案例回饋，持續優化策略設計與施行順序，形成一套具科學依據、動態調整的推動架構，確保貨運業能有效、有序地邁向淨零目標。

表 5.2-1 相輔相成的政策配套方案

目標	配套方案
促進低碳駕駛	提升能效標準+低碳區劃設+人培計劃
克服技術障礙	載重法規修訂+車體輕量化+智慧系統
企業獎助	標章機制+人培+綠色交付+綠色金融
企業輔導	平台建置+標章+補助+稅改+綠色金融
提升物流效率	通用規範+充電樁+貨運路網規劃+倉儲、收遞站
加速科研發展	綠色金融+碳定價工具+研發補助

資料來源：本計畫彙整

參考文獻

1. Analysis of a Net Zero 2030 Target for Greater London (2022)
2. Aras, N., D. Aksen and A. G. Tanuğur (2008). “Locating collection centers for incentive-dependent returns under a pick-up policy with capacitated vehicles.” *European Journal of Operational Research* 191(3): 1223–1240. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.08.002>
3. Barth, M. and K. Boriboonsomsin (2009). “Energy and emissions impacts of a freeway-based dynamic eco-driving system.” *Transportation Research Part D: Transportation Environment* 14(6): 400–410. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2009.01.004>
4. Belman, D. L. and K. A. Monaco (2001). “The effects of deregulation, de-unionization, technology, and human capital on the work and work lives of truck drivers.” *ILR Review* 54(2A): 502–524
5. BNEF (2024) Long-Term Electric Vehicle Outlook 2024
6. Braekers, K., A. Caris and G. K. Janssens (2013). “Integrated planning of loaded and empty container movements.” *OR Spectrum* 35(2): 457–478. <https://doi.org/10.1007/s00291-012-0284-5>
7. Carrese, S., A. Gemma and S. La Spada (2013). “Impacts of driving behaviours, slope and vehicle load factor on bus fuel consumption and emissions: a real case study in the city of Rome.” *Procedia - Social Behavioral Sciences* 87: 211–221. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.605>
8. Chabrier, A. (2006). “Vehicle routing problem with elementary shortest path based column generation.” *Computers & Operations Research* 33(10): 2972–2990. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2005.02.029>
9. Demir, E., A. Syntetos and T. van Woensel (2022). “Last mile logistics: research trends and needs.” *IMA Journal of Management Mathematics* 33(4): 549–561. <https://doi.org/10.1093/imaman/dpac006>
10. Demir, E., T. Bektaş and G. Laporte (2014). “A review of recent research on green road freight transportation.” *European Journal of Operational Research* 237(3): 775–793. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2013.12.033>

11. Demir, E., T. Bektaş and G. Laporte G (2011). “A comparative analysis of several vehicle emission models for road freight transportation.”
Transportation Research Part D: Transport and Environment 16(5): 347–357. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2011.01.011>
12. DHL 官網及永續報告 (2023)
13. Dullaert, W., G. K. Janssens, K. Sörensen and B. Vernimmen (2002). “New heuristics for the fleet size and mix vehicle routing problem with time windows.” Journal of the Operational Research Society 53(11): 1232–1238. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601422>
14. EU Elections: A Guide to Transport 2024-2029
https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2024/01/EU-elections_tande-a-guide-to-transport-2024-3.pdf
15. EU (2019) . Hydrogen roadmap Europe.
<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0817d60d-332f-11e9-8d04-01aa75ed71a1/language-en>
16. European Commission
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_3767
17. European Commission: Sustainable Finance: Commission takes further steps to boost investment for a sustainable future
https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_23_3192
18. FedEx 官網及永續報告 (2023)
19. Figliozzi, M. A. (2009). “Planning approximations to the average length of vehicle routing problems with time window constraints.” Transportation Research Part B: Methodological 43(4): 438–447.
<https://doi.org/10.1016/j.trb.2008.08.004>
20. Fontaras, G. and Z. Samaras (2010). “On the way to 130 g CO₂/km—estimating the future characteristics of the average European passenger car.” Energy Policy 38(4): 1826–1833. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.11.059>
21. Fontaras, G., N. G. Zacharof and B. Ciuffo (2017). “Fuel consumption and CO₂ emissions from passenger cars in Europe-Laboratory versus real-world emissions.” Progress in Energy and Combustion Science 60: 97–

131. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2016.12.004>
22. Government Canada: Green Freight Program <https://natural-resources.canada.ca/energy-efficiency/transportation-alternative-fuels/greening-freight-programs/green-freight-program/20893>
23. H2FCP (2021) . ROAD MAP TO A US HYDROGEN ECONOMY. <https://h2fcp.org/sites/default/files/Road+Map+to+a+US+Hydrogen+Economy+Full+Report.pdf>
24. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/ecdfc3bb-d212-4a4c-9ff7-6ce5b1e19cef/GlobalHydrogenReview2023.pdf>
25. <https://www.dhl.com/tw-zh/home/about-us/sustainability.html>
26. <https://www.fedex.com/zh-tw/about/sustainability/our-approach.html>
27. <https://www.iea.org/energy-system/transport/trucks-and-buses#tracking>
28. Huang, F., D. Zhou, Q. Wang and Y. Hang (2019). “Decomposition and attribution analysis of the transport sector’s carbon dioxide intensity change in China,” *Transportation Research Part A* 119: 343-358.
29. IEA (2023) , Global Hydrogen Review 2023 ,
30. ITF (2023) Transport Outlook 2023
31. ITF (2024) urban-logistics-hubs
32. Kamal, M. A. S., M. Mukai, J. Murata and T. Kawabe (2011). “Ecological vehicle control on roads with up-down slopes.” *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems* 12(3): 783–794. <https://doi.org/10.1109/TITS.2011.2112648>
33. Kveiborg, O. and M. Fosgerau (2007). “Decomposing the decoupling of Danish road freight traffic growth and economic growth”, *Transport Policy* 14(1): 39-48.
34. Li, Y., Q. Du, X. Lu, J. Wu and X. Han (2019). “Relationship between the development and CO2 emissions of transport sector in China,” *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 74: 1–14.
35. Liimatainen, H., I. B. Hovi, N. Arvidsson and L. Nykänen (2015). “Driving forces of road freight CO2 in 2030,” *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 45(3): 260-285.
36. Liu, Y. and C. Feng (2020). “Decouple transport CO2 emission from

- China's economic expansion: A temporal-spatial analysis," *Transportation Research Part D* 79 (2020) 102225.
37. Lowe, D. and C. Pidgeon (2014). *Lowe's transport manager's operators' handbook 2014*. Kogan Page Publishers, London.
 38. McKinnon, A. and A. Woodburn (1996). "Logistical restructuring and road freight traffic growth: an empirical assessment", *Transportation* 23(2): 141-161.
 39. McKinnon, A. C. and Y. Ge (2006). "The potential for reducing empty running by trucks: a retrospective analysis." *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* 36(5): 391-410.
<https://doi.org/10.1108/09600030610676268>
 40. McKinsey & Company (2024) The bumpy road to zero-emission trucks
 41. McKinsey & Company (2024) Will autonomy usher in the future of truck freight transportation?
 42. MPP (2022) MAKING ZERO-EMISSIONS TRUCKING POSSIBLE
 43. NEDO (2024) 電動商用車普及擴大之課題解決措施
 44. Palmgren, M, M. Rönnqvist and P. Värbrand (2003). "A solution approach for log truck scheduling based on composite pricing and branch and bound." *International Transactions in Operational Research* 10(5): 433–447. <https://doi.org/10.1111/1475-3995.00420>
 45. Peetijade, C. and A. Bangviwat (2012). "Empty trucks run reduction in Bangkok area towards sustainable transportation." *International Journal of Trade Economic Finance* 3(2):91.
 46. Piecyk, M. and A. McKinnon (2010). "Forecasting the carbon footprint of road freight transport in 2020", *International Journal of Production Economics* 128(1): 31-42.
 47. Shang, W. L., Y. Ling, W. Ochieng, L. Yang, X. Gao, Q. Ren, Y. Chen and M. Cao (2024). "Driving forces of CO2 emissions from the transport, storage and postal sectors: A pathway to achieving carbon neutrality," *Applied Energy* 365 (2024) 123226.
 48. Song, Y., M. Zhang and C. Shan (2019). "Research on the decoupling trend and mitigation potential of CO2 emissions from China's transport

- sector,” *Energy* 183: 837–843.
49. Sorrell, S., M. Lehtonen, L. Stapleton, J. Pujol and T. Champion (2009). “Decomposing road freight energy use in the United Kingdom”, *Energy Policy* 37(8): 3115-3129.
 50. Sustainable Debt (2021) North America – State of the Market
<https://www.climatebonds.net/2021/07/sustainable-finance-soars-north-america-report>
 51. T&E’s (2024) Guide to EU Transport
<https://www.transportenvironment.org/discover/tes-guide-to-eu-transport-2024/>
 52. Transport for NSW (2023) Towards Net Zero Emissions Freight Policy
 53. US government (2023) .U.S. National Clean Hydrogen Strategy and Roadmap.
https://www.hydrogen.energy.gov/docs/hydrogenprogramlibraries/pdfs/us-national-clean-hydrogen-strategy-roadmap.pdf?sfvrsn=c425b44f_5
 54. Wang, Q. and S. Wang (2019). “A comparison of decomposition the decoupling carbon emissions from economic growth in transport sector of selected provinces in eastern, central and western China,” *Journal of Cleaner Production* 229: 570–581.
 55. WEF (2023) Road Freight Zero: Towards a Holistic Regulatory Framework for Reducing Road Freight Emissions in Europe
 56. Yang, Y., N. Gong, K. Xie and Q. Liu (2022). “Predicting gasoline vehicle fuel consumption in energy and environmental impact based on machine learning and multidimensional big data.” *Energies* 15(5): 1602.
<https://doi.org/10.3390/en15051602>
 57. Zarkadoula, M., G. Zoidis and E. Tritopoulou (2007). “Training urban bus drivers to promote smart driving: a note on a Greek eco-driving pilot program.” *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 12(6): 449–451. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2007.05.002>
 58. Zhang, R., W. Y. Yun and I. Moon (2009). “A reactive tabu search algorithm for the multi-depot container truck transportation problem.” *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*

- 45(6): 904–914. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2009.04.012>
59. Zhang, Z., E. Demir, R. Mason and C. Di Cairano-Gilfedder (2023). “Understanding freight drivers’ behavior and the impact on vehicles’ fuel consumption and CO₂e emissions,” *Operational Research* (2023) 23:59. <https://doi.org/10.1007/s12351-023-00798-2>.
60. Zhao, Y., Y. Kuang and N. Huang (2016). “Decomposition analysis in decoupling transport output from carbon emissions in Guangdong Province, China,” *Energies* 9 (4): 295–318.
61. Zhou, M., H. Jin and W. Wang (2016). “A review of vehicle fuel consumption models to evaluate eco-driving and eco-routing.” *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 49: 203–218. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2016.09.008>
62. Zhu, X. and R. Li (2017). “An analysis of decoupling and influencing factors of carbon emissions from the transportation sector in the Beijing-Tianjin-Hebei Area, China,” *Sustainability* 9 (5): 722.
63. 上海市發展和改革委員會（2022），上海市氫能產業發展中長期規劃（2022-2035 年）
64. 中央社（2024），中油向高雄市府遞件 首座加氫站拚第 3 季完工，<https://www.cna.com.tw/news/afe/202403140231.aspx>
65. 中華人民共和國國家發展和改革委員會（2022），《氫能產業發展中長期規劃（2021-2035 年）》，<https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202203/P020220323314396580505.pdf>
66. 北京市經濟資訊化局（2021），北京市氫能產業發展實施方案（2021-2025 年）
67. 臺中市政府（2022），2050 臺中市淨零排碳路徑，<https://lowcarbon2.greenideas.com.tw/upload/doc/202403261331250.pdf>
68. 臺北市政府（2022），臺北市 2050 淨零行動白皮書 2.0，<https://www.taipei.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvMzYzL3JlbGZpYy1jYWNlNDI0MmIxMjcucGRm&n=6Ie65YyX5biCMjA1MOa3qOmbt uihjOWLleeZveearuabuDIuMC5wZGY%3d&icon=..pdf>

69. 台灣中油（2024）達成淨零碳排的重要里程碑 -加氫站與充電站設置規劃
70. 交通部公路局（2022），公共充電樁設置及區域充電需求評估計畫（核定本），
<https://ws.thb.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvNDM2L3JlbGZpbGUvMTIyNzEvMzQyOS82OTNmY2UyNy02NDQzLTQ0N2UtOWM3OS1iNzJhOTljNGYyNzEucGRm&n=5YW55YWx5YWF6Zu75qiB6Kit572u5Y%2bK5Y2A5Z%2bf5YWF6Zu76ZyA5rGC6KmV5Lyw6KiI55WrLnBkZg%3d%3d&icon=.pdf>
71. 交通部公路局統計查詢網（2023）公路汽車貨運業營運概況
<https://stat.thb.gov.tw/hb01/webMain.aspx?sys=100&funid=31200>
72. 交通部公路總局（2017）。我國汽車貨運業營運及管理與先進國家之差異研究（以美日兩國為例）
73. 交通部統計處（2024）汽車貨運調查報告
74. 交通部運輸研究所（2018），陸路運輸業能源消耗及溫室氣體排放推估及評估指標研析（1-2）。
75. 交通部運輸研究所（2020），陸路運輸業能源消耗及溫室氣體排放推估及評估指標研析（2-2）。
76. 交通部運輸研究所（2021）。建立我國汽車貨運業綠色認證制度之初探
77. 江蘇省發展和改革委員會（2024），江蘇省氫能產業發展中長期規劃（2024-2035 年）
78. 國家發展委員會，十二項關鍵戰略，
https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=733396F648BE2845
79. 深圳市發展和改革委員會（2021），深圳市氫能產業發展規劃（2021-2025 年）
80. 楊晴雯、楊智凱、許瓊文（2022）。「影響運輸部門能耗與溫室氣體排放之關鍵因素分析」，『淨零挑戰與解方』2022 台灣環境與資源經濟學會年會暨學術研討會，2022 年 12 月 3 日，國立政治大學。
81. 經濟部國際貿易署
<https://www.trade.gov.tw/Pages/Detail.aspx?nodeID=45&pid=759560>
82. 經濟部產業發展:美國 O*NET 推動 Green Job 措施簡介

<https://www.italent.org.tw/ePaperD/7/ePaper20230300003>

83. 經濟部產業發展:美國 O*NET 推動 Green Job 措施簡介

<https://www.italent.org.tw/ePaperD/7/ePaper20230300003>

84. 盧信宏、顏子翔、張揚狀、黃宛蓉 (2024)，達成淨零碳排的重要里程碑- 加氫站與充電站設置規劃，工程，第 97 卷，第 1 期，頁 448-58。
85. 聯合國環境署 (UNEP) <https://www.unep.org/regions/asia-and-pacific/regional-initiatives/supporting-resource-efficiency/green-economy>
86. 饒志堅 (2015)，「從數字看臺灣物流市場」，主計月刊，第 711 期，頁 76-83。

附件一 期中審查回覆表

期中報告審查意見處理情形

交通部運輸研究所合作研究計畫

■期中□期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：MOTC-IOT-113-MFB004

汽車貨運業因應淨零轉型策略規劃(1/2)-策略架構建立

執行單位：財團法人中華經濟研究院

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
一、國立陽明交通大學 馮正民教授		
1.建議將 2.3、2.4 節進行綜合整理為 2.5 節，表列出他國採行策略並依據可行性篩選出我國可參考借鏡之策略因子。	遵示辦理，將表列各國政策比較及我國參考適宜性。(修正於 P.102)	同意研究單位處理情形。
2.有關 3.1 節現況及趨勢分析，雖礙於貨運資料取得較為困難，仍建議盡量針對貨運三業總體資料進行分析（如：電動車數量、實用車輛數等），以利更精準掌握現況並預測產業發展趨勢。	有關數據分析部分，經蒐整貨運三業相關資訊，礙於業者跨業態登記，且在無普查數據支持下，無法精確拆分各業態數據，後續將試圖歸納可用數據，以利執行預測推估作業。(下年度評估項目)	同意研究單位處理情形。
3.肯定強調轉型障礙之處，但宜先就轉型困境進行說明，了解各項政策推動不足之處及其背後原因為何。	遵示辦理，將針對目前政策執行面臨障礙進行更為詳盡說明。(修正於 P.142)	同意研究單位處理情形。
4.落差分析中建議更明確論述我國目前政策執行程度與國際趨勢差異，作為後續策略規劃基礎。	遵示辦理，擬於期末報告中完成修正。(修正於 P.151-156)	同意研究單位處理情形。
5.報告論述建議清楚交代脈絡性，例如策略因子選用原因主要應為國際趨勢之落差分析、以及訪談問題導向之意見回饋。另應分析各方案之效益及重要性，作為選定短中長程選定原因。	遵示辦理，擬於期末報告中敘明因子篩選評斷依據並根據優先級別綜整出推動時間序。(新增論述於節 4.3)	同意研究單位處理情形。
6.目前利害關係人盤點中，交通部門角色相對薄弱，建議再思考加強交通部之角色，如貨運友善道路設計之規畫及推動方向，或與其他機關合作如經濟部、ARTC 駕駛培訓機制等。	感謝指教，後續將綜整運輸淨零轉型總體策略，並將策略中交通部門角色，以及交通部門可積極規劃的策略及行動，包含主導、輔導、合作、補助等，彙整提出推動	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
	建議。(更新於 P.193)	
二、國立成功大學 鄭祖睿助理教授		
1.建議增加國際政策分析綜整歸納，可作為強化國內外執行比較之論點。	遵示辦理，將表列出各國政策比較，並進行更深入之論述說明。(修正於 P.102-104)	同意研究單位處理情形。
2.研究範疇究係是否包括車輛使用及場站（如物流倉），建議加以釐清。	目前將營業登記為三業之業者納入研究對象，將再加以釐清業管範疇界定。	同意研究單位處理情形。
3.內容多以上位政策及措施引導為主，建議強化企業界（尤其中小企業）、國際組織、公協會之推動作法及案例說明。	將持續蒐集並強化產業端及工會相關淨零作為，並廣納各面向利害關係人淨零推動相關議題。(新增論述於節 2.5)	同意研究單位處理情形。
4.利害關係人相當繁雜及細瑣，建議詳細探討並釐清中央地方權責、跨部會協作等相關問題以利後續政策推動執行。	感謝指教，將針對權責分工進行深入的歸納盤點，使後續政策執行更具全面性。(更新於 P.193)	同意研究單位處理情形。
5.第 108 頁有關財政誘因部分，建議說明我國目前推動成效，並依產業、法規、經濟條件等選定相似國家進行政策參考比較。	將持續蒐集並納入財政誘因推動做法，並優先選用與我國社經條件相似國家作為參考案例。(更新於 P.122)	同意研究單位處理情形。
6.第 92 頁圖 3.1-2 汽車貨運量和工業生產指數相關性之說明，建議可再強化；汽車貨運業實際使用車輛是否有相關資料來源，使各項推估更接近實際。	將蒐集其他統計資料，以強化分析及產業生產與貨運量之關聯性；目前尚未尋得汽車貨運實際使用車輛資料，因此目前僅能透過貨運調查及車輛登記資料，進行推估。(下年度評估項目)	同意研究單位處理情形。
7.報告中有關翻譯問題，建議統一使用「永續」一詞而非可持續。	遵照辦理，將於期末報告中修正完成。(已完成相關論述修正)	同意研究單位處理情形。
三、國立陽明交通大學 水敬心助理教授		
1.建議釐清三業數據（例如電動化程度），將有利於後續監管、目標推動、減排效益評估。	感謝指教，將持續蒐集並精進報告數據，使推動目標更為詳盡且可進行量化分析。(下年度評估項目)	同意研究單位處理情形。
2.中小企業轉型推動困難，且減量成效容易被大企業稀釋，若採取統一的推	將持續蒐集並探討中小企業推動現況、需求、面臨障礙及國際因應及輔導政策，避免因聚焦大企業	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
動期程及法制標準有失公允，建議制訂中小企業適用藍圖及輔導措施。	而產生偏差。(更新於 P.96)	
3.借鏡他國經驗時，建議掌握各國行政架構、分工機制、各項政策推動速度，及其成功原因或面臨困境為何，供我國決策者更能全面性探討期程設置目標。	將於後續研究分析中，持續蒐集各國責任分工、面臨障礙以及轉型過程資訊，以便清楚掌握國際發展進程及推動策略依據。(更新於 P.97)	同意研究單位處理情形。
4.藍圖設計建議考量優先順序及其原因，並可從推廣現況轉為目標導向（即bottom-up轉top-down）規劃目標期程，亦可分為保守（conservative）及積極（radical）策略。	本研究將嘗試從推動現況、技術發展、目標願景等層面推導出合理之路徑藍圖，並試圖釐清政策配套機制及推動優先序。(新增論述於 P.177)	同意研究單位處理情形。
5.建議將中程目標 2030-2040 年拆解為 2030-2035 年及 2035-2040 年，更能精準呈現各項政策之推動時程。	藍圖規畫將視政策推動期程及目標需求進行更詳細、合適的劃分標準。(更新於 P.199)	同意研究單位處理情形。
6.部分書寫誤繕，如第 19 頁ITF應為 International 「Transport」Federation、第 81 頁淨零區為「Zero」 emission zone、第 95 頁表 3.1-6. 2023 年GDP 應為 3.209%。	遵照辦理，擬重新檢視用字，於期末報告中完成各項修正。(已完成修正)	同意研究單位處理情形。
四、交通部公路局 張舜清副局長		
1.由於汽車貨運三業營業車輛占整體貨運比例偏低，建議納入自用車，以推估整體車輛減排潛能，降低整體貨車排碳量。	感謝委員建議，經與委辦單位討論，本研究係為協助汽車貨運業者進行淨零轉型，故現階段範疇界定以貨運三業為主要對象，並優先聚焦營業車輛。	同意研究單位處理情形。
2.本局持續關注碳相關課題，包含碳交易、碳標籤等，並提供業者相關輔導，本案成果建議亦可供後續相關政策推動參考。另建議可洽交通部專案辦公室，將本部刻正推行之相關政策或策略納入報告。	將從部門減量角度，關注碳交易、碳標籤等措施相關議題，並刻正接洽專案辦公室執行成果。後續將提供交通主管機關參考，聚焦交通部門可行範圍內實施措施。	同意研究單位處理情形。
3.國際標竿推動趨勢與我國優先序存在差異，例如國內氫能仍處於發展階段，且以公車為優先推動項目；而智慧化充電設備及系統目前雖亦針對客運，但考量需求及技術面相似，未	將進一步檢視並對照我國推動策略及目標期程，以便廣納貨運淨零相關作為後，與我國戰略目標及措施進行勾稽，並持續追蹤目前政策執行最新進展。惟貨運三	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
來可將成效模式複製至貨運端。另經濟部目前執行電動物流車專案，建議蒐集目前推動進展。	業之營運模式及樣態差異較大，由產業回饋意見看來，運具的電動化，特別是大型貨車，受限於電池重量及充電場域及充電時間對車輛調度的限制，短期內相對其他貨運業難度較高，對於此類議題的探討亦將納入報告。(更新於P.122)	
4.落差分析中有關對照國內外執行程度差異建議詳加描述，例如零碳交通區我國目前似乎尚未建立示範區域；另利害關係人中對於權責單位劃分亦可更為詳細。	遵照辦理，有關落差分析呈現方式，於期中階段完成初步差異比較，將於期末報告時呈現更為詳細完整之論述，包含敘明執行程度差異、缺口及未完善項目盤點等，亦對於權責機構執行更細緻的劃分。(更新於P.156)	同意研究單位處理情形。
5.國營事業貨運運量具有一定規模，且規範實施和績效管理較易掌握，建議可優先納入推動對象，建立示範標竿案例。	將參考目前國營事業推動情形，待未來政策規劃及管考方式初步擬定後可建議由國營事業機構優先參採。(更新於P.197)	同意研究單位處理情形。
五、交通部公共運輸及監理司		
1.文獻回顧部分建議更新相關資訊至2023或2024，可更了解現況，並關係到後續推動項目。例如第2頁全球電動車展望報告已有2024年版本，第99頁我國充電樁設施資料在報告內只有到2022年。	遵照辦理，報告中已部分摘述2024年版本內容，擬於期末報告中盡可能更新並系統性整合各項資料論述。(已完成相關論述更新於P.2、119-120)	同意研究單位處理情形。
2.建議在標竿案例部分更深入了解亞洲國家(例如日韓)的推動做法，其中政府、貨運業者在淨零所扮演角色，尤其在業者部分，所採取相對應策略及措施著墨相對少，建議可以深入了解。	感謝指教，目前以歐美體系資訊較為豐富，將持續蒐研亞洲地區與我國情較為相似標竿國家政府和企業作為，以便更全面掌握國際趨勢。(更新於P.76、91)	同意研究單位處理情形。
3.第三章提及我國貨運業經營轉型，建議增加蒐集汽車貨運業之轉型案例。另建議將目前經濟部執行電動物流車補助計畫納入，可以了解國內電動	遵示辦理，將持續蒐集彙整國內政策推動及財政措施，以利精準盤點與國際間執行應用落差分析，研擬相關策略。(更新於P.122)	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
貨車的發展狀況及未來趨勢，以供擬定相關策略參考。		
4.建議可將標竿國家政策及策略以表列方式對照，依規範制度、管理規劃、設備技術、財政工具等面向，作為我國提出策略參照建議。	遵示辦理，將依各政策面向表列出各國政策比較及我國對應作法，採更為全面且易懂之呈現方式。(更新於 P.102-104)	同意研究單位處理情形。
六、交通部公路局		
1.第四章第 130 頁的利害關係盤點表，目前本局正執行綠色運輸先期規劃，已辦理教育訓練，協助公路局及監理所同仁增加對淨零相關政策及知識之了解。另自 8 月至明年年底將辦理 42 場業者座談會，每場次邀請 50 家業者，以協助業者了解碳足跡、碳標籤、碳權、淨零排放相關知識。	感謝委員提供資訊，本團隊將與景丰團隊密切聯繫，並參與部分場次座談會，以利掌握碳知識及業者推動方向，並將成果摘錄進期末報告中。(更新於 P.114)	同意研究單位處理情形。
2.第五章後續工作規劃，考量貨運業彼此間規模差異大，若要進行共同減碳策略較困難，建議依業者規模分別提出適用之短、中、長期政策規劃。	未來期程規劃將考慮業態及規模差異，檢討實務執行可行性，使實際執行應用更具參考價值。(更新於 P.200)	同意研究單位處理情形。
3.第 135 頁後續工作規劃部分，建議新增業者遭遇困境，以了解不同規模之業者面臨到的減碳困境與實際需求，結合政策與實務，提高業者未來配合減碳政策的誘因。例如，環境部於 7/17 召開會議，未來可能規定超過 200 輛車數的業者須進行碳排查，目前汽車貨運業有 17 家業者將受到影響。	遵示辦理，將於期末報告中對於目前政策面臨障礙、業者壓力來源及轉型困境進行更詳盡和全面性的探討，以利找到合適的解決對策。(更新於 P.138、179)	同意研究單位處理情形。
七、中華民國汽車貨運商業同業公會全國聯合會		
1.訂定短中長期目標時，建議以較為簡單明瞭之達成條件方式，使業者較易遵循。	感謝建議，未來策略目標及執行規劃擬以簡單、易達，及輔導協助方式為優先考量。(下年度規劃項目)	同意研究單位處理情形。
2.目前業者以環保單位要求為依據，未來希望若符合環保部門所訂之標準，即可獲得認證標章。另部分業者已面臨貨主之要求，有取得符合永續經營證明之需要。	感謝提供意見，將持續蒐研產業發展現況與相關因應作為。	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
3.目前小型貨車之充電問題，建議可對於抽換電池之可行性進行研究，亦可減少對國外電池廠商的依賴。	車輛技術發展具有較多不確定因素，將持續蒐集國際案例。	同意研究單位處理情形。
八、交通部運輸研究所運輸經營及管理組(含書面意見)		
1.由於本研究係為協助汽車貨運業者進行淨零轉型，故有關範疇界定，仍主要考慮營業車，建議在後續政策擬定部分，將會以從業管理角度出發。	將依所方指示辦理。	同意研究單位處理情形。
2.除改用低/零碳運具外，亦建議研究團隊提出其他達到淨零之策略，例如前述所提的物流倉、運輸路徑優化等，以擬定協助汽車貨運業淨零之全面性政策。	將強化蒐集除車輛汰換以外的配套措施及前瞻作為，以利研提較為周延與完善的政策規劃。	同意研究單位處理情形。
3.有關國營事業是否納入部分，結論與建議部分可納入建議國營事業參考相關策略。	遵示辦理，擬將初步研究成果建議國營機構納入參考。(更新於P.197)	同意研究單位處理情形。
4.第一章 前言 (1)「1.2 全程計畫工作項目」建議以全程計畫概要，對於全程計畫之階段性目標及效益一併敘明。	將依指示修正辦理。(更新於 P.3-4)	同意研究單位處理情形。
5.第二章 全球汽車貨運業淨零轉型發展現況與趨勢 (1)第二章架構予以調整，從上位政策到主管機關策略有上而下進行蒐整。以國際標竿國家淨零目標為背景，各國為達成淨零目標所擬之上位政策、影響汽車貨運業相關之政策及策略、汽車貨運業主管機關為配合相關政策所提出之策略方案以及為協助業者達成淨零轉型而提出方案等，由大到小、由上到下，依層級撰述。 (2)「2.1.1 全球汽車貨運業溫室氣體排放現況及未來趨勢預估」應為公路貨運而非汽車貨運業，請查核修訂。 (3)2.1.1 引用 2023 年國際運輸論壇 (International Tennis Federation, ITF)	遵照辦理，擬於期末報告中完成各項修正。 包含調整呈現架構，採由上而下的階層方式撰寫，並劃分公私部門各別減量作為，有關文獻背景說明及圖表闡述方式，亦將重新檢視並進行修正。另外新增企業推動及公私協力之論述篇幅。(更新節 2.3-2.5 架構，並修正 P.7-13 論述)	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
相關資料時，應將其背景說明、定義、年期等一併敘明，以利閱讀理解。 (4)「2.1.2 驅動汽車貨運業排放趨勢之關鍵因素分析」可移至研擬相關政策之前，做為擬定政策之立論依據。 (5)第 13 頁第二段「...在該文的分類中，除了道路交通與環境條件之外，其餘皆是駕駛可以直接改變的因子，也是駕駛可以對減排產生貢獻的地方。」對圖 2.1-6 之敘述有誤，車輛與操作多屬非駕駛可控部分，請修訂。 (6)所蒐集標竿國家或企業現況，應區分政府之政策及策略與業者之策略措施，以釐清公私部門之作為。 (7)持續蒐集汽車貨運業主管機關針對協助業者進行淨零轉型之政策策略。 (8)請增加標竿業者對淨零轉型之策略方案，以供參考。		
6.第三章 我國汽車貨運業淨零轉型發展現況與趨勢 (1)有關貨運三業分類，請依據公路法及汽車運輸業管理規則相關法規，請加以修訂。例如第 89 頁最後一段第二行「...而物流、郵政配送等固定路線貨運業最少...」，相關法規並無物流業之定義，請勿採用；此外郵政配送係依據郵政法，非屬汽車貨運業範疇。 (2)第 95 頁「...營業汽車貨運需求在 2026-2030 年間，平均將成長 2.98%，自營貨運則成長 2.71%，兩者同期間排放量則分別成長 2.60%與 2.33%...」請敘明資料來源。若為本研究推估，請說明推估方式。 (3)「3.3.1 我國汽車貨運轉型案例」除各項措施外，建議嘗試蒐集業者ESG減	遵照辦理，擬於期末報告中完成各項修正。 包含依據現行規範及業別分類方式進行說明、文字呈現誤繕修正、強化並具一致性論述產業績效制訂與車輛使用狀況等可量化數據。(已完成相關論述修正於 P.105、111、139、142)	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
碳承諾或整體藍圖和關鍵績效指標等具整體性之資料。 (4)MOMO轉投資之富昇物流為提供該公司電子商務之運送服務，公司為汽車貨運業，第 113 頁「三、電子商務」相關內容請加以修訂。 (5)「3.3.2 我國汽車貨運轉型障礙」對於汽車貨運業之經營型態及車種使用狀況並未一致，建議再加以敘明。		
7.第四章 我國汽車貨運業永續淨零轉型架構研擬 (1)政策架構研擬部分之報告撰寫及呈現方式以交通主管機關角度為出發點。非主責政策以背景說明或外部影響之方式論述，主管機關政策架構則以應如何配合或協助。	遵照辦理，將依指示於期末報告中完成修正，區分主管項目與外部配合事項。(新增政策架構說明於 P.192)	同意研究單位處理情形。
8.第五章 後續工作規劃 (1)後續整體策略規劃除區分短、中、長程外，亦應劃分主責與協辦部會，並因應車輛技術與產業發展現況進行滾動式檢討修正。此外，應著重於短期可執行之策略，以做為主管機關施政參考。 (2)車輛技術發展仰賴上位產業政策，但可嘗試由標竿國家發展進程及成本效益推估合理的潔淨車輛推動目標期程，做為本計畫後續政策時程安排。 (3)智慧化管理及標章認證為強化減量效益的輔助工具，其效益評估可由減少之路徑（油耗）、能效提升幅度衡量，如何設計具誘因獎勵機制值得探討，如給予碳權認定亦或提升環保駕駛薪資福利等。另標章認證是否應針對不同業者予以不同之設計，亦可加以考量。	遵照辦理，未來政策規劃執行將依可行性、重要性進行優先序排列，另將技術發展等不確定因素納入考量，使政策落實更具彈性，並嘗試研擬並設計獎勵等配套機制。(新增論述於節 4.4 及 5.1)	同意研究單位處理情形。
9.其他	遵照辦理，擬於期末報告中完成	同意研究單位處

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
(1)期末報告時綜整各章內容，應於各章末增加小結。 (2)文字用語請重新檢視並統一，並使用我國之慣用詞。 (3)英文簡寫部分，請於首次出現時敘明全名。	各項修正。新增小節、統一論述、敘明中英對照。(已新增小節並完成翻譯對照)	理情形。
10.後續期末報告之結論與建議，應將報告內容重點摘要，並敘明本研究成果之效益及可提供本所或其他政府機關後續應用情形。	遵照辦理，將新增相關篇幅說明。(新增說明於節 5.2)	同意研究單位處理情形。
九、東吳大學 蘇雄義教授(書面意見)		
1.有關用詞問題:1.4 節四個小點的語句不完整或斷句不清晰，需要改進。2.3 節「歐洲綠色政綱」(European GreenDeal)存在不同翻譯方式，應統一一一致，第 44 頁 Climate Bonds Initiative缺乏中文翻譯，另建議往後 Transportation 一詞在報告翻譯中均為「運輸」而非「交通」，後續報告編輯修訂時應多加注意改正。	遵照辦理，擬將審視報告並統一用詞，於期末報告中完成各項修正。(已完成 P.24 論述方式及翻譯修正更新)	同意研究單位處理情形。
2.本報告中提及國際倡議及法規甚多，建議製作一張國際倡議及法規中英對照表及簡要介紹之表格，本文中第一次出現時，以中文及括號英文呈現，爾後以中文或英文縮寫呈現即可。	遵照辦理，擬於期末報告中完成中英對照之各項修正。(新增於附件五)	同意研究單位處理情形。
3.第 119 頁關於低碳交通區之政策，目前已有貨運業者提出異議，這類區域的設計，一方面減碳成效可能非常有限、亦不易評估，另一方面也會引起公私意見衝突，故似不宜納入中央長期政策架構中推動，可由地方政府視其需要規劃推行。俟未來貨運業者車隊潔淨車輛轉型完成，低碳區域必然是水到渠成之結果，如此亦可讓中央人力及資源集中於推動貨運業車隊之排碳潔淨轉型。	有關低碳交通區劃設建議，係因國際組織呼籲及部分國家展開試辦因而納入政策因子，後續於執行層面將綜合減量效益、社會爭議及可行性等因素，評估對於我國之適宜性及推動作法。(納入後續評估項目)	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
4.關於第 120 頁「表 4、整體貨運政策推動策略因子架構」及第 130、131 頁及其延伸表格分析，在架構層次上較為零散欠缺系統性，對後續執行計畫展開恐有不利之影響。	感謝指教，將重新檢視並調整論述架構及呈現方式，使政策歸納更具系統性及易讀性。(更新論述於節 4.2-4.4)	同意研究單位處理情形。
5.對於未來研究方向整體建議：基於營業貨車均歸屬於貨運業者，故在未來迄至 2050 年潔淨車輛轉型，應從貨運業者車隊車輛轉型至潔淨貨車角度提出（以車隊轉型進行規劃，而非單一或數台車輛），或無需考慮業態，區分為小型貨車及大型貨車兩個面向即可（甚至可根據現有大小貨車類型及數量設定期程與目標），結合時間軸目標及車輛（車隊）生產、採購、使用、維養、汰換全生命週期，考量循環經濟、績效運籌原理、國際標竿做法及國內特有環境，進行全生命週期的政策設計，將公私部門協作所需各自承擔的職責納入汽車貨運業因應淨零轉型政策規劃分析，重點應包含潔淨車輛規格及安全規範、能源供應基礎設施、駕駛人環保駕駛素養提升、車輛補助、賦稅優惠、碳中和與交易制度、創新營運模式等等，進而提出推動執行計畫。另外，潔淨車隊轉型以外的淨零政策可歸為一類納入架構體系，例如：共享物流倉。	感謝指教，以車輛為主體的全生命週期政策執行模式，及其所搭配的政策工具，對於國家運輸部門的淨零轉型確實相當重要，惟本計畫研究範疇以汽車貨運業及交通部門策略為主體，為兼顧整體策略及交通策略的一致性，後續分析方式，將先綜整運輸淨零轉型總體策略，接著進一步探討策略中交通部門角色，以及交通部門可積極規劃的策略及行動，並以交通部門策略為主體深化分析。(納入後續研究評估)	同意研究單位處理情形。
6.提供研究團隊一份運研所 106 年摘要報告參考：「重車績效運籌（PBL）模式在台灣推動的價值主張、策略可行性、綜合績效與解決方案探討」。	感謝委員提供資訊，將納入後續研究參考資料。	同意研究單位處理情形。
主席結論		
1.應廣泛蒐集目前執行之政策及相關計畫，並交叉比對國際與國內之政策，提出對我國之影響如何產生。就業者而言，將在未來哪個時間點受到何種衝擊，以及需要做的準備。請團	謝謝主席指教，擬將於公開可取得文獻中補充現行政策與計畫，並盤點利害關係人之受影響層面。(更新於 P.138、180、193)	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
隊蒐集、比對不同利害關係人應注意的事件、時間點、及影響程度。		
2. 期末報告應新增章節，由國際貿易到國內貿易的運作模式之運輸體系，再針對我國貨運三業於運輸體系中關聯性及影響途徑進行分析。	擬於後續研究中強化論述貨運三業在貿易鏈中扮演角色，並試圖描繪影響路徑。(更新論述於 P.135-136)	同意研究單位處理情形。
3. 應就國內外的淨零轉型趨勢、壓力影響來源進行分析，例如國際環保法規或國際貿易，儘量以圖像方式將我國汽車貨運業所受到間接影響描繪清楚。	將嘗試分析轉型障礙壓力來源及影響方式，並盡可能搭配圖像呈現方式加以輔佐說明。(更新論述於 P.177-180)	同意研究單位處理情形。
4. 貨運三業現行狀態及國際趨勢壓力影響下，面對不同的轉型障礙及問題，應於期末報告強化關鍵趨勢及各政策策略之優先順序以提供主管機關參考。	遵照辦理，擬於期末報告中針對彙整策略依照國際推動趨勢進行優先程度排序。(更新於 P.188)	同意研究單位處理情形。
5. 國外標竿國家地區之各項策略與方案，除蒐集、羅列各國經驗與標竿案例外，應再強化策略方案之效果分析，以做為我國策略擬定之重要參據。	將嘗試分析各策略減量成效，包含可量化之具體減碳程度或策略間相對減碳效益比較。(更新於 P.186)	同意研究單位處理情形。
6. 由於低/零碳技術仍在發展中，所擬定之策略除考量現有技術成效，亦須將未來技術之發展納入考量，滾動檢討相關技術對政策之影響。	遵照辦理，將視可行性採行較為彈性且合理之規劃期程，以因應多變的發展現況。(強化論述於 P.183)	同意研究單位處理情形。
7. 關於政府部門分工，雖部分政策由其他部會主導，惟交通部仍須配合辦理。主管機關站在協助業者立場，需多方分析釐清了解需求，並其他部會共同合作。	感謝主席指教，有關政府部門分工議題，擬於期末報告盤點各項策略，並提出各策略主責部門及強化交通部扮演角色。(強化論述於 P.194、204)	同意研究單位處理情形。
8. 策略架構部分，除以條列方式說明，也需搭配時間軸呈現，時間軸上需羅列可選用的工具與手段，及其本身的減量效果。	遵照辦理，擬於期末報告中以時間軸搭配圖示方式呈現可選用策略，並敘明潛在減量效益。(更新於期末簡報並納入後續規劃)	同意研究單位處理情形。
9. 標章制度有其重要性，可結合消費者集體意識，讓企業先行者得到獎勵，建立示範案例，進而帶動產業轉型。	感謝指教，將持續蒐集國際相關作為及推動成果，並參考企業推動作法，研擬後續規畫建議。(論	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
此外，透過公部門（國營企業）先行建立典範也是一種推動模式，藉由產業內部的擴散模仿，亦可達到最終加乘效果。	述於 P.78-81)	
10.請財團法人中華經濟研究院整理「審查意見處理情形表」，彙整審查會議各委員及與會單位研提之口頭及書面意見，並逐項說明回應辦理情形，並充分納入報告之修正。	遵照辦理，將依指示進行說明與修正。	同意研究單位處理情形。
11.本計畫經徵詢審查委員意見，期中審查通過，請財團法人中華經濟研究院後續依本所出版品印製相關規定撰寫報告，並納入每月工作會議查核事項進行追蹤。	感謝主席與各委員指教。將依指示辦理。	同意研究單位處理情形。

附件二 期末審查回覆表

期末報告審查意見處理情形

交通部運輸研究所合作研究計畫

☐期中 ☒期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：MOTC-IOT-113-MFB004

汽車貨運業因應淨零轉型策略規劃(1/2)-策略架構建立

執行單位：財團法人中華經濟研究院

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
一、國立陽明交通大學 馮正民教授		
1. 5.2.2 節中所列交通主管機關推動策略建議共 9 項，建議補充各項策略的主要推動者、時程與具體行動，如「交通部主管機關」項下仍可更詳細的劃分。	感謝指教，本年度階段目標嘗試羅列政策框架下可能涉及之利害關係人，下年度研究將進一步盤點分析重要政策細部執行工項及權責分配。（列入下年度預期目標）	同意研究單位處理情形。
2. 5.2.3 所列建議針對未來研究方向進行更具體說明，例如何種議題的供需需求預測以及最後預期的產出結果為何；另其內涵是否為本系列計畫下一期研究之預期產出。	遵示辦理，將強化未來研究建議論述方式，並區分為本研究延續性規劃，或針對未來淨零轉型之推動建議兩部分進行說明。（修正於報告書 P.203-206）	同意研究單位處理情形。
二、國立陽明交通大學 水敬心助理教授		
1. 在個別策略研析部分，M1「透過適當的市鎮計畫，提升運輸服務效率」雖有國際趨勢之提出，但於報告書中敘述在台灣實施的難度頗高，請說明納為策略之原因。	本策略參考標竿國家（如新加坡）執行經驗所提，由於每個城市有自己的特性與發展條件，因此是否每個發展案例都需要進入到都市規劃，還須視個案而定。然就本計畫的策略規劃角度，認為還是必須將潛在可能的策略選項納入考量，惟可能屬較長期的規劃項目，且需評估適用條件。（下年度評估項目）	同意研究單位處理情形。
2. 有關策略M4 及M5，其中共享物流倉的部分在報告書中提及日本與巴黎兩個案例，請加強說明案例的執行進程、執行者與政府角色等相關細節。另考量物流業者本可能已具備能力與資金執行減碳策略，若由政府主辦共享物流倉可能造成資源傾斜物流業之疑	類似的策略蒐集自 ITF 等相關研究報告，也有來自巴黎與日本個案，共同的概念係可將閒置空間進行盤點並活化、強化公私合作及促進社區參與等國際成功執行經驗供有關單位參考。但由於個別案例具特殊性，無法直接完	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
慮。此外，有關共享倉庫之設立，應考量我國貨運業生態，先分析受益者與使用者，以確認此項策略建議之合理性。	全複製任一模式，因此本計畫將類似的策略納入考量，但將在報告中補充說明適用條件及情境，並列入下年度研究案例參考，亦將妥善考量資源分配及公平原則，使政策執行應用能夠落實公正轉型議題。（下年度規劃項目）	
3. 電動車進程宜參考國外進程安排，是否分梯次進行？請再補充說明。	本研究已蒐集主要各國車輛電動化目標期程，下年度欲推估我國推動目標尚需綜合考量外部政策（如電動物流車補助計畫）產業及技術發展推動目標，以規劃合理推動期程，並適時進行滾動式檢討。（下年度評估項目）	同意研究單位處理情形。
4. 有關策略M3「貨運友善路網」，報告中敘述主要係為目前我國道路規劃以大眾運輸服務為主，貨運業進行配送時停車不易，惟若道路設計需同時考量各種不同用路人本就不易，本策略後續執行難度建議納入考量。	感謝指教，友善路網策略推動係因國際組織呼籲及訪談業者需求而提出，有關充電樁、道路及倉儲空間使用規畫等細部執行細節及可行性評估將納入下年度研究中。（下年度規劃項目）	同意研究單位處理情形。
5. 策略R5 標章認證部分，建議依研究經驗選擇較適合做為我國參考之主要參考標的國家，其他國家作法則為輔助。	感謝指教，下年度計畫執行將綜合分析我國適用條件，選定合適案例作為主要參考依據，並借鏡相關國際經驗，使推動作法具應用價值。（下年度規劃項目）	同意研究單位處理情形。
6. 策略T4、T5 氢能汽車與創新物流的部分，我國物流大致可分為市區物流與偏鄉物流，偏鄉物流要推廣與實行無人運具難度較小，但都市是否適合使用無人機仍需探討，建議策略上可再分別論述其適用性。	感謝指教，有關無人運具使用，參考 ITF 建議，於郊區使用無人機，都會區採微型機器人為較可行做法，但仍需考量道路步行空間等相關衍生問題，並因應技術發展，評估於我國實行可行性。（下年度評估項目）	同意研究單位處理情形。
7. 氢能車未來應朝大型車的應用為發展方向，部分章節有特別標註大型車，部分則沒有說明，可以再就各章節論述進行檢討。	遵示辦理，將重新審視相關章節描述並強化修正說明。（修正於P.119、P148、P182）	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
三、東吳大學 蘇雄義教授		
1.題目所使用的「策略」規劃一詞一般所指為民間企業長期的規劃，公部門多使用「政策」規劃。	感謝指教，本計畫希望透過政府產業輔導與業者自主推動達成公私協力共同目標，將在用字上更為審慎。	同意研究單位處理情形。
2.雖聯合國訂定 2050 年淨零排放目標，各國也朝此方向去思維，我國亦制定 2050 年政策目標，惟其達成可能性不高。建議研究單位構思方向朝「邁向」淨零轉型的角度進行，列出在達成淨零前可執行之相關政策與策略。	感謝指教，本研究除蒐研法制規範等強制性政策目標外，亦針對階段性自主減量進行琢磨，例如節能胎、環保駕駛等作為，並思考如何透過獎勵、輔導、推廣策略之實施方式，加速推動產業淨零，使整體策略目標更具彈性與可行性。	同意研究單位處理情形。
3.以能源政策為借鏡，在談論貨運轉型時，除了增加電動車與氢能車的占比外，亦可考慮納入油電混合車之可行性。此外，目前歐規七期污染排放量已大幅降低，若僅考慮朝向全面電動化或單一能源，或許會面臨其他困境。	下年度計畫將持續蒐研技術發展與能源應用相關文獻與案例，思考如何引導車輛完成低碳轉型外，亦對顧及能源安全及產業發展等面向提出建議。（下年度評估項目）	同意研究單位處理情形。
4.目前汽車貨運業面臨潔淨能源車輛供應的困境，難以確認轉型進程。建議參考YouBike案例，其成功條件在於巨大集團提供適切的產品。	下年度研究將蒐集國際文獻，參考指標性案例及成功經驗，並透過製造商訪談，尋求由技術製造端推動轉型案例及推動模式。（下年度評估項目）	同意研究單位處理情形。
5.針對政策規劃的藍圖建議，中經院在短時間透過蒐集資料與訪問業者勾勒藍圖實屬不易，但目前藍圖仍較為鬆散，且主責單位尚不明確，難以據此執行。其中潔淨車輛導入期程分為小型車、大型車，建議應以業者的車隊規模為基準，並考量車輛的產品生命週期，亦必須納入製造商、營運商、融資商的角色。另外，共享物流倉並非貨運業者本身要執行的策略，而區域限行適切性則有待評估。	感謝委員指教，現階段目標嘗試彙整政策架構雛形，未來將對於實施細節進行更為細緻和詳盡的琢磨。有關車輛推廣及各項政策之適用性，亦將於下年度研究中進行評估。（下年度評估項目）	同意研究單位處理情形。
6.「貨運路網的建置」建議改為能源供應的路網。設備技術應納入供電網路	下年度研究規劃，將著手評估貨運路網建置需求，包含充電樁設置、倉儲點位、停車用地取得等	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
與供氫網路的規劃，以及車輛回收場域等機制。	項目，能源供給亦是考量因素。（下年度規劃項目）	
7.在政策規劃上，淨零轉型核心為「碳減排」，目前面臨電動車與氫能車供應不足的現況，建議可規劃訪問較具能力的車輛供應商，探討產品供應細節，再擬定相關辦法，並同步檢討運價是否仍要持續管制。	感謝指教，下年度將依委員建議將實際訪談車輛製造商，供後續策略研擬參考。（下年度規劃項目）	同意研究單位處理情形。
8.碳減排的首要重點是協助業者建立正確的碳盤查機制，目前以簡單的試算係數乘以行使公里來計算碳排放量，建議應進行研究，由車種、里程、載重三度空間著手，與業者合作、蒐集年度數據並建立資料庫，後續再抽樣檢查以校正資料，使汽車貨運業的排放量可精準評估。	感謝指教，將於下年度研擬策略時，建議主管機關鼓勵並協助業者進行盤查，輔以資訊平台整合和系統建置方式，有效評估、彙整、分析各項重要數據。（下年度評估項目）	同意研究單位處理情形。
9.碳減排之目標需推動協助業者減碳的對策，建議可從三項重點著手規劃：自我可決（由汽車貨運業者自行決定）、協同合作（如共同配送、回頭車、租賃與績效運籌運作模式）、運價管制的檢討（購買低碳車成本高，需重新訂價）。	感謝指教，將參考委員意見，下年度嘗試透過政府輔導或提倡業者自主作為，建立合作模式、建立獎勵驗證機制及資訊整合平台，並透過綠色金融協助方案，協助企業加速淨零。（下年度規劃項目）	同意研究單位處理情形。
10. 建議考量「碳抵換」的可能性，以減少業者被政府課稅的金額。並傾聽業者與車輛供應商的意見，以有實力的業者為優先對象，小規模的業者則可以調查方式蒐集意見。	將於下年度研究中思考各項獎勵機制實行之可行性，包含如何結合盤查、抵換、標章、平台驗證等一系列實行做法。（下年度規劃項目）	同意研究單位處理情形。
11. 「附件四翻譯對照表」部分，建議依字首、縮寫、翻譯方式呈現，並補充ETS全稱。	感謝指教，遵示辦理。（修正於附件五）	同意研究單位處理情形。
四、交通部公路局		
1.第 133 頁有關金管會指引的技術篩選標準部分，環境部目前規劃取消減碳標籤的制度，並預計刪除「取得經環境部審查之碳足跡減量標籤使用權」，建議依金管會未來正式發布的第二版指引修正表格。	遵示辦理，將依指示進行修正，未來待正式指引發布，將更新於下年度研究報告中。（P.131 已修正完成）	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
2.第 136 頁，內部壓力第一行語句不順、第二行錯別字請修正。	遵示辦理，將重新審視文字使用並進行論述修正。(P.134 已修正完成)	同意研究單位處理情形。
3.淨零轉型常提及公正轉型議題，在政策研擬時公正轉型需盤點利害關係人，惟僅於第 207 頁帶過，未特別說明分析，請加以說明。	感謝指教，公正轉型亦為推動淨零轉型過程中之重要研究課題，下年度計畫將因應各政策需求，針對涉及公正轉型之議題進行盤點分析。(下年度評估項目)	同意研究單位處理情形。
4.「5.2.2 交通主管機關推動策略建議」部分，建議明確註明各項策略之主管機關，並以短中長期的策略呈現，使主管機關更容易研擬未來政策。	感謝指教，本年度初步提出政策架構之短中長程規劃建議，惟後續推動需釐清執行細節之利害關係人，延續計畫將進一步詳盡盤點後，依策略及期程呈現各階段相關單位推動作法。(下年度評估項目)	同意研究單位處理情形。
5.呼應前述碳盤查的部分，公路局現規劃輔導運輸業者進行碳盤查，明年會參考環境部 113 年盤查指引，整理成適用於貨運的部分，並優先對規模較大的業者進行碳盤查輔導，後再擴大辦理，建立符合運輸業整體適用的碳盤查機制	感謝指教，將持續關注公路局與環境部相關推動作法與實行細則，並收錄於下年度研究報告中，同步掌握國內最新淨零法制發展趨勢。(下年度規劃項目)	同意研究單位處理情形。
五、中華民國汽車貨櫃貨運商業同業公會全國聯合會		
1.過往貨運業較少受到關注，本研究對貨運業減量有所助益。碳盤查自 105 年受環境部督促開始執行，迄今為止尚沒有相關機制可供參考，建議有明確的指示引導業者依循。	感謝指教，未來擬定策略規劃時，將考量產業需求及可行性，朝明確、簡化之方向研擬推動機制。(下年度規劃項目)	同意研究單位處理情形。
2.建議政府主管機關邀請學研專家了解產業現況，使上位整體目標能實際促進各部會協力運作致力政策落實。	下年度研究將針對主管機關進行明確的分析、盤點，並嘗試邀訪相關單位進行溝通與諮詢，以研擬適切之部門整合方式。(下年度規劃項目)	同意研究單位處理情形。
3.以我國發展狀況，2035 年禁售柴油車可能難以實現，建議以混合燃料方式循序漸進完成低碳轉型較為可行。	有關車輛技術及燃料使用方式，將透過與製造商訪談並蒐研技術報告，評估合理之推動進程。(下年度規劃項目)	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
六、社團法人台灣產業永續發展協會		
協會蒐集歐洲、北美、日本等推動綠色物流經驗，在運具尚未全面電動化前，大型物流中心能透過節能設備、路線規劃、車隊管理等配套措施，並透過數據蒐集分析，依車輛類型可達成 20-25% 節油效果。此外設備技術及輔導培訓機制，亦可達成節電、改善續航力等目的，協助企業提升永續淨零能力並達成目標。	感謝指教，本研究將持續掌握國際推動趨勢及執行作法，作為我國實施之參考案例，亦將嘗試蒐集與減量成效相關量化數據，以更精準評估淨零路徑。（下年度評估項目）	同意研究單位處理情形。
七、國立成功大學 鄭祖睿助理教授（書面意見）		
1. 報告內容文獻整理豐富，但仍缺乏系統性整理，因此仍不易看出他國資料整理與我國相關內容之強烈關聯。建議標竿國家或國際趨勢以表格呈現，並保留與報告後半段我國相關之內容為主。	感謝委員指教，將於落差分析章節中彙整比較國際作法與國內執行差異，並強化表格論述方式增加關聯性。（修正於 P.154）	同意研究單位處理情形。
2. 標竿國家與標竿企業的定義為何？	標竿國家根據計畫需求，蒐研歐美、日韓星等社經發展條件及產業結構對我國具參考價值之對象，標竿企業係指國際大型知名業者，具指標性、產業影響力，並已提出自主宣示目標，可做為示範依循案例。	同意研究單位處理情形。
3. 標竿國家之案例有部分與都市物流有關，建議團隊要更精確定義此報告中汽車貨運業的治理範圍或營運範圍，才能知道內容是否相關以及是否為此報告討論之範疇。	本研究以協助貨運三業業者推動轉型為目標，亦需涉及與營運面相關之減量課題，包含空間規劃、倉儲點位、交付模式、技術發展、金融援助等相關面向。	同意研究單位處理情形。
4. 此報告是否可進一步釐清研究課題中公私部門利害關係人相關之議題？因貨運議題的公私利害關係人眾多且複雜，策略架構建立之前提需要界定利害關係人與其各自角色。	感謝委員建議，本案將於下年度研究中更為詳細且明確界定各項推動議題所牽涉之利害關係人及其扮演角色，並區分公私部門。（下年度規劃項目）	同意研究單位處理情形。
5. 由於此報告為研究計畫之呈現，以研究內容而言，雖有訪談紀錄或座談會紀錄，但缺乏資料蒐集方法之說明、分析方法之說明、利害關係人選定之	感謝指教，將針對各分析步驟進行更為詳細的描述，以增加研究之連貫性及邏輯性。（強化論述於 P.160、P.190）	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
原因，以及如何從上述內容轉換為報告內容之過程(以確保研究之嚴謹性)。		
八、交通部公共運輸及監理司 胡迪琦副司長（書面意見）		
1.目前國內對於貨運業淨零轉型之推動措施相較客運業少，本研究未來可作為主管機關推動相關措施之參考，對於運研所及研究團隊之努力予以肯定。	感謝委員指教，將持續精進研究內容。	同意研究單位處理情形。
2.第 156 頁表 3.4.1 我國政策推動差異比較，其中有關我國執行之財政工具表示補助措施及力道較為缺乏，經查目前國內對於電動車有相關稅費減免(如牌照稅、汽燃費等)，建議團隊對比就國際趨勢之寫法，簡要說明目前國內亦有相關措施，否則易使外界誤解目前國內在此部分無相關作為。	遵示辦理，將敘明現行主要財務相關推動策略與誘因機制，避免產生誤解。(P.154 已修正完成)	同意研究單位處理情形。
3.第 156 至 158 頁提及貨運產業競爭激烈有削價競爭問題，又表示受到運價管制，限制獲利能力，建議提供運價平台及運費費率檢討以提升貨運業自主獲利能力部分，目前我國對貨運業之運價管制係核定運價上限，由業者於運價上限下訂定其本身運費，給予相當大之自由競爭空間，並由業界視成本狀況評估是否報交通部檢討運價上限，據瞭解目前業界所訂之運價與交通部前核定之運價上限尚有調整空間，是以，建議研究團隊應再釐清實際可提升業者自主獲利能力之主因。	有關費率機制說明，係透過業者訪談所得回饋，可能因產業別或規模大小議價能力不同有所差異，亦或業者對未來推動淨零所需潛在成本表達疑慮，將修正論述方式，並進一步釐清合理性及其原因。(P.154 已修正完成)	同意研究單位處理情形。
4.第 160 頁有關表 3.5-1 各國採納措施一覽表部分，表示我國已實施投入車輛改良及先進技術研發(無線充電、無人運具等)，因本研究相關章節似未見相關內容，建議再確認目前貨車是否已有該等技術。	感謝指教，有關該項目認定方式，由於我國目前已有節能設備、車輛自主研發、車體改良技術等推動案例，故從寬認定上符合標準，將在呈現方式上將予以修正避免產生誤解。(已修正完成)	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
5.第 188 頁表 4.3-4 政策因子推動序位，考量目前國內電動貨車技術發展尚未相當成熟，將汰換電動貨車列為短期推動策略是否妥適，請研究團隊再依實際狀況評估。	本項目係依據急迫性及減量效益列為優先推動項目，實際執行方式或可依據技術可行性，採分階段漸進式達成。	同意研究單位處理情形。
九、交通部公路局 張舜清副局長（書面意見）		
1.對於汽車貨運三業目前轉型困境的分析甚為詳實，需求盤點亦完備，因應現行落差而分就規範機制、管理規劃、設備技術、財政工具四大政策面向、對應課題所擬策略架構頗具參考。惟三業規模不一，建議思考推動順序。	感謝指教，本案初步蒐羅政策架構下各項推動課題，下年度規劃執行時，將考量業態需求、規模差異，嘗試採行差異化實施方式及不同減量期程路徑。（下年度規劃項目）	同意研究單位處理情形。
2.策略可行性所涉及的財務、技術和社會面相決定後續推動期程，建議能有更多利害關係人的社會溝通以凝聚共識，減少阻力，以及爭取立法、行政部門支持。	感謝指教，下年度研究將持續深化盤點利害關係人，並透過意見諮詢並溝通整合各界回饋，嘗試尋求共識。（下年度規劃項目）	同意研究單位處理情形。
3.各項政策因子推動序位之短、中長期是否時間均一致，期間多長？所涉財務需求勢必更多。跨機關及地方政府建議再進一步溝通，期能納入下期重點課題。	感謝指教，各項政策推動時序存在差異，下年度將進一步釐清前後因果關聯性，並設置合理的查核點與目標里程碑。（下年度規劃項目）	同意研究單位處理情形。
十、交通部運輸研究所運輸經營及管理組（書面意見）		
1.「第二章 全球汽車貨運業淨零轉型發展現況與趨勢」部分： (1)報告中引用 ITF（International Transport Forum）和 IEA（International Energy Agency）內容部分，請說明部分情境假設和模擬基準（如高企圖心情境 vs 當前政策情境）的差異等，以及若其結果基於特定年份的技術與經濟狀況，建議補充相關背景，避免誤解。 (2)建議將國際其他國家之政策策略及貨運業者之策略以不同章節區分。 (3)建議於小結配合表 3.4-1 整理各國面向與議題之現狀概況，以利後續進行落差分析。	將強化並修正情境論述。（論述於 P.6、P.8） 將區分政府端及業者推動政策。（分別呈現於節 2.4 及 2.5） 將針對各國面向與相關議題進行更為細緻的彙整比較。（呈現於 P.158）	同意研究單位處理情形。 同意研究單位處理情形。 同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
2. 「第三章 全球汽車貨運業淨零轉型發展現況與趨勢」部分： (1)表 3.1-1 之產業公司細分建議取消。 (2)表 3.1-4 燃油效率之比較，自用與營業車輛之差異可能為車輛組成比例不同所致，而非營業與自有造成差異，建議取消該欄或於內文加以說明。 (3)第 108 頁汽車貨運服務成長趨勢指出 2020 年後汽車貨運量與工業生產已然脫鉤，雖運量於 2020 年後低於工業生產量，惟其與工業生產指數仍呈現同向變動，請強化汽車貨運量與工業生產脫鉤之論述。 (4)「3.3.2 汽車貨運業轉型因應作為」建議綜整公司規模及業別，而非以單一業別區分，以避免誤解。 (5)「3.3.3 我國汽車貨運業轉型困境」建議將潔淨能源車輛現況亦納入汽車貨運業及汽車路線貨運業之內容。	遵示辦理。（修正於 P.103） 遵示辦理，將刪除該項目。（修正於 P.105） 遵示辦理，將強化論述方式。（修正於 P.106） 遵示辦理，將強化論述產業不同業態規模。（修正於 P.137） 遵示辦理，將新增產業共同困境之描述。（修正於 P.140）	同意研究單位處理情形。 同意研究單位處理情形。 同意研究單位處理情形。 同意研究單位處理情形。 同意研究單位處理情形。
3. 「第四章 我國汽車貨運業永續淨零轉型架構研擬」部分： (1)表 3.4-1 政策工具對應至表 4.1-1 歸納為策略因子架構，以及表 4.3-3 可行性盤點與政策工具對應及策略架構因子之間相關性，請增加推導過程及統整對應關係。 (2)策略部分建議區分為針對所有運具（自用及營業），以及政策效果僅對汽車貨運業發生效果兩類。 (3)研擬策略部分，非交通部主管，或非專為汽車貨運業之政策，建議應擬定站在汽車貨運業者主管機關應配合或協助業者因應之策略。	遵示辦理，將強化關聯性及邏輯論述，使章節間更具對應關係。（P.160 加註說明 P.183 新增對應） 遵示辦理，將補充各政策產生效果之分類。（加註說明於 P.190） 遵示辦理，將依指示修正論述方式，將相關政策以配合或協助角度為考量。（修正論述於 P.190-191）	同意研究單位處理情形。 同意研究單位處理情形。 同意研究單位處理情形。
4. 「第五章 結論與建議」部分：		

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
(1)續前章，運具無碳化或電動化時程、充電樁設置、車輛技術發展等於研究過程中為必須考量項目，但在第五章5.1.1 擬定短中長期策略時，建議將前述政策視為外部環境影響，在各該政策下如何協助業者轉型擬定對應策略。	遵示辦理，將視為外部影響擬定策略。（修正於 P.202）	同意研究單位處理情形。
(2)5.2.2 有關交通主管機關推動策略，部分非由交通部主導推動而為協辦角色，各政策、策略之主協辦單位請再檢視修訂。	遵示辦理，將重新檢視利害關係人及論述方式，非主則項目以協助、輔導角度呈現。（於 P.191 內容呈現）	同意研究單位處理情形。
主席結論		
(一) 本計畫旨在為政府提供政策建議，協助貨運業者達成淨零轉型，現階段目標為統整龐雜的文獻資料填入相對具體的章節架構作為綠色貨運依循策略，下階段研究將研擬並滾動檢討行動方案及規劃淨零路徑。	感謝主席，本案依所方需求指示，階段目標為統整完成策略架構基本內涵，作為未來行動方案指引及路徑規劃參採依據。（下年度規劃項目）	同意研究單位處理情形。
(二) 現階段尚無法針對權責劃分及實施細則進行結論性描述，後續研究需更為嚴肅且務實探討政策執行層面議題，包含各業態產業輔導、轉型目標或示範案例，並嘗試對應主管機關。	遵示辦理，將於下年度研究中探討重要議題實行細節，針對產業需求、階段性目標及利害關係人進行更深入的盤點。（下年度規劃項目）	同意研究單位處理情形。
(三) 交通部門被賦予對於公路貨運減量責任做出貢獻，但在我國運具製造不屬於交通部管轄範疇，實際運作需配合經濟部門共同執行。	下年度計畫將綜整交通部門相關推動項目，並界定各項目所涉及之權責部會與可能之合作關係。（下年度規劃項目）	同意研究單位處理情形。
(四) 下階段目標需開始思考更為細緻的推動流程，例如實施細節的因果關係、時序排列及執行障礙，並研商因應步驟，針對交通部門及其他部會篩選出國內具體可行的政策指引及方案規畫建議，並就各大面向拜會第一線參與的主責部會，及對重要利害關係人（如車輛製造商）進行深度訪談。	下年度研究將逐步收斂現階段研究成果，針對優先推對項目進行細部規劃，以系統性說明政策執行步驟與推動時序，並且透過與重要利害關係人訪談方式了解執行障礙與可能之施行辦法。（下年度規劃項目）	同意研究單位處理情形。
(五) 結論部分需強調未來探討面向，策略架構宜定位為參考案例，使未來研	遵示辦理，將強化論述未來研究方向，並於策略架構中加註說	同意研究單位處理情形。

參與審查人員及其所提之意見	合作研究單位處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
究具備延展性，並妥善納入更多元政策工具。	明，使研究可適時擴增產業需求與淨零趨勢。（修正於 P.202）	
(六) 下期計畫除盤點部會主責事項外，亦希望釐清各項政策執行背景，並探究推動可行性，例如抵換、碳費等機制是否具備誘因，以及資源競合下所需付出代價及彌補措施、預期效益、產業衝擊影響及時間序列等因果關係，深化落地執行應用基礎。	遵示辦理，將持續蒐集並彙整淨零相關機制及推動進展，亦將關注資源分配及整合、減量效益評估等相關議題，並區分主軸與配套政策之影響關聯，使政策執行更為完善且可行。（下年度規劃項目）	同意研究單位處理情形。
(七) 本計畫經徵詢審查委員意見，期末審查原則通過，並同意執行後續計畫，請研究團隊歸納建議供未來研究方向參採。	感謝委員肯定與指教，將彙整各界意見做為下年度研究參考基礎。	同意研究單位處理情形。
(八) 請依據期末審查會議各委員、單位代表所提供之意見及所內書面審查意見研提處理情形答覆意見，做為報告書修正之依據。並請於期中及期末意見處理情形表中，註明各意見已補充修正於定稿報告書之對應章節或頁數，俾利檢核與閱讀。	遵示辦理，將敘明意見處理情形及章節對應頁碼。	同意研究單位處理情形。
(九) 後續報告內容編輯方式請財團法人中華經濟研究院依據「交通部運輸研究所出版品統一管理要點」之規定辦理，並請於 113 年 12 月 17 日(二)前提送期末報告修正定稿。	遵示辦理，將依指示提送報告。	同意研究單位處理情形。

附件三 訪談紀錄

交通部運輸研究所

「汽車貨運業因應淨零轉型策略規劃(1/2)-策略架構建立」

訪談紀錄

時間：2024 年 05 月 24 日

地點：中華民國汽車貨運公會全國聯合會

對象：林汶賢 秘書長

出席者：劉銘韻副研究員、楊晴雯副主任、洪志銘助研究員、劉昱彤輔佐研究員、賴怡靜輔佐研究員

紀錄：劉昱彤輔佐研究員

一、 請問貴公會目前會員數？概估涵蓋業者車輛數及車種使用配置？

全國汽車貨運業之業者家數約 4,720 家，營業車輛數大貨車約 53,000 輛，小貨車約 8,800 輛。車種分配方面，因涉業務機密，會員不會提供其公司所屬營業車輛之車種數目，故本會並無該等統計資料。

二、 請問貴產業主要營運模式？（B2B、B2C）廠商規模分布情形？

我汽車貨運業之營運模式為「點對點」，服務對象包含企業或個人，亦是包含 B2B、B2C。

三、 目前貴產業對於淨零轉型目標急迫程度為何？是否已經（或可能）受到品牌商、供應商、國際倡議、金融監管、碳費課徵等影響？影響程度為何？

目前我業對本案目之急迫程度多數還在觀望中，只有少數有為外銷廠商提供運送服務之業者有被廠商要求能有永續經營之規劃要求，查本會會員臺灣省汽車貨運商業同業公會聯合會第 22 屆第 4 次理監事聯席會有理事鄭舜仁先生提「公路總局對於碳稅在未來是否有規劃？車動每公里有否排放標準？因為接觸到台積電這樣的公司，針對包括載運危險品，都要求要有胎壓、胎溫的紀錄，也在推動他們在工程上對於減碳方面看各公司有提出什麼規劃，不知道公路總局對於碳稅是否有規劃，可以讓業者可以回復廠商的答案」乙案，並經公路局長官郭幫工程司回應表示「原則上碳排放標準方面

運研所有做研究，當時研究都是針對非運輸業的，這一兩年來才加入運輸業，因為運輸業的排放標準其實沒有本土化的規劃原則，所以這部分目前都還是在研議中，若要計算排碳量，一定要有一個計算的公式，对大家才會比較公平，後續會跟運研所持續討論，如果有討論結果，會輔導貨運業向環保署申請標章，以達到節能減碳永續發展的目的，運研所目前在草案的階段，研議好後會朝向開座談會或說明會，後再陸續輔導業者達到規定」，故我貨運業者如需要永續經營之規劃，仍待公路局或環境部訂出相關標準後才會依循辦理。

四、貴產業是否已進行轉型衝擊評估（如車輛汰換、設備建置、教育訓練之資金及人力成本，或新型車輛可能影響營運效率之風險）？打算如何因應？

如同上一點，我汽車貨運業者仍在等待公略局或環境部訂出相關規範才會依循辦理。

五、目前貴公會會員對碳知識掌握程度為何？約有幾成完成碳盤查？

據瞭解，我會員並無業者有完成碳盤查之訊息。我汽車貨運業者之生財工具為貨運車輛，運送服務過程中會有碳排，惟車輛之碳排資料，應由車輛製造廠商來提供，我業者要完成碳盤查，還需相關機關來協助輔導。

六、目前貴公會是否協助會員推動淨零轉型？或規劃即將執行之策略？

本會於相關永續經營會議中曾建議，我業在排放標準方面均依環境部之規定來遵行，故建議我業只要所使用之車輛之排放能符合環境部要求之標準，應算是符合永續經營之條件，宜請環境部訂定碳足跡自主管理標章或碳足跡減量標籤之機制（包含業者所屬營業車輛符合六期（含）以上排放標準或是車隊每年汰除之車輛數與新購符合六期（含）以上排放標準車輛數符合汰除新購比率等）。

七、目前推動現況為何（如人力、資金、技術、政策、車輛等面項）？遭遇哪些挑戰？

我國內大型貨運車輛還未看到全電動車輛或非碳車輛上市，故我貨運業者並無推動計畫，只是遵循環境部之排放標準。

八、是否針對中小規模企業提供輔導或協助？ 無。

九、 希望政府協助或協同合作的事項？

如第 5.及第 6.點。另查正從事永續經濟活動或淨零排放研議之單位不只一個，請政府能加以整合訂定統一標準，讓業界易於遵行。

十、 可否提供業界具指標性企業名單？

以上第 3.點提及之理事鄭舜仁先生之公司及聯絡資料為「五華運輸有限公司董事長」

交通部運輸研究所
「汽車貨運業因應淨零轉型策略規劃(1/2)-策略架構建立」
訪談紀錄

時間：2024 年 05 月 20 日

地點：中華民國貨櫃貨運公會全國聯合會

對象：李昭功 秘書長

出席者：劉銘韻副研究員、楊晴雯副主任、洪志銘助研究員、劉昱彤輔佐研究員、賴怡靜輔佐研究員

紀錄：劉昱彤輔佐研究員

一、 請問貴公會目前會員數？概估涵蓋業者車輛數及車種使用配置？

本會會員數不詳，因為公會是由各縣市公會組成的聯合會，每個縣市公會有各自的會員數，因此無法統計具體的總數。至於車輛數和車種配置方面，主管機關是運研所，他們有相關的研究報告。不過這些報告的資料較舊，如需最新數據，建議向公路局索取。據我了解，目前貨櫃運輸車輛數約為一萬輛，每年數量會有所變動

二、 請問貴產業主要營運模式？（B2B、B2C）廠商規模分布情形？

我貨櫃運輸業之營運模式主要為 CY（客戶到貨櫃集散站）和船邊轉運。此外，因台灣南北工廠分佈不均，亦存在南北轉運模式。

三、 目前貴產業對於淨零轉型目標急迫程度為何？是否已經（或可能）受到品牌商、供應商、國際倡議、金融監管、碳費課徵等影響？影響程度為何？

大部分業者尚未大力推動淨零轉型，主要因為目前市場上缺乏合適的大型電動貨車，技術和基礎設施尚未成熟。此外，政府相關政策和規範還在制定和討論中，尚未有明確的指導方針。就品牌商、供應商、國際倡議、金融監管及碳費課徵等影響而言，目前我們尚未受到明顯的壓力或要求。雖然有部分外銷廠商和國際大企業對於運輸過程中的碳排放有較高的要求，但這類需求尚未普及到所有業者。

四、 貴產業是否已進行轉型衝擊評估（如車輛汰換、設備建置、教育訓練之資金及人力成本，或新型車輛可能影響營運效率之風險）？打算如何因應？

目前我業尚未進行全面的轉型衝擊評估。大部分業者對於淨零排放的轉型還在觀望階段，尤其是針對大型電動貨車的可行性和成本問題，仍有很多不確定性。由於大型電動貨車的技術尚未成熟，其電池重量過大，導致現行道路承載重量限制成為一大挑戰。此外，政府在相關政策和標準上的制定還在進行中，尚未有具體的指導方針，因此業者們尚無明確的因應計劃。

五、目前貴公會會員對碳知識掌握程度為何？約有幾成完成碳盤查？

我會會員多數對碳知識的掌握程度意願不高，目前尚未有業者完成碳盤查。我貨櫃運輸業者的主要生財工具為貨運車輛，運送服務過程中會產生碳排放。然而，車輛的碳排放數據應由車輛製造廠商提供，業者要完成碳盤查，還需相關機關的協助和輔導。

六、目前貴公會是否協助會員推動淨零轉型？或規劃即將執行之策略？

我們貨櫃運輸業者目前尚未大力推動淨零轉型的相關策略，主要因為現有政策和標準尚未明確。過去環保署提到的政策多涉及機車補助，至於小客車或公共汽車、客車的補助政策則已有多多年。希望政府盡快明訂相關標準

七、目前推動現況為何（如人力、資金、技術、政策、車輛等面項）？遭遇哪些挑戰？

目前，我國貨櫃運輸業在推動淨零轉型方面面臨諸多挑戰。首先在人力方面，缺乏足夠的專業技術人員來應對新技術和設備的需求，而司機的收入受限於工時及政策問題，導致缺工問題嚴重。資金方面，轉型所需的投入巨大，包括車輛汰換、設備建置和技術升級等，但現有的補助和資金支持不足以覆蓋這些成本。此外，技術上，大型電動貨車和非碳車輛的技術尚未成熟，電池重量和充電設施等問題尚未解決，現有基礎設施也不支持大規模的電動貨車運營。在政策層面，政府的政策和標準還須明確，業者才能針對政策計畫汰換車輛。最後，現有的大型電動貨車和非碳車輛尚未上市，業者只能依靠傳統燃油車輛，這與淨零排放的目標相悖。因此，需要政府提供更多的政策支持和資金投入，以及技術上的突破，才能有效推動轉型進程。

八、是否針對中小規模企業提供輔導或協助？

暫無針對中小企業的專門輔導或協助計劃。

九、 希望政府協助或協同合作的事項？

我們希望政府能在推動貨櫃運輸業淨零轉型方面提供更多協助和合作。首先，應制定統一的政策和標準，提供清晰的指導方針，讓業者有依循的標準。其次，政府應提供更多的技術和資金支持，幫助業者進行車輛汰換、設備建置和技術升級。此外，加強充電設施等基礎設施建設，以支持大型電動貨車的運營。特別是對中小企業，應制定專門的輔導和支持政策，幫助他們克服轉型過程中的資金、技術和人力等壓力。最後，政府應協助業者完成碳盤查，提供碳排放數據和技術指導，幫助業者掌握碳知識並落實碳減排措施。這些措施將促進整個行業的永續發展，實現環保目標與經濟效益的雙贏。

十、 可否提供業界具指標性企業名單？

業界具指標性的企業包括長榮、陽明和中航等公司。這些公司在貨櫃運輸業中具有較大的影響力和市場份額。如有需要，本會可以協助聯繫長榮進行進一步的訪談和交流。

交通部運輸研究所
「汽車貨運業因應淨零轉型策略規劃(1/2)-策略架構建立」
訪談紀錄

時間：2024 年 06 月 03 日

對象：路線貨運商 A

出席者：楊晴雯副主任、留浩洋輔佐研究員、劉昱彤輔佐研究員

紀錄：劉昱彤輔佐研究員

一、目前公司在推動電動貨車使用上的執行情形如何？取得了哪些成果？

目前公司已購買五台三噸以下的電動貨車，並在都會區進行使用。由於載重和續航能力的限制，仍需進一步評估其效益。

二、公司目前採用的配送模式是什麼？是否有任何變革計劃？

目前採用的是分區配送模式，根據地區分配配送任務。為了達成 2030 年的淨零目標，公司計劃在市區提高電動機車的占比，逐步轉變配送模式，以提升整體運營效率。

三、在推動電動貨車的過程中，公司面臨了哪些困境和障礙？

最大的挑戰在於電動貨車的續電能力和載重能力，以及缺乏大型商用車。多背電池會占用貨車的載重空間，導致能裝載的貨物減少。此外，電動貨車的續航能力有限，長途運輸時需要頻繁充電，增加了使用成本和操作困難。目前充電設施的不足也限制了電動貨車的使用範圍。

四、在車輛技術方面，公司目前的汰換計劃和設備建置情況如何？如何平衡載重和成本？

公司計劃逐步汰換現有車輛，增購電動貨車和電動機車。由於電動貨車的電池重量較大，影響了載重能力，因此需要在購車時仔細選擇適合的車型。目前市場上的電動貨車技術還在發展中，續航能力和成本效益是主要考量因素。

五、除了車輛技術外，公司還有哪些措施來實現淨零排放目標？

公司有在優化配送路線和人員訓練，以提高運營效率並降低碳排放。例如，利用行控系統監控車輛的怠速情況，降低油耗。此外，公司還計劃採用節能輪胎和其他技術手段，進一步減少碳排放。

六、 在實現淨零排放目標的過程中，公司需要哪些方面的協助？

需要政府在充電設施建設和電動貨車技術研發方面的支持。此外，公共充電站的設置和相關政策的推動也是關鍵。政府和私營部門的合作可以加速技術成熟度的提高，並降低業者的運營成本。

七、 公司未來的發展規劃和目標是什麼？

公司計劃在 2030 年達成電動貨車占比超過 15%、電動機車占比達 50% 的目標。未來將繼續優化配送模式，提高運營效率，並積極探索其他減碳技術和策略，以實現 2050 年淨零排放的長期目標。

交通部運輸研究所
「汽車貨運業因應淨零轉型策略規劃(1/2)-策略架構建立」
訪談紀錄

時間：2024 年 08 月 19 日

對象：貨櫃貨運商 A

出席者：中華經濟研究院楊晴雯副主任、洪志銘助研究員、劉昱彤輔佐研究員、賴怡靜輔佐研究員、景丰科技蘇淳太組長、賴曉薇專案經理

紀錄：賴怡靜輔佐研究員

一、目前公司營運規模、車輛數與車種配置為何？

公司總計車數 164 輛，總計車架 730 部。另有紅牌遊覽車 58 輛、營業小客車 4 輛。

二、目前公司已實施的淨零措施為何？

車輛購置已符合六期標準為主。配合港務公司，建置近 500 公尺的車機集電軌設備，也設立電子籠、可將機具油轉換成電力，今年度採購 12 部輪胎式機具就是為了配合電子籠式相關計畫。配合海運公司將部分歐美線業務從碼頭之外移動到港區作業，可以減少公司內部運輸間的碳排。

發放省油獎金、與財團法人車輛研究測試中心輔助合作（車隊管理、駕駛行為、車輛技術）、排氣優級標章（遊覽車已全數取得、曳引車預計於年底全數取得）、綠色車隊。

大型貨車的運具轉換仍較為觀望氢能發展。

三、目前的減量成效為何？

2022 年貨車單位整體油耗量為每公升 2.94 公里，2023 年為每公升 3.01 公里，效益提升主要原因為車輛的汰換。

四、是否進行碳盤查、碳足跡或碳驗證？

已進行碳盤查，並有第三方的認證。委請顧問公司協助盤查，透過問卷調查各部門業務資訊。最大的排放源為柴油，占整體排放約 7 成。

五、 節能減碳的實務經驗及心得分享。

首先是需要高級主管的支持，以及各部門都需要一個窗口去了解跟蒐集活動的碳數據。挑戰為活動數據的保存及轉換成碳排放的過程，如公司購買柴油皆以噸或公斤等重量單位計價，然碳排放的數據為公升等體積單位，在轉換的過程中或涉及密度的問題。再者，目前市場上沒有相對低碳的能源或燃料的提供。

六、 對政府的政策建議。

於初期針對產業鏈提供低碳補助、綠領人才培育，包含碳盤查、碳足跡與碳標籤等人才，已及示範綠能車隊路線（如港區示範車隊、機場交通示範車隊）。

中長期規劃則需廣設基礎建設補助與新能源車補助。由於加氫站設置與氫能車成本高，參考日本中央政府對加氫站建置費用與清能製造設備最高補助 50%，民眾購買氫能車輛也能獲得中央與地方政府的補助。韓國亦對建置加氫站補助金額達一半，購買氫能乘用車補助一半車價、氫能巴士補助 70% 車價，另有加氫費用補貼。

交通部運輸研究所
「汽車貨運業因應淨零轉型策略規劃(1/2)-策略架構建立」
訪談紀錄

時間：2024 年 09 月 23 日

對象：路線貨運商 B

出席者：洪志銘助研究員、劉昱彤輔佐研究員、賴怡靜輔佐研究員

紀錄：賴怡靜輔佐研究員

一、 請問貴公司營業項目登記為：(可複選)

三業皆有經營。

二、 請問貴公司涵蓋車輛數及車種使用配置情形大致為何？

車輛數約 3,500 輛，主要車種包括 5 噸、7 噸和 17 噸以上的貨車。
5 噸貨車主要在雙北地區使用，7 噸貨車在中南部，17 噸貨車多用於
夜間長途運輸。

三、 請問貴公司主要營運模式？(B2B、B2C)及營運點位分布情形？

主要服務台灣內需，有 70 個營業據點，14 個物流中心(臺北市 40
個衛星點)。

四、 目前貴公司對於碳知識掌握程度為何？是否完成碳盤查？

已完成碳盤查，碳足跡正在做。主要碳排放來自外購電力與外購
燃油，兩者占總體排放 70%以上。

五、 目前貴公司對於淨零轉型目標急迫程度為何？是否已經(或可能)受到品牌商、供應商、國際倡議、金融監管、碳費課徵等影響？影響程度為何？

直接的供應鏈要求沒有，但有受到品牌商的要求而進行盤查與永續報告書的出版。

六、 貴公司是否進行轉型衝擊評估(如車輛汰換、設備建置、教育訓練之資金及人力成本，或新型車輛可能影響營運效率之風險)？是否造成營運負擔？打算如何因應？

對於運具轉換，目前台灣適用的電動車選項不多，Fuso 5 噸電動貨車報價為 450 萬，約為燃油車的 3 倍，新竹物流暫無購買計劃。主要困難是充電基礎設施不普及。

- 七、 貴公司是否已著手規畫淨零轉型目標或路徑？已經（或即將）執行推動策略？目前是否符合預期成效？其效益是否對營運產生正向幫助？（品牌形象、獎補助、低利貸款等）

與中華汽車合作研發國內 3.5 噸小貨車；從成本面著手的效能提升、駕駛管理等已經執行多年。

- 八、 貴公司當前轉型所面臨挑戰為何（含人力、資金、技術、政策、車輛等面項）？遭遇哪些困難？

挑戰包括運價管制、吸引人才困難、充電設施布建，以及與政府補助相關的議題。

- 九、 貴公司期待政府提供哪些積極協助？有哪些是公私協力可做的？有哪些透過民間協作可做得更快更好？

期望政府取消運價管制、明確轉型政策及提供配套措施。希望電動車補助與燃油車補助持平

- 十、 是否有其他減量作為之實績案例（路線優化、綠色交付等）？亦或關注其他議題如公正轉型、燃料技術、碳權經營等.....

對氢能持觀望態度，並與中華汽車合作採購 3.5 噸電動貨車進行試行。

交通部運輸研究所
「汽車貨運業因應淨零轉型策略規劃(1/2)-策略架構建立」
訪談紀錄

時間：2024 年 10 月 01 日

對象：路線貨運商 C

出席者：洪志銘助研究員、劉昱彤輔佐研究員、賴怡靜輔佐研究員

紀錄：賴怡靜輔佐研究員

一、 請問貴公司營業項目登記為：(可複選)

答：三業皆有經營。

二、 請問貴公司涵蓋車輛數及車種使用配置情形大致為何？

答：動力車輛數約 2,600 輛，包含燃油車、油電混合車、電動三輪車、機車，預計 10 月啟用新採購的 3.5 噸電動貨車。

三、 請問貴公司主要營運模式？(B2B、B2C) 及營運點位分布情形？

答：目前約 200 個營業據點，主要營運模式為 B2B，B2B 與 B2C 業務占比為 70:30，愈都會化的地方宅配量愈大，而疫情後宅配化較為明顯。

四、 目前貴公司對於碳知識掌握程度為何？是否完成碳盤查？

答：已完成碳盤查，碳足跡正在進行。碳足跡認證程序預計今年啟動，主要以常溫配送業務申請環境部碳足跡標籤。

五、 目前貴公司對於淨零轉型目標急迫程度為何？是否已經(或可能)受到品牌商、供應商、國際倡議、金融監管、碳費課徵等影響？影響程度為何？

答：無急迫性，但營運空間限縮、法規限制、市場趨勢以及供應鏈的輕度要求皆為轉型動力，供應鏈部分國外廠商比國內廠商更關心碳排狀況，僅要求碳盤查資料。專職服務於科技業的關係企業「科技城物流」受供應鏈影響程度較高，已完成第一次碳盤查。

六、 貴公司是否進行轉型衝擊評估(如車輛汰換、設備建置、教育訓練之資金及人力成本，或新型車輛可能影響營運效率之風險)？是否

造成營運負擔？打算如何因應？

答：電動貨車仍存在經濟性及產品結構問題，前者在國外有政府補貼等配套措施，台灣目前仍比較少；後者包含載重、里程焦慮等問題尚待解決。充電樁的設置、廠區供電穩定亦是衝擊之一。首要考慮可能性，規格、技術、財務可行性下逐步推進淨零。

七、 貴公司是否已著手規畫淨零轉型目標或路徑？已經（或即將）執行推動策略？目前是否符合預期成效？其效益是否對營運產生正向幫助？（品牌形象、獎補助、低利貸款等）

答：由於方法論上仍有限制，預估仍要 1-2 年的時間才有辦法提出具體減量目標。目前與威剛科技合作參與產發署計畫，購入 3 台 3.5 噸電動小貨車，結合電動三輪車建立低碳的運送模式。

八、 貴公司當前轉型所面臨挑戰為何（含人力、資金、技術、政策、車輛等面項）？遭遇哪些困難？

答：挑戰包括運價管制、充電設施布建、供電穩定性，以及與政府補助相關的議題。

九、 貴公司期待政府提供哪些積極協助？有哪些是公私協力可做的？有哪些透過民間協作可做得更快更好？

答：呼籲政府取消運價管制或建立合理的運價調整機制、明確轉型政策及提供配套措施、對企業進行淨零與碳盤查教育、未來新技術與新運具的發展與布局。

十、 是否有其他減量作為之實績案例（路線優化、綠色交付等）？亦或關注其他議題如公正轉型、燃料技術、碳權經營等.....

答：目前關注於錶後儲能方式，在自身場域裝設太陽能板並進行錶後充電，以調度電車所需充電電力，一方面可以節省電費，另一方面可以減輕台電電網的尖峰負載。

附件四 座談會紀錄

MOTC-IOT-113-MFB004

「汽車貨運業因應淨零轉型策略規劃(1/2)-策略架構建立」

第一次座談會

時間：2024年6月25日(二)，下午2時

地點：交通部運輸研究所10樓會議室

主席：楊晴雯副主任

出席者：詳簽到單

會議摘要（依發言順序）

一、李季森總經理特助（台灣宅配通股份有限公司）

1. 本公司自 2016 年首度完成碳盤查，並於 2017 年獲得碳標籤認證，但目前環保作為未獲具體效益，若能透過平台業者對綠運輸要求，及培養綠色消費認知意識而非單純價格考量，更能促進物流業進行減碳。
2. 低溫配送在宅配業中排放占比高，冷凍機組由柴油改為電力可更具效率並減少排放，目前雖有相關技術，但在載重、續航力（不足 8 小時）及充電問題上仍未滿足商用需求。
3. 業界普遍以衛星倉儲、短鏈配送策略可降低車輛行駛里程及碳排，亦可提高週轉次數加快運作效率（如 2 小時達），美食車隊亦屬短鏈型態之應用。本公司目前亦正著手規畫區域型倉儲集貨站點。
4. 與平台商聯合配送須收取上架費，並與其他業者分潤，對收益造成影響，也增加商業模式執行上的困難度。
5. 本公司預計於 2030 年機車電動化達 50%，汽車達 10-15%。配送模式為因應職業駕駛員短缺及減碳之趨勢而有所改變：在市郊以五噸貨車搭配市區內以電動機車配送，以提升配送之彈性及效率。
6. 目前在車輛技術上，對於長程幹線高承載率電動貨車續航能力仍存在疑慮，須待車輛技術突破才較有減量潛能，氢能車則似較有發展機會。
7. 目前宅配業務中，轉運站和配送站所之間主要使用大車，站所到

消費者間則使用小型貨車和機車。未來計畫逐步更新汰換現有車輛，並透過整併路線，以貨車作為幹線運輸，小區域提高電動機車使用占比以降低排放。

二、蘇雄義教授（東吳大學企業管理學系）

1. 本研究相當具挑戰性，需要政府和業界共同努力。建議應從潔淨能源車輛角度切入，對貨運業而言僅電力跟氫能兩種選項，需考量各項資源配置需求，如充電樁、加氫站等。
2. 車輛為業者營利工具，車輛購置為重大決策。政府補助在短期雖可達激勵作用，長期來說，當政府補貼退場，車輛產業需已具產業規模，車輛購置及維護成本為貨運業者可負擔且仍有獲利空間。政府應考量車輛產業之規模經濟，規畫成長期到成熟期藍圖，並以科學化分析輔助，且將自用車同步納入以評估整體效益。
3. 產業現況為長久發展之結果，無法短期解決問題。政府整體資源有限下，應主要針對低/零排放車輛進行規劃，不僅能滿足業者當前困境，亦可使貨運業改變營運模式並獲利，達成減排目標。
4. 目前業者面臨電動貨車購置成本偏高，可考慮開放租賃方式，減少成本壓力，協助貨運業者更容易達成綠色轉型。
5. 共享物流倉涉及商業利益及機敏資料，且大型業者基礎建設已相當完備，共享倉恐難推行。建議可考慮設立公共貨運站，除較為可行外，亦可協助中小型業者。
6. 因客貨運車輛引擎技術相同，可同步納入考量，針對不同行駛里程及點位需求（如都會、市郊、山區）建構大、小車商業運作模式，以市場機制讓業者自行評估符合經濟效益之能源技術。

三、許庭碩課長（長榮國際儲運公司）

1. 本公司自 2023 年起啟動碳盤查並經第三方驗證，涵蓋範疇 1 至 3，由蒐集排放數據得知柴油為主要排放源。同年亦導入 ISO 14001 並制定環境政策獲主管機關優級標章認證，未來將持續進行盤查並希望曳引車全面轉型綠色車隊。
2. 建議應持續關注電動車及氫能車輛發展，可參考電動公車推動經驗，將曳引車、重型卡車氫能發展策略明確納入期程規畫藍圖，促進代理廠商引進意願。
3. 目前接受經濟部節能輔導服務，協助柴油車隊進行車輛及駕駛行

為管理。產發署亦提供低碳智慧化升級補助協助業者減碳，然而僅限製造業，建議交通部可以參考仿照提供相關補助計畫。

4. 有關氫能相關應用，未來仍有需要政府協助及修法部分，例如加氫站之設置，包括土地利用變更困難等尚待解決。
5. 業者進行淨零轉型時仍存在障礙，包括低碳排車輛所需成本（車輛、電動槍費用）、技術瓶頸（電池壽命、充電時間）、基礎設施建置及氫氣供應量是否充足等。
6. 建議初期規畫可朝向低碳輔導與人才培育以補充淨零知識的不足，中長期則透過基礎建設和新能源車輛推廣，建議比照純電公車進行示範推廣。
7. 電動曳引車目前面臨配重及載重問題影響配送效率及產生道安風險，因此目前更為關注氫能車輛技術發展。
8. 港口運作部分，配合港務公司導入貨櫃預約系統提高運作效率減少排放，港區內部營運端亦執行碳盤查和減量相關作為，同時，本公司作為上市上櫃企業，亦遵循金管會永續經濟活動指引。

四、邱裕鈞教授（國立陽明交通大學運輸與物流管理學系）

1. 貨運淨零較客運執行難度更高，可參考客運模式提供貨車汰換補助。建議應分析貨運三業營運特性，在依據各業之商業模式前提下，規劃具經濟可行之階段轉型策略與路徑。
2. 淨零目標無法單靠電動化達成，除仰賴能源轉型外，駕駛培訓（ECO driving）、輪胎汰換、里程減少亦具減碳效益，宜設計具方法學認證之標章機制，鼓勵申請自願減量之碳權獎勵，有助於與供應鏈及國際企業共同合作減量。
3. 建議鼓勵貨運業者進行 ESG 及碳盤查，可掌握能源使用並進行減碳。若未來製造業盤查納入範疇三，運輸物流排放將被納入採計，建議交通部與環境部共同研商盤查規劃。
4. 未來車輛能效標準可能愈趨嚴格，將進一步限制業者購置及市場車輛販售之選擇性，有助於低碳車輛普及。
5. 目前道路設計對於貨運不夠友善導致繞行而耗能，建議應保留足夠的公共區域提供臨時接駁、裝卸貨。
6. 建議政府補助貨運車輛購置時開放境外車輛選項，讓業者選擇性價比高的車輛，避免高污染產業留在台灣。

五、景丰科技股份有限公司（賴曉薇經理）

1. 車輛技術並非由我國主導掌控，路徑規劃不確定因素高，建議可由能源使用端著手，交通部門應著重基礎建設建置，如充電站、加氫站等。亦可運用台灣 AI 發展優勢進行數據模擬分析。例如幹線運輸充電或加氫設施密度需求及分布情形，避免點位規劃出現供不應求之情形。
2. 建議可將現有加油站轉型為公共充電場域滿足客貨運需求，中長程運輸則考慮於國道設置充電設施。
3. 貨運三業差異大，難以施行共同減量策略。如路線貨運業可自主進行碳盤查和 ESG，而汽車貨運業和貨櫃貨運業則需更多的輔導，尤其車輛更新及充電需求對業者轉型幫助更大。
4. 氫能發展或許非貨櫃車唯一路徑，可根據車輛發展技術進行調整，就國家層面而言，於港口、重要節點、公路提供完善而穩定的能源供應基礎設施較長期提供財政補助更為重要。
5. 交通部公共運輸及監理司（李榕芳技正）
6. 建議補充說明國際上對於貨運智慧排程系統具體執行方式，供國內參考應用。
7. 可進一步彙整研析電動車快充與慢充技術分類及應用，對於客貨運使用需求及充電樁規劃策略皆有助益。
8. 經濟部目前有提供電動物流車補助計畫，協助國內車輛發展，建議可將納入參考。
9. 建議將不同車輛的充電規格一致性問題納入考量，可做為業者購置車輛參考依據及設施建置時之準則。
10. 貨運三業平均行駛里程與業態差異大，建議評估車輛續航等使用需求是否滿足商業運作模式，以利電動化目標推展。

六、交通部公路局運輸組（林延宗副工程司）

1. 局內目前正執行貨運三業碳足跡相關先期規劃，透過座談會持續邀集業者建構基礎碳知識並協助緩解碳焦慮，未來將積極嘗試以數位工具輔助減碳，促進產業綠色轉型。
2. 建議評估油車汰換低碳車輛之財務可行性，將經濟效益與成本相關因素資訊納入考量，以提供足夠的車輛轉型誘因。

七、交通部運輸研究所（史習平副組長）

1. 感謝與會專家寶貴意見，使後續策略規劃上更具精準性及可操作性。
2. 技術革新日新月異，制訂策略時可保持彈性與開放性，不受限當前能力水準，持續關注國際做法經驗，靈活應對各種淨零技術的出現，使研究更具前瞻視野。

八、綜合意見（楊晴雯副主任）

1. 釐清貨運三業營運業態，規劃淨零轉型策略時，須符合各業別商業模式特性，有助於構思細緻化策略以協助業者進行淨零轉型。
2. 許多策略非交通部主導或可單獨完成事項，跨部會合作至關重要。策略研擬推動時，需考慮利害關係人及跨部會協作問題，將有限資源進行妥善配置。
3. 廣納各面向淨零轉型策略，除車輛技術外，亦可將標章制度、駕駛訓練、道路設計等議題一併納入規劃。

交通部運輸研究所

113 年度「汽車貨運業因應淨零轉型策略規劃(1/2)-策略架構建立」 第一次專家座談會簽到表

時 間：113 年 6 月 25 日（星期二）下午 2 時 00 分

地 點：交通部運輸研究所 10 樓會議室（台北市松山區敦化北路 240 號）

主 席：楊晴雯 副主任

紀 錄：

出席人員	簽到處	代 理 人	
		職 稱	簽 到 處
邱裕鈞 教授	邱裕鈞		
蘇雄義 教授	蘇雄義		
台灣宅配通 李季森總經理特助	李季森		
長榮國際儲運 許庭碩 課長	許庭碩		
新竹市汽車貨運商業同業公會 陳凱恩 理事長	請假		
五崧捷運 股份有限公司	請假		
景丰科技 股份有限公司	賴曉敬		
交通部公路局 運輸組	林廷宗		
交通部 公共運輸及監理司	李榕芳		
交通部運輸研究所	劉謹志 史習平 劉銘韻 許傑		
中華經濟研究院	楊晴雯 洪銘銘 劉昱彤 賴怡靜 黃浩暉		

「汽車貨運業因應淨零轉型策略規劃(1/2)-策略架構建立」

第二次座談會

時間：2024年10月30日(三)，下午2時

地點：交通部運輸研究所10樓會議室

主席：楊晴雯副主任

出席者：詳簽到單

一、國際氣候發展智庫 趙恭岳 執行長

1. 肯定簡報整體資訊相當充足完整。
2. 貨運業者首要面臨的壓力來自國際大部分的國際大廠已加入低碳供應鏈倡議；其次也將面臨國內政策壓力，倘若政府未有設置油車落日條款之打算，也應明確提供業者相關訊息。
3. 整體淨零期程搭配上，由於運輸部門排放油車占 90% 關鍵因素，策略推動仍以油車轉型為主。例如中華郵政若屬公務車輛，即為 2030 年 100% 電動化優先推動目標，期程較為明確，可做為貨運業者參考示範對象。
4. 培力部分，運輸業者所需要的不僅是低碳培力，未來也會面臨工作重置，需提早因應規劃。
5. 國家氫能策略到 2050 年須達 9.5GW (裝置發電)，但相關基礎建設尚未建置，用地是較難處理的問題。而物流業 80% 的集散地集中桃園地區，可能要跟地方政府討論是否建設公共加氫站。

二、新竹市汽車貨運商業同業公會 陳凱恩 理事長

1. 針對傳統貨運業者而言，全台約 50% 為靠行車輛，如何滿足停車時的充電問題，成為電動車輛推廣關鍵因素。
2. 我國現況為中小型業者眾多，需尋找推動換車的利基點，目前電動車售價約燃油車的 4-5 倍；提供便宜的車、便於取得的電力、合適的停車位是業者最在乎的要件。
3. 電動中古價保值性亦是需思考問題，傳統油車三年約剩 50% 殘值，電動車保值率大約僅剩 30%，可能不利電動化發展。
4. 法規對運價天花板、地板的限制，加上運費補助有限，讓多數業者

在經營現況上趨於保守等待。

三、車輛研究測試中心 賴銘彬 博士

1. 車輛中心過去投入許多與車輛節能相關技術之研究，現階段節能相關改善措施包括提倡公司導入節能駕駛，由過去協助案例進行分析，可改善 10%以上油耗。但回歸公司治理層面，仍需提出誘因（如節油獎金）方能持續精進，車隊整體能效提升後，目標亦要隨之提升。
2. 持續協助輔導國內百家運輸車隊轉型升級，目前不僅面臨碳知識的缺乏，缺工問題亦相當棘手，由過去客運經驗發現，女性駕駛比例逐漸提升，可思考女力投入運輸產業的可能性。
3. 標章制度可借鏡美國 smart way，由政府提供平台，讓廠商將優良節能相關產品進行技術驗證，使廠商或產品成為企業首選，增加產業競爭力。
4. 篩選節能精進技術後，以朝輪胎著手最為可行，車輛中心已成立輪胎聯盟，並花了 5 年建立標章制度，結合各大業者制定標準讓廠商申請，品項遍及乘用車至大貨車，將所有輪胎進行性能等級分類。評估導入節能輪胎與節能駕駛之綜效，至少可改善 20%的油耗。
5. 經濟部目前施政重點為深度節能，先有效降低並改善耗能的部分，再進一步談論如何創能。

四、台灣宅配通 周政雄 總經理室顧問

1. 宅配通屬路線貨運，在全省擁有 1000 多輛的貨車，從事 B2C 的宅配服務。公司相當重視淨零議題，自 2015 年起與運研所合作進行碳足跡、碳標籤申請，也已完成第三方驗證。
2. 感謝中經院在實際需求上進行完善調查。補充宅配通較重視的部分，今年度已購買 100 多輛的電動機車，且去年已與國內大型車廠研議嘗試採用其研發的最新電動貨車，但目前台灣小型電動貨車購置困難因而計畫延宕，最主要原因為財務面因素，一台小貨車包含車廂加裝共需約 170 萬，電動貨車報價遠大於此數字，另電動樁設置則需 4 萬元。若像宅配通具財務規模企業都有成本疑慮，顯見在沒有政府財務支持下，實務層面推廣電動化難度較高。
3. 目前所有車輛在外可及時補充油料，燃料需求不在派車考慮的因素裡，但轉換為電動車後就需納入考量。完善與規格統一的充電機制，希望政府能出面協助解決問題，車輛在外無法接受慢充規格，否則業務實際執行上難度頗高。

4. 完整的路網規劃亦相當重要，台灣交通部對客運的重視程度大於貨運。赴日與日本通運交流時，參觀日本於交流道規劃的物流園區，利用其設置的物流中心，將大車轉換為小車，再進入市區的模式值得參考。目前 A7 郵政園區的土地規畫非常受到重視，但非由物流業者得標。希望政府出面協助規劃物流園區，會對貨運業有極大的幫助。

五、 富昇物流 洪崇瀚 處長

1. 富昇物流為汽車貨運業，係 momo 100% 出資成立之子公司。今年推行綠活會員政策，減少分箱出貨之過程以達到減碳效果。
2. 目前已投資並採購蓋亞汽車的三輪電動機車，其價格約為 30 餘萬。市面上存在其他電動三輪車選項如威速登，其車價約為 20 萬元。與燃油機車相比，電動三輪車除購車成本較高外，尚有充電設施的投資、場域因應電動車導入的消防投資、勞工安全的投資等相關成本。
3. 若政府預計祭出相關的期程規劃，應盡速讓業者理解。
4. 業者首要關注是否可以購買到合乎成本的車輛，呼籲政府應全力投入汽車製造，創造車輛產品的商業環境及選項，讓汽車貨運業順勢進入淨零轉型。
5. 人力為貨運業主要成本之一，目前面臨人力短缺問題。希望政府落日條款與配套選項可共同提出，以減少貨運業者的壓力。

六、 長榮國際儲運 許庭碩 課長

1. 附件二企業轉型障礙彙整表已盤點業者痛點，針對貨櫃貨運業者而言，痛點不在碳盤查，而是盤查後如何進行減碳，盤查三大排放源：柴油、冷媒、電力。於海、空、高鐵都有各自解方，如航空有永續燃料、海運有雙燃料船，高鐵則有太陽能、電力抵換，陸運這塊尚未看到具體措施，僅輕型貨車，目前有油電混合、小型電車選項。貨櫃運輸就目前所知僅偉聯汽車有引進電動曳引車於櫃場內使用。
2. 第 32 頁短中長期的制度，由於目前重型潔淨能源車輛商用化的趨勢尚未明朗化，建議油車落日期程分為輕型與中重型貨車訂製。
3. 長榮儲運為上市櫃公司，目前依照金管會的規定由資本額劃分級距，未來若有相關規定是否依照車輛數劃分？
4. 人力培訓、碳知識方面，公司已與車輛中心賴博士合作，目前困難在於短期內雖可以提升駕駛能力，但因存在缺工問題，若要進一步

進行嚴格約束可能會導致人員離職，且離職人員可立即找到工作，致使約束能力有限。

5. 關於資金補助的力道，政府先前針對 1-3 期的老舊車輛進行補助，第一項環境部老車補助，1-3 期車汰換為 6 期車最高可領 60 萬；第二項為財政部的貨物稅減免 40 萬；第三為財政部的零件關稅大約 12 萬。總計約 110 多萬的補助，占車價的四分之一至五分之一。建議之後若要朝向補助著手，應讓業者有合理的負擔比例。
6. 基礎建設方面，亦需考慮長期投資與維護成本等資金需求。

七、 景丰科技股份有限公司

1. 中經院已提出完整的策略面向。小建議為策略為上位架構，可再針對細節部分琢磨。如大部分貨運為靠行司機，且即便對大型物流業者而言換車也是重大決策。較可以先期投入的是培力面向，可嘗試界定執行與協力單位有哪些？個人駕駛是否有可能參與課程？如何去接觸培力課程可以再做設計。
2. 從油車到電車的過程有更多細節，個人業者不太可能因為一台車而設置充電樁，策略上可對國家電動化需要多少充電樁、加氫站進行預測，將此類評估因素放入策略規劃內而非在計劃裡做計算。

八、 經濟部產發署（工研院機械所代表出席）

1. 工研院協助產發署辦理電動物流車補助計畫，於 112 年 9 月透過產創平臺公告主題式研發補助計畫，今（2024）年初已收案完成。
2. 上述計畫其中一項為中華汽車與新竹物流、微笑單車合作，投入 3.5 噸小貨車跟 1.9 噸小貨車研發，在新竹物流的場域驗證，也會在微笑單車的自行車調度平臺裡面做驗證。
3. 另一案為威剛科技，與嘉里大榮、祥億國際合作，使用威速登的三輪車以及國瑞汽車 3.5 噸電動小貨車。
4. 以上皆為驗證計畫，規劃時希望能夠透過車廠跟物流業者一起合作，在物流場域實際驗證車輛性能是否符合物流業使用需求，若適用則有擴大應用及推廣機會。
5. 有另外一支計畫在輔導中華汽車，3.5 噸小貨車預計明年第三季開始規劃量產。
6. 期程部分，一支計畫運行到明年年底，另一支在 115 年 10 月。

九、 交通部監理司（台經院代表出席）

1. 交通部計畫專案辦公室，主要協助交通部執行關鍵戰略七的推動，即運具電動化與無碳化的政策執行。
2. 會將今日相關會議資訊帶回部內轉告長官知悉。

十、交通部運輸研究所 廖謹志組長

1. 目前台灣的關鍵戰略或國家政策走向尚不明確，研究團隊已進行落差分析並掌握國際趨勢，後續將因應國內產業環境及業者需求來做政策性的規劃。
2. 貨運業在淨零議題上除了更換電動車外，還有其他面向可以切入，如物流倉、倉儲區或是員工教育訓練等。以物流倉為例，因台灣土地資源寶貴而無法廣設，但策略轉型下讓便利商店可以成為微型物流倉的替代概念。
3. 駕駛培訓部分統整公路局針對節能駕駛的教材、內涵，作為後續駕駛教育訓練的參考。

十一、綜合討論

1. 廖組長：簡報 4 頁所提貨運業者的壓力來源，業者方面有無面臨何種壓力希望可以透過政府協助處理？
 - (1) 陳理事長：以本公司為例，有很多外商客戶，其所推環境要求很多，大家都很想做淨零轉型，但礙於成本而未有更多措施。環境、安全都需要成本支持。本公司 6 期車達 50%，係因來自國際的換車要求，並有在 2024 年底前全面加裝胎壓偵測器之壓力，讓輪胎保持在適當胎壓以達到省油之效果。另，本次會議重點為淨零，人力缺工是現存事實，是否應先聚焦在淨零轉型。希望政府協助業者在成本、財務上解決問題，會較為實質。
2. 洪博士：政府對於客運業的補助較符合社會公平議題，但對貨運業的補助就會涉及商業利益，若要進行資金協助以何種方式可以比較符合公平原則？關稅減免、營業稅、貨物稅減免等。
 - (1) 陳理事長：環保更新對國家淨零、群眾都有益處。補助金額提高，業者會更有換車的動力。小客車的「免徵牌照稅、燃料稅」等優惠讓許多消費者願意更換電動車，五年可以省 10 萬元。民意上應不會有困難，主題還是在淨零活動。
 - (2) 趙執行長：補助效果可能會因外部基礎設施的不足而有限，因此政策上基礎設施的布建率需要提升。
 - (3) 趙顧問：針對「大眾運輸」的定義是否包含貨運業？若不包含

貨運業，政府卻又針對運價進行管制。成本為全民的成本，漲價最終仍是消費者吸收。

3. 洪博士：請教工研院，推動的新竹物流與中華汽車、微笑單車案，計畫提供什麼補助？

(1) 主題式計畫依照計畫書內所提之「人、旅、材、維、業」相關費用都在補助範圍內，例如提供 30 台車司機在計劃期間運行的薪資費用，而非購車補助。另補充貨運業在部內的分工屬於商業署，未來可以邀請商業署一起與會。

4. 楊副主任：公部門在充電樁的設置上可能只能從公共場域開始，就私人場域有沒有商業模式可以依循？

(1) 趙執行長：就中油而言為公有或私有站點？目前從油轉電的布建率是否有所提升？部分基礎建設從國營角度可以進行著手。同意要回歸到淨零的議題，但國際上對於淨零與數位雙軸轉型是合流的，缺工議題與淨零仍有關，例如未來自駕技術可以減少營運者的成本。從現在開始至 2030 年為關鍵，政府一方面要對未來進行基礎設施的鋪設，另一方面需輔導業者進行轉型與解決問題。

(2) 景丰：部分貨運業者看到轉型契機，欲先行投入布建充電樁。充電樁涉及配電的需求，中經院可以將此議題納入政策考量項目。

5. 景丰科技：經濟部多為針對 3.5 噸小貨車的研發計畫，但貨運業需要中大型貨車，目前經濟部的計畫為何？

(1) 工研院：就目前電動物流車計畫，業者大多提供 3.5 噸電動小貨車，係因電動車目前仍有里程的考量，故先以都會型車輛為主。後續會鼓勵車輛業者投入關於大噸數電動貨車的開發，已有在著手進行相關規劃。

6. 劉助研究員：歐美市場評估電動車輛技術大約可在 2030 年弭平與燃油車輛的總擁有成本，若台灣要實施車輛自主化，其成本曲線可能所不同。商用車的品牌需求為何？若是以成本考量為主，中國車是否為選項之一？

(1) 陳理事長：油車的確存在品牌迷思，因油車較為複雜；但電車品牌迷思不大，不同牌子之間性能差異較小。電動車的架構僅剩馬達、簡易變速箱等，維修成本大幅降低，穩定率較高，主要為車體結構性問題。以油車而言本公司採購較多 Scania，因

認為此品牌最穩定、殘值最高，以歐系品牌來說 Scania 相對高價，而未選擇價格最低的產品。

(2) 趙執行長：Scania 似乎欲在台灣推動氫能？但對加氫基礎設施有疑慮。

(3) 陳理事長：據了解，現在最想推動氫氣車的是氣體公司（亞東、聯華、三福），主要為商業考量，成功推動即可在商業上形成獨霸，而其商業模式剛好符合貨運業需求。目前台灣唯一一座加氫站會由林德集團建置，位在樹德園區。而氫氣車構造類似於內燃機，狀況更複雜，往後的維修單價也是擔憂之處。

(4) 趙執行長：是否對貨運業者而言，在短期內氫能車不會是選項？

(5) 陳理事長：電動車目前有 3-5 款可以選購，氫能車則完全無商品，且尚無人有使用經驗，亦無營運數據及平均維修費用等資訊可參考。

7. 楊副主任：目前預期電動車成本可以在 2030 年下降，屆時氫能技術起步，是否會採雙軌發展？政府資源如何分配？

(1) 趙執行長：目前持續觀察氫能 9.5 GW 發展，尚未看到相關政策開始實施。

(2) 陳理事長：在淨零的議題上，雙軌或三軌皆可，過去載具有汽車、瓦斯車與電動車，市場會自然淘汰不適的產品並留下最佳的選項，但政府的支持還是需要先行投入。由於氫氣無色無味、燃點低，危害性較電力大，仍存在安全疑慮。

8. 廖組長：未來電動貨車的發展還有一段路，目前先針對 1、2 期車汰換為 6 期，燃油效率或減碳效率的計算可以作為全面電動化前的替代方案。

(1) 陳理事長：淘汰是好的政策，希望落日條款或禁用燃油車要搭配車輛期數。

(2) 廖組長：貨車的平均使用年限為何？

(3) 陳理事長：平均使用年限不超過 15 年，可以從領牌數去推估。

(4) 趙執行長：Uber 是否為貨運業？

(5) 廖組長：是。

(6) 趙執行長：理論上 2035 年要全面禁油。唯一一家的機車貨運應該也要納入討論。

9. 楊副主任：綠色交付運行到目前為止，在油耗、排放上產生多少效益？車隊微型運具的占比為何？

- (1) 洪處長：沒有記錄具體數值。成本上與燃油機車相比落差大，車輛成本高並有執行上的困難，油車為多人使用一車，機車載具因車價高，僅能限定一人使用且要受過專業訓練才能運行，因非商業化高的產品，碰撞後的維修費用較貴。
- (2) 周顧問：有資訊系統整合全省運具的數值，在降低碳排方面，主要依靠效率提升，透過資訊系統派車、降低車次來減少碳排，效率方面提升 5%。減碳在前期無法靠電動化達成，目前購買電動車難度高，今年向中華汽車買 1.5 噸小型電動貨車。至於機車則占比逐漸提升，主要因為缺乏貨車司機，單論成本機車較貨車高，而貨車裝載量又遠大於機車。

10. 楊副主任：智慧化是否可以解決相關問題？

- (1) 賴博士：由於貨車仍需要個人搬貨，所以自駕車等技術在解決問題上難度比較高。智慧化從車輛訊號著手，排碳資訊蒐集、智慧路徑規劃在短時間內可以辦到。歐盟在特定年份目標減碳 90%，首先業管 16 噸以上大貨車，因在歐盟 16 噸以上的洲際長程運輸為主要排放，並且就目前的技術而言是最難電動化的載具。於歐洲販售之車款，以 2019 年為基準點，自 2025 年開始針對能效進行要求。歐盟過去將電動化載具的導入訂在 2025 年，現在延後至 2030 年，係因中國電動化技術的提升，導致歐盟競爭力下降。就台灣 16 噸以上的氢能車，前述趙執行長提到的 9.5%應用於發電，氢能要應用於載具難度較高，氣體的供應體系在台灣也尚未健全。過去台灣車用替代燃料，如 LPG(雙燃料瓦斯車)與過去臺北市想導入的壓縮天然氣等都沒有得以持續發展，國人對氣態燃料相對較多疑慮，而運輸高壓氣體的司機壓力也甚大，若要導入氢能運輸載具，需要長期間的溝通。

11. 洪處長：智慧派車系統協助計算路線，現況為系統推薦路線與駕駛實際行使路線差異甚大，主要因為貨運停車格規劃不完善，系統提供的卸貨地點實際上無法卸貨、面臨開單或拖吊等問題，致使能減省的效率相當有限，希望可以提升貨運業的相關配套措施。

12. 趙執行長：先前協助桃園市政府討論生態物流，許多業者反映希望設立園區，如同前述提到的日本經驗，若有很多園區讓業者有共同的地方由大轉小、進入市中心，對業者來說是否比較具有吸引力？

- (1) 周顧問：很有吸引力。論物流作業的營運系統，所有貨物都需要蒐集、理貨與分貨，再發散出去，其中理、分貨需要大面積

的站點。台灣存在許多非法倉庫，主因缺乏土地。若物流被定義為大眾運輸行業，政府應該要出面解決問題，否則非法現象會愈來愈多，林口就存在許多非法倉庫。若土地規劃或城市規劃納入物流業的需求，整體物流成本將會降低。在日本，交通抑制自有轎車，鼓勵職業貨車，在台灣比較少看到。

十二、 會議結論

1. 趙執行長：論貨運業的淨零政策，未來運具在轉為電力可行性上有車型大小限制，而運具進入到市區，考量道路的可行性或是安全性，亦需車型大小限制。有關生態物流的相關規劃，從政府的角度不一定是純公共性質，但透過 BOT 的方式委託營運，制度設計上透過公共方式讓業者有集中發散、大轉小的場域，可以提高未來淨零載具轉換的可能性。考慮到當前大型貨運尚未有解，在政策規劃上應該考慮到運具可行性的。至於氫能方面，台灣人民的心理障礙會是需要克服的課題。
2. 楊副主任：感謝蒞臨參與，後續將持續請教專家相關議題，例如從共享的角度去設立物流倉，其密度、空間、點位如何安排會更為理想，使策略思考更臻完善。

交通部運輸研究所

113 年度「汽車貨運業因應淨零轉型策略規劃(1/2)-策略架構建立」

第二次專家座談會簽到表

時 間：113 年 10 月 30 日（星期三）下午 2 時 00 分	
地 點：交通部運輸研究所 10 樓會議室（臺北市松山區敦化北路 240 號）	
主 席：楊晴雯 副主任	
紀 錄：	
出席人員	簽 到 處
邱裕鈞 教授	
賈凱傑 教授	
國際氣候發展智庫 趙恭岳 執行長	趙恭岳
台灣宅配通 周政雄 總經理室顧問	周政雄
長榮國際儲運 許庭碩 課長	許庭碩
富昇物流 洪崇瀚 處長	洪崇瀚
新竹市汽車貨運商業同業公會 陳凱恩 理事長	陳凱恩
中華民國物流協會 劉仁欽 顧問	
車輛研究測試中心 賴銘彬 博士	賴銘彬
景丰科技 股份有限公司	賴曉薇
經濟部 產業發展署	
交通部公路局 運輸組	
交通部 公共運輸及監理司	薛明心

交通部運輸研究所	所謹志 劉銘韻 楊依珊 黃立欣 李依真 王宇文 吳招僊
中華經濟研究院	洪銘 楊晴雯 許瓊文 高學芸 賴世明 黃浩清 劉昱彤

工業技術研究院 李信美

附件五 翻譯對照表

字首	原文	翻譯
A	A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe	歐洲氣候中和氫戰略
	AGV, Automated Guided Vehicle	自動引導車
B	BIL, Bipartisan Infrastructure Law	跨黨基礎建設法（美國）
C	CBAM, Carbon Border Adjustment Mechanism	碳邊境調整機制
	COE, Certificate of Entitlement	車輛配額制度
	Climate Action Law	氣候行動法（德國）
	CBI, Climate Bond Initiative	氣候債券倡議組織
	Climate Change Act	氣候變遷法（英國）
	CSRD, Corporate Sustainability Reporting Directive	企業永續發展報告指令
D	BMDV, Das Bundesministerium für Digitales und Verkehr	聯邦交通部（德國）
	DfT, Department for Transport	交通部（英國）
E	EEG, Erneuerbare Energien Gesetz	再生能源法（德國）
	ERS, electric road system	無線充電式道路系統
	ERP, Electronic Road Pricing	電子道路收費系統
	ETS, Emissions Trading System	碳排放交易系統
	EV, Electric Vehicle	電動車
	EU Taxonomy Climate Delegated Act	歐盟分類學氣候授權法案
	EU Taxonomy Delegated Acts	歐盟分類法授權行為
	European Climate Law	歐洲氣候法
	EGCI, European Green Cars Initiative	歐洲綠色汽車倡議
	European Green Deal	歐洲綠色綱領
	EIRAC, European Intermodal Research Advisory Council	歐洲多式聯運研究諮詢委員會
	EMS, European Modular Systems	歐洲模塊系統
	ERTRAC, European Road Transport Research Advisory Council	歐洲道路運輸研究諮詢委員會
	ESMA, European Securities and Markets Authority	歐洲證券和市場管理局
	ESRS, European Sustainability Reporting Standards	歐洲永續發展報告準則

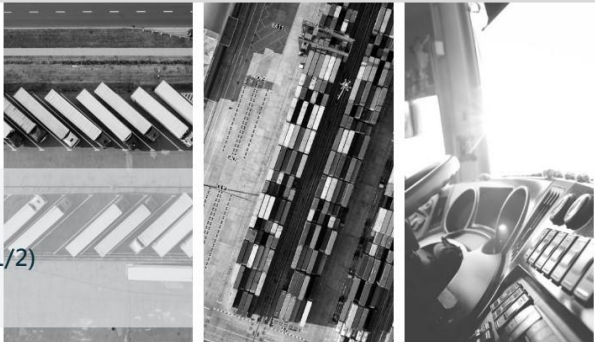
	EPoSS, European Technology Platform on Smart Systems Integration	歐洲智慧系統整合技術平台
F	Fit for 55	55 套案（歐盟）
	FCEV, Fuel Cell Electric Vehicle	燃料電池車
G	EmoG, Gesetz zur Bevorrechtigung der Verwendung elektrisch betriebener Fahrzeuge ,Elektromobilitätsgesetz-EmoG	電力驅動車輛優惠法（德國）
	GFP, Green Freight Program	綠色貨運計劃（加拿大）
	GFAP, Green Freight Assessment Program	綠色貨運評估計畫（加拿大）
	Green Growth Strategy	綠色成長戰略（日本）
	Green Innovation Fund	綠色創新基金（日本）
	GHG, Greenhouse Gas	溫室氣體
H	HEV, Hybrid Electric Vehicle	油電混合車
	HGV, Heavy Goods Vehicle	重型貨車
	Hydrogen Fuel Cell	氫燃料電池車
I	IRA, Inflation Reduction Act	降低通膨法（美國）
	IEA, International Energy Agency	國際能源署
	ITF, International Transport Forum	國際運輸論壇
J	JCCCA, Japan Center for Climate Change Actions	日本全國地球溫暖化防止活動推進中心
K	KSG, Klimaschutzgesetzes	氣候保護法（德國）
	KSP, Klimaschutzprogramms	氣候保護計畫（德國）
	Kyoto Protocol	京都協議書
L	LCV, light commercial vehicle	輕型商用車
	Loi climat et resilience	氣候與韌性法案（法國）
	LEDs, Long-Term Low-Emission Development Strategy	國家長期低排放發展戰略（新加坡）
	LEZ, Low Emission Zone	低碳交通區
M	MHDV, Medium and Heavy-Duty Vehicles	中型和重型車輛
	MCS, MegaWatt Charging System	百萬瓦充電系統
	M2FCT, Million Mile Fuel Cell Truck Consortium	百萬英里燃料卡車聯盟
	MPP, Mission Possible Partner	「可能的任務夥伴關係」聯盟
	MBS, Mortgaged Backed Securities	綠色抵押支持證券（美國）
N	NEVI, National Electric Vehicle Infrastructure Formula Program	國家電動車基礎設施方程式計劃（美國）
	NFN, National Freight Network	全國貨運網絡
	NZE, Net Zero Emissions	淨零排放

P	Paris Agreement	巴黎協定
	PHV, Plug-in Hybrid Electric Vehicle	插電式油電混合車
	PITrG, plug-in truck grant	插電貨車獎勵（英國）
	PPP, Public- Private Partnership	公私協力夥伴關係
R	AFIR, Regulation for the deployment of alternative fuels infrastructure	替代燃料基礎設施法案
	RPM, revolutions per minute	每分鐘轉數
S	SCF, Social Climate Fund	社會氣候基金
	SCP, Social Climate Plans	社會氣候計畫
	SDG, Sustainable Development Goal	永續發展目標
T	TTW, tank-to-wheel	油箱到車輪
	TCFD, Task Force on Climate-related Financial Disclosures	氣候相關財務揭露
	TNFD, The Taskforce on Nature-related Financial Disclosures	自然相關財務揭露
	TCO, Total cost of ownership	總擁有成本
U	EPA, U.S. Environmental Protection Agency	美國環境保護署
	ULEZ, Ultra Low Emission Zone	超低排放區
W	WTW, well to wheel	油井到車輪
	WEF, World Economic Forum	世界經濟論壇
Z	ZEV, zero emission vehicle	零排放汽車
	ZEZ, Zero Emission Zone	零碳交通區
	ZET, Zero-Emission Trucks	零排放卡車

附件六 期末簡報



113年度交通部運輸研究所委託研究
MOTC-IOT-113-MFB004



汽車貨運業 因應淨零轉型策略規劃 (1/2)

策略架構建立 期末報告



中華經濟研究院
經濟展望中心
The Center for Economic Research, Chung Hua Institution for Economic Research

計畫主持人：中經院 楊晴雯 副主任
協同主持人：中經院 洪志銘 助研究員
中經院 留浩洋 輔佐研究員

研究顧問：
成功大學交通管理科學系 陳勁甫 特聘教授
成功大學交通管理科學系 傅 強 助理教授
台灣智慧移動產業協會 王健全 理事長

2024.12.03

研究目的 及 工作項目

研究目的

113年度目標

- 完成國際貨運淨零趨勢蒐研
- 彙整產、官、學、研各方意見
- 政策架構藍圖獲初步共識

114年度目標

- 研擬法治趨勢之行動方案
- 確立政策預期減量目標
- 建構可行之實施方法
- 規劃並滾動修正減量路徑

工作項目

資料蒐集

蒐集分析美國、亞洲、歐盟等國家及地區之現行汽車貨運業於淨零排放之轉型策略及因應法制趨勢及永續金融法制政策下汽車貨運業因應策略。

落差分析

針對我國汽車貨運業淨零轉型趨勢及標竿作法進行落差分析。

策略研提

研擬我國汽車貨運業達成環境永續之淨零轉型及整體策略架構。

績效指標

成果摘要

- 主要標竿國已遵循國際公約制訂減量目標，並提出**配套政策**，包含油車退場、能效標準、充電設備、價格落差、前瞻技術、人陪計畫等
- 主要標竿國已導入**綠色及永續金融**相關策略，包括永續金融分類原則、ESG監管或揭露指引、綠色基金、綠色債券等

1 國際趨勢

2 落差分析

- **規範機制**：缺乏明確車輛排放標準、未全面落实環保駕駛培訓、缺乏獎勵認證機制
- **管理規劃**：車格及充電樁設置無法滿足需求、空維區尚需尋求社會共識
- **設備技術**：需評估規劃設置原則、車輛技術及氢能發展較為緩慢
- **財政工具**：現階段補助誘因不足

3 策略研擬

4 績效指標

- **政策課題研析**：依我國採用的急迫性、可行性篩選策略選項，並進行課題研析
- **策略推動序位**：根據外部環境、技術發展的時序，排列政策推動優先序位
- **利害關係人釐清**：依國家、運輸部門、汽車貨運之層次整理策略分工
- **策略藍圖規畫**：依短中長期擘劃財政工具、規範機制、管理規劃、設備技術等面向。

- 完成辦理專家座談會**2場次**，與會者包含產、官、學、研單位代表
- 完成**8次深度訪談**，包含3個公會、5家業者
- 研究成果投稿及行銷**4場次**，包含商用商研討會、運輸年會、ARTC、TEGA

國際趨勢

法制 架構與策略

政策 架構

主要標竿國已遵循國際公約制訂減量目標，並提出配套政策

巴黎協定



聯合國 SDGs

英國

-68%

2030/1990

氣候變遷法
淨零戰略
淨零成長計劃

交通脫碳計畫
貨運未來計劃
零排放公路貨運
試驗計劃

建立基金
改善路網及設備

歐盟

-55%

2030/1990

綠色政綱
歐洲氣候法
55套案

公私協力機制
替代燃料基礎設施
法案

建立總體目標
整合平台及規範
加速設施佈建

美國

-50~52%

2030/2005

氣候變遷法
跨黨基礎建設法
降低通膨法

交通運輸業去碳藍圖
貨運未來計劃

擴大基礎設施建置
建立貨運路網
研發低碳技術

日本

-46%

運輸部門**-35%**
2030/2013

地球暖化對策推進法
綠色成長戰略

次世代車輛推廣
交通流順暢及智慧物流

促進電動車普及
提升運輸效率

韓國

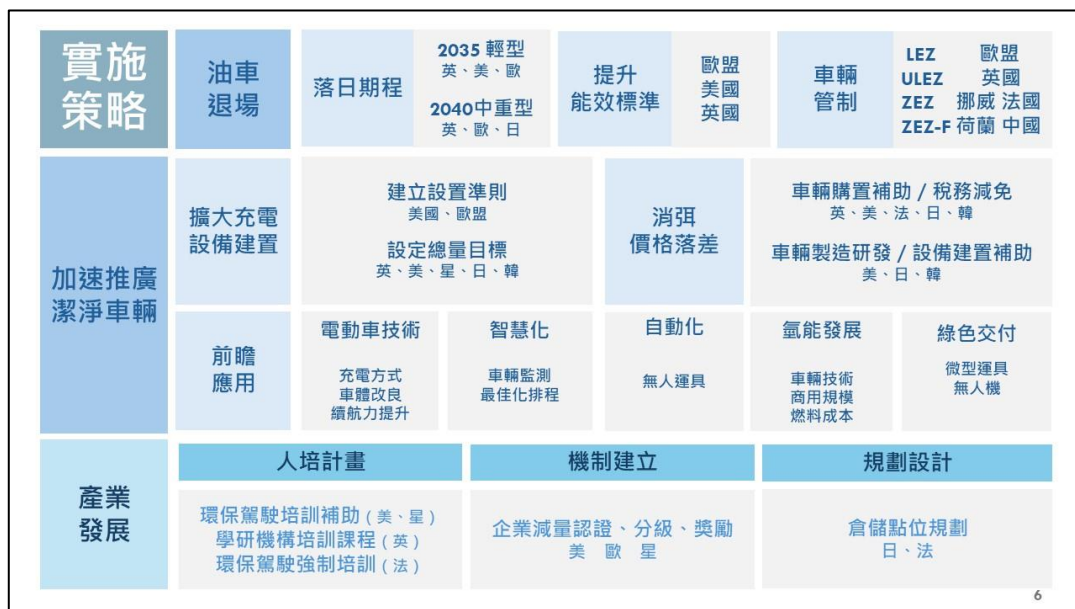
-40%

運輸部門**-37.8%**
2030/2018

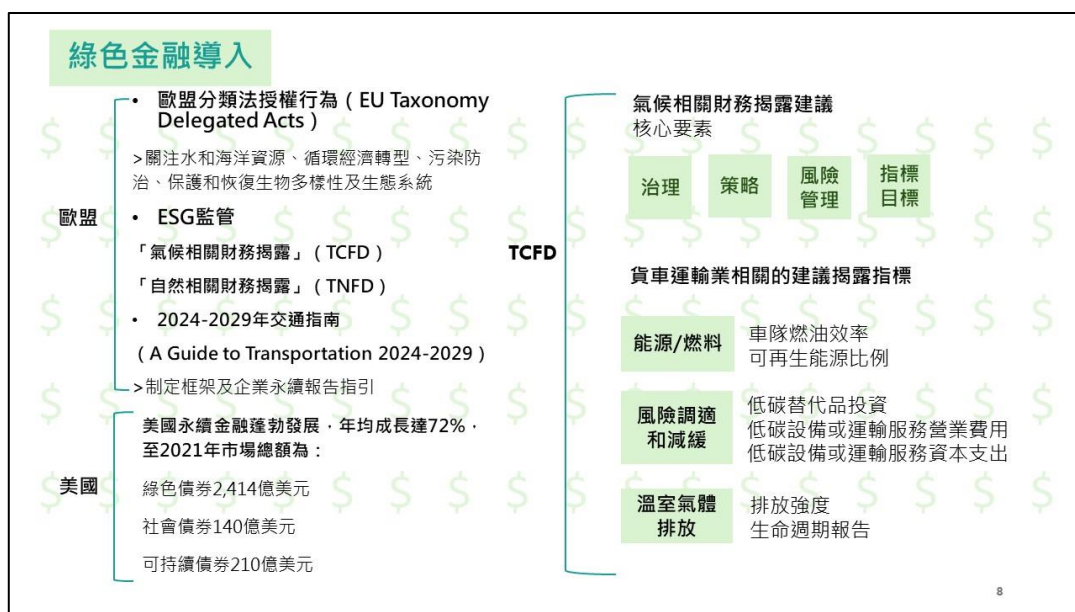
碳中和促進戰略
綠色成長基本法

電動車及油車管理
策略
國土交通碳中和
路徑

提升車輛管理
加速電動化



6



8

278

產業現況			
業態別	汽車貨運	貨櫃貨運	路線貨運
平均車輛數	多為中小型業者，大多在30輛以下 *1		100至3000輛不等
車輛排放占比	佔絕大多數 *2		約60-70% *3
特點	涵蓋廠商、車輛數眾多 都會區小車為主 其餘大型車為主 整車運輸、點到點 B2B、B2C	中長程貨櫃調度 配合港口減量策略 港口轉運 CY整櫃運輸 南北調度	廠商規模較大 包含場站營運 具自主減量能力 收遞、集運、轉運、 配送、B2B、B2C

*1 交通部統計處 *2 公會訪談 *3 路線貨運公會簡報 (0618商用車研討會)

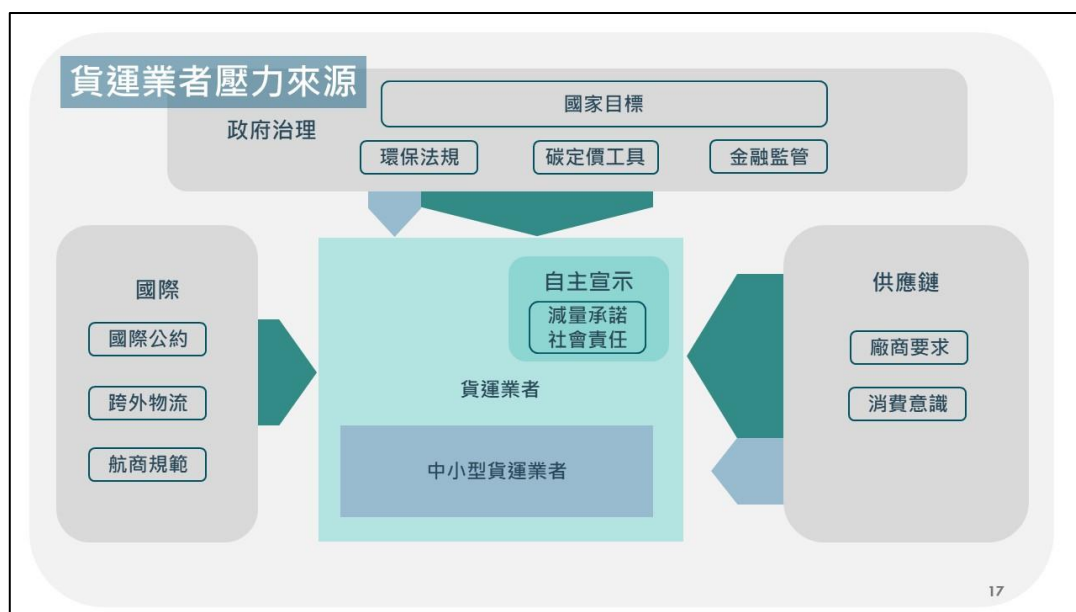
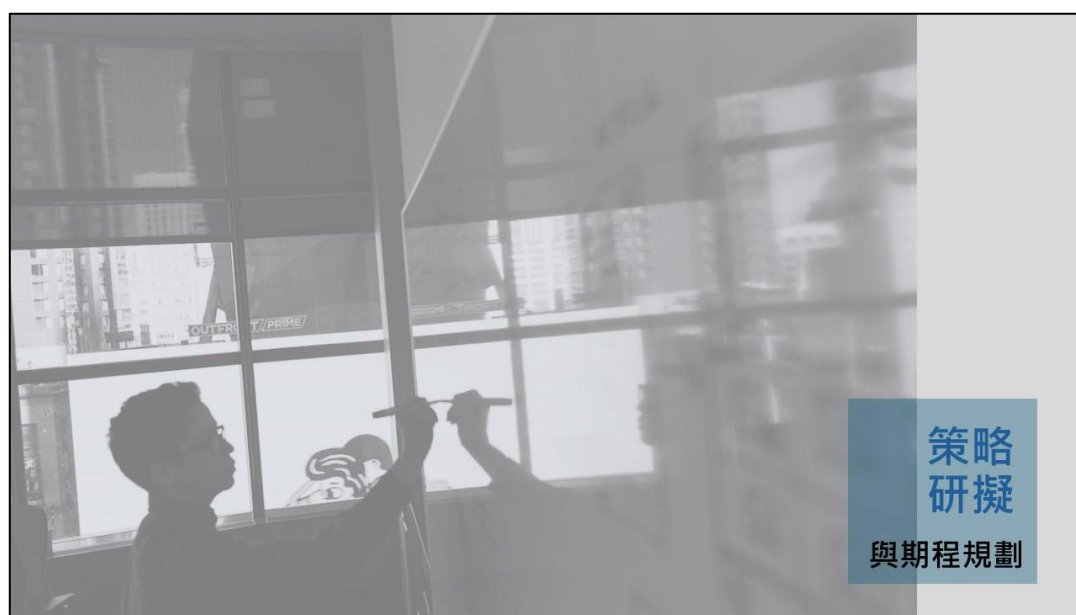
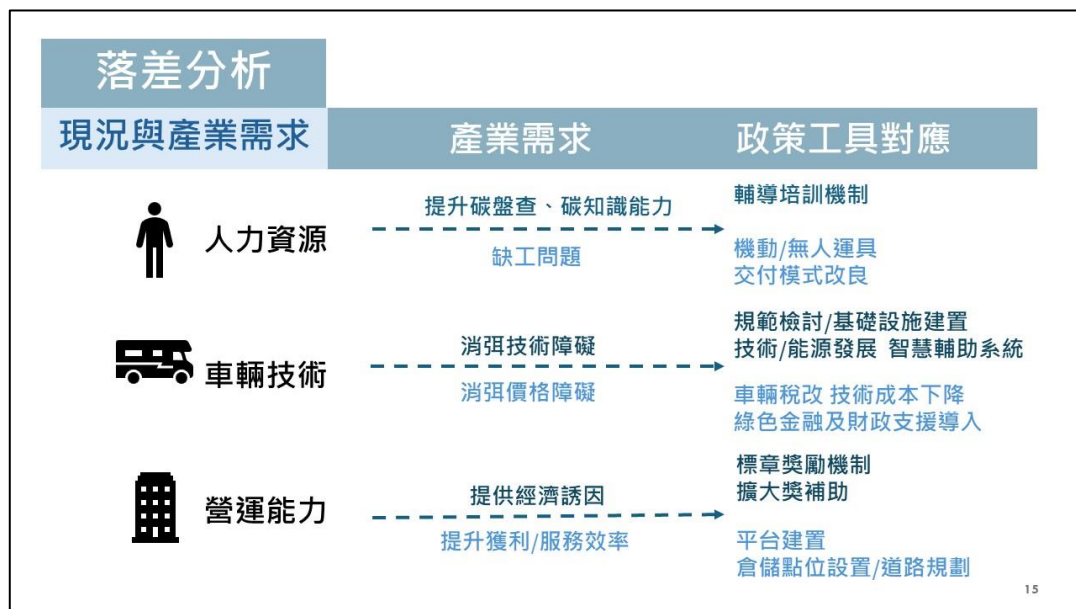
12

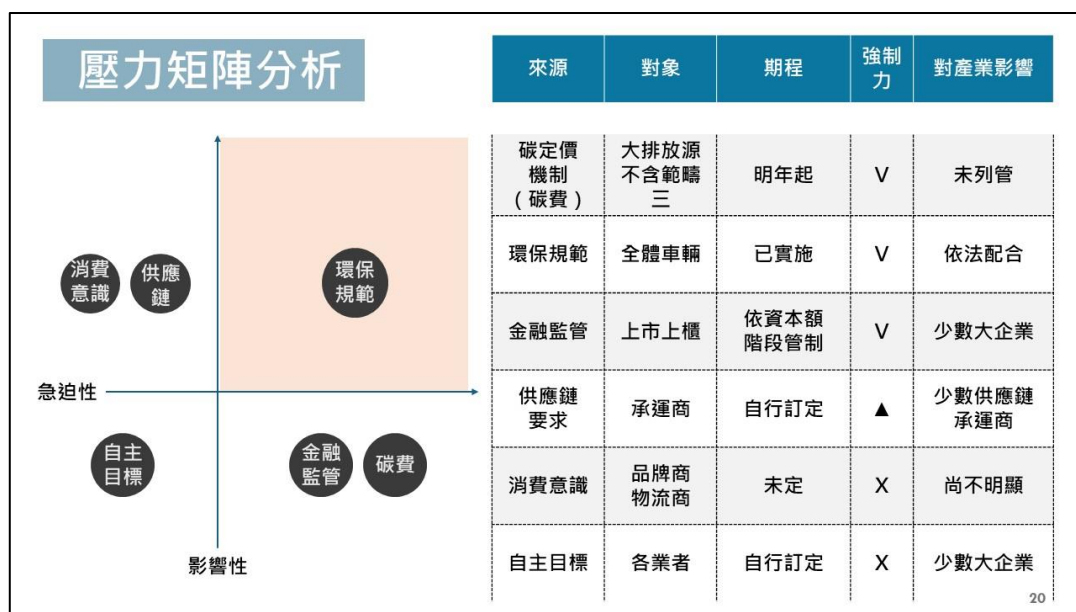
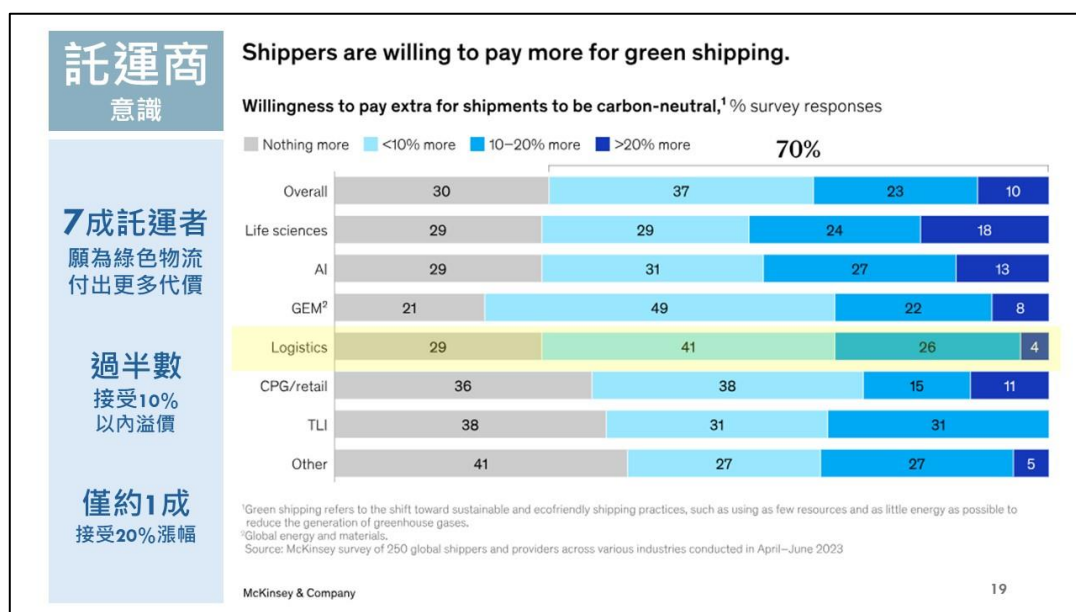
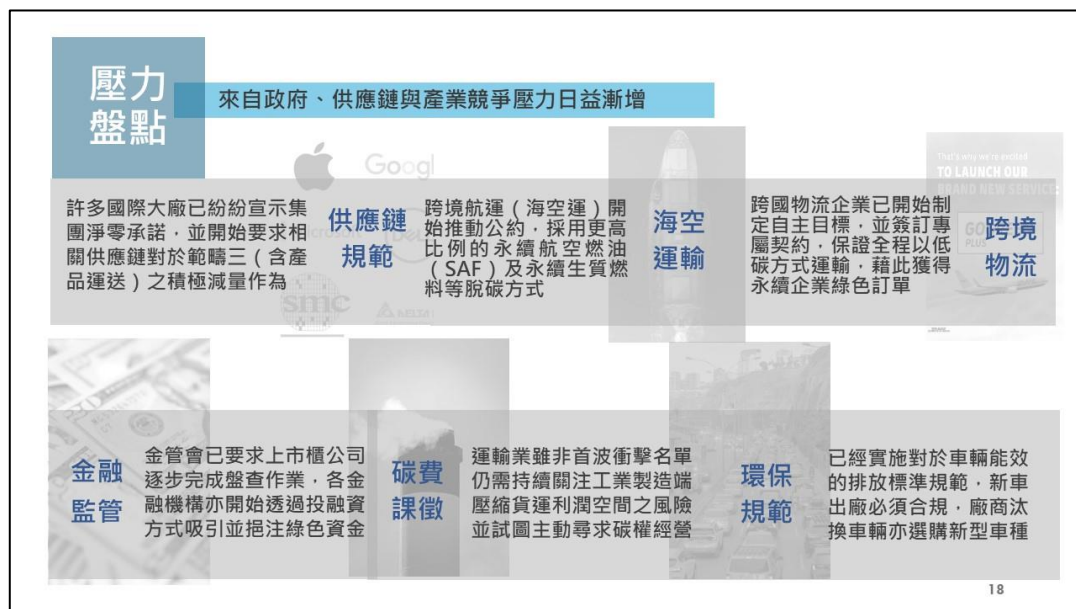
企業困境	汽車貨運	貨櫃貨運	路線貨運
財務營運	削價競爭壓縮合理利潤 潔淨能源車輛價差過大 後續折舊維護成本高 金融手續繁瑣 缺乏認證依循案例		運價限制獲利能力 缺乏綠色商機 無助於營運績效
車輛設備	車種選擇性少 存在安全、性能、載重等疑慮 基礎設施尚未全面普及 里程焦慮仍存在 能源技術發展和規範制度不確定性		
人力資源	碳知識尚未普及 且盤查、驗證成本高		職業駕駛缺工 不利人才培訓

13

落差分析		國際推動趨勢	
管理規劃	+	路網設置	目前車格及充電樁設置仍無法滿足貨運需求
	+	低碳交通區	具備空維區及政策基礎，需評估點位並尋求社會共識
規範機制	✓	倉儲及綠色交付	由業者主導推動 具備我國自有營運模式
×	法治標準	缺乏明確車輛期程及排放標準	
+	教育培訓	已逐步推動尚未全面落實 具約束力及強制性 環保駕駛/碳知識培訓	
×	標章認證	缺乏獎勵標章及認證機制	
設備技術	+	設備建置	具備總量設置目標 需進一步評估規劃設置原則 提升各區域點位密度需求
	?	科研發展	車輛技術及氢能發展較為緩慢 需加速投資研發
財政工具	+	車輛補助	目前補助措施上限約50萬NTD 國際可達USD\$10萬或60% 現行政策不足以達成汰換誘因

14



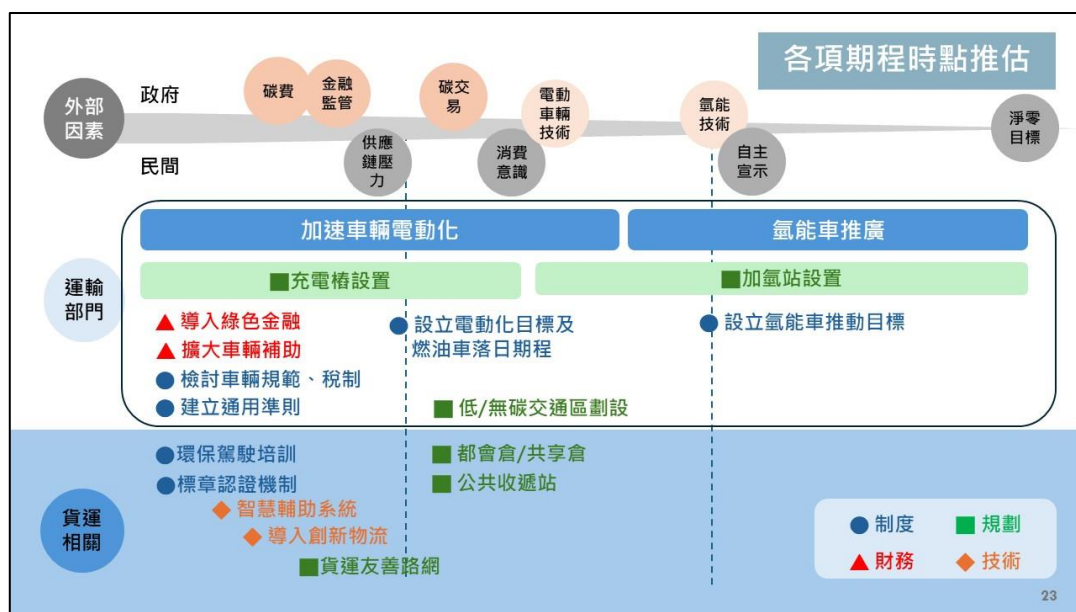


策略篩選		面向	策略 / 措施	國際趨勢	產業需求	機構建議
01 運輸型態 純陸運 短運距	規範機制		R1.設定燃油車能效標準或落日日期及新能源車輛普及目標			
			R2.放寬潔淨能源車輛載重規範標準			
			R3.建立通用準則及資訊平台簡化作業流程			
			R4.建立人培計劃提升碳知識及環保駕駛行為			
			R5.頒發標章等獎勵認證機制			
02 產業發展 中小企業為主 競爭激烈	管理規劃		M1.透過適當的市鎮計劃，提升運輸服務效率			
			M2.劃設低碳交通區，進而實施無碳交通區			
			M3.提供貨運友善道路設計			
			M4.透過合理的點位配置（如社區物流倉），縮短配送里程			
			M5.共享物流倉、配送站及貨物收遞站			
03 地理區位 狹長島嶼 地貌多元 人口稠密 城鄉差異	設施技術		T1.擴大建置充電樁相關設備			
			T2.應用數位化、智慧輔助技術與服務（車輛監測、路線最佳化）			
			T3.投入車輛改良及先進技術研發（無線充電、無人運具等）			
			T4.投入氢能車輛及設備技術研發			
			T5.創新式物流服務（機動運具、無人機等綠色交付）			
	財政工具		F1.提供潔淨車輛或設備購置及技術研發補助			
			F2.檢討車輛稅制優惠及計價費率準則			
			F3.碳排放徵收機制（排放稅、碳費稅）			
			F4.建立陸運碳交易系統（ETS）			
			F5.綠色金融導入及應用			

21



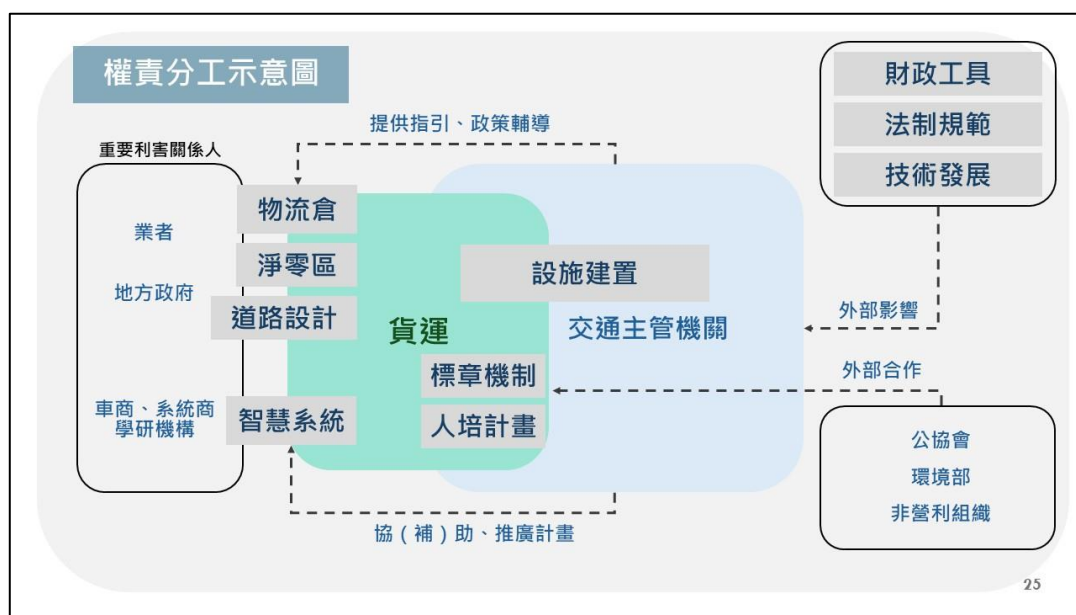
22



23

政策工具歸納				
	規範機制	管理規劃	設備技術	財政工具
整體策略	國家目標	M1市鎮計畫	T4 氢能發展	F3 F4 碳定價 (碳稅費、碳交易) F5 綠色金融
運輸部門	R1 推廣目標法制化 R2 車輛規範標準 R3 通用技術準則	M2 低/無碳交通區	T1 電動樁設置 T3 車輛改良 電動車發展	F1 購車補助 F2 稅率優惠/檢討
貨運相關	R4 駕駛培訓 R5 標章認證	M3 貨運友善路網 M4 都會倉 M5 共享倉	T2 智慧輔助 T5 創新物流	F1設備及研發獎助

24



25

燃油車

建立法制化目標，強化車輛管制

制定燃油車落日期程/能效標準

國際趨勢

2035輕型

2040中重型

劃設低碳/無碳交通區

國際趨勢

試點計畫

尚未制訂

研議並評估合理期程，及早公布實施方向

已納入國家政策

進行可行性及點位評估

研究議題

推估電動車技術發展及普及化程度

進行減量潛能效益評估

研擬中小企業輔助配套

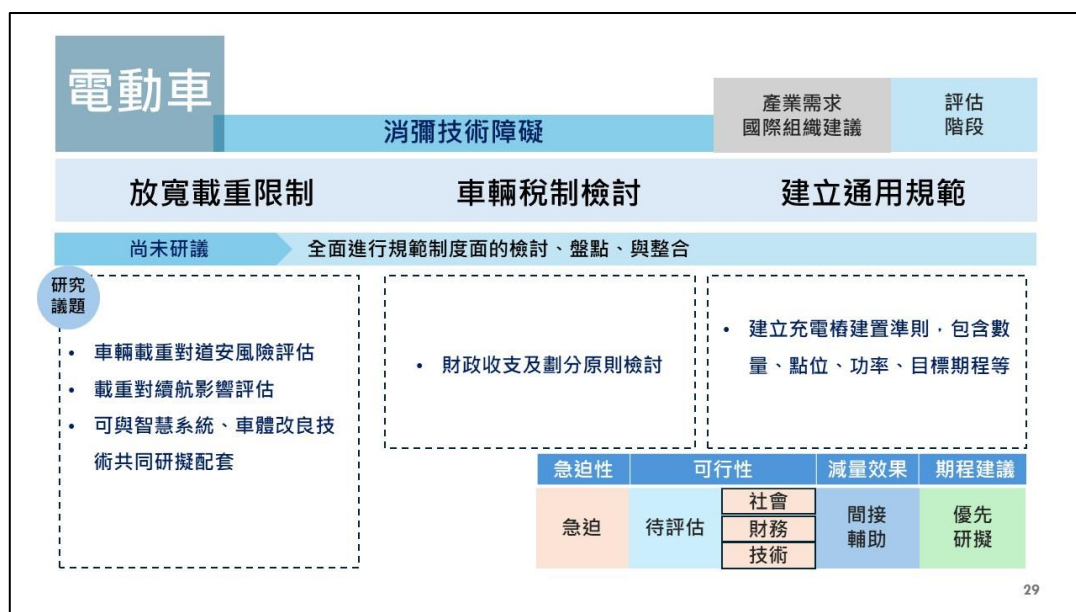
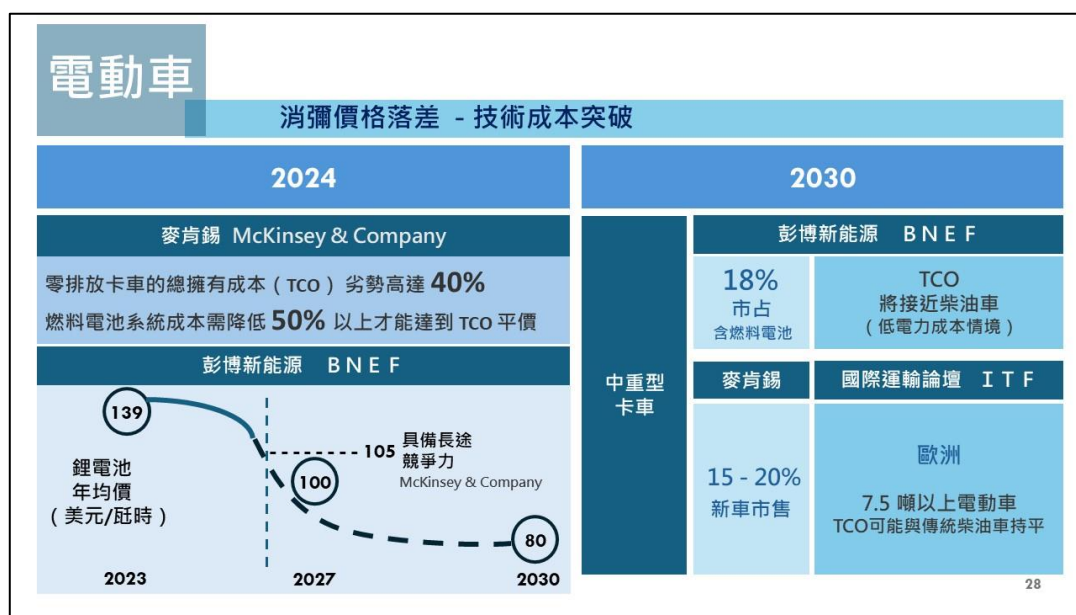
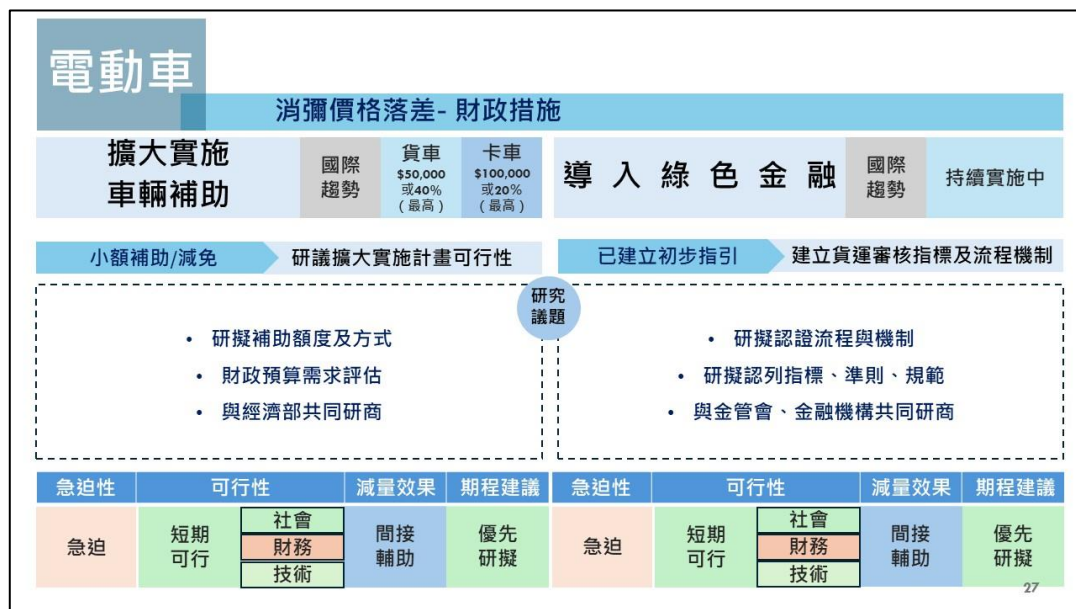
以社會溝通消除障礙阻力

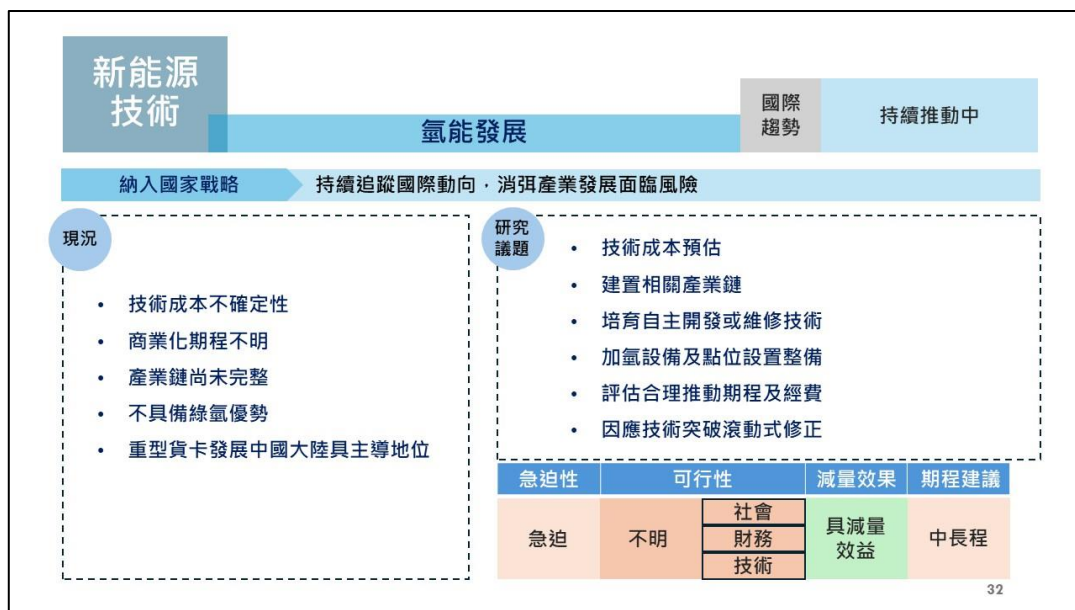
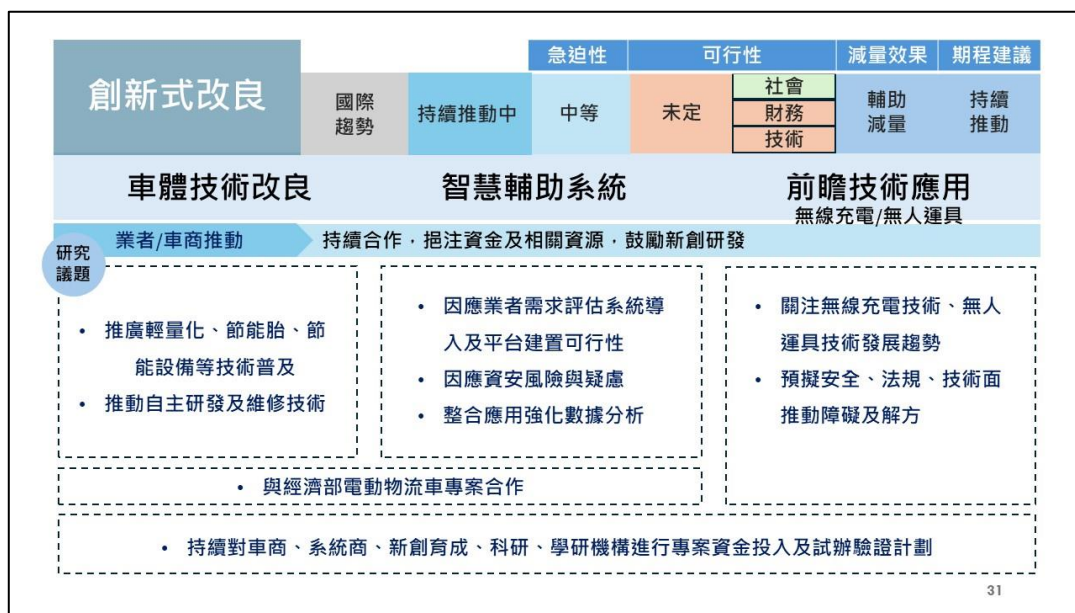
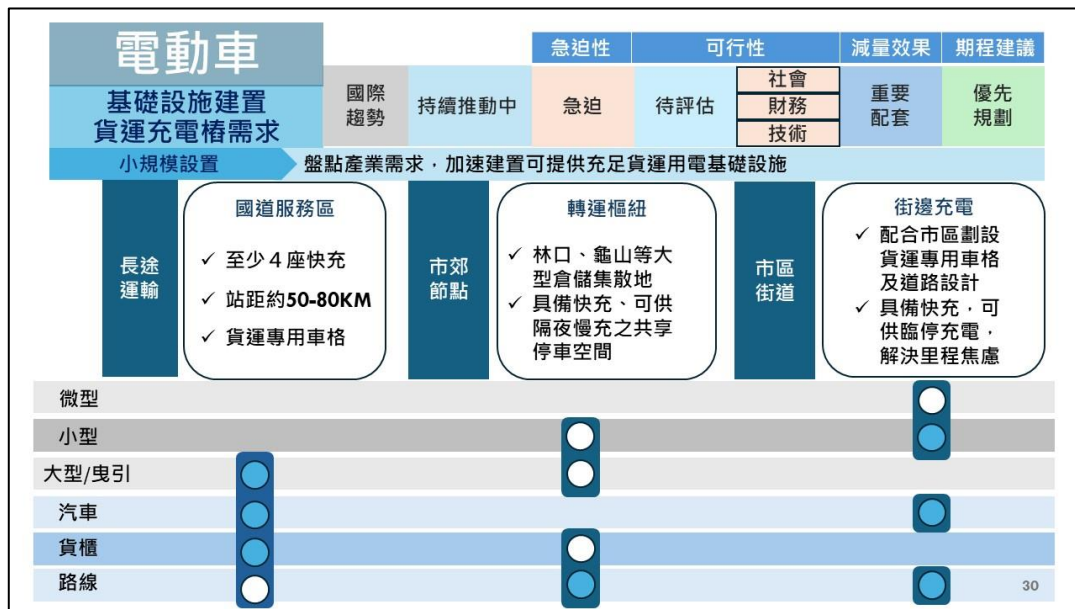
協助地方政府進行市政/區域發展規劃

急迫性	可行性		減量效果	期程建議	急迫性	可行性		減量效果	期程建議
急迫	立即可行	社會 財務 技術	具減量效益	優先研擬	中等	短中期可行	社會 財務 技術	未定	初步規劃

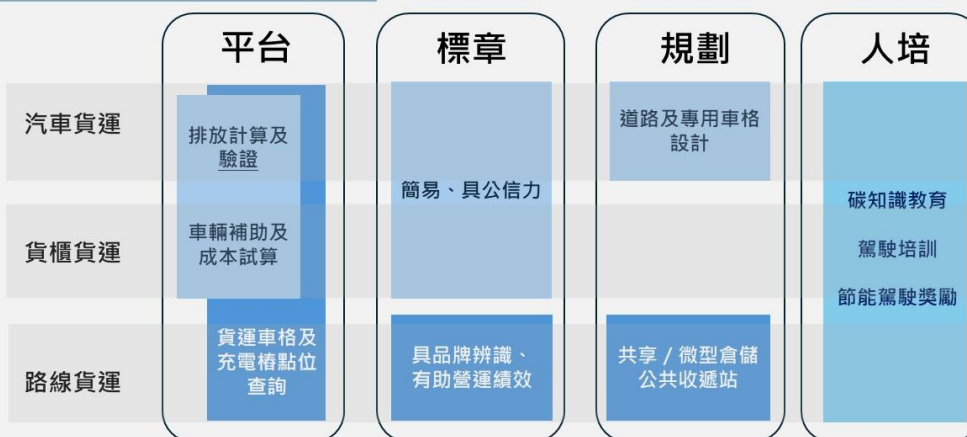
26

26

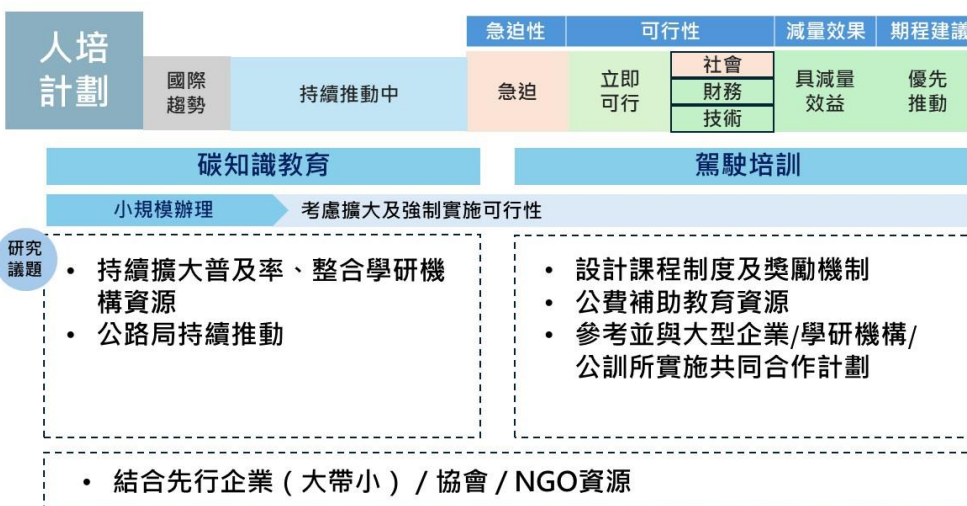




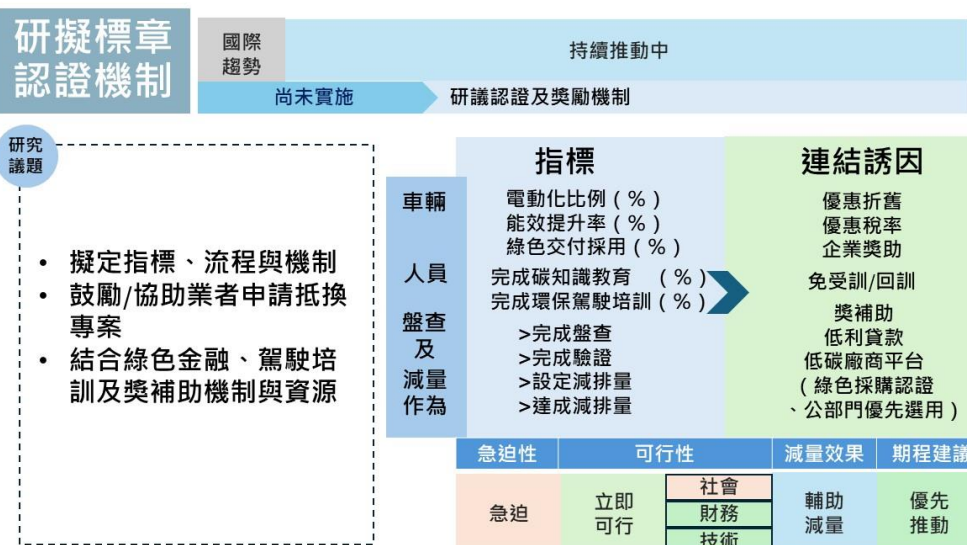
因應各別業態需求



33



34



35

規劃

國際趨勢

研擬推動中

建置貨運友善路網

小規模劃設

研議全面擴大實施計畫之建置需求

研究議題

- 以減量角度思考道路設計
- 運用方法學估算減量潛能
- 滿足充電設備需求
- 點位及需求量評估



急迫性	可行性	減量效果	期程建議
急迫	立即可行	社會 財務 技術	輔助減量
			優先規劃

36

規劃

國際趨勢

持續推動中

完成最後一哩綠色物流

急迫性	可行性	減量效果	期程建議
中等	研擬後可行	社會 財務 技術	輔助減量
			中長程

都會倉/共享倉

共享收遞站

交付模式改良
微型/無人機

業者自行推動

整合政府資源，盤點需求並給予協助及獎勵

研究議題

- 盤點都市閒置空間
- 規劃合理的租金、商業營運和分潤模式
- 規劃公私/企業合作方式

- 盤點並整合現有的企業資源，研擬評估公有化可能的設置及協助方式

- 針對道路需求及安全性問題提出配套
- 研擬評估無人機或微型機器人技術發展時機點
- 沙盒示範/試點計劃

- 嘗試量化減量效益
- 研擬針對優良廠商提供獎勵及輔導協助措施

37

Conclusion

結論建議

結論

01 規範機制

因應淨零趨勢，優先建置法治目標及機制，為後續發展制定框架

02 管理規劃

針對未來空間需求進行評估，思考搭配城市運作提升配送服務效率

03 設備技術

持續滿足貨運軟硬體設施為必要之務，並嘗試投入科研改良項目

04 財政工具

研擬財政需求及徵收機制，並針對不同時期重點項目挹注資金

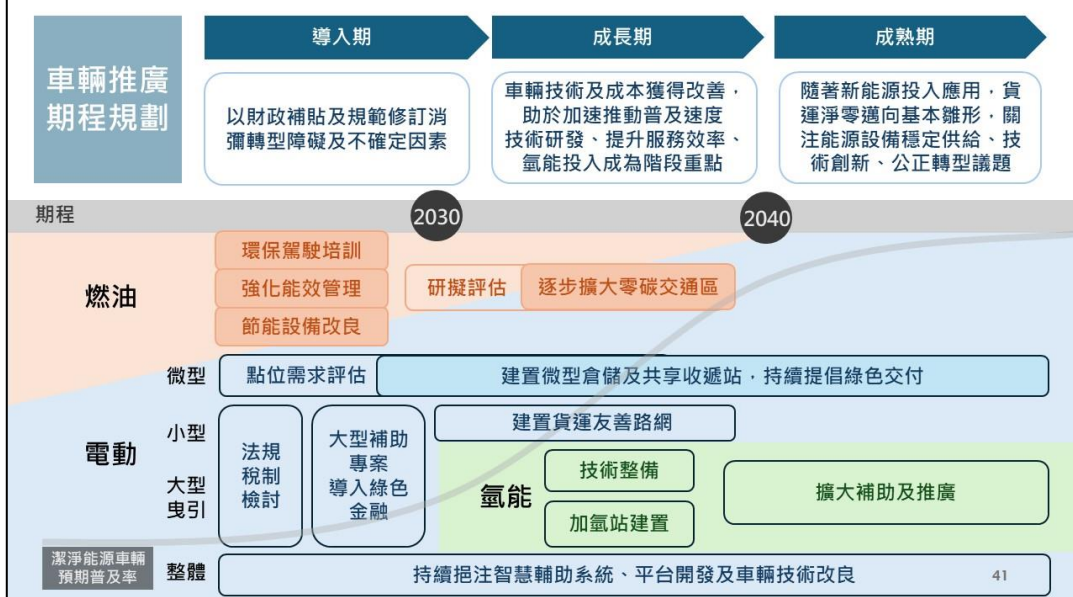
39

策略規劃藍圖

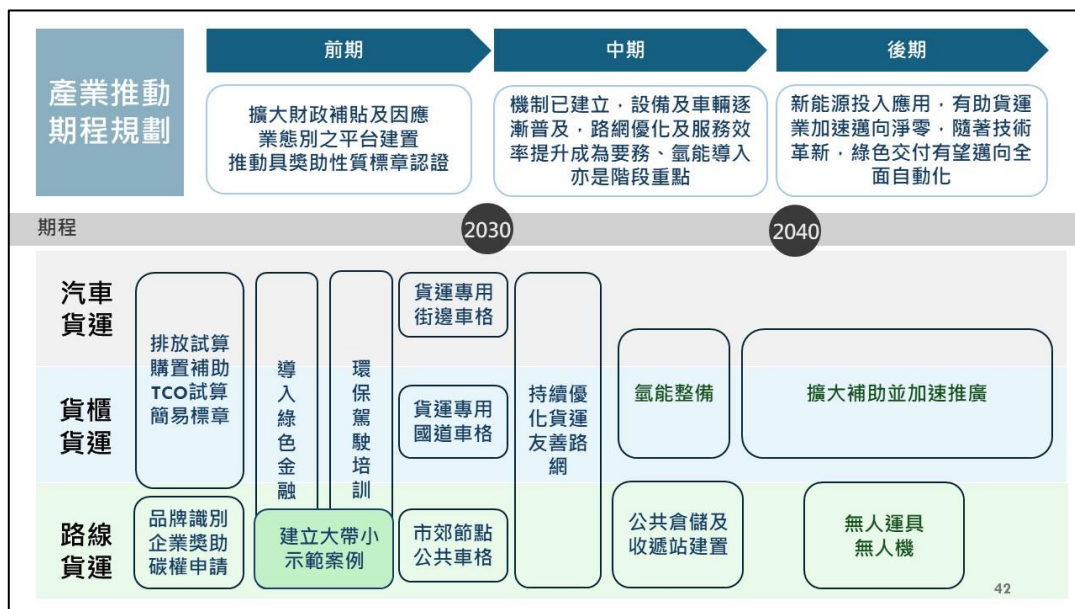


40

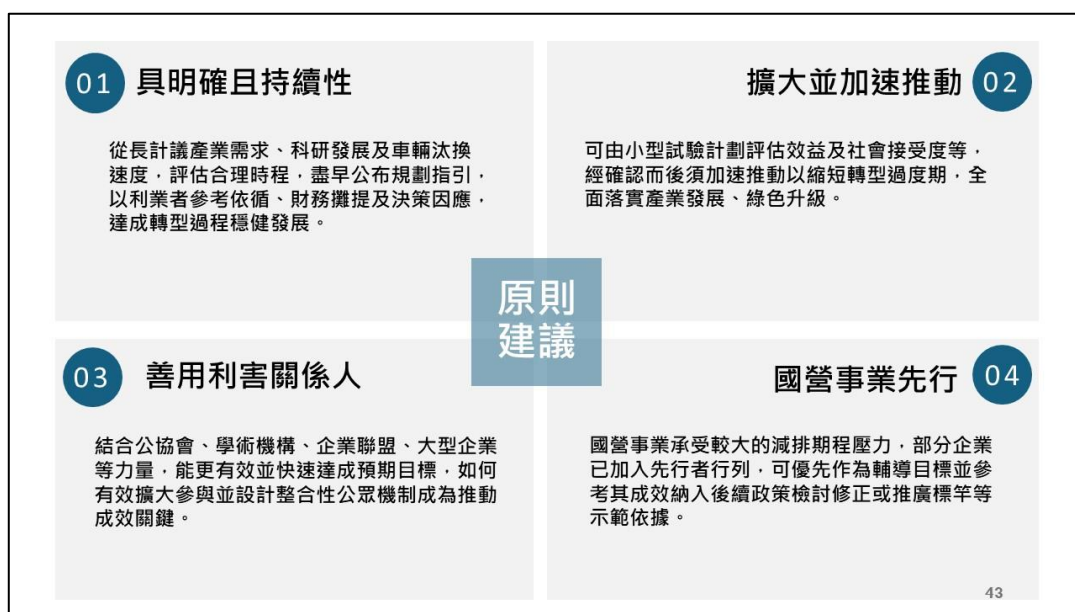
車輛推廣期程規劃



41



42

原則
建議

43

交通
主責

44

未來研究建議

01 綜效評估

建立本土減量評估方法學及實證案例，對於低碳區、標章、倉儲、綠色交付等推動成效進行量化評估

02 供需規劃

對於充電樁分布、停車格位、倉儲貨運量建立更縝密的供需規劃，充分滿足產業發展需求。

03 社會共識

容易引發社會爭議的低碳區劃設、無人機隱私及氢能安全性等問題，宜盡早評估風險並提供配套作為，增加社會接受度。

04 技術發展

因應科技瞬息萬變，掌握科研趨勢變化並滾動調整重點推動目標，包含無人運具、氢能等，都是未來可能改變淨零發展的關鍵因素。

05 政策搭配

全面性考量政策的互補及加乘效應，透過部會協商整合，提出相對應的配套組合，能夠讓執行成效事半功倍。

06 公正轉型

淨零過程不遺落任何人為聯合國氣候峰會不斷提倡的核心宗旨，評估受益與衝擊方並規劃合理補償或改善機制，加快速度過轉型障礙並實現社會正義。

45

行動方案預擬

淨零指引

貨運永續金融指引

擬定評估準則及認定方式
建立示範推動案例及輔導方案
配合：金管會、金融機構

潔淨貨運車輛推廣目標期程規劃

依技術、財務可行性進行普及率推估
設定合理推動期程目標
技術規範障礙制度檢討
評估減量效益

貨運需求綜合評估規劃

推估未來成長需求，評估充電樁、專用車格、道路設計、倉儲規劃之點位配置及設計準則
配合：電力供給（能源署）
輔導推動（地方政府）

產業輔導

碳知識/環保駕駛培訓計畫

課程內容、機制設計

資訊平台建置計畫

財務及技術評估、內容規劃、介面設計

標章獎勵計畫

認定原則
誘因連結
推動方式
績效評估



公正轉型

衝擊評估及援助方案

針對低碳區劃設、無人運具及氢能安全性等爭議議題，進行風險評估及因應策略規劃，並提供配套作為，尤其針對中小企業之協助措施。

46

113 期末報告

汽車貨運業淨零轉型策略規劃



感謝聆聽 敬請指教