

114-028-5528
MOTC-IOT-113-IDB003

電動大客車數據分析與應用計畫(2/2)

資料視覺化與 AI 應用

著者：林幸加、周諺鴻、曹晉瑜、曾依蘋、涂仁維、袁堂耀、
王彥婷、林冠吟、吳東凌、張益城、陳翔捷

交通部運輸研究所

中華民國 114 年 4 月

電動大客車數據分析與應用計畫。(2/2)：資料視覺化與 AI 應用 / 林幸加, 周諺鴻, 曹晉瑜, 曾依蘋, 涂仁維, 袁堂耀, 王彥婷, 林冠吟, 吳東凌, 張益城, 陳翔捷著. -- 初版. -- 臺北市：交通部運輸研究所, 民 114. 04

面；公分

ISBN 978-986-531-662-4(平裝)

1. CST: 電動汽車 2. CST: 大眾運輸工具 3. CST: 運輸管理 4. CST: 人工智慧

557.15

114003441

電動大客車數據分析與應用計畫(2/2)- 資料視覺化與 AI 應用

著者：林幸加、周諺鴻、曹晉瑜、曾依蘋、涂仁維、袁堂耀、
王彥婷、陳冠吟、吳東凌、張益城、陳翔捷

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 4 月

印刷者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 56 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：350 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: 1011400328 ISBN: 978-986-531-662-4(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：電動大客車數據分析與應用計畫(2/2)-資料視覺化與 AI 應用				
國際標準書號（或叢刊號） ISBN978-986-531-662-4(平裝)		政府出版品統一編號 1011400328	運輸研究所出版品編號 114-028-5528	計畫編號 113-IDB003
本所主辦單位：運輸科技及資訊組 主管：張益城 計畫主持人：吳東凌(前組長) 研究人員：張益城、陳翔捷 聯絡電話：(02)23496886 傳真號碼：(02)25450426		合作研究單位：鼎漢國際工程股份有限公司 計畫主持人：林幸加 研究人員：周諺鴻、曹晉瑜、曾依蘋、 涂仁維、袁堂耀、王彥婷、 林冠吟 地址：臺北市信義區松山路 130 號 5 樓 聯絡電話：(02)27488822		研究期間 自 113 年 5 月 至 113 年 12 月
關鍵詞：電動大客車、營運數據分析、績效指標、AI 應用、指標應用建議				
摘要： 為達成市區公車 2030 年全面電動化之目標，本所自 108 年開始建置電動大客車營運數據監控管理平臺，並建立資料傳輸作業機制，持續追蹤與掌握導入之電動大客車輛營運績效與長期行駛特性。 對應公車客運電動化導入進程，客運業者在營運管理思維亦需要隨之轉變，考量電動大客車營運特性，相較於過去柴油大客車的營運調度，需更強化於電動大客車數據化資料蒐集與分析，追蹤與掌握導入之電動大客車輛營運績效、長期行駛特性等關鍵指標，以及對應電池營運特性，及早觀察發現異常狀況、釐清與進行改善。 電動大客車數據平臺自 110 年起開始蒐集電動大客車營運數據，本計畫以電動大客車數據平臺所累積之數據資料為基礎，依據需求掌握與資料可蒐集程度，規劃分析應用指標與分析主軸；挑選 8 條路線與 11 處充電站的資料，進行營運數據分析指標案例探討與應用，將分析成果進行資料視覺化呈現與展示，並探討 AI 應用，就分析成果研提營運面與政策面之建議，提供相關單位掌握，以精進電動大客車之營運與管理。				
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式	
114 年 4 月	290	350	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: Electric Bus Data Analysis and Application (2/2) – Data Visualization and AI Application			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-531-662-4(pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1011400328	IOTSERIALNUMBER 114-028-5528	PROJECT NUMBER 113-IDB003
DIVISION: Transportation Technology and Information System Division DIVISION DIRECTOR: Yi-Cheng Chang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Dong-Ling Wu (Former Director) PROJECT STAFF: Yi-Cheng Chang, Siang-Jie Chen PHONE: 886-2-23496886 FAX: 886-2-25450426			PROJECT PERIOD FROM May 2024 TO December 2024
RESEARCH AGENCY: THI Consultants Inc. PRINCIPAL INVESTIGATOR: Hsing-Chia Lin PROJECT STAFF: Yen-Hung Chou, Chin-Yu Tsao, Yi-Ping Tseng, Jen-Wei Tu, Tang-Yao Yuan, Yen-Ting Wang, Guan-Yin Lin ADDRESS: 5F., No. 130, Songshan Rd., Xinyi Dist., Taipei City 110048, Taiwan PHONE: 886-2-27488822			
KEYWORDS: Electric bus, Performance analysis, Performance indicator, AI application, Application recommendation			
ABSTRACT: To achieve the goal of full electrification of urban buses by 2030, the Institute of Transportation has been developing an electric bus operation data monitoring and management platform since 2019. A data transmission mechanism has been established to continuously track and assess the operational performance and long-term driving characteristics of the introduced electric buses. As the electrification of public bus services progresses, bus operators need to adapt necessary operational management approaches. Given the operational characteristics of electric buses, compared to traditional diesel buses, greater emphasis must be placed on the collection and analysis of digital data. It is essential to monitor key performance indicators, long-term driving characteristics, and battery operation patterns to detect anomalies early, identify issues, and implement necessary improvements. Since 2021, the electric bus data platform has continuously collected operational data. This project utilizes the accumulated data from the platform to develop analytical indicators and key analysis areas based on demand and data availability. Data from eight selected bus routes and eleven charging stations have been analyzed to explore operational performance indicators and application cases. The analytical results will be presented through data visualization and demonstrations. Additionally, AI applications have been explored to derive operational and policy recommendations from the findings, providing relevant authorities with insights to enhance electric bus operations and management.			
DATE OF PUBLICATION April 2025	NUMBER OF PAGES 290	PRICE 350	
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communication			

目錄

目錄	III
圖目錄	V
表目錄	IX
第一章 計畫認知	1-1
1.1 計畫背景與目的	1-1
1.2 計畫範圍與對象	1-2
1.3 計畫內容與工作項目	1-4
1.4 計畫流程	1-6
第二章 文獻回顧	2-1
2.1 第一年期計畫成果綜整	2-1
2.2 國內電動大客車數據分析與應用發展方向	2-6
2.2.1 國內電動大客車營運數據監控管理平臺運作現況	2-6
2.2.2 國內電動大客車營運數據管理系統概況	2-10
2.3 國外電動大客車數據分析與應用發展方向	2-20
2.3.1 國外電動大客車營運數據分析與應用概況	2-20
2.3.2 資料視覺化之 AI 技術應用 -Microsoft Azure AI	2-30
2.4 小結	2-33
第三章 電動大客車數據分析指標、分析方法與視覺化設計研提	3-1
3.1 電動大客車數據分析指標與視覺化設計初步規劃	3-1
3.2 電動大客車應用指標分析架構調整說明	3-4
第四章 電動大客車營運數據關鍵指標分析與 AI 應用	4-1
4.1 電動大客車營運數據關鍵指標案例分析	4-1
4.1.1 用電效率指標	4-4
4.1.2 電量曲線追蹤指標	4-13

4.1.3 低 SOC 追蹤指標	4-32
4.1.4 充電車位時間利用率指標	4-49
4.1.5 推動政策績效指標	4-54
4.1.6 節能減碳計算指標	4-57
4.1.7 小結與建議	4-58
4.2 AI 應用探討	4-63
4.2.1 視覺化應用測試	4-63
4.2.2 能耗排班應用	4-76
4.2.3 後續應用建議	4-85
第五章 計畫成果推廣與應用	5-1
5.1 APEC 運輸工作小組 SECI 競賽參賽	5-1
5.2 第 7 屆政府服務獎評選	5-3
5.3 計畫成果發表會	5-6
第六章 結論與建議	6-1
6.1 結論	6-1
6.2 後續建議	6-4
參考文獻	參-1
附錄 I-專家學者座談會會議辦理情形	附 1-1
附錄 II-營運數據關鍵指標案例分析補充資料	附 2-1
附錄 III-成果發表會辦理情形	附 3-1
附錄 IV-電動大客車營運數據分析指標與應用建議	附 4-1
附錄 V-期末簡報	附 5-1
附錄 VI-期中報告審查意見處理情形	附 6-1
附錄 VII-期末報告審查意見處理情形	附 7-1

圖目錄

圖 1.4.1 本計畫執行流程圖	1-6
圖 2.1.1 用電效率-營運特性分析流程.....	2-3
圖 2.1.2 模型分析應用構想圖	2-3
圖 2.1.3 能耗資料分析應用方向-剩餘 SOC 監控儀表板(示意圖).....	2-4
圖 2.1.4 能耗資料分析應用方向-SOC 健檢儀表板(示意圖).....	2-5
圖 2.2.3 華德動能車輛管理系統.....	2-10
圖 2.2.4 華德動能車輛管理系統架構.....	2-12
圖 2.2.5 總盈汽車行車紀錄器資料分析系統	2-13
圖 2.2.6 總盈汽車智慧公車管理平臺系統架構圖	2-14
圖 2.2.7 總盈汽車智慧公車管理平臺	2-14
圖 2.2.8 總盈汽車電動大客車用電效率及行車分析	2-15
圖 2.2.9 唐榮車輛 BMS 電池管理系統.....	2-16
圖 2.2.10 凱勝綠能使用之能海電能營運管理系統.....	2-17
圖 2.2.11 創奕能源公司車隊管理系統	2-18
圖 2.2.12 創奕能源公司電池管理系統	2-18
圖 2.2.13 成運汽車製造股份有限公司車隊管理系統	2-19
圖 2.3.1 TWAICE 電池分析平臺架構圖	2-21
圖 2.3.2 TWAICE 電池監控軟體示意圖.....	2-21
圖 2.3.3 EV-OPS 平台資料蒐集與上傳示意圖.....	2-22
圖 2.3.4 EV-OPS 功能架構圖	2-23
圖 2.3.5 EV-OPS 平台電池與車輛監控畫面	2-23
圖 2.3.6 宇通客車「睿控 e 平台」具備功能.....	2-24
圖 2.3.7 Proterra 智慧連網車輛系統	2-26

圖 2.3.8 Proterra 充電管理介面	2-26
圖 2.3.9 Volvo I-COACHING 車隊管理系統	2-27
圖 2.3.10 Gemamex 管理系統	2-28
圖 2.3.11 Abrites 管理系統	2-29
圖 2.3.12 Copilot 整合應用於 Power BI	2-30
圖 2.3.13 Copilot 接收至回應流程架構	2-31
圖 2.3.14 Fabric 平台與 OneLake 架構	2-32
圖 3.2.1 電動大客車營運數據分析指標調整架構	3-7
圖 4.1.1 指標案例分析視覺化軟體(Tableau)介面圖	4-3
圖 4.1.2 R1、R2、R3 路線用電效率與電池溫度變化分析圖	4-7
圖 4.1.3 R1、R2、R3 路線各車輛/各季用電效率散布圖	4-9
圖 4.1.4 R5 路線各車輛/各季用電效率散布圖	4-10
圖 4.1.5 R8 路線各車輛/各季用電效率散布圖	4-12
圖 4.1.6 R4 路線高耗電(7%↑)段數統計	4-15
圖 4.1.7 R4 路線各車輛/電量區間平均可行駛公里數散布圖	4-21
圖 4.1.8 R4 路線各車輛電量變化曲線圖	4-22
圖 4.1.9 R5、R6、R7 路線各車輛/電量區間平均可行駛公里數散布圖 ..	4-25
圖 4.1.10 R5、R6、R7 路線相對耗電車輛各季/電量區間平均可行駛公里 數散布圖	4-26
圖 4.1.11 R8 路線各車輛/電量區間平均可行駛公里數散布圖	4-28
圖 4.1.12 R8 路線相對耗電車輛各季/電量區間平均可行駛公里數散布圖	4-31
圖 4.1.13 S1、S2 充電站低充電起始電量車輛分布圖(低於 30%)	4-34
圖 4.1.14 S1、S2 充電站低起始電量比例高之車輛分析圖	4-35

圖 4.1.15 S1、S2 充電站充電起始電量分析(分季別).....	4-36
圖 4.1.16 S3、S4、S5 充電站低充電起始電量車輛分布圖(低於 30%) ..	38
圖 4.1.17 S3、S4、S5 充電站充電起始電量分析(分季別).....	4-41
圖 4.1.18 充電場站 S8 充電車位時間利用率散布圖	4-50
圖 4.1.19 充電場站 S9 充電車位時間利用率散布圖	4-51
圖 4.1.20 充電場站 S10 充電車位時間利用率散布圖	4-51
圖 4.1.21 充電場站 S11 充電車位時間利用率散布圖	4-52
圖 4.1.22 充電場站 S8 用電離峰充電車位時間利用率散布圖	4-52
圖 4.1.23 充電場站 S9 用電離峰充電車位時間利用率散布圖	4-53
圖 4.1.24 充電場站 S10 用電離峰充電車位時間利用率散布圖.....	4-53
圖 4.1.25 電動大客車車輛廠牌占比.....	4-54
圖 4.1.26 電動大客車縣市導入情形.....	4-55
圖 4.1.27 充電樁充電介面	4-55
圖 4.1.28 充電樁單、雙槍配置比例.....	4-56
圖 4.1.29 充電站充電槍數量	4-56
圖 4.1.30 充電樁各功率數量統計	4-56
圖 4.2.1 測試資料欄位(一)	4-63
圖 4.2.2 測試資料欄位(二)	4-64
圖 4.2.3 A 場站實際一周運行資料	4-77
圖 4.2.4 能耗 AI 模型預測結果	4-78
圖 4.2.5 排班充電流程圖	4-79
圖 4.2.6 實際充電與排程充電之充電量差異	4-80
圖 4.2.7 實際充電與排程充電之充電時間差異.....	4-81
圖 4.2.8 實際充電樁充電時段分布(以插槍起始時間計算).....	4-82

圖 4.2.9 排程充電時段分布(以插槍起始時間計算).....	4-82
圖 4.2.10 排程充電時段內用電量分布	4-82
圖 4.2.11 單一車輛實際排班與充電情形	4-83
圖 4.2.12 單一車輛排程充電情形.....	4-83
圖 5.1.1 SECI 競賽申請內容摘錄(示意圖).....	5-1
圖 5.1.2 2024 年第六屆 ESCI 最佳實踐獎獎牌	5-2
圖 5.2.1 展示海報設計檔(中間為電視鑲嵌位置).....	5-4
圖 5.2.2 展場看板布置	5-5
圖 5.2.3 政府服務獎評選現場紀錄照片	5-5
圖 5.2.4 第 7 屆「政府服務獎」數位創新加值項獲獎名單	5-6
圖 5.3.1 成果發表會現場紀錄照片	5-7

表目錄

表 1.2-1 本計畫研究對象.....1-2

表 2.2-1 電動大客車平臺正式營運納管車輛統計表.....2-7

表 2.2-2 華德動能智慧車輛管理系統蒐集資料項目.....2-12

表 2.2-3 行車紀錄資料封包回傳格式.....2-13

表 2.4-1 國內外案例功能比較2-35

表 2.4-2 國內外電動大客車營運數據應用案例比較.....2-36

表 3.1-1 初步歸納可包含指標項目與資料參數說明..... 1

表 3.1-2 分析關鍵指標與資料視覺化應用對應表 2

表 3.2-1 本計畫指標項目與國內外案例應用 8

表 4.1-1 關鍵指標分析路線特性對照表4-2

表 4.1-2 關鍵指標分析充電站特性對照表4-2

表 4.1-3 用電效率指標分析路線時間表.....4-4

表 4.1-4 R1、R2、R3 各路線平均用電效率及變化率綜合分析4-8

表 4.1-5 電量曲線追蹤指標分析路線時間表4-13

表 4.1-6 R4 路線高耗電(7%↑)段數-單一區段最高耗電分析4-16

表 4.1-7 R4 路線各電量區間平均可行駛公里數分析4-19

表 4.1-8 R4 路線快速掉電車輛各季/電量區間平均可行駛公里數分析 ...4-23

表 4.1-9 R8 路線相對耗電車輛各季/電量區間平均可行駛公里數分析 ...4-29

表 4.1-10 低 SOC 追蹤指標分析充電設施時間表.....4-32

表 4.1-11 S3、S4、S5 充電站充電起始電量分析(各車輛/季節).....4-39

表 4.1-12 S6 充電站充電起始電量分析(各車輛/季節).....4-42

表 4.1-13 S7 充電站充電起始電量分析(各車輛/季節).....	4-46
表 4.1-14 S7 充電站各車輛充電起始電量區間分布表.....	4-47
表 4.1-15 各充電站車輛行駛里程/低充電起始電量比例分析	4-48
表 4.1-16 充電車位時間利用率指標分析充電設施時間表	4-49
表 4.1-17 各指標分析時間單位建議說明	4-61
表 4.2-1 以英文指令創建新頁面	4-65
表 4.2-2 以中文簡短指令創建新頁面.....	4-66
表 4.2-3 以英文創建摘要頁面	4-67
表 4.2-4 以英文詳細敘述頁面呈現	4-68
表 4.2-5 以中文詳細敘述頁面呈現	4-69
表 4.2-6 問與答視覺效果以英文測試統計圖表	4-70
表 4.2-7 敘事視覺效果以中文測試並要求中文回應.....	4-71
表 4.2-8 以英文測試資料統計運算	4-72
表 4.2-9 以中文測試篩選日期區間	4-73
表 4.2-10 以英文測試篩選日期區間	4-74
表 4.2-11 Power BI+Copilot 初步測試應用優缺點歸納.....	4-75
表 4.2-12 A 場站實際一周運行資料.....	4-77
表 4.2-13 能耗 AI 模型預測結果	4-78
表 4.2-14 實際充電與排程充電之充電量差異	4-80
表 4.2-15 實際充電與排程充電之充電時間差異	4-81
表 5.1-1 2024 年第六屆 ESCI 最佳實踐獎-智慧運輸獲獎名單	5-2

第一章 計畫認知

1.1 計畫背景與目的

依據行政院 2030 年公車全面電動化之目標，交通部、經濟部與環境部持續推展 2030 年電動大客車推動策略，交通部運輸研究所(以下簡稱本所)於 108 年開始建置電動大客車營運數據監控管理平臺(以下簡稱電動大客車數據平臺)並建立資料傳輸作業機制，於 109~111 年進行平臺維運、資料傳輸與檢核作業；並於 112 年 1 月 1 日將平臺移交公路局。

相較於國際現況多以商用軟體或小規模資料蒐集的方式進行研究，我國建置之電動大客車數據平臺係蒐集全國性的電動大客車數據，藉由政府補助電動大客車的契機，將電動大客車營運數據納入資料提報項目，以追蹤與掌握導入之電動大客車輛營運績效、長期行駛特性等關鍵指標，累積之電動大客車輛營運動態數據。

電動大客車數據平臺自 110 年起開始蒐集電動大客車營運數據，本所於 112~113 年度辦理兩年期計畫，以電動大客車數據平臺所累積之數據資料為基礎，考量資料可取得性與分析主軸，建立營運數據關鍵應用指標與數據研析，並探討 AI 應用，就分析結果研提營運面與政策面之建議，以精進電動大客車之營運與管理。

其中第 1 年期(112 年度)已蒐集營運痛點與資料應用需求、建立數據分析關鍵應用指標、洽談合作推動數據導向之業者與場站，進行平臺營運數據資料初步分析，並建立能耗 AI 預測分析模型，探討不同營運情境與變數對於用電效率指標之影響程度；第 2 年期(113 年度)則進一步進行指標分析應用及資料視覺化，本期主要工作內容包括：

1. 以第 1 年期規劃成果為基礎，依需求掌握與可蒐集資料程度調整規劃分析應用指標。
2. 依第 1 年期洽談之合作對象，進行營運數據分析指標案例探討與應用。
3. 分析成果進行資料視覺化呈現與展示，提供相關單位快速掌握。
4. 依分析成果研提營運面與政策面之建議。

1.2 計畫範圍與對象

本計畫之研究範圍與研究對象說明如下：

1. 研究範圍

本計畫研究範圍主要為 109 年以後申請補助上路電動大客車(包含市區公車及公路客運)之營運管理、績效指標分析所需資料，以及電動大客車數據分析與應用相關案例資料。

2. 研究對象

依前述工作項目及研究範圍，研究對象包含電動大客車數據分析關鍵指標與應用發展方向案例、合作推動數據導向之客運業者或場站、電動大客車製造商、充電設施廠商、政府單位等類別，各類別對象如表 1.2-1 所示。

表 1.2-1 本計畫研究對象

類別	對象	備註
電動大客車數據分析關鍵指標與應用發展方向案例	國內外電動大客車數據分析與應用案例	• 國內電動大客車車隊、充電管理軟體應用現況掌握 • 國外以歐洲與亞太地區為主要優先參考對象
	視覺化分析軟體	• 如 Tableau、Microsoft Power BI 等
客運業者	電動大客車營運數據監控管理平臺傳輸業者	• 以平臺蒐集資料之業者與路線為原則 • 合作推動數據導向、提供分析資料之業者或場站
電動大客車製造商	國內電動大客車製造商	• 平臺資料蒐集之電動大客車製造商
充電設施廠商	國內電動大客車充電設施製造商	• 平臺資料蒐集之電動大客車所使用充電設施製造商
政府機關	交通部(路政司、公路局)	• 補助政策與推動策略制定單位 • 電動大客車營運數據監控管理平臺管理單位
	地方政府	• 經營環境建置單位 • 營運路線補貼單位

資料來源：本計畫整理。

3. 研究對象與研究目的關聯性

本計畫主要研究對象包括客運業者、電動大客車製造商、充電設施廠商及政府單位，政府單位主要負責政策制定與監督管理，車輛製造商及充電設施廠商提供路線營運之車輛設備，客運業者則為最終使用者。

本計畫研究目的為藉由電動大客車營運數據監控管理平台之資料為基礎，建立營運數據分析關鍵指標，以案例分析成果回饋客運業者後續指標觀察重點，建立車輛使用履歷與充電調度、性能追蹤、營運穩定性等應用建議，有助於維持使用車輛性能、充電運作穩定與營運妥善率，另針對整體發展趨勢整理與不同車型之營運數據分析比較，則有助於主管機關檢討調整政策與推動策略方向。

1.3 計畫內容與工作項目

本計畫工作項目說明如下：

1. 蒐集掌握國際電動大客車數據分析與應用發展方向，已蒐集國內及美國、德國、英國、中國等國外電動大客車之營運數據管理及智慧充電管理相關案例並整理納入報告。
2. 依據文獻回顧、國際標竿案例與前期計畫研究成果，分別針對交通部與公路主管機關監理以及客運業者營運需求，研提電動大客車數據分析關鍵指標(KPI)、資料分析方法與視覺化設計，因出席專家邀約時程協調，於 113 年 6 月 14 日召開座談會，與相關單位代表與專家學者確認規劃內容。
 - (1) 前期計畫已針對電動大客車數據應用與分析方向採專家學者個別訪談交流方式(陸續訪談 7 位產學研專家學者)，彙整分析指標與探討應用方向。
 - (2) 本計畫辦理專家學者座談會之重點為進一步蒐集意見確認指標分析方向合適性，邀請單位對象包括合作推動客運業者、政府單位及學者，共 5 位。
3. 針對電動大客車營運數據，進行大數據與視覺化分析並研提相關建議：
 - (1) 依據車輛用電效率、電量曲線追蹤、低電量追蹤、充電車位時間利用率及節能減碳效益五大項應用指標進行數據分析，並針對分析結果研提政策與監理調整建議。
 - (2) 挑選合適之客運業者路線或場站案例，依客運業者營運面向之關鍵指標進行數據分析並探討 AI 應用，針對分析結果研提客運業者營運制度或排班調度改善建議。
 - (3) 本計畫使用商業智慧分析軟體 Tableau 設計與開發視覺化呈現介面，呈現上述數據分析成果，以供交通部、公路主管機關與客運業者能快速掌握電動大客車資料的特性。
4. 針對計畫重要成果，製作海報及影片電子檔，並協助相關行政事宜：
 - (1) 本計畫已於 113 年 11 月 14 日辦理成果發表會，活動紀錄詳見 5.3 節及附錄三，另配合電動大客車系列計畫執行「第 7 屆政府服務獎-數位創新加值項」評選製作海報，相關內容整理

於 5.2 節。

- (2) 製作本計畫期末報告之成果說明影片(中英文各 1 份)、期末成果摘要報告(中英文各 1 份，Word 檔案)與期末成果發表簡報(中英文各 1 份，Powerpoint 檔案)。
5. 綜合考量國際發展趨勢與計畫推動成果，參與 APEC 運輸工作小組 SECI 競賽參賽，研提相關申請資料並獲獎，於推動國際交流與合作事宜。
6. 本期計畫成果投稿事宜，已於 113/9/6 投稿「中華民國運輸學會 113 年學術論文研討會」，以及 113/12/11 投稿「運輸計劃季刊」，並配合電動大客車系列計畫投稿參與中華智慧運輸協會 ITS 年會之相關獎項評選。
7. 綜整摘要說明 112-113 年各年度階段性成果。

1.4 計畫流程

計畫流程如圖 1.4.1 所示，本計畫據以執行相關作業。



圖 1.4.1 本計畫執行流程圖

第二章 文獻回顧

本計畫藉由回顧前期計畫成果、公路局電動大客車營運數據監控管理平台及國內電動大客車數據分析軟體資訊，掌握目前的應用發展狀況，並蒐集國內外研究論文與實際案例，做為計畫後續執行方向之參考。

2.1 第一年期計畫成果綜整

第一年期計畫透過文獻回顧與蒐集客運業者於營運面關注之痛點，建立電動大客車營運數據分析之應用架構，並建立數據驅動模型進行初探與分析。以下先說明數據分析應用主題與關鍵指標，與各項電動大客車數據分析成果之數據種類、分析程序及對應營運管理與政策推動建議之間的關聯性。各項目內容說明如下。

1. 數據分析應用主題與關鍵指標

藉由文獻蒐集及業者訪談回饋，掌握實務的應用需求，研擬具分析價值且有感的關鍵指標。根據實務需求篩選分析主題包含用電效率(可轉換為更直覺的 SOC 使用量或續航里程)、充電效率、電池安全及營運成本等，同時針對分析上建議使用到的數據項目進行綜整，作為後續應用參考。

2. 針對分析主題與關鍵指標進行數據蒐集與分析

對應分析主題規劃，依據計畫可取得之相關資料來源，優先結合既有電動大客車平臺蒐集數據、部分營運業者提供數據(駕駛/排班明細)、運輸資料流通服務平臺(TDX)與其他既有外部開放平臺數據，針對用電效率、充電效率等指標應用項目進行分析初探。

因車輛運行紀錄為每 5 秒 1 筆、充電紀錄為單次充電前後各 1 筆，故在數據分析上，主要針對用電效率建立能耗數據驅動模型，進行不同預測方法訓練與測試，充電效率則以描述性統計分析充電紀錄，掌握分析對象現況之充電特性反映情形。

3. 能耗預測分析模型

優先針對營運特性對於用電效率之影響進行探討，應用電動大客車營運數據監控管理平臺數據，串聯其他既有開放平臺可取得資料，透過資料蒐集、處理、融合、模型建立等流程，建立初步用電效率-營運特性數據驅動模型，分析流程如圖 2.1.1 所示。

(1) 原始資料定義

依照用電效率-營運特性分析目標，找尋可能影響因子，來源可分為基本資料、設備偵測資料，以及營運紀錄資料，並將資料依照每班次維度，進行資料處理。

(2) 變數建立

彙整國內外案例，以及與業者訪談回饋，由可蒐集資料面向上，定義資料可計算的變數項目，並進行影響變數建立。

(3) 資料樣態分析

針對建立變數進行描述性統計分析，掌握資料特性與品質，以利後續納入模型資料評估。

(4) 變數相關性分析

初步探勘變數之間關聯性，掌握用電效率與各變數間相關程度，了解是否有相關性過高，甚至產生共線性之變數，以供後續最終模型建立，並評估是否排除共線性較高的變數。

(5) 分析標的確認

依照描述性統計與相關性分析，依照分析標的確認最終投入模型變數。

(6) 模型建立

先使用隨機森林進行初探模型之建立，並透過數量參數設定、投入可能影響變數，進行變數篩選，再建立指數回歸、分層回歸、深度學習、機器學習、移動平均等模型方法，比較預測效果。

(7) 模型驗證

針對階段性初步模型進行準確度驗證，研擬後續模型優化方

向。

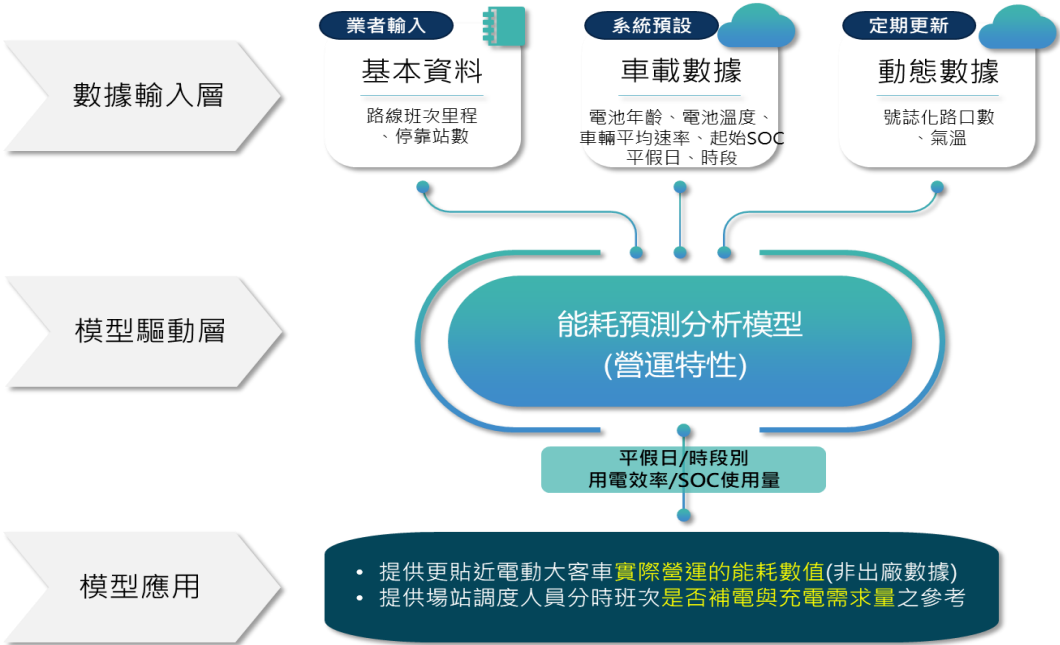


資料來源：本計畫整理自[7]。

圖 2.1.1 用電效率-營運特性分析流程

4. 驅動模型後續應用推動建議

將模型運作方式分為數據輸入層、模型驅動層與模型應用層等三個面向(圖 2.1.2)，透過模型所需資料輸入、模型自動化執行運算，並藉由視覺化儀表板進行模型結果輸出。



資料來源：本計畫整理自[7]。

圖 2.1.2 模型分析應用構想圖

- (1) 數據輸入層：透過客運業者輸入基本路線營運資料，及介接電動大客車平臺取得車載數據，以及結合其他動態開放平臺資料，進行外部變數串接，並整合完成數據輸入層變數產製。
- (2) 模型驅動層：將數據輸入層資料依照模型輸入格式進行投入，模型自動化進行目標路線平假日別及時段別之用電效率預測。
- (3) 模型應用層：模型預測結果可透過資料庫表單進行輸出，亦可透過儀表板進行結果查詢，儀表板結合既有營運數據，包含班表、車輛資料、場站資料等，進行綜合性呈現，以供使用者營運管理調整。儀表板規劃之呈現方式如圖 2.1.3~圖 2.1.4 所示。

① 能耗資料分析應用方向-剩餘 SOC 監控表板

業者可透過儀表板掌握當前車輛之回站時間、回站剩餘 SOC，藉由驅動模型可預測各時段 SOC，得知該車輛下一個預排班表預計 SOC 使用量，並與當前剩餘 SOC 進行比對，提醒調度人員車輛是否需進行補電與充電時間需求。藉以降低場站因車輛 SOC 不足，造成過度頻繁的臨時調度或脫班情形，並以剩餘 SOC 示警以提高電動巴士調度服務穩定性、可控性。



資料來源：本計畫整理自[7]。

圖 2.1.3 能耗資料分析應用方向-剩餘 SOC 監控儀表板(示意圖)

②能耗資料分析應用方向-SOC 健檢儀表板

業者可掌握車輛 SOC 使用狀況是否正常，如出現異常可知是哪一輛車、哪一班次，或是調度不佳造成 SOC 剩餘低於30%的班次比率，以清楚掌握潛在問題車輛，提早對該車輛進行檢查，並進行調度管理調整避免造成車輛損耗，以及降低因 SOC 異常造成途中故障的風險。



資料來源：本計畫整理自[7]。

圖 2.1.4 能耗資料分析應用方向-SOC 健檢儀表板(示意圖)

2.2 國內電動大客車數據分析與應用發展方向

2.2.1 國內電動大客車營運數據監控管理平臺運作現況

交通部規定自 108 年起所有電動大客車補助計畫，均須將相關數據資料介接至指定平臺進行分析，為利累積示範計畫及一般型計畫導入車輛績效與特性掌握，交通部運輸研究所於 108 年建置電動大客車營運數據監控管理平台與建立資料傳輸作業機制，提供後續電動大客車營運績效數據之持續蒐集與分析，掌握營運關鍵指標及關鍵課題，並做為示範計畫與一般型計畫分年檢核資料參據；配合後續電動大客車補助績效掌握需求，平台於 112 年起移交至交通部公路局辦理系統維運及管理。

對應平臺資料建立之資料傳輸欄位項目，客運業者可取得營運路線車輛之電動大客車動靜態數據，進一步整合如班表資料、車隊管理、充電管理、交通大數據等其他外部資料，進行資訊化、數位化營運管理加值應用。

平臺自 110 年開始陸續接收資料，配合 109 年以後之補助計畫核定與上線營運情形，截至 113 年 12 月 31 日止，平臺已正式納管之車輛共 1,154 輛，包含 10 個路線主管機關、23 個客運業者，統計資訊如表 2.2-1。

表 2.2-1 電動大客車平臺正式營運納管車輛統計表

主管機關	客運業者	營運路線	車廠/充電廠	車輛數
臺北市 政府	大南汽車	承德幹線	華德動能/車王電子	48
	大都會客運	262、262 區	華德動能/車王電子	20
	大都會客運	敦化幹線	成運汽車/飛宏科技	38
	大都會客運	685	成運汽車/飛宏科技	18
	大都會客運	612、277	鴻華先進/特爾電力	15
	指南客運	902	金龍汽車/起而行	23
	指南客運	208	金龍汽車/起而行	35
	指南客運	957	金龍汽車/起而行	10
	首都客運	信義幹線	華德動能/車王電子	30
	首都客運	307、284、民權幹線、藍 36	創奕能源/飛宏科技	110
	首都客運	292、292 副	成運汽車/飛宏科技	38
	中興巴士	557、紅 12	金龍汽車/起而行	20
	中興巴士	311、616	金龍汽車/起而行	15
	光華巴士	北環幹線	金龍汽車/起而行	20
	光華巴士	中山幹線	金龍汽車/昊德科技	14
	臺北客運	307	創奕能源/飛宏科技	20
	臺北客運	307	創奕能源/飛宏科技	9
	欣欣客運	羅斯福路幹線	成運汽車/飛宏科技	27
	欣欣客運	236 區、251、251 區	華德動能/車王電子	16
	欣欣客運	棕 2	成運汽車/飛宏科技	8
	欣欣客運	棕 6	成運汽車/飛宏科技	3
	欣欣客運	235、671	成運汽車/馳諾瓦	22
新北市 政府	欣欣客運	819	華德動能/車王電子	6
	欣欣客運	綠 2 左/右	華德動能/車王電子	6
	國光客運	578、579、582	成運汽車/飛宏科技	30
	三重客運	640	華德動能/車王電子	10
	三重客運	637	華德動能/車王電子	20
	三重客運	857	鴻華先進/特爾電力	13
	臺北客運	656	華德動能/車王電子	26

資料來源：本計畫整理，資料最後更新至 113 年 12 月 31 日。

表 2.2-1 電動大客車平臺正式營運納管車輛統計表(續 1)

主管機關	客運業者	營運路線	車廠/充電廠	車輛數
新北市政府	臺北客運	57	成運汽車/飛宏科技	23
	基隆客運	788、791、856	金龍汽車/起而行	20
	淡水客運	紅 28 直	金龍汽車/起而行	2
	光華巴士	813	金龍汽車/起而行	10
	指南客運	紅 27	金龍汽車/起而行	10
臺中市政府	中鹿客運	52、123	創奕能源/飛宏科技	18
	中鹿客運	89	創奕能源/飛宏科技	2
	中鹿客運	45、99、105、525	華德動能/車王電子	33
	台中客運	304	華德動能/車王電子	29
		200	成運汽車/飛宏科技	22
		323	華德動能/車王電子	8
	巨業交通	368	華德動能/車王電子	2
臺中區監理所	彰化客運	6903 等 7 條	成運汽車/飛宏科技	23
彰化縣政府	彰化客運	7 路	成運汽車/飛宏科技	6
嘉義市政府	國光客運	0714、0714A、0715、0716、0716A	成運汽車/飛宏科技	22
臺南市政府	府城客運	5	凱勝綠能/凱勝綠能	15
	府城客運	2	鴻華先進/特爾電力	5
	府城客運	6、10、11、15、901、902	鴻華先進/特爾電力	15
	新營客運	棕幹線(含區間)、棕 3、棕 10、黃幹線(含區間)、黃 1	凱勝綠能/能海電能	7
	興南客運	棕幹線、橘幹線	創奕能源/飛宏科技	8
	興南客運	藍幹線	華德動能/車王電子	20
	漢程客運	橘 9、橘 9-1、橘 13	華德動能/車王電子	18

資料來源：本計畫整理，資料最後更新至 113 年 12 月 31 日。

表 2.2-1 電動大客車平臺正式營運納管車輛統計表(續 2)

主管機關	客運業者	營運路線	車廠/充電廠	車輛數
高雄市政府	南台灣客運	3、16、90	華德動能/車王電子	20
	南台灣客運	紅 52、紅 61	華德動能/車王電子	3
	港都客運	40 條	總盈汽車/鈺智新能源	54
	漢程客運	紅 62	創奕能源/飛宏科技	6
	漢程客運	72、76、紅 30、紅 31、紅 35	創奕能源/飛宏科技	26
	漢程客運	168 東、168 西	成運汽車/飛宏科技	28
	漢程客運	77、92	成運汽車/飛宏科技	20
宜蘭縣政府	國光客運	1792	成運汽車/飛宏科技	6
臺東縣政府	普悠瑪客運	陸海空快線	鴻華先進/特爾電力	3

資料來源：本計畫整理，資料最後更新至 113 年 12 月 31 日。

2.2.2 國內電動大客車營運數據管理系統概況

國內就電動大客車營運數據管理系統發展，多由電動大客車製造商或車隊管理系統之開發商所創建，客運業者多數由電動大客車製造商協助提供之管理介面追蹤車輛與充電營運數據，少部分業者會另行委託系統開發商協助與既有車隊管理系統整合，建立對應電動車輛營運的功能模組。

本計畫蒐集華德、總盈、唐榮、凱勝、創奕、成運等國內電動大客車車廠之視覺化儀表板或管理系統案例；另客運業者端自行開發整合之系統難以取得相關參考資料，與業者交流過程中了解，主要以車輛業者之電動車運行、充電平台數據為基礎，另行結合營運班表、駕駛管理、成本管理等資源。本計畫蒐集之案例說明如下：

1. 華德動能科技股份有限公司

華德動能科技股份有限公司於民國 94 年成立，主要業務為電動商用車的研發與製造，其車輛管理系統包含自行開發之電池管理系統及整車操控系統，能監控所有電池效能，且其車輛零件皆經電子化處理，包含儀表顯示、控制開關及電池管理等功能皆可透過車內控制系統呈現於觸控螢幕，已無設置傳統客車機械式開關及按鈕(圖 2.2.3)。



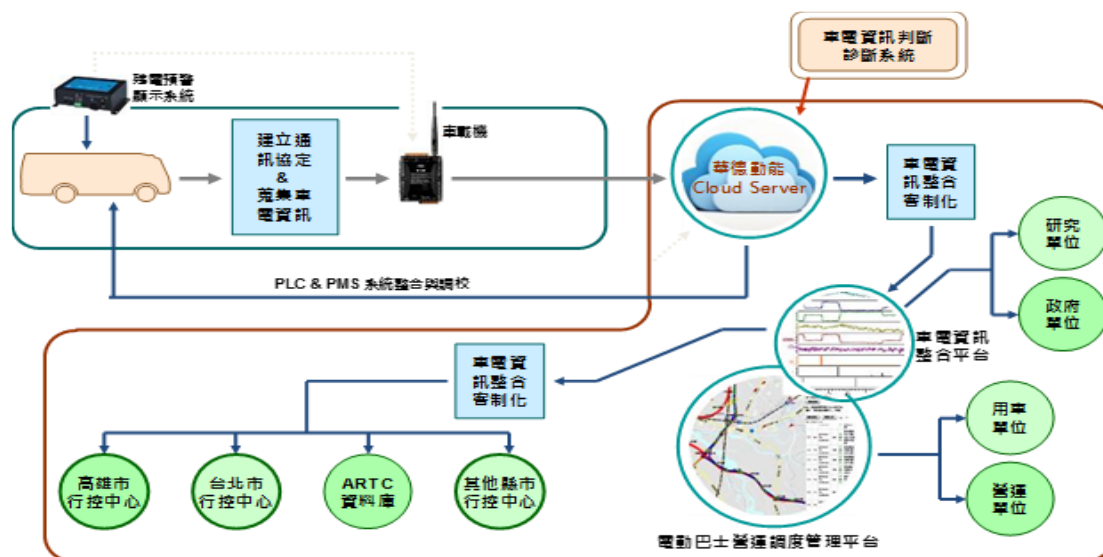
資料來源：本計畫整理自[11]。

圖 2.2.3 華德動能車輛管理系統

華德動能於民國 107 年起與佳世達科技合作，導入佳世達「智慧車輛管理系統」(圖 2.2.4)，藉由車隊即時監控狀況、影像即時傳輸，以大數據解決方案提供行車數據分析、影像監控、車輛設備狀況掌握、車輛調度優化及最佳化行駛路線規劃等智慧應用，以達到落實車隊管理、行車安全性以及能耗分析，並可依據客運業者使用需求進行功能客製化，因此為另外付費系統，其系統功能包含：

- (1) 車輛軌跡查詢：查詢車隊位置與時間。
- (2) 車輛監控與紀錄管理：記錄車輛營運數據資料，包含：
 - ①路線基本資料：班表、路線、車號、駕駛姓名與聯絡方式。
 - ②車輛營運資料：行駛車速、行駛里程數與運作時間。
 - ③電池狀況：電池 SOC、電壓、電流、電池溫度。
 - ④其他資料：外界溫度、異常事件。
- (3) 車輛異常警示：當車輛狀況或行駛路線出現異常時，將會收到警示資訊。
- (4) 駕駛認證與 VIO 數據監控：供管理者編輯車輛使用權限，指定駕駛使用特定車輛。
- (5) 行動管理：可透過行動裝置掌握系統資訊。
- (6) 車輛維修即時提示：針對車輛即時行駛數據進行診斷分析，事先提醒系統管理員更換車輛零組件。

有關資料傳輸部分，華德動能車載機以 4G 通訊方式即時回傳資料至系統，資料通訊傳輸協定為 AMQP，上傳頻率為每 30 秒一筆，並可根據資料量進行傳輸頻率調整；另充電設施資料傳輸主要依據 CNS15511-24 規範，於充電時將資料傳輸至後台。表 2.2-2 為華德動能智慧車輛管理系統蒐集資料項目。



資料來源：本計畫整理自華德動能科技股份有限公司提供資料。

圖 2.2.4 華德動能車輛管理系統架構

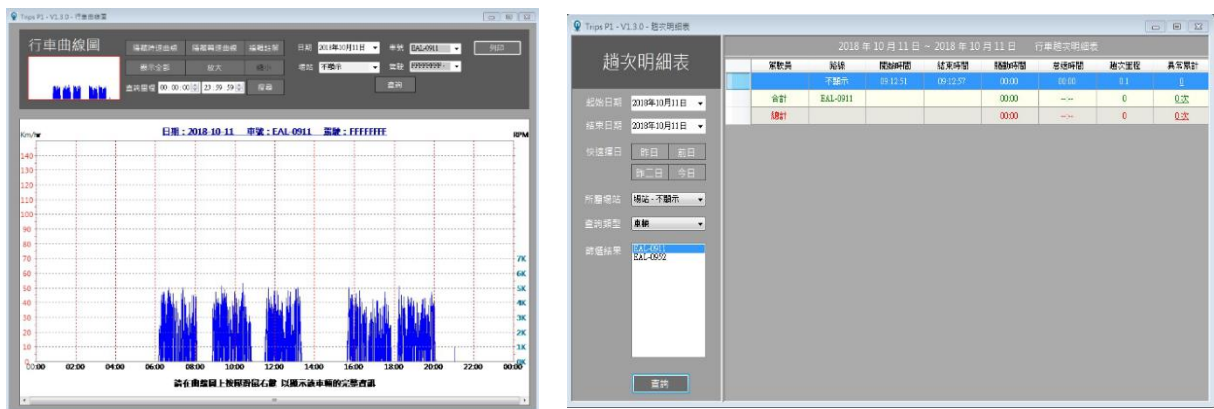
表 2.2-2 華德動能智慧車輛管理系統蒐集資料項目

車號	空調 狀態	馬達 內溫	馬達 外溫	剩餘 電量	最高 電池 電壓	最低 電池 電壓	時間	狀態	速度	位置	總 電壓	總 電源	行駛 總里 程	今日 行駛 里程	馬達 電壓	空壓	充電 狀態	電池 最高 溫度

資料來源：本計畫整理自華德動能科技股份有限公司提供資料。

2. 總盈汽車有限公司

總盈汽車有限公司成立於民國 92 年，為國內大客車產值前三大的車輛製造廠，領先導入客車半自動化生產組裝技術，並於民國 107 年透過經濟部「A+企業創新研發淬鍊計畫-整合型研發計畫」，與鈺智新能源科技有限公司、港都客運共同合作辦理「快充式電動公車關鍵技術開發計畫」，導入數位式行車紀錄器，連接車上無線網路透過 API 將行車資料以 key-value pair 形式即時回傳至雲端伺服器(圖 2.2.5)。



資料來源：本計畫整理自總盈汽車有限公司提供資料。

圖 2.2.5 總盈汽車行車紀錄器資料分析系統

將行車紀錄器回傳資料透過其智慧公車管理平臺(圖 2.2.6 與圖 2.2.7)進行數據監控、分析及呈現，其平臺架構主要分為營運管理、行車管理及場站管理三大功能，營運管理功能主要針對旗下路線、車輛營運數據進行統計分析；行車管理功能包含車輛及電池即時動態監控、電耗分析、行車分析及路線管理，可即時監控電池電力消耗狀況、分析各路線或各車輛用電效率，並透過報表查詢各路線電動大客車行駛次數；場站管理功能則紀錄車輛充電次數、場站能源消耗量、充電樁使用狀況，用以掌握場站及充電設施電力消耗狀況及使用頻率。

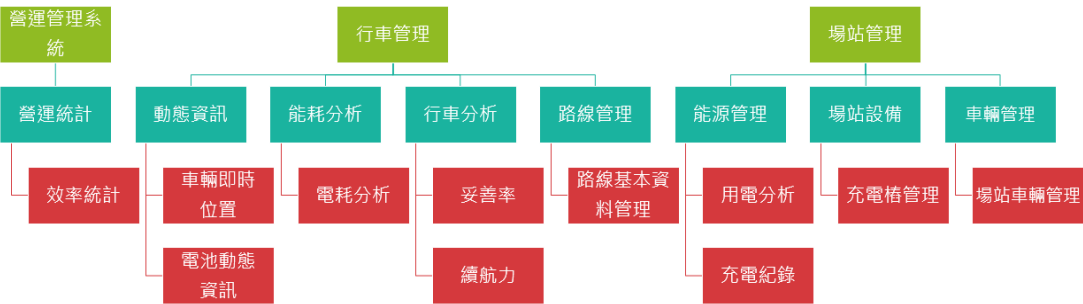
表 2.2-3 行車紀錄資料封包回傳格式

資料欄位	資料格式及說明
序號	車機序號(max. 10 byte)
行車紀錄資料封包開始日期	UTC 日期，日月年(6 byte)
行車紀錄資料封包開始時間	UTC 時間，時分秒(6 byte)
行車紀錄資料封包開始之衛星定位狀態	[A]定位, [V]為定位(1 byte)
行車紀錄資料封包開始之 CSQ	網路訊號強度(2 byte)
行車紀錄資料封包開始之衛星數	衛星顆數值(2 byte)
行車紀錄資料封包開始里程	公尺(6 byte)
行車紀錄資料封包筆數	共兩碼(2 byte)

表 2.2-3 行車紀錄資料封包回傳格式(續 1)

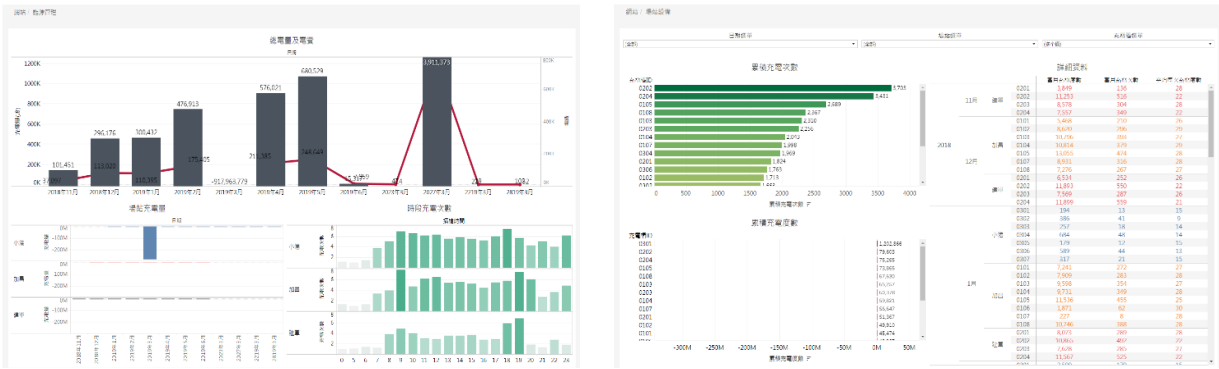
資料欄位	資料格式及說明
行車紀錄資料封包	根據行車紀錄資料封包筆數累加，固定筆數 30 筆(Binary 360 byte)，未滿 30 筆之資料為 null。
行車紀錄資料封包 CRC checksum	使用行車紀錄資料封包所有筆數產生 CRC checksum(ASCII 4 byte)，使用 CRC-16 的格式為 CRC-CCITT，initial code 為 0

資料來源：本計畫整理自【快充式電動公車關鍵技術開發計畫，總盈汽車有限公司，民國 107 年】。



資料來源：本計畫整理自[12]。

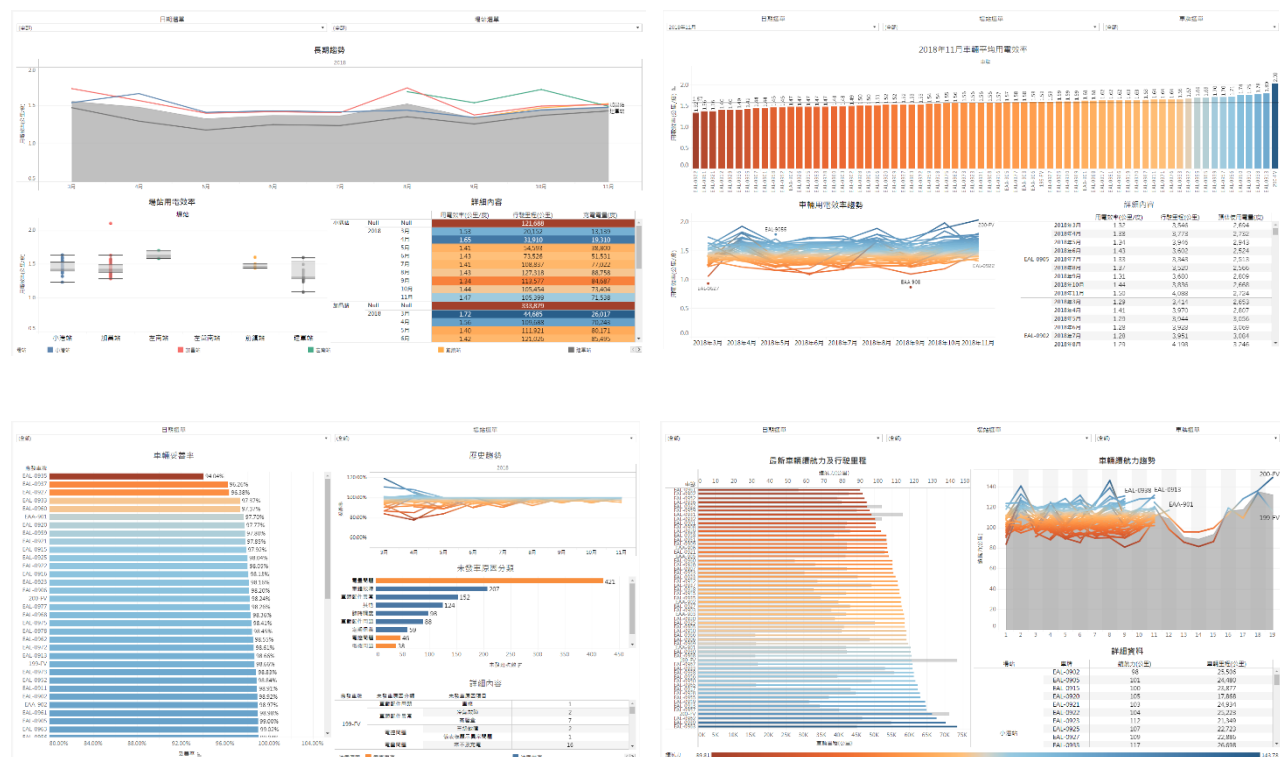
圖 2.2.6 總盈汽車智慧公車管理平臺系統架構圖



資料來源：本計畫整理自[12]。

圖 2.2.7 總盈汽車智慧公車管理平臺

除蒐集電動大客車相關數據資料進行即時監控及視覺化呈現外，並針對電動大客車營運指標如妥善率、用電效率及續航力進行分析，以各指標長期趨勢變化，掌握不同季節或特殊環境、路線之影響；此外，透過比較不同車輛之相關資料，找出對應之問題駕駛，以進一步進行駕駛溝通、教育訓練，達到改善整體營運效率(圖 2.2.8)。



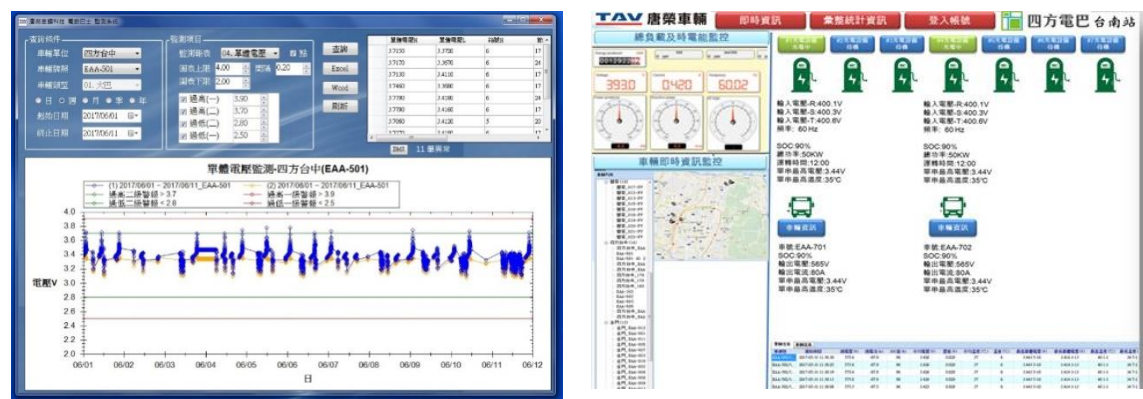
資料來源：本計畫整理自[12]。

圖 2.2.8 總盈汽車電動大客車用電效率及行車分析

3. 唐榮車輛科技股份有限公司

唐榮車輛科技股份有限公司於民國 91 年成立，民國 103 年起量產唐榮申沃電動大客車上市，並於桃園、臺中、臺南、高雄及金門等縣市設有充電站。其針對商用電動大客車建有 BMS 電池管理系統，由唐榮車輛內部監控電池狀況使用，車載機透過 4G 方式將資料傳輸至系統(圖 2.2.9)，充電裝置則於充電時傳輸資料，BMS 電池管理系統功能包含：

- (1) 車輛電池及充電裝置即時監控：即時車輛電池與充電狀況。
- (2) 互動式智慧儀表板：透過裝設之監控設備以 4G 即時傳送至車載系統，並由互動式智慧儀表板顯示即時提醒駕駛。
- (3) 即時車輛分析：有關車輛之行車資訊同步傳送至雲端平臺，由遠端車輛控制中心進行即時分析、判斷車輛狀況。
- (4) 異常排除：透過遠端方式針對車輛異常問題進行排除。



資料來源：本計畫整理自唐榮車輛科技股份有限公司提供資料。

圖 2.2.9 唐榮車輛 BMS 電池管理系統

4. 凱勝綠能科技股份有限公司（及能海電能科技股份有限公司）

凱勝綠能科技股份有限公司於民國 101 年成立，主要業務為電動車研發、組裝生產及銷售。凱勝綠能於民國 107 年與研華科技共同開發車載機設備平臺，惟因開發成本問題，現已暫停開發，並於 108 年與詮鼎科技股份有限公司洽談，將以詮鼎現有柴油車載機平臺為基礎，另外開發電動大客車的車載機平臺(圖 2.2.10)。

凱勝綠能亦與以電動車充電站之設置、儲能系統研發、機電能源技術、租賃服務銷售為主之能海電能合作，開發充電設施搭配營運管理系統(大數據+物聯網+APP)，可於後台針對充電相關資料進行數據分析，包含電池單體及電池組健康狀況診測，透過比對新品電池及受測電池數據資料評估電池健康狀況，並透過視覺化儀表板呈現包含儲能站狀態、電能轉換運行、電池運行狀態等資訊。

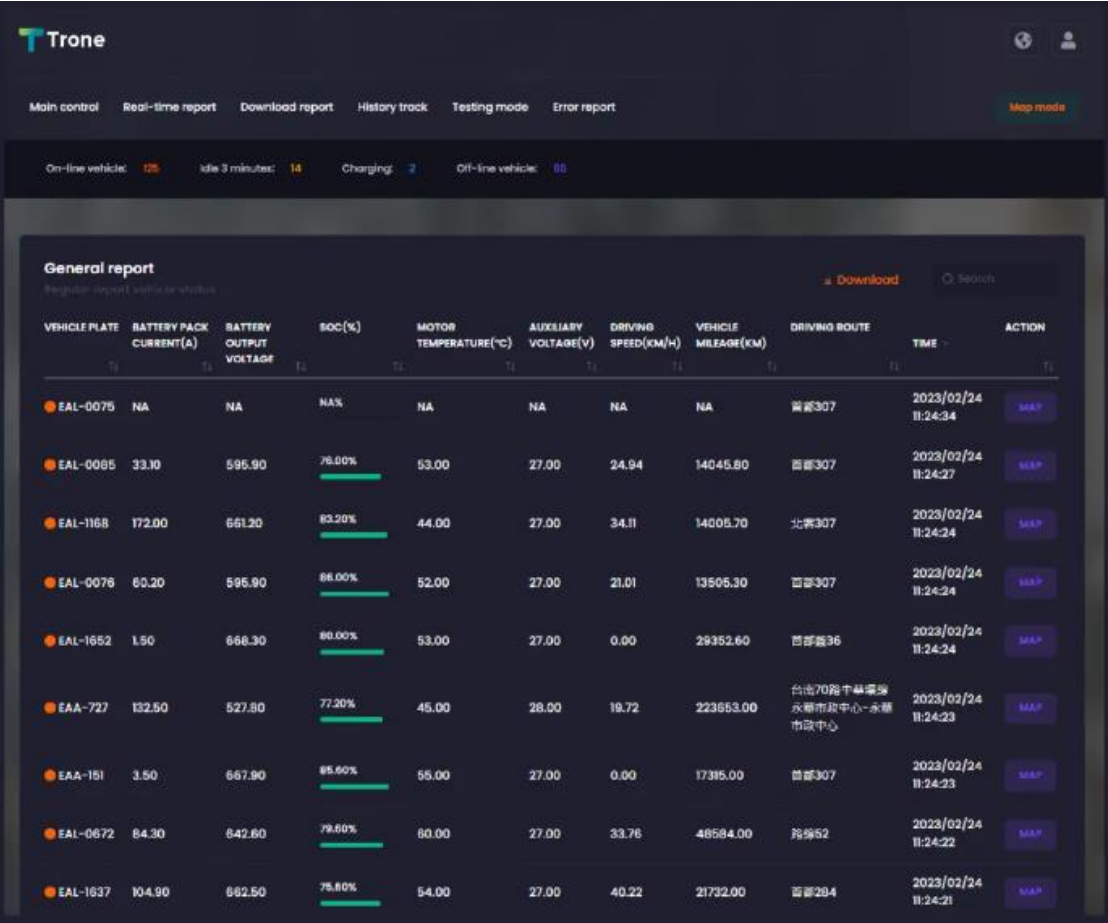


資料來源：本計畫整理自能海電能科技股份有限公司提供資料。

圖 2.2.10 凱勝綠能使用之能海電能營運管理系統

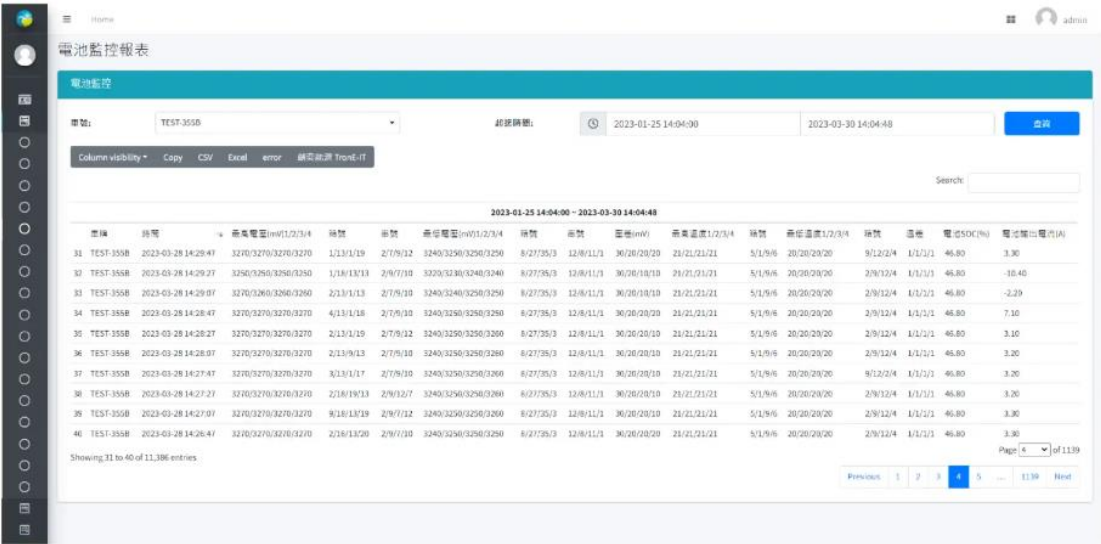
5. 創奕能源科技股份有限公司

創奕能源科技股份有限公司於民國 100 年成立，在民國 107 年為臺灣電動大客車最大供應商，並對動力及儲能材料、元件、系統有專業的開發技術及創新。創奕能源之雲端車管系統可遠程監控車輛狀況，並利用預防式維護，根據之前所蒐集的資料及經驗提早進行排程修復，提升產品之妥善率。其電動車輛也安裝動力電池，使用 BMS 電池管理系統進行車輛電池即時監控，估測電池剩餘電量、電池異常警告、電池電流測量、電池溫度測量等讓電池發揮最佳效能，達到最長壽命（圖 2.2.11 與圖 2.2.12）。



資料來源：本計畫整理自[10]。

圖 2.2.11 創奕能源公司車隊管理系統



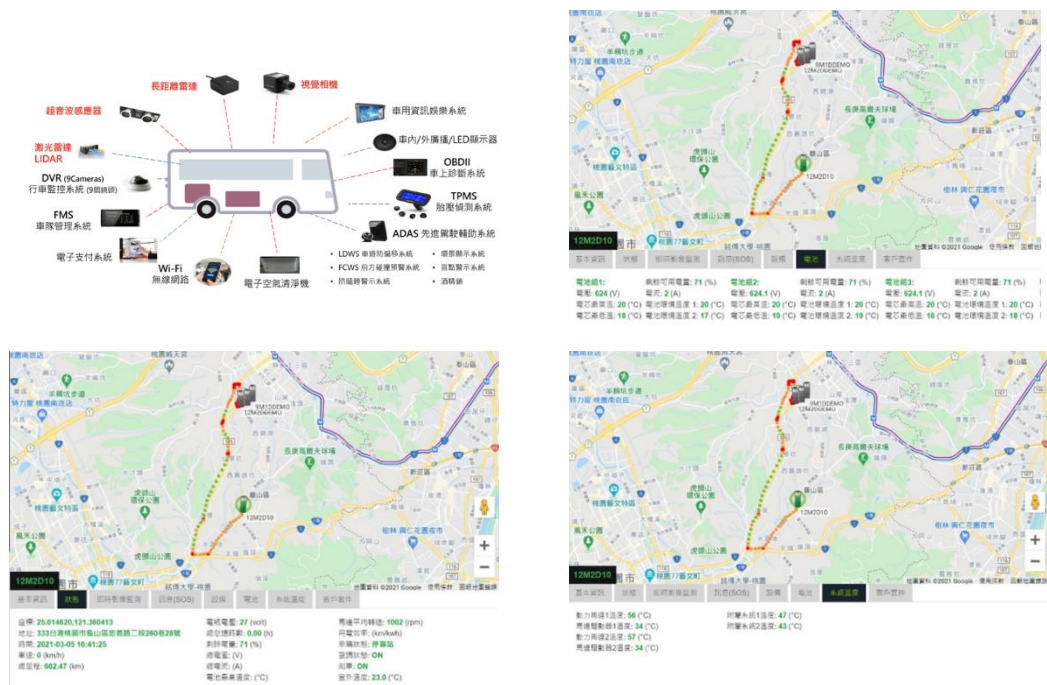
資料來源：本計畫整理自[10]。

圖 2.2.12 創奕能源公司電池管理系統

6. 成運汽車製造股份有限公司

成運汽車製造股份有限公司於民國 92 年成立，主要業務為柴油、電動大客車及其零件製造。成運汽車有成運汽車管理雲系統，監控車輛狀況並針對電動大客車營運指標進行大數據分析，同時也可追蹤巴士排班狀況及車輛零件維護資訊(圖 2.2.13)。成運汽車管理雲系統功能主要包含：

- (1) 車輛即時狀態：顯示車輛即時整體資訊，包括剩餘電量、電壓、馬達平均轉速、溫度.....等，並透過車上 GPS 顯示座標、車輛位於地址、車速，有效監控車輛狀態。
- (2) 車輛電池資訊：電池電量、剩餘電量、及電芯環境狀態，提升車輛安全性，有效監視電池狀況，並為未來工程研發單位掌握實際數據。
- (3) 系統溫度：車輛馬達及附屬系統溫度顯示，使後台管理單位以及駕駛可提前發現問題進行有效排除。



資料來源：本計畫整理自[9]。

圖 2.2.13 成運汽車製造股份有限公司車隊管理系統

2.3 國外電動大客車數據分析與應用發展方向

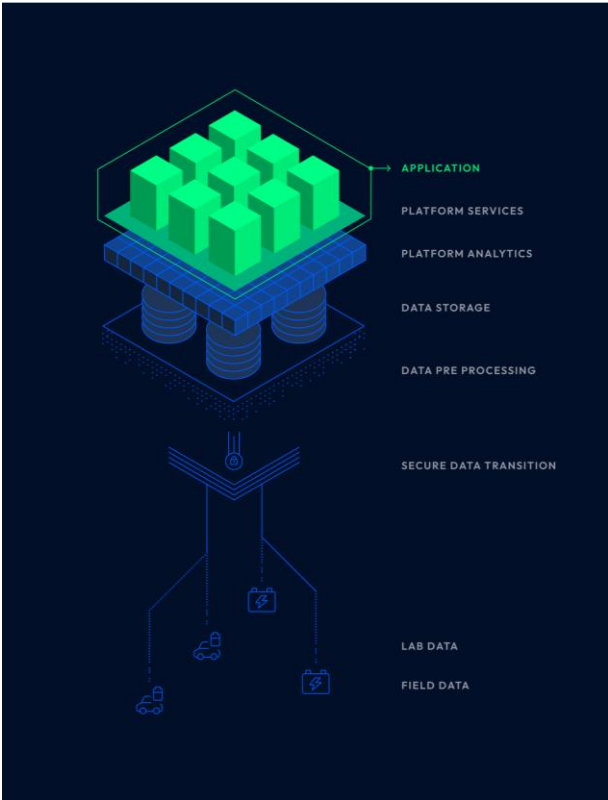
2.3.1 國外電動大客車營運數據分析與應用概況

本計畫初步蒐集包括 TWAICE、Silver Power Systems、宇通客車、Proterra、Volvo、Chariot Motors 等國外業者導入電動大客車營運數據分析與應用的實際案例，掌握各個案例的分析項目、視覺化呈現與數據分析技術等應用發展趨勢，藉以做為本計畫之參考。說明如下：

1. TWAICE

TWAICE 常年致力於電池資料處理與分析軟體開發，其軟體透過 AI 技術建立模式與龐大資料庫，將多項電池資料整合存取於其自家開發的分析平台，以滿足其系統設有之電池管理系統(BMS)、電能管理系統(EMS)、資料採集與監視系統(SCADA)及系統資料的要求，且 TWAICE 從汽車電池和電池儲能系統(BESS)蒐集相關數據並即時上傳至雲端平台。此外，系統會訓練開發模型，改進對電池壽命的預測，以深入了解電池的當前狀態，滿足每個案例的需求並獲得最準確的結果。

此外，TWAICE 的車輛電池預測分析軟體，有提供儀表板以監控車輛或能源儲存系統中的電池狀況和效能，使車隊管理人員深入了解電池的健康狀態和剩餘壽命，進而能制定具體的優化措施，這將有助於提高電池的使用壽命、降低維護成本，並確保車隊的營運效率。



資料來源：本計畫整理自[23]。

圖 2.3.1 TWAICE 電池分析平臺架構圖



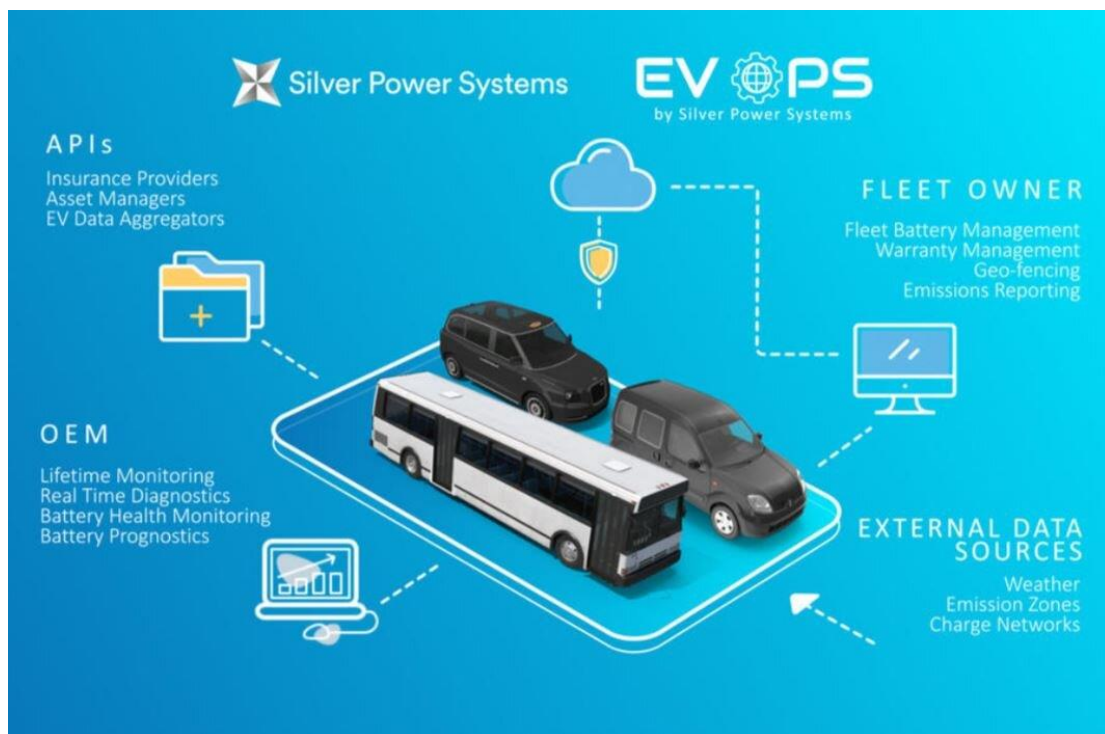
資料來源：本計畫整理自[23]。

圖 2.3.2 TWAICE 電池監控軟體示意圖

2. Silver Power Systems

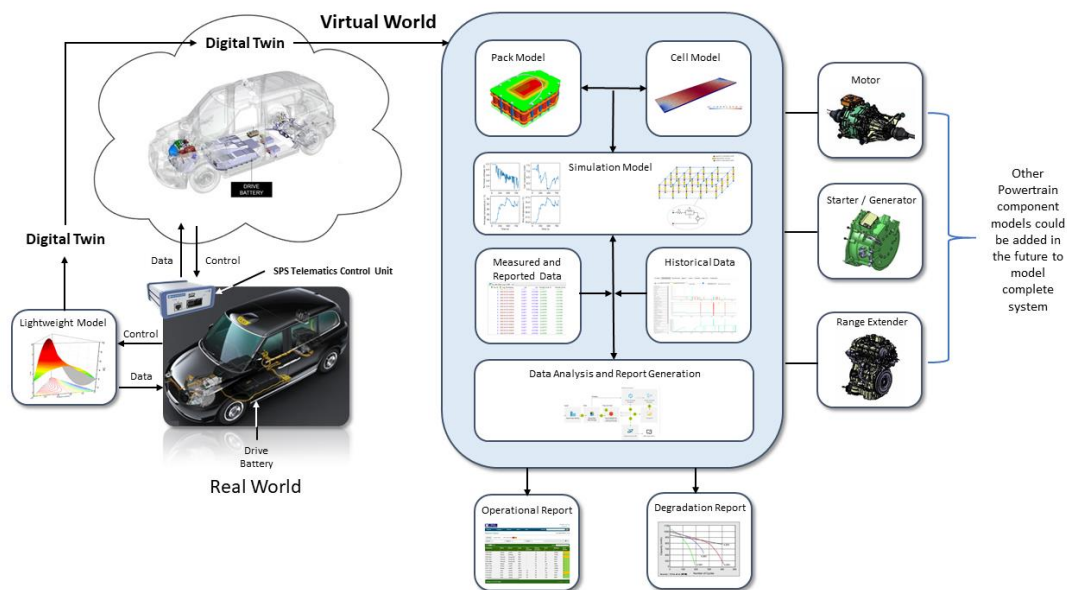
Silver Power Systems 利用電池資料及車輛遠端資料，以機器學習與數位孿生等技術為基底開發模式與能源管理平台 EV-OPS，系統會透過車機不斷將車輛旅程歷史、旅行距離、行駛速率、車輛休息時間、行程消耗之 SOC、充電位置、電池的充放電事件、電池溫度變化、相關環境條件及位置等資料上傳至平台以分析車輛電池壽命與用電效率，並藉以提供訓練模式所需的大數據，使更精確地分析結果。

系統會將所蒐集之車載記錄、通訊資料、雲端資料、複雜環境參數分析及其他相關蒐集數據，與即時車輛資訊、電池使用生命週期及即時電池狀態等，透過平台與儀表板以視覺化方式呈現給使用者。使用者可透過電腦或手機即時掌握車輛電池使用效能、電池退化情形及車輛運行效能，以提升營運效率與車輛使用安全。



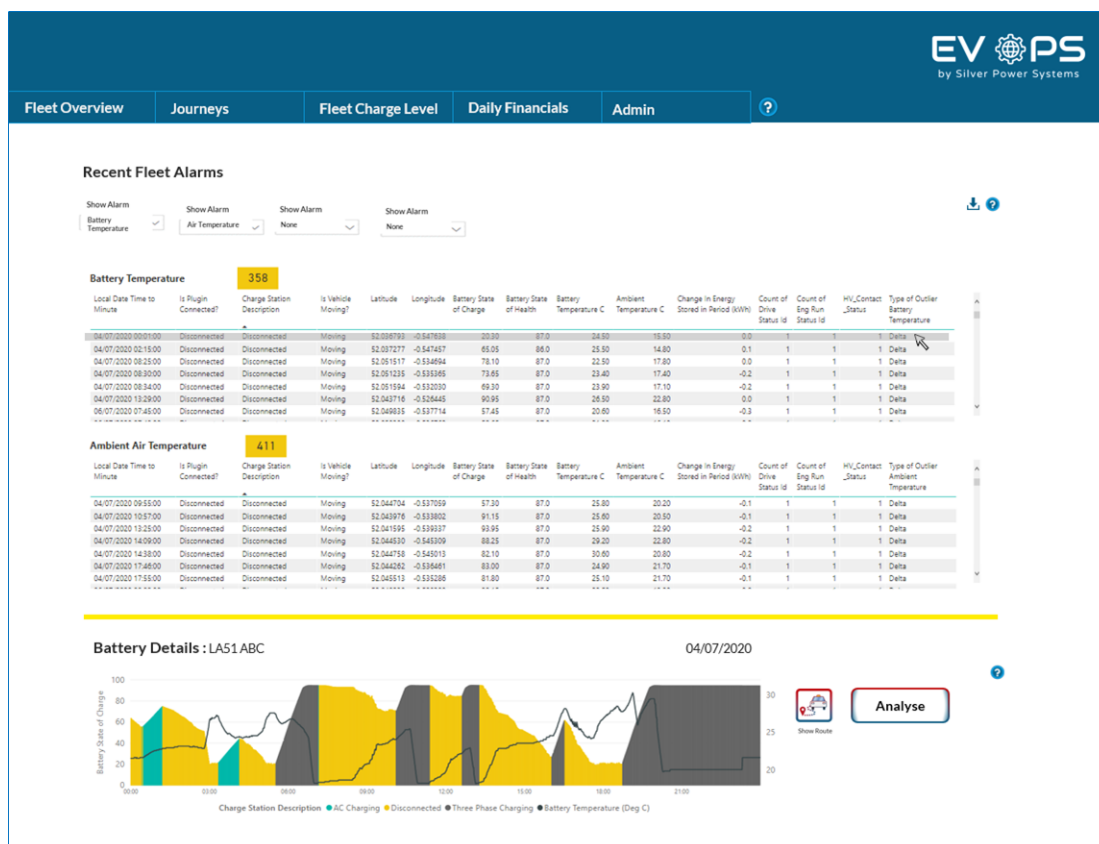
資料來源：本計畫整理自[22]。

圖 2.3.3 EV-OPS 平台資料蒐集與上傳示意圖



資料來源：本計畫整理自[22]。

圖 2.3.4 EV-OPS 功能架構圖



資料來源：本計畫整理自[22]。

圖 2.3.5 EV-OPS 平台電池與車輛監控畫面

3. 宇通客車

宇通客車位於中國大陸，是一家集電動大客車之產品研發、製造與銷售為一體的大型企業，為國際主流電動大客車供應商之一。宇通近年亦致力於電動大客車車隊數據管理平台「睿控 E 平台」之研發，其平台具備龐大資料庫，蒐集車隊基本資料、車輛與電池之使用與用電紀錄、駕駛行為紀錄、車內外溫度記錄、充電費率等，應用 AI 技術，分析營運數據並可即時監控車隊使用情形，以降低人工操作時間與達成智慧化管理，並解決過往電動車車輛續航力不佳、營運管理不易等痛點。



資料來源：本計畫整理自[8]。

圖 2.3.6 宇通客車「睿控 e 平台」具備功能

4. Proterra

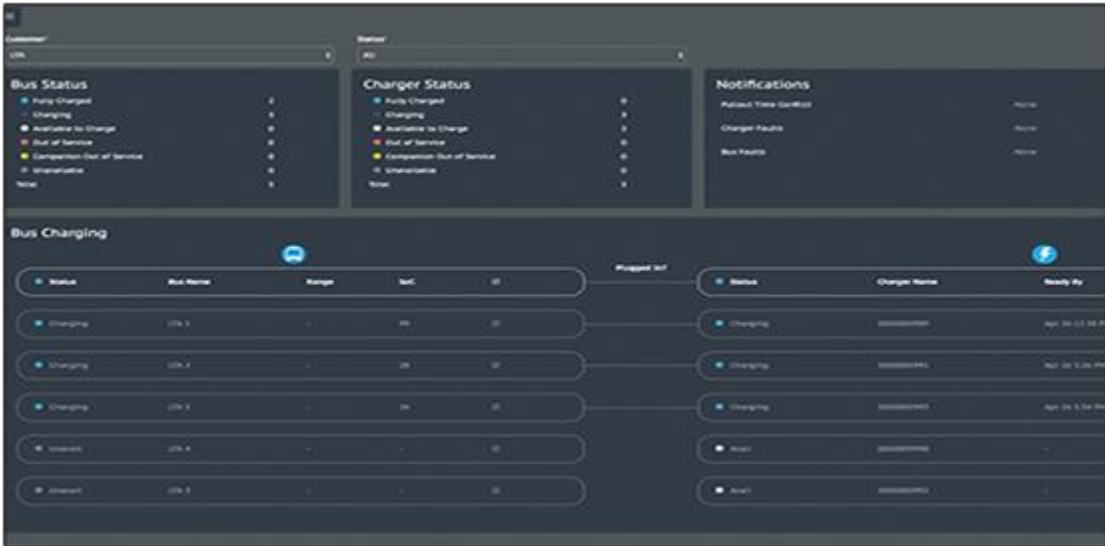
Proterra 為美國電動大客車廠商，開發智慧連網車輛系統 Proterra® APEX™。客戶可透過該系統，取得電動巴士車隊之歷史與即時營運資訊，亦可透過大數據分析進行車輛及充電樁遠端診斷、異常排除與預防性維護作業，進而減少充電站及維修站到場處理(on-site visits)的頻率，並提供降低成本及提高營運效率之建議，達到車隊及充電營運最佳化。其功能包含：

- (1) 車輛即時軌跡查詢：查詢車隊即時位置、路線與時間。
- (2) 車輛監控與紀錄：以 15 秒 1 筆之頻率回傳車輛營運資料，已進行監控與紀錄車輛營運數據資料，上傳資料包含行駛車速、行駛時間與行駛里程數。
- (3) 電池狀況監控與紀錄：以 15 秒 1 筆之頻率回傳電池資料，上傳資料包含電池溫度、電池 SOC、電池用量(Energy Usage)(kWh)、電池效率(kWh/英里)。
- (4) 充電狀況監控與紀錄：於車輛充電時依據 OCPP1.6 充電協定進行資料傳輸，另可手動開啟或關閉監控系統，上傳資料包含充電開始時間、充電結束時間和充電設定限制。
- (5) 車輛異常警示：當車輛狀況或行駛路線出現異常時，客戶將會由電子郵件或簡訊通知收到警示資訊，Proterra 公司客服也會接收通知並從旁提供服務。
- (6) 行動介面：系統上提供資料，客戶亦可透過行動裝置觀看，掌握系統資訊。
- (7) 其他資料蒐集：如車輛行駛時之外部氣候、氣溫與該次行駛減少的溫室氣體排放量。



資料來源：本計畫整理自[19]。

圖 2.3.7 Proterra 智慧連網車輛系統



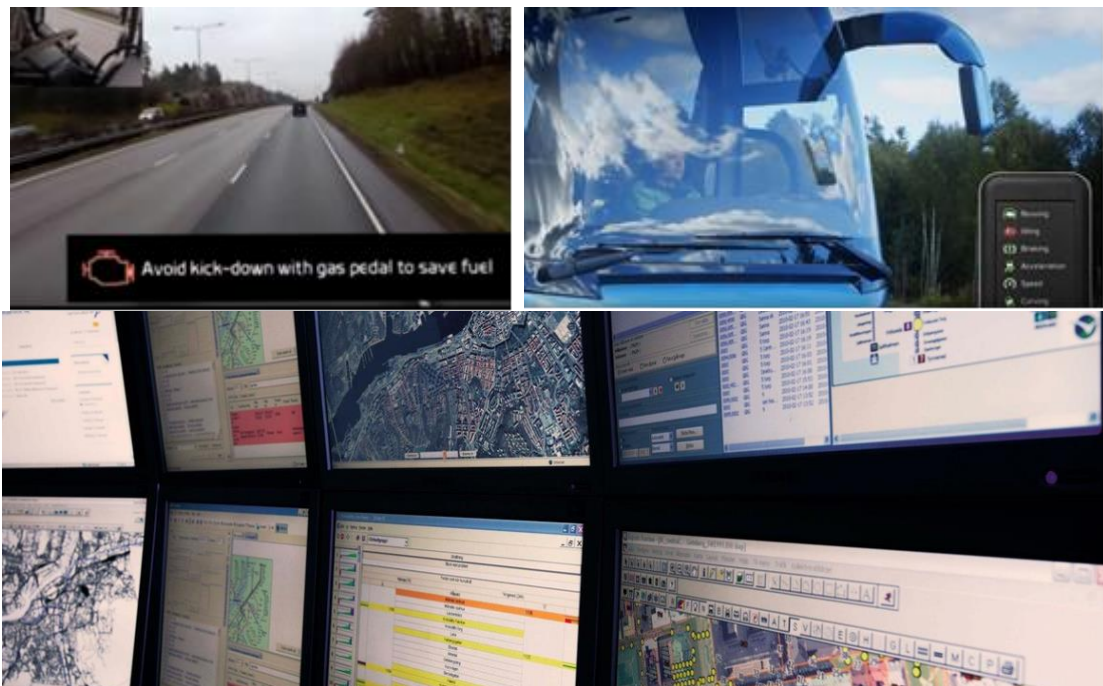
資料來源：本計畫整理自[19]。

圖 2.3.8 Proterra 充電管理介面

5. Volvo

瑞典車廠 Volvo 之 I-COACHING 系統可即時追蹤多項動態參數、技術事件與地理位置，藉以即時擷取、處理資料並分析駕駛行為，藉以建議駕駛以更節能、安全且可提高乘客舒適之方式行駛。另外系統可透過車輛事件統計資料(如溫度警示、車門開啟次數等)，辨識系統性且重複發生的問題，進而針對每輛車提出個別的保養與維修計畫，以達到最大的成本效益。其功能包含：

- (1) 追蹤駕駛行為參數：駕駛於行駛時若出現轉速(rpm)、怠速(hh:mm:ss)、煞車(m/s²)、加速度(m/s²)、車速(km/h)與彎曲度(m/s²)6種參數異常時，系統會立即提供駕駛警示燈號。
- (2) 追蹤與管理車輛行為參數：追蹤車輛溫度、車門開啟的次數與車輛技術事件的警示，進行電池與車輛的監控與管理。
- (3) 提供即時駕駛建議：系統會根據駕駛行駛狀況提供即時的駕駛建議與如何省油/省電的建議。
- (4) 保養排程建議：提供駕駛人保養排程建議，並根據車輛使用狀況進行即時排程調整。



資料來源：本計畫整理自[24]。

圖 2.3.9 Volvo I-COACHING 車隊管理系統

6. Chariot Motors

Chariot Motors 為保加利亞一家提供電動車相關產品及服務之公司。其開發與電動巴士相關之軟體系統分為兩類，Gemamex 和 Abrites，分別專攻充電場站監測管理和車況監測管理。Gemamex 系統之特色為：

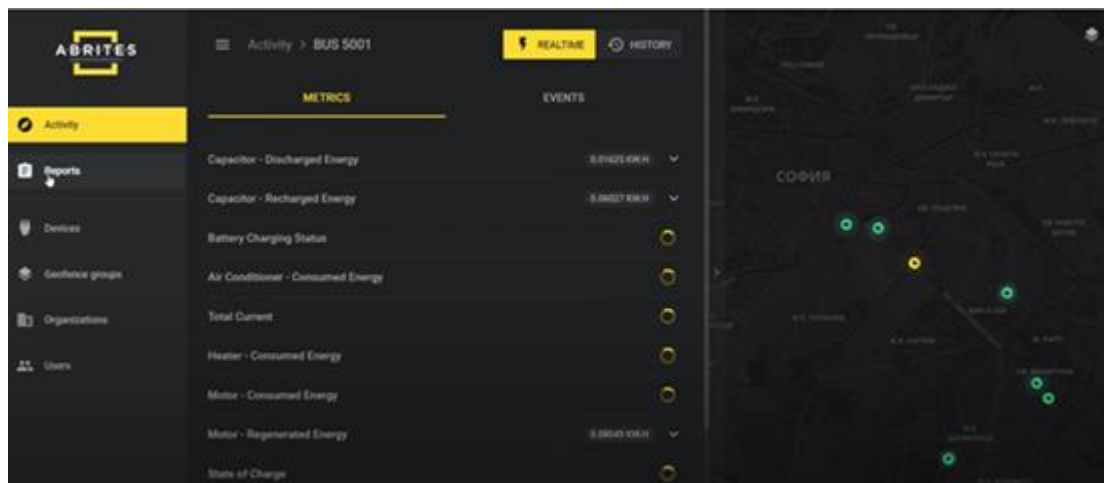
- (1) 提供場站狀態訊息
- (2) 充電歷程紀錄
- (3) 電動大客車的能源消耗和歷程紀錄
- (4) 歷史數據庫編制
- (5) 對紀錄進行時間同步



資料來源：本計畫整理自[14]。

圖 2.3.10 Gemamex 管理系統

Abrites 系統之使用者功能包括，遠程診斷電動巴士出現的問題，實時監控電動巴士的技術狀態和運動情況，並將其生成報告。Abrites 系統之電力模組提供實時追蹤功能，包括每輛電動巴士不同部分的能量消耗和再生能量、當前超級電容器電壓及各子系統的能耗。



資料來源：本計畫整理自[14]。

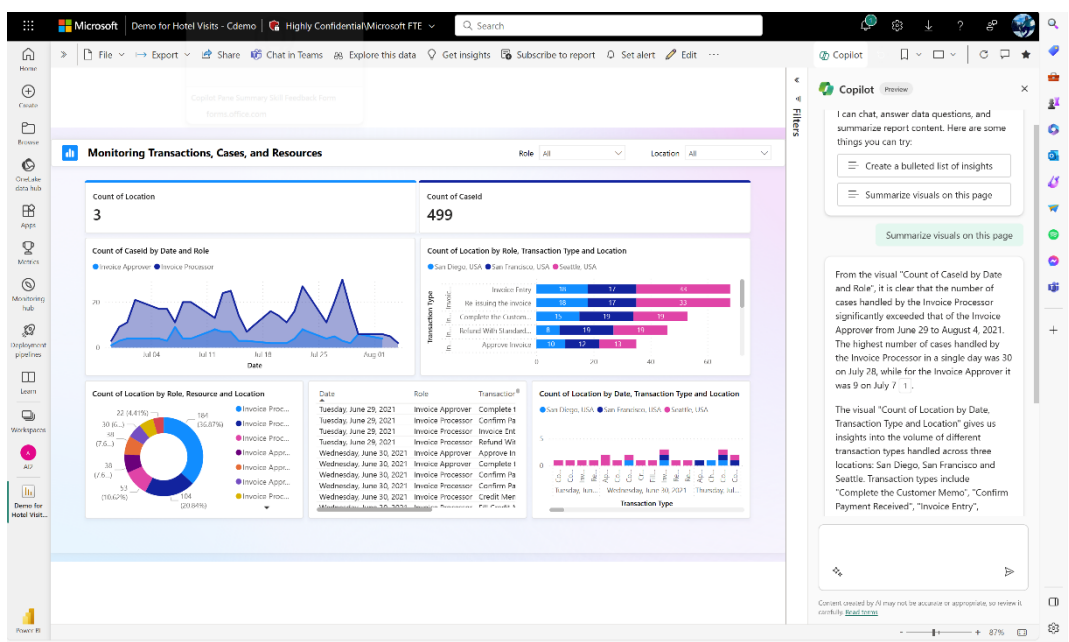
圖 2.3.11 Abrates 管理系統

2.3.2 資料視覺化之 AI 技術應用-Microsoft Azure AI

本年度工作包含針對電動大客車營運數據，進行大數據與視覺化分析，並探討於 AI 應用。過去常用視覺化工具包含商業智慧分析軟體 Tableau、Microsoft Power BI、GIS 軟體或透過 R/Python 語言套件開發呈現之視覺化頁面，以及自行撰寫網頁程式語言開發的圖表視覺化介面等。隨著 AI 技術的日益成熟，其應用範疇也愈加多元化，包含透過 AI 協助視覺化分析及呈現。目前市場上結合 AI 進行視覺化呈現較成熟的產品之一為微軟的 Power BI，本計畫探討該產品相關內容，評估 AI 工具於本計畫應用之可行性。

1. 視覺化分析工具-結合 Copilot 的 Power BI

微軟推出的 Azure AI，不僅具備自然語言處理、計算機視覺、語音識別和機器學習等功能，還能與各種應用程式相互整合，其中亦包含將 Azure 服務整合到 Power BI 中，可以輕鬆實現資料的連接、轉換和模型建立，還能運用 AI 自動生成見解等，依照使用者需求產製 Power BI 報表和出色的儀表板視覺效果，不僅簡化資料處理流程，亦使得使用者能快速進行數據分析，實現 AI 與視覺化的強大結合。



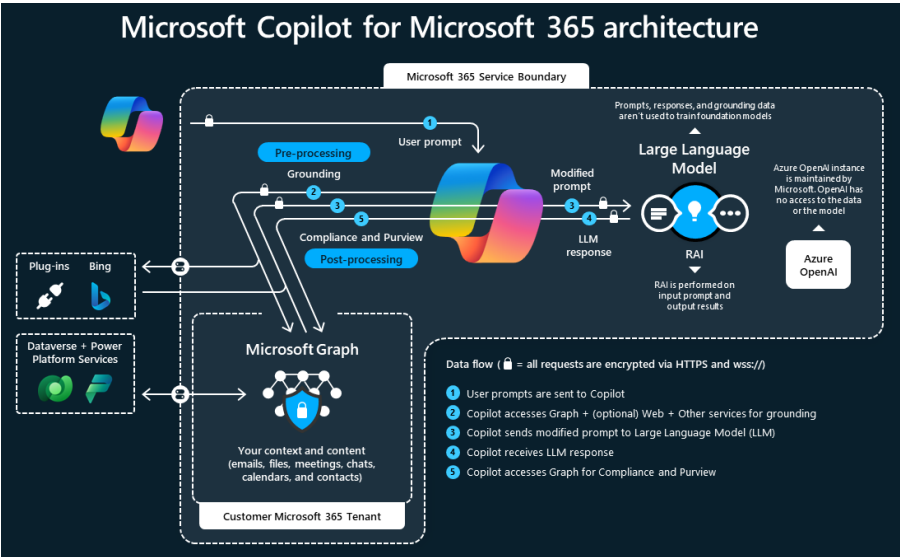
資料來源：本計畫整理自微軟官方網站。

圖 2.3.12 Copilot 整合應用於 Power BI

除了資料整合平台能提高作業流程外，生成式 AI 的協助能夠進一步提升互動體驗。雖然 Azure AI 幫助開發人員在 Azure 雲端平台上建立智能應用程式，提供多種 AI 相關功能，但由於其需要透過程式鑲嵌至應用程式中，對於沒有程式經驗的使用者來說上手較為困難。相較之下，透過大型語言模型訓練的生成式 AI 聊天機器人 Microsoft Copilot 則適合所有使用者，能以自然語言對話，用於微軟應用程式中，使用者可以用簡單的語句生成複雜的視覺化結果，快速達成使用者的需求。

Copilot 在應用程式中接收使用者輸入提示、預先處理提示並探索相關文字內容、大型語言模型訓練並檢核安全性和隱私權，最後回應至應用程式及使用者。Power BI 結合 Copilot 並應用自然語言查詢，能協助完成以下工作：

- (1) 建議報表內容：根據提供之資料協助建立報表，包含報表大綱、報表內容及個別頁面的視覺化效果。
- (2) 建立報表頁面：透過識別資料的資料表、欄位、量值和圖表協助建立報表頁面，並可給予相關提示進行報表分析，此外使用者可依據介面編輯工具進行自訂及修改。
- (3) 透過自然語言詢問問題：透過自然語言詢問有關報表和資料集的問題，Copilot 會檢查是否可以在報表視覺效果中找到答案，如無法，則會建立新的視覺效果頁面。



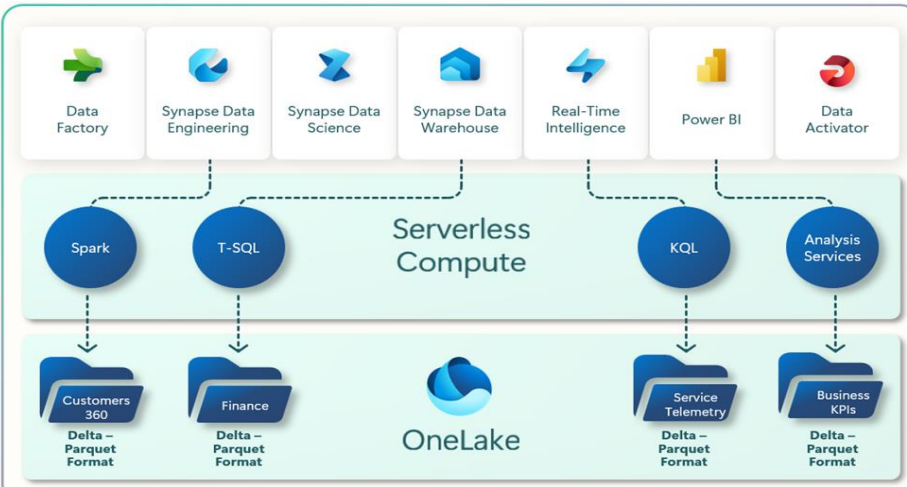
資料來源：本計畫整理自微軟官方網站。

圖 2.3.13 Copilot 接收至回應流程架構

2. 資料整合分析工具-Fabric

除數據分析的視覺化呈現，本計畫關鍵指標分析包含從資料蒐集、清理至運算過程，微軟亦提供資料整合分析工具，Fabric 為一數據資料取得、清洗、處理、轉換、正規化、分析至介面呈現的整合服務平台，將資料透過資料湖(OneLake)以集中方式儲存，能提供跨使用者、應用程式共同讀取，避免因資料移轉重複讀取的資源浪費，達到更高效、便捷的資料應用，此整合平台加速資料處理流程的進展，使得各種應用程式能夠無縫協同工作。Fabric 產品特色如下：

- (1) 完整的資料分析平台：提供統一的資料分析架構，滿足不同分析角色的需求，包括數據工程師、數據科學家和數據分析師等，核心功能包含 Data Factory、Synapse Data Engineering、Synapse Data Science、Synapse Data Warehousing、Synapse Real-Time Analytics、Power BI 及 Data Activator。
- (2) 以資料湖為中心：以資料湖(OneLake)方式提供每個用戶使用，所有 Fabric 工作負載皆會自動連接到資料湖，解決由不同開發人員自行配置獨立的儲存帳戶之資料混亂及資源重複問題。
- (3) 以 AI 技術驅動：Fabric 中結合 Azure OpenAI 及 Copilot，開發人員能夠利用生成式 AI 的強大功能處理數據，並使用自然語言進行相關操作，建立資料流和數據管道、生成程式碼和整個函數、構建機器學習模型或視覺化結果。



資料來源：本計畫整理自微軟官方網站。

圖 2.3.14 Fabric 平台與 OneLake 架構

2.4 小結

綜整本計畫相關案例回顧情形與後續之執行方向，說明如下。

1. 第一年期計畫成果

第一年期計畫藉由運研所電動大客車系列計畫初步掌握資訊，並持續與客運業者交流，依據計畫可蒐集之資料，優先研究使用機器學習、深度學習方法，建立用電效率-營運特性數據驅動模型，測試掌握影響能耗之重要變數，提供後續數據分析應用參考。此外，依分析結果規劃資料視覺化呈現，包含剩餘 SOC 監控儀表板與 SOC 健檢儀表板，提醒調度人員車輛是否需進行補電、需補多少 SOC、預計補電時間，並且掌握車輛回站時 SOC 使用量是否正常、是否因潛在問題或車輛調度不佳造成 SOC 剩餘低於 30%，提早對該車輛進行檢查或進行調度管理調整，讓使用者快速掌握實況，以制定相關的決策。

2. 國內外電動大客車營運數據分析應用

本計畫蒐集國內外實際應用案例以掌握發展現況，相關儀表板、監控平台等系統功能多由電動大客車製造商或車隊管理系統之開發商所創建，客運業者多數由電動大客車製造商協助提供之管理介面追蹤車輛與充電營運數據，少部分業者會另行委託系統開發商協助與既有車隊管理系統整合，建立對應電動車輛營運的功能模組。

國內案例部分，多數案例應用於追蹤車輛即時狀態、電池即時狀態，部分系統會進一步整合駕駛行為分析、歷史狀態監管，提供人員訓練、車輛維修之參考資訊。國外案例部分，包含宇通客車、Proterra、Volvo、Chariot Motors 等電動大客車製造商之案例，多應用於追蹤單一車隊之車輛與電池之即時狀態，輔助車隊管理者掌握維運資訊，其中宇通客車結合 AI 技術，其系統除了管理數據，亦根據運行狀態自動調整車輛能耗速度，以維持續航力。此外，國外亦有 TWAICE、Sliver Power System 等車隊管理系統開發商之案例，除了具備國外車輛製造商系統所應用功能，亦透過蒐

集車輛與電池之運行數據與結合 AI 技術以分析車輛用電效率、電池壽命，並支援跨車隊整合，與藉由儀表板向車隊管理者呈現相關數據。有關國內外案例應用功能比較如表 2.4-1 所示。

綜合來看，由車廠或營運商建置之系統，主要蒐集個別服務對象之車輛、充電資訊，提供駕駛與車隊管理者掌握車輛營運狀態。

多數系統係由車輛業者自行開發，僅做為檢視自家生產車隊之營運數據，亦有少數系統開發商開發跨車隊整合分析之系統，可因應市場需求與管理重點，制訂營運績效、維修保養、營運成本與減碳計算等指標分析項目，部分系統也可針對特定狀況設定警示提醒。

本計畫之分析應用資料主體之電動大客車營運數據監控管理平台，係由本所建置、移交公路局維運，因屬政府所建置之資料平台，主要蒐集受補助客運業者之車輛、充電及營運資訊，相對個別業者建置之系統，更具有跨業者、跨車種之資料全面性，但考量共通屬性，可進行指標分析應用的範圍較為侷限，主要做為營運績效與特性初判，業者需對應營運需要與實際營運狀況整合，進一步分析決策。

國內案例相較於國外，較少有結合 AI 技術應用之案例。AI 技術可不斷透過累積巨量數據與強大運算能力，協助進行分析、即時監控、提出改善方案，除了為未來趨勢，亦可藉以減輕人工作業壓力。在電動大客車數據分析應用面上，不論在主管機關監管輔導與客運業者端營運服務上，皆可協助掌握電動大客車車隊在不同外在環境條件下之營運特性與績效，因此國內未來若能引進 AI 技術，不失為提升運作效率之一個選項。

表 2.4-1 國內外案例功能比較

案例 功能	國內案例					
	華德	總盈	唐榮	凱勝	創奕	成運
車輛行駛 里程監控	✓	✓	✗	✗	✗	✗
車輛用電 監控	✓	✓	✓	✓	✓	✓
車輛異常 警示	✓	✗	✓	✗	✗	✗
充電樁用 電監控	✗	✓	✓	✓	✗	✗
溫室氣體 排放量	✗	✗	✗	✗	✗	✗
燃料成本 分析	✗	✗	✗	✗	✗	✗
案例 功能	國外案例					
	TWAIC E	Silver Power System	宇通 客車	Proterra	Volvo	Chariot Motors
車輛行駛 里程監控	✗	✗	✗	✓	✗	✗
車輛用電 監控	✓	✓	✓	✓	✓	✓
車輛異常 警示	✓	✗	✓	✓	✗	✗
充電樁用 電監控	✗	✗	✗	✗	✗	✓
溫室氣體 排放量	✗	✗	✗	✓	✗	✗
燃料成本 分析	✗	✗	✗	✗	✓	✗

資料來源：本計畫整理。

表 2.4-2 國內外電動大客車營運數據應用案例比較

應用功能	具備應用功能之案例	
	國內案例	國外案例
車隊之營運數據分析	全部	全部 (TWAICE、Sliver Power System 有跨車隊管理功能)
結合 AI 技術應用	無	TWAICE、Sliver Power System

資料來源：本計畫整理。

第三章 電動大客車數據分析指標、分析方法與視覺化設計研提

有鑒於本計畫初擬之電動大客車數據分析與資料呈現之作法，需要藉由對外召開座談會以確認執行內容，故本章主要說明本計畫所研提之關鍵指標、視覺化設計初步規劃與對外座談會辦理後之構想調整。

3.1 電動大客車數據分析指標與視覺化設計初步規劃

本計畫彙整由電動大客車平台資訊結合業者端資訊，提出營運管理面與績效監理面之指標項目與資料參數說明(表 3.1-1)，另外對應現況指標應用之資料分析方法，考量業者或機關應用之操作需求主要為歷史資料之分析與追蹤，初步建議朝向大數據資料資料庫清理與程式運算，並結合參數資料統計與數據趨勢分析，取得指標計算結果。

另為利數據分析應用成果之展示，本計畫規劃運用 Tableau 數據視覺化軟體產出數據圖表，方便查詢檢視與評估判斷。

表 3.1-1 初步歸納可包含指標項目與資料參數說明

應用面向	指標計算項目	資料參數說明	資料來源與分析方法
政策監理面	班次妥善率 (平臺完整接收班次比率)	核定班次數、正常行駛班次數	派車憑單、車載機紀錄 資料統計運算
	行駛里程	車輛行駛里程數	派車憑單、車載機及車型紀錄 資料統計運算
	節能減碳效益	路線數、車輛數、車輛年行駛里程數、車公里節能減碳效益係數	環境部線源資料庫、交通建設計畫經濟效益評估手冊 資料統計運算
營運管理面	用電效率	行駛里程、充電設施充電度數	車輛資料、車載機紀錄 充電樁紀錄 資料統計運算
	SOC 預估	• 每趟次 SOC 需求量、當日剩餘趟次數、車輛當前 SOC	• 班表登打 • 車載機紀錄 • 資料統計運算

表 3.1-1 初步歸納可包含指標項目與資料參數說明(續 1)

應用 面向	指標計算項目	資料參數說明	資料來源與分析方法
營運 管理面	低 SOC 追蹤	• 充電前 SOC 電量紀錄、車輛 分時 SOC、行駛趟次數	• 班表登打 • 車載機紀錄 • 充電樁紀錄 • 分月、分季節統計分析

資料來源：本計畫整理。

表 3.1-2 分析關鍵指標與資料視覺化應用對應表

應用 面向	指標計算項目	資料視覺化應用面向
政策 監理面	班次妥善率 (平臺完整接收班次比率)	• 應用面向與資料來源：可應用於追蹤申請補助之車輛路線資料傳輸檢核情形，現階段從平臺接收數據資料彙整。 • 呈現資料：車輛完整接收班次比率(補正前紀錄)、未達標準(98%)之路線或車輛，以及傳輸比率低於 80%之車輛資料等。 • 應用限制：因客運業者向地方政府提報的補正紀錄為班次發車紀錄、行駛軌跡等佐證資料，並未再補上車載機傳輸資料，故傳輸紀錄未隨之補正。
	行駛里程	• 應用面向與資料來源：可應用於追蹤路線車輛行駛里程狀況及異常未發車之情形，需藉由車載機回傳之里程數據資料計算。 • 呈現資料：近三日未發車之車輛列表、查詢單一車輛累積里程數、日平均里程數、進一日發車日里程數等。 • 應用限制：現況車輛行駛里程資料由平臺取得，故針對未納入平臺之紀錄無法納入計算。
	節能減碳效益	• 應用面向與資料來源：可應用於掌握電動大客車於 CO₂ 排放、PM2.5 及燃油成本等節能減碳相關之效益，依車輛行駛里程數據、預設計算公式及參數資料計算。 • 呈現資料：區域範圍及年份之車輛數(市區公車或公路客運)、行駛里程數、PM2.5 減量、CO₂ 減量、燃油成本減少等。 • 應用限制：現況車輛行駛里程資料由平臺取得，故針對未納入平臺之紀錄無法納入計算。

資料來源：本計畫規劃。

表 3.1-2 分析關鍵指標與視覺化應用對應表(續 1)

應用 面向	指標計算項目	資料視覺化應用面向
營運 管理面	用電效率	• 應用面向與資料來源：可應用於追蹤實際行駛時對應不同路線之車輛平均用電效率，藉由車載機回傳之行駛里程與用電量(SOC)資料計算。 • 呈現資料：路線別、廠牌/車型別、車號之平均用電效率。
	班次 SOC 預估	• 應用面向與資料來源：可應用於提供客運業者車輛排班調度與充電規劃的參考，結合班次耗電量(SOC)累積紀錄、進站時剩餘電量及考量當日班表(需由業者另行提供匯入)，提供充電規劃建議。 • 呈現資料：每趟次 SOC 需求量、剩餘趟次 SOC 需求量、預估充電量、進站時剩餘 SOC、充電警示(電量不足完成當日趟次)。 • 應用限制：需由客運業者依當日實際班表狀況更新，且需介接車輛即時資料回傳，否則無法達到即時運算與警示效益。
	低 SOC 追蹤	• 應用面向與資料來源：可應用於追蹤車輛回站時電量偏低之發生頻次與改善情形，作為業者排班調度、充電調整之參考，依每趟車輛到路線終點(或進調度站前)車載機回傳之 SOC 值計算。 • 呈現資料：特定期間、充電站或路線別之車輛回站 SOC 低於 30%之車次數，進行各季資料趨勢追蹤，並提供車輛單日行駛趟次、每趟次 SOC 使用平均值與 SOC 使用軌跡圖。

資料來源：本計畫規劃。

3.2 電動大客車應用指標分析架構調整說明

彙整前一節所研提之電動大客車數據分析關鍵指標(KPI)、資料分析方法與資料視覺化方向，本計畫於 113 年 6 月 14 日邀請包括淡江大學陶冶中教授、交通部路政與監理司、交通部公路局運輸組、邀請參與數據分析應用示範之兩家客運業者等專家學者與相關單位代表召開座談會，藉以進一步掌握實務與學術界對於電動大客車數據關鍵指標之意見與探討可能面臨課題與執行內容參考。(會議簽到表詳見附錄一)

依據座談會意見綜整及期中審查委員意見，在考量本計畫執行限制下，綜整調整電動大客車應用指標分析架構，透過工作會議討論收斂，調整建議從電動大客車營運數據監控管理平台取得資料之可分析應用指標呈現重點，如圖 3.2.1。

1. 政府與客運業者關心議題

- (1) 電能管理與車輛耗能：此部分相對於柴油大客車，為電動大客車營運績效相關性最高之議題，影響車輛選擇、排班調度與營運安全性，相關影響指標項目包括續航里程、電池健康度、用電效率與班次耗電量(SOC)等。
- (2) 乘客體驗與滿意度：此部分為地方政府針對公車評鑑時對應乘客滿意度之議題，主要與提供舒適、穩定服務水準之乘客體驗，相關影響指標項目包括冷氣舒適度(剩餘電量影響空調溫控或開閉)、發車準點性(充電時間不確定性)、加/減速轉換舒適性(電動車無動力延遲、受車款設計與駕駛行為影響)、是否路故(車輛品質穩定性)…等，
- (3) 營運成本與車輛品質：此部分為影響客運業者穩定營運之議題，業者主要針對電動大客車與柴油大客車之差異性進行考量，相關影響指標項目包括實質班次妥善率、車輛購置成本(含車輛、電池、充電設施等)、燃料成本、整體營運成本與補助標準等。
- (4) 節能減碳與碳權效益：此部分為政府就推動電動大客車與淨零排放關聯之議題，相關影響指標項目包括電動車輛數(及占比)、年行駛里程、碳排放及其他汙染減量、碳權減量及額度分配等。

2. 本計畫應用限制

(1) 平臺可取得資料限制

①針對充放電安全性之追蹤，現況平臺雖有蒐集行駛過程之車輛電池平均溫度，然第 1 年期計畫專家學者回饋意見為至少需觀察電池 pack 之最高及最低溫度，才有機會做為電池安全性粗判指標，此項目主要為車輛業者自行追蹤之細項，從平台資料無法取得與進行觀察。

②有關班次妥善率之追蹤，平臺主要依照車輛車載機傳輸資料與車輛上傳至 TDX 之 A2 動態定點資料比對結果進行分析，針對缺漏紀錄部分，客運業者雖可進一步提供佐證資料進行補正，但因補正資料並不會對回到平臺之單一班次紀錄，只能提供總百分比之補正結果；此外，目前公路局就電動大客車補助之作業方式已調整為分層管理，公路局主要掌握各縣市推動數量進度，地方政府責主要負責班次妥善率之追蹤，多數地方政府過去已與客運業者建立班次妥善率之檢核方式；依現行補助要點規定定義之電動大客車班次妥善率，兩種數據都要達標才列入計算。

③針對節能減碳效益估算部分，從平台取得電動大客車行駛里程資料能夠計算減碳量，其中考量之碳排放係數計算基準為整體平均之尾氣碳排放減量，若依碳權計算之公式，需額外取得個別路線燃油車之碳排放量，才能個案比較計算減碳額度。

(2) 計畫分析指標議題關聯性低

①專家學者座談會中，委員提及乘客體驗為公車服務評鑑重要之一環，相關項目雖與公車營運相關，然本計畫主要分析項目係針對電動車特性進行車輛能耗、用電、性能穩定等追蹤分析，另可比對紀錄初步判斷車輛是否路故，但有關冷氣舒適度、發車準點性、加/減速轉換舒適性等項目不在分析範疇。

②針對平臺目前搜集與電動車成本相關之項目主要為購置成本、用電度數與保修成本，其中除用電度數為傳輸資料外，其餘皆為人工填寫，更新之有效性較難以追蹤，且蒐集資料項目以車輛為基礎，並非以整體路線營運成本為標的進行整理分析，較難從平臺取得資料對應路線應用需求。

③有關碳權額度分配議題，從平台取得資料計算之減碳效益可做為碳權估算之基礎，做為碳權分配之總分配額度，故平台資料計算結果可提供總額度應用參考；然經了解國內進行計畫型抵換專案申請之地方政府與客運業者執行經驗，碳權分配細節係依相關單位出資比例或推動情形協議分配。

3. 調整之指標項目

依據計畫執行考量，本計畫後續分析指標主要以車輛能耗、電量追蹤、充電車位利用(充電時間)與節能減碳等指標為主，包括車輛用電效率、電量曲線追蹤、回站時低電量追蹤、充電車位時間利用率、燃料成本節省、推動現況掌握、行駛里程統計、節能減碳效益計算等。

另綜觀本計畫所蒐集之國內外案例，多應用於分析車輛用電效率、行駛里程、節能減碳效益計算、車輛與充電樁現況監控、燃料成本節省之建議等，較無針對用電曲線追蹤、低電量追蹤、充電車位時間利用率等項目分析。有關國內外案例與本計畫指標項目差異，如表 3.2-1 所示。

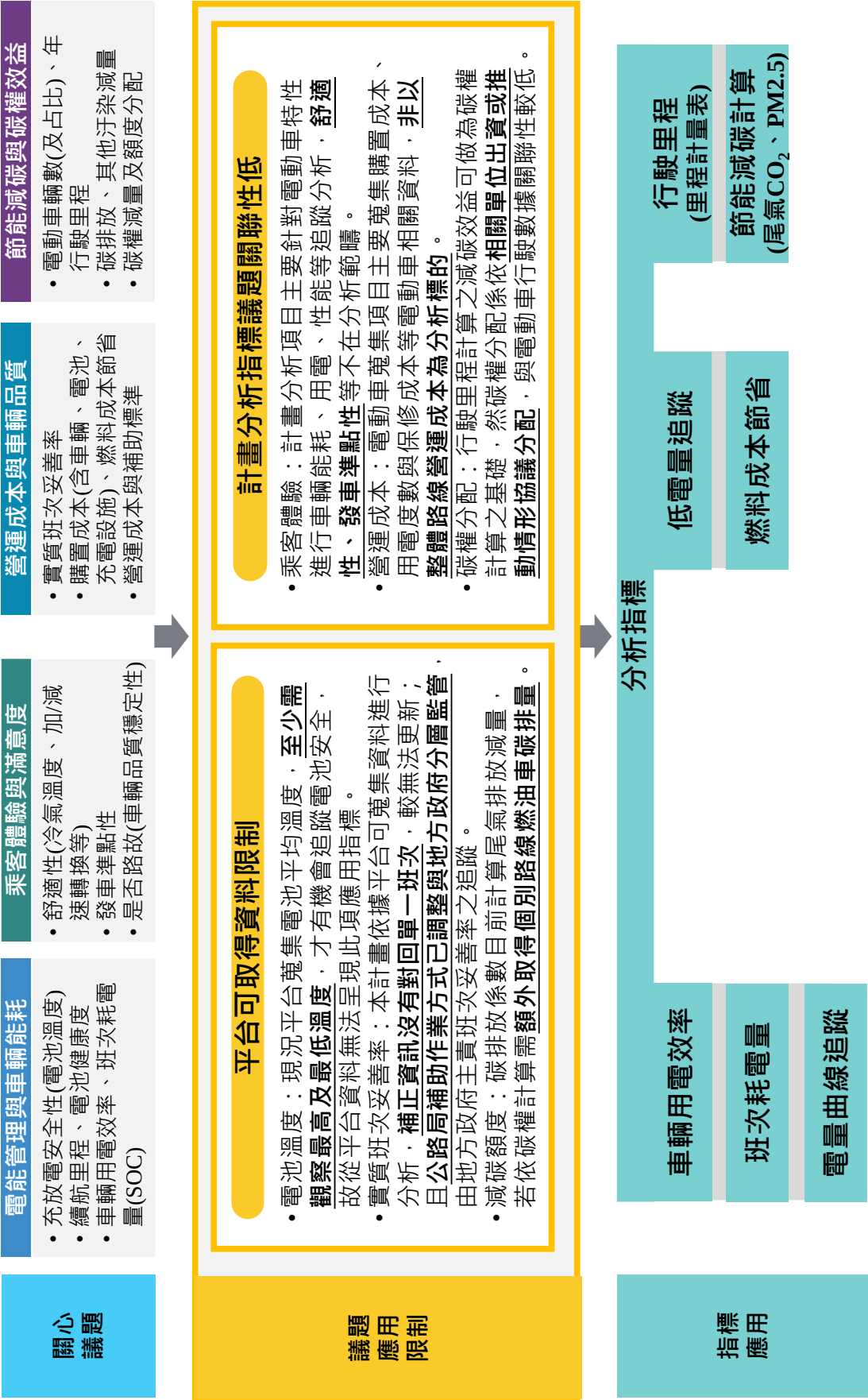


圖 3.2.1 電動大客車營運數據分析指標調整架構

表 3.2-1 本計畫指標項目與國內外案例應用

本計畫指標項目	國內外案例
車輛用電效率	• 華德、總盈、唐榮、凱勝、創奕、成運、TWAICE、Silver Power System、宇通客車、Proterra、Volvo、Chariot Motors
電量曲線追蹤	• 無
低電量追蹤	• 無
充電車位 時間利用率	• 無
燃料成本節省	• Volvo
推動現況掌握 (車輛/充電樁)	• 華德、總盈、唐榮、凱勝、創奕、成運、TWAICE、Silver Power System、宇通客車、Proterra、Volvo、Chariot Motors
行駛里程 (里程計量表)	• 華德、總盈、Proterra
節能減碳計算 (尾氣 CO ₂ 、PM2.5)	• Proterra

資料來源：本計畫整理。

第四章 電動大客車營運數據關鍵指標分析與 AI 應用

延續第三章電動大客車數據分析關鍵指標研擬成果，本章將挑選合適之公車路線，運用車載機及充電設施資料，實際進行指標應用及案例分析，並透過 Tableau 數據視覺化軟體，將大數據分析結果進行視覺化呈現，使主管機關與客運業者能快速掌握相關分析成果，並透過展示運用資料分析，快速掌握電動大客車資料特性，以數據應用提升電動公車政策與營運管理面等效益。

4.1 電動大客車營運數據關鍵指標案例分析

為了解車輛電池能耗以及充電紀錄情形，並針對本計畫於 3.3 節所提出之關鍵指標進行實務應用，針對車輛用電效率、電量曲線追蹤、低電量追蹤、充電車位時間利用率等指標進行實際案例分析，並應用現行統計之電動大客車數量，進行節能減碳效益指標估算，各指標分析重點成果將於本節進行說明，細部分析圖表請參閱附錄二，而分析所提及之車輛號碼皆為部分資訊擷取。

本節數據分析所呈現之視覺化圖表，係採用 Tableau 數據視覺化軟體，該軟體可匯入車載機以及充電設施等大數據資料，並透過儀表板及資料篩選呈現，將大數據資料以較容易判讀的視覺化方式，呈現其資料特性，相關軟體操作介面如圖 4.1.1 所示。

本節指標分析所應用之公車路線資料特性、充電站特性如表 4.1-1、4.1-2 所示，所分析之公車路線案例共計 8 條，皆位於雙北地區，分別以代碼 R1~R8 表示，路線服務型態涵蓋市區型、公車專用道以及市郊通勤等類型，市區型路線之特性為範圍多位於市區內，路線單趟里程約位於 10~15 公里；公車專用道型之特性為公車專用道佔路線長度 40%以上，路線單趟里程約位於 10~15 公里；市郊通勤型之特性則為行駛範圍貫通郊區至市區，路線單趟里程約位於 20~30 公里。

表 4.1-1 關鍵指標分析路線特性對照表

路線代碼	路線範圍	路線服務型態	路線單趟里程(km)	使用車輛數	車輛電池形式	車輛出廠年份	對應分析指標
R1	雙北	市區型	10~13	30 (共同 調度)	鈦酸鋰	2021/04	用電效率
R2			11~14				
R3			11~14				
R4	臺北	市郊通勤	21~22	20	磷酸鋰鐵	2021/11	電量曲線
R5	雙北	市郊通勤	24~26	67*	磷酸鋰鐵	2022/03 2022/04	用電效率
R6	臺北	公車專用道	15~16	21*			電量曲線
R7	雙北	市郊通勤	24~25	7*			電量曲線
R8	雙北	市郊通勤	26~30	20	三元鋰	2021/12	用電效率 電量曲線

資料來源：本計畫彙整。

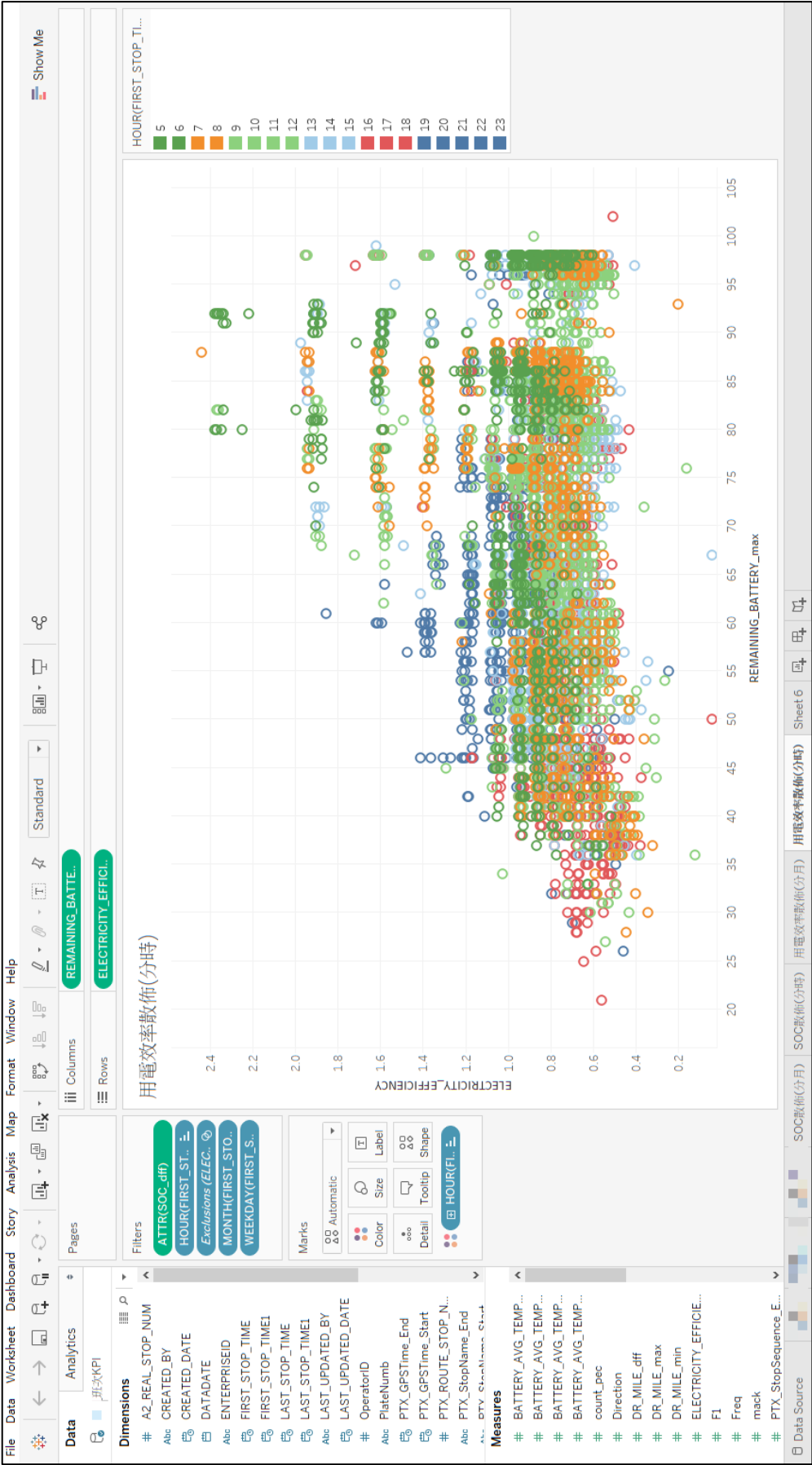
註：1. R1、R2、R3 路線為 30 輛車輛共同調度，各車輛無主要行駛路線，以下分析之各車輛代碼則以 C1-1 ~ C1-30 進行呈現。

2. R5、R6、R7 為同一客運集團路線，本表之使用車輛數僅依主要行駛路線認列，但必要時，車輛可於各路線間調度行駛，以下分析之各車輛代碼則以 C5-1 ~ C5-95 進行呈現。

表 4.1-2 關鍵指標分析充電站特性對照表

充電站代碼	所在區域	契約容量(kwh)	介面標準	充電樁數	充電槍數	充電形式	充電樁最大功率(kw)	單一充電槍最大功率(kw)	車輛規模	對應分析指標
S1	北部	360	GB/T	3	6	直流	120	60	26	低 SOC 追蹤
S2		900	GB/T	15	30	直流	120	60		
S3	中部	499	CCS1	2	3	直流	150/180	150/180	23	
S4		499		2	3				29	
S5		499		2	3				23	
S6	中部	990	CCS1	6	9	直流	180	180	22	
S7	南部	499	Type2	7	7	交流	67	33.5	7	
S8	北部	660	GB/T	11	22	直流	120	60	110	充電車 位時間 利用率
S9		840	GB/T	14	28	直流	120	60	103	
S10		1,800	CCS1	27	54	直流	120	120	63	
S11		1,800	CCS1	10	15	直流	150/180	150/180	38	

資料來源：本計畫彙整。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.1 指標案例分析視覺化軟體(Tableau)介面圖

4.1.1 用電效率指標

1. 分析目標及方法說明

分析目的及案例

本計畫定義之用電效率為車輛平均消耗每度電之可行駛公里數(km/kwh)，用電效率指標之分析目的為欲觀察用電效率是否會隨電池使用時間、季節，而產生明顯變化，並了解各路線、車輛電池形式之用電效率差異。

分析標的及時間彙整如表 4.1-3 所示，包含 R1、R2、R3 路線三年份以及 R5、R8 路線各一年七個月之資料，其中 R1、R2、R3 路線為共同調度 30 輛車輛，各車輛無主要行駛路線，故除了分析各車輛於各路線上用電效率，亦將進行三條路線合併統計計算。

分析方法

統計分析方式為擷取車機及充電設施資料中，各車輛耗電對應之累積行駛里程數，進而計算各車輛每日之平均用電效率(km/kwh)以及平均電池溫度，並針對各車輛、各路線之平均用電效率，進一步進行分季分析，觀察不同年期、季節、車輛之用電效率是否有明顯差異。

表 4.1-3 用電效率指標分析路線時間表

路線代碼	路線範圍	路線服務型態	路線單趟里程(km)	使用車輛數	車輛電池形式	車輛出廠年份	分析資料時間範圍
R1	雙北	市區型	10~13	30 (共同調度)	鈦酸鋰	2021/04	2021/09 ~ 2024/08
R2			11~14				
R3			11~14				
R5	雙北	市郊通勤	24~26	42	磷酸鋰鐵	2022/03 2022/04	2023/02 ~ 2024/08
R8	雙北	市郊通勤	26~30	20	三元鋰	2021/12	2023/02 ~ 2024/08

資料來源：本計畫彙整。

註 1：R1、R2、R3 路線為 30 輛車輛共同調度，各車輛無主要行駛路線。

2：因本計畫計算用電效率係採全日皆行駛同一路線資料進行計算，認列主要行駛 R5 路線之部分車輛會支援其他路線，故本表之 R5 路線使用車輛數與表 4.1-1 會有差異。

2. R1、R2、R3 路線用電效率分析

(1) R1 路線用電效率分析

各車輛行駛於 R1 路線之各季平均用電效率以及各年期同季用電效率變化率分別如附表 2-1 以及附表 2-2 所示，整體而言，受天氣溫度及冷氣使用影響，各車輛多以夏季之用電效率最低，全年所有車輛之平均用電效率，於三年間並未有明顯差異，約介於 0.95 ~ 1.02 (km/kwh)。

(2) R2 路線用電效率分析

各車輛行駛於 R2 路線之各季平均用電效率以及各年期同季用電效率變化率分別如附表 2-3 以及附表 2-4 所示，與 R1 路線分析趨勢一致，各車輛多以夏季之用電效率最低，全年所有車輛之平均用電效率，於三年間亦未有明顯差異，約介於 0.96 ~ 1.02 (km/kwh)，各車輛分析結果與 R1 路線差異不大。

(3) R3 路線用電效率分析

各車輛行駛於 R3 路線之各季平均用電效率以及各年期同季用電效率變化率分別如附表 2-5 以及附表 2-6 所示，與 R1、R2 路線分析趨勢一致，各車輛多以夏季之用電效率最低，全年所有車輛之平均用電效率，於三年間亦未有明顯差異，約介於 0.91 ~ 0.93 (km/kwh)，整體而言，同一車輛於 R3 路線行駛，用電效率普遍會略低於 R1 以及 R2 路線。

(4) R1、R2、R3 路線用電效率綜合分析

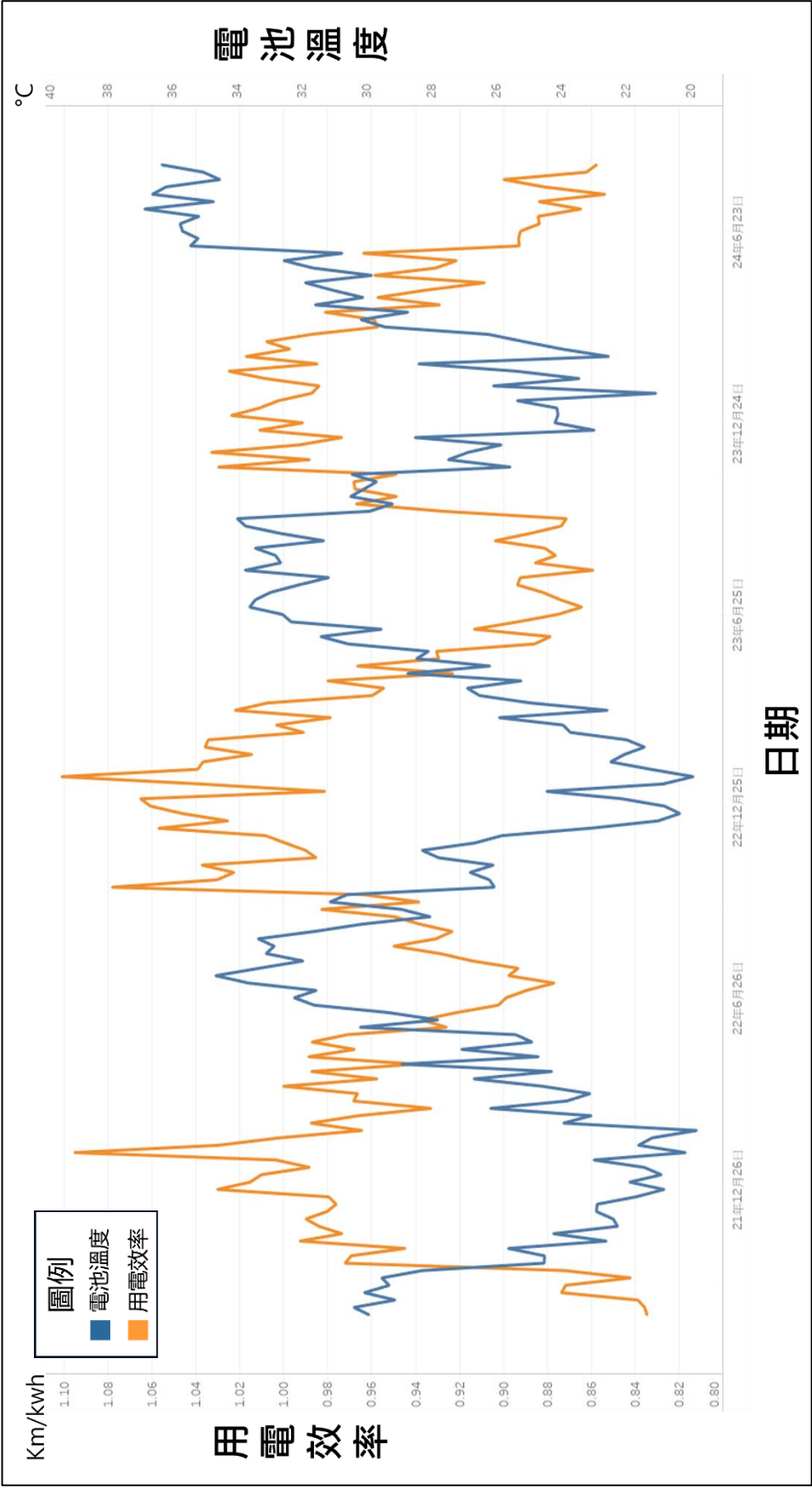
依據上述 R1、R2 以及 R3 各路線之個別分析結果，可以得知三條路線共同調度之車輛，於各季間會進行輪調排班，各車輛並無主要行駛路線，為綜觀各車輛整體之用電效率，故除了分析各車輛於各路線上之用電效率，以下亦將三條路線合併分析之用電效率成果進行說明。

- ①用電效率與電池溫度變化分析：每日所有車輛之平均用電效率以及電池溫度變化呈現如圖 4.1.2 所示，可以觀察出車輛平均用電效率約介於 0.83 ~ 1.10 (km/kwh)，電池溫度則約介於

19.8 ~ 36.9 (度)，整體用電效率與季節變化及電池溫度呈現負相關，氣溫及電池溫度較高時，用電效率相對較低。

②各車輛用電效率分析：各車輛用電效率分布情形可參照附表 2-7、附表 2-8 以及圖 4.1.3，整體而言，**車輛 C1-1、C1-2、C1-6** 於各季之用電效率普遍較其他車輛低，其他車輛間之用電效率則沒有明顯差異。

③各路線用電效率分析：各路線用電效率以及各季變化率綜整於表 4.1-4，分析結果顯示，各車輛行駛 **R3** 路線時，各季用電效率普遍略低於另外兩條路線，但差異不大。若以全年平均用電效率角度進行分析，各路線三年之用電效率無顯著差異，整體而言，**第二年用電效率略佳、第三年有微幅降低趨勢**。



資料來源：本計畫繪製。

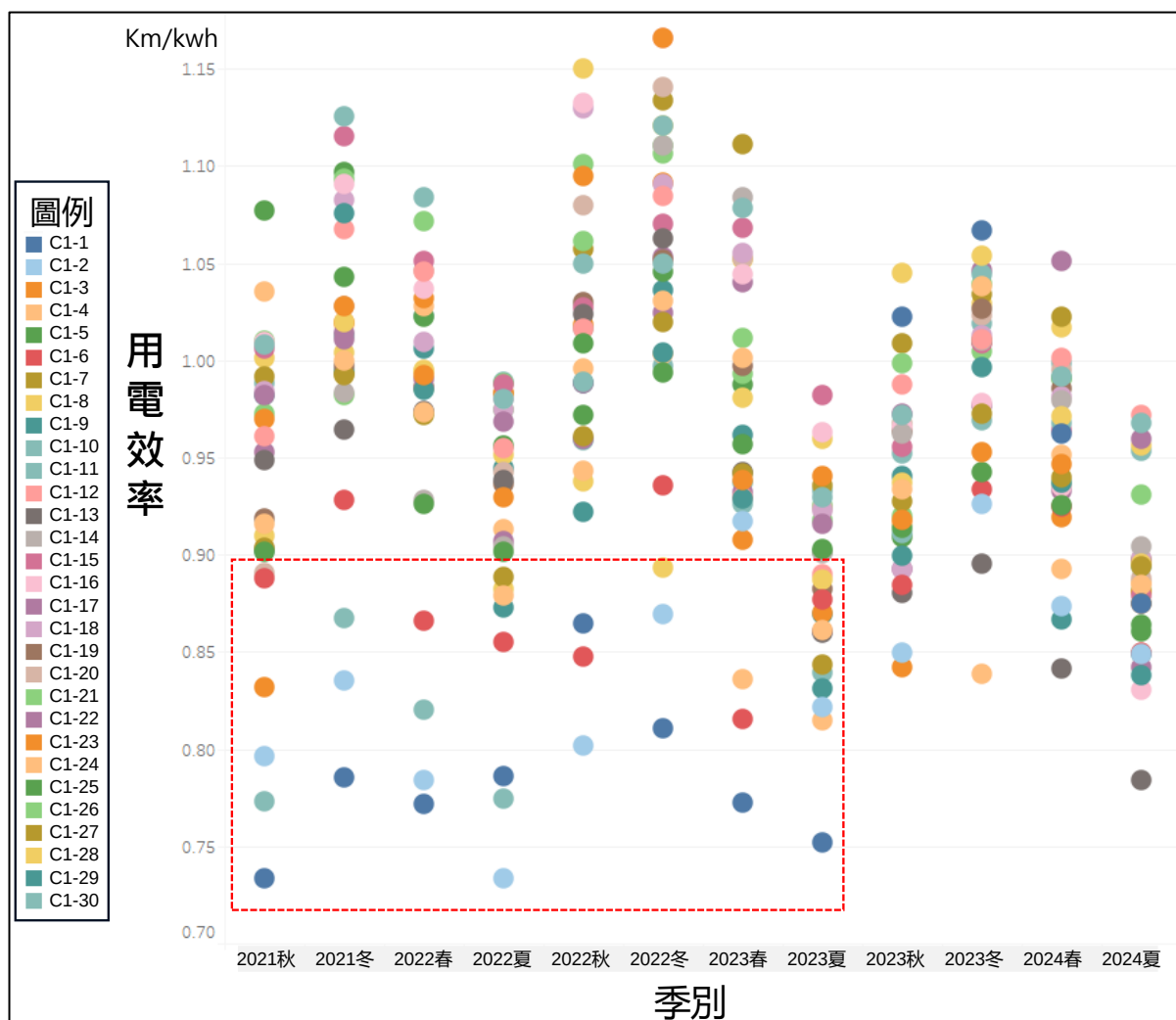
圖 4.1.2 R1、R2、R3 路線用電效率與電池溫度變化分析圖

表 4.1-4 R1、R2、R3 各路線平均用電效率及變化率綜合分析

路線	第一年					第二年					第三年				
	2021 秋	2021 冬	2022 春	2022 夏	平均	2022 秋	2022 冬	2023 春	2023 夏	平均	2023 秋	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均
R1	0.95	1.02	1.00	0.94	0.98	1.05	1.10	1.00	0.91	1.02	0.95	1.01	0.97	0.88	0.95
R2	1.02	1.05	1.02	0.98	1.02	1.03	1.07	0.98	0.91	1.00	0.96	1.01	0.96	0.92	0.96
R3	0.88	0.97	0.92	0.86	0.91	0.94	0.98	0.94	0.85	0.93	0.93	0.99	0.95	0.87	0.93
總計	0.92	1.00	0.97	0.91	0.95	0.99	1.04	0.97	0.88	0.97	0.94	1.00	0.96	0.89	0.95
路線	第 2 年與第 1 年用電效率變化率					第 3 年與第 2 年用電效率變化率					第 3 年與第 1 年用電效率變化率				
	2021 秋	2021 冬	2022 春	2022 夏	平均	2022 秋	2022 冬	2023 春	2023 夏	平均	2023 秋	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均
R1	10.3%	7.9%	0.3%	-3.7%	3.7%	-9.8%	-8.7%	-3.0%	-3.3%	-6.5%	-0.5%	-1.6%	-2.7%	-6.9%	-3.0%
R2	1.0%	1.8%	-4.3%	-7.4%	-1.9%	-7.3%	-5.0%	-1.5%	1.2%	-3.6%	-6.3%	-3.3%	-5.7%	-6.3%	-5.4%
R3	7.1%	1.0%	1.9%	-0.7%	2.3%	-1.2%	1.2%	0.4%	2.1%	0.3%	5.8%	2.2%	2.3%	1.4%	2.7%
總計	8.1%	3.5%	0.1%	-3.2%	2.1%	-5.3%	-3.5%	-1.2%	0.3%	-2.8%	2.4%	-0.2%	-1.1%	-3.0%	-0.7%

資料來源：本計畫彙整。

資料統計區間：2021 年 9 月~2024 年 8 月 (秋：9 月~11 月、冬：該年 12 月~隔年 2 月、春：3 月~5 月、夏：6 月~8 月)。



資料來源：本計畫統計繪製。

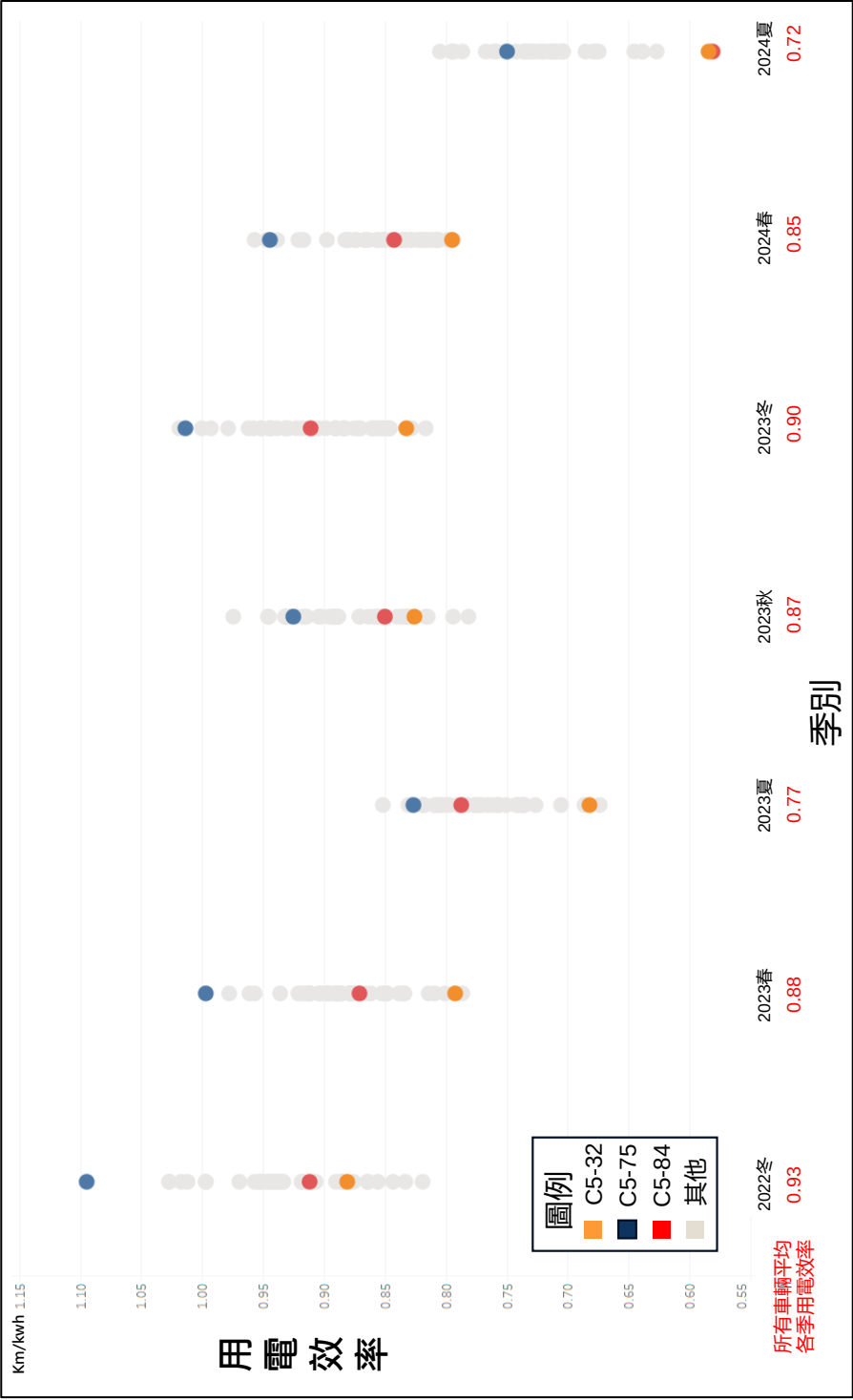
資料統計區間：2021 年 9 月~2024 年 8 月 (秋：9 月~11 月、冬：該年 12 月~隔年 2 月、春：3 月~5 月、夏：6 月~8 月)。

圖 4.1.3 R1、R2、R3 路線各車輛/各季用電效率散布圖

3. R5 路線用電效率分析

各車輛用電效率分布情形可參照附表 2-9、附表 2-10 以及圖 4.1.4，整體而言，第二年之用電效率略低，與前一年同季相比略為下滑，第一年、第二年之平均用電效率分別為 0.84、0.83 (km/kwh)。

車輛 C5-75 分季平均用電效率普遍較其他車輛高；**車輛 C5-32** 分季平均用電效率普遍較其他車輛低；**車輛 C5-84** 普遍接近平均，但於 2024 年夏季大幅低於各車輛平均，建議持續觀察。其他車輛全年平均用電效率則普遍差異不大。



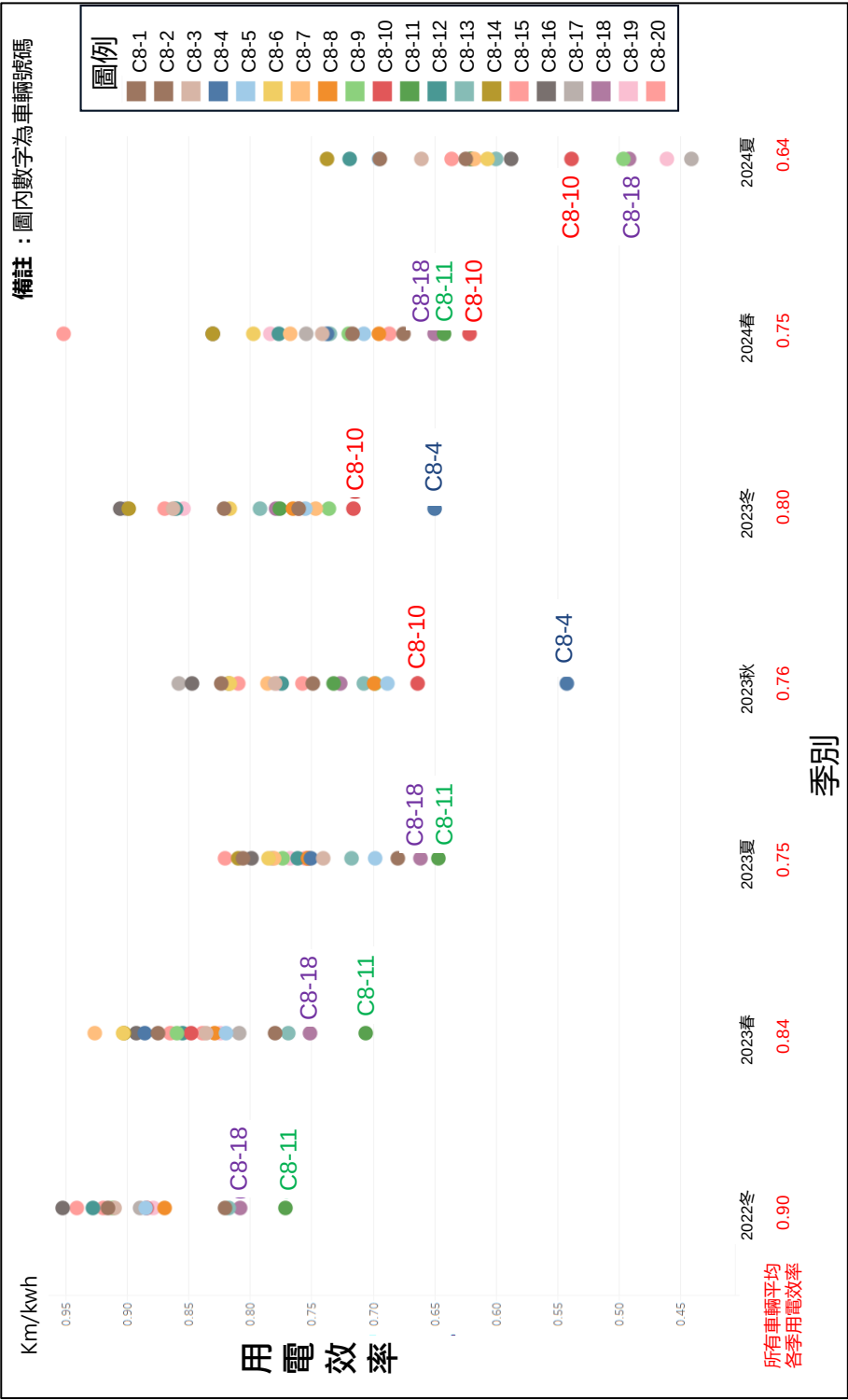
資料來源：本計畫統計繪製。
資料統計區間：2023 年 2 月~2024 年 8 月(秋：9 月~11 月、冬：該年 12 月~隔年 2 月、春：3 月~5 月、夏：6 月~8 月)。

圖 4.1.4 R5 路線各車輛/各季用電效率散布圖

4. R8 路線用電效率分析

各車輛用電效率分布情形可參照附表 2-11、附表 2-12 以及圖 4.1.5，整體而言，第二年之用電效率普遍較低，與前一年同季相比，整體均呈現下滑趨勢，第一年、第二年之平均用電效率分別為 0.81、0.75 (km/kwh)。

車輛 C8-4、C8-10、C8-11、C8-18 分季平均用電效率普遍較其他車輛低，其中，**車輛 C8-11、C8-18** 的用電效率於兩年內同季間變化較小，但每季皆低於各車輛平均；**車輛 C8-4** 於 2023 年秋、冬季之用電效率特別低，並於 2024 年夏季未有運行紀錄；**車輛 C8-10** 的用電效率於 2023 年秋開始大幅下降，建議進一步安排釐清下降原因。其他車輛全年平均用電效率則普遍差異不大。



資料來源：本計畫統計繪製。

資料統計區間：2023 年 2 月~2024 年 8 月(秋：9 月~11 月、冬：該年 12 月~隔年 2 月、春：3 月~5 月、夏：6 月~8 月)。

圖 4.1.5 R8 路線各車輛/各季用電效率散布圖

4.1.2 電量曲線追蹤指標

1. 分析目標及方法說明

(1) 分析目的及案例

為了解分析案例路線中各車輛行駛里程對應之耗電情形，並觀察車輛電池是否有異常掉電之情形，本計畫先行採用 R4 路線之 2023 年 5~8 月進行分析試算，各車輛行駛 5 公里之 SOC 使用量(%)進行探討，藉此對照各車輛耗電差異情形，分析結果發現依據電池特性，各電池各電量區間(%)之可行駛公里數可能會有明顯差異，僅使用行駛 5 公里之 SOC 使用量(%)進行分析，可能無法完全反映各電量區間之耗電差異，故經本計畫考量，電量曲線追蹤指標調整為各電量區間之平均可行駛公里數分析，以下亦將針對分析方法進行說明。

整體分析標的及時間彙整如表 4.1-5 所示，包含 R4、R5、R6、R7 以及 R8 路線一年份資料，其中 R5、R6、R7 路線為同一客運集團路線，各車輛有主要行駛路線，但必要時，車輛可於各路線間調度行駛。

表 4.1-5 電量曲線追蹤指標分析路線時間表

路線代碼	路線範圍	路線服務型態	路線單趟里程(km)	使用車輛數	車輛電池形式	車輛出廠年份	分析資料時間範圍
R4	臺北	市郊通勤	21~22	20	磷酸鋰鐵	2021/11	2023/02 ~ 2024/01
R5	雙北	市郊通勤	24~26	80*	磷酸鋰鐵	2022/03 2022/04	
R6	臺北	公車專用道	15~16	21*			
R7	雙北	市郊通勤	24~25	7*			
R8	雙北	市郊通勤	26~30	20	三元鋰	2021/12	

資料來源：本計畫彙整。

註*：R5、R6、R7 為同一客運集團路線，各車輛有主要行駛路線，但必要時，車輛可於各路線間調度行駛，為完整觀察全日電量變化曲線，只要當日有行駛過該路線，即納入觀察分析，故本表 R5 路線使用車輛數與表 4.1-1 及表 4.1-3 會有差異。

(2) 分析方法-各車輛里程區段耗電

本計畫透過 Python 語言撰寫車輛耗電程式，將 R4 路線車載機內之行駛里程欄位進行區段切分，並以連續行駛 5 公里作為單位，先行以 4 個月份資料，計算該行駛里程區間之車輛 SOC 使用量，並排除中間有進行充電(SOC 增加)或車機傳輸資料異常(里程/SOC 等異常)之資料，藉此觀察 R4 路線各車輛之耗電情形差異。

(3) 分析方法-各電量區間平均可行駛公里數

本計畫擷取 R4、R5、R6、R7 以及 R8 之 1 年份車機資料，並由車機各筆資料中，各 SOC 對應之累積總里程數，計算各電量區間所行駛之里程數，藉此針對每耗電 5%之平均可行駛公里數進行統計，並針對低電量時掉電較快之車輛，進一步進行分季分析，觀察全年前後時段是否有明顯差異，而各電量區間之統計分析皆採用連續運行之資料，已排除中間有停等、充電等情形。

2. R4 路線各車輛里程區段耗電分析

(1) 車輛行駛 5 公里之 SOC 使用量統計

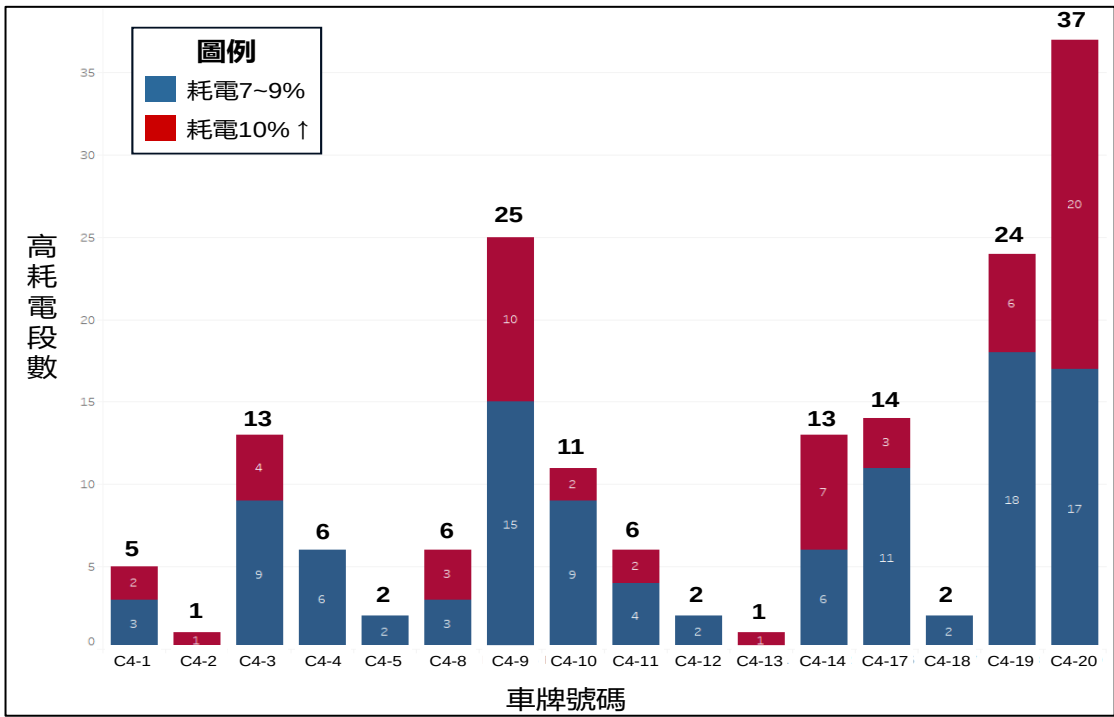
依據本計畫與前期計畫之各路線用電效率分析成果對照，此路線車輛行駛 5 公里消耗 SOC 6%以下(含)為正常耗電範圍，消耗超過 7%以上即屬高耗電情形，若消耗超過 10%以上，即有可能為異常耗電情形，必要時須要安排車輛檢修。

本計畫針對 2023 年 5~8 月於 R4 路線有行駛紀錄的 18 輛車輛，進行各 5 公里里程段數之 SOC 消耗%進行統計，如附表 2-13 所示。綜觀所有車輛，排除異常資料後，各車輛 5 公里之行駛里程區段數約介於 1,500~3,000 段，僅有車輛 C4-16 於該段時間內較少行駛。

整體而言，所有車輛正常耗電占比皆可達 98.0%以上，但有一部分車輛高耗電占比超過 1.0%，包含 C4-20、C4-19、C4-17、C4-16、C4-14 以及 C4-9 等六輛車輛。

(2) 車輛高耗電(7%↑)段數統計分析

本計畫檢視車輛車機原始資料(5 秒 1 筆)，R4 路線車輛行駛 5 公里耗時約介於 20~30 分鐘，並對照電門深度、GPS 位置、累積行駛里程等資料項目，若超過 40 分鐘，多有車輛休息停等情形(應為司機停等休息)，停等調度期間衍生之耗電不在本次探討範圍內，故以下所述之高耗電及異常耗電統計分析結果皆不納入行駛 5 公里耗時 40 分鐘以上資料，各車輛高耗電段數統計如圖 4.1.6 所示，高耗電(7%↑)段數最多之車輛為車輛 C4-9、C4-19、C4-20，皆達 20 段以上，又以車輛 C4-20 最常發生高耗電情形，異常耗電(10%↑)就達到 20 段。



資料來源：本計畫統計繪製。

註：1.停等所衍生之耗電不在本次分析範圍內，故本圖內之段數統計不包含行駛 5 公里耗時 40 分鐘以上資料。

2.車輛 C4-16、C4-15 於本次分析期間，未發生正常行駛 5 公里，耗電 7%以上之情形，車輛 C4-6、C4-7 於本次分析期間則未運行。

圖 4.1.6 R4 路線高耗電(7%↑)段數統計

各車輛單一區段最高耗電量如表 4.1-6 所示，單一區段最高耗電之車輛為車輛 C4-8、C4-2、C4-20 以及 C4-14，SOC 分別消耗 33、31、27 以及 25%，各車輛之異常耗電情形統計亦將於後進行說明。

表 4.1-6 R4 路線高耗電(7%↑)段數-單一區段最高耗電分析

車牌號碼	單一區段 最高耗電	車牌號碼	單一區段 最高耗電	車牌號碼	單一區段 最高耗電
C4-20	27%	C4-19	12%	C4-18	8%
C4-17	11%	C4-14	25%	C4-13	12%
C4-12	8%	C4-11	13%	C4-10	12%
C4-9	12%	C4-8	33%	C4-5	7%
C4-4	7%	C4-3	7%	C4-2	31%
C4-1	11%	-	-	-	-

資料來源：本計畫統計整理。

註：1. 停等所衍生之耗電不在本次分析範圍內，故本表內之段數統計不包含行駛 5 公里耗時 40 分鐘以上資料。

2. 車輛 C4-16、C4-15 於本次分析期間，未發生正常行駛 5 公里，耗電 7% 以上之情形，車輛 C4-6、C4-7 於本次分析期間則未運行。

(3) 異常耗電(10%↑)情形分析

本計畫針對 R4 路線各車輛之異常耗電(10%↑)情形進行分析，故根據車載機資料進行彙整，列出發生異常耗電情形之行駛時段、區段起迄里程、區段起迄電量、行駛 5 公里花費時間、電量 SOC 使用量(%), 如附表 2-14 所示，並進一步檢視車載機原始資料，藉此了解各車輛可能導致異常耗電情形發生之原因。

車輛 C4-2、C4-8 分別有 1、2 個區段有耗電超過 20% 情形，皆有車載機資料回傳中斷約 3~10 分鐘之情形，且行駛里程幾乎沒有增加，但資料回傳中斷前後之 SOC 則減少 18%~30%。

車輛 C4-14 有 3 個區段發生耗電超過 20% 情形，分別發生在 5 月 7 日、6 月 21 日以及 7 月 4 日，5 月 7 日之車載機資料回傳約中斷 7 分鐘，里程增加 0.1 公里，資料回傳中斷前後之 SOC 減少 23 %；6 月 21 日以及 7 月 4 日之車載機資料回傳則未中斷，但 SOC 減少至 35% 後，就以每 30 秒~2 分鐘減少 1% 之頻率，快速下降至 17%。

車輛 C4-20 有 8 個區段發生耗電超過 20% 情形，7 月 17 日之車載機資料回傳約中斷 10 分鐘，里程增加 0.2 公里，資料回

傳中斷前後之 SOC 減少 21 %；其他異常耗電區間，車機資料回傳皆未中斷，但 SOC 減少至 35%後，以每 30 秒~2 分鐘減少 1%之頻率，快速下降至 17%，此現象與車輛 C4-14 發生之情形相似。

3. R4 路線各電量區間平均可行駛公里數分析

(1) 所有車輛各電量區間平均可行駛公里數分析

20 輛車輛之各電量區間平均可行駛公里數分析如表 4.1-7 所示，並呈現趨勢散布圖如圖 4.1.7 所示，各車輛於 100 % ~ 55%之可行駛里程差異不大，僅 100 % ~ 95 % 可行駛里程較少(電池放電特性)。

若電量低於 55%後，各車輛平均可行駛公里數開始出現較明顯差異，其中，**車輛 C4-3、C4-7 以及 C4-20** 於電量達到 45% 以下之後，電量會開始快速下降，又以**車輛 C4-20** 最明顯，以下各季電量區間行駛公里數分析，亦針對上述提及快速掉電車輛作為分析對象。

有鑑於**車輛 C4-20** 於低電量期間之快速掉電情形，特此挑選 R4 路線其中 1 日之各車輛資料，進行電量變化曲線呈現，如圖 4.1.8 所示，藉由各車輛電量變化曲線，可觀察車輛於各電量區間之耗電情形，**車輛 C4-20** 於該日電量下降至 50%後，電量快速下降，電量從 35%下降至 17%，僅能行駛 2.3 公里。

(2) 快速掉電車輛各季/電量區間平均可行駛公里數分析

根據上述分析成果，進一步針對**車輛 C4-3、C4-7、C4-20** 等易於較低電量區間快速掉電車輛，進行分季分析，如表 4.1-8 所示。

車輛 C4-3 在橫跨夏季的兩個時間區間時，各電量區間平均可行駛公里數較低，整體而言，電量達到 35 以下後，開始快速下降，但前後的 2~4 月以及 11 月~1 月之公里數並無太大差異，故電池未因時間而明顯衰退；**車輛 C4-7** 於 2023 年 2 月~8 月間並無行駛紀錄，且全年僅有 2 日(10/7、1/4)低於電量 40 仍在行駛，故無法明確判斷該車輛於電量 35 以下之耗電情

形；車輛 C4-20 在橫跨夏季的兩個時間區間時，各電量區間平均可行駛公里數較低，整體而言，電量達到 35 以下後，開始快速下降，且其前後的 2~4 月以及 11 月~1 月之公里數有明顯差異(35 %~25 %)，故電池可能已因時間而產生衰退，建議業者盡速釐清該現象，或安排該車輛進行電池檢修。

表 4.1-7 R4 路線各電量區間平均可行駛公里數分析

車牌 號碼	每耗電 5 % 平均可行駛公里數																		0% ~ 100 % 各區間平均
	100% ~ 95 %	95 % ~ 90 %	90 % ~ 85 %	85 % ~ 80 %	80 % ~ 75 %	75 % ~ 70 %	70 % ~ 65 %	65 % ~ 60 %	60 % ~ 55 %	55 % ~ 50 %	50 % ~ 45 %	45 % ~ 40 %	40 % ~ 35 %	35 % ~ 30 %	30 % ~ 25 %	25 % ~ 20 %	20 % ~ 15 %	15 % ~ 10 %	
C4-1	7.20	9.95	10.34	9.58	11.02	9.72	10.33	9.07	10.25	8.67	8.31	6.74	6.53	4.79	5.26	5.08	4.75	0.00	9.56
C4-2	6.63	10.82	11.30	10.52	12.15	10.32	10.76	9.48	10.79	10.58	10.17	9.66	11.10	7.30	-	-	-	-	10.25
C4-3	6.06	9.01	9.85	9.16	10.62	8.90	9.88	9.10	10.56	9.09	7.96	6.67	6.32	1.30	3.73	1.84	10.40	-	8.94
C4-4	6.13	9.04	10.19	9.13	10.66	9.34	10.25	9.77	11.41	10.72	10.37	9.90	10.75	6.67	8.05	5.31	8.00	3.35	9.40
C4-5	5.83	8.88	10.05	8.90	10.01	8.73	9.02	8.22	9.68	8.33	8.59	8.09	8.75	5.63	5.76	4.07	13.90	-	8.71
C4-6	7.62	11.85	12.33	11.73	13.82	11.50	12.59	12.20	11.80	11.50	7.50	6.30	8.70	0.30	3.70	-	-	-	11.11
C4-7	8.56	11.50	13.42	12.68	13.97	12.67	14.43	13.21	16.15	13.86	7.78	4.73	4.00	6.30	9.00	0.70	0.40	13.60	12.50
C4-8	6.35	9.27	10.25	9.61	10.95	9.35	10.14	9.03	10.53	9.52	10.85	9.69	10.21	6.74	6.43	5.25	-	-	9.37
C4-9	5.59	8.53	9.61	8.78	10.10	8.72	9.43	8.67	9.93	8.53	8.36	6.42	6.48	3.12	5.84	1.23	5.88	-	8.52
C4-10	6.25	8.95	9.42	8.81	10.29	8.97	9.40	8.51	9.54	8.28	8.54	7.22	6.91	3.68	6.24	0.98	4.45	-	8.76
C4-11	6.46	9.39	10.06	9.26	10.56	9.09	9.76	8.80	10.09	9.09	10.15	10.14	10.53	6.22	7.14	3.84	7.10	-	9.18
C4-12	5.49	7.90	8.76	8.70	9.77	8.70	10.08	9.41	11.20	10.39	11.46	11.11	10.98	7.02	7.21	3.70	-	-	9.06
C4-13	5.95	9.12	9.99	9.07	10.30	8.89	9.66	8.53	9.81	8.67	9.94	9.29	12.14	8.82	5.00	2.90	0.00	0.00	9.00
C4-14	6.93	9.16	10.09	9.28	10.82	9.45	10.37	9.12	10.35	9.60	8.97	7.51	8.62	5.96	6.83	3.90	4.50	-	9.31
C4-15	5.93	9.05	9.79	8.91	10.09	8.93	9.66	8.77	10.15	8.78	9.70	9.90	11.86	8.55	6.15	7.40	8.40	-	8.89
C4-16	6.26	10.00	10.35	9.59	11.23	9.00	8.97	8.59	10.18	9.23	12.12	11.20	-	-	-	-	-	-	9.37

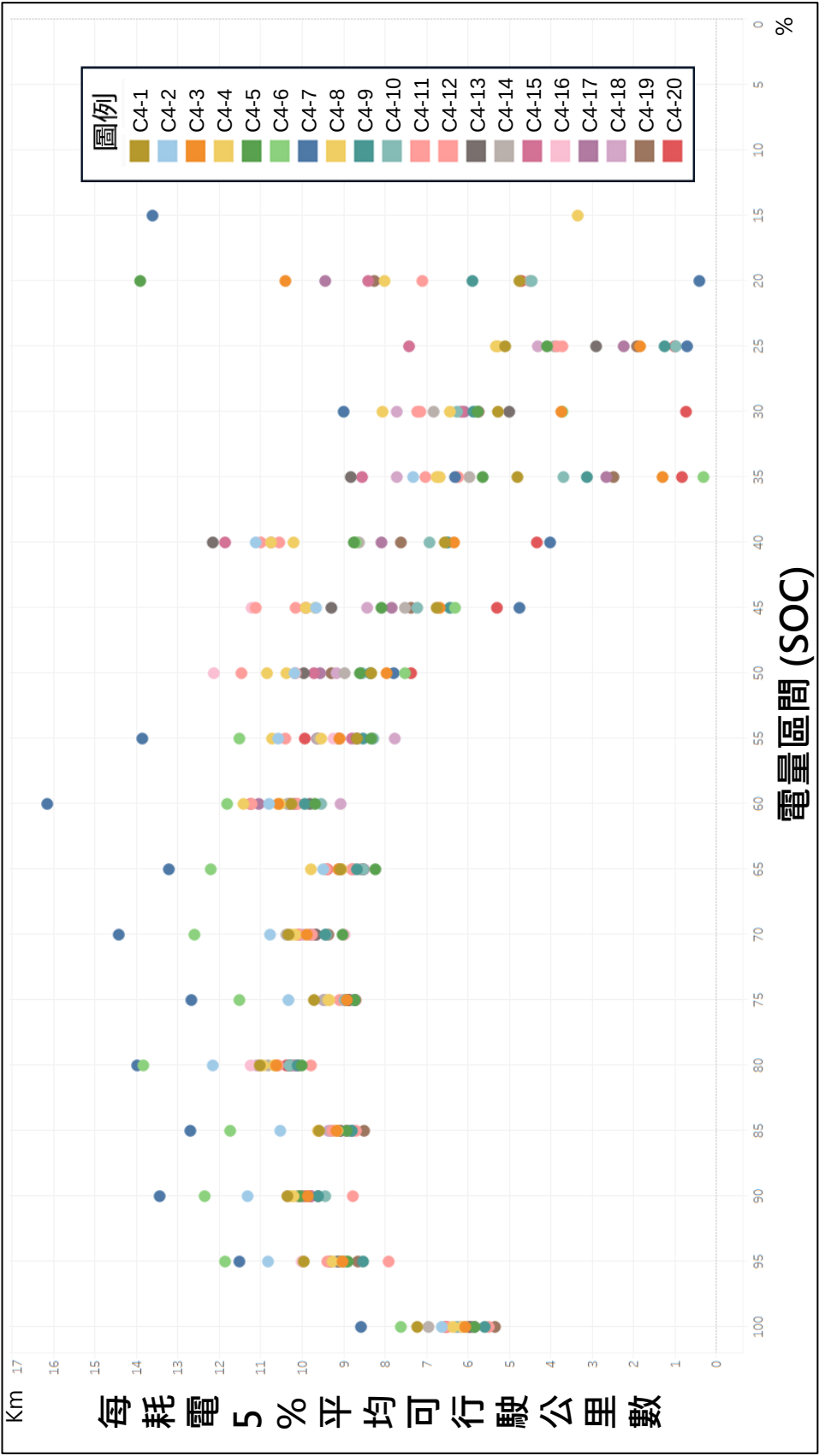
表 4.1-7 R4 路線各電量區間平均可行駛公里數分析(續 1)

車牌號碼	每耗電 5 % 平均可行駛公里數																		
	100% ~ 95 %	95 % ~ 90 %	90 % ~ 85 %	85 % ~ 80 %	80 % ~ 75 %	75 % ~ 70 %	70 % ~ 65 %	65 % ~ 60 %	60 % ~ 55 %	55 % ~ 50 %	50 % ~ 45 %	45 % ~ 40 %	40 % ~ 35 %	35 % ~ 30 %	30 % ~ 25 %	25 % ~ 20 %	20 % ~ 15 %	15 % ~ 10 %	0% ~ 100 % 各區間平均
C4-17	5.82	9.04	9.78	8.79	10.18	8.73	9.77	9.06	11.03	9.64	9.55	7.82	8.08	2.64	6.08	2.23	9.43	-	8.81
C4-18	6.16	9.15	9.81	9.36	11.08	9.48	9.98	8.51	9.06	7.75	9.16	8.43	10.74	7.70	7.70	4.30	-	-	9.15
C4-19	5.34	8.64	9.59	8.50	10.27	8.85	9.35	8.55	10.30	9.11	9.29	7.37	7.60	2.47	5.74	1.92	8.26	-	8.61
C4-20	6.53	9.30	9.91	9.09	10.38	8.87	10.08	9.38	11.22	9.93	7.36	5.29	4.32	0.82	0.73	1.00	4.69	-	8.85
總計	6.25	9.27	10.05	9.26	10.64	9.19	9.93	8.99	10.53	9.35	9.51	8.35	8.78	4.71	5.60	2.72	6.73	4.06	9.14

資料來源：本計畫彙整。

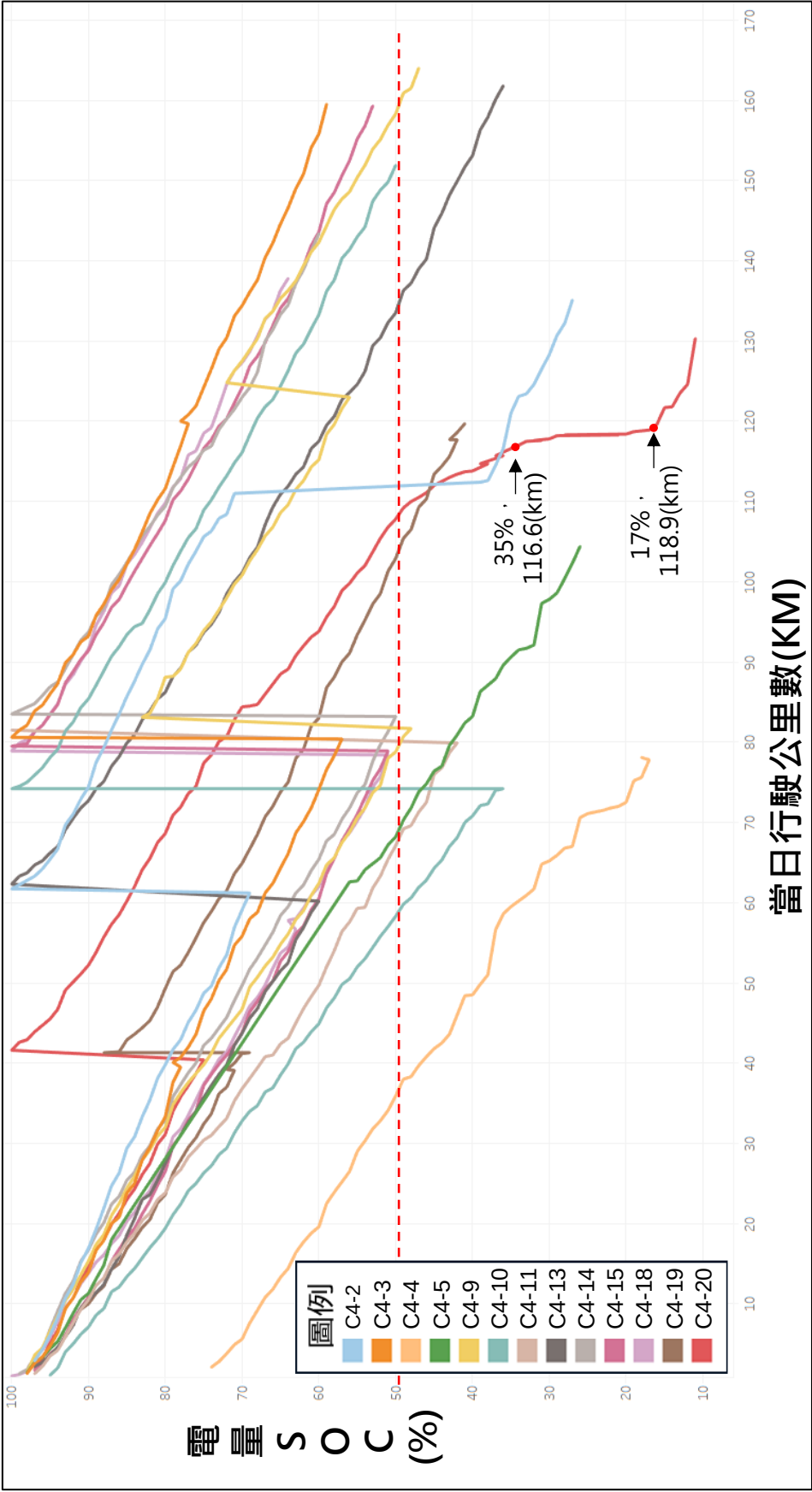
註：1.因車輛於電量 10%仍在行駛之資料樣本較少，故最低僅分析至電量 10%。

2.表內標註「-」表示車輛未有於該電量區間連續行駛之資料。



資料來源：本計畫統計繪製。

圖 4.1.7 R4 路線各車輛/電量區間平均可行駛公里數散布圖



資料來源：本計畫統計繪製。

註：此圖為 2023 年 6 月 27 日，R4 路線各車輛電量變化曲線。

圖 4.1.8 R4 路線各車輛電量變化曲線圖

表 4.1-8 R4 路線快速掉電車輛各季/電量區間平均可行駛公里數分析

車牌號碼 /月份	每耗電 5 % 平均可行駛公里數										
	55 %~50 %	50 %~45 %	45 %~40 %	40 %~35 %	35 %~30 %	30 %~25 %	25 %~20 %	20 %~15 %	15 %~10 %	0%~100% 所有區間平均	
C4-3	9.09	7.96	6.67	6.32	1.30	3.73	1.84	10.40	-	8.94	
2月~4月	9.56	8.55	6.31	7.26	0.85	6.00	0.90	15.40	-	10.13	
5月~7月	8.91	8.82	8.00	5.98	1.54	3.50	1.80	5.40	-	8.49	
8月~10月	7.60	5.25	5.47	3.50	0.60	1.00	-	-	-	7.67	
11月~1月	11.02	7.97	5.25	6.20	1.70	2.40	3.80	-	-	10.14	
C4-7	13.86	7.78	4.73	4.00	6.30	9.00	0.70	0.40	13.60	12.50	
8月~10月	10.40	5.60	3.80	* 4.00	* 0.60	* 1.20	* 0.70	* 0.40	* 13.60	11.05	
11月~1月	14.17	8.22	5.20	-	* 12.00	* 16.80	-	-	-	12.84	
C4-20	9.93	7.36	5.29	4.32	0.82	0.73	1.00	4.69	-	8.85	
2月~4月	13.34	9.79	7.73	7.33	0.94	1.15	1.65	9.70	-	11.31	
5月~7月	6.62	4.32	3.32	2.83	0.76	0.59	0.72	3.47	-	7.37	
8月~10月	7.28	4.56	2.05	3.42	0.95	0.55	0.77	2.20	0.00	7.10	
11月~1月	11.80	11.38	7.70	5.60	0.30	0.50	1.60	7.00	-	10.48	

資料來源：本計畫彙整。
資料統計區間：2023 年 2 月~2024 年 1 月。
註：：*為車輛 C4-7 單一日之運行資料。

4. R5、R6、R7 路線各電量區間平均可行駛公里數分析

(1) 所有車輛各電量區間平均可行駛公里數分析

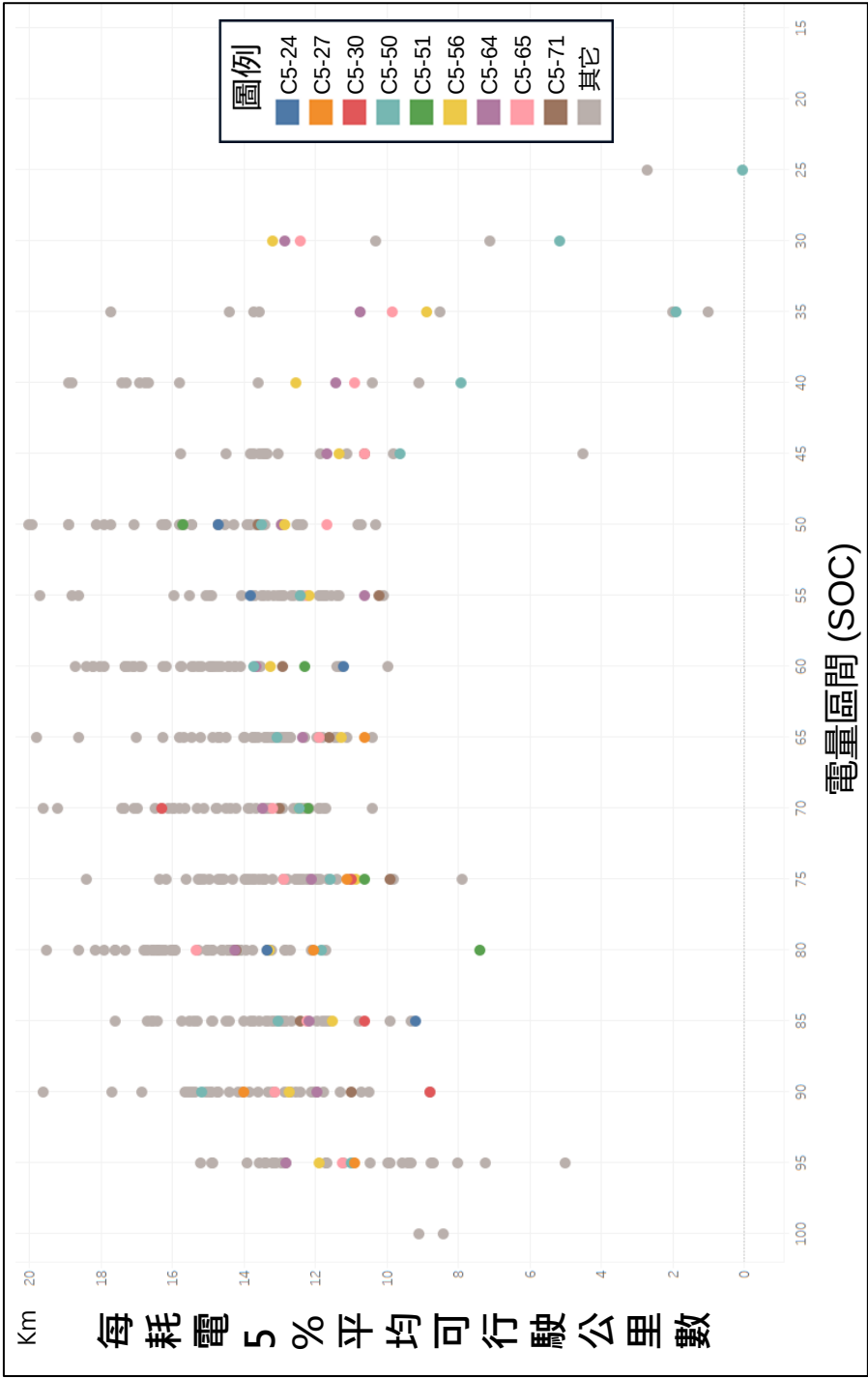
80 輛車輛之各電量區間平均可行駛公里數分析如附表 2-15 所示，並呈現趨勢散布圖如圖 4.1.9 所示，各車輛於各電量區間之可行駛里程差異不大，僅 100 % ~ 95 % 可行駛里程較少(電池放電特性)，且車輛於低電量區間亦沒有顯著之可行駛公里數下降現象。

因車輛調度因素，部分耗電車輛行駛 R5 路線之時段較少，故僅挑選運行天數較多且相對耗電的車輛(車輛 C5-50、C5-56、C5-64、C5-65)進行分季分析。

(2) 相對耗電車輛各季/電量區間平均可行駛公里數分析

根據上述分析成果，進一步針對車輛 C5-50、C5-56、C5-64、C5-65 等相對耗電車輛，進行分季分析，如附表 2-16 及圖 4.1.10 所示。

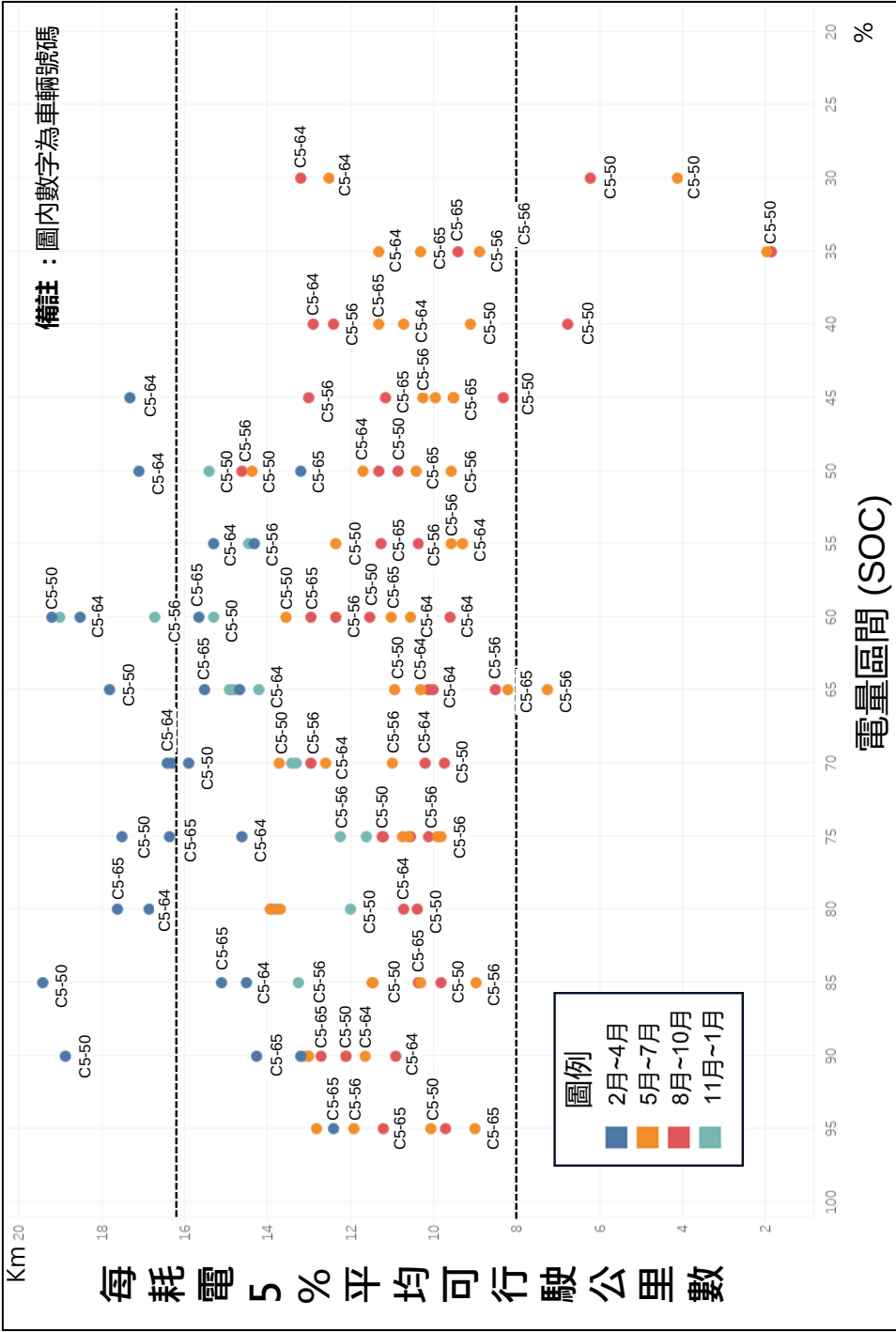
各車輛於天氣較炎熱的 5~10 月，可行駛公里數皆顯著較少，車輛 C5-50 相較其他車輛，電量區間達 40% 以下後，各區間可行駛公里數快速下降，建議安排車輛檢修，確認電池使用情形。



資料來源：本計畫統計繪製。

註：因 R5、R6、R7 路線車輛數較多，故僅重點呈現平均可行駛公里數相對較低之車輛

圖 4.1.9 R5、R6、R7 路線各車輛/電量區間平均可行駛公里數散布圖



資料來源：本計畫統計繪製。

圖 4.1.10 R5、R6、R7 路線相對耗電車輛各季/電量區間平均可行駛公里數散布圖

5. R8 路線各電量區間平均可行駛公里數分析

(1) 所有車輛各電量區間平均可行駛公里數分析

20 輛車輛之各電量區間平均可行駛公里數分析如附表 2-17 所示，並呈現趨勢散布圖如圖 4.1.11 所示，與前述幾條路線分析結果趨勢一致，各車輛於各電量區間之可行駛里程差異不大，僅 100 % ~ 95 % 可行駛里程較少(電池放電特性)，且車輛於低電量區間亦沒有顯著之可行駛公里數下降現象。

整體而言，**車輛 C8-1、C8-3、C8-11 以及 C8-13** 之可行駛公里數相對較少，幾乎各區段皆低於所有車輛平均值，其他車輛間則沒有明顯差異，以下亦會針對該四台車輛，進一步進行相對耗電車輛分季分析。

(2) 相對耗電車輛各季/電量區間平均可行駛公里數分析

根據上述分析成果，進一步針對**車輛 C8-1、C8-3、C8-11、C8-13** 等相對耗電車輛，進行分季分析，如表 4.1-9 及圖 4.1.12 所示。

各相對耗電車輛於各電量區間，平均可行駛公里數亦沒有明顯變化趨勢，多數位於 8.2~11.3 公里之間，**車輛 C8-1** 於 2 月~10 月之平均可行駛公里數差異不大，其他車輛則於天氣較炎熱的 5~10 月，可行駛公里數顯著較少。

R8 路線相對另外兩條路線，各車輛間、所有電量區間可行駛里程數差異不大，建議可持續觀察上述提及之相對耗電車輛，確認後續是否有電池衰退或變異情形。



資料來源：本計畫統計繪製。

圖 4.1.11 R8 路線各車輛/電量區間平均可行駛公里數散布圖

表 4.1-9 R8 路線相對耗電車輛各季/電量區間平均可行駛公里數分析

車牌 號碼	每耗電 5 % 平均可行駛公里數																		
	100% ~ 95 %	95 % ~ 90 %	90 % ~ 85 %	85 % ~ 80 %	80 % ~ 75 %	75 % ~ 70 %	70 % ~ 65 %	65 % ~ 60 %	60 % ~ 55 %	55 % ~ 50 %	50 % ~ 45 %	45 % ~ 40 %	40 % ~ 35 %	35 % ~ 30 %	30 % ~ 25 %	25 % ~ 20 %	20 % ~ 15 %	15 % ~ 10 %	0% ~ 100 % 各區間平均
C8-1	8.96	10.67	10.80	9.97	9.63	9.24	9.38	9.54	9.67	9.89	9.66	9.33	10.59	9.52	10.21	11.20	9.30	-	9.75
2 月 ~ 4 月	7.70	7.40	8.40	8.40	9.85	9.33	8.38	7.37	9.28	9.70	10.13	10.38	10.00	10.18	9.96	9.55	9.00	-	9.36
5 月 ~ 7 月	9.10	10.93	12.13	9.39	9.43	9.04	9.04	9.42	8.87	10.25	9.75	8.50	10.87	9.17	11.00	14.50	9.90	-	9.67
8 月 ~ 10 月	8.23	10.22	11.47	10.13	9.49	9.05	9.46	9.77	9.78	9.59	9.14	8.96	11.50	8.40	9.90	-	-	-	9.70
11 月 ~ 1 月	9.51	11.11	9.51	10.25	9.89	9.65	9.91	10.76	10.53	10.97	12.60	-	-	-	-	-	-	-	10.16
C8-3	7.55	9.28	9.01	9.84	9.82	10.29	10.25	10.43	10.12	10.10	10.28	9.49	9.23	10.50	9.40	-	-	-	9.90
2 月 ~ 4 月	-	10.70	11.40	9.60	11.25	12.55	12.30	12.50	11.40	12.70	11.70	-	-	-	-	-	-	-	11.66
5 月 ~ 7 月	-	8.00	9.17	9.13	10.10	9.37	10.43	10.20	10.12	9.50	9.30	9.10	9.45	10.50	9.40	-	-	-	9.67
8 月 ~ 10 月	8.40	8.28	8.02	9.62	9.01	9.72	9.81	10.01	9.37	9.87	10.34	9.93	8.80	-	-	-	-	-	9.45
11 月 ~ 1 月	6.70	10.52	9.27	10.33	10.07	10.85	10.38	10.74	10.73	10.45	10.40	9.20	-	-	-	-	-	-	10.22
C8-11	7.62	11.01	9.99	9.98	9.80	9.51	9.39	9.43	9.71	9.76	9.18	9.44	9.13	9.05	9.79	10.20	10.80	-	9.60
2 月 ~ 4 月	8.47	11.25	10.25	10.69	10.82	9.74	10.20	9.77	9.87	9.54	9.55	10.14	10.22	10.23	10.40	10.40	-	-	10.14
5 月 ~ 7 月	7.20	10.42	8.78	9.08	8.86	9.21	8.27	8.61	8.42	9.68	8.36	8.80	8.74	9.09	8.65	9.93	10.80	-	8.86
8 月 ~ 10 月	6.97	10.90	9.50	9.50	9.12	9.33	8.99	9.47	10.07	9.24	8.94	8.93	8.93	8.66	10.93	11.05	-	-	9.32
11 月 ~ 1 月	8.07	11.24	11.22	10.69	10.66	10.04	10.96	10.28	11.20	10.69	10.54	11.00	9.35	-	-	-	-	-	10.58

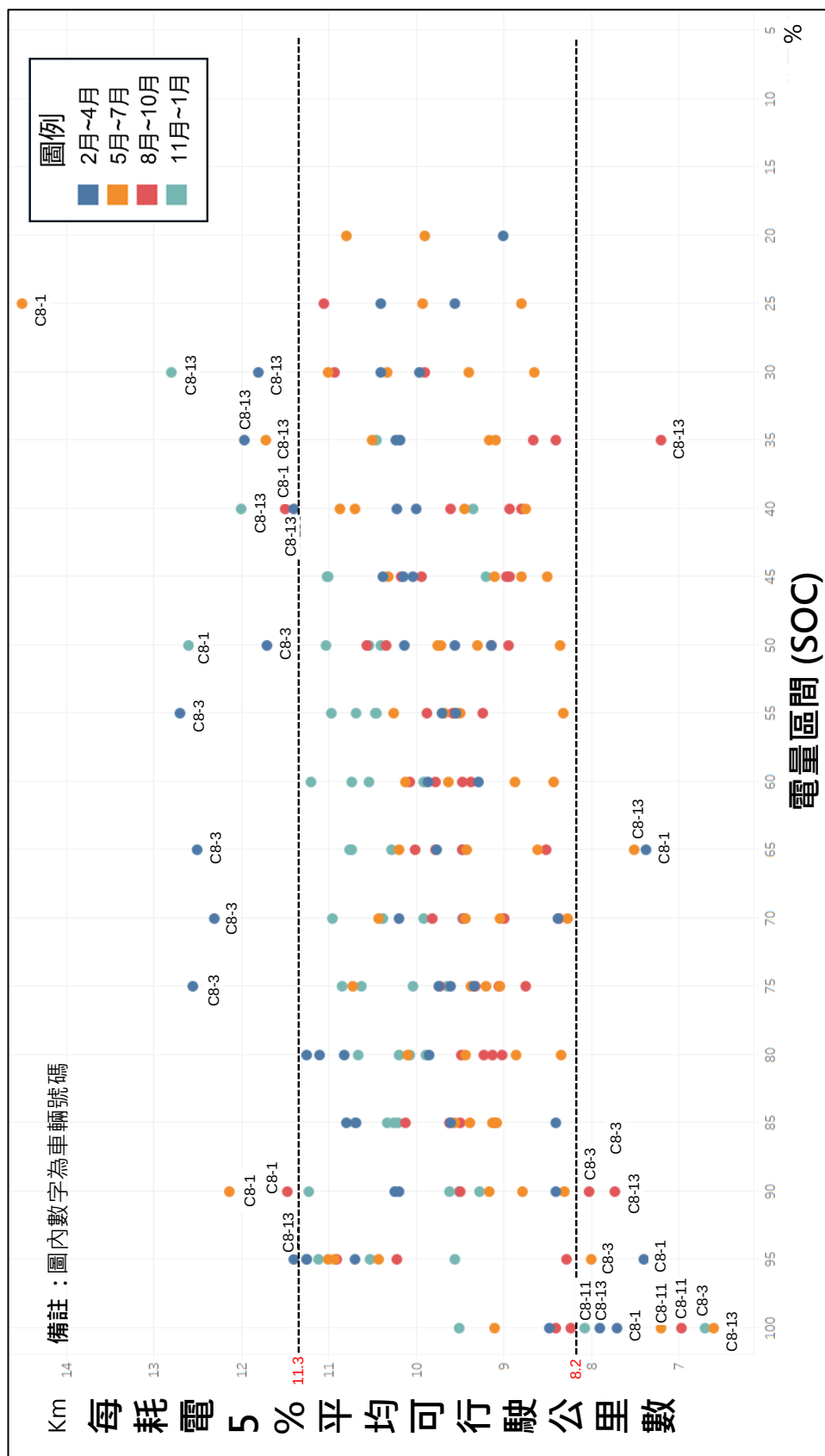
表 4.1-9 R8 路線相對耗電車輛各季/電量區間平均可行駛公里數分析(續 1)

車牌號碼	每耗電 5 % 平均可行駛公里數																		
	100% ~ 95 %	95 % ~ 90 %	90 % ~ 85 %	85 % ~ 80 %	80 % ~ 75 %	75 % ~ 70 %	70 % ~ 65 %	65 % ~ 60 %	60 % ~ 55 %	55 % ~ 50 %	50 % ~ 45 %	45 % ~ 40 %	40 % ~ 35 %	35 % ~ 30 %	30 % ~ 25 %	25 % ~ 20 %	20 % ~ 15 %	15 % ~ 10 %	0% ~ 100 % 各區間平均
C8-13	7.25	10.10	9.06	9.85	9.62	9.97	9.10	8.68	9.68	9.61	10.35	10.49	10.90	11.04	11.10	8.80	-	-	9.76
2 月 ~ 4 月	7.90	11.40	10.20	10.80	11.10	9.60	-	-	-	-	9.13	10.03	11.40	11.97	11.80	-	-	-	10.61
5 月 ~ 7 月	6.60	11.00	8.30	9.55	8.34	10.72	9.44	7.50	9.63	8.32	9.72	10.32	10.70	11.72	10.32	8.80	-	-	9.51
8 月 ~ 10 月	-	-	7.73	9.10	9.23	8.75	8.36	8.51	9.48	9.56	10.56	10.17	9.60	7.20	-	-	-	-	9.11
11 月 ~ 1 月	-	9.55	9.62	10.21	10.19	10.63	9.47	9.47	9.91	10.46	11.03	11.02	12.00	10.45	12.80	-	-	-	10.23

資料來源：本計畫彙整。

註：1.因車輛於電量 10%仍在行駛之資料樣本較少，故最低僅分析至電量 10%。

2.表內標註「-」表示車輛未有於該電量區間連續行駛之資料。



資料來源：本計畫統計繪製。

4.1.3 低 SOC 追蹤指標

1. 分析目標及方法說明

(1) 分析目的及案例

為了解業者車輛調度情形，了解車輛是否常運行至低電量後，才返回充電站進行充電，故本計畫針對各路線車輛回站進行充電時，其電量低於 30% 之充電紀錄比例進行探討，分析結果可提供業者進行調度參考，並針對充電低起始電量比例較高之車輛進行排班調度調整。

分析標的及時間彙整如表 4.1-10 所示，包含代碼 S1~S7 等七個充電站各一年份資料，本計畫已於期中階段完成位於北部的 S1、S2 充電設施資料分析，分季分析結果顯示充電站 S1、S2 內的車輛，其於低電量回站充電情形已經有明顯改善。

故本計畫於期末階段之分析標的篩選，係依據電巴平台充電設施紀錄資料，篩選車輛回站低電量(SOC 低於 30%)充電比例較高(高於 30%)且具有一定車隊規模之充電站，進而挑選位於中南部的充電站 S3~S7。

表 4.1-10 低 SOC 追蹤指標分析充電設施時間表

充電站代碼	所在區域	契約容量(kwh)	介面標準	充電樁數	充電槍數	充電形式	充電樁最大功率(kw)	單一充電槍最大功率(kw)	車輛規模	分析資料時間範圍
S1	北部	360	GB/T	3	6	直流	120	60	26	2023/01~2023/12
S2		900	GB/T	15	30	直流	120	60		
S3	中部	499	CCS1	2	3	交流	150/180	150/180	23	2023/09~2024/08
S4				2	3				29	
S5				2	3				23	
S6	中部	990	CCS1	6	9	直流	180	180	22	
S7	南部	499	Type2	7	7	交流	67	33.5	7	

資料來源：本計畫彙整。

註：1. S1、S2 為同一業者營運，同路線、同批車輛共同使用，故併同分析。

2. S3、S4、S5 為同一業者營運，同路線、同批車輛共同使用，故併同分析。

(2) 分析方法

本計畫以充電設施之傳輸資料進行分析，車輛每進行一次充電，便會產生一筆充電資料，資料欄位包含充電站名、充電時間、車牌號碼、充電起始電量 SOC 等資訊，可做為本分析之資料樣本，本次分析之低充電起始電量範圍定義，則依實務經驗及多數車廠建議之電量 SOC 30%以下進行認定，藉此針對各充電站、各車輛之低電量回站充電比例，進一步進行分季分析，觀察不同季節之回站電量分布情形是否有明顯差異。

2. S1、S2 充電站充電起始電量分析

(1) 各充電站/車輛低充電起始電量綜合分析

各車輛於兩個充電站之起始電量低於 30%充電次數如圖 4.1.13 所示，起始電量低於 30%之比例，則統計如附表 2-18 所示。

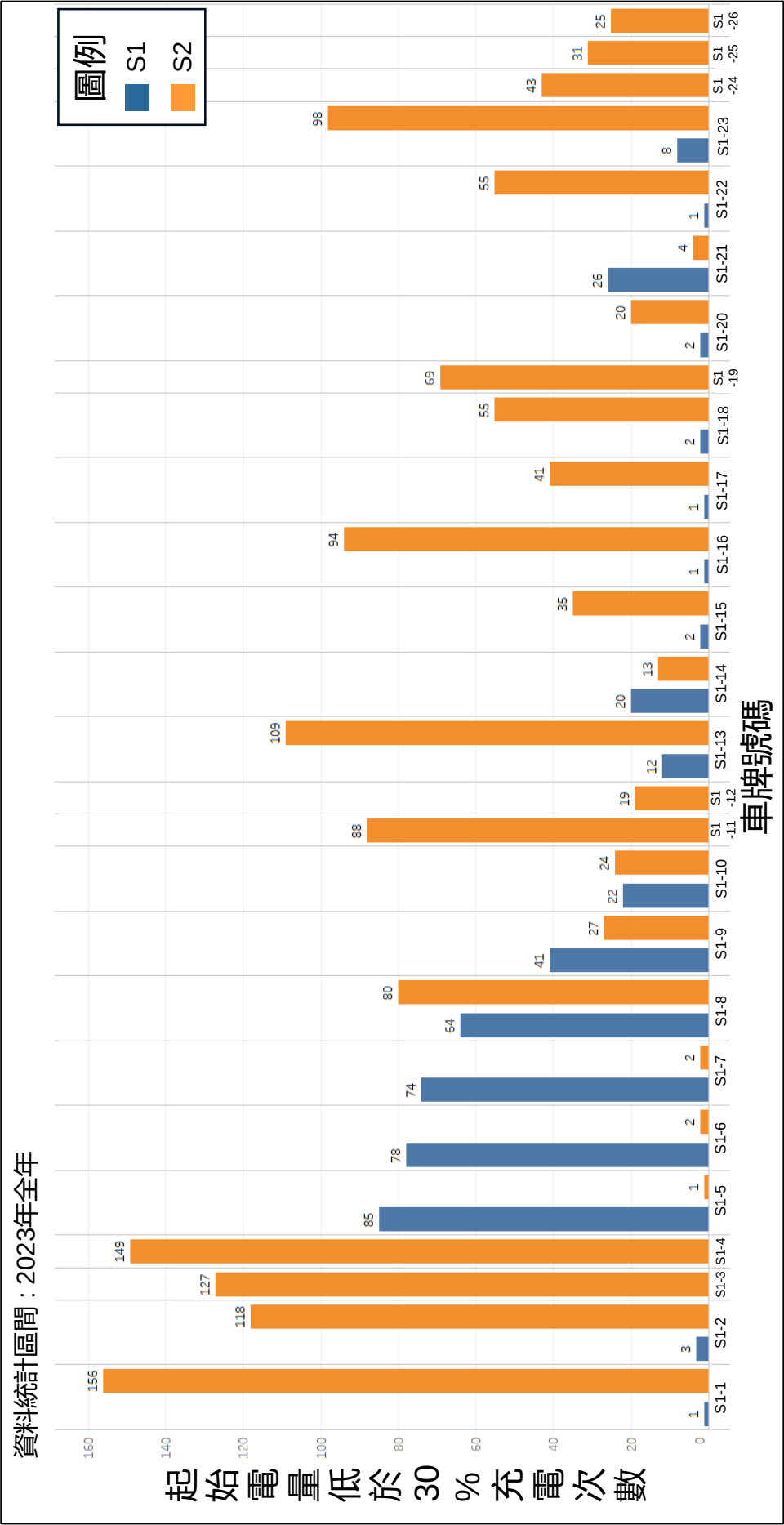
充電站 S2 之起始電量低於 30%之比例顯著較充電站 S1 高，意即業者安排車輛至充電站 S2 充電時，普遍已於該日行駛較多班次，各車輛於充電站 S2 進行充電時，起始電量低於 30%之比例多高於 15%，整體而言，又以**車輛 S1-1、S1-3、S1-4 以及 S1-8**之起始電量低於 30%之比例最高，皆超過 30%。

(2) 特定車輛/各充電站低充電起始電量分季分析

如上述分析結果，本計畫亦針對 **S1-1、S1-3、S1-4 以及 S1-8**等起始電量低於 30%之比例較高之車輛，進行各季起始電量低於 30%充電次數分析，如圖 4.1.14 所示。

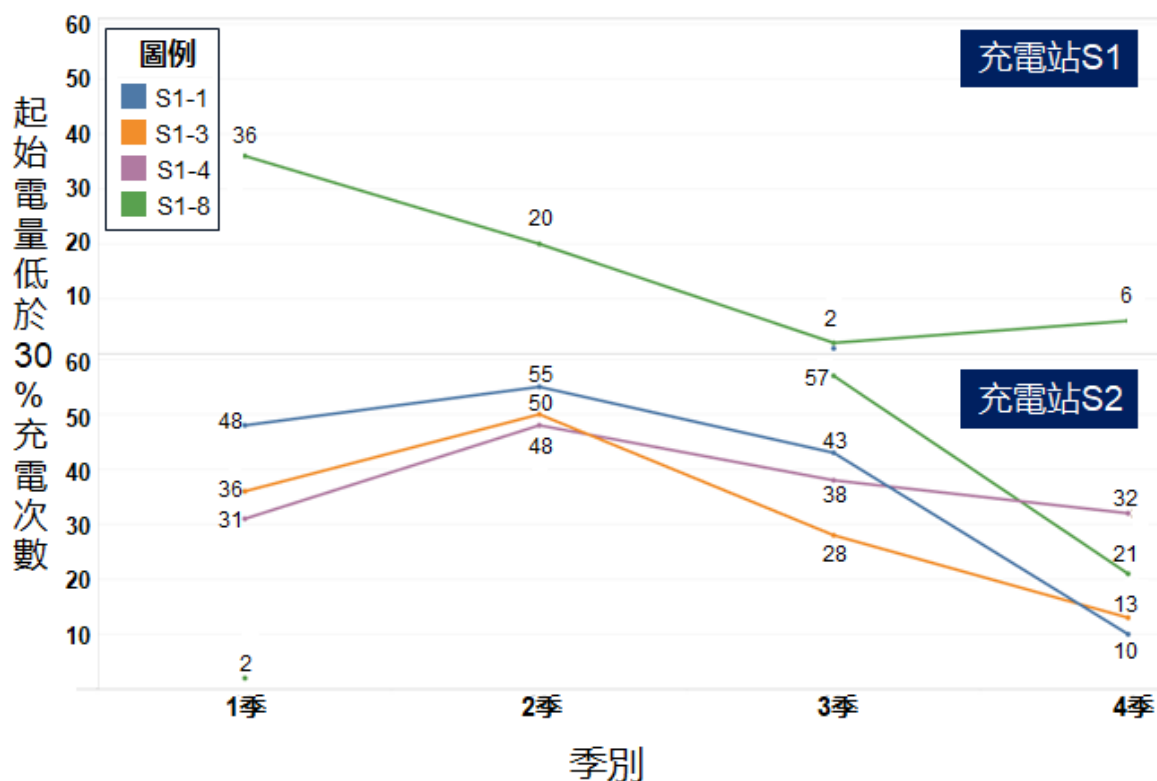
車輛 S1-8之低起始電量充電次數以第三季最高，且幾乎都是在充電站 S2 充電時發生；其他車輛之低起始電量充電次數分布趨勢，皆在第二季達到高峰，而後逐季下降。

綜觀低起始電量比例較高之車輛，其低起始電量充電之情形以充電站 S2 較多，並以第二季最多。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.13 S1、S2 充電站低充電起始電量車輛分布圖 (低於 30%)



資料來源：本計畫繪製。

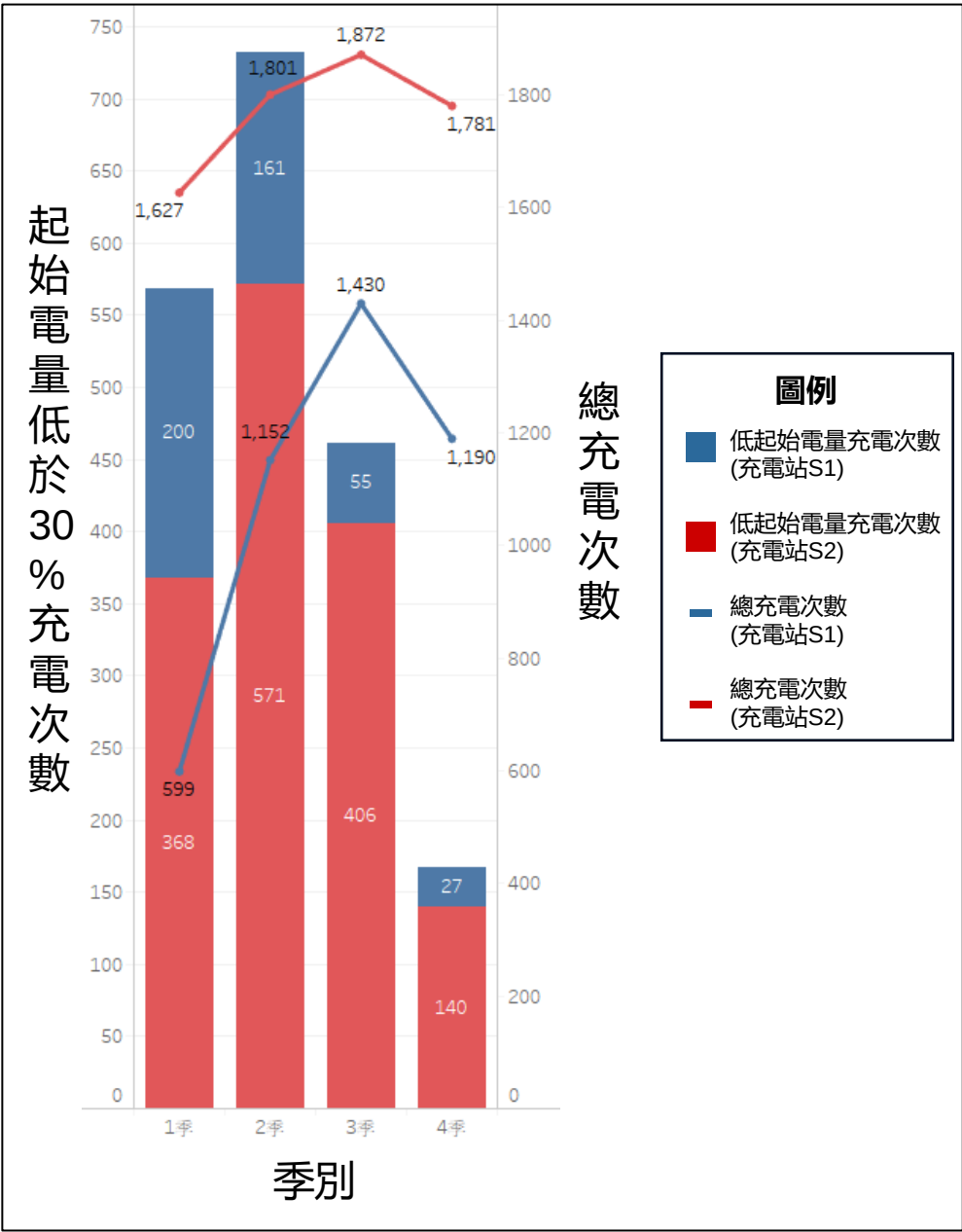
圖 4.1.14 S1、S2 充電站低起始電量比例高之車輛分析圖

若分季別進行兩個充電站之充電起始電量分析，兩站之各季起始電量低於 30% 充電次數以及總充電次數如圖 4.1.15 所示。

充電站 S1 之總充電次數從第一季至第三季呈現顯著上升趨勢，第四季則略降；充電站 S2 之總充電次數亦從第一季至第三季呈現略為上升趨勢，但全年充電次數差異相對較小。

充電站 S1 之低起始電量充電次數以第一季最多，並逐季下降；充電站 S2 之低起始電量充電次數則在第二季達到高峰，而後逐季下降。

充電站 S1 之低起始電量充電次數占比，以第一季最高，達到 33.4%，而後逐季下降，第四季僅占 2.3%，顯示調度策略改善有顯著成效；充電站 S2 之低起始電量充電次數占比，顯著較充電站 S1 高，並在第二季達到高峰，而後逐季下降，第四季顯著較其他季低，顯示低電量充電情形已有逐漸改善。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.15 S1、S2 充電站充電起始電量分析(分季別)

3. S3、S4、S5 充電站充電起始電量分析

(1) 各充電站/車輛低充電起始電量綜合分析

各車輛於三個充電站之起始電量低於 30%充電次數如圖 4.1.16 所示，起始電量低於 30%之比例，則統計如附表 2-19 所示。

在充電站 S3、S4、S5 中，總充電次數以充電站 S3 最多，但三個場站之低充電起始電量之比例差異不大，約介於 24.9%~27.9%，全部 29 輛車輛之低充電起始電量比例為 25.7%，多數車輛之比例約介於 20%~30%，僅有**車輛 S3-13**之比例低於 20%，共計有 8 輛車輛之比例高於 30%。

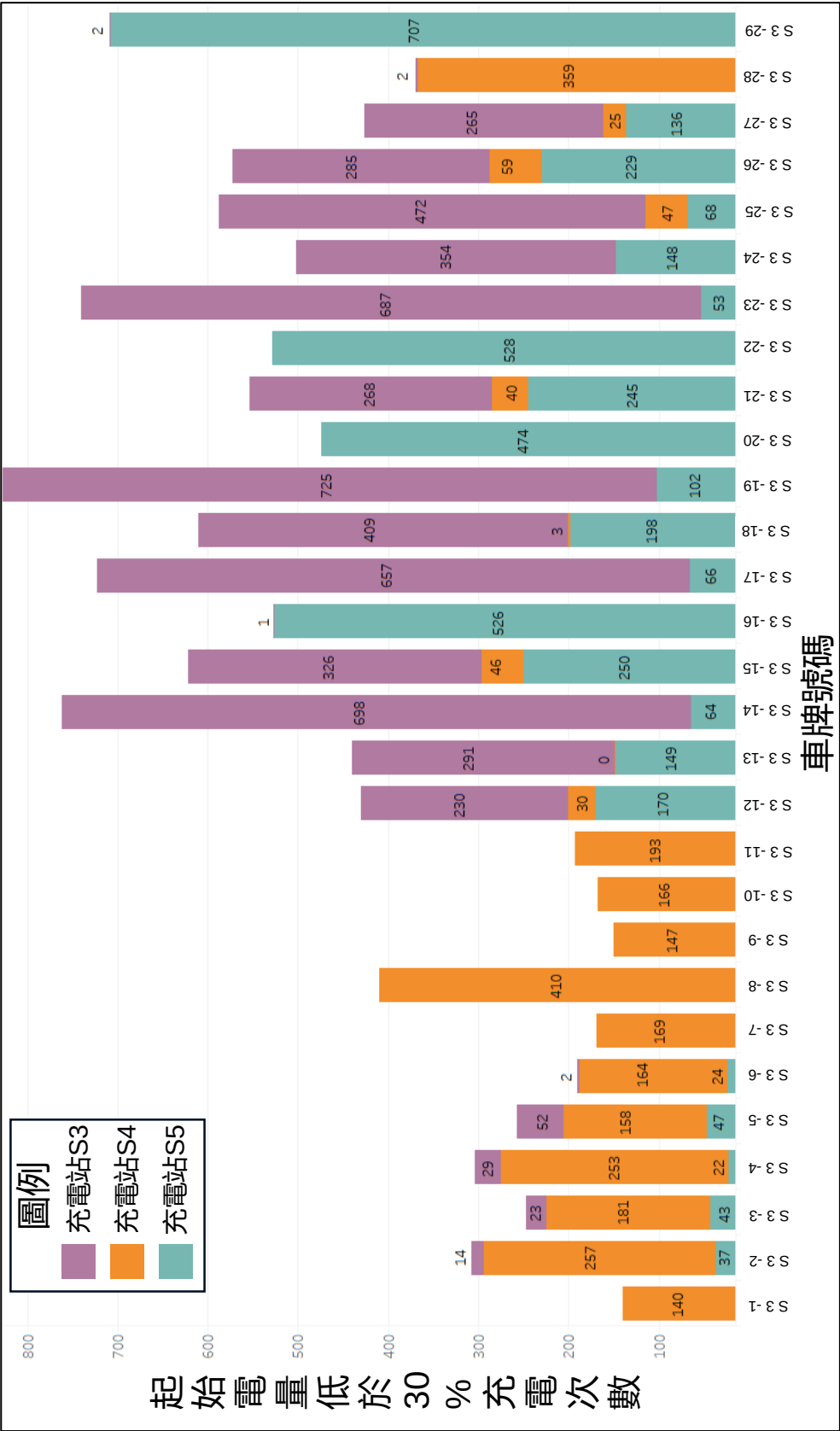
(2) 特定車輛/各充電站低充電起始電量分季分析

如上述分析結果，本計畫亦針對各車輛，進行各季起始電量低於 30%充電次數分析，如表 4.1-11 所示，各車輛之分布趨勢皆顯示冬季及春季之低充電起始電量比例較高。

若分季別進行三個充電站之充電起始電量分析，兩站之各季起始電量低於 30%充電次數以及總充電次數如圖 4.1.17 所示。

充電站 S3 之各季總充電次數皆最多，其次則分別為充電站 S5 以及充電站 S4，各站之總充電次數皆以夏季最多，冬季及春季次數差異不大，秋季次數則皆為最少。

若就低起始電量充電次數進行分析，各站之低起始充電次數皆以冬季及春季最多，次數皆顯著較秋季及夏季多，各站之低起始電量充電次數占比，皆以冬季及春季最高，約介於 32.0%~43.5%，秋季及夏季低起始電量充電次數占比，則顯著較冬季及春季低，約介於 10.3%~15.1%。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.16 S3、S4、S5 充電站低充電起始電量車輛分布圖(低於 30%)

表 4.1-11 S3、S4、S5 充電站充電起始電量分析(各車輛/季節)

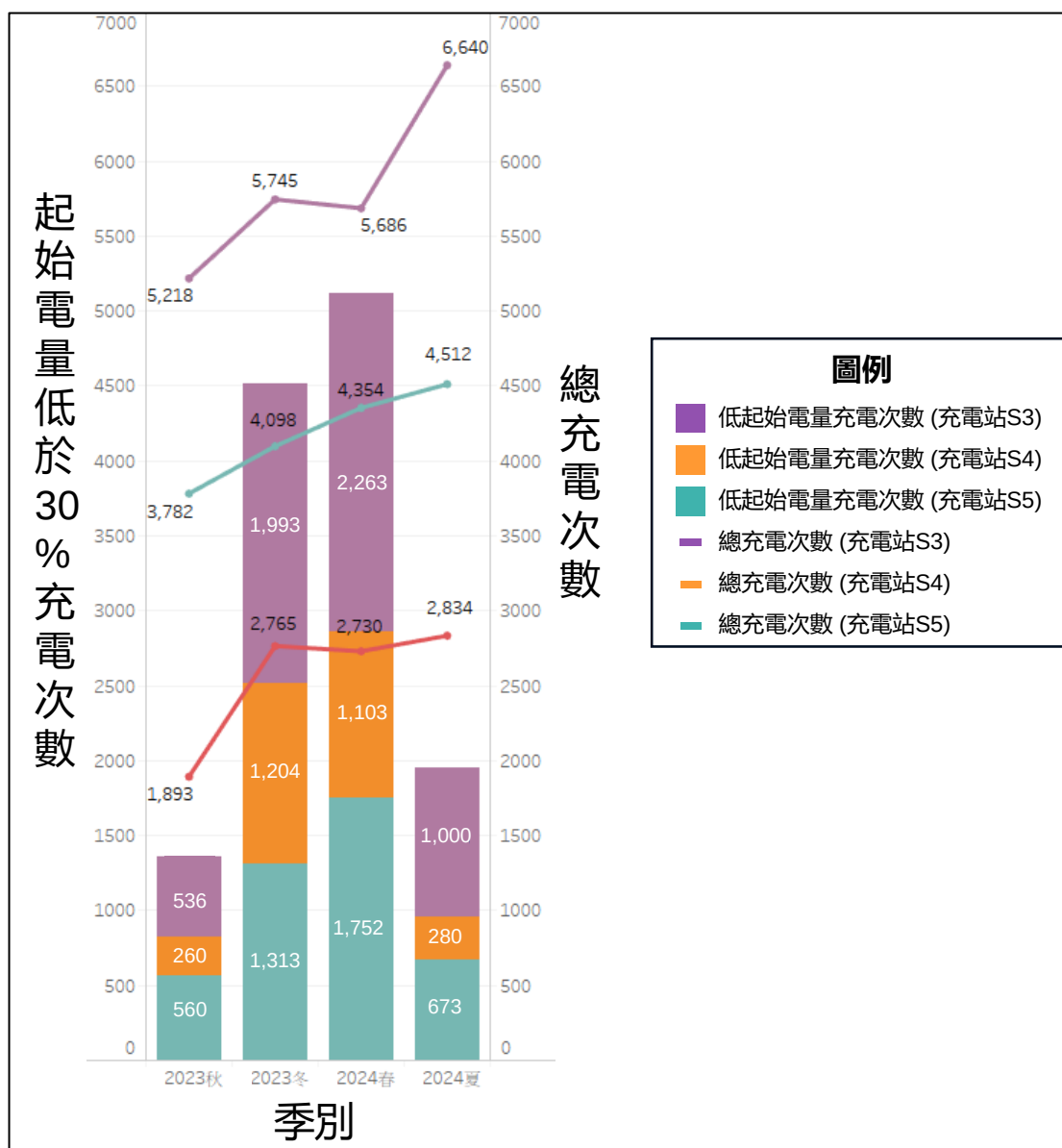
車牌 號碼	2023 秋			2023 冬			2024 春			2024 夏		
	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例
S3-1	14	118	11.9%	62	115	53.9%	54	144	37.5%	10	120	8.3%
S3-2	18	108	16.7%	136	290	46.9%	113	230	49.1%	41	308	13.3%
S3-3	4	18	22.2%	116	331	35.0%	105	341	30.8%	22	247	8.9%
S3-4	23	232	9.9%	132	301	43.9%	114	371	30.7%	35	393	8.9%
S3-5	18	99	18.2%	121	243	49.8%	105	248	42.3%	13	315	4.1%
S3-6	44	173	25.4%	35	194	18.0%	94	249	37.8%	17	285	6.0%
S3-7	19	197	9.6%	60	154	39.0%	64	174	36.8%	26	213	12.2%
S3-8	51	278	18.3%	121	266	45.5%	149	302	49.3%	89	333	26.7%
S3-9	21	170	12.4%	70	131	53.4%	50	153	32.7%	9	165	5.5%
S3-10	23	217	10.6%	51	122	41.8%	76	215	35.3%	17	275	6.2%
S3-11	15	210	7.1%	91	208	43.8%	78	227	34.4%	9	220	4.1%
S3-12	45	574	7.8%	115	390	29.5%	162	391	41.4%	108	569	19.0%
S3-13	26	593	4.4%	175	558	31.4%	179	580	30.9%	60	634	9.5%
S3-14	43	688	6.3%	343	884	38.8%	316	663	47.7%	60	797	7.5%
S3-15	65	796	8.2%	226	713	31.7%	275	469	58.6%	56	526	10.6%
S3-16	83	322	25.8%	140	366	38.3%	190	395	48.1%	114	435	26.2%

表 4.1-11 S3、S4、S5 充電站充電起始電量分析(各車輛/季節)(續 1)

車牌 號碼	2023 秋			2023 冬			2024 春			2024 夏		
	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例
S3-17	58	556	10.4%	217	724	30.0%	315	992	31.8%	133	1216	10.9%
S3-18	56	799	7.0%	209	716	29.2%	264	753	35.1%	81	849	9.5%
S3-19	79	500	15.8%	330	720	45.8%	297	619	48.0%	121	649	18.6%
S3-20	96	327	29.4%	129	317	40.7%	150	349	43.0%	99	366	27.0%
S3-21	85	552	15.4%	173	567	30.5%	213	584	36.5%	82	558	14.7%
S3-22	82	420	19.5%	151	448	33.7%	218	572	38.1%	77	602	12.8%
S3-23	51	482	10.6%	290	693	41.8%	255	642	39.7%	144	798	18.0%
S3-24	54	572	9.4%	191	558	34.2%	208	593	35.1%	49	615	8.0%
S3-25	84	571	14.7%	130	618	21.0%	256	658	38.9%	117	687	17.0%
S3-26	8	130	6.2%	231	621	37.2%	259	618	41.9%	75	523	14.3%
S3-27	46	626	7.3%	122	455	26.8%	172	484	35.5%	86	546	15.8%
S3-28	24	104	23.1%	190	514	37.0%	147	303	48.5%	8	286	2.8%
S3-29	121	461	26.2%	153	391	39.1%	240	451	53.2%	195	456	42.8%
總計	1356	10893	12.4%	4510	12608	35.8%	5118	12770	40.1%	1953	13986	14.0%

資料來源：本計畫彙整。

資料統計區間：2023 年 9 月~2024 年 8 月(秋：9 月~11 月、冬：該年 12 月~隔年 2 月、春：3 月~5 月、夏：6 月~8 月)。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.1.17 S3、S4、S5 充電站充電起始電量分析(分季別)

4. S6 充電站充電起始電量分析

本計畫針對 S6 充電站之各車輛，進行各季起始電量低於 30% 充電次數分析，如表 4.1-12 所示，各車輛低充電起始電量比例皆以 2024 春季最高，總計達 40.5%，2024 夏季之比例則相較前兩季有明顯下降，總計僅有 11.9%。

表 4.1-12 S6 充電站充電起始電量分析(各車輛/季節)

車牌 號碼	2023 秋			2023 冬			2024 春			2024 夏		
	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例
S6-1	-	-	-	182	722	25.2%	378	711	53.2%	118	895	13.2%
S6-2	-	-	-	197	724	27.2%	346	1,002	34.5%	30	972	3.1%
S6-3	-	-	-	192	725	26.5%	422	1,023	41.3%	118	1,235	9.6%
S6-4	-	-	-	229	807	28.4%	465	1,064	43.7%	147	1,461	10.1%
S6-5	-	-	-	190	785	24.2%	344	978	35.2%	105	1,142	9.2%
S6-6	-	-	-	205	954	21.5%	346	934	37.0%	306	1,251	24.5%
S6-7	-	-	-	192	715	26.9%	353	839	42.1%	58	989	5.9%
S6-8	-	-	-	114	439	26.0%	213	723	29.5%	100	630	15.9%
S6-9	-	-	-	183	687	26.6%	388	828	46.9%	240	941	25.5%
S6-10	-	-	-	381	786	48.5%	561	1,091	51.4%	206	1,054	19.5%
S6-11	-	-	-	163	678	24.0%	323	960	33.6%	94	918	10.2%
S6-12	-	-	-	274	1,120	24.5%	465	728	63.9%	81	1,202	6.7%
S6-13	-	-	-	309	1,215	25.4%	554	1,088	50.9%	88	1,126	7.8%
S6-14	-	-	-	268	932	28.8%	461	1,231	37.4%	175	1,487	11.8%
S6-15	-	-	-	229	974	23.5%	340	1,028	33.1%	63	1,050	6.0%
S6-16	-	-	-	204	747	27.3%	400	969	41.3%	171	1,128	15.2%

表 4.1-12 S6 充電站充電起電量分析(各車輛/季節)(續 1)

車牌 號碼	2023 秋			2023 冬			2024 春			2024 夏		
	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例
S6-17	-	-	-	179	566	31.6%	362	980	36.9%	98	792	12.4%
S6-18	-	-	-	249	1,098	22.7%	521	1,280	40.7%	58	1,129	5.1%
S6-19	-	-	-	200	717	27.9%	357	922	38.7%	131	972	13.5%
S6-20	-	-	-	174	762	22.8%	349	913	38.2%	148	825	17.9%
S6-21	-	-	-	217	785	27.6%	460	1,450	31.7%	86	1,195	7.2%
S6-22	-	-	-	289	893	32.4%	491	1,208	40.6%	204	1,388	14.7%
總計	-	-	-	4,820	17,831	27.0%	8,899	21,950	40.5%	2,825	23,782	11.9%

資料來源：本計畫彙整。

資料統計區間：2023 年 9 月~2024 年 8 月 (秋：9 月~11 月、冬：該年 12 月~隔年 2 月、春：3 月~5 月、夏：6 月~8 月)。

註：電巴平台於 2023 年 12 月才開始納入充電站 S6 之資料，故不含 2023 年秋季資料。

5. S7 充電站充電起始電量分析

本計畫針對 S7 充電站之 7 台車輛，進行各季起始電量低於 30% 充電次數分析，如表 4.1-13 所示，考量各季低充電起始電量比例皆超過 90%，故特別針對各車輛充電起始電量區間分布進行分析，如表 4.1-14 所示。

雖該車輛原廠建議之安全電量為 10 %，但有高達 71 % 之充電紀錄為電量介於 21% ~30%進行充電，且業者多於夜間才進行充電，後續隨著電池年齡增加，可能會產生車輛電量不足以負擔日間運行需求。

6. 各充電站車輛行駛里程/低充電起始電量比例分析

為了解車輛是否會因總行駛里程增加，而導致回站低電量比例增加，本計畫亦進行各充電站車輛行駛里程與低充電起始電量比例分析，如表 4.1-15 所示，根據分析結果，無法判斷車輛行駛里程增加，與充電站之低充電起始電量比例有直接相關，低充電起始電量比例主要還是與業者調度策略以及車輛排班較相關。

7. 不同類型電池之最大放電深度(DoD)建議範圍

目前內市場上的電動大客車選用不同之電池類型，常見的電池包括磷酸鐵鋰電池(LiFePO₄, LFP)、三元鋰電池(Lithium Nickel Cobalt Manganese Oxide, NCM)以及鈦酸鋰電池(Lithium-titanate Battery, LTO)。而根據國內外電池應用相關文獻提及電池放電深度(Depth of Discharge, DoD)會對其健康度產生影響，若長時間過度充放電可能導致電池循環週期縮短，以及加速電池老化等問題。而不同電池在放電深度上有不相同的耐受能力，因此各項研究中針對不同的電池，給予的放電深度(DoD)最高值範圍有不同的建議，分述如下：

- (5) 鈦酸鋰電池：在探討電動化公車所需的電池設計之研究中指出鈦酸鋰電池在深度放電的情況下，表現出良好的耐久性，尤其是在放電深度(DoD)至 80%時，仍能維持良好的穩定性，使其在電動大客車應用中是一個理想的選擇(Rothgang, S. et al., 2015)。

- (6) 磷酸鐵鋰電池：綜合 Polinovel 鋰電池廠商建議和印度市區電動大客車之研究，磷酸鐵鋰電池之最高放電深度(DoD)應控制在 70%至 80%之間，以保留部分電池電量，以避免加速電池老化(Sasidharan , C. et al., 2019)。
- (7) 三元鋰電池：在探討如何準確預測鋰電池的健康狀態研究建議中，限制三元鋰電池的放電深度(DoD)範圍在 20%至 80%之間，以減緩損耗並延長電池壽命(Merrouche , W. et al., 2024)。另外，實驗室建議延緩三元鋰電池容量衰減之情形，建議最高放電深度(DoD)應控制在 70%以內(Wendi Guo et al., 2024)。

放電深度(DoD)與電量狀態(SOC)是電池狀態的關鍵指標，前者衡量電池已釋放出的電量佔總容量的比例，而後者則表示電池當前剩餘電量的百分比。透過維持放電深度(DoD)與電量狀態(SoC)，有助於有效管理電動大客車電池在日常使用中充放電的過程，避免過度充放電，從而保持電池的健康度，以提升電動大客車整體耐用性，不同類型電池之建議放電最高深度如表 4.1-16。

表 4.1-16 不同特性之電池建議最大放電深度及最低剩餘電量範圍

電池資訊 \ 電池類型	鈦酸鋰電池 (LTO)	磷酸鐵鋰電池 (LFP)	三元鋰電池 (NCM)
建議放電最高深度 (DoD)	80%	70%~80%	70%~80%
建議最低剩餘電量 (SOC)	20%	20%~30%	20%~30%

註：蒐集文獻包括實驗室數據及應用經驗，磷酸鐵鋰、三元鋰電池在實驗室數據建議放電深度(DoD)值較低(20%)、應用經驗建議放電深度(DoD)值值較高(30%)。

資料來源：本計畫整理。

根據上述國內外電池應用相關文獻，鈦酸鋰電池建議之安全電量相對較低，鋰三元電池、磷酸鋰鐵電池建議之安全電量建議值相對較高(30%)，故建議使用鋰三元電池以及磷酸鋰鐵電池之車輛，亦須特別注意充電站之低充電起始電量比例，避免車輛因低電量而停止運作。

表 4.1-13 S7 充電站充電起始電量分析(各車輛/季節)

車牌 號碼	2023 秋			2023 冬			2024 春			2024 夏		
	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例
S7-1	103	125	82.4%	94	94	100.0%	92	92	100.0%	81	82	98.8%
S7-2	100	119	84.0%	90	91	98.9%	79	82	96.3%	69	70	98.6%
S7-3	152	154	98.7%	91	91	100.0%	85	93	91.4%	84	86	97.7%
S7-4	153	155	98.7%	92	92	100.0%	69	81	85.2%	76	83	91.6%
S7-5	154	155	99.4%	90	91	98.9%	92	92	100.0%	84	86	97.7%
S7-6	0	36	0.0%	33	78	42.3%	15	45	33.3%	65	81	80.2%
S7-7	158	162	97.5%	93	94	98.9%	91	91	100.0%	85	85	100.0%
總計	820	906	90.5%	583	631	92.4%	523	576	90.8%	544	573	94.9%

資料來源：本計畫彙整。

資料統計區間：2023 年 9 月~2024 年 8 月 (秋：9 月~11 月、冬：該年 12 月~隔年 2 月、春：3 月~5 月、夏：6 月~8 月)。

註：以上 7 台車輛皆為 2021/09 出廠，該車輛原廠建議之安全電量為 10%。

表 4.1-14 S7 充電站各車輛充電起始電量區間分布表

車牌 號碼	充電起始電量區間分布											
	1%~5%	6%~10%	11%~15%	16%~20%	21%~25%	26%~30%	31%~35%	36%~40%	41%~45%	46%~50%	51%~80%	81%~100%
S7-1	0.0%	21.4%	29.5%	35.9%	5.6%	1.8%	0.3%	0.0%	0.0%	0.8%	1.5%	3.3%
S7-2	0.0%	0.6%	17.4%	50.3%	24.3%	0.8%	0.3%	0.3%	0.6%	0.3%	2.5%	2.8%
S7-3	0.0%	0.2%	5.2%	52.4%	38.9%	0.5%	0.5%	0.2%	0.2%	0.5%	0.9%	0.5%
S7-4	0.0%	3.4%	30.7%	30.2%	28.5%	2.2%	0.5%	0.2%	1.7%	0.2%	1.2%	1.2%
S7-5	0.0%	0.0%	5.0%	43.9%	48.8%	1.4%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.7%
S7-6	1.7%	0.8%	2.1%	6.3%	23.8%	12.5%	13.8%	13.8%	6.7%	2.5%	11.3%	5.0%
S7-7	0.0%	3.2%	5.1%	45.8%	43.1%	1.6%	0.2%	0.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
總計	0.1%	4.4%	14.0%	39.8%	31.3%	2.4%	1.5%	1.5%	1.0%	0.5%	1.9%	1.7%
累積百 分比	0.1%	4.5%	18.5%	58.2%	89.6%	92.0%	93.5%	95.0%	95.9%	96.4%	98.3%	100.0%

資料來源：本計畫彙整。

資料統計區間：2023 年 9 月~2024 年 8 月 (秋：9 月~11 月、冬：該年 12 月~隔年 2 月、春：3 月~5 月、夏：6 月~8 月)。

註：以上 7 台車輛皆為 2021/09 出廠，該車輛原廠建議之安全電量為 10%。

表 4.1-15 各充電站車輛行駛里程/低充電起始電量比例分析

充電站	車輛行駛里程區間										加總
	0 萬~1 萬	1 萬~2 萬	2 萬~3 萬	3 萬~4 萬	4 萬~5 萬	5 萬~6 萬	6 萬~7 萬	7 萬~8 萬	8 萬~9 萬	9 萬~10 萬	
S1	28.0%	18.6%	5.5%	2.3%	3.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	11.2%
S2	18.5%	32.3%	22.7%	11.1%	6.9%	-	-	-	-	-	21.0%
S3	27.6%	13.5%	13.1%	41.9%	37.7%	15.8%	12.2%	23.3%	29.0%	-	24.9%
S4	0.0%	13.6%	22.7%	39.3%	27.1%	32.0%	48.5%	10.1%	14.4%	8.0%	27.9%
S5	27.3%	17.1%	17.1%	40.9%	38.0%	15.8%	12.2%	12.3%	7.3%	-	25.7%
S6	65.3%	86.6%	21.7%	38.8%	26.1%	20.0%	12.7%	8.5%	4.4%	-	26.0%

資料來源：本計畫彙整。

註：因充電站 S7 之車輛回傳里程資料較多異常值，故未納入本表進行分析。

4.1.4 充電車位時間利用率指標

1. 分析目標及方法說明

(1) 分析目的及案例

為探討在充電場站滿足營運需求的情況下，仍存在剩餘的充電車位量能，本計畫挑選不同車型對應之充電場站特性各一至二處，共針對四處場站之充電樁運作資料進行分析，分析場站分別簡稱為 S8、S9、S10、S11 充電場站，其中 S8、S9 場站為同區域鄰近充電調度站，充電規模數高，實際作業採多站分配之方式，故挑選同區域之 2 站，時間涵蓋 113 年 9 月，共計 1 個月資料。分析標的及時間彙整如表 4.1-16 所示，包含代碼 S8、S9、S10、S11 充電場站，四個充電場站各一個月份之資料。

表 4.1-16 充電車位時間利用率指標分析充電設施時間表

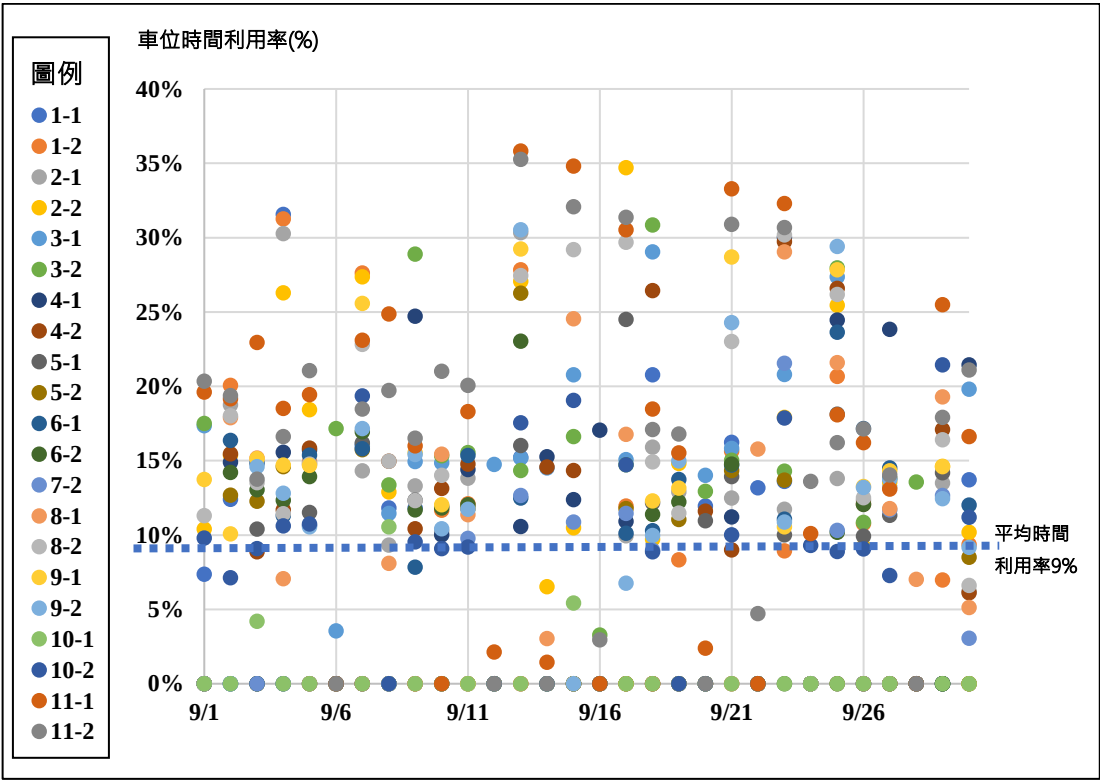
充電站代碼	所在區域	契約容量(kwh)	介面標準	充電樁數	充電槍數	充電形式	充電樁最大功率(kw)	單一充電槍最大功率(kw)	車輛規模	分析資料時間範圍
S8	北部	660	GB/T	11	22	直流	120	60	110	2023/09 (一個月)
S9		840	GB/T	14	28	直流	120	60	103	
S10		1,800	CCS1	27	54	直流	120	120	63	
S11		1,800	CCS1	10	15	直流	150/180	150/180	38	

(2) 分析方法

- ①平均充電車位時間利用率：擷取充電場站 S8、S9、S10、S11 之充電設施中，充電站名、各充電槍充電起始時間以及充電結束時間之資料，計算充電樁於整個月中每日的充電分鐘數，再將其轉換為充電車位時間利用率。
- ②用電離峰平均充電車位時間利用率：考量到台電提供之充電設施專用時間電價尖離峰價差，業者於實務上多避免於用電尖峰(日間 6 小時)充電，本計畫將充電場站 S8、S9、S10、S11 之充電設施資料排除用電尖峰 6 小時之數據，並以 18 小時為基準，計算非充電尖峰時段之平均車位時間使用率。

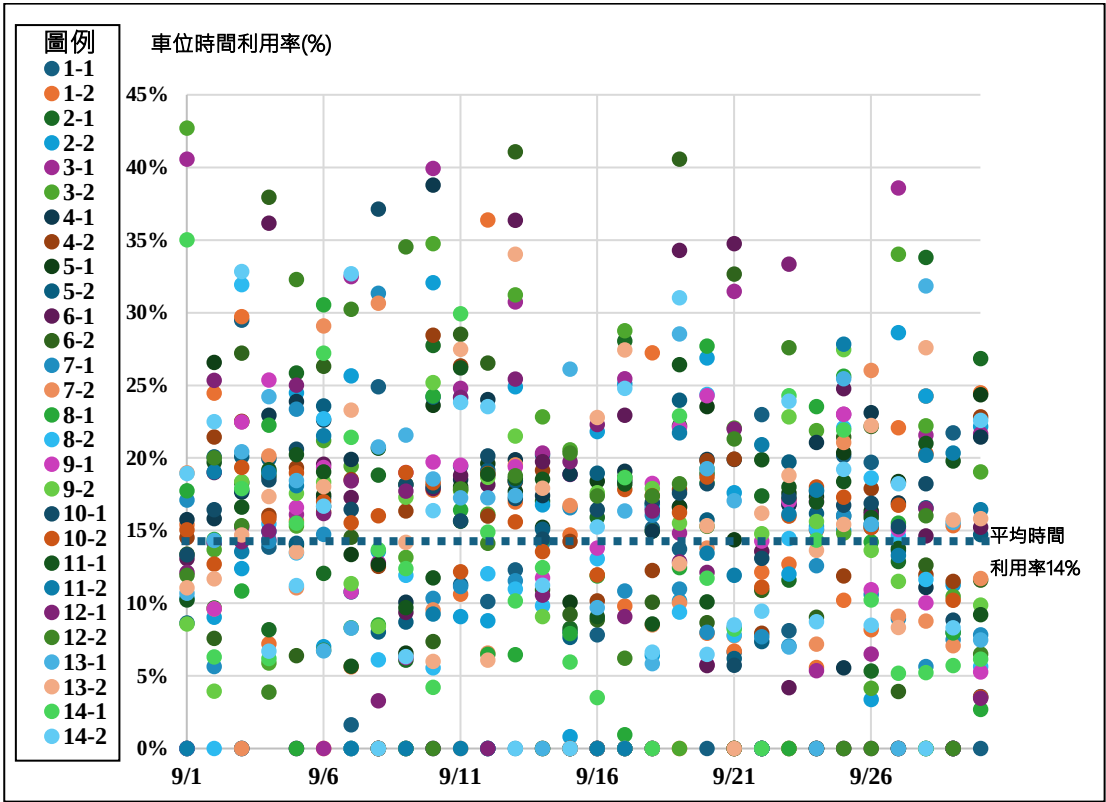
2. 平均充電車位時間利用率統計分析

充電場站 S8、S9、S10 平均車位時間利用率為 7~14%，如圖 4.1.18 至圖 4.1.21 所示，意即每日利用約 1.7~3.4 小時。若考量部分充電車位有單日完全未使用的情況，平均車位使用率為 53%~83%。若僅針對有使用之充電車位進行統計，充電車位時間利用率為 11%~16%，意即每日利用約 2.6~3.8 小時。而充電場站 S11 平均充電車位時間利用率為 26%，意即每日利用約 6.2 小時，且各充電車位均有使用紀錄，故不討論部分充電車位有單日完全未使用的情況。



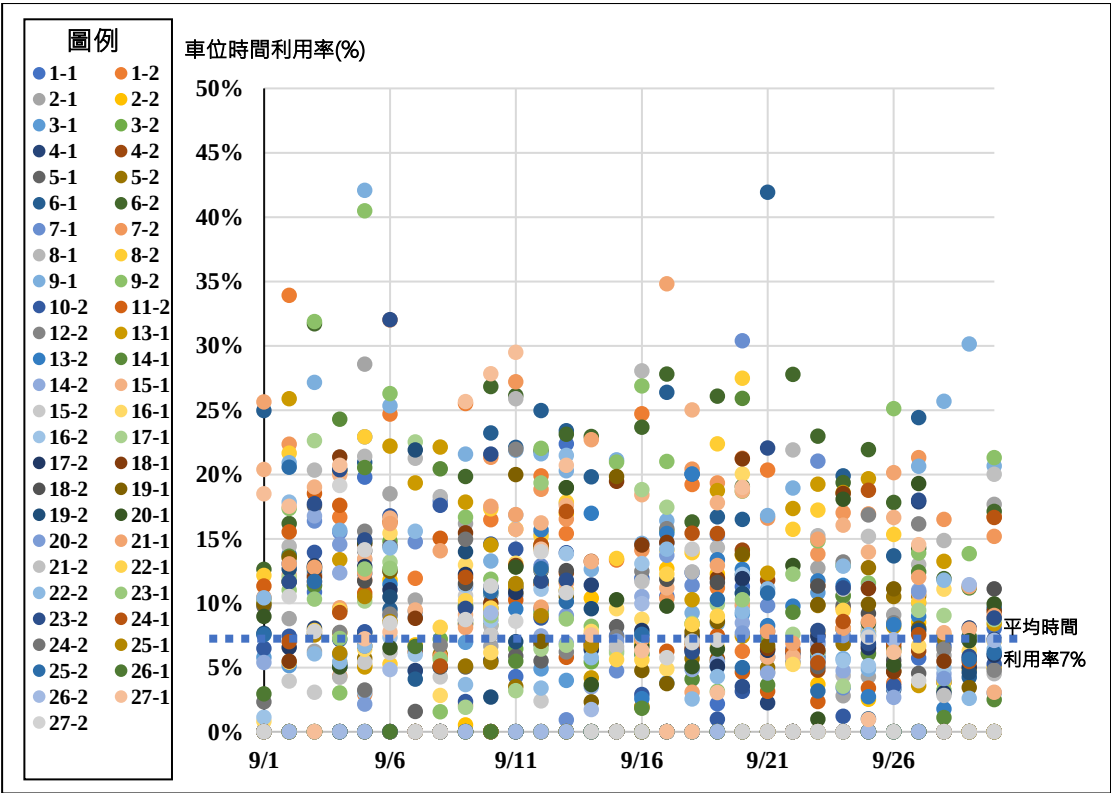
資料來源：本計畫彙整。

圖 4.1.18 充電場站 S8 充電車位時間利用率散布圖



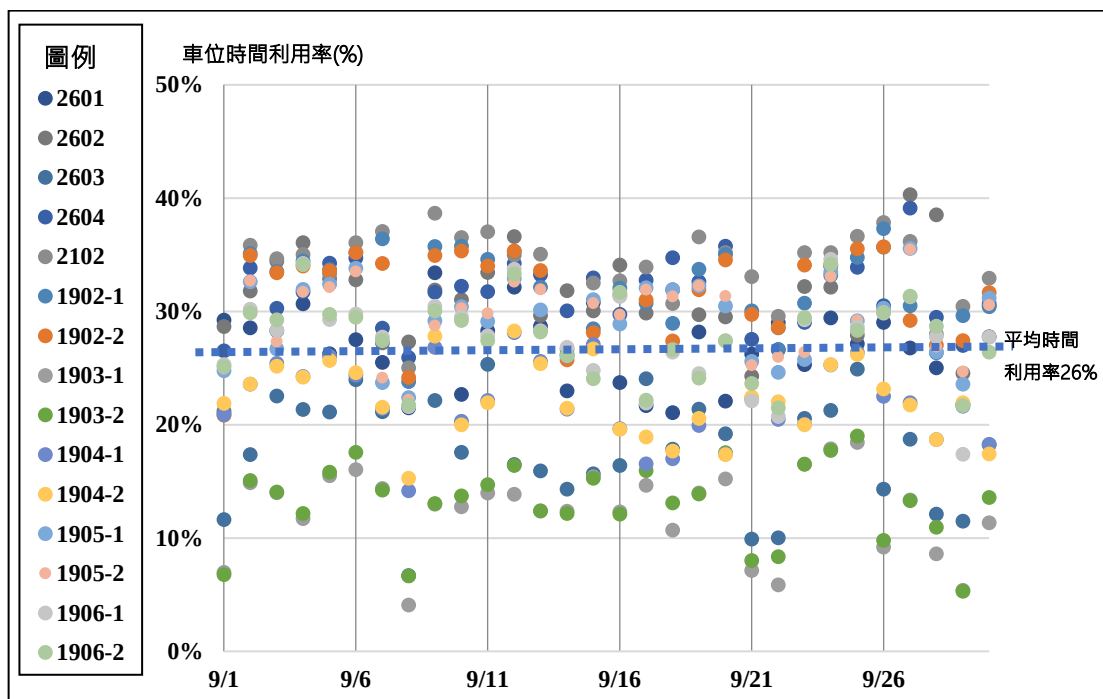
資料來源：本計畫彙整。

圖 4.1.19 充電場站 S9 充電車位時間利用率散布圖



資料來源：本計畫彙整。

圖 4.1.20 充電場站 S10 充電車位時間利用率散布圖

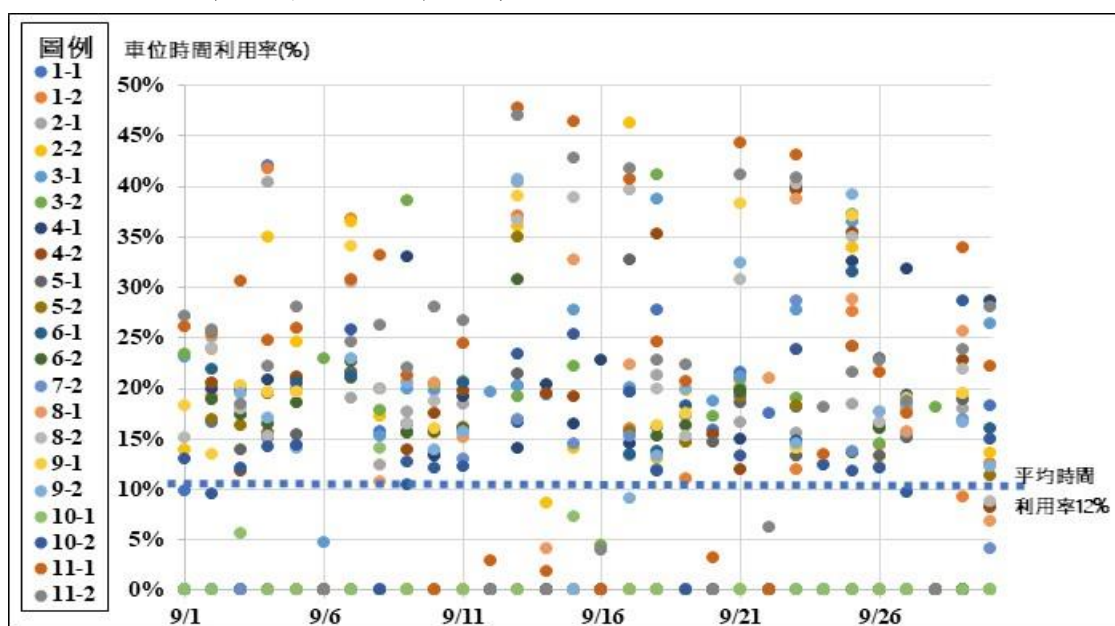


資料來源：本計畫彙整。

圖 4.1.21 充電場站 S11 充電車位時間利用率散布圖

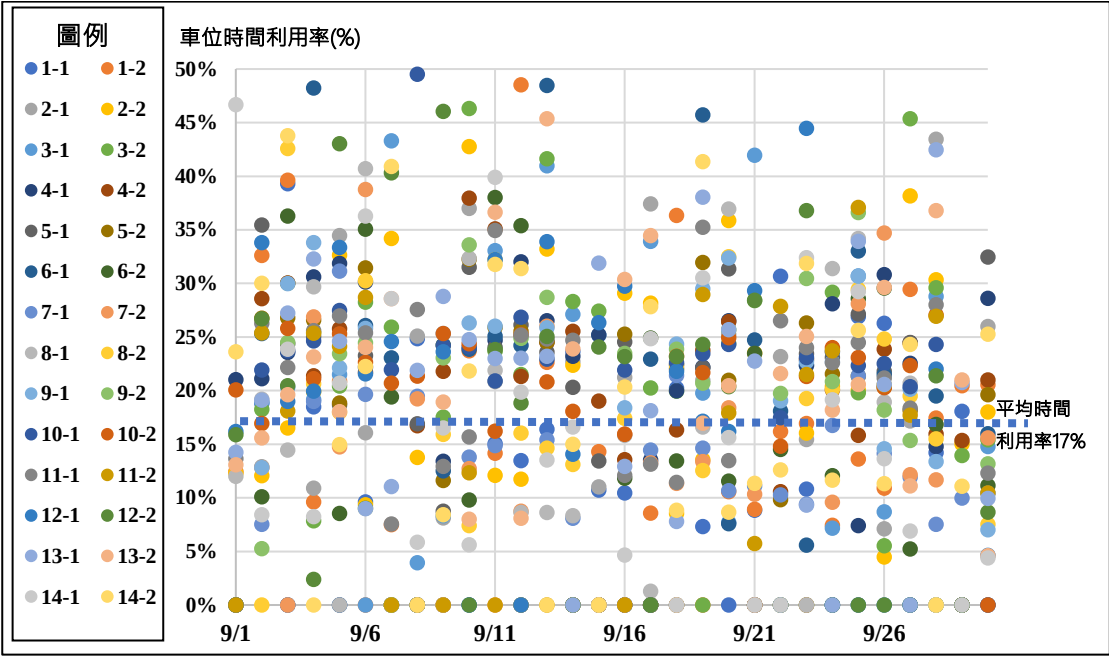
3. 用電離峰平均充電車位時間利用率統計分析

充電場站 S8、S9、S10 用電離峰平均車位時間利用率為 5~17% 如圖 4.1.22 至圖 4.1.24 所示，意即每日利用約 1.2~4.1 小時。而充電場站 S11 因各充電車位均有使用紀錄，故不討論用電離峰平均充電車位時間利用率的情況。



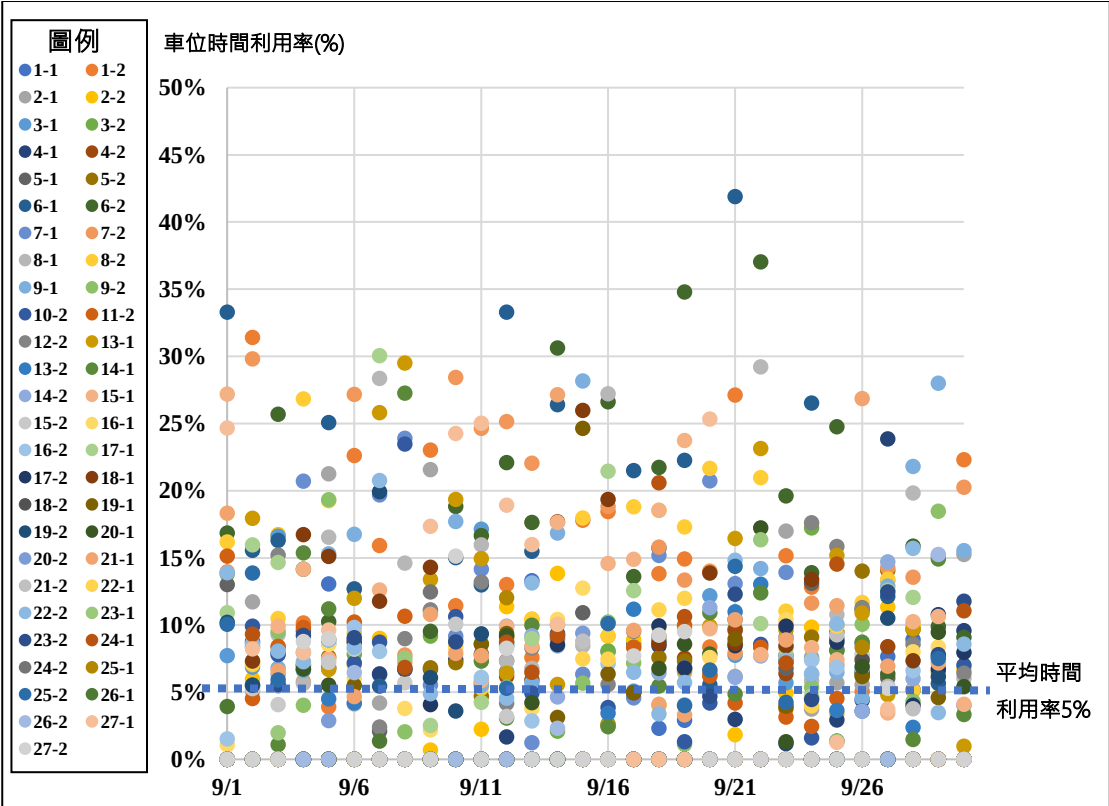
資料來源：本計畫彙整。

圖 4.1.22 充電場站 S8 用電離峰充電車位時間利用率散布圖



資料來源：本計畫彙整。

圖 4.1.23 充電場站 S9 用電離峰充電車位時間利用率散布圖



資料來源：本計畫彙整。

圖 4.1.24 充電場站 S10 用電離峰充電車位時間利用率散布圖

4.1.5 推動政策績效指標

1. 分析標的

統計自電動大客車數據平臺蒐集至 113 年 12 月 31 日之 67 處場站、561 座充電樁、1,154 輛電動大客車資料，因電動大客車數據平臺傳輸資料未包含 109 年以前申請導入之電動大客車及尚在檢核中之申請案，故與現況實際上線之電動大客車數會有落差。

2. 電動大客車分布

統計之 1,154 輛車輛廠牌以成運汽車、華德動能最多，主要原因為平臺統計資料僅包含 109 年起申請補助之電動大客車輛，因 109~111 年示範計畫申請所致；另縣市別以臺北市導入數量最多，新北市、高雄市次之。(圖 4.1.25 與圖 4.1.26)

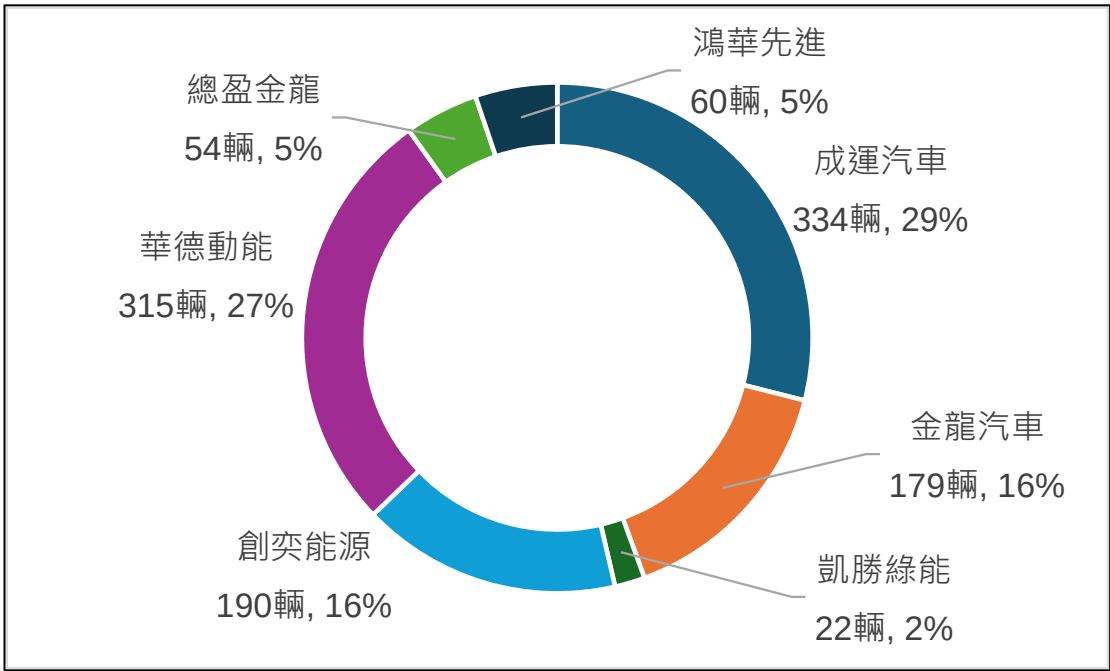


圖 4.1.25 電動大客車車輛廠牌占比

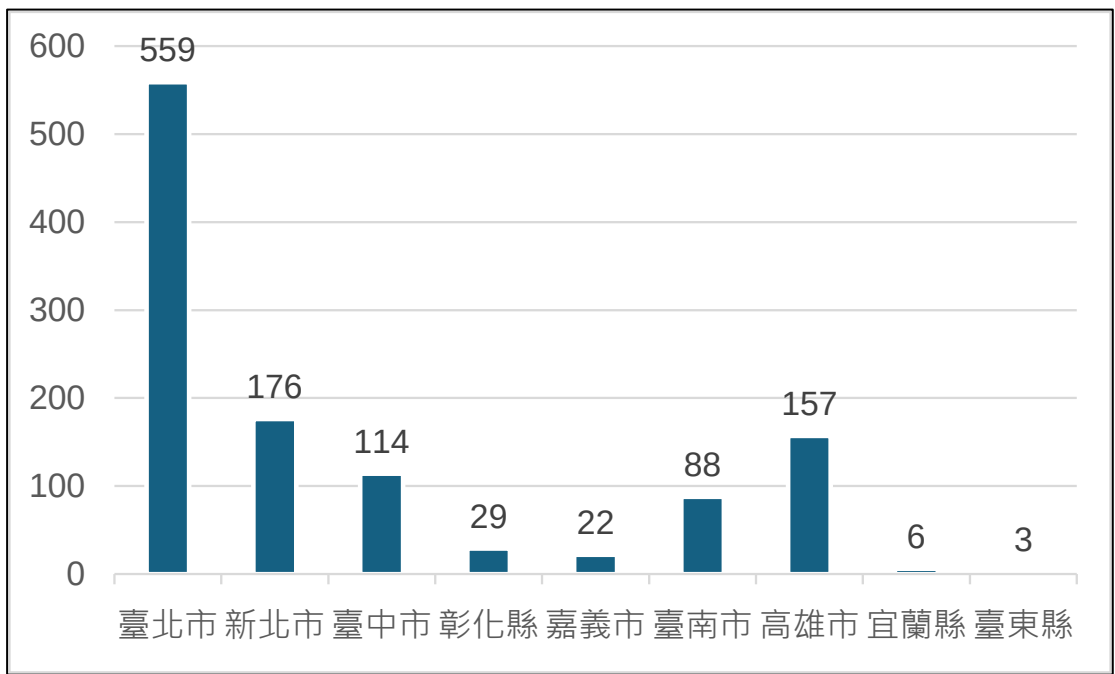


圖 4.1.26 電動大客車縣市導入情形

3. 充電樁設置情形

充電樁充電介面部分，因 112 年起要求 CCS1+N 充電規格，充電介面 CCS1 占比提高至 51%，充電樁以雙槍配置為主(占 82%)，充電槍數量 10 槍以上之充電站占 64%，充電樁功率以 120kW 為大宗(占 87%)。(圖 4.1.27~圖 4.1.28)

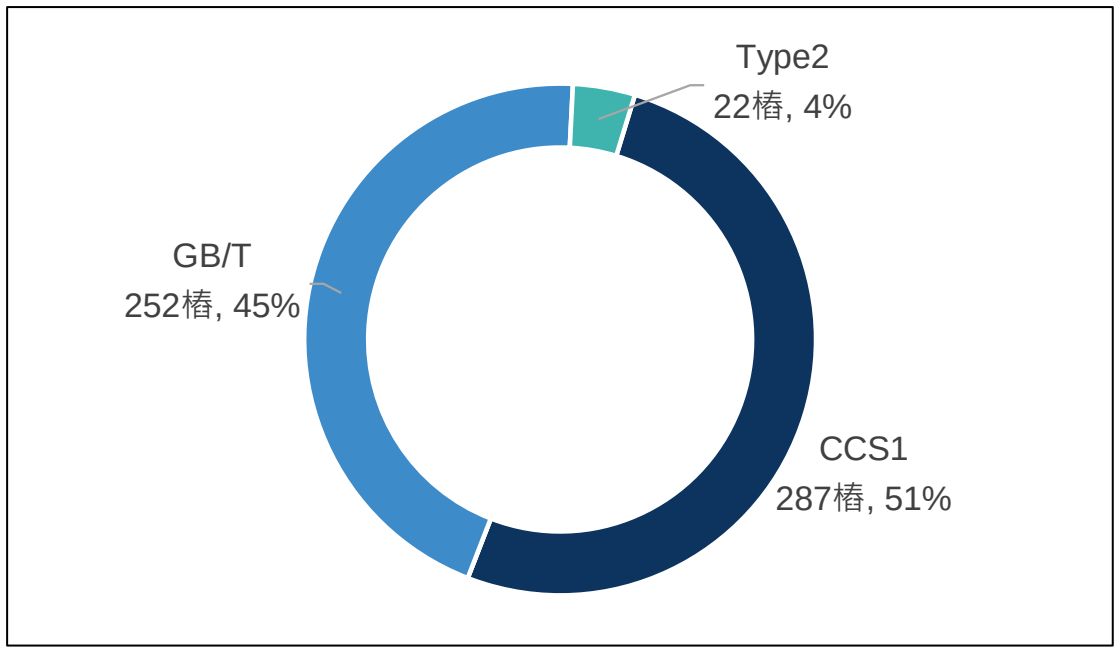


圖 4.1.27 充電樁充電介面

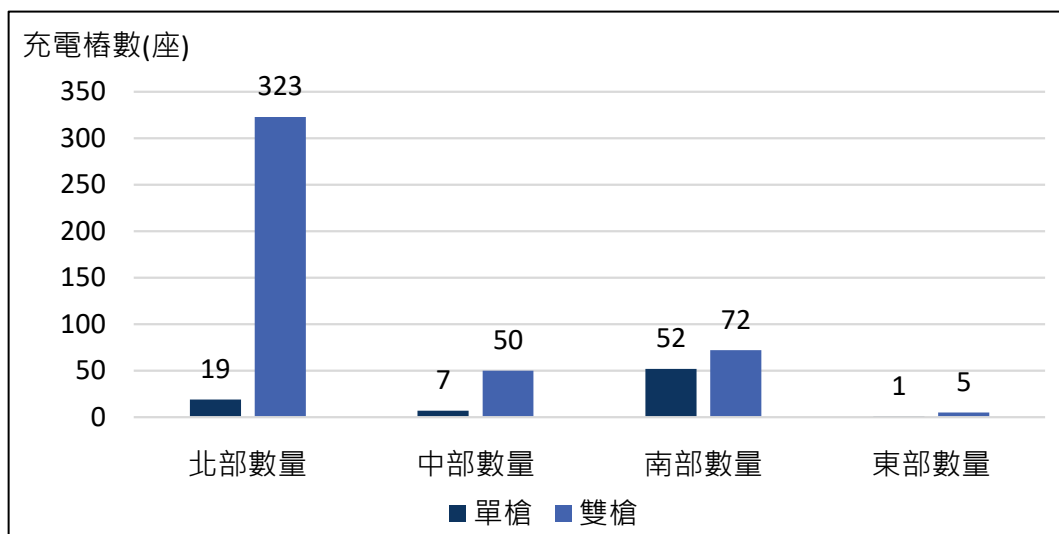


圖 4.1.28 充電樁單、雙槍配置比例

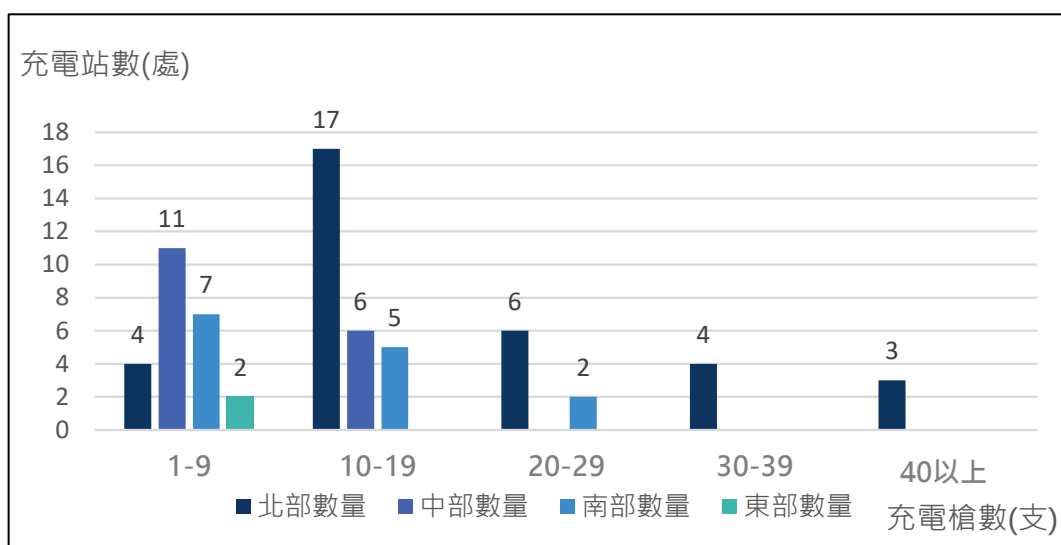


圖 4.1.29 充電站充電槍數量

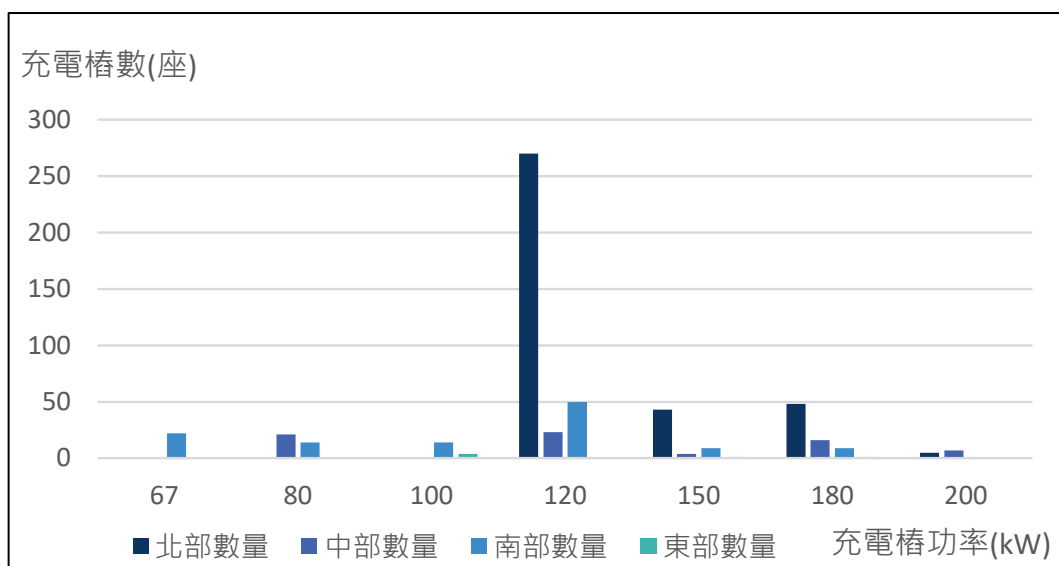


圖 4.1.30 充電樁各功率數量統計

4.1.6 節能減碳計算指標

1. 分析標的

依照統計至 113 年 12 月之累積電動大客車車輛數 1,940 輛，及 2030 年預估達成公車客運電動化之總數 12,170 輛(包括市區公車增加之 9,400 輛、一般公路客運及短程國道客運 2,770 輛)。

2. 節能減碳之效益評估項目與計算參數

(1) 尾氣 CO₂ 排放係數

依據 108 年交通建設計畫經濟效益評估手冊訂定，市區公車 390.9249 克/車公里、公路客運 283.8916 克/車公里。

(2) PM_{2.5} 排放係數(尾氣)

考量市區公車以六都營運路線為大宗，依據環境部線源資料庫(TEDS10.0)，計算六都平均值為 0.1250 克/車公里。

(3) 燃料成本

依據 108 年交通建設計畫經濟效益評估手冊訂定，市區公車 2.4497 元/車公里、公路客運 2.1754 元/車公里。

(4) 車輛行駛里程

目前設定為營運里程補助上限 50,000 公里/年初估，後續可從車載機回傳數據追蹤。

3. 節能減碳效益估算

(1) 尾氣 CO₂ 排放減量

以現況 1,940 輛市區公車與未來達成 12,170 輛而言，年尾氣 CO₂ 排放減量效益分別為 3.79 萬公噸及 22.3 萬公噸。

(2) PM_{2.5} 排放

以現況 1,940 輛市區公車與未來達成 12,170 輛而言，年 PM_{2.5} 排放減量效益分別為 12.1 公噸及 76.1 公噸。

(3) 燃料成本節省

以現況 1,940 輛市區公車與未來達成 12,170 輛而言，年燃料成本節省效益分別為 2.4 億元及 14.5 億元。

4.1.7 小結與建議

1. 車輛用電效率指標

(1) 整體車隊下降趨勢

①R8 路線於第二年之用電效率與前一年同季相比，整體均呈現下滑趨勢，第一年、第二年之平均用電效率分別為 0.81、0.75(km/kWh)。

②比較 R8 路線車隊平均用電效率，前後兩年同季節下滑約 0.09~0.11(km/kWh)，降幅約 10.7~14.7%。

③R1~R3、R5 路線觀察期間用電效率下降趨勢不明顯。

(2) 個別車輛下降趨勢

①R8 路線車輛 C8-4、C8-10、C8-11、C8-18 分季平均用電效率普遍較其他車輛低，其中車輛 C8-10 用電效率於 2023 年秋季開始大幅下降，其後每季皆大幅低於各車輛平均，建議進一步釐清原因。

②R5 路線車輛 C5-32 分季平均用電效率普遍較其他車輛低，車輛 C5-84 接近平均，但於 2024 年夏季大幅低於各車輛平均，建議持續觀察。

2. 電量曲線追蹤指標

(1) 電量區間行駛里程

- ①各路線於 100%~55%之可行駛里程差異不大，僅 100%~95%可行駛里程較少。
- ②R4 路線之車輛於電量達 50%以下之後，可行駛公里數開始略微下降，電量下降至 35%以後，則會呈現加速下降趨勢。
- ③R5、R6、R7、R8路線之車輛於低電量區間之可行駛公里數沒有顯著下降之現象。

(2) 電量變化曲線追蹤

- ①R4 路線車輛 C4-3、C4-7 以及 C4-20，於電量達到 45%後可行駛公里數開始快速下降，又以車輛 C4-20 最明顯。
- ②車輛 C4-20 於電量 35%以下之快速掉電情形尤為明顯，且隨使用時間持續加劇，建議釐清原因，評估是否安排車輛電池檢修。

3. 低 SOC 追蹤指標

(1) 低充電起始電量

- ①充電站 S3、S4、S5 三個充電站於 2023 冬季、2024 春季之低充電起始電量比例皆較高，約介於 32.0%~43.5%，2024 夏季總充電次數增加，但低充電起始電量比例明顯降低，多低於 15%，可能業者在充電調度作業模式已有轉變。
- ②追蹤車輛充電情形，低充電起始電量比例高之狀況主要發生在特定車輛，可再進一步檢討特定車輛之調度排班策略。

(2) 電池老化關聯性

- ①根據國內外電池應用相關文獻，電池經常處於低充電起始電量，對於電池老化速度會產生影響。
- ②建議對應電池特性，注意與改善充電站之低充電起始電量比例，有助於減緩電池老化速度，延長電池壽命。

4. 充電車位時間利用率指標

(1) 充電車位利用率

①充電站 S8、S9、S10 平均充電車位時間利用率為 7~14%(即每日利用約 1.7~3.4 小時)；考量部分充電車位有單日完全未使用情況(平均車位使用率為 53~83%)，僅針對有使用之充電車位統計，充電車位時間利用率為 11~16%(即每日利用約 2.6~3.8 小時)。

②充電站 S11 平均充電車位時間利用率為 26%，各充電車位均有使用紀錄。

(2) 用電離峰特性

①考量台電提供之充電設施專用時間電價尖離峰價差，業者實務上多避免於用電尖峰(日間 6 小時)充電，扣除用電尖峰，粗估平均車位時間利用率為 5%~17%(即每日利用約 1.2~4.1 小時)。

②因客運路線採定班定線服務，受到路線屬性、尖離峰班距…等影響，未必能有效提高充電車位時間利用率。

5. 推動政策績效指標

藉由電動大客車與充電樁統計資料，可掌握電動大客車導入進展及對應政策之變化趨勢與服務樣態，提供電動大客車政策績效追蹤與檢視。

6. 節能減碳計算指標

追蹤與運用車輛行駛里程資料，可以藉由計算公式評估公車客運電動化之節能減碳效益，計算單一車輛及車隊規模下包括尾氣 CO₂ 排放、PM_{2.5}、燃料成本節省，做為客運業者與地方政府掌握電動大客車推動對社會經濟價值之參考基礎。然若需評估碳權效益，則需依業者營運狀況與細部資料進一步計算。

7. 各指標分析時間單位建議

考量本計畫所訂定之各項關鍵指標，其欲反應之營運特性有所差異，故本計畫綜合本節之案例分析成果，針對各項關鍵指標應用監控時間單位提出建議，如表 4.1-17。

表 4.1-17 各指標分析時間單位建議說明

指標名稱	建議應用監控時間單位	說明
車輛用電效率	季	因用電效率易受單一日之天氣、溫度影響，建議依季節進行統計，以每季之平均用電效率變化進行觀察，較能觀察用電效率是否隨電池年齡增加而產生明顯變化。
電量曲線追蹤	日	因多數業者皆會於夜間用電離峰時間，將日間即將要運行的車輛電量充滿，故可比較各車輛於各電輛區間之可行駛公里數，亦可藉由每日電量曲線，觀察各車輛於該月/季統計時間內，快速掉電/異常掉電天數，進而了解各車輛掉電情形，評估是否需要進行檢修。
低電量追蹤	日	營運業者可於當日營運結束後，觀察有哪些車輛於當日運行至低電量才進行充電，若有車輛連續數日皆有發生此情形，業者可以即時調整隔日之車輛調度排班，減少低電量充電頻率，考量調度需要，故建議以日作為單位進行分析。
充電車位時間利用率	季	因業者較難以透過充電車位時間利用率分析結果，於短時間內新建/租用充電設施，考量實務應用需求，建議以每季之利用率進行觀察，並同步考量各季充電設施契約容量規範、供電時間，評估各季之充電設施是否滿足營運需求。
推動政策績效指標	年	考量業者購置車輛、建置充電設施、平台傳輸資料檢核，作業流程長達半年至一年以上，電動大客車數量、充電設施配置情形於短時間內變化較少，故建議以年期進行統計追蹤即可。
節能減碳計算	年	考量節能減碳指標內之計算項目，多以車公里作為計算，且業者從購置車輛至實際營運需耗費較長時間，故建議併同推動政策績效指標內之電動大客車數量，以年期進行統計追蹤。

8. 數據分析應用策略建議

綜整前述之數據分析指標及分析議題進行探討，提供電動大客車營運調度策略予客運業者做為應用參考。

(1) 追蹤用電效率變化與應變

依國外電動車相關應用文獻及客運業者營運經驗，車輛電池會隨使用時間延長而出現電池衰退；故建議於車輛上線營運後，持續針對路線整體車隊或個別車輛之用電效率進行追蹤，以利對於車輛效能變化及早因應。

若觀察到用電效率有明顯降低之趨勢，建議評估下列作法：

- ①先判斷是否有行駛路線、班次派車時段等營運模式變化，或是轉換不同駕駛使用之情況。

②沒有營運特性或駕駛特性之影響因素存在，則建議檢視車輛是否有存在明顯耗電增加之設備。

③再者則與車輛業者聯繫，確認車輛電池是否出現異常，必要時進行電池平衡。

(2) 建立車輛電量曲線履歷與追蹤

電動大客車輛因使用之電池特性不同，反映在單位電量區間可行駛里程明顯下降之轉折點可能會有差異，建議可建立車輛電量曲線履歷與持續追蹤，觀察單一車輛是否有異常情形，以及是否有隨營運年期提早開始下降，做為電池是否產生衰退或變異之初判。

若路線有部分車輛相對同批車隊有明顯異常掉電之情形，且隨使用時間持續加劇，建議釐清是否為下列原因，評估與安排車輛電池檢修。

①觀察是否發生頻次與是否隨使用時間持續加劇。

②釐清是否因通訊傳輸中斷或是 BMS 訊號傳輸問題所致。

③若非通訊傳輸緣故，評估是否安排車輛電池檢修(系統校正、充放電檢測、電池平衡)。

(3) 降低低充電起始電量比例

建議對應電池特性，注意充電站車輛之低充電起始電量比例，避免過度充放電，以維持電池健康度，減緩電池老化速度，提升電動大客車整體耐用性。

若追蹤到特定車輛經常性出現回站充電起始電量偏低之情形，則進一步檢視實際發生情形與原因，判斷充電調度調整作法。

①車輛營運班次服務時段造成耗電量較高，建議依服務時段評估出車前剩餘電量 SOC，維持單趟行駛需求電量加計安全電量之總值。

②駕駛特性影響造成耗電量較高，建議檢視影響原因，並輔導改善。

③出車前剩餘電量 SOC 較低，建議車輛待班時提早充電或必要時換車行駛。

4.2 AI 應用探討

4.2.1 視覺化應用測試

1. 測試規劃

目前市場上對於 Microsoft Power BI 結合 Copilot 之可參考應用案例不多，因此本計畫以用電效率為主題，測試應用 Microsoft Power BI 及其 Copilot，結合自然語言視覺化呈現效果，測試重點如下：

- (1) 探討視覺化圖表生成結果與資料正確性。
- (2) 以中文與英文對話提問的差異性。
- (3) 關鍵字跟完整句子提問成效展現之異同。

2. 測試情境與成果說明

(1) 測試條件

以用電效率為測試主題，採用 2023 年 5 月 1 日至 2023 年 5 月 30 日的資料，共計 34,493 筆資料，此一個月的資料已事先進行車機資料與 A2 資料的串接、清洗，以及去識別化的處理過程。欄位名稱以中文命名，資料欄位型態包含文字、整數、小數與日期時間，如圖 4.2.1、圖 4.2.2。

車牌	路線名稱	子路線名稱	方向	班次起始時間	班次結束時間	車廠	車型
AAA-1666	B	B	0	2023/5/30 上午 08:06:58	2023/5/30 上午 08:13:33	C	C
AAA-1669	B	B	0	2023/5/30 下午 12:39:19	2023/5/30 下午 01:50:29	C	C
AAA-1673	B	B	0	2023/5/30 下午 03:52:39	2023/5/30 下午 04:19:16	C	C
AAA-0529	B	B	1	2023/5/30 下午 05:38:32	2023/5/30 下午 06:37:04	C	C
AAA-1669	B	B	1	2023/5/31 上午 06:46:10	2023/5/31 上午 07:30:26	C	C
AAA-1717	J	J	1	2023/5/1 下午 03:04:22	2023/5/1 下午 03:58:37	C	C
AAA-1707	J	J	0	2023/5/1 下午 03:37:12	2023/5/1 下午 04:39:39	C	C
AAA-1696	J	J	1	2023/5/1 下午 03:42:10	2023/5/1 下午 04:37:10	C	C
AAA-1715	J	J	1	2023/5/1 下午 03:47:08	2023/5/1 下午 04:45:50	C	C
AAA-1715	J	J	0	2023/5/2 下午 01:49:32	2023/5/2 下午 02:17:17	C	C
AAA-1703	J	J	0	2023/5/2 下午 03:42:39	2023/5/2 下午 04:52:24	C	C
AAA-1715	J	J	0	2023/5/2 下午 07:35:15	2023/5/2 下午 07:59:55	C	C
AAA-1715	J	J	0	2023/5/2 下午 08:01:19	2023/5/2 下午 08:32:17	C	C
AAA-1703	J	J	0	2023/5/3 上午 08:07:51	2023/5/3 上午 09:22:11	C	C
AAA-1703	J	J	0	2023/5/3 上午 10:50:11	2023/5/3 下午 12:00:18	C	C

資料來源：本計畫提供。

圖 4.2.1 測試資料欄位(一)

用電效率	班次起始里程	班次結束里程	班次行駛里程	電池容量	馬達功率	SOC變化量
0.3900709219853	27254.2	27255.3	1.1	282	189	1
0.770010131712296	28315.5	28330.7	15.2	282	189	7
0.81560283687982	26504.3	26508.9	4.6	282	189	2
0.562310030395247	26192.8	26203.9	11.1	282	189	7
0.040799206893924	28398.3	28409	10.7	282	189	93
0.744680851063798	14340	14348.4	8.4	282	189	4
0.862884160756415	15622.7	15630	7.3	282	189	3
0.260047281323963	17925	17927.2	2.2	282	189	3
0.682624113475242	9778	9785.7	7.7	282	189	4
0.611702127659704	9874.3	9881.2	6.9	282	189	4
0.312701482914272	17950.2	17959.9	9.7	282	189	11
0.780141843971674	9919.3	9925.9	6.6	282	189	3
0.709219858156028	9926.1	9934.1	8	282	189	4
0.277240490006401	18006.4	18015	8.6	282	189	11
0.283687943262388	18024.9	18033.7	8.8	282	189	11

資料來源：本計畫提供。

圖 4.2.2 測試資料欄位(二)

(2) 測試情境

共規劃五個測試情境，同時檢視測試規劃重點的效果。測試情境及結果說明如下：

- ①英文及中文自動化生成圖表(表 4.2-1、表 4.2-2、表 4.2-3)。
- ②關鍵字或簡短描述測試(表 4.2-2、表 4.2-3)。
- ③完整語意及詳細敘述測試(表 4.2-4、表 4.2-5)。
- ④問答測試、統計運算(表 4.2-6、表 4.2-7、表 4.2-8)。
- ⑤篩選特定條件測試，如日期區間(表 4.2-9、表 4.2-10)。

表 4.2-1 以英文指令創建新頁面

Create a new report page for power efficiency. Maybe you can use data column [用電效率].



可依據指令自動生成數據統計、顯示相對應的視覺化頁面，但需要時間等待回應且所摘要部分資訊較無意義(如電池容量的總計)

表 4.2-2 以中文簡短指令創建新頁面

內容	請創建一頁有關用電效率的主題
測試結果畫面	用電效率 用電效率的平均 0.80 用電效率的總和 437.47 千 馬達功率的總和 8 百萬 SOC變化量的總和 300 千 用電效率的平均 依據 班次起點時間 用電效率的總和 依據 班次起點時間 馬達功率的總和 依據 班次起點時間 SOC變化量的總和 依據 班次起點時間 用電效率的平均 依據 車型 馬達功率的總和 依據 車型 SOC變化量的總和 依據 車型
效果	可依據指令自動生成數據統計、顯示相對應的視覺化頁面，但需要時間等待回應，所呈現的內容與英文指令部分不同，且所摘要部分資訊較無意義(如馬達功率、SOC 變化量的總計)

表 4.2-3 以英文創建摘要頁面

內容	Create a Power Efficiency Summary Power Efficiency Summary 路線名稱 全部 ▼ 車牌 全部 ▼ 用電效率的平均 0.80 用電效率的總和 27.44 千 用電效率的最大值 2.79 用電效率的最小值 0.00 用電效率的平均 依據 班次起始時間 與 車牌 AAA-0122 AAA-0123 AAA-0125 AAA-0126 AAA-0127 AAA-0128 AAA-0129 用電效率的總和 依據 路線名稱 B C J D K G E H1 F I 用電效率的平均 依據 路線名稱 E F G I B D H1 K C J
效果	依據指令生成數據統計、顯示相對應的視覺化頁面，但需要時間等待回應，且用電效率平均或總和與班次起始時間的圖表資訊較無意義、顯示凌亂。

表 4.2-4 以英文詳細敘述頁面呈現

內容	Create a new report page for power efficiency analysis. This page needs to use data from '班次測試資料'. Please create a bar chart with the x-axis as 路線名稱 and the y-axis as 用電效率. On the left side of the page, create a table that includes 車牌, 用電效率, 車廠, and 車型. Also, ensure that the page can be filtered by 路線名稱 and 車型.
測試結果畫面	Power Efficiency Analysis 路線名稱 全部 車牌 全部 用電效率 的平均 0.80 班次行駛里程 的總和 437.47 千 SOC變化量 的總和 300 千 用電效率 的平均 依據 班次起端時間 班次行駛里程 的總和 依據 班次起端時間 SOC變化量 的總和 依據 班次起端時間 用電效率 的平均 依據 車牌 班次行駛里程 的總和 依據 車牌 SOC變化量 的總和 依據 車牌
效果	依據詳細英文指令描述，需要長時間等待回應，卻未顯示相對應的視覺化頁面、無出現描述中要求呈現的資料表，另外多了一些無關係的圖表。

表 4.2-5 以中文詳細敘述頁面呈現

請創建一頁有關用電效率分析的主題，資料表需運用班次測試資料。請在左半邊頁面設計 x 軸為子路線名稱、y 軸為用電效率的直條圖，並命名為用電效率。請在右半邊頁面設計資料表，欄位包含車牌、車廠、車型、平均、用電效率的平均、車牌、車廠、車型、子路線名稱。

車牌	車廠	車型	用電效率的平均
AAA-215	B	B	1.64
AAA-2631	A	A	1.17
AAA-2617	A	A	1.13
AAA-2622	A	A	1.13
AAA-2619	A	A	1.12
AAA-2618	A	A	1.11
AAA-2603	A	A	1.09
AAA-2612	A	A	1.09
AAA-2620	A	A	1.07
AAA-2616	A	A	1.06
總計			0.80

表 4.2-6 問與答視覺效果以英文測試統計圖表

內容	Count of 班次測試資料 group by 班次起始時間 年, 月, 日																																														
測試結果畫面	Count of 班次測試資料 group by 班次起始時間 年, 月, 日 Count of 班次測試資料 group by 班次起始時間 年, 月, 班次起始時間 日 Count of 班次測試資料 group by 班次起始時間 年, 月, 班次結束時間 日 Count of 班次測試資料 group by 班次起始時間 年, 月, 起始時間 日 Count of 班次測試資料 group by 班次起始時間 年, 月, 結束時間 日 顯示更多 班次測試資料的計數 依據 年, 月 與 日 <table border="1"><caption>班次測試資料的計數 依據 年, 月 與 日</caption><thead><tr><th>日期</th><th>計數</th></tr></thead><tbody><tr><td>5月7日</td><td>850</td></tr><tr><td>5月8日</td><td>1050</td></tr><tr><td>5月9日</td><td>1150</td></tr><tr><td>5月10日</td><td>1050</td></tr><tr><td>5月11日</td><td>1150</td></tr><tr><td>5月12日</td><td>1250</td></tr><tr><td>5月13日</td><td>1150</td></tr><tr><td>5月14日</td><td>1250</td></tr><tr><td>5月15日</td><td>1150</td></tr><tr><td>5月16日</td><td>1250</td></tr><tr><td>5月17日</td><td>1350</td></tr><tr><td>5月18日</td><td>1250</td></tr><tr><td>5月19日</td><td>1350</td></tr><tr><td>5月20日</td><td>1250</td></tr><tr><td>5月21日</td><td>1350</td></tr><tr><td>5月22日</td><td>1250</td></tr><tr><td>5月23日</td><td>1350</td></tr><tr><td>5月24日</td><td>1250</td></tr><tr><td>5月25日</td><td>1350</td></tr><tr><td>5月26日</td><td>1250</td></tr><tr><td>5月27日</td><td>1350</td></tr><tr><td>5月28日</td><td>1250</td></tr></tbody></table>	日期	計數	5月7日	850	5月8日	1050	5月9日	1150	5月10日	1050	5月11日	1150	5月12日	1250	5月13日	1150	5月14日	1250	5月15日	1150	5月16日	1250	5月17日	1350	5月18日	1250	5月19日	1350	5月20日	1250	5月21日	1350	5月22日	1250	5月23日	1350	5月24日	1250	5月25日	1350	5月26日	1250	5月27日	1350	5月28日	1250
日期	計數																																														
5月7日	850																																														
5月8日	1050																																														
5月9日	1150																																														
5月10日	1050																																														
5月11日	1150																																														
5月12日	1250																																														
5月13日	1150																																														
5月14日	1250																																														
5月15日	1150																																														
5月16日	1250																																														
5月17日	1350																																														
5月18日	1250																																														
5月19日	1350																																														
5月20日	1250																																														
5月21日	1350																																														
5月22日	1250																																														
5月23日	1350																																														
5月24日	1250																																														
5月25日	1350																																														
5月26日	1250																																														
5月27日	1350																																														
5月28日	1250																																														
效果	視覺化問與答功能可以對其搜尋欄提問，並於提問過程中顯示相關提示，並快速依據指令生成數據統計、顯示相對應的視覺化效果，並可添加至頁面之中。																																														

表 4.2-7 敘事視覺效果以中文測試並要求中文回應

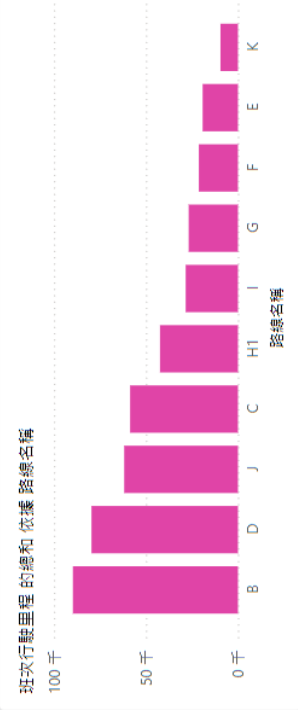
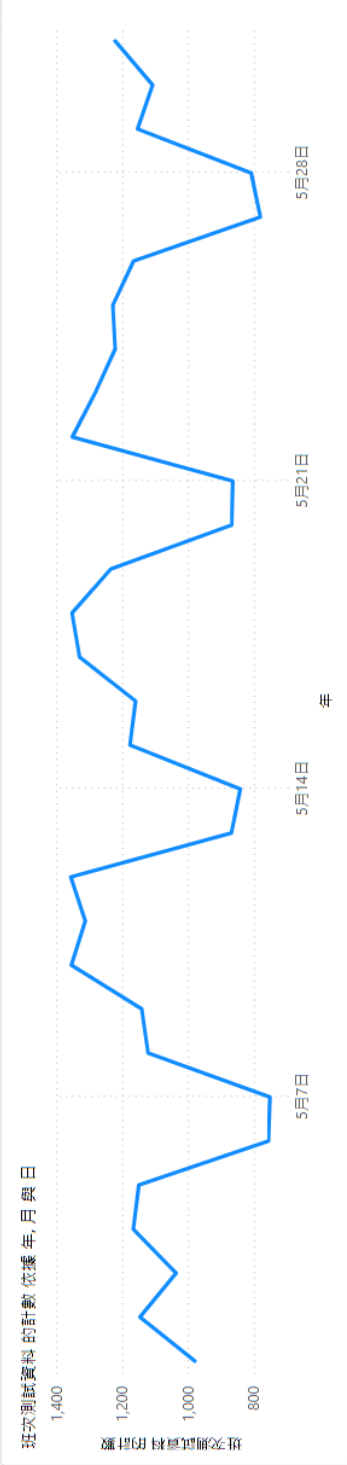
內容	針對資料(本頁面)進行摘要，並以中文呈現，且字型設為 12
測試結果畫面	Power Efficiency Analysis 路線名稱 全部 用電效率的平均 0.80 班次行駛里程的總和 437.47 千 班次行駛里程的總和 依據 路線名稱  班次行駛里程的總和 依據 年,月,日  根據數據，以下是一些主要觀察： 1. 與其他路線相比，B 路線的班次行駛里程總和最高為 89.76 千，佔了班次行駛里程的 20.52%；而 K 路線的班次行駛里程總和最低，只有 9.51 千。^[1] 2. 2023 年 5 月的班次測試數量呈上升趨勢，從較月的 1 日至 31 日，總數量增加了 24.72%。然而從 5 月 25 日開始，總數量開始下降，6 天內下降了 0.57%。^[2] 3. 班次測試數量在 2023 年 5 月 8 日至 5 月 24 日間呈上升趨勢，增加了 100。但從 2023 年 5 月 25 日開始，數量突然下降，共下降了 7。^[2] 4. 班次測試數量最劇烈的下降發生在 2023 年 5 月 25 日至 5 月 31 日之間，從 1228 下降到 1221。^[2] 請注意，以上紀錄可能會因數據更新而產生變動 使用 AI 建立，圖表可能不準確，閱讀條款
效果	視覺化敘事功能可依據指令生成頁面摘要的視覺化效果，對於該頁面的統計數據進行簡單的統計分析，且能以中文顯示。

表 4.2-9 以中文測試篩選日期區間

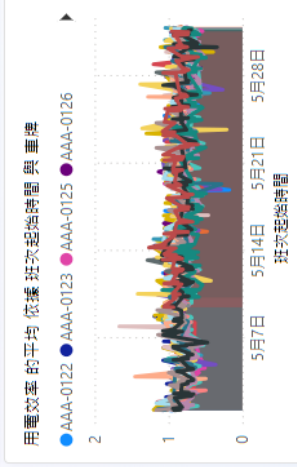
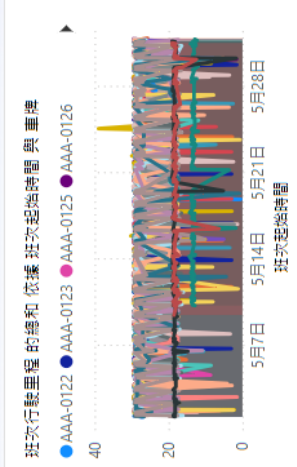
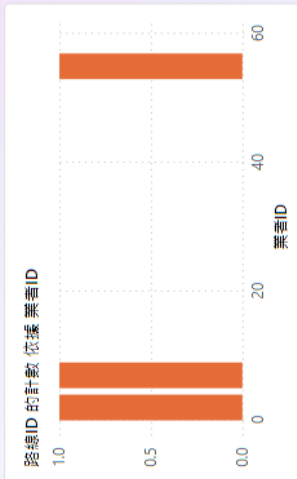
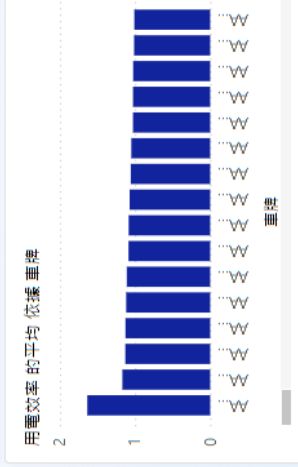
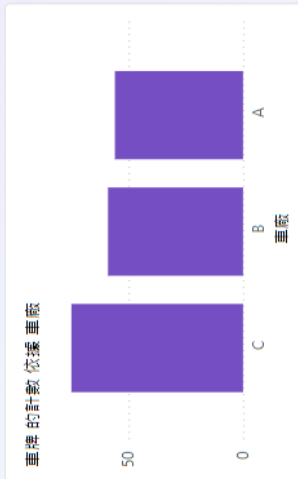
內容	創建一頁用電效率的主題，其中資料範圍需要在[班次起始時間]在 2023 年 5 月 10 日至 2023 年 5 月 20 日之間
測試結果畫面	Electricity Efficiency 重牌 全部 用電效率的平均 0.80 班次行駛里程的總和 437.47 千 路線ID 的計數 3 重牌的計數 190 用電效率的平均 依據 班次起始時間 與 重牌 ● AAA-0122 ● AAA-0123 ● AAA-0125 ● AAA-0126  班次行駛里程的總和 依據 班次起始時間 與 重牌 ● AAA-0122 ● AAA-0123 ● AAA-0125 ● AAA-0126  路線ID 的計數 依據 重牌ID  用電效率的平均 依據 重牌  班次行駛里程的總和 依據 重牌  重牌的計數 依據 重牌 
效果	依據指令描述生成數據統計，卻未進行特定條件篩選(未過濾選擇的日期)，無正確顯示相對應的視覺化頁面。

表 4.2-10 以英文測試篩選日期區間

內容	Create a new report page about 用電效率. The dataset is '班次測試資料' and [班次起始時間] is between 10/5/2023 and 20/5/2023.
測試結果畫面	用電效率 班次行駛里程的平均 12.76 重疊的計數 190 用電效率的總和 27.44 千 馬達功率的最大值 250 班次行駛里程的平均 依據 班次起過時間 重疊的計數 依據 路線名稱 馬達功率的最大值 依據 路線名稱 班次行駛里程的平均 依據 路線名稱 用電效率的總和 依據 班次起過時間
效果	依據指令描述生成數據統計，卻未進行特定條件篩選(未過濾選擇的日期)，無正確顯示相對應的視覺化頁面

3. 小結

由前述測試結果可知，應用 Microsoft Power BI 結合 Copilot 進行視覺化呈現，可以快速的自動化從無到有產製出新一頁的儀表板介面，並依據不同欄位排列組合生成豐富的圖表畫面，然而，無論透過英文或中文皆有部分語意表達無法被正確理解，導致呈現結果與預期不符的情況發生。表 4.2-11 歸納現階段初步應用 Power BI 與 Copilot 進行視覺化呈現測試之應用優劣及限制。

表 4.2-11 Power BI+Copilot 初步測試應用優缺點歸納

測試內容	優點	缺點及限制
圖表生成	• 可快速的從空白介面自動化產出新的視覺化介面、提供相關敘述摘要	• 但生成結果部分資訊或圖表內容不具意義(不符合專業分析判斷所需)
	• 指定圖表樣式及字型大小可對應生成產出	—
中英文	• 可透過英文或中文提問	• 不同語言、同樣語意問法，生成結果不盡相同 • 相同語言、問法，每次生成結果不盡相同
數據運算	• 可針對資料進行簡單統計運算，如數據加總、平均，且運算結果正確	• 無法針對異常資料進行剔除或篩選，分析資料需先進行前置處理作業，再匯入 Power BI 應用
提問方式	• 透過關鍵字或完整句子皆可自動化生成圖表	• 對話理解需要等待一段時間(本次測試案例等待時間多大於 30 秒) • 過於精簡文字或關鍵字之對話，難以理解該指令 • 詳細描述之對話，部分結果不吻合或無法做出反應
	• —	• 無法透過時間範圍篩選生成相對應的圖表
	• 問與答問法(copilot 提供輸入關鍵字提示相關運算)生成圖表結果較為精確符合需求、速度較快	• 呈現資訊較為精簡

資料來源：本計畫彙整。

4.2.2 能耗排班應用

前期計畫「電動大客車數據分析及應用計畫(1/2)」已探討用電效率數據驅動模型，透過模型建構可提供業者於新路線導入電動巴士車輛時，先行評估該路線之用電效率及 SOC 使用量，作為業者營運前規劃或營運時排班調度之參考。基於用電效率為目前電動車廣為探討應用、發展成熟度較高的指標，因此本計畫延續前期計畫成果，分析業者導入用電效率 AI 模型，據此作為排班調度及充電排程之依據，透過改善既有隨到隨充、盡量充飽等作業方式，有效節省整體用電量或充電時間，本節即進行應用用電效率 AI 模型，搭配排班調度及充電排程後之效益分析。

1. 能耗預測與排班充電應用

(1) 基本資料說明

①分析標的

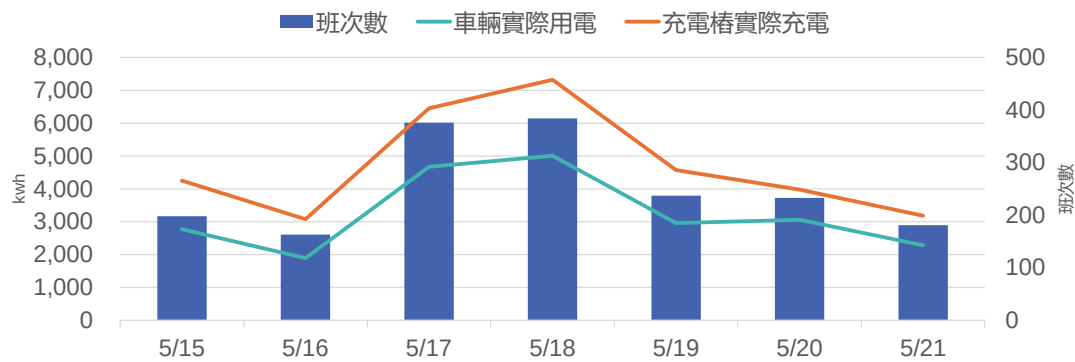
以雙北地區 A 場站為應用分析標的，A 場站包含 4 條市區通勤型路線停站。

②應用模型

應用前期市區通勤型用電效率-營運特性數據驅動模型。

③分析資料

應用 A 場站實際一周運行之班次行駛車機回傳資料及充電樁紀錄之充電資料，A 場站一周實際充電量為 32,833 kwh、車輛實際用電資料為 22,638 kwh，充電量較需求量約高 45%，彙整如圖 4.2.3 及表 4.2-12。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.3 A 場站實際一周運行資料

表 4.2-12 A 場站實際一周運行資料

日期	班次數	總消耗 SOC(%)	總行駛里 (KM)	車輛實際用電(kwh)	充電樁實際充電(kwh)
5/15	198	1,109	2,233	2,773	4,249
5/16	163	756	1,396	1,890	3,075
5/17	376	1,868	3,252	4,670	6,454
5/18	384	2,002	3,257	5,005	7,321
5/19	237	1,184	2,393	2,960	4,574
5/20	233	1,223	2,592	3,058	3,976
5/21	181	913	1,745	2,283	3,183
總計	1,772	9,055	16,867	22,638	32,833

資料來源：本計畫彙整。

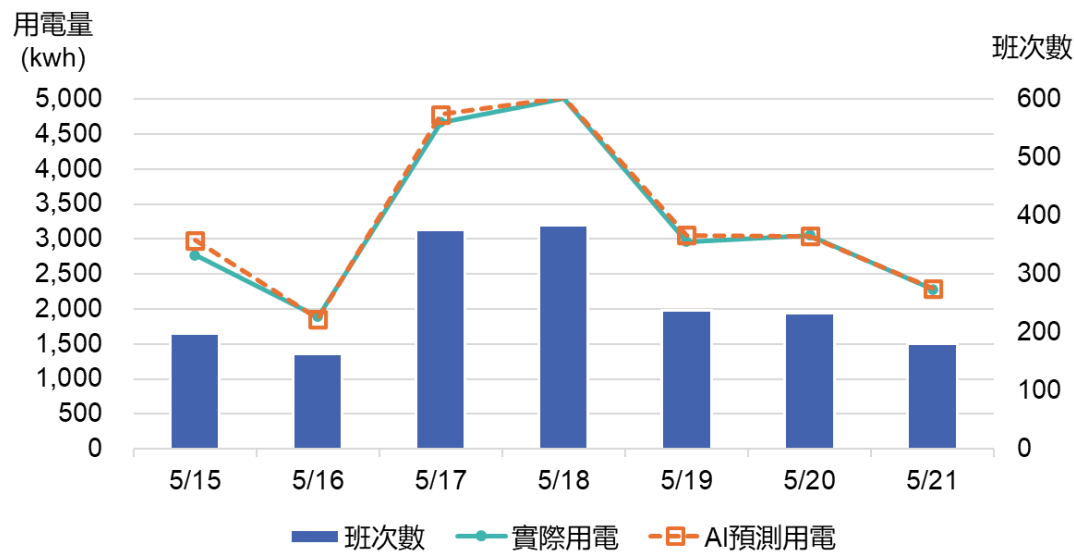
(2) 班次能耗預測

應用用電效率模型，透過一周每班次用電效率預測，推算所需用電量(kwh)，預測結果如表 4.2-13 及圖 4.2.4 所示，實際用電量為 22,638 kwh、預測用電量為 23,022 kwh，能耗預測平均誤差為 1.7%。

表 4.2-13 能耗 AI 模型預測結果

日期	實際用電(kwh)	預測用電(kwh)	誤差值
5/15	2,773	2,985	7.7%
5/16	1,890	1,857	-1.8%
5/17	4,670	4,779	2.3%
5/18	5,005	5,018	0.3%
5/19	2,960	3,054	3.2%
5/20	3,058	3,039	-0.6%
5/21	2,283	2,291	0.4%
總計	22,638	23,022	1.7%

資料來源：本計畫彙整。



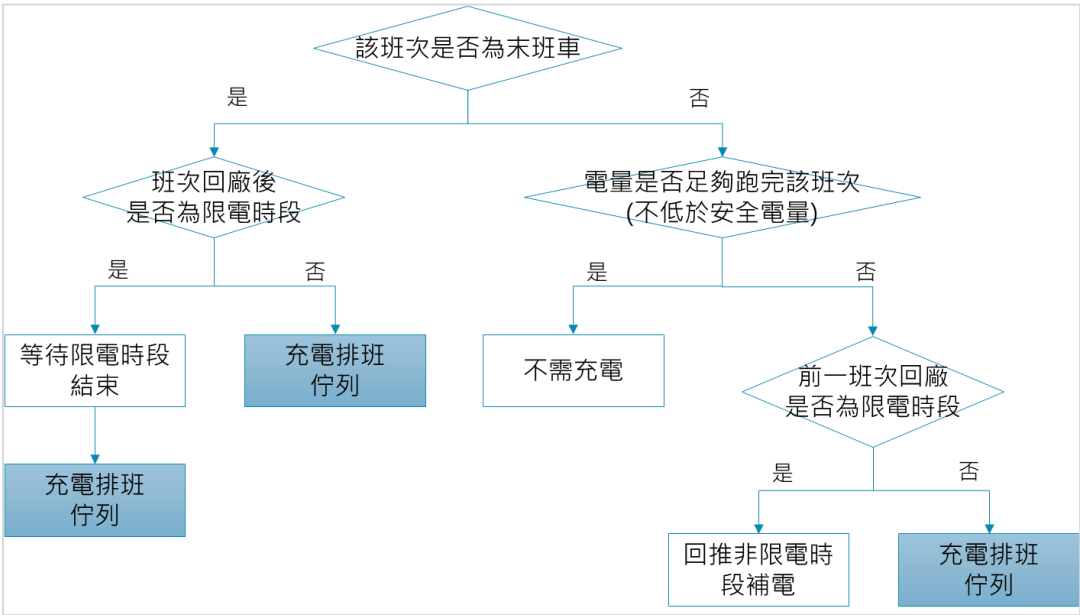
資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.4 能耗 AI 模型預測結果

(3) 排班充電規劃

依據每班次能耗預測結果，作為班次充電排程之依據，並考量實際營運之充電限制，建立排班充電流程如圖 4.2.5，充電排程分析情境如下：

- ①場站採用電動車充換電設施電價，避免於尖峰 6 小時充電
- ②班次運行結束時車輛剩餘電量需高於安全電量(20%)
- ③僅充至當天剩餘排班班次所需電量及滿足隔天排班所需
- ④充電樁、充電槍最大功率限制
- ⑤場站契約容量限制



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.5 排班充電流程圖

2. 效益分析

現行實際充電模式為車輛回場站時有空位就充電，無形中增加駕駛作業時間與充電樁占用率，基於排班充電流程，僅在車輛當日尚有班次未發班時，若下一班次運行結束後剩於電量會低於安全電量(20%)前進行補電，及末班車運行結束後，輪流補滿至隔日排班所需電量，惟前一日會先行補滿隔日排班所需電量，因此隔日所需電量多寡會提前反應在前一日所需電量。

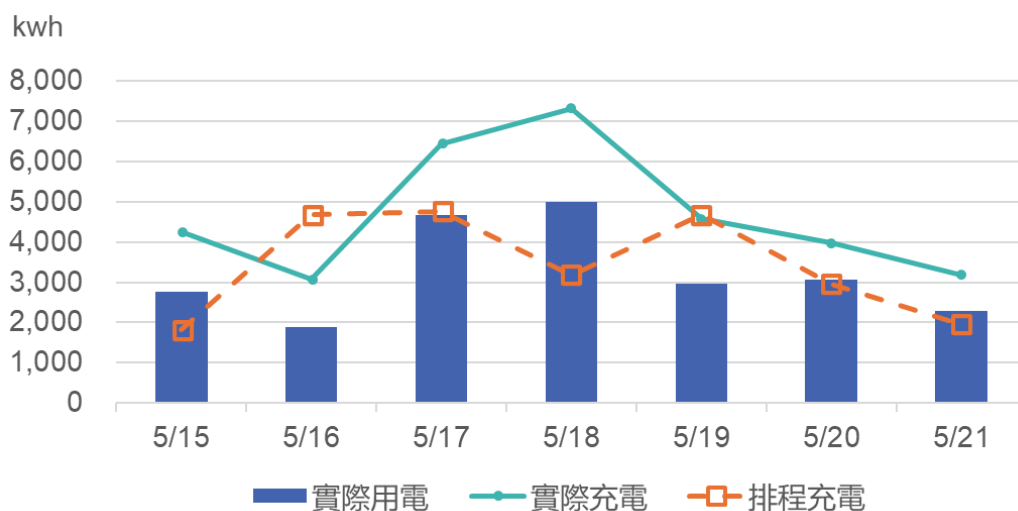
(1) 充電量

充電樁實際總充電量為 32,833 kwh，依排班充電規劃方式之排程總充電量為 24,062 kwh，總充電量減少 26.7%，如表 4.2-14 及圖 4.2.6 所示。

表 4.2-14 實際充電與排程充電之充電量差異

日期	實際充電(kwh)	排程充電(kwh)	差異比例
5/15	4,249	1,820	-57.2%
5/16	3,075	4,684	52.3%
5/17	6,454	4,770	-26.1%
5/18	7,321	3,188	-56.5%
5/19	4,574	4,676	2.2%
5/20	3,976	2,964	-25.4%
5/21	3,183	1,960	-38.4%
總計	32,833	24,062	-26.7%

資料來源：本計畫彙整。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.6 實際充電與排程充電之充電量差異

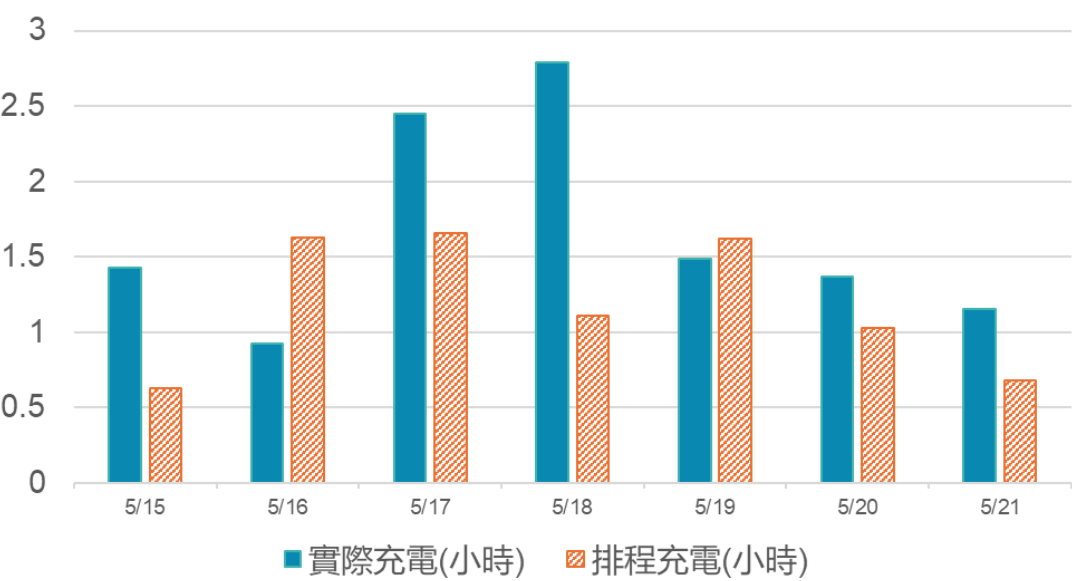
(2) 充電時間

實際總充電時間為 37,577 分鐘、排程總充電時間為 27,042 分鐘，總充電時間減少 28.0%，以 A 場站充電樁及充電槍數量換算，實際每支充電槍每日平均使用 1.66 小時，排程充電每支充電槍每日平均使用 1.19 小時，如表 4.2-15 及圖 4.2.7 所示。

表 4.2-15 實際充電與排程充電之充電時間差異

日期	實際充電時間(分鐘)	排程充電時間(分鐘)	差異比例
5/15	4,620	2,045	-55.7%
5/16	2,993	5,264	75.9%
5/17	7,943	5,361	-32.5%
5/18	9,039	3,582	-60.4%
5/19	4,806	5,255	9.3%
5/20	4,439	3,331	-25.0%
5/21	3,735	2,203	-41.0%
總計	37,577	27,042	-28.0%

資料來源：本計畫彙整。

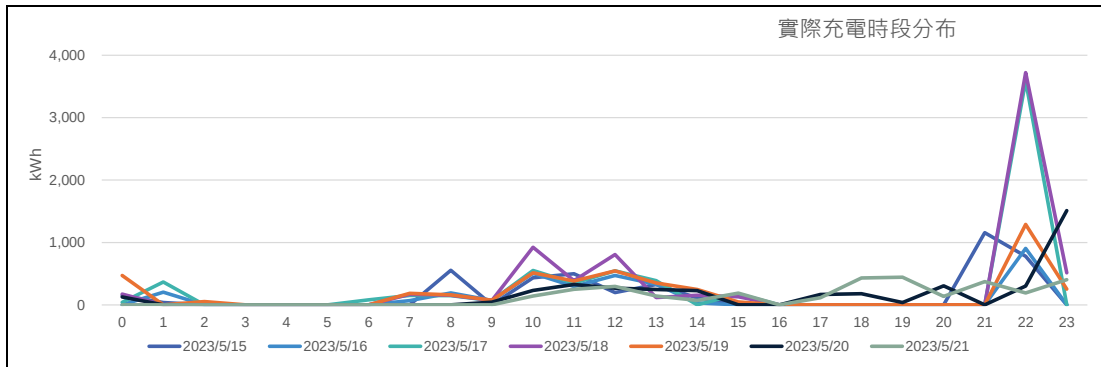


資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.7 實際充電與排程充電之充電時間差異

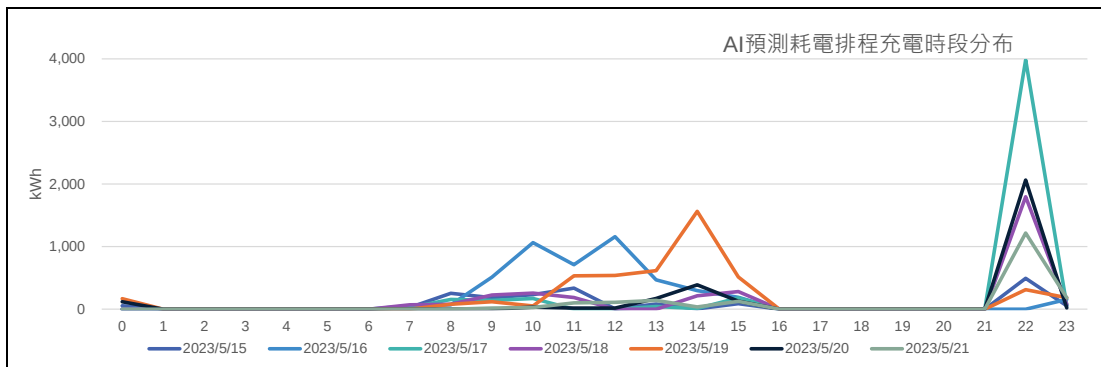
(3) 充電時段與用電分布

以插槍起始時間觀察充電樁使用情形，實際資料充電樁於尖峰小時仍有充電情形，排程充電則是避開尖峰 6 小時充電，使需插槍充電時間有往回推之情形，實際及排程充電時段分布如圖 4.2.8~圖 4.2.9 所示，排程充電於每小時使用電量如圖 4.2.10 所示。



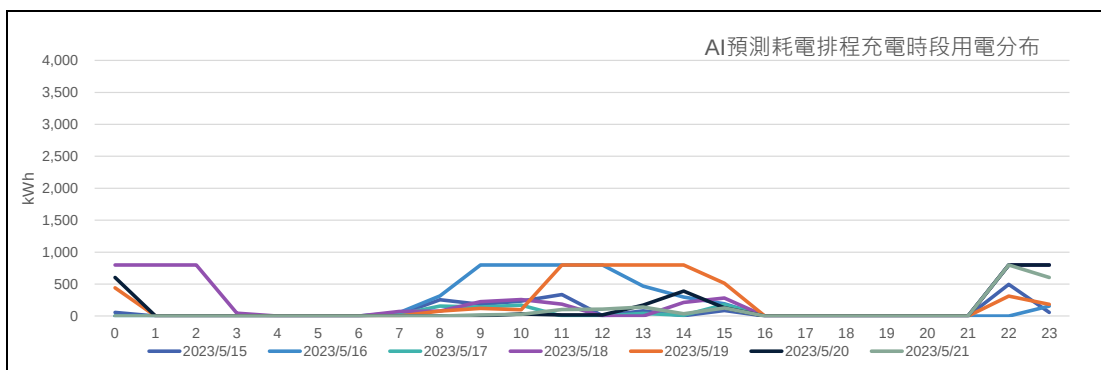
資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.8 實際充電樁充電時段分布(以插槍起始時間計算)



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.9 排程充電時段分布(以插槍起始時間計算)

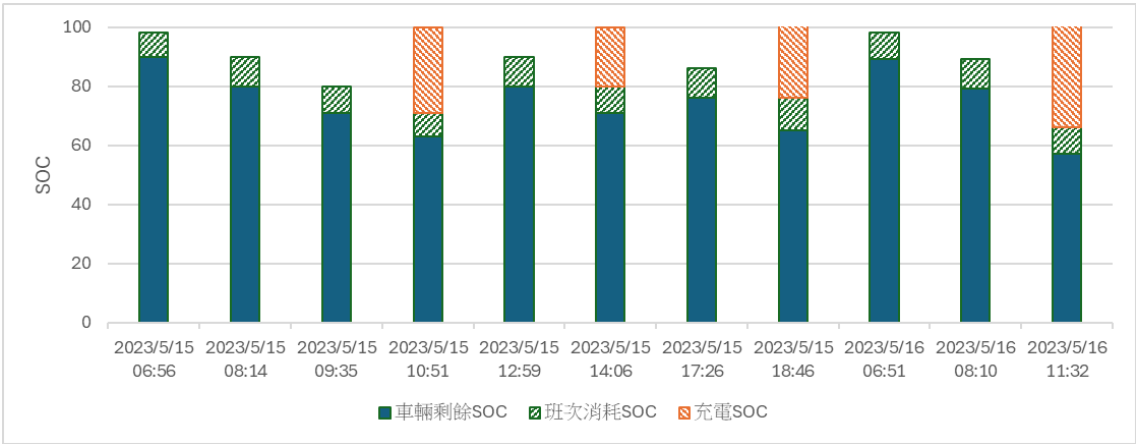


資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.10 排程充電時段內用電量分布

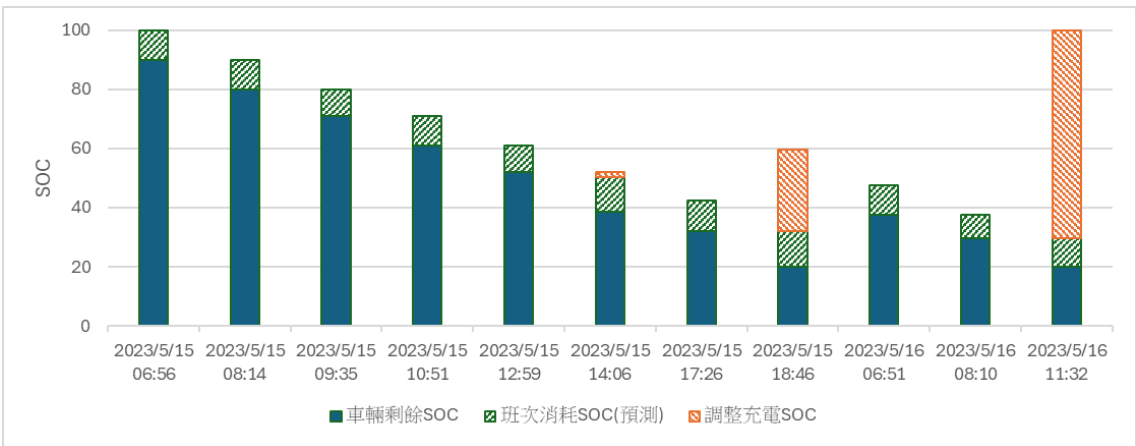
(4) 車輛充電情形

觀察單一車輛實際電量與充電情形，其車輛剩餘 SOC 常態保持在 60%以上，充電頻率也較高，而排班充電以不低於安全電量為原則，因應車輛排班所需，剩餘 SOC 保持在 20~100% 之間，減少駕駛回站充電頻率，如圖 4.2.11~圖 4.2.12 所示。



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.11 單一車輛實際排班與充電情形



資料來源：本計畫繪製。

圖 4.2.12 單一車輛排程充電情形

3. 小結

由 A 場站應用分析可知，結合 AI 能耗預測之排程充電所需總電量較實際總電量減少 26.7%，排程充電所需充電時間則是較實際減少 28%。透過能耗預測結合排班及充電排程管理，預期效益包含成本面及人員管理面，具體效益說明如下：

- (1) 因總用電量降低，節省充電電費，並進而可依據實際車輛用電需求，評估降低與台電契約容量。
- (2) 因充電時間減少，提高充電樁可服務車輛數，在既有場站規模不變情形下，可提高車樁比(車輛與充電樁比例)。
- (3) 因提高車樁比，同時亦可降低場站建置及用地成本。
- (4) 因排程充電降低充電頻率，可減少駕駛頻繁充電情形，提高駕駛充份休息時間。

4.2.3 後續應用建議

因應目前 AI 發展浪潮，本計畫透過文獻回顧及實際應用相關 AI 技術進行測試分析，包含期中階段以 Microsoft Power BI 結合 Copilot 進行 AI 應用探討，期末階段以 AI 能耗預測模型結合排班調度及充電排程，測試結果歸納及後續建議如下：

1. 視覺化應用(生成式 AI)

除於 4.2.1 節透過單一主題測試歸納相關優缺點，對於資料分析端及應用端等不同的使用者而言，Power BI 結合 Copilot 帶來的用途與效果亦會有所差異，說明如下：

(1) 分析端(如本計畫開發團隊)

分析端的使用者對於程式或儀表板的認知較為熟悉，Copilot 能讓空白頁直接產出新的介面，將節省手動產出圖表的時間，能有效提升製圖時間；但其產出多為簡易圖表，對於想要深入分析資料及生成複雜的圖表，目前僅能輔助人工方式處理，Copilot 還未能高度客製化。

(2) 應用端(如政府機關或客運業者)

相較於分析端，應用端的使用者可能對資料結構、儀表板軟體運用較為陌生，而 Copilot 可透過自然語言直接創建新的介面，讓沒有程式語言基礎的使用者也能簡易操作，使用上較為友善；但由於應用端熟知資料程度不如分析端使用者，易出現下達 Copilot 無法理解之指令，無法達成相關效果。

綜上所述，Power BI 搭配 Copilot 應用上各有利弊，如以現階段測試結果尚未如預期效果，隨著 AI 技術不斷發展與使用者回饋，目前所測試之缺點或限制預期隨著技術的進步逐漸優化，建議後續視技術發展情形再評估以自然語言結合數據分析進行視覺化呈現。

2. 能耗排班應用(分辨式 AI)

(1) 模型精進建議

以過去發展成熟的深度學習、機器學習等 AI 技術建構能耗預測模型，結果顯示模型具備一定的預測準確度，考量業者於實務應用，進一步結合班次充電排程後，分析結果顯示亦具實務應用效益，惟此模型建構受限於作業時程與資料取得限制，建構時使用之資料時間與路線範圍較為受限，建議於應用上應持續累積數據資料，滾動更新與精進模型，以掌握與時間維度相關(如季節及電池年齡對用電效率)變數之影響程度。

(2) 模型應用建議

建議參考本計畫圖 2.1.3 建議之模型應用架構，部分屬於營運面資料由客運業者蒐集，其餘資料透過介接電巴平臺或其他動態開放平臺資料，匯集後依所建模型輸入相關參數，由模型自動化進行目標路線平假日別及時段別之用電效率預測，並結合相關輸出介面提供客運業者進行查詢，或進一步與排班資料、充電排程軟體結合，整合應用提供於充電規劃調度之應用。

第五章 計畫成果推廣與應用

5.1 APEC 運輸工作小組 SECI 競賽參賽

- 1. 本計畫對應執行工項推動國際交流事宜(如 APEC 運輸工作小組)。結合本計畫及「電動大客車智慧充電服務驗證(1/2)-智慧充電管理系統實證計畫」，協助研提 APEC 運輸工作小組 2024 年第 6 屆 ESCI 最佳實踐獎之提案申請。
- 2. 該競賽包括 13 個經濟體 62 個案例參賽，本所代表交通部之中華臺北團隊參與提案計畫獲得智慧運輸組金獎。獲獎名單如表 5.1-1，獎牌如圖 5.1.2。

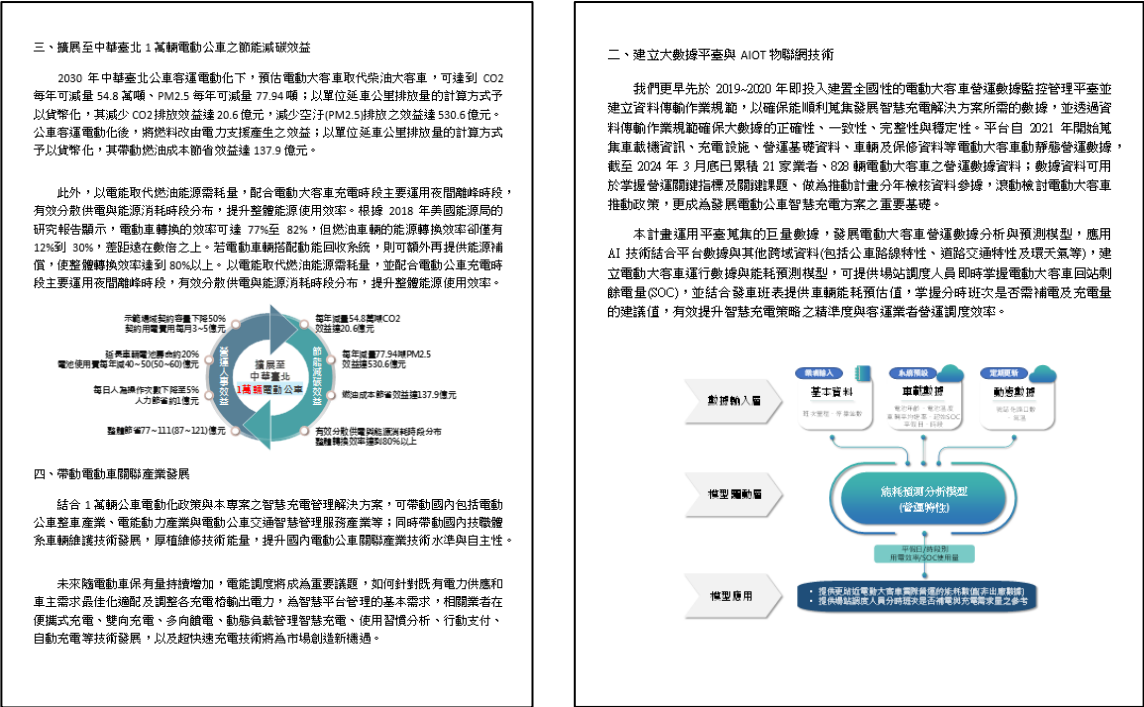


圖 5.1.1 SECI 競賽申請內容摘錄(示意圖)

表 5.1-1 2024 年第六屆 ESCI 最佳實踐獎-智慧運輸獲獎名單

類別	獎別	計畫名稱	獲獎單位
智慧運輸	金獎	Smart and Sustainable E-Bus Solution: Shaping the Future of Smart City Energy Management	中華臺北 (本計畫參與)
	銀獎	Canada's Action Plan for Clean On-Road Transportation	加拿大
智慧建築	金獎	Takenaka Corporation Higashi Kanto Branch Office	日本
	銀獎	The E&M AI Lab: Driving Digital Transformation in Building Facilities Management	香港
智慧電網	金獎	Power-hawk Inspector: a drone-based power grid defect inspector with embedded AI using few-shot learning and federated learning	香港
	銀獎	Renewable Energy and Retired EV Battery Solution for Smart Grid Integration	香港
智慧工作與消費	金獎	Aquavoltaics Development, Education and Environmental & Social Review	中華臺北
	銀獎	Green Generation MX	美國
低碳示範城鎮	金獎	The near-zero carbon campus of Georgia Tech Shenzhen Institute, Tianjin University	中國
	銀獎	Huzhou City, Zhejiang Province, China	中國

資料來源：<https://www.esci-ksp.org/archives/15709>。



圖 5.1.2 2024 年第六屆 ESCI 最佳實踐獎獎牌

5.2 第 7 屆政府服務獎評選

1. 整合本計畫第一年期執行成果及「電動大客車智慧充電服務驗證(1/2)-智慧充電管理系統實證計畫」，本所以「電動公車服務數位創新增值計畫-驅動智慧城市能源管理新思維」參與行政院「第 7 屆政府服務獎」數位創新增值項評選。展板海報設計如圖 5.2.1，展場布置如圖 5.2.2，現場訪視當日紀錄照片如圖 5.2.3。
2. 該獎項計有 142 個機關(構)參獎，經書面評審、實地訪視及評審會議嚴謹討論，最終評選出 26 個機關(構)得獎。本所與另外 8 個機關獲得數位創新增值項獎項(圖 5.2.4)。



圖 5.2.1 展示海報設計檔(中間為電視鑲嵌位置)





圖 5.2.2 展場看板布置



圖 5.2.3 政府服務獎評選現場紀錄照片

內政部消防署特種搜救隊
特種搜救-5G智慧科技黃金救援利器

交通部運輸研究所
電動公車服務數位創新加值計畫-驅動
智慧城市能源管理新思維

衛生福利部
緊急醫療救護智能平臺-救急救難一站
通推動計畫

臺北市政府資訊局
數位公共服務新標竿-臺北城市儀表板
開放原始碼計畫

高雄市政府農業局
一指翻轉農業新勢力-高雄農來訊

雲林縣斗六地政事務所
用「心」服務，突破既有框架
-無人機及E化運用

嘉義縣財政稅務局
科技辦稅 優化服務

花蓮縣衛生局
花蓮DMAT 2.0，AI智慧精準應變

臺東縣政府國際發展及計畫處
臺東-智慧城鄉生活(彈指之間・觸手可及)

圖 5.2.4 第 7 屆「政府服務獎」數位創新加值項獲獎名單

5.3 計畫成果發表會

1. 本計畫對應執行工項，於 113 年 11 月 14 日辦理計畫成果發表會，邀請與電動大客車推動相關之中央單位、地方政府、客運業者、學協會等進行成果發表，以利相關人員了解電動大客車營運數據應用之分析成果。
2. 本次計畫成果發表會總計 41 人參與(含現場與線上)，現場活動照片如圖 5.3.1，成果發表會活動說明及成果簡報詳請參閱附錄三。
3. 綜整參與單位回饋意見，說明計畫執行成果效益與後續應用參考。
 - (1) 肯定計畫從數據分析觀點進行電動大客車營運議題探討，分析項目已涵蓋營運面可掌握重點。
 - (2) 從數據分析的成果，除有助於日常充電調度，亦可回饋提供業者後續購車之參考資訊。
 - (3) 依兩年期交流經驗，業者分享已從過去夜間慢充補電至 SOC 100%模式，調整為類快充之日間離峰分次補電、充電至滿足營運需求電量，降低用電費用及維持電池穩定性。
 - (4) 考量公車路線服務屬性相近，較難有效提高充電車位時間利用率，有待後續其他車隊(如物流車、遊覽車等)電動化進展，方有機會建立共享機制與提高充電樁效率。



圖 5.3.1 成果發表會現場紀錄照片

第六章 結論與建議

本計畫以電動大客車數據平臺所累積之數據資料為基礎，建立營運數據關鍵應用指標與數據研析，並依分析結果研提營運面與政策面之建議，以精進電動大客車之營運與管理。

藉由資料持續分析與追蹤，可建立電動大客車之健康履歷，除提供主管機關與客運業者掌握出廠數據與實際營運數據之差異外，亦可即早針對路線車隊之異常狀況，進一步探究與調整改善，維持車輛穩定營運與路線服務品質。彙整本研究重點提出結論與建議說明如后。

6.1 結論

1. 本計畫蒐集本所建置、移交公路局維運之電動大客車營運數據監控管理平台數據，因屬政府所建置之資料平台，蒐集受補助客運業者之車輛、充電及營運資訊，具有跨業者、跨車種之資料全面性，應用累積數據進行應用指標分析。

2. 電動大客車數據分析指標、分析方法與視覺化設計

在考量本計畫執行限制下，綜整調整電動大客車應用指標分析架構，分析指標包括以車輛能耗、電量追蹤、充電車位利用(充電時間)與節能減碳等指標為主，包括車輛用電效率、電量曲線追蹤、回站時低電量追蹤、充電車位時間利用率、燃料成本節省、推動現況掌握、行駛里程統計、節能減碳效益計算等。

3. 電動大客車營運數據關鍵指標分析與資料視覺化

- (1) 本計畫挑選合適之公車路線，運用車載機及充電設施資料，實際進行指標應用及案例分析，資料來源主要使用電巴平臺傳輸資料，因業者傳輸資料齊全度不一，加以部分指標分析時間期程較長，需先進行資料篩選、清理、整合等步驟，確保資料可用性後，再進行指標計算與案例分析，並透過 Tableau 數據視覺化軟體，將大數據分析結果進行資料分析視覺化呈現。

- (2) 車輛用電效率：針對路線整體車隊或個別車輛是否因使用時間延長產生用電效率降低之趨勢，其中 R8 路線於資料分析的第二年在路線整體平均用電效率已經呈現下滑趨勢，降幅約 10.7~14.7%；針對同車隊中各車輛之比較，R5、R8 路線有部分車輛用電效率發生明顯低於同車隊其他車輛之情形。
- (3) 電量曲線追蹤：分析之各路線於 100%~55%之可行駛里程差異不大，僅 100%~95%可行駛里程較少。另 R8 路線之車輛於電量達 50%以下，可行駛公里數略微下降，當電量下降至 35%以後，會呈現快速下降趨勢；此外，R8 路線有部分車輛相對同批車隊有明顯異常掉電之情形，且隨使用時間持續加劇，建議釐清原因，評估是否安排車輛電池檢修。
- (4) 低 SOC 追蹤：各充電站車輛回站充電前低 SOC 比例的追蹤，多數於營運初期會出現較高之低充電起始電量比例，時間拉長至較近之分析季度，低充電起始電量比例明顯降低，顯示業者隨營運過程逐步調整其充電調度作業模式。
- (5) 充電車位時間利用率：依案例分析資料來看，各充電站設置慢充樁之充電車位每日平均充電時間約在 2~3 小時不等，且部分充電站存在單日完全未使用之充電車位(約占充電樁總數之 27%~47%)，設置快充樁之案例約為 6 小時。充電車位時間利用率低之主因為客運路線採定班定線服務，受到路線屬性、尖離峰班距...等影響。
- (6) 推動現況掌握：藉由電動大客車與充電樁統計資料，可掌握電動大客車導入進展及對應政策之變化趨勢與服務樣態，提供電動大客車政策績效追蹤與檢視。
- (7) 節能減碳計算：追蹤與運用車輛行駛里程資料，可以藉由計算公式評估公車客運電動化之節能減碳效益，計算單一車輛及車隊規模下包括尾氣 CO₂ 排放、PM_{2.5}、燃料成本節省，做為客運業者與地方政府掌握電動大客車推動對社會經濟價值之參考基礎。

4. AI 應用案例分析

- (1) 結合 Microsoft Power BI 與 Copilot 應用，評估是否可結合自然語言進行資料視覺化分析應用呈現，依初步測試結果，以目前 Copilot 發展進程，尚需要由分析端於 Power BI 先進行儀表板內容規劃設計，再搭配 Copilot 提供應用端進行提問互動。
- (2) 運用第 1 年期建置之能耗 AI 預測模型進行測試場站之路線班次能耗預測，以單周 7 天測試結果，能耗預測平均誤差為 1.7%；另一預測班次能耗結果做為班次充電排程之依據，做為排程充電與人工充電之情境比較，顯示透過班次規劃充電排程，可降低總充電量 26.7%、總充電時間 28.0%。

5. 計畫執行限制性

- (1) 本計畫分析應用以電動大客車平臺蒐集之資料為主軸，佐以少部分向合作推動客運業者提供之營運資料，故於應用指標分析項目受限於可蒐集資料項目。
- (2) 因電動大客車平臺設計目的不包含即時資料介接，且大量資料介接運算會影響平台系統運作穩定性，本計畫分析應用資料為歷史資料，非客運業者運行即時資料，無法針對即時營運調度安排、智慧充電排程等具時效性項目進行應用，需回歸客運業者各自管理系統運作。
- (3) 現況業者傳輸至電動大客車平臺之動態資料，受到車載機、充電設施資料傳輸品質影響，可能出現資料缺漏之情形，因平臺端針對資料缺漏的補正重點在確認班次確實發車，不會重新傳輸缺漏之資料筆數，故分析資料會受到車載機資料傳輸穩定性與準確度影響，與實際營運數據可能有差距。

6.2 後續建議

1. 電動大客車營運數據分析應用與延伸價值

本計畫旨在運用電動大客車平臺所蒐集資料，進行營運關鍵指標數據分析，所蒐集的數據及分析成果具後續應用及參考價值，可回饋予主管機關及業者端作為政策檢討與營運管理參考，對於後續相關單位持續追蹤與延伸應用價值說明如下：

- (1) 政府政策面：對應政策補助運用情形、電動大客車與相關技術發展及產生效益進行掌握追蹤，回饋做為市場秩序管理、產業技術輔導及基礎建設布建之政策方向參考，以利依市場條件及發展重點，合理分配政府端資源投入面向。
 - (2) 營運管理面：支持客運業者實際營運，協助客運業者提高對車輛電池特性掌握程度，以數據資料佐證，輔助營運決策判斷，對應電動大客車技術發展進程，逐步建立適車適用、滿足營運需求與顧及營運成本的產品選擇與營運調度模式。
 - (3) 社會環境面：對應運具電動化的淨零減排推動路徑，從數據分析角度提供能源使用、效能追蹤等管理資訊，建立電池與能源管理的觀念與機制，強化智慧城市治理與能源管理韌性。
2. 考量電動大客車尚在持續發展階段，建議後續主管機關及業者可長期累積電動大客車營運數據，有助於建立車輛使用履歷，進行績效追蹤與加值應用。
3. 從國內外電池應用相關文獻，建議業者可藉由電量曲線追蹤，觀察單一車輛是否有異常情形，以及是否有隨營運年期提早開始下降，做為電池是否產生衰退或變異之初判；並對應電池特性，注意各充電站車輛之低充電起始電量比例，以減緩電池老化速度，延長電池壽命。
4. 在場站服務車輛規模增加、充電樁設置數量增加、使用車輛特性多元(如單站混合車款使用)之情況下，建議客運業者導入自動排程充電，藉由系統自動偵測、運算充電需求，降低人工作業負擔，亦可進一步結合 AI 能耗預測，滿足日常調度與用電尖峰節電之應用效益。

5. 建議車輛製造商依車輛電池特性提供充放電必要資訊，供客運業者依營運特性選擇合適車款，並建立維持車輛用電/充電效率與電池健康度之營運調度方式；主管機關亦應鼓勵大客車電池廠商共同協作精進大客車電池效率(續能)與降低成本，以增進續航力，促進電動公車推動。
6. 因應公車客運電動化政策，建議地方或路線主管機關可檢視客運營運資料提報項目，督導與建立客運業者電動大客車營運數據應用指標追蹤機制，掌握車輛實際使用情形，以維持車輛營運穩定；有關營運數據追蹤項目部分，建議可優先對應與政策追蹤延續性相關之整體績效應用指標，如用電效率、行駛里程、減碳量計算等，列為優先建立項目，再視個別政府數位治理應用需求，逐步增加應用指標追蹤項目。
7. 電動大客車充電場站的建置與營運耗費業者許多土地、人力等，考量充電樁布設用地、設置成本與城市能源運用效率，建議地方或路線主管機關可關注客運業者充電車位時間利用率，納入未來車輛與充電樁配置檢視機制，並建議主管機關未來可評估公共運輸充電樁接電補助或提供客運業者最佳共享計畫方案；中長期則透過主管機關或民營單位協調規劃，建立專業集中充電場域或發展共享充電站，以滿足公車客運全面電動化之運轉順暢。
8. 目前已有地方政府建置城市交通大數據應用平台，建議地方政府可於平台納入電動大客車營運數據應用指標，蒐集與分析電動大客車營運大數據，並與相關應用數據(如車輛 ADAS)整合，進一步進行電動大客車駕駛運作與安全營運等相關研究，達到智慧交通管理加值與城市治理之綜效。
9. 「管理循環」(Plan/Do/Check/Act, PDCA)為計畫推動執行之重要管理工具，亦可應用於電動大客車各利害關係人於系統供應、營運使用、監控管理與策略修訂機制上，針對本計畫執行成果，建議各利害關係人導入 PDCA 應用機制。

(1) 主管機關：

- ①計畫(Plan)：掌握業者就電動大客車推動政策執行遭遇的議題，進行跨單位溝通，從政策面制定推動策略方案計畫。
- ②執行(Do)：依策略方案公布訂定作業要點、規範與執行。
- ③檢核(Check)：定期追蹤業者導入電動大客車及各項策略方案之推動進度與情形。
- ④改善(Act)：再次掌握業者導入電動大客車是否仍存在推動議題，並透過執行經驗回饋調整推動策略方案。

(2) 客運業者端：

- ①計畫(Plan)：依營運路線特性、調度場域等，規劃選擇導入之電動大客車與充電設施軟硬體。
- ②執行(Do)：進行採購與上線營運。
- ③檢核(Check)：從車輛營運開始建立車輛營運履歷，定期追蹤車輛營運績效與充電情形，掌握是否有造成營運效率降低或異常情形。
- ④改善(Act)：釐清與蒐集造成營運效率降低或異常情形之原因，進一步對應進行改善，提升車輛營運效率或避免異常狀態發生。

(3) 製造商端：

- ①計畫(Plan)：依市場需求掌握與設計開發符合規範之電動大客車輛及充電設施。
- ②執行(Do)：生產製造電動大客車輛及充電設施，通過相關驗證檢測後，提供給客運業者實際使用。
- ③檢核(Check)：追蹤產品在電動大客車服務市場的接受度、使用情形，掌握是否滿足客運業者營運條件與穩定營運。
- ④改善(Act)：針對客運業者使用經驗反饋，進一步改善與提高產品品質。

10. 電動大客車營運數據監控管理平臺未來發展建議

- (1) 電動大客車相關數據資料應持續蒐集及累積長期性資料，並建議部分資料納入政府資料開放平臺，除可應用於如本計畫關鍵指標分析外，未來亦可提供各縣市政府或業者介接，作為智慧城市及運輸管理等應用，提升整體數據分析應用價值；惟資料開放涉及主管機關以外之第三方單位，建議由平臺主管機關主辦，研議資料開放項目及資料相容性等議題，確保研議內容符合實務運作。
- (2) 未來配合公車客運電動化推動時程，視車輛汰換規模數增加及車輛穩定性提升等時機，建議推動電動大客車平臺與公車動態系統車載機數據整合。
- (3) 配合前述整合時機，檢討既有傳輸作業規範蒐集資料項目，包含車機資料整併、充電設施及保修等其他資料項目是否持續蒐集等，並與既有其他規範同步考量整合。

參考文獻

1. 交通部公路局(2024 年)，113 年電動大客車營運數據監控管理平台維運案。
2. 交通部運輸研究所(2019 年)，108 年電動公車示範計畫執行績效分析與推動策略支援應用(1/2)。
3. 交通部運輸研究所(2020 年)，109 年電動公車示範計畫執行績效分析與推動策略支援應用(2/2)。
4. 交通部運輸研究所(2022 年)，電動大客車智慧充電示範計畫(1/2) - 示範系統規劃。
5. 交通部運輸研究所(2022 年)，111 年電動大客車營運數據監控管理平台維運與移轉。
6. 交通部運輸研究所(2023 年)，電動大客車智慧充電服務驗證(1/2) - 智慧充電管理系統實證。
7. 交通部運輸研究所(2023 年)，電動大客車數據分析與應用計畫(1/2)-數據研析與關鍵指標建立。
8. 宇通客車—睿控 E 平台
(<https://www.yutong.com/technology/rk/>)。
9. 成運汽車製造股份有限公司網
(<https://www.mastertrans.com.tw/>)。
10. 創奕能源科技股份有限公司網
(<https://tronetek.com/%E9%9B%BB%E5%8B%95%E8%BC%89%E5%85%B7/%E8%BB%8A%E9%9A%8A%E7%AE%A1%E7%90%86%E7%B3%BB%E7%B5%B1/>)。
11. 華德動能科技股份有限公司網站
(<http://www.racev.com.tw/index.htm>)。
12. 總盈汽車有限公司(2018 年)，快充式電動公車關鍵技術開發計畫。
13. 鴻華先進科技股份有限公司網站
(<https://www.foxtronev.com/tw/index>)
14. Chariot Motors Website.
(<https://chariot-electricbus.com/>)。

15. Guo, W., Sun, Z., Guo, J., Li, Y., Vilsen, S. B., & Stroe, D. I. (2024). Digital Twin-Assisted Degradation Diagnosis and Quantification of NMC Battery Aging Effects During Fast Charging. *Advanced Energy Materials*, 2401644.
16. Merrouche, W., Harrou, F., Taghezouit, B., & Sun, Y. (2024). Improved lithium-ion battery health prediction with data-based approach. *e-Prime-Advances in Electrical Engineering, Electronics and Energy*, 7, 100457.
17. Microsoft Azure Website.
(<https://azure.microsoft.com/zh-tw>) °
18. Polinovel Website
(<https://polinovel.com/>) °
19. Proterra Website.
(<https://www.proterra.com/>) °
20. Rothgang, S., Rogge, M., Becker, J., & Sauer, D. U. (2015). Battery design for successful electrification in public transport. *Energies*, 8(7), 6715-6737.
21. Sasidharan, C., Ray, A., & Das, S. (2019, October). Selection of charging technology for electric bus fleets in intra-city public transport in India. In *2019 Global Conference for Advancement in Technology (GCAT)* (pp. 1-8) IEEE.
22. Silver Power Systems Website.
(<https://www.silverpowersystems.com>) °
23. TWAICE Website.
(<https://www.twaice.com/products/platform>) °
24. Volvo Website.
(<https://www.volvobuses.com.tw/>) °

附錄 I-專家學者座談會會議辦理情形

本團隊依據工作會議決議事項，舉辦專家學者座談會，舉辦地點整理如附表 1-1，議程內容如附表 1-2。主要邀請與電動大客車推動相關之中央單位、客運業者、學者等進行座談，匯集不同領域專家學者之專業見解，以利掌握最新趨勢。

附表 1-1 專家學者座談會舉行時間表

時間	主題	地點	參與人數
113/06/14(五) 09:30~11:30	電動大客車數據分析與應用計畫(2/2)- 專家學者座談會	交通部運輸研究所 6F 會議室	14

附表 1-2 專家學者座談會會議內容摘要

時間	內容摘要
09:00~09:30	• 報到
09:30~09:35	• 主席致詞(運研所)
09:35~09:40	• 執行單位代表致詞(鼎漢)
09:40~10:10	• 專家學者座談會簡報(鼎漢) -電動大客車數據分析與資料視覺化應用構想 • 補充說明事項(由本所運輸科技與資訊組針對簡報進行補充)
10:10~10:50	• 討論事項 -邀請專家學者針對簡報內容提供建議 -其他建議事項(如可評估新增之數據分析與視覺化應用方向)
10:50~11:20	• 臨時動議
11:20-11:30	• 主席結論

本次專家學者座談會總計 14 人參與，由交通部運輸研究所運輸資訊及科技組—吳東凌組長擔任主持人，現場與會單位包含交通部公路局運輸組梁郭國組長、淡江大學運輸管理系陶冶中教授、首都客運股份有限公司、中興大業巴士股份有限公司，鼎漢國際工程顧問公司團隊等。專家學者座談會現場照片如附圖 1-1 所示，專家學者座談會簽到情形如下呈現。



附圖 1-1 專家學者座談會現場照片

專家學者座談會會議簽到情形

通部運輸研究所「電動大客車數據分析與應用計畫(2/2)

-資料視覺化與 AI 應用」專家學者座談會

簽到表

一、開會時間：113 年 6 月 14 日(星期五) 上午 9 時 30 分

二、開會地點：本所 6 樓會議室

三、主持人：吳組長東凌

四、出席人員：

【專家學者】

單位/姓名	簽到
淡江大學運輸管理學系 /陶教授治中	陶治中
交通部公共運輸及監理司 /傅科長昱瑄	請假
交通部公路局 /梁郭組長國	梁郭國
中興大業巴士股份有限公司 /呂董事長奇龍	呂奇龍
首都客運股份有限公司 /張協理世峰	張世峰

【與會單位】

中興大業巴士股份有限公司	呂奇龍 陳星光 鄧永輝
首都客運股份有限公司	張在峰
交通部運輸研究所 運輸科技及資訊組	張益城 陳鍾建
鼎漢國際工程顧問 股份有限公司	曹晉瑜 廖建章 袁奎耀 徐維 林詩吟

附錄 II-營運數據關鍵指標案例分析補充資料

附表 2-1 R1 路線各季/各車輛平均用電效率

車牌 號碼	第一年					第二年					第三年				
	2021 秋	2021 冬	2022 春	2022 夏	平均	2022 秋	2022 冬	2023 春	2023 夏	平均	2023 秋	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均
C1-1	-	1.13	-	1.00	1.03	1.13	0.62	0.76	0.84	0.89	1.02	1.10	0.92	0.87	0.98
C1-2	0.72	-	-	-	0.72	0.93	0.98	0.91	0.79	0.93	0.88	0.96	1.03	1.06	0.93
C1-3	0.97	1.03	0.98	0.92	0.97	1.09	1.18	1.03	0.92	1.11	0.90	0.95	0.96	0.87	0.91
C1-4	0.87	0.98	-	-	0.93	1.00	-	0.95	0.90	0.93	0.89	1.09	0.97	0.79	0.93
C1-5	-	-	-	0.88	0.88	0.96	1.00	1.06	0.94	0.99	0.89	0.94	-	0.83	0.89
C1-6	-	-	0.93	0.78	0.89	-	1.04	0.68	-	0.87	0.88	0.91	0.93	0.79	0.87
C1-7	0.92	-	1.02	0.96	1.00	0.97	0.99	1.08	-	0.99	0.87	1.03	1.17	1.03	0.98
C1-8	1.00	1.22	-	-	1.11	-	0.99	1.01	0.92	0.97	1.07	1.02	1.02	-	1.02
C1-9	0.98	1.16	0.85	-	1.06	1.08	1.09	0.98	0.83	0.96	0.89	1.00	0.96	0.72	0.94
C1-10	1.01	0.92	0.88	-	0.94	0.92	-	0.96	0.86	0.91	0.96	0.94	0.98	0.96	0.96
C1-11	1.01	-	-	-	1.01	-	0.93	-	0.88	0.89	0.96	1.05	1.07	0.78	0.92
C1-12	0.93	-	1.18	1.03	1.04	1.01	1.19	1.00	0.88	1.00	0.95	-	0.97	0.89	0.94
C1-13	0.95	0.96	0.97	0.94	0.95	1.05	1.07	0.94	0.86	0.99	0.88	0.90	0.81	0.74	0.83
C1-14	0.91	0.98	0.92	0.89	0.92	1.02	1.12	1.05	0.92	1.05	0.98	0.98	0.98	0.89	0.96
C1-15	0.95	1.16	1.12	0.97	0.99	1.08	0.92	1.02	0.93	0.98	0.96	1.01	0.96	0.88	0.96
C1-16	1.00	1.09	1.02	0.97	1.03	1.14	1.17	1.05	0.98	1.08	0.98	0.98	0.93	0.83	0.93
C1-17	0.97	1.01	0.99	0.98	0.99	0.96	1.00	1.07	0.92	0.98	0.97	1.05	1.05	0.96	1.01

附表 2-1 R1 路線各季/各車輛平均用電效率(續 1)

車牌 號碼	第一年					第二年					第三年				
	2021 秋	2021 冬	2022 春	2022 夏	平均	2022 秋	2022 冬	2023 春	2023 夏	平均	2023 秋	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均
C1-18	0.90	-	1.03	0.99	0.93	1.19	-	1.07	0.92	1.00	0.89	1.01	0.98	0.90	0.95
C1-19	0.92	0.98	0.97	0.94	0.96	1.05	1.04	1.04	0.87	1.01	0.96	1.02	0.97	0.89	0.96
C1-20	0.89	1.02	1.03	0.94	0.97	1.08	1.16	1.07	0.92	1.05	0.97	1.04	0.97	0.89	0.97
C1-21	1.01	1.09	1.06	0.98	1.04	1.11	1.12	0.99	0.93	1.05	0.99	1.03	0.99	0.95	0.99
C1-22	0.95	1.01	0.98	0.91	0.96	0.99	1.05	0.92	0.86	0.95	0.88	0.96	0.91	0.83	0.91
C1-23	0.98	1.04	1.05	1.00	1.01	1.01	1.06	0.91	0.86	0.94	0.86	1.02	0.98	0.81	0.92
C1-24	1.07	1.01	1.05	0.91	1.00	-	1.08	0.82	0.81	0.90	1.05	-	0.90	0.88	0.90
C1-25	1.16	1.12	1.04	0.90	1.03	0.97	1.06	0.99	0.86	0.99	0.92	0.98	0.99	0.84	0.94
C1-26	-	0.82	0.92	0.89	0.89	0.94	1.23	1.03	0.91	1.00	0.93	1.00	0.85	0.79	0.91
C1-27	0.99	1.02	0.98	1.00	0.99	1.11	1.16	1.20	0.90	1.12	0.78	0.96	-	-	0.87
C1-28	-	0.99	0.97	0.93	0.95	1.20	1.18	1.08	1.01	1.12	1.12	1.03	1.01	0.97	1.03
C1-29	0.87	-	0.96	0.96	0.94	1.14	1.10	0.99	0.84	1.04	0.96	-	-	-	0.96
C1-30	0.94	0.98	1.16	0.96	1.05	1.05	1.06	0.98	0.94	1.01	0.88	1.02	1.07	0.92	0.98
總計	0.95	1.02	1.00	0.94	0.98	1.05	1.10	1.00	0.91	1.02	0.95	1.01	0.97	0.88	0.95

資料來源：本計畫彙整。

資料統計區間：2021 年 9 月~2024 年 8 月(秋：9 月~11 月、冬：該年 12 月~隔年 2 月、春：3 月~5 月、夏：6 月~8 月)。

備註 1：表內“-”為該車輛於當季，未有 R1 路線行駛紀錄。

2：本表為平均數值，因車輛路線排班調度，各車輛於部分季數之行駛天數可能較少，導致平均數值容易受少數天數用電效率影響。

附表 2-2 R1 路線各年期/各車輛平均用電效率變化率

車牌 號碼	第 2 年與第 1 年用電效率變化率					第 3 年與第 2 年用電效率變化率					第 3 年與第 1 年用電效率變化率				
	2021 秋	2021 冬	2022 春	2022 夏	平均	2022 秋	2022 冬	2023 春	2023 夏	平均	2023 秋	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均
C1-1	-	-45.1%	-	-16.3%	-13.8%	-10.2%	76.8%	21.4%	3.8%	10.4%	-	-2.9%	-	-13.1%	-4.8%
C1-2	29.7%	-	-	-	29.6%	-5.8%	-2.9%	13.9%	34.2%	0.2%	22.2%	-	-	-	29.8%
C1-3	12.0%	14.6%	5.3%	0.6%	14.0%	-17.8%	-19.1%	-6.9%	-6.0%	-18.4%	-7.9%	-7.3%	-1.9%	-5.4%	-7.0%
C1-4	15.3%	-	-	-	0.4%	-11.2%	-	1.6%	-11.7%	-0.1%	2.4%	10.6%	-	-	0.4%
C1-5	-	-	-	6.6%	12.2%	-7.3%	-5.7%	-	-11.5%	-9.5%	-	-	-	-5.6%	1.5%
C1-6	-	-	-26.1%	-	-1.6%	-	-12.5%	35.2%	-	-0.4%	-	-	-0.1%	1.9%	-1.9%
C1-7	5.3%	-	5.3%	-	-5.7%	-10.2%	3.9%	8.2%	-	3.9%	-5.4%	-	14.0%	7.3%	-2.0%
C1-8	-	-18.3%	-	-	-12.5%	-	2.5%	0.9%	-	5.2%	6.7%	-16.3%	-	-	-7.9%
C1-9	11.0%	-5.5%	15.4%	-	-9.1%	-17.9%	-8.6%	-1.7%	-13.8%	-2.3%	-8.8%	-13.6%	13.5%	-	-11.2%
C1-10	-8.8%	-	9.1%	-	-2.6%	5.1%	-	2.0%	12.4%	5.0%	-4.1%	2.1%	11.3%	-	2.2%
C1-11	-	-	-	-	-12.0%	-	12.5%	-	-10.7%	3.7%	-4.8%	-	-	-	-8.7%
C1-12	9.0%	-	-15.2%	-14.5%	-3.2%	-6.3%	-	-2.9%	1.0%	-6.4%	2.1%	-	-17.7%	-13.6%	-9.4%
C1-13	10.6%	11.1%	-2.7%	-8.6%	4.0%	-15.6%	-15.9%	-14.2%	-13.4%	-16.1%	-6.6%	-6.6%	-16.5%	-20.9%	-12.7%
C1-14	12.8%	14.2%	14.3%	3.0%	13.4%	-4.5%	-11.9%	-6.7%	-2.5%	-8.1%	7.8%	0.6%	6.6%	0.5%	4.1%
C1-15	13.8%	-20.9%	-8.7%	-4.0%	-1.0%	-11.0%	9.5%	-6.1%	-4.7%	-2.4%	1.2%	-13.4%	-14.2%	-8.5%	-3.3%
C1-16	13.3%	6.7%	2.5%	0.3%	5.2%	-14.1%	-16.0%	-11.8%	-14.7%	-14.1%	-2.7%	-10.3%	-9.6%	-14.4%	-9.7%
C1-17	-0.8%	-0.6%	8.1%	-5.8%	-0.3%	0.6%	4.2%	-1.4%	4.2%	2.4%	-0.2%	3.6%	6.6%	-1.9%	2.1%

附表 2-2 R1 路線各年期/各車輛平均用電效率變化率(續 1)

車牌 號碼	第 2 年與第 1 年用電效率變化率					第 3 年與第 2 年用電效率變化率					第 3 年與第 1 年用電效率變化率				
	2021 秋	2021 冬	2022 春	2022 夏	平均	2022 秋	2022 冬	2023 春	2023 夏	平均	2023 秋	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均
C1-18	32.7%	-	4.0%	-6.7%	7.5%	-25.0%	-	-8.1%	-2.9%	-4.6%	-0.4%	-	-4.4%	-9.4%	2.5%
C1-19	14.3%	6.3%	7.0%	-7.7%	6.0%	-8.4%	-1.9%	-7.3%	2.8%	-5.5%	4.7%	4.3%	-0.8%	-5.1%	0.2%
C1-20	20.6%	13.3%	3.2%	-1.2%	8.5%	-9.9%	-10.1%	-8.7%	-4.1%	-7.5%	8.6%	1.8%	-5.8%	-5.3%	0.4%
C1-21	10.1%	2.9%	-6.0%	-4.7%	0.9%	-10.8%	-8.1%	-0.2%	1.4%	-5.5%	-1.8%	-5.4%	-6.2%	-3.3%	-4.7%
C1-22	4.0%	4.4%	-6.9%	-5.4%	-0.8%	-10.7%	-8.1%	-0.3%	-2.6%	-5.2%	-7.1%	-4.1%	-7.2%	-7.8%	-5.9%
C1-23	3.3%	2.8%	-13.2%	-14.1%	-7.6%	-14.6%	-4.1%	7.9%	-6.3%	-1.2%	-11.8%	-1.3%	-6.4%	-19.5%	-8.7%
C1-24	-	7.3%	-22.0%	-10.1%	-10.1%	-	-	9.7%	8.5%	-0.4%	-2.1%	-	-14.4%	-2.5%	-10.4%
C1-25	-16.4%	-5.5%	-5.5%	-4.8%	-3.6%	-5.5%	-7.2%	0.5%	-2.2%	-5.3%	-21.0%	-12.3%	-5.0%	-6.9%	-8.8%
C1-26	-	50.3%	13.0%	2.2%	11.9%	-1.1%	-18.6%	-17.8%	-13.3%	-9.1%	-	22.3%	-7.2%	-11.3%	1.7%
C1-27	11.9%	13.7%	23.0%	-9.8%	12.5%	-29.5%	-17.5%	-	-	-22.0%	-21.1%	-6.1%	-	-	-12.2%
C1-28	-	19.0%	11.2%	8.3%	17.5%	-6.7%	-12.9%	-6.8%	-3.8%	-7.4%	-	3.7%	3.7%	4.1%	8.8%
C1-29	30.4%	-	3.1%	-12.1%	9.9%	-15.2%	-	-	-	-6.9%	10.5%	-	-	-	2.3%
C1-30	11.6%	8.6%	-15.7%	-2.4%	-3.2%	-16.3%	-3.9%	9.8%	-2.2%	-3.7%	-6.6%	4.3%	-7.5%	-4.6%	-6.8%
總計	10.3%	7.9%	0.3%	-3.7%	3.7%	-9.8%	-8.7%	-3.0%	-3.3%	-6.5%	-0.5%	-1.6%	-2.7%	-6.9%	-3.0%

資料來源：本計畫彙整。

資料統計區間：2021 年 9 月~2024 年 8 月(秋：9 月~11 月、冬：該年 12 月~隔年 2 月、春：3 月~5 月、夏：6 月~8 月)。

備註：“-” 為該車輛於比較變化的兩年同季，有任一季未有 R1 路線行駛紀錄，另因本表為兩季/兩年之用電效率變化率，因車輛路線調度，部分車輛於 R1 路線之單季行駛天數可能較少，導致單季用電效率容易受少數天數用電效率影響，進而使兩季之變化率正負數值較大。

附表 2-3 R2 路線各季/各車輛平均用電效率

車牌 號碼	第一年					第二年					第三年				
	2021 秋	2021 冬	2022 春	2022 夏	平均	2022 秋	2022 冬	2023 春	2023 夏	平均	2023 秋	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均
C1-1	-	-	-	0.95	0.95	-	-	-	0.86	0.86	0.98	1.08	0.94	0.89	0.97
C1-2	-	-	-	-	-	-	-	0.79	0.92	0.88	0.92	0.94	0.92	0.89	0.92
C1-3	1.00	1.02	1.06	1.01	1.03	1.12	1.13	0.98	0.89	1.05	0.93	0.96	0.95	0.93	0.94
C1-4	-	0.95	0.96	-	0.96	-	-	0.93	0.87	0.89	0.92	1.15	0.67	-	0.99
C1-5	-	0.96	-	0.95	0.95	-	1.27	0.86	0.90	0.94	0.97	0.97	-	0.90	0.93
C1-6	-	-	-	-	-	-	1.07	0.69	0.85	0.92	0.91	0.92	0.93	0.91	0.92
C1-7	-	-	1.12	1.01	1.09	1.03	1.07	1.08	-	1.04	0.98	1.03	0.97	1.08	1.00
C1-8	-	-	-	-	-	0.95	-	-	0.96	0.96	0.99	1.06	1.03	0.92	1.03
C1-9	0.95	1.01	1.23	1.21	1.08	-	1.11	0.93	0.92	0.96	0.94	1.01	0.90	0.88	0.90
C1-10	-	-	0.96	-	0.96	-	1.02	-	0.85	0.94	0.92	0.95	0.99	0.97	0.98
C1-11	0.67	-	-	-	0.67	-	-	-	0.85	0.85	1.18	1.06	0.97	0.86	1.03
C1-12	1.13	1.11	1.14	-	1.13	-	1.10	0.94	0.87	0.97	1.01	1.01	1.00	0.99	1.00
C1-13	0.98	0.99	1.00	0.97	0.99	0.97	0.97	0.95	0.87	0.92	0.90	0.90	0.85	0.79	0.86
C1-14	0.66	1.00	1.00	1.00	0.97	0.98	1.09	1.06	0.97	1.05	0.94	1.02	0.99	0.91	0.97
C1-15	1.07	1.11	1.03	1.00	1.06	1.02	1.08	1.07	1.02	1.05	0.96	1.01	-	0.87	0.95
C1-16	1.10	1.12	1.09	1.06	1.08	1.12	1.10	0.91	0.75	0.99	0.88	0.93	1.01	1.06	0.97
C1-17	1.11	1.53	1.08	0.99	1.19	0.93	1.06	1.01	0.88	1.00	0.98	1.05	1.05	0.94	1.00

附表 2-3 R2 路線各季/各車輛平均用電效率(續 1)

車牌 號碼	第一年					第二年					第三年				
	2021 秋	2021 冬	2022 春	2022 夏	平均	2022 秋	2022 冬	2023 春	2023 夏	平均	2023 秋	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均
C1-18	1.09	1.08	1.01	0.97	1.03	1.13	1.09	1.03	0.90	1.09	-	-	-	-	-
C1-19	0.92	1.08	0.98	0.96	0.98	0.99	1.07	0.96	0.90	0.96	0.95	1.02	1.02	0.94	0.97
C1-20	-	1.11	1.09	0.96	1.02	1.11	1.12	0.96	0.90	1.08	0.96	1.01	1.01	0.90	1.01
C1-21	1.14	1.07	1.16	1.05	1.10	1.06	1.09	0.99	0.90	1.02	1.03	1.08	1.01	0.98	1.03
C1-22	1.01	1.04	1.03	0.91	0.99	0.97	1.07	0.98	0.87	0.98	0.92	1.01	0.97	0.87	0.95
C1-23	-	-	1.07	1.00	1.02	1.02	1.11	0.91	0.90	1.00	0.87	1.00	0.93	0.90	0.93
C1-24	1.03	1.02	1.03	0.92	0.99	1.00	1.00	0.84	0.81	0.92	0.88	0.84	0.92	0.92	0.88
C1-25	1.07	1.09	1.04	0.96	1.05	0.96	1.04	0.99	0.91	0.96	0.91	1.04	1.04	0.92	0.95
C1-26	0.97	1.01	1.00	1.01	1.00	1.07	1.09	1.01	0.92	1.04	0.91	1.00	0.94	0.89	0.94
C1-27	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99	1.06	1.11	1.09	0.94	1.03	1.02	1.04	1.02	0.90	1.00
C1-28	1.00	1.00	0.99	0.97	0.99	1.14	1.11	1.06	0.95	1.06	1.03	1.25	1.03	0.96	1.02
C1-29	0.99	0.99	1.01	0.95	0.99	0.97	1.03	0.96	0.87	0.96	0.94	-	0.87	0.85	0.91
C1-30	0.99	1.01	1.01	1.01	1.01	0.94	0.99	0.93	0.93	0.95	0.96	1.02	1.00	0.96	0.98
總計	1.02	1.05	1.02	0.98	1.02	1.03	1.07	0.98	0.91	1.00	0.96	1.01	0.96	0.92	0.96

資料來源：本計畫彙整。

資料統計區間：2021 年 9 月~2024 年 8 月 (秋：9 月~11 月、冬：該年 12 月~隔年 2 月、春：3 月~5 月、夏：6 月~8 月)。

備註 1：表內“-”為該車輛於當季，未有 R2 路線行駛紀錄。

2：本表為平均數值，因車輛路線排班調度，各車輛於部分季數之行駛天數可能較少，導致平均數值容易受少數天數用電效率影響。

附表 2-4 R2 路線各年期/各車輛平均用電效率變化率

車牌 號碼	第 2 年與第 1 年用電效率變化率					第 3 年與第 2 年用電效率變化率					第 3 年與第 1 年用電效率變化率				
	2021 秋	2021 冬	2022 春	2022 夏	平均	2022 秋	2022 冬	2023 春	2023 夏	平均	2023 秋	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均
C1-1	-	-	-	-9.3%	-9.3%	-	-	-	3.6%	13.5%	-	-	-	-6.0%	2.9%
C1-2	-	-	-	-	-	-	-	15.7%	-3.6%	5.0%	-	-	-	-	-
C1-3	12.4%	10.4%	-7.6%	-12.0%	2.3%	-16.7%	-14.5%	-3.0%	4.4%	-10.3%	-6.4%	-5.6%	-10.4%	-8.1%	-8.2%
C1-4	-	-	-3.4%	-	-6.9%	-	-	-28.3%	-	10.8%	-	21.5%	-30.7%	-	3.1%
C1-5	-	32.6%	-	-4.9%	-1.0%	-	-23.8%	-	-0.1%	-1.3%	-	1.0%	-	-5.0%	-2.2%
C1-6	-	-	-	-	-	-	-14.8%	33.8%	7.0%	0.2%	-	-	-	-	-
C1-7	-	-	-4.2%	-	-4.9%	-5.6%	-3.6%	-10.1%	-	-3.7%	-	-	-13.9%	7.4%	-8.4%
C1-8	-	-	-	-	-	3.9%	-	-	-3.5%	7.7%	-	-	-	-	-
C1-9	-	9.2%	-24.2%	-23.8%	-11.7%	-	-8.8%	-3.9%	-4.3%	-5.6%	-1.1%	-0.4%	-27.2%	-27.1%	-16.6%
C1-10	-	-	-	-	-1.8%	-	-7.2%	-	13.9%	4.2%	-	-	4.1%	-	2.4%
C1-11	-	-	-	-	26.3%	-	-	-	1.7%	21.3%	75.3%	-	-	-	53.2%
C1-12	-	-1.4%	-17.6%	-	-14.2%	-	-8.1%	7.3%	12.9%	3.3%	-10.2%	-9.3%	-11.6%	-	-11.3%
C1-13	-1.3%	-2.1%	-4.7%	-9.7%	-6.3%	-7.2%	-7.8%	-11.1%	-9.2%	-7.5%	-8.4%	-9.7%	-15.2%	-18.0%	-13.4%
C1-14	48.1%	8.8%	6.0%	-2.7%	7.3%	-4.0%	-6.2%	-5.9%	-6.0%	-7.0%	42.2%	2.1%	-0.3%	-8.5%	-0.2%
C1-15	-5.1%	-3.3%	3.8%	1.7%	-0.7%	-5.1%	-5.8%	-	-15.0%	-9.8%	-9.9%	-9.0%	-	-13.5%	-10.4%
C1-16	2.2%	-1.9%	-16.7%	-29.5%	-8.8%	-21.8%	-15.2%	10.9%	41.7%	-2.4%	-20.1%	-16.8%	-7.6%	0.0%	-11.1%
C1-17	-16.2%	-30.5%	-6.9%	-11.6%	-15.6%	5.1%	-1.3%	4.0%	7.6%	0.2%	-11.9%	-31.5%	-3.3%	-4.9%	-15.5%

附表 2-4 R2 路線各年期/各車輛平均用電效率變化率(續 1)

車牌 號碼	第 2 年與第 1 年用電效率變化率					第 3 年與第 2 年用電效率變化率					第 3 年與第 1 年用電效率變化率				
	2021 秋	2021 冬	2022 春	2022 夏	平均	2022 秋	2022 冬	2023 春	2023 夏	平均	2023 秋	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均
C1-18	3.4%	0.8%	1.5%	-7.7%	5.1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C1-19	7.3%	-1.0%	-1.8%	-6.1%	-2.2%	-3.5%	-4.1%	6.7%	4.2%	1.0%	3.6%	-5.1%	4.9%	-2.2%	-1.2%
C1-20	-	0.1%	-11.8%	-5.9%	5.4%	-13.0%	-9.2%	5.7%	0.4%	-6.3%	-	-9.1%	-6.8%	-5.5%	-1.3%
C1-21	-7.2%	2.1%	-14.3%	-14.6%	-7.8%	-2.4%	-1.3%	1.7%	9.6%	1.6%	-9.4%	0.8%	-12.9%	-6.5%	-6.4%
C1-22	-3.3%	3.0%	-4.6%	-4.4%	-1.5%	-5.3%	-5.1%	-1.0%	-0.4%	-3.1%	-8.4%	-2.2%	-5.6%	-4.7%	-4.6%
C1-23	-	-	-15.3%	-10.4%	-1.7%	-15.1%	-9.7%	2.2%	0.5%	-6.8%	-	-	-13.4%	-10.0%	-8.4%
C1-24	-3.6%	-2.1%	-18.3%	-11.0%	-7.7%	-11.9%	-15.8%	9.3%	13.0%	-3.8%	-15.1%	-17.7%	-10.7%	0.5%	-11.2%
C1-25	-10.5%	-4.8%	-5.4%	-5.7%	-8.9%	-5.6%	-0.6%	5.1%	1.2%	-0.6%	-15.6%	-5.3%	-0.6%	-4.5%	-9.4%
C1-26	9.7%	7.9%	0.6%	-8.2%	3.5%	-14.4%	-8.1%	-7.0%	-3.6%	-9.3%	-6.0%	-0.8%	-6.5%	-11.6%	-6.1%
C1-27	6.4%	12.2%	10.9%	-4.4%	4.7%	-3.9%	-7.1%	-6.4%	-4.4%	-3.3%	2.3%	4.3%	3.8%	-8.6%	1.3%
C1-28	14.2%	10.9%	7.2%	-1.2%	7.1%	-10.3%	12.5%	-3.2%	1.0%	-3.5%	2.4%	24.7%	3.7%	-0.2%	3.3%
C1-29	-1.7%	3.7%	-4.4%	-8.6%	-2.9%	-3.8%	-	-10.1%	-2.6%	-5.0%	-5.4%	-	-14.1%	-11.0%	-7.7%
C1-30	-5.1%	-2.3%	-8.4%	-7.7%	-6.1%	1.9%	3.0%	7.1%	3.3%	3.8%	-3.3%	0.6%	-1.9%	-4.6%	-2.6%
總計	1.0%	1.8%	-4.3%	-7.4%	-1.9%	-7.3%	-5.0%	-1.5%	1.2%	-3.6%	-6.3%	-3.3%	-5.7%	-6.3%	-5.4%

資料來源：本計畫彙整。

資料統計區間：2021 年 9 月~2024 年 8 月(秋：9 月~11 月、冬：該年 12 月~隔年 2 月、春：3 月~5 月、夏：6 月~8 月)。

備註：“-” 為該車輛於比較變化的兩年同季，有任一季未有 R2 路線行駛紀錄，另因本表為兩季/兩年之用電效率變化率，因車輛路線調度，部分車輛於 R2 路線之單季行駛天數可能較少，導致單季用電效率容易受少數天數用電效率影響，進而使兩季之變化率正負數值較大。

附表 2-5 R3 路線各季/各車輛平均用電效率

車牌 號碼	第一年					第二年					第三年				
	2021 秋	2021 冬	2022 春	2022 夏	平均	2022 秋	2022 冬	2023 春	2023 夏	平均	2023 秋	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均
C1-1	0.73	0.78	0.77	0.78	0.77	0.86	0.81	0.77	0.75	0.80	1.03	1.06	0.97	0.87	0.99
C1-2	0.80	0.84	0.78	0.73	0.79	0.80	0.86	0.92	0.82	0.85	0.84	0.92	0.87	0.84	0.87
C1-3	0.79	1.06	0.95	1.00	0.81	1.10	1.18	0.89	0.96	0.93	0.92	0.95	0.93	0.86	0.92
C1-4	0.92	1.00	0.97	0.88	0.94	0.94	1.03	1.01	0.86	0.95	0.94	1.03	0.95	0.89	0.96
C1-5	0.90	1.04	0.93	0.90	0.95	1.01	0.99	0.96	0.90	0.97	0.91	0.94	0.93	0.86	0.91
C1-6	0.89	0.93	0.86	0.86	0.88	0.85	0.87	0.88	0.88	0.87	0.88	0.94	0.92	0.84	0.88
C1-7	0.90	0.99	0.96	0.89	0.94	0.95	1.02	0.94	0.86	0.96	0.93	0.97	0.94	0.89	0.93
C1-8	0.91	1.02	1.00	0.88	0.95	0.94	0.89	0.98	0.88	0.93	0.86	1.07	0.94	0.90	0.91
C1-9	0.90	1.07	0.98	0.87	0.95	0.92	1.00	0.91	0.83	0.90	0.89	0.99	0.94	0.83	0.90
C1-10	0.77	0.87	0.82	0.77	0.81	0.99	1.05	0.93	0.84	0.95	0.91	0.97	0.94	0.91	0.94
C1-11	1.01	1.13	1.08	0.98	1.05	1.05	1.12	1.08	0.93	1.05	0.97	1.04	0.99	0.92	0.98
C1-12	0.96	1.07	1.04	0.95	1.01	1.02	1.05	0.89	0.93	0.99	0.97	-	1.04	0.91	0.97
C1-13	-	0.95	1.01	-	0.98	0.99	-	0.83	0.75	0.91	0.81	-	-	0.78	0.80
C1-14	0.97	1.18	-	0.86	0.99	1.12	1.20	1.23	0.79	1.08	0.94	-	0.93	0.93	0.93
C1-15	0.93	1.15	1.07	0.84	1.03	1.07	-	1.08	0.95	1.01	0.94	1.26	1.07	0.80	0.95
C1-16	1.06	1.04	-	0.88	1.01	1.07	1.21	-	-	1.15	0.82	0.97	1.02	0.78	0.83
C1-17	0.97	0.98	0.87	0.81	0.92	0.94	0.92	0.96	0.95	0.95	-	-	-	-	-

附表 2-5 R3 路線各季/各車輛平均用電效率(續 1)

車牌 號碼	第一年					第二年					第三年				
	2021 秋	2021 冬	2022 春	2022 夏	平均	2022 秋	2022 冬	2023 春	2023 夏	平均	2023 秋	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均
C1-18	0.79	-	0.82	-	0.80	1.12	-	1.04	-	1.05	-	-	-	-	-
C1-19	-	1.10	-	0.89	0.98	1.03	1.06	1.02	0.85	1.02	1.01	1.05	1.00	0.89	0.97
C1-20	0.86	1.25	0.98	-	0.99	0.95	1.01	1.13	-	1.02	-	0.98	1.03	-	1.01
C1-21	0.93	1.19	-	-	1.04	1.10	0.98	0.99	0.90	0.99	1.00	1.03	0.97	0.90	0.96
C1-22	0.90	1.09	0.96	0.90	1.00	1.12	-	-	-	1.12	-	1.21	1.06	0.85	0.94
C1-23	0.77	0.90	0.92	0.86	0.88	-	1.11	-	0.85	0.98	0.79	1.01	0.88	0.87	0.91
C1-24	-	-	-	0.85	0.85	-	-	-	-	-	-	-	0.85	0.87	0.86
C1-25	-	1.18	0.93	-	0.95	1.13	0.98	-	0.87	0.99	0.91	1.02	0.92	0.82	0.90
C1-26	0.98	0.75	0.81	0.68	0.78	-	-	-	-	-	-	1.18	-	-	1.18
C1-27	-	0.92	1.04	0.92	0.97	0.94	1.17	1.18	-	1.08	-	-	-	-	-
C1-28	-	-	1.11	0.88	1.03	-	1.17	0.79	-	0.88	0.94	1.00	1.01	0.93	0.98
C1-29	-	1.16	0.99	0.85	0.91	-	1.11	0.54	0.85	0.84	1.01	-	-	-	1.01
C1-30	-	-	0.96	0.87	0.91	-	-	0.94	1.04	1.00	-	-	-	0.95	0.95
總計	0.88	0.97	0.92	0.86	0.91	0.94	0.98	0.94	0.85	0.93	0.93	0.99	0.95	0.87	0.93

資料來源：本計畫彙整。

資料統計區間：2021 年 9 月~2024 年 8 月 (秋：9 月~11 月、冬：該年 12 月~隔年 2 月、春：3 月~5 月、夏：6 月~8 月)。

備註 1：表內“-”為該車輛於當季，未有 R3 路線行駛紀錄。

2：本表為平均數值，因車輛路線排班調度，各車輛於部分季數之行駛天數可能較少，導致平均數值容易受少數天數用電效率影響。

附表 2-6 R3 路線各年期/各車輛平均用電效率變化率

車牌 號碼	第 2 年與第 1 年用電效率變化率					第 3 年與第 2 年用電效率變化率					第 3 年與第 1 年用電效率變化率				
	2021 秋	2021 冬	2022 春	2022 夏	平均	2022 秋	2022 冬	2023 春	2023 夏	平均	2023 秋	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均
C1-1	16.9%	3.8%	0.2%	-4.1%	3.9%	19.7%	30.6%	25.8%	17.0%	23.7%	39.9%	35.5%	26.0%	12.2%	28.6%
C1-2	-0.2%	3.4%	17.2%	11.6%	7.7%	5.6%	7.0%	-5.3%	3.1%	2.2%	5.4%	10.7%	11.0%	15.1%	10.0%
C1-3	39.4%	11.0%	-7.3%	-3.9%	13.9%	-16.5%	-19.6%	5.0%	-9.8%	-1.1%	16.4%	-10.7%	-2.7%	-13.3%	12.7%
C1-4	2.8%	3.0%	4.0%	-2.6%	1.2%	-0.5%	-0.2%	-5.8%	4.0%	0.9%	2.3%	2.8%	-2.1%	1.3%	2.0%
C1-5	11.9%	-5.1%	3.3%	-0.1%	2.8%	-9.6%	-4.9%	-3.4%	-4.7%	-6.5%	1.1%	-9.7%	-0.1%	-4.8%	-3.9%
C1-6	-4.5%	-6.1%	2.0%	2.8%	-2.1%	3.9%	7.9%	4.4%	-4.5%	1.9%	-0.8%	1.3%	6.5%	-1.9%	-0.3%
C1-7	4.7%	2.8%	-2.6%	-2.7%	2.8%	-2.1%	-5.2%	0.1%	3.2%	-3.3%	2.5%	-2.6%	-2.5%	0.4%	-0.6%
C1-8	3.1%	-12.6%	-1.5%	0.2%	-2.8%	-8.2%	20.5%	-3.8%	1.2%	-2.1%	-5.3%	5.3%	-5.3%	1.4%	-4.9%
C1-9	2.1%	-7.2%	-7.0%	-4.5%	-5.7%	-3.0%	-0.3%	2.6%	-0.1%	0.5%	-0.9%	-7.5%	-4.6%	-4.6%	-5.3%
C1-10	28.2%	21.1%	13.1%	8.4%	17.5%	-8.2%	-7.4%	2.0%	8.7%	-1.2%	17.8%	12.2%	15.3%	17.8%	16.1%
C1-11	3.6%	-0.3%	-0.5%	-4.9%	-0.5%	-8.0%	-7.0%	-8.4%	-0.9%	-6.4%	-4.7%	-7.3%	-8.9%	-5.7%	-6.8%
C1-12	6.2%	-1.5%	-13.7%	-2.3%	-1.9%	-4.4%	-	16.1%	-2.3%	-1.9%	1.5%	-	0.2%	-4.6%	-3.7%
C1-13	-	-	-17.7%	-	-7.3%	-18.6%	-	-	4.7%	-12.3%	-	-	-	-	-18.8%
C1-14	15.2%	1.9%	-	-8.2%	9.3%	-16.3%	-	-24.4%	17.2%	-14.2%	-3.6%	-	-	7.6%	-6.3%
C1-15	15.2%	-	1.1%	14.3%	-2.0%	-12.2%	-	-1.6%	-16.0%	-6.1%	1.1%	9.1%	-0.5%	-4.1%	-8.0%
C1-16	0.7%	15.4%	-	-	14.0%	-23.2%	-19.7%	-	-	-27.9%	-22.6%	-7.3%	-	-11.5%	-17.8%
C1-17	-3.1%	-6.8%	11.3%	17.1%	4.2%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

附表 2-6 R3 路線各年期/各車輛平均用電效率變化率(續 1)

車牌 號碼	第 2 年與第 1 年用電效率變化率					第 3 年與第 2 年用電效率變化率					第 3 年與第 1 年用電效率變化率				
	2021 秋	2021 冬	2022 春	2022 夏	平均	2022 秋	2022 冬	2023 春	2023 夏	平均	2023 秋	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均
C1-18	41.6%	-	25.9%	-	31.5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C1-19	-	-3.4%	-	-4.1%	3.2%	-1.7%	-0.8%	-1.8%	4.2%	-4.7%	-	-4.2%	-	0.0%	-1.7%
C1-20	10.5%	-19.3%	15.3%	-	3.2%	-	-2.5%	-8.9%	-	-0.2%	-	-21.3%	5.0%	-	3.0%
C1-21	18.0%	-17.2%	-	-	-5.4%	-9.5%	4.5%	-2.5%	-0.3%	-2.7%	6.8%	-13.4%	-	-	-8.0%
C1-22	24.6%	-	-	-	11.6%	-	-	-	-	-15.9%	-	10.6%	11.3%	-5.0%	-6.1%
C1-23	-	22.6%	-	-1.6%	11.3%	-	-8.6%	-	3.4%	-6.4%	2.7%	12.1%	-4.3%	1.7%	4.2%
C1-24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.8%	1.5%
C1-25	-	-16.8%	-	-	3.5%	-19.4%	4.0%	-	-5.9%	-8.5%	-	-13.4%	-0.5%	-	-5.3%
C1-26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57.7%	-	-	51.7%
C1-27	-	27.1%	13.1%	-	11.9%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C1-28	-	-	-28.5%	-	-14.0%	-	-14.3%	27.9%	-	10.3%	-	-	-8.5%	6.7%	-5.2%
C1-29	-	-4.2%	-45.4%	0.1%	-7.7%	-	-	-	-	20.0%	-	-	-	-	10.7%
C1-30	-	-	-2.0%	20.3%	10.5%	-	-	-	-9.2%	-5.4%	-	-	-	9.2%	4.5%
總計	7.1%	1.0%	1.9%	-0.7%	2.3%	-1.2%	1.2%	0.4%	2.1%	0.3%	5.8%	2.2%	2.3%	1.4%	2.7%

資料來源：本計畫彙整。

資料統計區間：2021 年 9 月~2024 年 8 月(秋：9 月~11 月、冬：該年 12 月~隔年 2 月、春：3 月~5 月、夏：6 月~8 月)。

備註：“-” 為該車輛於比較變化的兩年同季，有任一季未有 R3 路線行駛紀錄，另因本表為兩季/兩年之用電效率變化率，因車輛路線調度，部分車輛於 R3 路線之單季行駛天數可能較少，導致單季用電效率容易受少數天數用電效率影響，進而使兩季之變化率正負數值較大。

附表 2-7 R1、R2、R3 路線各季/各車輛平均用電效率綜合分析

車牌 號碼	第一年					第二年					第三年				
	2021 秋	2021 冬	2022 春	2022 夏	平均	2022 秋	2022 冬	2023 春	2023 夏	平均	2023 秋	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均
C1-1	0.73	0.79	0.77	0.79	0.77	0.86	0.81	0.77	0.75	0.80	1.02	1.07	0.96	0.87	0.98
C1-2	0.80	0.84	0.78	0.73	0.79	0.80	0.87	0.92	0.82	0.85	0.85	0.93	0.87	0.85	0.88
C1-3	0.83	1.03	0.99	0.93	0.94	1.10	1.17	0.94	0.94	1.05	0.92	0.95	0.95	0.87	0.92
C1-4	0.92	1.00	0.97	0.88	0.94	0.94	1.03	1.00	0.86	0.95	0.93	1.04	0.95	0.88	0.96
C1-5	0.90	1.04	0.93	0.90	0.95	1.01	0.99	0.96	0.90	0.97	0.91	0.94	0.93	0.86	0.91
C1-6	0.89	0.93	0.87	0.85	0.88	0.85	0.94	0.82	0.88	0.87	0.88	0.93	0.92	0.85	0.89
C1-7	0.90	0.99	0.97	0.89	0.94	0.96	1.02	0.94	0.84	0.97	0.93	0.97	0.94	0.89	0.94
C1-8	0.91	1.02	1.00	0.88	0.95	0.94	0.89	0.98	0.89	0.93	0.94	1.05	0.97	0.90	0.96
C1-9	0.90	1.08	0.98	0.87	0.96	0.92	1.00	0.93	0.83	0.91	0.90	1.00	0.94	0.84	0.91
C1-10	0.77	0.87	0.82	0.77	0.81	0.99	1.05	0.93	0.84	0.95	0.91	0.97	0.97	0.97	0.95
C1-11	1.01	1.13	1.08	0.98	1.05	1.05	1.12	1.08	0.93	1.05	0.97	1.04	0.99	0.89	0.97
C1-12	0.96	1.07	1.05	0.96	1.01	1.02	1.08	0.93	0.89	0.99	0.99	1.01	1.00	0.97	0.99
C1-13	0.95	0.96	0.97	0.94	0.96	1.02	1.06	0.94	0.86	0.97	0.88	0.90	0.84	0.78	0.85
C1-14	0.90	0.98	0.93	0.90	0.93	1.02	1.11	1.08	0.90	1.05	0.96	1.01	0.98	0.90	0.96
C1-15	1.01	1.12	1.05	0.99	1.04	1.03	1.07	1.07	0.98	1.04	0.96	1.01	0.96	0.88	0.96
C1-16	1.01	1.09	1.04	0.98	1.03	1.13	1.17	1.04	0.96	1.08	0.97	0.98	0.94	0.83	0.92
C1-17	0.98	1.08	0.99	0.97	1.01	0.96	1.02	1.04	0.92	0.99	0.97	1.05	1.05	0.96	1.01

附表 2-7 R1、R2、R3 路線各季/各車輛平均用電效率綜合分析(續 1)

車牌 號碼	第一年					第二年					第三年				
	2021 秋	2021 冬	2022 春	2022 夏	平均	2022 秋	2022 冬	2023 春	2023 夏	平均	2023 秋	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均
C1-18	0.98	1.08	1.01	0.97	1.01	1.13	1.09	1.05	0.92	1.05	0.89	1.01	0.98	0.90	0.95
C1-19	0.92	1.00	0.97	0.94	0.96	1.03	1.05	1.00	0.88	0.99	0.96	1.03	0.99	0.90	0.96
C1-20	0.89	1.03	1.05	0.94	0.98	1.08	1.14	1.05	0.92	1.05	0.97	1.02	0.99	0.89	0.98
C1-21	1.01	1.09	1.07	0.99	1.04	1.10	1.11	0.99	0.93	1.04	1.00	1.04	0.99	0.93	0.99
C1-22	0.95	1.01	0.99	0.91	0.97	0.99	1.05	0.93	0.86	0.96	0.89	0.98	0.93	0.84	0.91
C1-23	0.97	1.02	1.03	0.98	1.00	1.02	1.09	0.91	0.87	0.97	0.84	1.01	0.92	0.88	0.92
C1-24	1.04	1.02	1.03	0.91	0.99	1.00	1.00	0.84	0.81	0.92	0.92	0.84	0.89	0.89	0.89
C1-25	1.08	1.10	1.02	0.96	1.04	0.97	1.05	0.99	0.90	0.98	0.91	1.01	0.99	0.86	0.94
C1-26	0.97	0.98	0.99	0.97	0.98	1.06	1.11	1.01	0.92	1.03	0.92	1.00	0.94	0.88	0.94
C1-27	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	1.06	1.13	1.11	0.94	1.06	1.01	1.03	1.02	0.90	1.00
C1-28	1.00	1.00	0.99	0.95	0.99	1.15	1.12	1.05	0.96	1.06	1.04	1.11	1.02	0.96	1.02
C1-29	0.98	0.99	1.01	0.94	0.98	0.99	1.04	0.96	0.87	0.96	0.94	-	0.87	0.85	0.91
C1-30	0.99	1.01	1.02	0.99	1.01	0.96	1.00	0.94	0.93	0.96	0.95	1.02	1.00	0.95	0.98
總計	0.92	1.00	0.97	0.91	0.95	0.99	1.04	0.97	0.88	0.97	0.94	1.00	0.96	0.89	0.95

資料來源：本計畫彙整。

資料統計區間：2021 年 9 月~2024 年 8 月 (秋：9 月~11 月、冬：該年 12 月~隔年 2 月、春：3 月~5 月、夏：6 月~8 月)。

備註：車輛 C1-29 於 2023 年冬季，全路線皆未有行駛紀錄。

附表 2-8 R1、R2、R3 各年期/各車輛平均用電效率變化率綜合分析

車牌 號碼	第 2 年與第 1 年用電效率變化率					第 3 年與第 2 年用電效率變化率					第 3 年與第 1 年用電效率變化率				
	2021 秋	2021 冬	2022 春	2022 夏	平均	2022 秋	2022 冬	2023 春	2023 夏	平均	2023 秋	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均
C1-1	17.9%	3.2%	0.1%	-4.3%	3.8%	18.3%	31.6%	24.6%	16.3%	23.1%	39.5%	35.9%	24.8%	11.3%	27.8%
C1-2	0.7%	4.1%	17.0%	12.0%	8.0%	6.0%	6.6%	-4.8%	3.3%	2.4%	6.7%	10.9%	11.4%	15.7%	10.7%
C1-3	31.6%	13.4%	-5.4%	1.2%	11.1%	-16.2%	-18.3%	0.9%	-7.0%	-12.3%	10.3%	-7.3%	-4.6%	-5.9%	-2.6%
C1-4	3.0%	3.1%	2.8%	-2.1%	0.9%	-1.0%	0.7%	-5.0%	2.7%	1.1%	2.0%	3.8%	-2.3%	0.6%	2.0%
C1-5	11.8%	-4.7%	3.3%	0.1%	2.8%	-9.4%	-5.1%	-3.3%	-4.6%	-6.5%	1.3%	-9.6%	-0.1%	-4.5%	-3.8%
C1-6	-4.5%	0.8%	-5.9%	2.6%	-1.5%	4.3%	-0.3%	13.4%	-3.2%	2.2%	-0.4%	0.6%	6.8%	-0.6%	0.6%
C1-7	6.3%	2.8%	-3.1%	-5.0%	2.8%	-3.5%	-4.7%	-0.2%	5.9%	-3.3%	2.6%	-2.0%	-3.3%	0.6%	-0.6%
C1-8	3.1%	-12.4%	-1.5%	0.5%	-2.8%	-0.1%	18.0%	-1.0%	0.9%	3.4%	3.0%	3.4%	-2.5%	1.5%	0.5%
C1-9	2.2%	-6.7%	-5.7%	-4.7%	-5.3%	-2.4%	-0.8%	0.9%	0.8%	0.2%	-0.3%	-7.4%	-4.8%	-3.9%	-5.0%
C1-10	27.9%	21.0%	12.9%	8.4%	17.3%	-7.8%	-7.7%	4.5%	15.3%	0.0%	17.9%	11.7%	18.0%	25.0%	17.4%
C1-11	4.1%	-0.4%	-0.5%	-5.1%	-0.5%	-7.4%	-6.8%	-8.0%	-3.8%	-6.8%	-3.6%	-7.2%	-8.5%	-8.8%	-7.3%
C1-12	5.7%	1.6%	-11.1%	-6.8%	-2.1%	-2.8%	-6.8%	7.7%	9.2%	0.3%	2.7%	-5.3%	-4.2%	1.8%	-1.9%
C1-13	7.9%	10.2%	-3.2%	-8.4%	1.1%	-14.0%	-15.8%	-10.7%	-8.8%	-12.3%	-7.2%	-7.1%	-13.6%	-16.4%	-11.4%
C1-14	12.5%	13.0%	16.8%	-0.3%	12.9%	-5.3%	-9.1%	-9.7%	0.4%	-8.3%	6.5%	2.7%	5.5%	0.0%	3.6%
C1-15	2.1%	-4.1%	1.6%	-0.6%	-0.4%	-6.9%	-5.7%	-9.7%	-10.5%	-8.0%	-5.0%	-9.6%	-8.3%	-11.0%	-8.3%
C1-16	12.1%	6.9%	0.8%	-1.8%	4.3%	-14.7%	-16.1%	-10.5%	-13.8%	-14.1%	-4.4%	-10.3%	-9.8%	-15.3%	-10.4%
C1-17	-2.3%	-5.4%	5.5%	-5.5%	-2.1%	1.3%	2.1%	1.1%	4.8%	2.0%	-1.0%	-3.4%	6.6%	-0.9%	-0.1%

附表 2-8 R1、R2、R3 路線各年期/各車輛平均用電效率變化率綜合分析(續 1)

車牌 號碼	第 2 年與第 1 年用電效率變化率					第 3 年與第 2 年用電效率變化率					第 3 年與第 1 年用電效率變化率				
	2021 秋	2021 冬	2022 春	2022 夏	平均	2022 秋	2022 冬	2023 春	2023 夏	平均	2023 秋	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均
C1-18	14.8%	0.8%	4.5%	-5.3%	3.0%	-21.0%	-7.1%	-7.0%	-2.7%	-9.2%	-9.3%	-6.4%	-2.8%	-7.9%	-6.5%
C1-19	12.1%	5.5%	2.5%	-5.7%	3.5%	-6.4%	-2.4%	-1.2%	1.6%	-3.2%	4.9%	2.9%	1.2%	-4.2%	0.2%
C1-20	21.3%	10.9%	0.6%	-2.0%	8.0%	-10.3%	-10.3%	-5.4%	-3.9%	-6.7%	8.7%	-0.5%	-4.9%	-5.7%	0.7%
C1-21	9.0%	1.6%	-7.3%	-6.4%	-0.5%	-9.3%	-6.4%	-0.3%	0.6%	-4.9%	-1.1%	-5.0%	-7.6%	-5.8%	-5.4%
C1-22	3.7%	4.2%	-5.8%	-5.1%	-0.6%	-9.7%	-7.2%	0.0%	-2.1%	-4.7%	-6.3%	-3.4%	-5.8%	-7.1%	-5.3%
C1-23	5.0%	7.0%	-12.0%	-11.5%	-3.1%	-17.3%	-7.6%	1.3%	1.2%	-4.4%	-13.2%	-1.0%	-10.9%	-10.4%	-7.4%
C1-24	-3.8%	-1.5%	-18.7%	-10.8%	-7.7%	-7.9%	-16.4%	6.7%	8.7%	-3.1%	-11.4%	-17.6%	-13.2%	-3.0%	-10.6%
C1-25	-9.8%	-4.6%	-3.4%	-5.7%	-6.3%	-6.4%	-3.4%	0.3%	-4.1%	-4.0%	-15.6%	-7.9%	-3.1%	-9.6%	-10.1%
C1-26	9.1%	12.7%	2.6%	-5.9%	5.1%	-13.4%	-9.2%	-7.5%	-4.0%	-9.0%	-5.4%	2.3%	-5.0%	-9.6%	-4.4%
C1-27	6.6%	14.1%	12.7%	-4.8%	6.8%	-4.6%	-8.8%	-8.0%	-4.1%	-5.4%	1.8%	4.1%	3.7%	-8.7%	1.1%
C1-28	14.9%	11.6%	5.7%	0.8%	7.9%	-9.2%	-1.2%	-3.3%	-0.3%	-4.6%	4.4%	10.3%	2.3%	0.5%	2.9%
C1-29	0.7%	4.2%	-4.4%	-8.0%	-1.9%	-4.9%	-	-9.9%	-2.4%	-5.1%	-4.3%	-	-13.8%	-10.2%	-6.9%
C1-30	-3.0%	-1.5%	-8.4%	-5.7%	-5.0%	-0.7%	2.2%	6.6%	2.2%	2.7%	-3.7%	0.6%	-2.4%	-3.6%	-2.4%
總計	8.1%	3.5%	0.1%	-3.2%	2.1%	-5.3%	-3.5%	-1.2%	0.3%	-2.8%	2.4%	-0.2%	-1.1%	-3.0%	-0.7%

資料來源：本計畫彙整。

資料統計區間：2021 年 9 月~2024 年 8 月(秋：9 月~11 月、冬：該年 12 月~隔年 2 月、春：3 月~5 月、夏：6 月~8 月)。

備註：車輛 C1-29 於 2023 年冬季，全路線皆未有行駛紀錄，故無法與前兩年同季比較用電效率變化。

附表 2-9 R5 路線各季/各車輛平均用電效率

車牌號碼	第一年						第二年			
	2022 冬	2023 春	2023 夏	2023 秋	平均	平均(不含秋季)	2023 冬	2023 春	2024 夏	平均
C5-29	0.95	0.92	0.81	0.83	0.86	0.87	0.87	0.95	-	0.88
C5-31	0.94	0.86	0.67	0.85	0.81	0.79	0.94	0.83	0.71	0.83
C5-32	0.88	0.79	0.68	0.83	0.78	0.75	0.83	0.79	0.58	0.74
C5-33	0.88	0.85	0.74	0.85	0.82	0.81	0.85	0.83	0.72	0.80
C5-34	0.92	0.88	0.77	0.82	0.83	0.84	0.86	0.83	0.71	0.80
C5-35	0.95	0.89	0.78	0.87	0.85	0.85	0.85	0.82	0.72	0.80
C5-36	0.95	0.89	0.79	0.87	0.86	0.85	0.89	0.87	0.65	0.80
C5-37	0.95	0.90	0.80	0.84	0.86	0.86	0.87	0.85	0.73	0.82
C5-38	0.86	0.89	0.76	0.83	0.83	0.82	0.88	0.82	0.70	0.81
C5-39	0.91	0.81	0.74	0.79	0.79	0.79	0.83	0.81	0.70	0.78
C5-40	0.86	0.84	0.75	0.83	0.81	0.80	0.82	0.81	0.70	0.78
C5-41	-	-	-	0.97	0.97	-	0.95	0.84	0.75	0.84
C5-42	0.84	0.80	0.71	0.83	0.78	0.76	0.85	0.79	0.63	0.76
C5-43	0.89	0.83	0.76	0.85	0.82	0.81	0.86	0.84	0.68	0.79
C5-44	0.86	0.79	0.69	0.78	0.76	0.75	0.88	0.82	0.67	0.81
C5-45	0.89	0.81	0.74	0.83	0.80	0.79	0.83	0.80	0.71	0.78
C5-46	0.88	0.85	0.77	0.89	0.84	0.82	0.88	0.85	0.74	0.82

附表 2-9 R5 路線各季/各車輛平均用電效率(續 1)

車牌 號碼	第一年						第二年			
	2022 冬	2023 春	2023 夏	2023 秋	平均	平均(不含秋季)	2023 冬	2023 春	2024 夏	平均
C5-71	0.92	0.87	0.78	0.85	0.84	0.84	0.86	0.81	0.71	0.79
C5-72	0.95	0.91	-	0.92	0.92	0.93	0.90	0.83	0.74	0.82
C5-73	0.94	0.87	0.74	0.89	0.84	0.82	1.00	0.86	0.71	0.86
C5-74	0.89	0.85	0.76	0.86	0.83	0.82	0.89	0.81	0.72	0.82
C5-75	1.09	1.00	0.83	0.93	0.94	0.94	1.01	0.94	0.75	0.91
C5-76	1.03	0.96	0.85	0.95	0.93	0.92	0.95	0.87	0.79	0.88
C5-77	0.82	0.88	0.76	0.86	0.83	0.82	0.85	0.82	0.71	0.80
C5-78	-	-	-	0.93	0.93	-	0.95	0.86	0.68	0.83
C5-79	0.96	0.89	0.80	0.84	0.86	0.86	0.92	0.87	0.70	0.83
C5-80	0.83	0.83	0.74	0.81	0.80	0.79	0.85	0.80	0.68	0.79
C5-81	0.94	0.90	0.80	0.90	0.87	0.86	0.92	0.85	0.76	0.84
C5-82	1.00	0.96	0.81	0.89	0.90	0.90	0.98	0.86	0.79	0.88
C5-83	0.95	0.91	0.79	0.89	0.87	0.86	0.91	0.81	0.64	0.79
C5-84	0.91	0.87	0.79	0.85	0.84	0.84	0.91	0.84	0.58	0.78
C5-85	1.01	0.89	0.73	0.93	0.87	0.84	0.93	0.88	0.76	0.86
C5-86	1.02	0.94	0.82	0.89	0.89	0.90	0.90	0.88	0.77	0.85
C5-87	0.94	0.90	0.79	0.90	0.87	0.85	0.96	0.84	0.64	0.82

附表 2-9 R5 路線各季/各車輛平均用電效率(續 2)

車牌 號碼	第一年						第二年			
	2022 冬	2023 春	2023 夏	2023 秋	平均	平均(不含秋季)	2023 冬	2023 春	2024 夏	平均
C5-88	0.97	0.91	0.82	0.91	0.89	0.88	1.02	0.94	0.74	0.90
C5-89	0.95	0.90	0.77	0.85	0.85	0.85	0.96	0.96	0.80	0.91
C5-90	0.94	0.88	0.77	0.86	0.85	0.84	0.88	0.83	0.73	0.81
C5-91	0.94	0.90	0.78	0.90	0.86	0.85	0.93	0.87	0.73	0.85
C5-92	1.03	0.98	0.83	0.93	0.93	0.93	0.94	0.92	0.73	0.85
C5-93	1.00	0.91	0.83	0.94	0.90	0.89	0.99	0.92	0.79	0.90
C5-94	0.93	0.90	0.80	0.93	0.89	0.86	0.89	0.88	0.72	0.83
C5-95	0.93	0.92	0.82	0.92	0.89	0.88	0.94	0.90	0.79	0.88
總計	0.93	0.88	0.77	0.87	0.85	0.84	0.90	0.85	0.72	0.83

資料來源：本計畫彙整。

資料統計區間：2023 年 2 月~2024 年 8 月 (秋：9 月~11 月、冬：該年 12 月~隔年 2 月、春：3 月~5 月、夏：6 月~8 月)。

備註：「2022 冬」季僅包含 2023 年 2 月資料。

附表 2-10 R5 路線各年期/各車輛平均用電效率變化率

車牌 號碼	第 2 年與第 1 年用電效率變化率				車牌 號碼	第 2 年與第 1 年用電效率變化率				第 2 年與第 1 年用電效率變化率			
	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均		2023 冬	2024 春	2024 夏	平均	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均
C5-29	-8.7%	3.1%	-	1.3%	C5-44	2.3%	4.2%	-1.6%	7.7%	-1.9%	-10.2%	-1.7%	-1.7%
C5-31	0.4%	-3.3%	5.2%	4.8%	C5-45	-6.0%	-1.7%	-3.0%	-0.7%	-4.5%	-11.1%	-19.3%	-8.3%
C5-32	-5.5%	0.3%	-14.3%	-2.3%	C5-46	-0.1%	-0.7%	-4.6%	-0.4%	-0.1%	-3.3%	-26.3%	-7.0%
C5-33	-3.6%	-2.3%	-2.4%	-0.4%	C5-71	-6.1%	-7.7%	-8.1%	-5.2%	-7.9%	-0.3%	4.4%	2.6%
C5-34	-6.7%	-5.2%	-6.9%	-4.0%	C5-72	-5.0%	-8.7%	-	-11.8%	-11.1%	-5.8%	-6.4%	-5.2%
C5-35	-10.8%	-8.5%	-7.1%	-5.5%	C5-73	6.6%	-1.1%	-3.4%	5.1%	2.7%	-6.8%	-19.1%	-4.4%
C5-36	-5.9%	-2.4%	-17.9%	-5.6%	C5-74	0.1%	-4.9%	-4.8%	0.2%	5.1%	2.9%	-9.2%	2.9%
C5-37	-8.6%	-5.9%	-8.6%	-5.5%	C5-75	-7.4%	-5.3%	-9.3%	-3.8%	1.3%	6.8%	4.2%	7.2%
C5-38	2.3%	-7.7%	-6.9%	-1.5%	C5-76	-7.3%	-8.6%	-7.6%	-4.6%	-5.9%	-5.5%	-4.8%	-2.9%
C5-39	-8.6%	-1.0%	-4.1%	-0.8%	C5-77	3.3%	-6.3%	-6.9%	-2.1%	-1.2%	-2.7%	-6.5%	-0.6%
C5-40	-4.7%	-2.9%	-6.2%	-2.2%	C5-78	-	-	-	-	-8.1%	-6.2%	-12.4%	-7.7%
C5-41	-	-	-	-	C5-79	-3.6%	-2.6%	-12.4%	-3.7%	-0.4%	0.9%	-4.1%	1.9%
C5-42	1.0%	-0.8%	-11.1%	0.0%	C5-80	1.6%	-4.4%	-8.5%	-0.2%	-4.7%	-2.5%	-9.8%	-4.5%
C5-43	-2.9%	0.9%	-10.4%	-1.9%	C5-81	-2.6%	-5.1%	-5.3%	-2.3%	0.5%	-2.5%	-3.0%	-0.5%
總計					總計								

資料來源：本計畫彙整。

資料統計區間：2023 年 2 月~2024 年 8 月 (秋：9 月~11 月、冬：該年 12 月~隔年 2 月、春：3 月~5 月、夏：6 月~8 月)。

附表 2-11 R8 路線各季/各車輛平均用電效率

車牌號碼	第一年						第二年			
	2022 冬	2023 春	2023 夏	2023 秋	平均	平均(不含秋季)	2023 冬	2023 春	2024 夏	平均
C8-1	0.82	0.78	0.68	0.75	0.75	0.75	0.76	0.68	0.62	0.72
C8-2	0.92	0.88	0.81	0.82	0.84	0.85	0.82	0.72	0.69	0.76
C8-3	0.91	0.84	0.74	0.78	0.80	0.80	0.86	0.74	0.66	0.75
C8-4	0.99	0.89	0.75	0.54	0.77	0.85	0.65	0.74	-	0.69
C8-5	0.89	0.82	0.70	0.69	0.75	0.78	0.75	0.71	0.69	0.72
C8-6	1.01	0.90	0.79	0.82	0.85	0.87	0.82	0.80	0.61	0.74
C8-7	1.01	0.93	0.78	0.79	0.85	0.88	0.75	0.77	0.62	0.73
C8-8	0.87	0.83	0.75	0.70	0.77	0.80	0.77	0.70	0.54	0.73
C8-9	0.91	0.86	0.77	0.70	0.79	0.83	0.74	0.72	0.50	0.72
C8-10	0.88	0.85	0.75	0.66	0.77	0.81	0.72	0.62	0.54	0.63
C8-11	0.77	0.71	0.65	0.73	0.70	0.69	0.78	0.64	0.62	0.68
C8-12	0.93	0.86	0.76	0.77	0.81	0.83	0.86	0.78	0.72	0.79
C8-13	0.82	0.77	0.72	0.71	0.74	0.75	0.79	0.74	0.60	0.74
C8-14	0.98	0.90	0.81	0.82	0.86	0.87	0.90	0.83	0.74	0.82
C8-15	0.92	0.84	0.76	0.76	0.80	0.82	0.76	0.69	0.64	0.70
C8-16	0.95	0.89	0.80	0.85	0.86	0.86	0.91	0.83	0.59	0.84
C8-17	0.89	0.81	0.78	0.86	0.82	0.81	0.90	0.75	0.44	0.81
C8-18	0.81	0.75	0.66	0.73	0.72	0.72	0.78	0.65	0.49	0.71
C8-19	0.88	0.82	0.77	0.78	0.80	0.81	0.85	0.78	0.46	0.81
C8-20	0.94	0.87	0.82	0.81	0.84	0.86	0.87	0.95	0.62	0.82
總計	0.90	0.84	0.75	0.76	0.80	0.81	0.80	0.75	0.64	0.75

資料來源：本計畫彙整。

資料統計區間：2023 年 2 月~2024 年 8 月(秋：9 月~11 月、冬：該年 12 月~隔年 2 月、春：3 月~5 月、夏：6 月~8 月)。

備註：「2022 冬」季僅包含 2023 年 2 月資料。

附表 2-12 R8 路線各年期/各車輛平均用電效率變化率

車牌 號碼	第 2 年與第 1 年用電效率變化率				車牌 號碼	第 2 年與第 1 年用電效率變化率			
	2023 冬	2024 春	2024 夏	平均		2023 冬	2024 春	2024 夏	平均
C8-1	-7.3%	-13.4%	-8.1%	-4.3%	C8-11	0.6%	-9.1%	-4.0%	-1.7%
C8-2	-10.3%	-18.1%	-13.8%	-10.1%	C8-12	-7.3%	-9.2%	-5.5%	-3.9%
C8-3	-5.2%	-11.4%	-10.8%	-6.9%	C8-13	-3.2%	-4.3%	-16.4%	-1.3%
C8-4	-34.3%	-16.8%	-	-18.0%	C8-14	-7.9%	-8.0%	-8.9%	-5.9%
C8-5	-14.7%	-13.7%	-0.4%	-6.8%	C8-15	-17.3%	-18.2%	-15.8%	-14.5%
C8-6	-19.1%	-11.8%	-22.7%	-14.9%	C8-16	-5.0%	-7.0%	-26.5%	-1.9%
C8-7	-25.9%	-17.2%	-20.9%	-17.3%	C8-17	1.3%	-6.8%	-43.7%	-0.1%
C8-8	-12.0%	-16.2%	-28.4%	-8.8%	C8-18	-3.6%	-13.6%	-25.6%	-2.2%
C8-9	-19.3%	-16.3%	-35.9%	-13.3%	C8-19	-2.8%	-4.9%	-39.9%	0.0%
C8-10	-19.0%	-26.7%	-28.5%	-22.2%	C8-20	-7.6%	10.0%	-24.4%	-4.5%
總計						-11.0%	-10.6%	-15.5%	-7.8%

附表 2-13 R4 路線車輛行駛 5 公里之 SOC 使用量統計

車牌 號碼	正常耗電段數(6%含以下)		高耗電段數(7%以上)						高耗電 占比	段數合計
	小計	正常耗電占比(%)	7%	8%	9%	10%以上	小計			
C4-20	2,394	98.0%	17	7	3	21	48	2.0%	2,442	
C4-19	2,745	99.0%	8	10	3	7	28	1.0%	2,773	
C4-18	2,517	99.8%	2	2	0	2	6	0.2%	2,523	
C4-17	1,893	98.7%	12	6	3	4	25	1.3%	1,918	
C4-16	275	98.9%	3	0	0	0	3	1.1%	278	
C4-15	2,823	99.8%	3	0	1	1	5	0.2%	2,828	
C4-14	1,923	99.0%	8	1	0	11	20	1.0%	1,943	
C4-13	2,614	99.5%	7	2	0	4	13	0.5%	2,627	
C4-12	1,418	99.9%	1	1	0	0	2	0.1%	1,420	
C4-11	2,566	99.6%	4	0	1	5	10	0.4%	2,576	
C4-10	2,480	99.2%	9	3	2	5	19	0.8%	2,499	
C4-9	1,802	98.4%	7	5	6	11	29	1.6%	1,831	
C4-8	2,766	99.6%	3	2	1	5	11	0.4%	2,777	
C4-5	1,970	99.8%	3	0	0	0	3	0.2%	1,973	
C4-4	2,103	99.5%	9	1	1	0	11	0.5%	2,114	
C4-3	2,206	99.2%	6	5	3	4	18	0.8%	2,224	
C4-2	2,885	99.8%	2	1	0	4	7	0.2%	2,892	
C4-1	2,673	99.6%	3	2	0	7	12	0.4%	2,685	

資料來源：本計畫統計整理。

附表 2-14 R4 路線異常耗電情形分析表

車牌 號碼	區段起始里程(KM)	區段起始電量(%)	區段結束里程 KM)	區段結束電量(%)	區段結束時間	行駛 5 公里 花費時間 (分鐘)	SOC 使用量(%)
C4-1	48,728.6	29	48,723.6	18	2023/5/6 下午 06:35:00	36.0	11
	60,638.3	36	60,633.3	25	2023/8/15 下午 04:21:00	22.2	11
C4-2	60,646.9	67	60,641.9	36	2023/7/23 上午 10:59:00	36.2	31
C4-3	42,406.4	39	42,401.4	29	2023/5/20 下午 10:15:00	17.0	10
	42,575.2	38	42,570.2	28	2023/5/22 下午 10:52:00	18.0	10
	50,035.4	40	50,030.4	29	2023/8/15 下午 07:34:00	25.8	11
	50,040.4	29	50,035.4	17	2023/8/15 下午 07:54:00	20.3	12
C4-4	61,830.0	78	61,825.0	66	2023/7/17 下午 12:01:00	32.9	12
	62,618.6	89	62,613.6	68	2023/7/24 上午 08:12:00	21.6	21
C4-9	65,117.9	70	65,112.9	37	2023/8/13 下午 06:10:00	29.2	33
	52,238.7	38	52,233.7	28	2023/5/18 下午 04:17:00	24.0	10
	57,580.0	38	57,575.0	28	2023/7/8 下午 02:24:00	17.7	10
	57,585.0	28	57,580.0	17	2023/7/8 下午 02:45:00	20.9	11
	58,411.2	37	58,406.2	26	2023/7/15 下午 02:26:00	22.1	11
	58,416.2	26	58,411.2	16	2023/7/15 下午 02:53:00	27.0	10
	58,956.1	28	58,951.1	18	2023/7/19 下午 09:01:00	17.6	10
	59,680.4	37	59,675.4	27	2023/7/26 下午 08:26:00	18.4	10
	60,496.7	29	60,491.7	18	2023/8/1 下午 06:00:00	33.0	11
C4-10	61,572.6	35	61,567.6	25	2023/8/23 下午 09:29:00	14.1	10
	61,880.4	38	61,875.4	26	2023/8/26 下午 03:05:00	20.3	12
	56,969.9	32	56,964.9	20	2023/5/28 下午 05:42:00	39.0	12
C4-11	60,738.0	30	60,733.0	20	2023/6/28 下午 07:52:00	14.2	10
	46,726.2	100	46,721.2	87	2023/5/27 上午 06:29:00	39.0	13
C4-13	50,804.4	28	50,799.4	18	2023/6/28 下午 09:37:00	17.2	10
	55,354.8	52	55,349.8	40	2023/7/10 上午 08:39:00	30.3	12

附表 2-14 R4 路線異常耗電情形分析表(續 1)

車牌 號碼	區段起始里程(KM)	區段起始電量(%)	區段結束里程 KM)	區段結束電量(%)	區段結束時間	行駛 5 公里 花費時間 (分鐘)	SOC 使用量(%)
C4-13	50,870.2	63	50,865.2	38	2023/5/7 下午 12:10:00	24.0	25
	54,717.1	33	54,712.1	20	2023/6/4 下午 02:54:00	23.3	13
	55,008.1	40	55,003.1	17	2023/6/21 下午 12:23:00	16.3	23
	56,291.1	36	56,286.1	17	2023/6/30 下午 09:31:00	20.3	19
	56,929.3	38	56,924.3	17	2023/7/4 下午 06:28:00	23.2	21
C4-17	57,260.6	40	57,255.6	23	2023/7/6 下午 08:33:00	17.1	17
	57,731.4	41	57,726.4	26	2023/7/10 下午 07:54:00	17.4	15
	52,971.0	27	52,966.0	17	2023/5/27 下午 03:21:00	20.0	10
	59,192.2	39	59,187.2	28	2023/8/16 下午 09:53:00	19.4	11
	59,197.2	28	59,192.2	18	2023/8/16 下午 10:10:00	17.5	10
C4-19	52,344.3	38	52,339.3	26	2023/6/6 下午 10:11:00	16.4	12
	59,469.5	36	59,464.5	26	2023/8/2 下午 09:31:00	18.0	10
	60,641.3	27	60,636.3	17	2023/8/11 下午 10:22:00	19.5	10
	61,018.7	40	61,013.7	30	2023/8/15 上午 08:33:00	22.1	10
	61,023.7	30	61,018.7	20	2023/8/15 上午 08:55:00	22.0	10
C4-20	63,299.2	36	63,294.2	26	2023/8/31 下午 10:28:00	17.1	10
	54,996.3	44	54,991.3	28	2023/5/7 下午 06:15:00	36.0	16
	57,609.9	37	57,604.9	16	2023/5/28 下午 07:46:00	19.0	21
	58,801.1	50	58,796.1	40	2023/6/6 下午 12:49:00	15.9	10
	58,908.0	50	58,903.0	40	2023/6/7 下午 12:37:00	20.6	10
	58,913.0	40	58,908.0	16	2023/6/7 下午 01:04:00	27.4	24
	60,167.4	40	60,162.4	18	2023/6/19 下午 07:09:00	19.7	22
	60,315.5	46	60,310.5	36	2023/6/21 下午 12:28:00	19.2	10
	60,320.5	36	60,315.5	16	2023/6/21 下午 12:52:00	24.0	20

附表 2-14 R4 路線異常耗電情形分析表(續 2)

車牌 號碼	區段起始里程 (KM)	區段起始電量 (%)	區段結束里程 (KM)	區段結束電量 (%)	區段結束時間	行駛 5 公里 花費時間 (分鐘)	SOC 使用量 (%)
C4-20	60,719.4	35	60,714.4	16	2023/6/24 下午 03:45:00	23.5	19
	61,131.5	42	61,126.5	20	2023/6/27 下午 06:17:00	30.0	22
	61,628.7	38	61,623.7	20	2023/7/1 下午 09:28:00	18.7	18
	61,723.0	38	61,718.0	18	2023/7/2 下午 01:07:00	14.7	20
	62,027.5	40	62,022.5	29	2023/7/4 下午 05:51:00	25.6	11
	62,364.4	44	62,359.4	28	2023/7/8 下午 12:40:00	21.3	16
	63,442.9	88	63,437.9	64	2023/7/17 下午 06:10:00	34.3	24
	65,574.7	50	65,569.7	40	2023/8/5 下午 05:49:00	30.3	10
	66,056.6	43	66,051.6	33	2023/8/9 下午 10:04:00	18.1	10
	66,061.6	33	66,056.6	15	2023/8/9 下午 10:25:00	21.5	18
	66,714.7	37	66,709.7	23	2023/8/14 下午 07:01:00	18.8	14
	67,256.2	43	67,251.2	16	2023/8/19 下午 02:17:00	30.2	27

資料來源：本計畫統計整理。

備註：停等所衍生之耗電不在本次分析範圍內，故本表內之段數統計不包含行駛 5 公里耗時 40 分鐘以上資料。

附表 2-15 R5、R6、R7 路線各電量區間平均可行駛公里數分析

車牌 號碼	主要 行駛 路線	每耗電 5 % 平均可行駛公里數																	
		100% ~ 95 %	95 % ~ 90 %	90 % ~ 85 %	85 % ~ 80 %	80 % ~ 75 %	75 % ~ 70 %	70 % ~ 65 %	65 % ~ 60 %	60 % ~ 55 %	55 % ~ 50 %	50 % ~ 45 %	45 % ~ 40 %	40 % ~ 35 %	35 % ~ 30 %	30 % ~ 25 %	25 % ~ 20 %	20 % ~ 15 %	0% ~ 100 % 各區間平均
C5-1	R6	-	7.25	14.90	13.20	16.30	13.80	15.10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.22
C5-2		-	-	-	-	12.50	14.60	18.50	13.95	18.40	13.00	13.50	15.70	18.80	17.70	-	-	-	15.51
C5-3		-	-	12.85	14.90	16.77	12.47	14.35	13.70	14.25	11.87	13.40	13.02	17.27	13.57	16.60	-	-	14.02
C5-4		-	-	11.80	10.00	15.00	15.60	13.30	-	-	18.60	-	-	-	-	-	-	-	14.36
C5-5		-	-	14.10	13.50	16.05	14.50	13.10	14.85	18.00	14.60	20.00	-	-	-	-	-	-	15.05
C5-6		-	-	-	14.00	16.20	12.20	13.60	11.00	15.40	12.40	15.30	14.70	-	-	-	-	-	13.87
C5-7		-	8.75	12.55	11.80	13.33	11.93	13.50	13.10	15.50	16.00	-	-	-	-	-	-	-	12.67
C5-8		-	-	-	13.50	15.35	13.80	14.50	14.10	15.50	-	-	-	-	-	-	-	-	14.49
C5-9		-	-	-	-	11.50	12.20	13.65	11.45	15.60	12.95	15.65	15.80	-	-	-	-	-	13.59
C5-10		-	-	-	17.60	17.50	19.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18.27
C5-11		-	-	-	-	-	11.60	15.80	17.00	18.50	-	-	-	-	-	-	-	-	15.98
C5-12		-	9.30	15.05	13.55	15.75	13.45	15.30	16.40	15.45	12.35	14.10	11.60	13.60	8.50	7.10	-	-	13.35
C5-13		-	11.20	13.65	10.00	14.15	13.45	13.30	12.50	14.50	12.75	14.30	11.50	14.10	13.70	-	-	-	13.17
C5-14		-	8.00	11.93	11.70	14.58	12.88	13.03	11.95	16.17	13.15	10.80	10.80	-	-	-	-	-	12.74
C5-15		-	-	-	-	9.30	14.40	7.90	11.75	10.40	14.90	11.50	16.15	11.60	16.90	-	-	-	12.63
C5-16		-	-	-	-	17.40	-	16.15	16.10	14.70	17.90	15.95	16.20	17.50	-	-	-	-	16.24
C5-17		-	-	-	-	9.70	14.10	11.65	13.37	11.40	13.53	11.85	16.30	13.35	17.20	-	-	-	13.26
C5-18		-	-	14.75	14.00	18.15	13.92	14.73	12.70	15.17	14.70	15.45	17.00	-	-	-	-	-	14.77
C5-19		-	9.95	12.70	13.17	15.97	13.83	16.67	15.67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.20
C5-20		-	-	15.65	15.40	17.00	13.75	14.20	13.40	15.75	14.50	15.65	14.80	18.90	17.80	-	-	-	15.34

附表 2-15 R5、R6、R7 路線各電量區間平均可行駛公里數分析(續 1)

車牌 號碼	主要 行駛 路線	每耗電 5 % 平均可行駛公里數																	0% ~ 100 % 各區間平均
		100% ~ 95 %	95 % ~ 90 %	90 % ~ 85 %	85 % ~ 80 %	80 % ~ 75 %	75 % ~ 70 %	70 % ~ 65 %	65 % ~ 60 %	60 % ~ 55 %	55 % ~ 50 %	50 % ~ 45 %	45 % ~ 40 %	40 % ~ 35 %	35 % ~ 30 %	30 % ~ 25 %	25 % ~ 20 %	20 % ~ 15 %	
C5-21	R7	-	14.90	14.20	14.00	15.90	13.20	15.40	15.80	14.20	11.40	-	-	-	-	-	-	-	14.33
C5-22		-	11.67	15.44	12.86	17.57	-	-	-	15.40	15.00	17.90	-	-	-	-	-	-	14.61
C5-23		-	13.40	14.70	15.65	14.90	15.60	15.97	12.70	17.07	14.30	14.50	-	-	-	-	-	-	15.02
C5-24		-	-	-	9.20	13.35	-	-	-	11.20	13.80	14.70	-	-	-	-	-	-	12.40
C5-25		-	11.70	14.25	14.35	13.30	12.52	13.50	13.18	14.97	13.31	14.70	13.47	14.20	-	-	-	-	13.67
C5-26		-	-	-	8.80	12.95	14.43	12.87	12.60	11.10	14.97	12.60	12.50	13.40	16.75	14.40	-	-	13.07
C5-27		-	10.90	14.00	13.80	12.05	11.10	13.80	10.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.29
C5-28	R6	-	10.45	13.10	11.95	14.43	11.93	11.70	12.74	14.40	13.42	17.70	15.75	18.50	16.10	17.00	-	13.82	
C5-29	R5	-	10.00	13.30	13.75	14.33	11.06	12.40	12.88	14.44	13.67	14.53	13.57	16.90	14.40	16.30	-	13.46	
C5-30		-	-	8.80	10.60	13.70	11.00	16.30	13.70	-	-	-	-	-	-	-	-	12.35	
C5-31		-	10.30	13.13	13.03	14.20	11.84	13.81	13.22	15.26	12.88	15.80	12.75	-	-	-	-	13.47	
C5-32		-	9.00	10.50	11.50	12.70	12.10	12.90	12.80	14.80	14.90	17.00	17.10	-	-	-	-	13.21	
C5-33		-	-	-	-	9.00	12.60	15.60	14.10	17.30	15.80	-	-	-	-	-	-	14.07	
C5-35		-	-	-	10.70	11.80	15.90	11.40	12.50	12.30	14.90	11.60	14.00	15.40	15.20	-	-	-	13.25
C5-37		-	-	-	13.30	10.80	12.10	11.90	11.90	11.00	11.30	15.00	16.10	16.60	-	-	-	-	13.00
C5-38		-	-	-	13.85	13.65	16.70	14.30	17.05	15.75	16.40	14.60	16.80	15.00	-	-	-	-	15.34
C5-39		-	13.00	16.60	14.40	11.90	9.80	12.00	8.80	11.40	10.10	10.30	13.50	17.10	14.90	17.10	14.60	-	13.03
C5-44	-	8.70	11.30	12.65	14.60	12.10	12.15	10.45	14.10	12.65	15.45	13.80	-	-	-	-	-	12.67	
C5-46	-	5.00	15.50	13.30	15.45	14.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.23	
C5-47	-	9.10	12.80	12.00	15.45	17.57	14.70	17.35	15.45	-	-	15.60	-	-	-	-	-	14.88	

附表 2-15 R5、R6、R7 路線各電量區間平均可行駛公里數分析(續 2)

車牌 號碼	主要 行駛 路線	每耗電 5 % 平均可行駛公里數																	0% ~ 100 % 各區間平均			
		100% ~ 95 %	95 % ~ 90 %	90 % ~ 85 %	85 % ~ 80 %	80 % ~ 75 %	75 % ~ 70 %	70 % ~ 65 %	65 % ~ 60 %	60 % ~ 55 %	55 % ~ 50 %	50 % ~ 45 %	45 % ~ 40 %	40 % ~ 35 %	35 % ~ 30 %	30 % ~ 25 %	25 % ~ 20 %	20 % ~ 15 %				
C5-48	R5	-	13.55	14.35	9.90	17.30	13.57	13.87	13.37	16.27	11.55	13.65	13.50	-	-	-	-	-	-	-	-	13.95
C5-49		-	13.20	12.68	12.89	14.27	12.31	11.89	11.78	13.58	11.34	12.95	9.80	15.30	-	-	-	-	-	-	-	12.55
C5-50		-	10.97	15.16	13.02	11.81	11.56	12.44	13.05	13.70	12.40	13.50	9.62	7.93	1.90	5.15	0.05	-	-	-	-	11.35
C5-51		-	-	-	-	7.40	10.60	12.20	13.00	12.30	13.00	15.70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.03
C5-52		-	-	9.00	11.90	12.85	13.95	15.70	12.85	15.40	14.05	14.70	14.70	17.40	-	-	-	-	-	-	-	13.96
C5-53		-	-	14.95	14.85	16.43	12.78	16.46	14.68	15.72	13.70	14.60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.93
C5-54		-	14.50	16.85	16.55	14.10	14.60	15.62	14.48	17.00	15.50	17.20	4.50	-	-	-	-	-	-	-	-	15.02
C5-55		8.40	13.37	14.40	14.50	14.26	13.68	14.77	13.75	14.71	13.50	12.43	11.10	9.08	1.00	10.30	2.70	-	-	-	-	13.62
C5-56		-	11.90	12.72	11.50	13.29	10.87	12.46	11.27	13.25	12.17	12.83	11.34	12.52	8.87	13.20	-	-	-	-	-	12.11
C5-57		-	14.85	15.35	16.53	16.55	15.27	13.25	12.97	14.80	11.70	18.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.93
C5-58		-	-	-	12.90	13.75	12.75	15.20	16.60	17.10	15.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.48
C5-59		-	13.00	14.02	15.50	13.23	13.39	12.47	13.67	14.89	12.43	12.35	13.70	-	-	-	-	-	-	-	-	13.41
C5-60		-	-	12.40	14.40	14.22	14.63	10.40	13.33	9.95	11.70	10.70	13.20	13.60	14.40	-	-	-	-	-	-	12.91
C5-61		-	12.93	13.17	13.37	13.92	12.40	12.39	13.59	13.58	11.74	13.80	11.85	15.40	-	-	-	-	-	-	-	13.06
C5-62		-	9.55	11.75	10.78	12.83	12.55	12.30	12.80	14.22	12.90	14.27	12.00	16.65	-	-	-	-	-	-	-	12.66
C5-63		-	-	12.10	13.73	15.00	12.77	13.46	13.33	14.61	13.02	13.91	14.50	-	-	-	-	-	-	-	-	13.58
C5-64		-	12.80	11.96	12.17	14.23	12.10	13.47	12.35	13.64	10.62	12.95	11.67	11.43	10.73	12.85	-	-	-	-	-	12.46
C5-65		-	11.24	13.14	12.24	15.34	12.88	13.18	11.88	13.64	12.22	11.67	10.60	10.90	9.85	12.40	-	-	-	-	-	12.48
C5-66		-	13.90	14.13	15.73	17.90	14.60	17.35	16.25	16.90	14.90	17.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15.82
C5-67		-	9.40	12.40	12.80	15.25	15.20	16.98	14.68	17.22	15.03	18.10	16.60	-	-	-	-	-	-	-	-	15.37

附表 2-15 R5、R6、R7 路線各電量區間平均可行駛公里數分析(續 3)

車牌 號碼	主要 行駛 路線	每耗電 5 % 平均可行駛公里數																	0% ~ 100 % 各區間平均
		100% ~ 95 %	95 % ~ 90 %	90 % ~ 85 %	85 % ~ 80 %	80 % ~ 75 %	75 % ~ 70 %	70 % ~ 65 %	65 % ~ 60 %	60 % ~ 55 %	55 % ~ 50 %	50 % ~ 45 %	45 % ~ 40 %	40 % ~ 35 %	35 % ~ 30 %	30 % ~ 25 %	25 % ~ 20 %	20 % ~ 15 %	
C5-68	R5	-	-	15.00	16.70	14.85	14.55	15.20	-	-	-	-	-	-	-	16.10	-	-	15.22
C5-69		-	-	8.80	14.90	16.50	12.40	12.70	8.70	14.50	11.80	14.70	14.00	-	-	-	-	-	12.90
C5-70		-	-	-	14.00	16.50	14.20	14.80	14.00	17.20	16.30	18.90	-	-	-	-	-	-	15.35
C5-71		-	-	11.00	12.40	14.20	9.90	13.00	11.60	12.90	10.20	13.60	10.60	-	-	-	-	-	11.94
C5-74		-	-	-	14.60	16.40	15.70	16.80	13.70	19.00	14.10	-	-	-	-	-	-	-	15.76
C5-75		-	-	-	9.00	18.60	18.50	19.20	19.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.02
C5-76		-	9.70	13.60	12.60	14.40	13.90	13.90	12.70	17.30	16.10	18.90	-	-	-	-	-	-	14.31
C5-77		-	8.70	15.35	15.35	16.30	14.25	15.80	15.20	16.85	14.95	17.05	16.90	-	-	-	-	-	15.39
C5-78		-	-	-	14.50	15.80	11.50	14.40	12.80	15.00	13.50	16.30	14.60	15.80	-	-	-	-	14.42
C5-79		-	15.20	17.67	16.42	16.38	15.52	15.96	15.52	18.03	16.67	15.67	10.45	10.40	2.00	-	-	-	15.49
C5-81		-	-	-	-	13.80	14.10	14.60	16.00	16.40	18.70	-	-	-	-	-	-	-	15.60
C5-82		-	-	-	-	13.20	19.10	15.90	17.40	16.90	-	-	-	-	-	-	-	-	16.50
C5-83		-	-	-	-	10.30	14.30	13.60	17.10	15.90	19.10	-	-	-	-	-	-	-	15.05
C5-84		-	9.90	13.50	11.00	13.30	14.30	15.30	14.20	15.40	14.50	16.40	-	15.90	15.90	-	-	-	14.13
C5-85		-	-	-	-	11.20	19.50	17.80	18.00	17.20	-	18.80	-	-	-	-	-	-	17.08
C5-86		-	9.30	12.60	13.40	11.70	15.10	17.10	13.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13.29
C5-87		-	-	-	-	11.60	14.90	15.60	16.30	17.10	18.20	15.60	-	-	-	-	-	-	15.61
C5-88	-	-	-	15.55	15.30	13.40	14.95	19.60	18.60	-	19.70	-	-	-	-	-	-	16.29	
C5-93	-	-	-	15.90	18.50	11.20	16.35	13.70	13.90	16.90	15.20	-	-	-	-	-	-	15.33	

附表 2-15 R5、R6、R7 路線各電量區間平均可行駛公里數分析(續 4)

車牌 號碼	主要 行駛 路線	每耗電 5 % 平均可行駛公里數																	0% ~ 100 % 各區間平均
		100% ~ 95 %	95 % ~ 90 %	90 % ~ 85 %	85 % ~ 80 %	80 % ~ 75 %	75 % ~ 70 %	70 % ~ 65 %	65 % ~ 60 %	60 % ~ 55 %	55 % ~ 50 %	50 % ~ 45 %	45 % ~ 40 %	40 % ~ 35 %	35 % ~ 30 %	30 % ~ 25 %	25 % ~ 20 %	20 % ~ 15 %	
C5-95	R5	-	13.10	19.60	16.70	18.50	18.40	17.00	16.70	18.20	17.40	19.90	-	-	-	-	-	-	17.55
總計		8.75	11.53	13.44	13.50	14.67	13.22	13.99	13.42	14.85	13.22	14.41	12.70	13.73	9.64	12.82	4.35	-	13.64

資料來源：本計畫彙整。

註：1.因車輛較少於電量低於 25%後仍持續行駛，故最低僅分析至電量 15%。

2.表內標註「-」表示車輛未有於該電量區間連續行駛之資料。

3.本次分析 80 輛車輛為該集團多路線共同使用車輛，經排除資料異常值後，部分電量區間未有 R5、R6、R7 路線運行資料。

附表 2-16 R5、R6、R7 路線相對耗電車輛各季/電量區間平均可行駛公里數分析

車牌號碼 /月份	每耗電 5 % 平均可行駛公里數									
	55 % ~ 50 %	50 % ~ 45 %	45 % ~ 40 %	40 % ~ 35 %	35 % ~ 30 %	30 % ~ 25 %	25 % ~ 20 %	20 % ~ 15 %	0 % ~ 100 % 所有區間平均	
C5-50	12.40	13.50	9.62	7.93	1.90	5.15	0.05	-	-	11.35
2 月 ~ 4 月	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17.70
5 月 ~ 7 月	12.35	14.35	10.50	9.10	1.95	4.10	0.00	-	-	11.05
8 月 ~ 10 月	11.70	10.85	8.30	6.75	1.85	6.20	0.10	-	-	9.48
11 月 ~ 1 月	14.00	15.40	-	-	-	-	-	-	-	13.77
C5-56	12.17	12.83	11.34	12.52	8.87	13.20	-	-	-	12.11
2 月 ~ 4 月	14.30	14.60	10.20	14.60	-	-	-	-	-	12.86
5 月 ~ 7 月	9.55	9.55	10.25	11.55	8.87	13.20	-	-	-	10.66
8 月 ~ 10 月	10.35	14.60	13.00	12.40	-	-	-	-	-	11.94
11 月 ~ 1 月	14.43	14.10	-	-	-	-	-	-	-	13.96
C5-64	10.62	12.95	11.67	11.43	10.73	12.85	-	-	-	12.46
2 月 ~ 4 月	15.30	17.10	17.30	-	-	-	-	-	-	15.75
5 月 ~ 7 月	9.30	11.70	9.95	10.70	11.30	12.50	-	-	-	11.39
8 月 ~ 10 月	8.60	11.30	9.50	12.90	9.60	13.20	-	-	-	10.56
11 月 ~ 1 月	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16.60
C5-65	12.22	11.67	10.60	10.90	9.85	12.40	-	-	-	12.48
2 月 ~ 4 月	13.70	13.20	-	-	-	-	-	-	-	15.10
5 月 ~ 7 月	11.20	10.40	9.50	11.30	10.30	11.80	-	-	-	10.66
8 月 ~ 10 月	11.25	11.55	11.15	10.50	9.40	13.00	-	-	-	11.50

資料來源：本計畫彙整。

資料統計區間：2023 年 2 月~2024 年 1 月。

附表 2-17 R8 路線各電量區間平均可行駛公里數分析

車牌 號碼	每耗電 5 % 平均可行駛公里數																		
	100% ~ 95 %	95 % ~ 90 %	90 % ~ 85 %	85 % ~ 80 %	80 % ~ 75 %	75 % ~ 70 %	70 % ~ 65 %	65 % ~ 60 %	60 % ~ 55 %	55 % ~ 50 %	50 % ~ 45 %	45 % ~ 40 %	40 % ~ 35 %	35 % ~ 30 %	30 % ~ 25 %	25 % ~ 20 %	20 % ~ 15 %	15 % ~ 10 %	0% ~ 100 % 各區間平均
C8-1	8.96	10.67	10.80	9.97	9.63	9.24	9.38	9.54	9.67	9.89	9.66	9.33	10.59	9.52	10.21	11.20	9.30	-	9.75
C8-2	8.27	9.81	10.07	10.46	10.82	10.89	10.75	9.75	10.45	10.30	11.06	11.30	11.67	12.37	11.87	-	-	-	10.37
C8-3	7.55	9.28	9.01	9.84	9.82	10.29	10.25	10.43	10.12	10.10	10.28	9.49	9.23	10.50	9.40	-	-	-	9.90
C8-4	9.40	11.28	11.20	11.76	10.28	10.78	10.66	9.98	10.37	10.38	10.10	10.36	10.69	10.42	10.83	10.50	-	-	10.67
C8-5	8.91	10.87	9.56	10.35	11.02	10.33	10.16	10.11	10.13	9.91	10.45	10.61	10.98	11.65	11.59	11.38	12.53	-	10.36
C8-6	8.69	12.42	11.97	11.92	11.57	11.57	11.92	12.19	12.00	10.97	11.15	11.59	12.02	11.65	9.20	9.30	9.60	-	11.55
C8-7	10.33	12.34	10.02	12.65	12.34	12.31	11.69	11.61	11.43	12.19	12.01	11.30	11.96	12.32	12.08	12.05	13.40	-	11.72
C8-8	8.42	10.87	10.19	10.74	10.96	11.01	11.13	11.15	11.21	11.30	11.19	11.00	10.99	9.83	11.52	11.30	-	-	10.82
C8-9	8.93	11.59	10.06	11.65	10.99	11.07	10.33	10.10	10.63	10.93	11.58	11.75	11.56	11.79	11.91	11.90	11.20	-	10.90
C8-10	8.95	11.11	9.78	11.51	11.31	11.07	10.62	10.61	10.26	10.75	10.75	11.21	11.46	11.71	11.72	11.71	10.57	-	10.75
C8-11	7.62	11.01	9.99	9.98	9.80	9.51	9.39	9.43	9.71	9.76	9.18	9.44	9.13	9.05	9.79	10.20	10.80	-	9.60
C8-12	8.57	11.22	10.76	10.81	10.91	10.12	10.70	10.25	11.18	9.89	10.53	11.15	10.27	11.85	11.00	-	-	-	10.60
C8-13	7.25	10.10	9.06	9.85	9.62	9.97	9.10	8.68	9.68	9.61	10.35	10.49	10.90	11.04	11.10	8.80	-	-	9.76
C8-14	7.95	10.81	10.42	11.35	11.41	11.86	10.52	9.30	9.83	10.43	11.58	12.31	12.25	13.00	-	-	-	-	10.90
C8-15	7.84	10.44	10.60	10.22	10.13	10.63	11.65	10.04	10.02	10.17	10.79	10.18	10.84	10.37	11.00	-	-	-	10.31
C8-16	9.37	13.38	12.64	11.68	11.20	11.67	12.11	12.58	11.13	11.34	11.85	12.20	12.40	12.80	10.70	12.90	-	-	11.86
C8-17	9.09	12.26	11.81	11.74	12.12	11.21	12.07	11.18	11.59	10.96	11.48	10.87	10.20	9.90	12.00	11.60	12.30	-	11.41
C8-18	8.37	11.81	11.49	10.52	10.15	10.41	10.45	10.17	9.34	9.55	10.05	10.16	10.08	10.84	10.15	10.44	-	-	10.24
C8-19	8.87	11.41	10.73	11.27	10.75	10.79	10.09	9.52	9.93	10.04	10.36	11.65	11.58	10.50	13.30	11.50	10.80	-	10.56

附表 2-18 S1、S2 充電站充電起始電量分析(各車輛/充電站)

車牌 號碼	充電站 S1			充電站 S2			兩站加總		
	起始電量低於 30%充電次數	總充電次 數	起始電量低於 30%之比例	起始電量低於 30%充電次數	總充電次 數	起始電量低於 30%之比例	起始電量低於 30%充電次數	總充電次 數	起始電量低於 30%之比例
S1-1	1	80	1.3%	156	331	47.1%	157	411	38.2%
S1-2	3	62	4.8%	118	381	31.0%	121	443	27.3%
S1-3	0	23	0.0%	127	316	40.2%	127	339	37.5%
S1-4	0	138	0.0%	149	315	47.3%	149	453	32.9%
S1-5	85	532	16.0%	1	8	12.5%	86	540	15.9%
S1-6	78	499	15.6%	2	11	18.2%	80	510	15.7%
S1-7	74	510	14.5%	2	22	9.1%	76	532	14.3%
S1-8	64	335	19.1%	80	143	55.9%	144	478	30.1%
S1-9	41	117	35.0%	27	224	12.1%	68	341	19.9%
S1-10	22	194	11.3%	24	225	10.7%	46	419	11.0%
S1-11	0	84	0.0%	88	354	24.9%	88	438	20.1%
S1-12	0	6	0.0%	19	347	5.5%	19	353	5.4%
S1-13	12	85	14.1%	109	381	28.6%	121	466	26.0%
S1-14	20	432	4.6%	13	88	14.8%	33	520	6.3%
S1-15	2	13	15.4%	35	354	9.9%	37	367	10.1%
S1-16	1	106	0.9%	94	332	28.3%	95	438	21.7%
S1-17	1	41	2.4%	41	489	8.4%	42	530	7.9%

附表 2-18 S1、S2 充電站充電起始電量分析(各車輛/充電站) (續 1)

車牌 號碼	充電站 S1			充電站 S2			兩站加總		
	起始電量低於 30%充電次數	總充電次數	起始電量低於 30%之比例	起始電量低於 30%充電次數	總充電次數	起始電量低於 30%之比例	起始電量低於 30%充電次數	總充電次數	起始電量低於 30%之比例
S1-18	2	53	3.8%	55	321	17.1%	57	374	15.2%
S1-19	0	15	0.0%	69	359	19.2%	69	374	18.4%
S1-20	2	20	10.0%	20	358	5.6%	22	378	5.8%
S1-21	26	345	7.5%	4	116	3.4%	30	461	6.5%
S1-22	1	16	6.3%	55	350	15.7%	56	366	15.3%
S1-23	8	241	3.3%	98	232	42.2%	106	473	22.4%
S1-24	0	4	0.0%	43	316	13.6%	43	320	13.4%
S1-25	0	12	0.0%	31	366	8.5%	31	378	8.2%
S1-26	0	8	0.0%	25	342	7.3%	25	350	7.1%
總計	443	3971	11.2%	1485	7081	21.0%	1928	11052	17.4%

資料來源：本計畫彙整。

附表 2-19 S3、S4、S5 充電站充電起始電量分析(各車輛/充電站)

車牌號碼	充電站 S3				充電站 S4				充電站 S5				兩站加總		
	起始電量低於 30% 充電次數	總充電次數	起始電量低於 30% 之比例	起始電量低於 30% 充電次數	總充電次數	起始電量低於 30% 之比例	起始電量低於 30% 充電次數	總充電次數	起始電量低於 30% 之比例	起始電量低於 30% 充電次數	總充電次數	起始電量低於 30% 之比例	起始電量低於 30% 充電次數	總充電次數	起始電量低於 30% 之比例
S3-1	0	0	-	140	497	28.2%	0	0	-	140	497	28.2%			
S3-2	14	50	28.0%	257	741	34.7%	37	145	25.5%	308	936	32.9%			
S3-3	23	136	16.9%	181	598	30.3%	43	203	21.2%	247	937	26.4%			
S3-4	29	115	25.2%	253	1,048	24.1%	22	134	16.4%	304	1,297	23.4%			
S3-5	52	175	29.7%	158	538	29.4%	47	192	24.5%	257	905	28.4%			
S3-6	2	13	15.4%	164	780	21.0%	24	108	22.2%	190	901	21.1%			
S3-7	0	0	-	169	738	22.9%	0	0	-	169	738	22.9%			
S3-8	0	0	-	410	1,176	34.9%	0	3	0.0%	410	1,179	34.8%			
S3-9	0	0	-	147	613	24.0%	3	6	50.0%	150	619	24.2%			
S3-10	0	0	-	166	816	20.3%	1	13	7.7%	167	829	20.1%			
S3-11	0	0	-	193	865	22.3%	0	0	-	193	865	22.3%			
S3-12	230	969	23.7%	30	112	26.8%	170	843	20.2%	430	1,924	22.3%			
S3-13	291	1,488	19.6%	0	2	0.0%	149	875	17.0%	440	2,365	18.6%			
S3-14	698	2,823	24.7%	0	0	-	64	209	30.6%	762	3,032	25.1%			
S3-15	326	1,152	28.3%	46	126	36.5%	250	1,226	20.4%	622	2,504	24.8%			
S3-16	1	5	20.0%	0	0	-	526	1,513	34.8%	527	1,518	34.7%			
S3-17	657	2,817	23.3%	0	0	-	66	671	9.8%	723	3,488	20.7%			
S3-18	409	1,941	21.1%	3	3	100.0%	198	1,173	16.9%	610	3,117	19.6%			
S3-19	725	2,282	31.8%	0	0	-	102	206	49.5%	827	2,488	33.2%			
S3-20	0	5	0.0%	0	0	-	474	1,354	35.0%	474	1,359	34.9%			

附表 2-19 S3、S4、S5 充電站充電起始電量分析(各車輛/充電站)(續 1)

車牌 號碼	充電站 S3				充電站 S4				充電站 S5				兩站加總			
	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例	起始電量 低於 30% 充電次數	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例	起始電量 低於 30% 充電次數	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電次 數	起始電量 低於 30% 之比例	起始電量 低於 30% 充電次數	起始電量 低於 30% 充電次數	總充電 次數	起始電量 低於 30% 之比例	起始電量 低於 30% 之比例
S3-21	268	938	28.6%	40	138	138	29.0%	245	553	1,185	20.7%	553	2,261	2,261	24.5%	
S3-22	0	0	-	0	0	0	-	528	528	2,042	25.9%	528	2,042	2,042	25.9%	
S3-23	687	2,511	27.4%	0	0	0	-	53	740	104	51.0%	740	2,615	2,615	28.3%	
S3-24	354	1,526	23.2%	0	0	0	-	148	502	812	18.2%	502	2,338	2,338	21.5%	
S3-25	472	2,305	20.5%	47	47	47	100.0%	68	587	182	37.4%	587	2,534	2,534	23.2%	
S3-26	285	931	30.6%	59	194	194	30.4%	229	573	767	29.9%	573	1,892	1,892	30.3%	
S3-27	265	1,094	24.2%	25	76	76	32.9%	136	426	941	14.5%	426	2,111	2,111	20.2%	
S3-28	2	11	18.2%	359	1,114	1,114	32.2%	8	369	82	9.8%	369	1,207	1,207	30.6%	
S3-29	2	2	100.0%	0	0	0	-	707	709	1,757	40.2%	709	1,759	1,759	40.3%	
總計	5,792	23,289	24.9%	2,847	10,222	10,222	27.9%	4,298	12,937	16,746	25.7%	12,937	50,257	50,257	25.7%	

資料來源：本計畫彙整。

附錄 III-成果發表會辦理情形

本團隊依據工作會議決議事項，舉辦1場對外之成果發表，舉辦地點整理如附表 3-1，議程內容如附表 3-2。主要邀請與電動大客車推動相關之中央單位、地方政府、客運業者、學協會等進行成果發表，以利相關人員了解電動大客車營運數據應用之分析成果。

附表 3-1 成果發表會舉行時間表

時間	主題	地點	報名人數
113/11/14(四) 14:00~16:00	電動大客車數據分析與 應用計畫(2/2)-資料視覺 化與 AI 應用成果說明會	交通部運輸研究 所 6F 會議室	41

附表 3-2 成果發表會議內容摘要

時間	內容摘要
14:00~14:30	• 報到
14:30~14:35	• 主席致詞(運研所、鼎漢)
14:35~14:40	• 執行單位代表致詞(鼎漢)
14:40~15:10	• 計畫成果簡報 -電動大客車數據應用指標與案例分析 -能耗 AI 模型應用案例分析 -後續應用建議
15:10~15:50	• 綜合座談
15:50~16:00	• 總結

本次成果發表會總計 41 人參與(含現場與線上)，由交通部運輸研究所運輸資訊及科技組—吳東凌組長、鼎漢國際工程顧問股份有限公司—李宗益總經理擔任主持人，現場與會單位包含首都客運股份有限公司、中興大業巴士股份有限公司等，線上與會單位包括交通部公路局、地方政府、客運公司等，成果發表會現場照片如附圖 3-1 所示。成果發表會簽到情形與使用之教材簡報如下呈現。



附圖 3-1 成果發表會現場照片

成果發表會簽到情形

「MOTC-IOT-113-IDB003 電動大客車數據分析與應用計畫(2/2)-資料視覺化與 AI 應用」成果說明會簽到表

一、開會時間：113 年 11 月 14 日(星期四) 下午 14 時 00 分

二、開會地點：本所 6 樓會議室

三、主席：吳東凌組長、李宗益總經理

李宗益

四、出席人員：

單位	職稱	姓名	簽到
交通部運輸研究所 運輸資訊及科技組	組長	吳東凌	吳東凌
鼎漢國際工程顧問 股份有限公司	總經理	李宗益	李宗益
首都客運 股份有限公司	協理	張世峰	張世峰
首都客運 股份有限公司	副理	許俊忠	許俊忠
首都客運 股份有限公司	股長	常順璋	常順璋
中興大業巴士 股份有限公司	董事長	呂奇龍	呂奇龍
金門縣公路公共運輸 專案辦公室	專案經理	謝孟恬	(線上參與)

單位	職稱	姓名	簽到
淡江大學	學生	陳芮妮	(線上參與)
屏東縣政府 交通旅遊處	科員	林佳玟	(線上參與)
彰化縣政府 交通處	技士	黃坤毅	(線上參與)
新北市政府 交通局	辦事員	謝佩珊	(線上參與)
嘉義市政府 交通處	專員	曾千芬	(線上參與)
中壢汽車客運股份有限 公司	課長	吳文瑞	(線上參與)
南台灣汽車 客運股份 有限公司	資訊課課長	蔡勝典	(線上參與)
國光汽車客運股份有限 公司	專員	羅裕耀	(線上參與)
葛瑪蘭汽車 客運股份 有限公司	副理	蔡筱薇	(線上參與)
漢程汽車客運股份有限 公司	高級專員	張志堅	(線上參與)
嘉義汽車客運股份有限 公司	課長	顏年潔	(線上參與)

桃園汽車客運股份
有限公司

段長 2 彭勝賜

(線上參與)

單位	職稱	姓名	簽到
台中汽車客運股份有限公司	業務部襄理	謝明峰	(線上參與)
欣欣客運股份有限公司	資訊組專員	李正豪	(線上參與)
豐原汽車客運股份有限公司	股長	寇世傑	(線上參與)
新營汽車客運股份有限公司	主任	郭峻璋	(線上參與)
嘉義縣公共汽車管理處	課長	吳宗諭	(線上參與)
府城汽車客運股份有限公司	經理	林政宏	(線上參與)
三重汽車客運股份有限公司	副課長	張哲璋	(線上參與)
大都會汽車客運股份有限公司	股長	洪一菁	(線上參與)
交通部公路局	正工程司	郭重佑	(線上參與)
交通部公路局	視察	黃淑儀	(線上參與)
交通部公路局車輛動態資訊中心	工程員	張閔茹	(線上參與)

單位	職稱	姓名	簽到
嘉義區監理所運輸管理科	科員	陳郁升	(線上參與)
鼎漢國際工程顧問股份有限公司	總監	孫以濬	(線上參與)
鼎漢國際工程顧問股份有限公司	助理規劃師	郭雅文	(線上參與)
交通部運輸研究所 運輸資訊及科技組	副研究員	陳翔捷	陳翔捷
鼎漢國際工程顧問股份有限公司	經理	曹晉瑜	曹晉瑜
鼎漢國際工程顧問股份有限公司	經理	曾依蘋	曾依蘋
鼎漢國際工程顧問股份有限公司	規劃師	涂仁維	(線上參與)
鼎漢國際工程顧問股份有限公司	助理規劃師	袁堂耀	袁堂耀
鼎漢國際工程顧問股份有限公司	助理規劃師	陳珮涓	陳珮涓

「MOTC-IOT-113-IDB003 電動大客車數據分析與應用計畫(2/2)-資料視覺化與 AI 應用」
成果說明會簽到表

一、開會時間：113 年 11 月 14 日(星期四) 下午 14 時 00 分

二、開會地點：本所 6 樓會議室

三、主席：吳東凌組長、李宗益總經理

四、出席人員：

單位	職稱	姓名	是否需申請 「交通技師機點」 或 「公務人員學習時數」	身份證字號
研五科技	產品經理	陳光	否	
運研所	助理研究員	李依庭	否	

附錄 IV-電動大客車營運數據分析指標與應用建議

電動大客車營運數據 分析指標與應用建議

背景說明

對應公車客運電動化導入進程，客運業者在營運管理思維亦需要隨之轉變，考量電動大客車營運特性，相較於過去柴油大客車的營運調度，需更強化於電動大客車數據化資料蒐集與分析，追蹤與掌握導入之電動大客車輛營運績效、長期行駛特性等關鍵指標，以及對應電池營運特性，及早觀察發現異常狀況、釐清與進行改善。

本計畫藉由電動大客車營運數據監控管理平台之主要數據資料，就數據分析指標及分析議題進行探討，提供電動大客車營運調度應用策略，並呈現資料視覺化成果案例，展示與提供客運業者作為營運管理方向之參考應用。

應用策略一：尖峰時段出車起始 SOC 之建議

• 分析說明：

發車起始 SOC 低時，車輛處於電壓較低狀態，需要較高電流輸出以維持電機設備運作與動力輸出，會增加電量消耗；依本計畫數據分析情形(案例 1)，發現當發車起始 SOC 在低區間(40~45%)時，班次用電效率低於平均值、SOC 使用量高於平均值的比率增加。

相較於交通離峰時段，尖峰時段車輛運行更易於受到外界環境影響，導致行車時間延長、煞車次數增加...等對於電量消耗較一般時間高之情形。

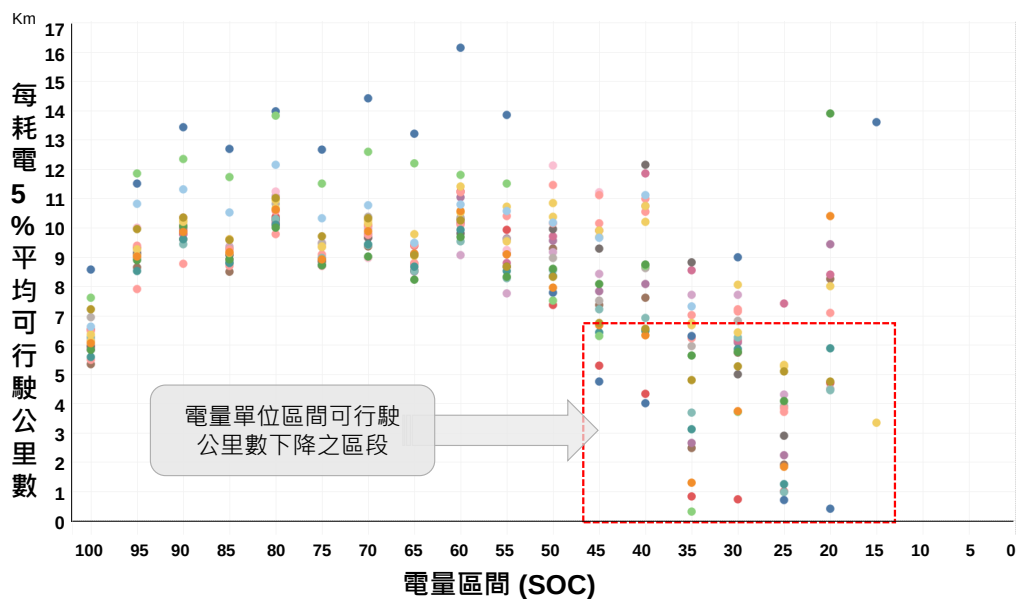
• 應用建議：

為避免產生駕駛里程焦慮，建議於交通尖峰時段，出車前之起始 SOC 維持至少滿足單趟行駛需求電量加計安全電量之總值，且盡可能不低於 45%。

尖峰時段車輛出車起始SOC建議維持安全區間

- 建議於交通尖峰時段，出車前**起始SOC建議維持單趟行駛需求電量加計安全電量之總值，且盡可能不低於45%**，降低因電量消耗較一般時間高而產生駕駛里程焦慮。
- 出車起始SOC低時，車輛處於電壓較低狀態，需要較高電流輸出以維持電機設備運作與動力輸出，會增加電量消耗。

案例 1：車隊電量SOC行駛公里數下降區段



應用策略二：建立路線實際營運能耗資料庫

• 分析說明：

車輛業者一般會提供車輛出廠之能耗數值，做為客運業者採購之性能數據參考；然經業者實際營運電動大客車經驗，車輛出廠之能耗數值，可能無法對應實際路線環境下之耗電需求，致使營運班次調度上(尤其夏季尖峰)可能會出現捉襟見肘之狀況。

路線車輛行駛耗電需求會受不同時段(尖離峰車流環境)、不同季節(空調溫度耗電程度)等差異性影響耗電程度；此外，在不同路線(行駛道路條件)、不同駕駛亦會產生不一致之情形。依本計畫數據分析情形(案例 2 與案例 3)，可以看出範例路線車隊在不同時段班次耗電量(SOC)差異可達到 2%；依不同季節班次耗電量(SOC)差異更大，可達到 5%。

• 應用建議：

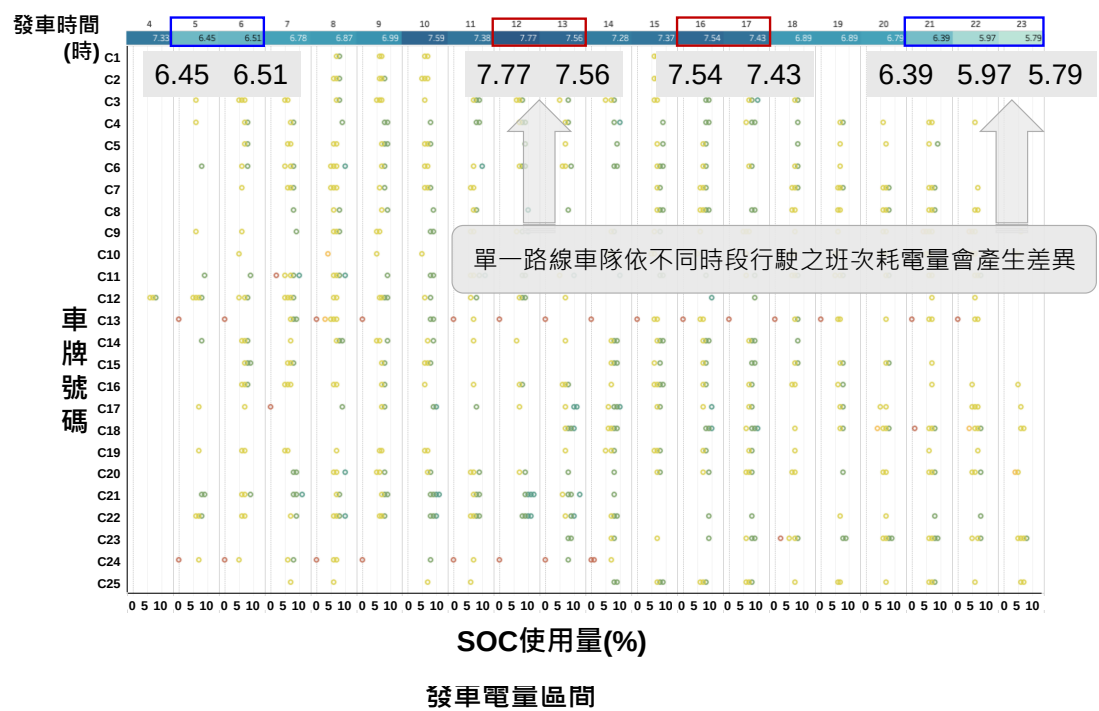
建議業者可藉由營運經驗進行數據化分析，對應不同時段、不同季節、不同路線建立更貼近實際營運的能耗數值，使班次耗電需求更準確，以滿足營運需求與及早應變。

此外，亦可進一步追蹤不同駕駛特性對於車輛能耗之影響情形，做為電動大客車教育訓練之參考依據，提升整體車隊營運效率，穩定車輛班次服務。

建立分時、分季節之路線/車輛營運能耗資料庫

- 建議進行車輛能耗數據化分析，對應不同時段、不同季節、不同路線建立更貼近實際營運的能耗數值，使班次耗電需求更準確，以滿足營運需求與及早應變。
- 進一步追蹤不同駕駛特性對於車輛能耗之影響情形，做為電動大客車教育訓練之參考依據，提升整體車隊營運效率，穩定車輛班次服務。

案例 2：發車時段與班次SOC使用量之關聯



應用策略三：追蹤用電效率變化與應變

• 分析說明：

依國外電動車相關應用文獻及客運業者營運經驗，車輛電池會隨使用時間延長而出現電池衰退，從車輛用電效率變化追蹤情形，可觀察到路線體車隊或個別車輛是否因使用時間延長產生用電效率降低之趨勢，做為電池衰退之初步判斷。

依本計畫數據分析情形(案例 4)，分析案例在第二年資料呈現結果，可觀察到路線整體平均用電效率已經呈現下滑趨勢，降幅約 10~15%，且部分車輛(如 Bus1 與 Bus2)用電效率發生明顯低於同車隊其他車輛之情形，可進一步追蹤釐清造成變化之原因。

• 應用建議：

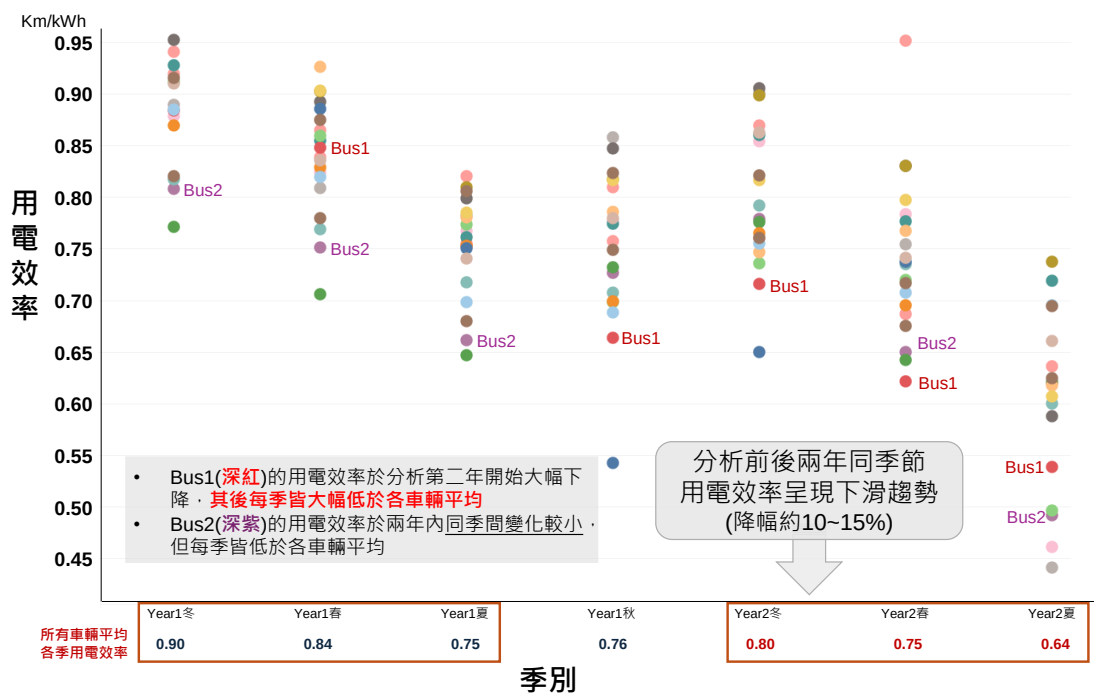
建議業者於車輛上線營運後，持續針對路線整體車隊或個別車輛之用電效率進行追蹤，以利對於車輛效能變化及早因應。

若觀察到用電效率有明顯降低之趨勢，可先判斷是否有行駛路線、班次派車時段等營運模式變化，或是轉換不同駕駛使用之情況；若沒有營運特性或駕駛特性之影響因素存在，則建議檢視車輛是否有存在明顯耗電增加之設備，再者則與車輛業者聯繫，確認車輛電池是否出現異常，必要時進行電池平衡。

長期追蹤車輛用電效率變化與應變

- 建議於車輛上線營運後，持續針對路線整體車隊或個別車輛之用電效率進行追蹤，以利對於車輛效能變化及早因應。
- 若觀察到用電效率有明顯降低之趨勢：
 - ✓ 先判斷是否有行駛路線、班次派車時段等營運模式變化，或是轉換不同駕駛使用之情況。
 - ✓ 沒有營運特性或駕駛特性之影響因素存在，則建議檢視車輛是否有存在明顯耗電增加之設備。
 - ✓ 再者則與車輛業者聯繫，確認車輛電池是否出現異常，必要時進行電池平衡。

案例 4：追蹤整體車隊及特定車輛用電效率下降情形



應用策略四：建立車輛電量曲線履歷與追蹤

• 分析說明：

電動大客車輛因使用之電池特性不同，反映在單位電量區間可行駛里程明顯下降之轉折點可能會有差異，建立電量區間行駛里程之履歷與持續觀察追蹤車輛電量曲線變化，可初步判斷車輛電池是否產生異常掉電或電池老化的情形。建議可由一段時間(建議至少2~3 個月)之穩定行駛紀錄，觀察營運車輛之電量曲線分布情形，做為追蹤基礎。

依本計畫數據分析情形(案例 5)，可觀察到兩組車隊案例(出廠年份差半年內)在電量區間行駛里程呈現特性即不同，Route1 在剩餘電量 SOC 降至 35%以下後，單位電量可行駛里程會呈現明顯下降趨勢；Route2 多數車輛則在各電量區間可行駛里程無明顯差異。

此外，可觀察個別車輛是否有異常電量曲線變化情形，依本計畫數據分析情形(案例 6)，相較於同批車隊，Bus3 發生快速掉電之狀況特別明顯，且比較不同時間段之狀況，行駛公里數下降加快，可能需釐清是否有其他影響因素造成，評估是否需安排車輛電池檢修。

• 應用建議：

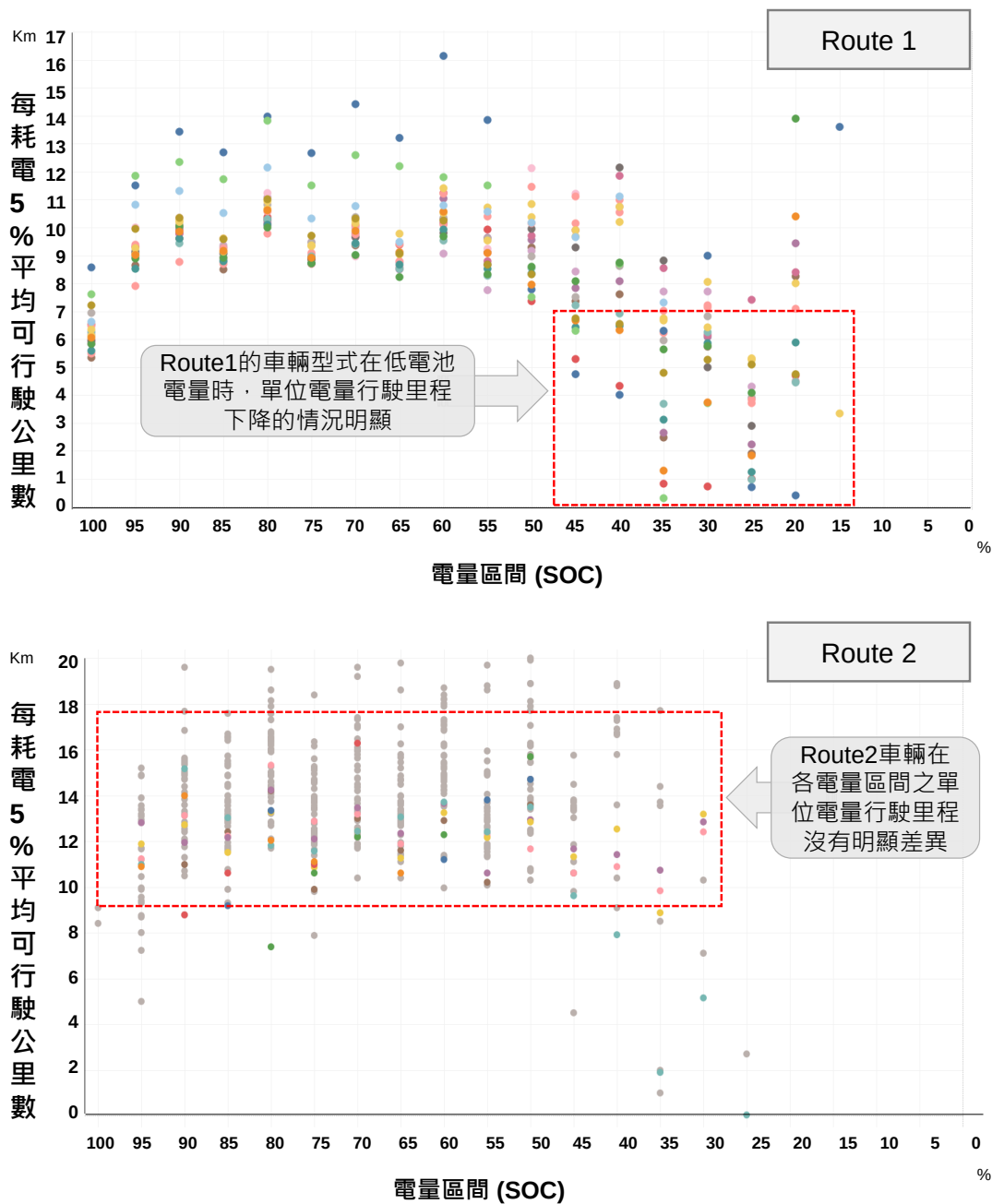
建議可建立車輛電量曲線履歷與持續追蹤，觀察單一車輛是否有異常情形，以及是否有隨營運年期提早開始下降，做為電池是否產生衰退或變異之初判。

若路線有部分車輛相對同批車隊有明顯異常掉電之情形，且隨使用時間持續加劇，建議釐清原因，評估是否安排車輛電池檢修。

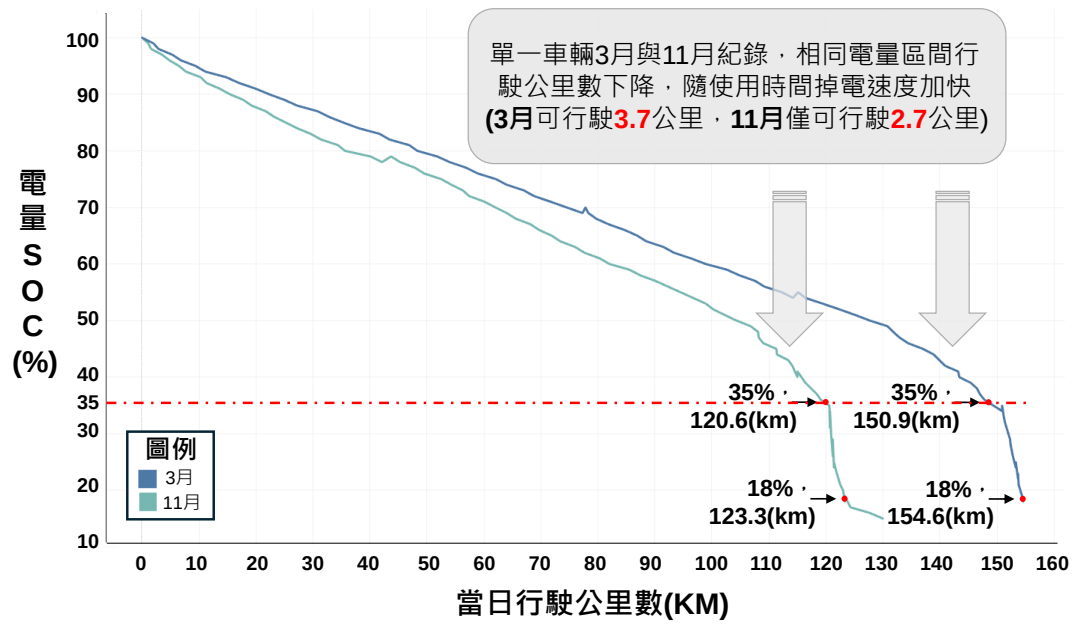
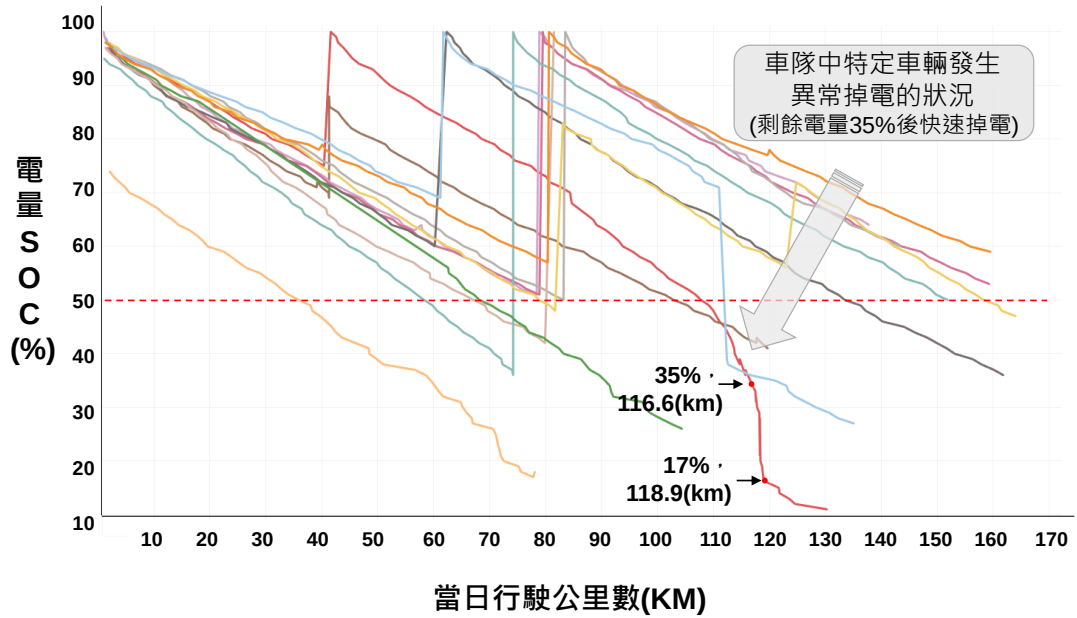
建立營運數據追蹤與初判車輛電池老化方式

- 不同車輛型式反映在單位電量行駛里程之特性可能有差異，建議可建立 **車輛電量曲線履歷**，以持續追蹤其變化趨勢。
- 若路線有部分車輛相對同批車隊有**明顯異常掉電之情形**，且隨使用時間持續加劇，建議釐清原因，評估是否安排**車輛電池檢修**。
 - ✓ 觀察是否發生頻次與是否隨使用時間持續加劇。
 - ✓ 釐清是否因通訊傳輸中斷或是BMS訊號傳輸問題所致。
 - ✓ 若非通訊傳輸緣故，評估是否安排車輛電池檢修(系統校正、充放電檢測、電池平衡)。

案例 5：建立車輛電量曲線履歷與追蹤初判異常情形



案例 6：車輛電量SOC快速下降與異常掉電初判



應用策略五：降低低充電起始電量比例

• 分析說明：

根據國內外電池應用文獻提及電池放電深度(Depth of Discharge, DoD)會對其健康度產生影響，若長時間過度充放電可能導致電池循環週期縮短，以及加速電池老化等問題。不同類型電池在放電深度之耐受能力略有差異，參考現況相關研究對於放電深度(DoD)最高值範圍整理如表 1。

表 1 不同特性之電池建議最大放電深度及最低剩餘電量範圍

電池資訊 \ 電池類型	鈦酸鋰電池 (LTO)	磷酸鐵鋰電池 (LFP)	三元鋰電池 (NCM)
建議放電最高深度 (DoD)	80%	70%~80%	70%~80%
建議最低剩餘電量 (SOC)	20%	20%~30%	20%~30%

註：蒐集文獻包括實驗室數據及應用經驗，磷酸鐵鋰、三元鋰電池在實驗室數據建議放電深度(DoD)值較低(20%)、應用經驗建議放電深度(DoD)值較高(30%)。

依本計畫數據分析情形(案例 6)，充電站 S1 及充電站 S2 之回站車輛充電起始電量低之充電次數占比，於營運初期會出現較高之低充電起始電量比例，時間拉長至較近之分析季度，低充電起始電量比例明顯降低，顯示隨營運過程逐步調整其充電調度作業模式。此外，觀察同站充電車輛之狀況，同批車隊中，Bus 1 與 Bus 2 充電起始電量低的次數占比明顯高於其他車輛。

• 應用建議：

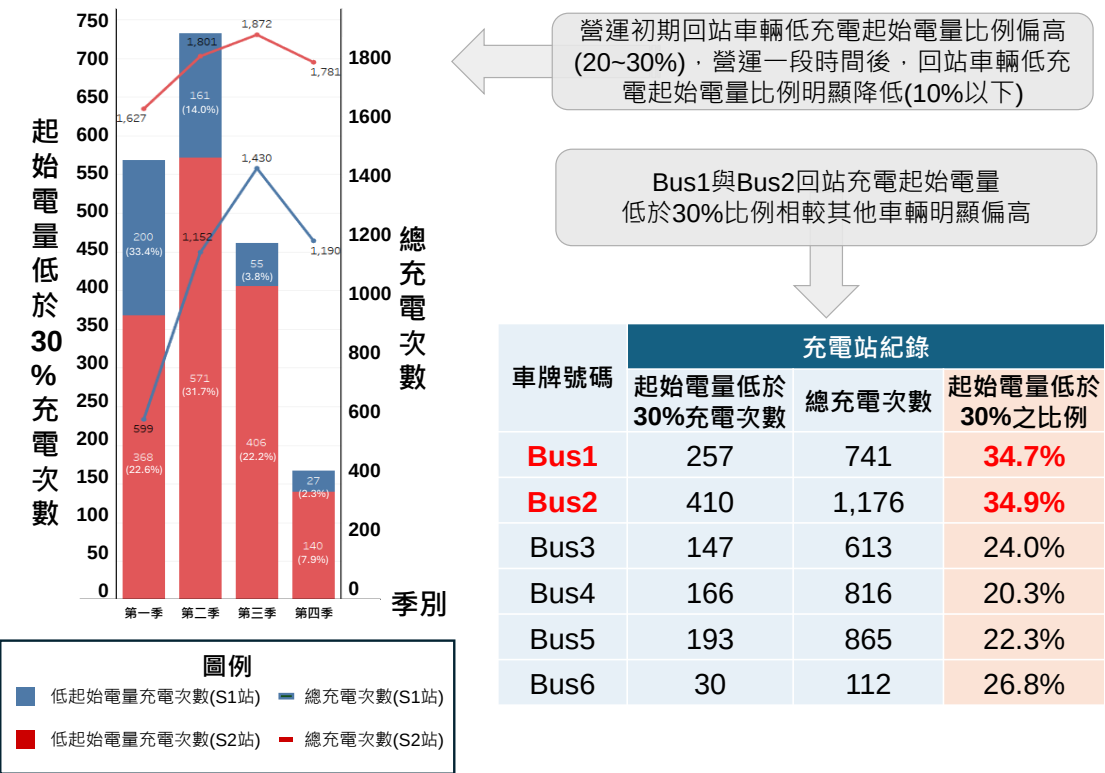
建議對應電池特性，注意充電站車輛之低充電起始電量比例，避免過度充放電，以維持電池健康度，減緩電池老化速度，提升電動大客車整體耐用性。

若追蹤到特定車輛經常性出現回站充電起始電量偏低之情形，則進一步檢視是否因車輛營運班次服務時段或駕駛特性影響耗電量較高，或是出車前剩餘電量 SOC 較低，判斷充電調度調整作法。

追蹤與降低回站車輛低充電起始電量比例

- 建議對應電池特性，注意充電站車輛之低充電起始電量比例，**避免過度充放電**，以維持電池健康度，提升電動大客車整體耐用性。
- 針對特定車輛經常性出現回站充電起始電量偏低之情形，進一步檢視：
 - ✓ 車輛營運班次服務時段造成耗電量較高，建議依服務時段評估出車前剩餘電量SOC，維持單趟行駛需求電量加計安全電量之總值。
 - ✓ 駕駛特性影響造成耗電量較高，建議檢視影響原因，並輔導改善。
 - ✓ 出車前剩餘電量SOC較低，建議車輛待班時提早充電或必要時換車行駛。

案例 7：追蹤與降低回站車輛低充電起始電量比例



附錄 V-期末簡報

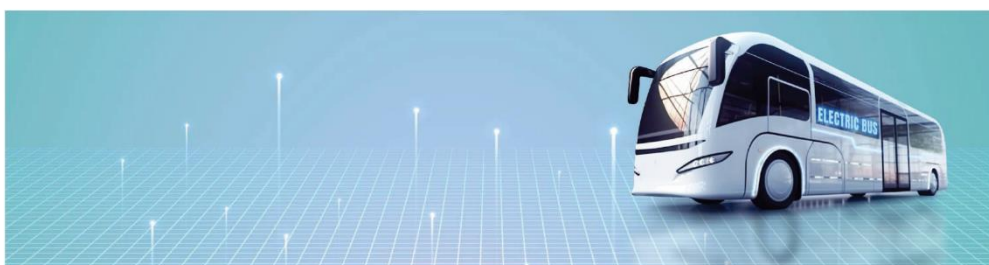


目錄 Contents	01 背景說明
	02 電動大客車數據應用指標與案例分析
	03 能耗AI模型應用案例分析
	04 成果推廣與應用
	05 結論與建議

01

章節 PART

背景說明



背景說明

對應交通部2030年電動大客車推動策略

108~109年

建置電動大客車營運數據監控管理平臺並建立資料傳輸作業機制



110~111年

蒐集電動大客車營運數據、完成平臺第三方驗證、資安檢測與持續優化平臺功能



112/1/1起

平臺正式移交至公路局，持續辦理系統維運及管理

計畫目的

- ▶ 以電動大客車營運數據監控平台蒐集資料為基礎，進行營運數據應用指標分析與資料視覺化呈現，並探討AI應用
- ▶ 依分析結果研提經營管理及政策監理之應用建議，提供相關單位參考應用



重點工作辦理進度(1/2)		
● 各工項執行進度		
重點事項	說明	對應報告章節
國際電動大客車數據分析與應用發展方向	• 公路局維運之電動大客車營運數據監控管理平臺現況 • 已蒐集國內6家車輛業者及6個國外電動大客車營運數據管理相關案例	報告2.2~2.3.1節
	配合計畫探討資料視覺化AI應用，蒐集Microsoft Azure AI之產品功能	報告2.3.2節
研提電動大客車數據分析關鍵指標、分析方法與視覺化設計	初步彙整數據分析應用指標及資料視覺化	報告3.1節
	依座談會回饋意見及檢視資料可應用性及執行限制，調整更新應用指標	報告3.3節
電動大客車數據分析與關鍵指標需求意見蒐集	於113/6/14辦理專家學者座談會交流掌握與溝通	報告3.2節
電動大客車數據分析關鍵指標數據分析與研提建議	• 分析指標包括用電效率、電量曲線追蹤、低充電起始電量(SOC)追蹤、充電車位時間利用率、推動現況掌握、節能減碳效益 • 針對期中分析案例，拉長分析時間長度與增加分析案例數量	報告4.1節

7

重點工作辦理進度(2/2)		
● 各工項執行進度(續)		
重點事項	說明	對應報告章節
電動大客車數據視覺化與AI應用	• 以Tableau作為分析資料視覺化工具 • 期中階段結合Microsoft Power BI與Copilot應用，測試以自然語言對話方式的視覺化呈現效果 • 期末階段延續第1年期建立之能耗預測模型，以案例分析能耗預測情形與充電排班效益	報告4.1~4.2節
計畫成果推廣事項	• 準備APEC運輸工作小組第六屆ESCI參賽資料 • 協助籌備政府服務獎第二階段審查 • 於113/11/14辦理成果發表會(實體+線上)	報告第5章
● 相關會議		
重點事項	時間	說明
成果發表會	11/14	計畫成果說明與業者經驗交流
運研所工作會議	9/10	9月份工作會議-期末階段執行重點方向與推動工作討論
	10/4	10月份工作會議-政策面分析應用、指標分析進度與AI應用面向討論
	11/28	11月份工作會議-期末成果方向確認

8

附5-4

期中審查意見重點

主要意見(發言對象)	處理方向
1.說明本計畫大數據分析之運算邏輯、預測所考量變數，另數據視覺化呈現後如何協助使用者從中檢視關鍵指標，與如何從中提出管理上之建議。(陳勁甫委員)	•大數據分析主要以 <u>能耗分析應用指標</u> 為主，主要包括 <u>用電效率、電量曲線追蹤、充電起始電量以及充電車位時間利用率</u> 等，依分析案例蒐集1年以上營運資料進行分析呈現，運算邏輯補充於報告第四章各指標說明。 •視覺化呈現則以 <u>Tableau進行案例分析成果應用範例展示</u> ，彙整使用者應用指標觀察之重點，提供管理者建立定期追蹤項目的應用參考。 •針對指標追蹤與分析結果，整理營運管理面及政策制度面之建議，納入報告第六章以及附錄五。
2.目前以5~8月資料分析電量曲線，建議以整年度資料檢視較為恰當(劉國著委員)	•分析年期拉長至 <u>全年紀錄</u> ，且適度增加其他路線之電量曲線追蹤分析，藉此比較檢視不同路線/車輛廠牌間之電量曲線變化差異。
3.AI功能之應用面向為何？如何藉此幫助客運業者提升營運效率？(陳勁甫委員、李克聰委員) 期中階段看起來是針對生成式AI進行初步測試，再請研究團隊與業務單位討論後續執行方向。(主席決議)	•期末階段討論調整作法，延續第1年期建立之 <u>能耗AI預測模型</u> ，以實際場域案例資料進行實測與情境分析導入能耗AI預測結合排程充電之效益。

9

期中審查意見重點

主要意見(發言對象)	處理方向
4.建議分析資料時所考量面向需涵蓋目前實務的狀況，另除進行資料分析外，亦請從中提出實務上可改善之建議(如用電安全、異常掉電應變措施等)(李克聰委員、中華民國商用車技術發展協會)	•依分析綜整結果與業者交流經驗資訊， <u>檢視實務上可供參考的資訊</u> ，彙整更新附錄五「 <u>電動大客車營運數據分析指標與應用建議</u> 」，提供業者後續營運參考。
5.請補充說明本計畫成果的使用對象為客運業者或是機關？(陳勁甫委員、梁郭國委員、劉國著委員)	•本計畫 <u>能耗相關指標分析成果(如平均用電效率、電量曲線追蹤、充電低電量追蹤、車位時間利用率等)</u> 可提供客運業者做為掌握電動車運作時之重要指標，另針對 <u>整體績效(如平均用電效率、累積行駛里程、減碳效益估算等)</u> 之情形，則可提供政府單位做為長期趨勢追蹤。
6.建議研究團隊針對電動大客車數據平臺之未來發展提出相關建議。(梁郭國委員)	•於期末報告書6.2節提出電動大客車數據平台後續發展相關建議，提供機關參考。 •建議中央機關或地方路線主管機關長期累積電動大客車重要營運數據，並可 <u>視公車電動化推動時程，將必要蒐集資料納入TTIA規範</u> 。

10

附5-5

02 章節 PART

電動大客車數據應用
指標與案例分析



電動大客車營運數據分析指標與資料視覺化

- 依座談會意見綜整並考量計畫執行限制，綜整計畫應用指標分析重點項目
- 主要運用Tableau視覺化軟體結合圖表加工，利於展示與掌握分析成果



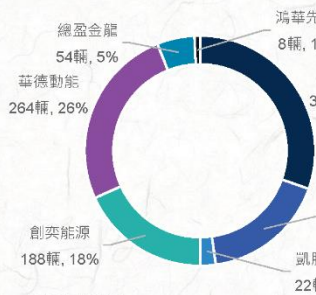
附5-6

12

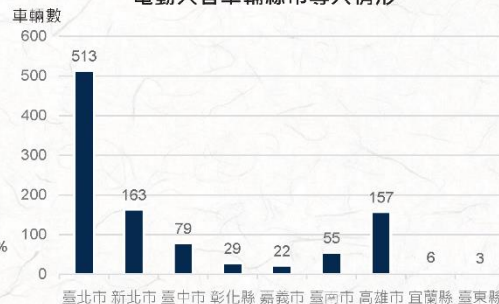
分析指標-推動現況掌握(1/2)

- 分析目的：藉由車輛/充電站靜態資料蒐集，掌握目前市場服務態樣
- 分析標的：電動大客車平台蒐集之64處場站、529座充電樁、1,027輛電動大客車資料(未包含109年以前申請及尚在檢核中資料)
- 電動大客車推動情形：
 - 因109~111年示範計畫申請，車輛廠牌以**成運汽車**、**華德動能**最多
 - 縣市別以**臺北市**導入數量最多，**新北市**、**高雄市**次之

電動大客車輛廠牌占比



電動大客車輛縣市導入情形

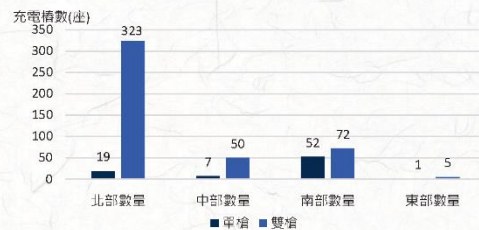
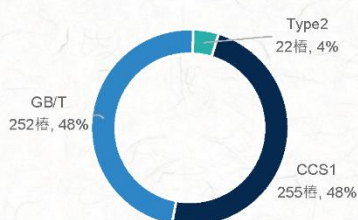


註：資料整理時間為2024/09/30。

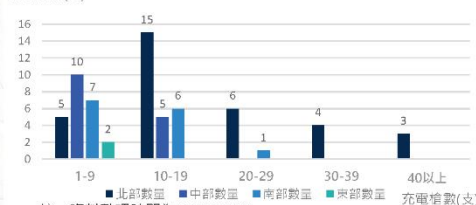
13

分析指標-推動現況掌握(2/2)

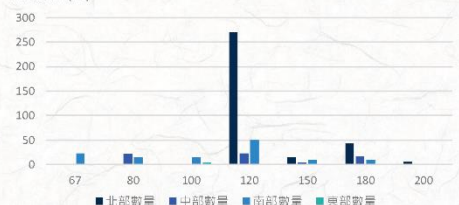
- 充電樁設置情形：
 - 因112年起要求CCS1+N充電規格，充電介面**CCS1**占比提高至**48%**
 - 充電樁以**雙槍**配置為主(占**85%**)，充電槍數量**10槍以上**之充電站占**63%**，充電樁功率以**120kW**為大宗(占**65%**)



充電站數(處)



充電樁數(座)



註：資料整理時間為2024/09/30。

14

附5-7

分析指標-節能減碳效益

- 分析標的：統計至113年9月累積電動大客車車輛數**1,876輛**，及2030年預估達成公車客運電動化之總數**12,170輛** (包括市區公車增加之9,400輛、一般公路客運及短程國道客運2,770輛)
- 評估項目與參數(依2030公車客運電動化經濟效益評估使用參數)
 - 尾氣CO2排放係數：市區公車390.9249 克/車公里、公路客運283.8916 克/車公里
 - PM2.5排放係數(尾氣)：考量市區公車以六都營運路線為大宗，依據環境部線源資料庫(TEDS10.0)，計算六都平均值為0.1250克/車公里
 - 燃料成本：市區公車2.4497元/車公里、公路客運2.1754元/車公里
 - 車輛行駛里程：目前設定依營運里程補助上限50,000公里/年初估 (可從車載機回傳數據追蹤行駛里程)

效益試算	初估效益項目	113.09規模 (1,876輛)*	2030年預估 (12,170輛)
	行駛里程(公里/年)	9,380萬	60,850萬
	尾氣CO2 排放減量(公噸/年)	3.67 萬	22.3 萬
	PM2.5 排放減量(公噸/年)	11.7	76.1
	燃料成本節省(億元/年)	2.3	14.5

註：*依公路局統計查詢網之營業大客車(不含遊覽車)車輛登記數，統計時間至113年9月底。

15

分析指標-路線案例特性對照

- 分析案例路線共8條，對應分析指標為**用電效率**及**電量曲線追蹤**
 - 分析路線主要以雙北路線為範圍(班次較密集)，路線服務型態包括市區型、公車專用道型、市郊通勤型

路線代碼	路線範圍	路線服務型態	路線單趟里程(km)	使用車輛數	車輛電池形式	車輛出廠年份	對應分析指標
R1	雙北	市區型	10~13	30 (共同調度)	鈦酸鋰	2021/04	用電效率
R2			11~14				
R3			11~14				
R4	臺北	市郊通勤	21~22	20	磷酸鋰鐵	2021/11	電量曲線
R5	雙北	市郊通勤	24~26	52*	磷酸鋰鐵	2022/03 2022/04	用電效率 電量曲線
R6	臺北	公車專用道	15~16	21*	磷酸鋰鐵	2022/03 2022/04	電量曲線
R7	雙北	市郊通勤	24~25	7*	磷酸鋰鐵	2022/03 2022/04	電量曲線
R8	雙北	市郊通勤	26~30	20	三元鋰	2021/12	用電效率 電量曲線

註：1.市區型路線特性為範圍多位於市區內，路線單趟里程約位於10~15公里；公車專用道型特性為公車專用道占路線長度40%以上，路線單趟里程約位於10~15公里；市郊通勤型特性為行駛範圍貫通郊區至市區，路線單趟里程約位於20~30公里。
2.*R5、R6、R7為同一客運集團路線，各車輛有主要行駛路線，但必要時車輛於各路線間調度行駛。

16

附5-8

分析指標-充電站案例特性對照

- 分析案例場站共11處，對應分析指標為場站**低SOC追蹤及充電車位時間利用率**
 - 低SOC追蹤分析包括期中階段試作場站及篩選全年回站低SOC充電比例高於30%(排除車隊規模低於5輛)之場站
 - 充電車位時間利用率從雙北範圍挑選不同廠牌車輛與數量規模之場站

充電站代碼	所在區域	契約容量(千瓦)	介面標準	充電槽數	充電槍數	充電形式	充電槽最大功率(kw)	單一充電槍最大功率(kw)	車輛規模	對應分析指標
S1	北部	360	GB/T	3	6	直流	120	60	26	低SOC追蹤
S2		900	GB/T	15	30	直流	120	60		
S3		499	CCS1	2	3	直流	150/180	150/180	23*	
S4	中部	499		2	3				29*	
S5		499		2	3				23*	
S6	中部	990	CCS1	6	9	直流	180	180	22	充電車位時間利用率
S7	南部	499	Type2	7	7	交流	67	33.5	7	
S8	北部	660	GB/T	11	22	直流	120	60	110*	
S9		840	GB/T	14	28	直流	120	60	103*	
S10	北部	1,800	CCS1	27	54	直流	120	120	63	
S11	北部	1,800	CCS1	10	15	直流	150/180	150/180	38	

註：*S3、S4、S5為同業者充電調度站，部分車輛會同時運用兩個場站(鄰近起迄端)進行充電。
*S8、S9為同區域鄰近充電調度站，該批車輛實際運用路線兩端多站分散充電，挑選同區域之2站進行案例分析。

17

分析指標-車輛用電效率(1/5)

- 分析目的：了解用電效率是否隨電池使用時間產生明顯變化
- 分析標的及時間

路線代碼	路線範圍	路線服務型態	路線單趟里程(km)	使用車輛數	車輛電池形式	車輛出廠年份	分析資料時間範圍
R1	雙北	市區型	10~13	30 (共同調度)	鈦酸鋰	2021/04	2021/09 ~ 2024/08(3年)
R2			11~14				
R3			11~14				
R5	雙北	市郊通勤	24~26	42*	磷酸鋰鐵	2022/03 2022/04	2023/02 ~ 2024/08(1.5年)
R8	雙北	市郊通勤	26~30	20	三元鋰	2021/12	2023/02 ~ 2024/08(1.5年)

註：*R5使用車輛數52輛中，對照A2班次紀錄挑選未支援其他路線之車輛數，做為分析標的。

- 統計分析方式
 - 擷取車機及充電設施資料中，各車輛耗電對應之累積行駛里程數，計算各車輛每日之平均用電效率(km/kWh)以及平均電池溫度
 - 針對各車輛、各路線之平均用電效率，進一步進行分季分析，觀察不同年期、季節、車輛之用電效率是否有明顯差異

18

分析指標-車輛用電效率(2/5)

- 分析重點：路線**整體車隊**或**個別車輛**是否因使用時間延長產生用電效率降低之趨勢

整體車隊
下降趨勢

- R8路線於**第二年**之用電效率與前一年同季相比，**整體均呈現下滑趨勢**，第一年、第二年之平均用電效率分別為**0.81**、**0.75**(km/kWh)
- 比較R8路線車隊平均用電效率，**前後兩年同季節**下滑約**0.09~0.11**(km/kWh)，降幅約**10.7~14.7%**
- R1~R3、R5路線觀察期間用電效率**下降趨勢不明顯**

個別車輛
下降趨勢

- R8路線車輛**C04**、**C10**、**C11**、**C18**分季平均用電效率普遍較其他車輛低，其中車輛**0132**用電效率於**2023年秋季開始大幅下降**，其後每季皆大幅低於各車輛平均，建議進一步釐清原因
- R5路線車輛**C21**分季平均用電效率普遍較其他車輛低，車輛**C22**接近平均，但於**2024年夏季大幅低於各車輛平均**，建議**持續觀察**

19

分析指標-車輛用電效率(3/5)

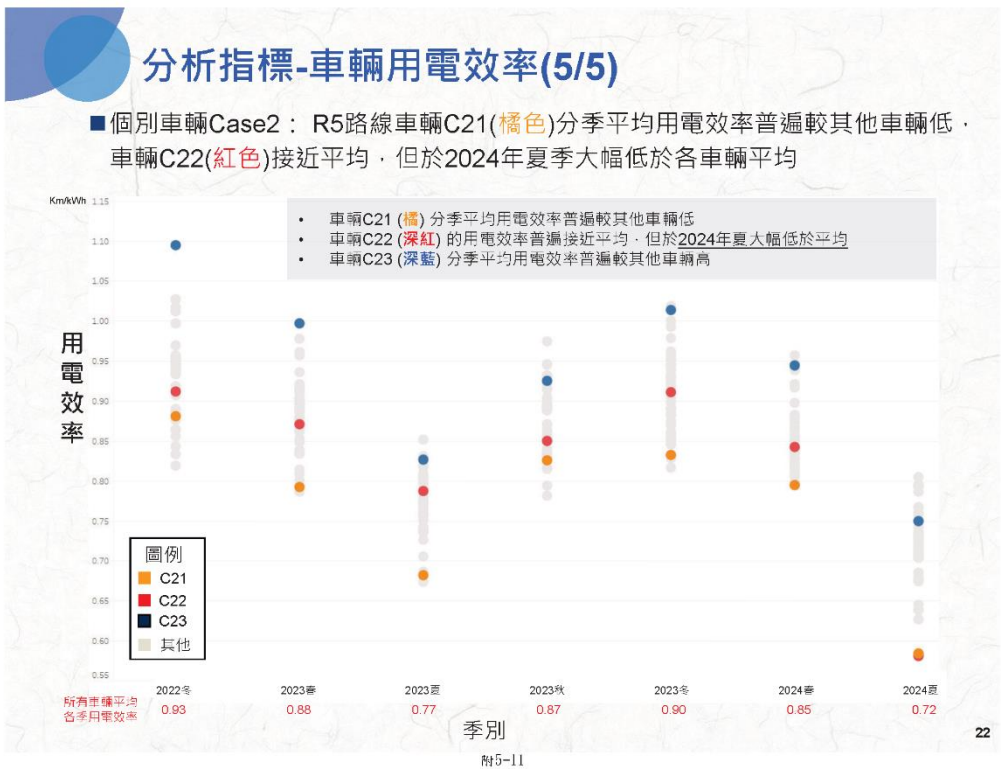
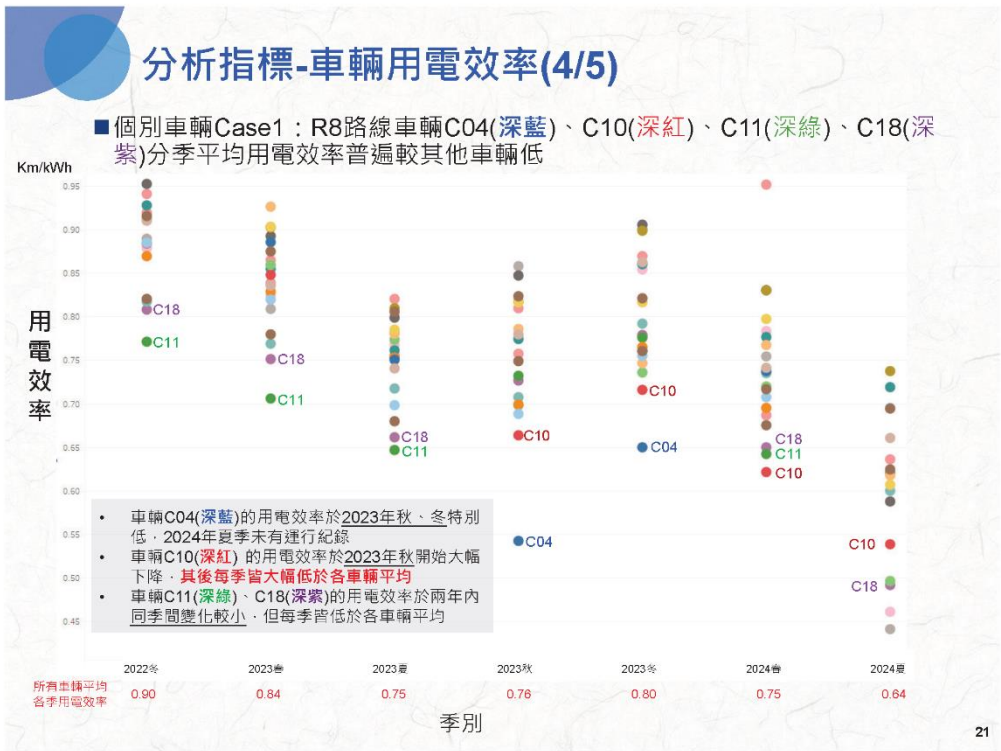
- 整體車隊趨勢：R8路線整體用電效率有隨使用時間降低之趨勢

	第一年						第二年			
	2022冬	2023春	2023夏	2023秋	平均	平均(不含秋天)	2023冬	2024春	2024夏	平均
總計	0.90	0.84	0.75	0.76	0.80	0.81	0.80	0.75	0.64	0.75
車牌號碼	較第一年同季						-11.1%	-10.7%	-14.7%	-7.4%
C01	0.82	0.78	0.68	0.75	0.75	0.75	0.76	0.68	0.62	0.72
C02	0.92	0.88	0.81	0.82	0.84	0.85	0.82	0.72	0.69	0.76
C03	0.91	0.84	0.74	0.78	0.80	0.80	0.86	0.74	0.66	0.75
C04	0.99	0.89	0.75	0.54	0.77	0.85	0.65	0.74	-	0.69
C05	0.89	0.82	0.70	0.69	0.75	0.78	0.75	0.71	0.69	0.72
C06	1.01	0.90	0.79	0.82	0.85	0.87	0.82	0.80	0.61	0.74
C07	1.01	0.93	0.78	0.79	0.85	0.88	0.75	0.77	0.62	0.73
C08	0.87	0.83	0.75	0.70	0.77	0.80	0.77	0.70	0.54	0.73
C09	0.91	0.86	0.77	0.70	0.79	0.83	0.74	0.72	0.50	0.72
C10	0.88	0.85	0.75	0.66	0.77	0.81	0.72	0.62	0.54	0.63
C11	0.77	0.71	0.65	0.73	0.70	0.69	0.78	0.64	0.62	0.68
C12	0.93	0.86	0.76	0.77	0.81	0.83	0.86	0.78	0.72	0.79
C13	0.82	0.77	0.72	0.71	0.74	0.75	0.79	0.74	0.60	0.74
C14	0.98	0.90	0.81	0.82	0.86	0.87	0.90	0.83	0.74	0.82
C15	0.92	0.84	0.76	0.76	0.80	0.82	0.76	0.69	0.64	0.70
C16	0.95	0.89	0.80	0.85	0.86	0.86	0.91	0.83	0.59	0.84
C17	0.89	0.81	0.78	0.86	0.82	0.81	0.90	0.75	0.44	0.81
C18	0.81	0.75	0.66	0.73	0.72	0.72	0.78	0.65	0.49	0.71
C19	0.88	0.82	0.77	0.78	0.80	0.81	0.85	0.78	0.46	0.81
C20	0.94	0.87	0.82	0.81	0.84	0.86	0.87	0.95	0.62	0.82

資料統計區間：2023年2月~2024年8月 (秋 → 該年9月~該年11月、冬 → 該年12月~隔年2月、春 → 該年3月~該年5月、夏 → 該年6月~該年8月)
備註：「2022冬」季僅包含2023年2月資料

20

附5-10



分析指標-電量曲線追蹤(1/5)

- 分析目的：為了解車輛電池是否有異常掉電之情形
- 分析標的及時間

路線代碼	路線範圍	路線服務型態	路線單趟里程(km)	使用車輛數	車輛電池形式	車輛出廠年份	分析資料時間範圍
R4	臺北	市郊通勤	21~22	20	磷酸鋰鐵	2021/11	2023/02 ~ 2024/01 (1年)
R5	雙北	市郊通勤	24~26	52*	磷酸鋰鐵	2022/03、2022/04	
R6	臺北	公車專用道	15~16	21*			
R7	雙北	市郊通勤	24~25	7*			
R8	雙北	市郊通勤	26~30	20	三元鋰	2021/12	

註：*R5、R6、R7為同一客運集團路線，各車輛有主要行駛路線，但必要時，車輛可於各路線間調度行駛

- 統計分析方式
 - 擷取車機各筆資料中，各SOC對應之累積總里程數，計算各電量區間所行駛之里程數，並針對每耗電5%之平均可行駛公里數進行統計
 - 針對低電量時掉電較快之車輛，進一步進行分季分析，觀察全年前後時段是否有明顯差異

23

分析指標-電量曲線追蹤(2/5)

- 分析重點：單位電量區間(案例設定級距以5%)可行駛公里數明顯下降之情形

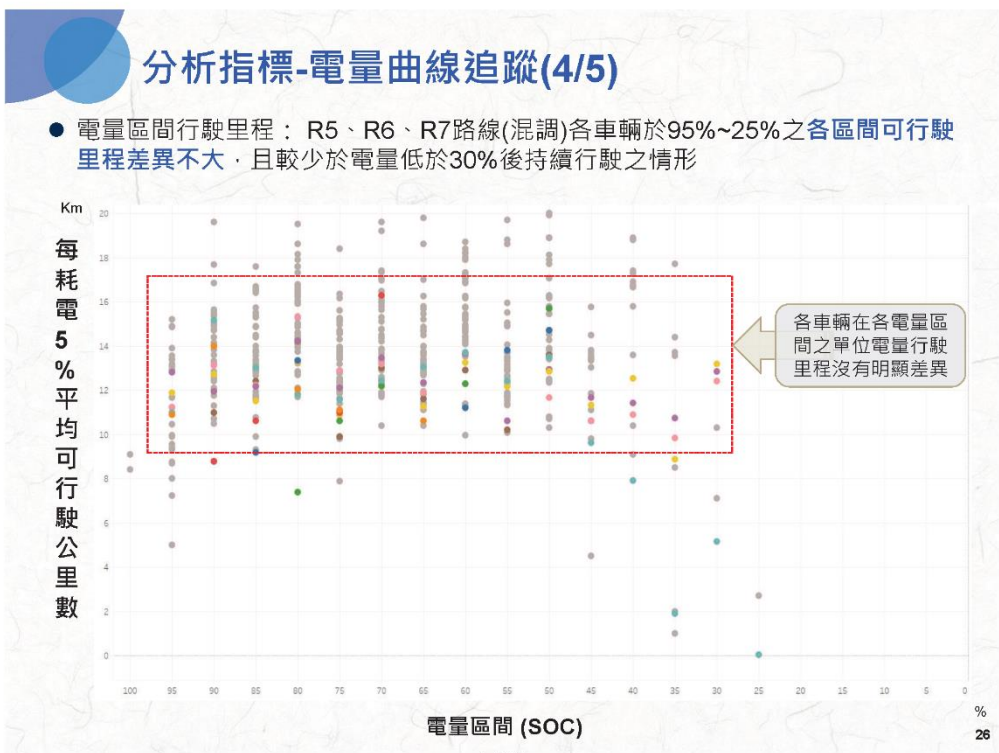
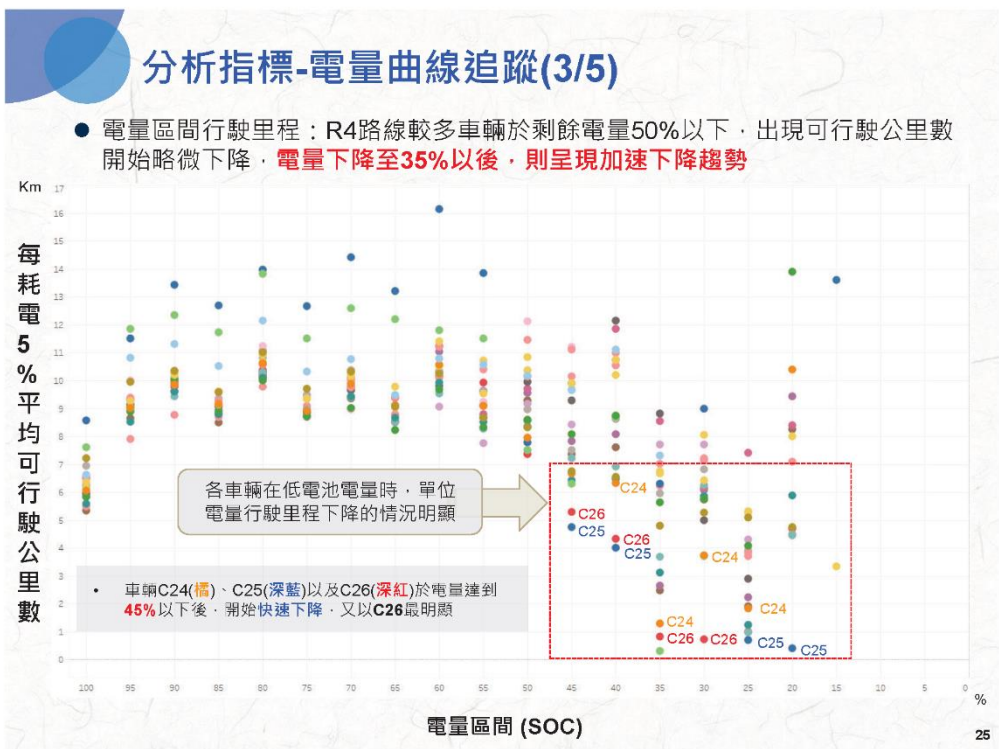
電量區間
行駛里程

- 各路線於100%~55%之可行駛里程差異不大，僅100%~95%可行駛里程較少
- R4路線之車輛於電量達50%以下之後，可行駛公里數開始略微下降，電量下降至35%以後，則會呈現加速下降趨勢
- R5、R6、R7、R8路線之車輛於低電量區間之可行駛公里數沒有顯著下降之現象

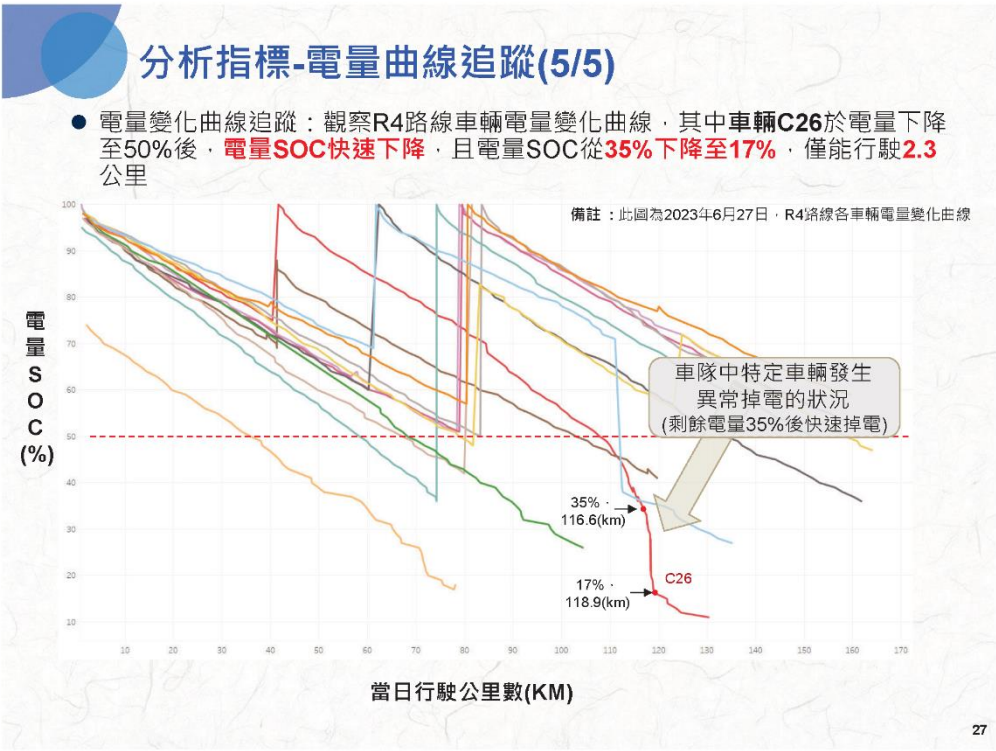
電量變化
曲線追蹤

- R4路線車輛C24、C25以及C26，於電量達到45%後可行駛公里數開始快速下降，又以車輛C26最明顯。
- 車輛C26於電量35%以下之快速掉電情形尤為明顯，且隨使用時間持續加劇，建議釐清原因，評估是否安排車輛電池檢修

24



附5-13



分析指標-低SOC追蹤(1/4)

- 分析目的：了解車輛是否經常運行至低電量後，才返回充電站進行充電
- 分析標的：
 - 期中階段挑選S1、S2案例進行初步分析
 - 期末階段依電巴平台充電設施紀錄資料(64處)，篩選有8處充電站出現車輛回站低電量(SOC低於30%)充電比例較高(高於30%)之情形，挑選其中服務車輛數較多之場站組合，做為分析案例(部分充電站服務車輛數少於5輛)

充電站代碼	所在區域	契約容量(千瓦)	介面標準	充電樁數	充電槍數	充電形式	充電樁最大功率(kw)	單一充電槍最大功率(kw)	車輛規模	分析資料時間範圍
S1	北部	360	GB/T	3	6	直流	120	60	26	2023/01~2023/12 (1年)
S2		900		15	30					
S3	中部	499	CCS1	2	3	直流	150/180	150/180	23*	2023/09~2024/08 (1年)
S4		499		2	3				29*	
S5		499		2	3				23*	
S6	中部	990	CCS1	6	9	直流	180	180	22	2023/09~2024/08 (1年)
S7	南部	499	Type2	7	7	交流	67	33.5	7	

- 統計分析方式
 - 擷取充電設施資料中，各筆充電紀錄資料之充電站名、車牌號碼、充電起始電量、充電時間等資料
 - 針對各充電站、各車輛之低電量回站充電比例，進一步進行分季分析，觀察不同季節之回站電量分布情形是否有明顯差異

28

附5-14

分析指標-低SOC追蹤(2/4)

- 分析重點：回站充電之車輛發生低充電起始電量之次數比例與趨勢追蹤

場站車輛
低SOC
次數比例

- 充電站S1、S2、S3、S4、S5之回站車輛，在營運初期低充電起始電量比例較高(30%以上)，隨營運期間拉長，低充電起始電量比例明顯降低(15%以下)，顯示業者在充電調度作業模式已有轉變
- 追蹤車輛充電情形，低充電起始電量比例高之狀況主要發生在特定車輛，可再進一步檢討特定車輛之調度排班策略

電池老化
關聯性

- 根據國內外電池應用相關文獻，電池經常處於低充電起始電量，對於電池老化速度會產生影響
- 建議對應電池特性，注意與改善充電站之低充電起始電量比例，有助於減緩電池老化速度，延長電池壽命

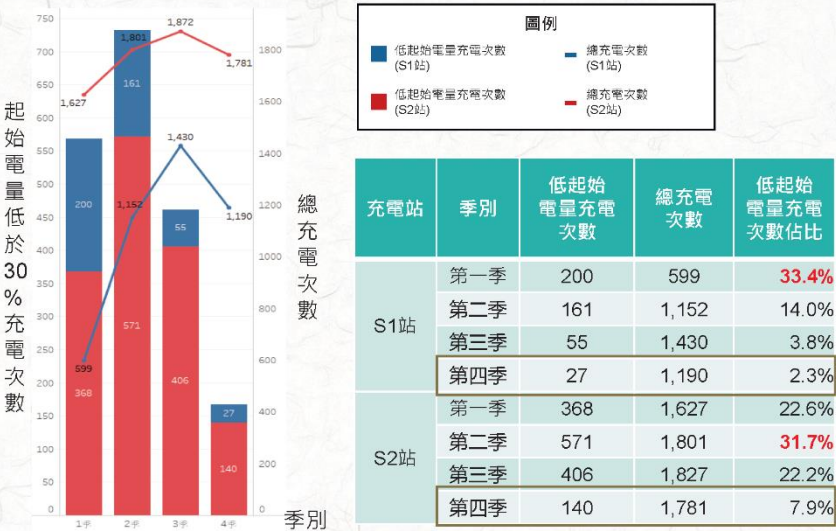
電池資訊 \ 電池類型	磷酸鐵鋰電池(LFP)	鈦酸鋰電池(LTO)	三元鋰電池(NCM)
建議保留剩餘電量(SOC)	20%~30%	20%	20%~30%

備註：蒐集文獻包括實驗室數據及應用經驗，磷酸鐵鋰、三元鋰電池在實驗室數據建議值較低(20%)、應用經驗建議值較高(30%)。

29

分析指標-低SOC追蹤(3/4)

- 場站車輛低SOC次數比例：S1、S2站之回站車輛低充電起始電量情形隨營運期間已逐步改善

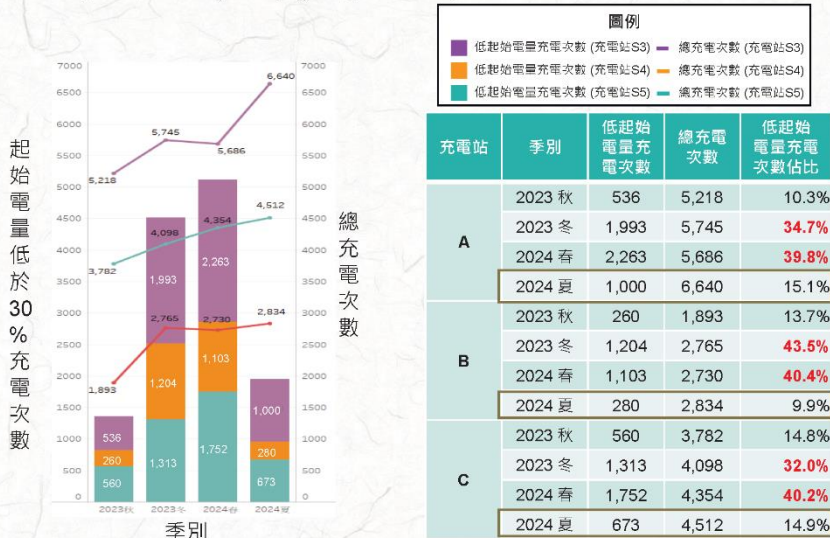


30

附5-15

分析指標-低SOC追蹤(4/4)

- 場站車輛低SOC次數比例：S3、S4、S5站之回站車輛充電低起始電量充電次數於統計之最後一季(2024夏)已有顯著下降



註：2023年秋→2023年9月~2023年11月、2023年冬→2023年12月~2024年2月、2024年春→2024年3月~2024年5月、2024年夏→2024年6月~2024年8月

31

分析指標-充電車位時間利用率(1/4)

- 分析目的：透過充電樁運作資料追蹤充電車位(充電槍)時間利用率，掌握在滿足營運情況下，是否存在剩餘量能
- 分析標的：挑選不同車型對應之充電場站特性各1~2處

充電站代碼	所在區域	契約容量(千瓦)	介面標準	充電樁數	充電槍數	充電形式	充電樁最大功率(kw)	單一充電槍最大功率(kw)	車輛規模	分析資料時間範圍
S8*	北部	660	GB/T	11	22	直流	120	60	110	2024/09 (1個月)
S9*	北部	840	GB/T	14	28	直流	120	60	103	
S10	北部	1,800	CCS1	27	54	直流	120	120	63	
S11	北部	1,800	CCS1	10	15	直流	150/180	150/180	38	

備註*：D、E站為同區域鄰近充電調度站，充電站服務車輛規模數高，實際作業採多站分配充電方式，挑選同區域之2站進行案例分析

- 統計分析方式
 - 擷取充電設施資料中，各筆充電紀錄資料之充電站名、各充電槍充電起始時間、充電結束時間等資料
 - 計算充電槍(車位)充電時間，轉換為充電車位時間利用率

32

分析指標-充電車位時間利用率(2/4)

- 分析重點：業者在全日營運，充電車位被使用之時段及非用電尖鋒之時段利用情形

註：分析日的在掌握充電車位利用率，故尚未考量非充電期間之車輛停放

充電車位利用率

- 充電站S8、S9、S10平均充電車位時間利用率為**7~14%**(即每日利用約1.7~3.4小時)，其中部分充電車位出現**單日完全未使用**的情況，平均車位使用率為53~83%
- 充電站S11平均充電車位時間利用率為**26%**(即每日利用約6小時)，因配置車樁比與充電運作特性，各充電車位均有使用紀錄

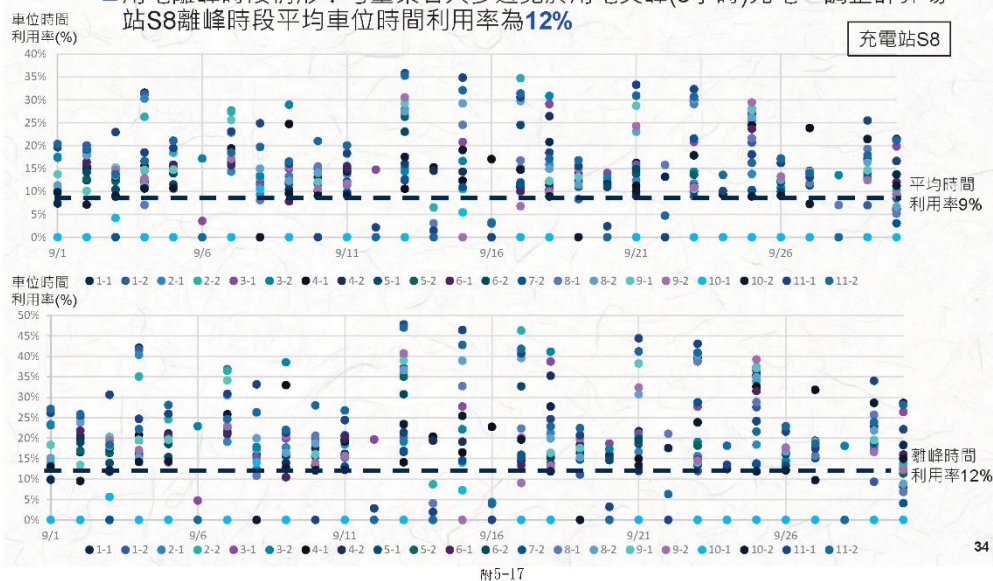
用電離峰時段情形

- 業者實務上若採用充電設施專用時間電價，考量尖離峰價差，多避免於用電尖峰(6小時)充電，計算S8、S9、S10於用電離峰之平均車位時間利用率仍為**5%~17%**(即每日利用約1.2~4.1小時)
- 客運路線多採定班定線服務，受到**路線屬性、尖離峰班距**...等影響，未必能有效提高充電車位時間利用率
- 在扣除夜間車輛停放之時段下，有機會**擴充車輛規模**(需考量路線屬性)或**引進其他類型車輛**，提高充電樁利用率與使用時間

33

分析指標-充電車位時間利用率(3/4)

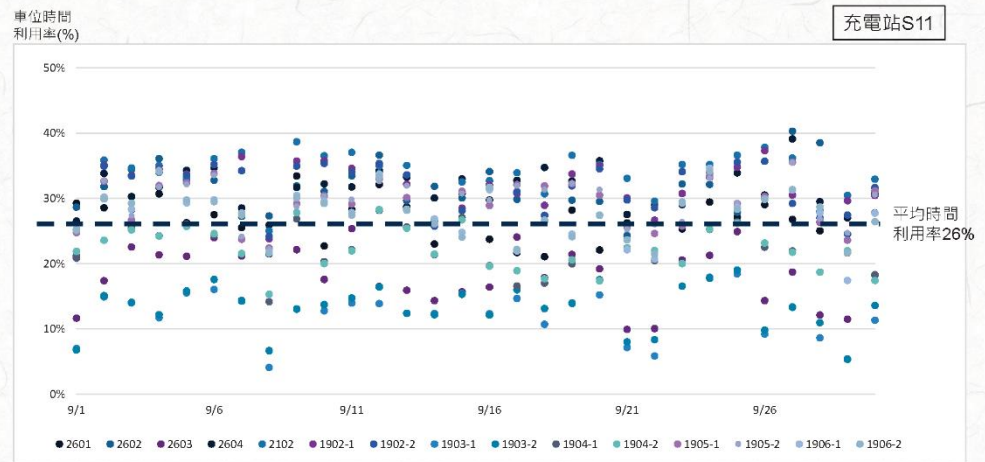
- 充電車位時間利用率：場站S8整體平均充電車位時間利用率分別為**9%**，平均車位使用率**53%**(意即平均每日約有一半的車位並未進行充電)
- 用電離峰時段情形：考量業者大多避免於用電尖峰(6小時)充電，調整計算場站S8離峰時段平均車位時間利用率為**12%**



34

分析指標-充電車位時間利用率(4/4)

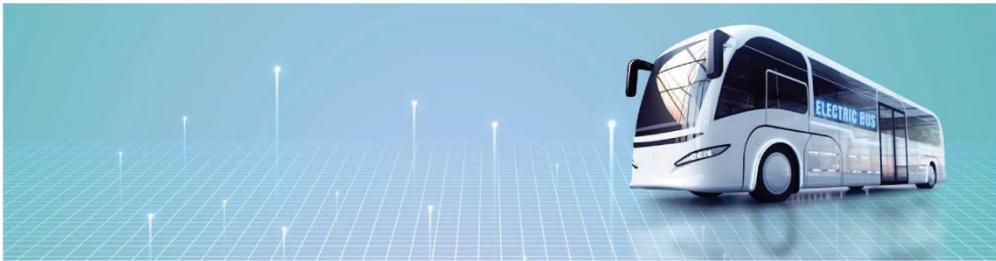
- 充電車位時間利用率：場站S11整體平均各車位時間利用率為26%，且各充電槍都有使用紀錄
- 因場站S11之配置車樁比及兩段式時間電價計價模式，較不受用電尖離峰影響充電，日間用電尖峰時段仍會進行充電，充電時間在7時~24時(無深夜充電)。



35

03
章節 PART

能耗AI模型
應用案例分析



附5-18

能耗AI預測模型建構

*電動大客車數據分析及應用計畫(1/2)成果

應用目的

提供客運業者於新路線導入電巴時，評估路線之用電效率及SOC使用量，作為業者營運前規劃或營運時排班調度之參考

AI
模型建構

結合跨域數據資料(車機、路線、交通特性..)，導入AI建構能耗預測模型

以雙北公車為例，依路線特性分為公車專用道、市區型、市郊通勤型

以機器學習進行能耗預測，MAPE值均於10%以內

-模型測試參數-



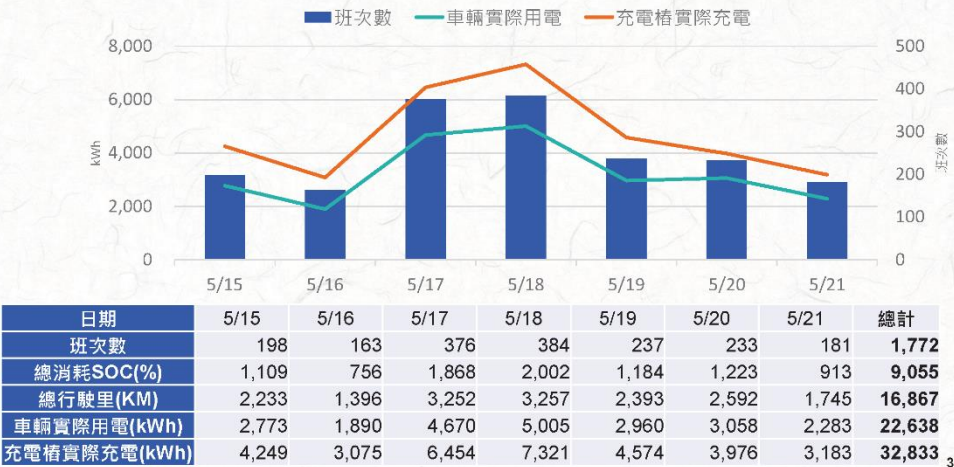
37

能耗AI預測模型應用(1/2)

雙北A場站AI模型應用案例情境

-共4條路線停靠、屬於市區通勤型路線

-2023年一周實際營運基本資料如下(已過濾系統紀錄異常資料)



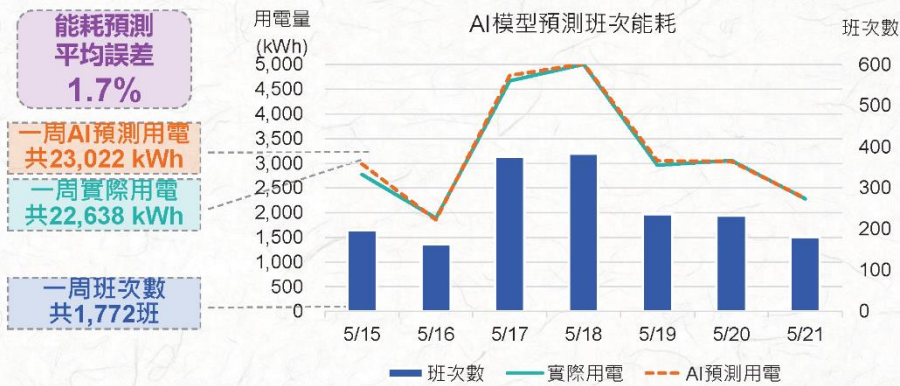
38

附 5-19

能耗AI預測模型應用(2/2)

實測雙北A場站AI模型應用

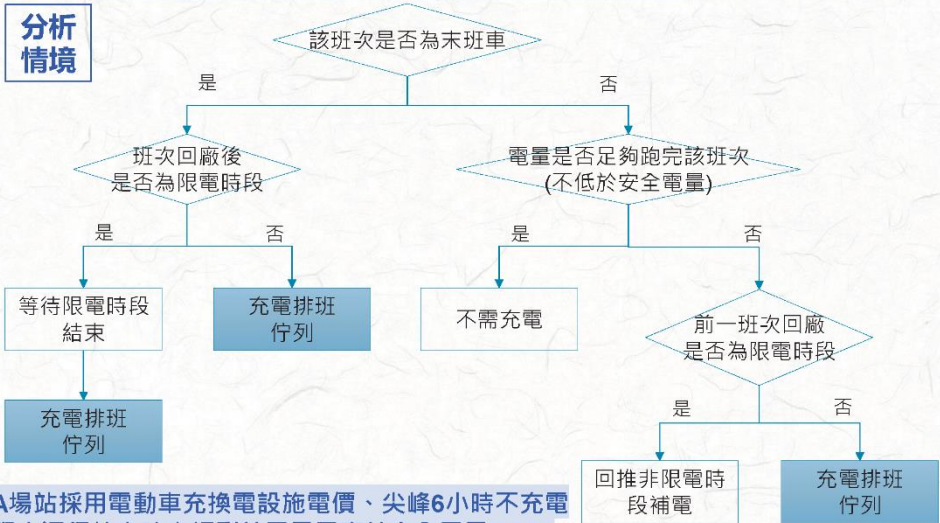
-以單周實際營運資料・應用模型參數預測班次能耗



39

應用效益分析(1/6)

應用AI預測班次能耗・作為班次充電排程依據



-A場站採用電動車充換電設施電價、尖峰6小時不充電
-班次運行結束時車輛剩餘電量需高於安全電量(20%)
-僅充至當天剩餘排班班次所需電量及滿足隔天排班所需

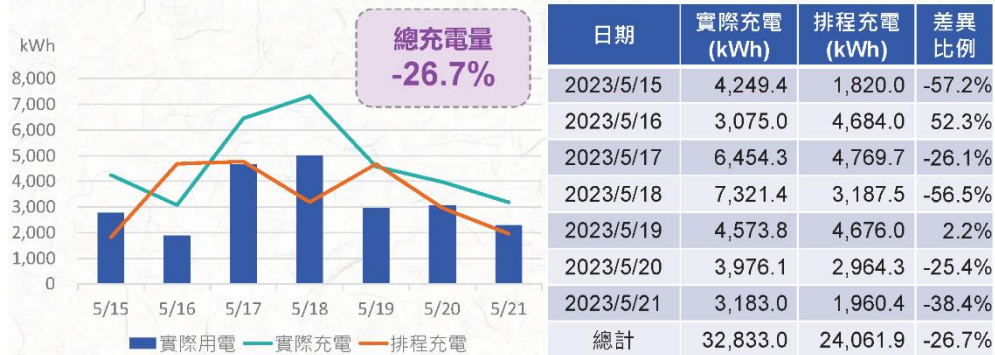
40

附5-20

應用效益分析(2/6)

分析實際充電與排程充電-充電量差異

-A場站共27座充電樁、54支充電槍，以一周**充電紀錄**進行分析



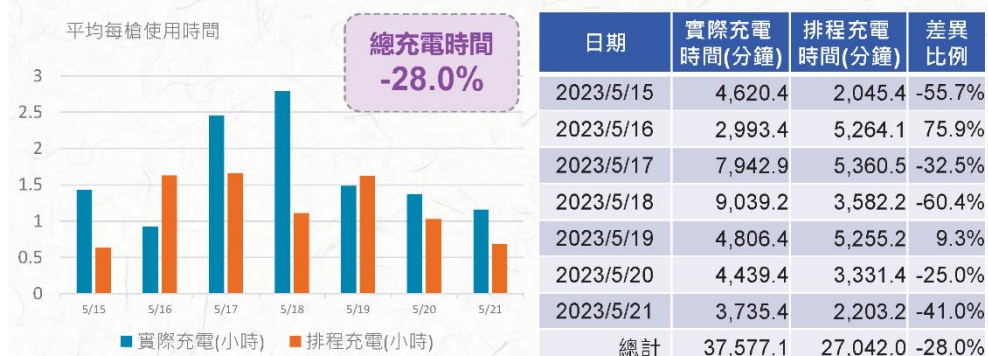
41

應用效益分析(3/6)

分析實際充電與排程充電-充電時間差異

-實際每支充電槍每日平均使用**1.66**小時

-排程充電每支充電槍每日平均使用**1.19**小時

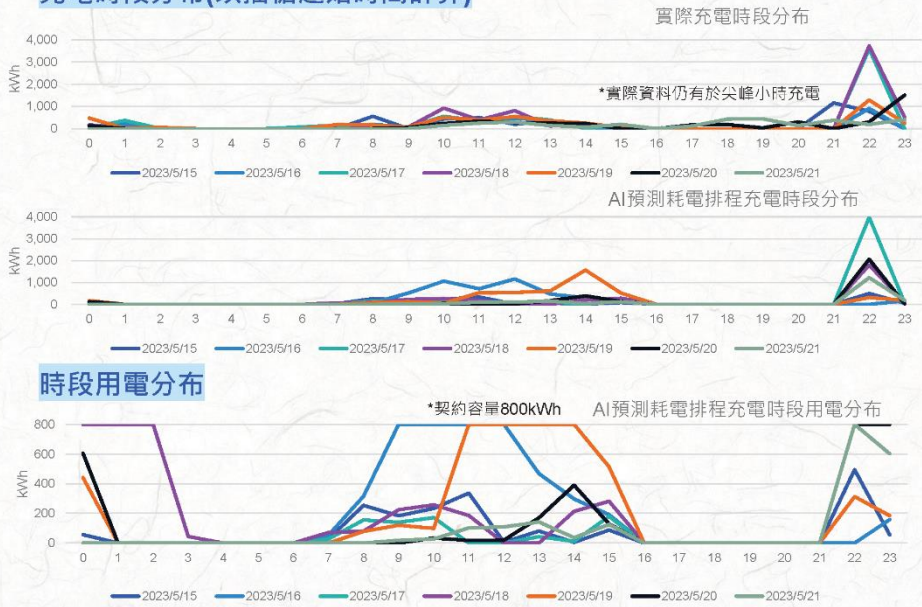


42

附5-21

應用效益分析(4/6)

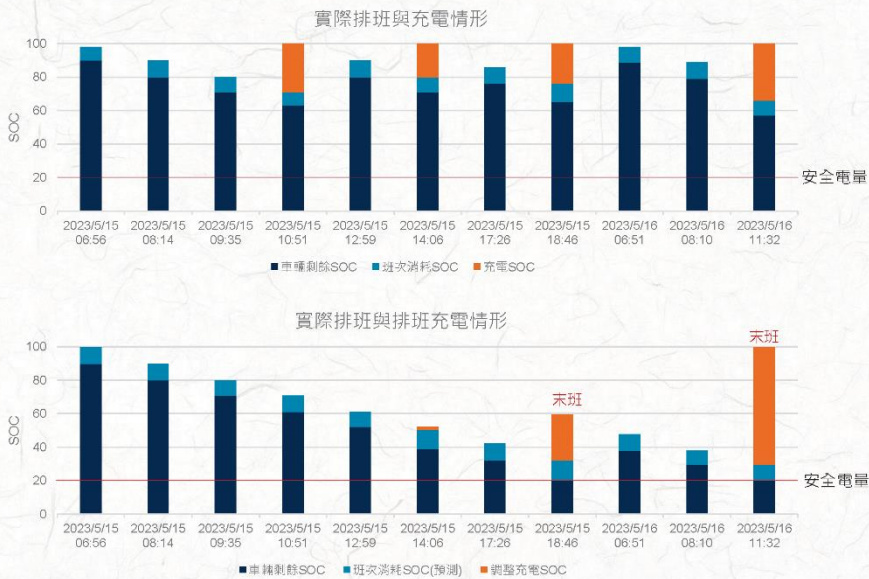
充電時段分布(以插槍起始時間計算)



43

應用效益分析(5/6)

單一車輛實際充電與排程充電電量差異



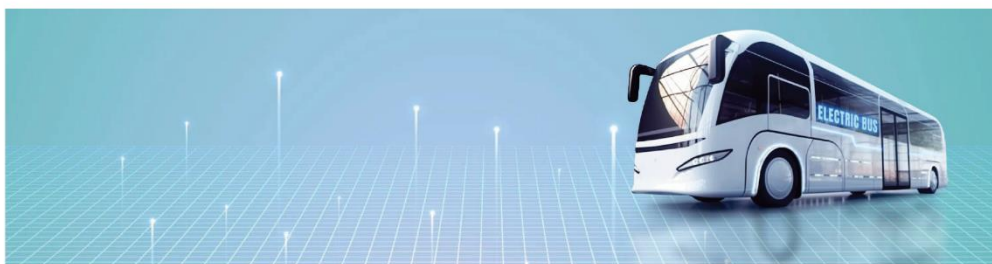
44

附5-22



04 章節 PART

計畫成果與推廣



附 5-23

計畫成果推廣與應用-APEC第六屆ESCI競賽參賽

- 配合運研所、工研院與鼎漢分工，協助研提亞太經濟合作(APEC)第六屆能源智慧社區最佳案例(ESCI)評選活動提案申請資料(中文版)
 - 提案內容整合政府推動政策、本計畫第一年期數據分析成果及「電動大客車智慧充電服務驗證(1/2)」成果
- 以「Smart and Sustainable E-Bus Solution：Shaping the Future of Smart City Energy Management」獲得智慧運輸類金牌(8/13秘魯頒獎)
 - 共計13個經濟體62個案例參賽，分為5個類別

申請內容摘錄



獲獎名單公布頁面



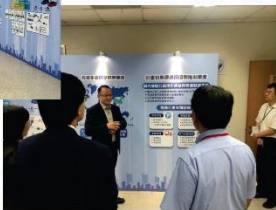
類別	獎別	計畫名稱	獲獎單位
智慧運輸	金獎	Smart and Sustainable E-Bus Solution: Shaping the Future of Smart City Energy Management	中華臺北 (本計畫參與)
	銀獎	Canada's Action Plan for Clean On-Road Transportation	加拿大

47

計畫成果推廣與應用-政府服務獎現場訪視

- 配合運研所、工研院與鼎漢分工，參與行政院「第7屆政府服務獎」數位創新加值項評選，並協助設計第二階段現場訪視展場看板
 - 提案內容整合政府推動政策、本計畫第一年期數據分析成果及「電動大客車智慧充電服務驗證(1/2)」成果
- 運研所與另外8個機關獲得數位創新加值項獎項(12/11頒獎)
 - 計有142個機關(構)參獎，分為4個類別

展場看板布置與評選紀錄



獲獎名單公布頁面

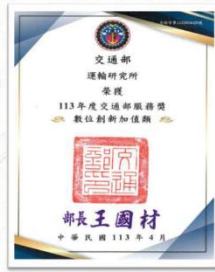


48

附 5-24

計畫成果推廣與應用-系列計畫其他獲獎紀錄

- 電動大客車系列計畫除獲得前述兩個國內外重要獎項外，亦於113年度榮獲其他獎項，包括：
 - 113年度 智慧城市創新應用獎
 - 113年度 交通部服務獎
 - 113年度 中華民國運輸學會傑出交通運輸計畫獎
 - 113年度 中華智慧運輸協會(ITS Taiwan)智慧運輸應用獎(12/20頒獎)



49

計畫成果推廣與應用-計畫成果發表會

- 辦理時間：113年11月14日
- 邀請單位：電動大客車推動相關之中央單位、地方政府、客運業者與學協會
- 參與人員：41人參與(實體+線上)

參與單位回饋意見

- ✓ 肯定計畫從數據分析觀點進行電動大客車營運議題探討，分析項目已涵蓋營運面可掌握重點。
- ✓ 從數據分析的成果，除有助於日常充電調度，亦可回饋提供後續購車之參考因素，尤其針對安全穩定性相關議題之指標應用更顯重要。
- ✓ 依兩年期交流經驗，業者分享已從過去夜間慢充補電至SOC 100%模式，調整為類快充之日間離峰分次補電、充電至滿足營運需求電量，降低用電費用及維持電池穩定性。
- ✓ 考量公車路線服務屬性相近，較難有效提高充電車位時間利用率，有待後續其他車隊(如物流車、遊覽車等)電動化進展，方有機會建立共享機制與提高充電樁效率。

發表會現場紀錄情形



50

附5-25



05

章節 PART

結論與建議



結論

數據分析指標

- 推動情況掌握與節能減碳效益計算
- 車輛能耗與電量追蹤
- 充電車位利用情形

資料視覺化

- 以 Tableau 視覺化軟體結合圖表加工，呈現分析成果

數據分析 與AI應用

應用指標個案分析

- 統整蒐集資料及個案進行分析，依分析結果彙整營運面與政策面建議
- 後續普及期可就長期累積數據，再評估使用生命周期相關議題分析

AI應用面向探討

- 依 Copilot 現況發展，尚未能有效結合自然語言進行資料視覺化應用
- 結合能耗AI預測模型與班次充電排程，情境模擬結果顯示總充電量與充電時間降低成效佳

建議(1/3)-業者營運調度與管理

尖峰出車前起始SOC值

尖峰時段出車前起始SOC建議**維持至少45%或單趟行駛需求電量加計安全電量之總值**，降低因電量消耗較一般時間高而產生駕駛里程焦慮

建立實際營運能耗資料庫

建議業者藉營運經驗進行**數據化分析**，對應不同時段、不同季節、不同路線**建立貼近實際營運的能耗數值**，使班次耗電需求掌握更為準確

追蹤與初判車輛電池老化

建議業者藉由電量曲線追蹤，觀察**單一車輛是否有異常情形**，以及是否有**隨營運年期提早開始下降**，做為電池是否產生衰退或變異之初判

53

建議(2/3)-業者營運調度與管理

降低低充電起始電量比例

對應電池特性注意充電站之**低充電起始電量(SOC)比例**(磷酸鋰鐵、三元鋰20~30%、鈦酸鋰鐵20%)，**減緩電池老化速度**延長電池壽命

維持電池健康之充電功率安排

確認充電功率可調整程度，並於**車輛剩餘SOC處於高值(一般>80%)及低值(一般<30%)**時，要求設定**低充電功率**充電，提升電池健康與充電安全性

逐步導入自動化充電管理調度

導入**自動排程充電**與結合**AI能耗預測**，藉由系統**自動偵測、運算充電需求**，降低人工作業負擔，滿足日常調度與用電尖峰節電之應用效益

54

附 5-27

建議(3/3)-政策推動與監理

建立營運指標追蹤機制

建議地方或路線主管機關檢視客運**營運資料提報項目**，督導與建立客運業者電動大客車**營運數據應用指標追蹤機制**，以維持車輛營運穩定

納入充電車位利用率檢視

建議地方或路線主管機關可關注客運業者**充電車位時間利用率**，並評估納入未來車輛與**充電樁配置檢視**或建立充電車位**共享服務機制**

地方自建平臺納入應用指標

建議**地方政府**可於自建之交通大數據應用平臺蒐集與分析電動大客車**營運數據應用指標**，達到智慧交通管理加值與城市治理之綜效

長期資料累積與系統整合

建議**中央機關或地方路線主管機關**長期累積電動大客車**重要營運數據**，並可視公車電動化推動時程，將必要蒐集資料**納入TTIA規範**

55

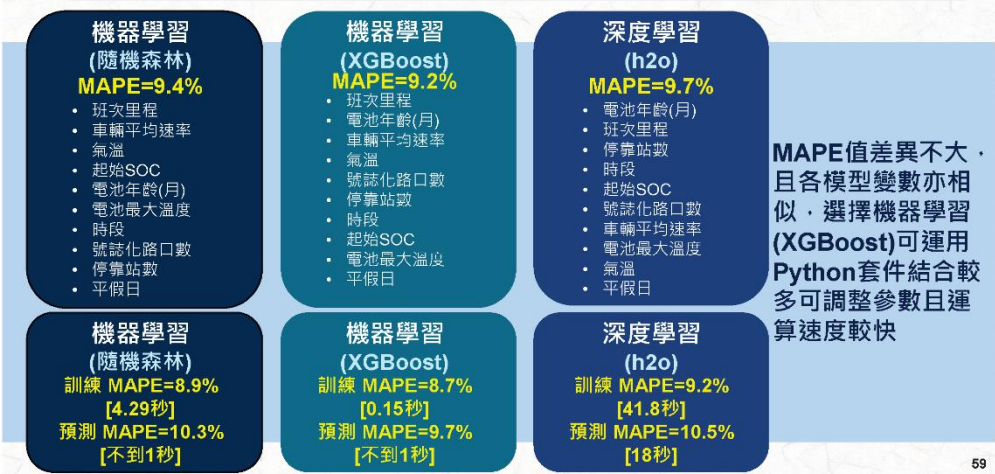


附5-28

第一年期重點成果-能耗預測分析模型

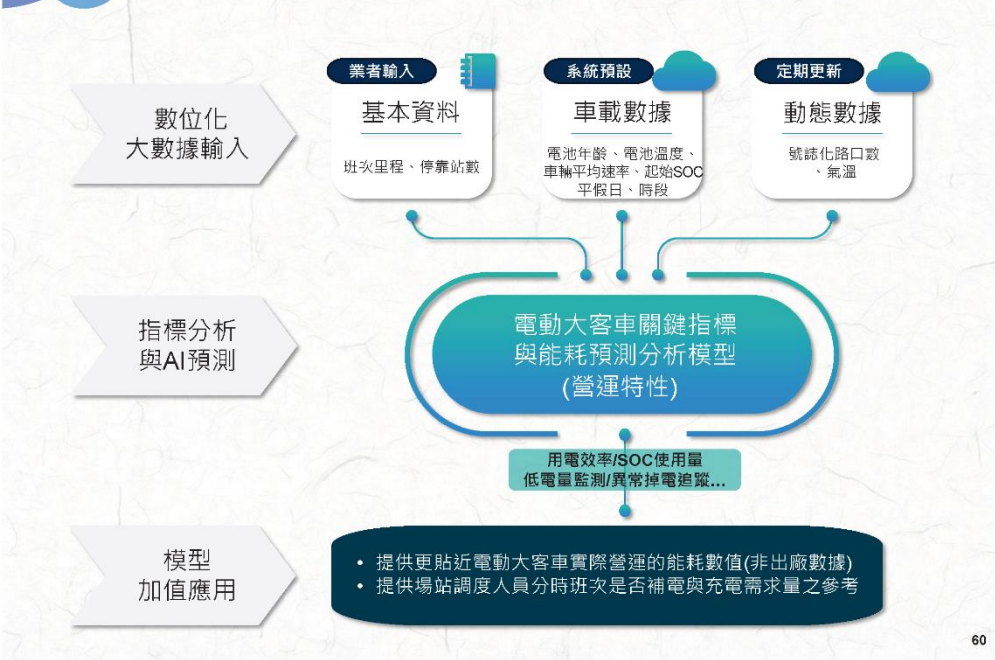
分析範圍與對象

- 以通過電巴平臺資料傳輸檢核路線為主，考量資料穩定性與代表性，資料傳輸時間至少3個月，且營運路線配置車輛至少20輛(30輛以上為佳)
- 選定10條雙北地區公車路線、7大類、22項變數資料(2023年5至8月，合計4個月)



59

第一年期重點成果-模型應用架構



60

附5-30

附錄 VI-期中報告審查意見處理情形

電動大客車數據分析與應用計畫(2/2)-資料視覺化與 AI 應用 期中報告審查意見回覆辦理情形

- 一、開會時間：113 年 8 月 8 日上午 09 時 30 分
- 二、開會地點：運研所 5 樓會議室
- 三、主席：王穆衡副所長記錄：陳翔捷
- 四、出席單位及人員：略
- 五、主席致詞：(略)。
- 六、簡報：(略)。
- 七、出席單位意見：

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
陳委員勁甫	1.建議整理國內外文獻比較表，比較各案例間之差異與可借鏡之處。	感謝委員建議，已於報告書第 2.4 節之第 2-35~2-36 頁補充彙整國內外案例比較表。	同意
	2.請釐清並說明本計畫系統之主要使用者？是提供客運業者或政府單位使用？	本計畫主要目的在探討電動大客車數據分析與應用，並藉由資料視覺化呈現分析成果展示，提供客運業者或政府單位掌握數據應用價值，而非直接開發一套的應用系統。	同意
	3.請補充說明本計畫著重於分析車輛耗電、電量曲線等指標之原因、分析標的與未來應用方式。	本計畫彙整各訪談會議及座談會意見，業者最為關心的議題包含營運成本及排班調度，皆與電能管理相關，同時考	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
		量可蒐集之營運數據資料，訂定車輛能耗、電量曲線追蹤等關鍵指標。而分析標的包含考量客運業者的參與意願與配合度、路線車輛規模、營運數據可蒐集及取得時間，且資料傳輸完整度與正確性達一定程度等，故本計畫於期中階段優先以雙北地區兩家客運業者的路線作為分析標的，相關分析結果未來可提供業者安排車輛調度或車輛檢修之參考。	
	4. 報告書中針對路線資料隱蔽，建議補充說明 R1、R2 路線之特性、使用車輛，以釐清分析結果如何回饋業者做為後續決策參考。	考量本計畫數據來源包含交通部公路局電動大客車平臺，而資料所有權屬於業者，涉及資料公開與保密議題，無法於報告書或其他文書資料揭露營運路線或車型等資訊；已於期末報告書第 4.1 節補充各分析路線之特性、行駛里程、車輛所採電池形式等資訊。	同意
	5. 請說明本計畫大數據分析之運算邏輯、預測所考量變數，另數據視覺化呈現後如何協助使用者從中檢視	期中階段大數據分析主要探討電量曲線追蹤相關議題，運算邏輯以路線每日每車行駛里程及	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
	關鍵指標，與如何從中提出管理上之建議。	電量變化進行觀察，並針對電量進行區段分析探討，所考量變數包含單位里程耗電量高低、殘電量示警值(客運業者經驗回饋)、車輛是否補電等項目，並依車輛原始資料，評估車輛行駛特定里程之耗時，藉此排除停等所產生之耗電情形。 視覺化呈現分析皆以本計畫訂定之關鍵指標進行設計，依案例分析成果提供應用範例予業者參考，業者可以自行開發相關系統。	
	6. 報告書中建議將安全電量示警設定成40%，此建議是否不利於電動大客車之未來發展？另據了解，不同車輛電池特性會影響安全電量，若統一建議設定40%是否合適？	感謝委員意見，補充說明本計畫數據分析中應用的之「安全電量示警」原指客運業者營運經驗回饋的營運參考值，主要是針對駕駛教育訓練，若行駛過程中遇到電量降至40%，提醒駕駛留意行駛狀況、降低外部條件對耗電量影響跟完成趟次須充電。 為與「車輛原廠建議之安全電量」有所區隔，報告書中修正40%為	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
		「殘電量示警值」。此參數非為定值，可依照不同車廠、車輛/電池型號或實際營運結果進行調整設定。	
	7.AI 功能之應用面向為何？如何藉此幫助客運業者提升營運效率？	感謝委員提醒，本計畫探討 AI 應用的主要目的之一為協助使用者提升業務管理效率。期中階段測試分析工具及效果結果發現透過自然語言操作使用友善性高，惟要深入分析資料及生成複雜的圖表則需輔助人工方式處理，建議後續視技術發展情形，再評估以自然語言結合數據分析進行視覺化呈現之應用性；期末階段以實際場域案例資料進行實測與情境分析導入能耗 AI 預測結合排程充電之效益。	同意
李委員克聰	1.建議撰寫期末報告時釐清並補充說明本計畫之研究背景、執行目標、限制條件、挑戰與困難點，並針對計畫成果與國外案例之間的差異進行說明。	感謝委員建議，期末報告第一章補充補充說明研究背景、執行目標、限制條件、挑戰與困難點，並於報告書第 3-8 頁之表 3.2-1 說明計畫分析指標與國外案例之間的差異。	同意
	2.簡報第 11 頁，建議依	感謝委員建議，公路局	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
	計畫目標蒐集監理部門、客運業者之案例，若無法取得相關案例資訊，亦請補充說明。	電動大客車營運數據監控管理平台為現階段監理部門對應電動大客車資料蒐集應用之標竿案例，另客運業者應用之系統多數由電動大客車製造商協助提供之管理介面追蹤車輛與充電營運數據，少部分業者會另行委託系統開發商協助與既有車隊管理系統整合，建立對應電動車輛營運的功能模組，因客運業者端自行開發整合之系統難以公開取得相關資料，故案例蒐集上仍以車輛業者系統為主。	
	3.簡報第 12 頁，建議蒐集國外文獻，比對現況國內業者提供之項目(如：車輛是否有視覺化儀表版、場站是否有即時監控功能平台等)，提出可借鏡之處。	感謝委員建議，已補充國內外案例比較於報告書第 2-35~2-36 頁。	同意
	4.簡報第 13 頁、第 39 頁，有關視覺化呈現與 AI 應用，請具體說明其必要性與預期成果，並於期末報告時進行收斂。	感謝委員提醒，本計畫探討 AI 應用的主要目的之一為協助使用者提升業務管理效率。期中階段測試分析工具及效果結果發現透過自然語言操作使用友善性高，惟	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
		要深入分析資料及生成複雜的圖表則需輔助人工方式處理，建議後續視技術發展情形，再評估以自然語言結合數據分析進行視覺化呈現之應用性；期末階段以實際場域案例資料進行實測與情境分析導入能耗AI預測結合排程充電之效益。	
	5.簡報第 16 頁，建議分析資料時所考量面向需涵蓋目前實務的狀況(油電車混合調度、不同電動大客車廠牌車輛間調度…等)，針對行駛時間相較行駛里程更能反映耗電的影響程度(尖、離峰特性)，請說明是否可調整以行駛時間為分析方向。另除進行資料分析外，亦請從中提出實務上可改善之建議(如用電安全、異常掉電應變措施等)。	感謝委員建議，本計畫將於期末階段持續運用車機及充電設施資料進行關鍵指標分析，擴充不同路線、車輛廠牌、場站及充電設施品牌等面向。 有關車輛里程區段耗電指標分析目的，主要為透過電量放電與行駛里程曲線圖，觀察電池是否有提早衰退的趨勢，因電池衰退與累積里程數亦有相關性，故以行駛里程作為分析。此外，亦透過車輛用電效率(能耗)分析，針對各季節/月份以及分時平均用電效率等，掌握時間對於耗電影響程度。期末報告亦將針對分析成果	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
		補充對於實務上可改善的建議。 有關用電安全議題，本計畫與電池特性專家學者請益，實務應用上需觀察細部的電池 pack、subpack、模組及電芯資料，由於目前於平台上無法取得相關資料，因此無法進行相關分析。	
	6.簡報第 17 頁，有關乘客體驗與滿意度之議題，建議釐清並說明乘客關心議題與電動車營運相關性：如冷氣舒適度(剩餘電量影響空調溫控或開閉)、發車準點性(充電時間不確定性)、是否路故…等，並非僅列出車輛急加/減速、超速、噪音、震動等因素。	感謝委員建議，參考委員建議整理補充說明於報告書第 3-5 頁與圖 3.2.1。	同意
	7.簡報第 19 頁，於專家學者座談會後有進行分析指標調整，建議說明計畫指標分析成果與對於相關需求單位之應用價值。	本計畫考量分析指標主要朝向電動車與柴油車差異關鍵的能耗特性建立分析指標，可提供做為電動大客車導入時日常充電調度、長時間性能趨勢追蹤與減碳效益估算之應用。	
	8.簡報第 33 頁，有關視覺化應用構想，建議多蒐集客運業者之意見，	遵照辦理，本計畫將持續與客運業者進行交流，並依其需求進行調	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
	因應實務需求調整設計。	整。	
梁郭委員國	1.簡報第 19 頁，班次妥善率為監理面所需之資料，目前電動大客車配置公車動態系統、平臺資料蒐集之兩種用途車載機，監理相關參數已可藉由公車動態系統車載機取得，可不藉由平臺資料蒐集車載機取得，建議說明電動大客車數據平臺屬長久性或是階段性目標之應用。	感謝委員意見，已於期末報告書 6.2 節提出電動大客車數據平台後續發展相關建議提供參考。	同意
	2.請研究團隊釐清並說明本計畫成果之主要使用者是提供機關、車廠、還是客運業者使用？	本計畫主要目的是在探討電動大客車數據分析與應用，並藉由資料視覺化呈現分析成果，提供客運業者或政府單位掌握數據應用價值；故進行視覺化設計與展示，並非開發一套的系統。	同意
	3.建議研究團隊針對電動大客車數據平臺之未來發展提出相關建議。	感謝委員意見，已於期末報告書 6.2 節提出電動大客車數據平台後續發展相關建議提供參考。	同意
劉委員國著	1.請補充說明本計畫成果的使用對象為客運業者或是機關？運用資料方向為即時性或非即時性？	(1)本計畫分析成果可提供客運業者做為掌握電動車運作時之重要指標，另針對整體績效(如平均用電效率、累積行駛里程、減碳	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
		效益估算等)之情形，則可提供政府單位做為長期趨勢追蹤。 (2)本計畫主要針對電動大客車營運數據監控管理平臺取得之歷史資料，再結合部份透過客運業者提供之營運資料做為分析標的。	
	2.簡報第 19 頁，電池溫度可從即時或歷史資料取得，以化解車輛使用問題。簡報內說法為平均溫度無法檢視電池使用安全，若從平均溫度之變化，請說明是否可提供大範圍粗略判斷依據。如從即時資料可於異常時進行示警；若為歷史資料，則藉由視覺化圖表分析做為長期追蹤。另藉由本計畫之車輛用電效率、電量曲線追蹤等分析指標，並以視覺化呈現，是否可看出電池老化程度？	依平台所取得之電池平均溫度，經實際觀察變動範圍不明顯，主要係因蒐集之平均溫度為各電池 pack 整合後之結果，雖可掌握大範圍方向，但在電池使用安全之實務運用面較為有限。 藉由本計畫之分析指標進行長期追蹤，可提供電池老化程度初判，詳請參考報告書附錄四。	同意
	3.簡報第 23 頁，建議可與業者就分析結果交流，從實務觀點找出真正造成掉電速度快之原因。	遵照辦理，期末階段除擴充分析範圍外，亦會將分析結果回饋予業者，並進行交流，了解各車輛可能造成異常掉電情形之原因。	同意
	4.簡報第 25 頁，目前以	感謝委員建議，因期中	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
	5~8 月資料分析電量曲線，建議以整年度資料檢視較為恰當。另建議與前期計畫中提及低電量時掉電速度快之理論做連結，以完整報告書內容。	報告屬於初探階段，目的為確認指標分析可行性，加以作業時程較短，以 5~8 月資料進行分析，期末階段已擴充至全年，藉此檢視對照各電量區間掉電情形，確認低電量時掉電速度是否快速增加，並合計進行 5 條路線之電量曲線追蹤分析，藉此比較檢視不同路線/車輛廠牌間之電量曲線變化差異。	
	5.簡報第 29 頁，起始電量充電次數下降，建議可與車輛行駛里程做對應，並從中探討車輛充電排程方式。另圖表建議新增 S1、S2 之起始電量充電次數，以完整說明。	感謝委員建議，期末階段已新增其他充電設施之低起始電量充電分析，並依據充電設施回傳之車輛行駛里程，統計各行駛里程區段內之低起始電量充電比例，依案例分析實際觀察，目前尚無發現低起始電量充電比例有隨行駛里程增加而提高之關聯性。	同意
	6.簡報第 31 頁，建議補充說明計算節能減碳效益之假設，考量電價、油價等參數變化，再提出分析成果較為恰當。	感謝委員建議，因電價計算會受尖/離峰時段、限電區域以及充電站契約容量等因素影響，油價亦會浮動，考量計算之可行性，本計畫以交通部運研所出版之交通	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
		建設計畫經濟效益評估手冊內容進行估算，整體估算成果可提供做為後續政策推動之參考。	
交通部 公路局	1.報告書內部分文字有誤植、缺漏，請予以修正。	遵照辦理，會再檢視報告書內容誤植與缺漏文字，進行修正。	同意
	2.建議於第二章時即說明SOC之定義。	感謝委員建議，SOC意旨車輛之剩餘電量，已於報告書第2-1頁補充說明。	同意
	3.報告書表3.1-2，有關班次妥善率之應用限制，提及未能針對補正後紀錄更新班次妥善率細節，是否意指無法針對班次傳輸紀錄做補正？另請確認是否可視覺化呈現班次妥善率與班次傳輸細節之資料？	(1)客運業者向地方政府提報的補正紀錄為班次發車紀錄、行駛軌跡等佐證資料，並未再補上車載機傳輸資料，故傳輸紀錄未隨之補正。 (2)平台目前以列表方式呈現班次妥善率以及每日班次傳輸完整筆數等細節，建議後續若有增加視覺化呈現需求，可由公路局平台維運案進行功能規劃與調整。	同意
	4.報告書第3-33頁，提及節能減碳效益估算，請說明相關分析參數如何取得，另藉由相關參數分析現況與未來情況時是否具備代表性？	已於期末報告書第4.1.6節補充各分析參數之資料來源，因本計畫目前僅能取得電動大客車平臺上之車輛以及里程數，故依此進行現況效	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
		益估算，未來情況之效益計算僅為估算值，仍須隨電動大客車政策發展推動以及實際情況進行調整計算。	
中華民國 商用車技術 發展協會	1.報告書內容建議後續可針對商用車產業之角度，提出應用成果與對於產業之影響。	本計畫針對車輛特性相關之分析成果，會再與主辦單位商討以合適之形式，於期末報告中綜整論述，提供產業相關參考資訊。	同意
	2.報告書第 2-13 至 2-21 頁，蒐集國內外各車廠案例，建議說明可從中借鏡之處。	感謝委員建議，已補充國內外案例比較於報告書第 2-35~2-36 頁。	同意
	3.簡報第 22 頁，目前相關資訊隱藏，是否可補充各車號之營運路線、車型等資訊。	考量本計畫數據來源包含交通部公路局電動大客車平臺，而資料所有權屬於業者，涉及資料公開與保密議題，無法於報告書或其他文書資料揭露營運路線或車型等資訊。另於期末報告書第 4.1 節補充分析路線之特性、行駛里程、車輛電池形式等資訊，供委員進一步對照參考。	同意
	4.建議計畫成果可藉由參與各式展覽讓其他業界了解國內投入運具電動化與補助機制之程度，以助於電動化之推動。	敬悉，電動大客車系列計畫成果已參與包括運輸年會、智慧城市展等相關展覽，本計畫亦會	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
		辦理成果發表會，藉以與業界交流分享。 另針對國內運具電動化與補助機制之相關議題，交通部與跨部會亦有辦理成果分享會或共識會議等，向外界說明與追蹤階段性推動進程。	
本所運輸計畫及陸運組	1.報告書第 2.2.2 節，蒐集國內外案例後，建議於小結彙整比較各案例之差異。	感謝委員建議，補充國內外案例比較於報告書第 2-35~2-36 頁。	同意
	2.報告書第 3.1、3.2 小節，如梁郭委員所提及，政策監理相關參數已可藉由公車動態車載機取得，是否有再藉由平臺資料車載機蒐集之必要？另若二種車機之資料有差異會如何處理？	(1)電動大客車數據平台建置的目在於電動車相關參數資料蒐集與應用，並因應補助要點之班次妥善率要求，故設計朝向以即時數位化資料輔助班次妥善率檢視。 (2)公車動態車載機只針對發車紀錄，平台所呈現之資料為增加考量電動車欄位資料完整性之結果，代表意義不一致；依現行補助要點規定定義之電動大客車班次妥善率，兩種車機傳輸之數據都要達標才列入計算，若使用柴油車則單依發車紀錄為	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
		準。	
本所運輸科技及資訊組	1.本系列計畫成果獲得國際獎項之原因有二，第一為我國建置之平臺為蒐集全國性的電動大客車數據，其他國家多以商用軟體或小規模資料蒐集的方式進行研究；第二為運研所協助推動電動大客車系列議題研究，結合產學研建立之電動大客車智慧充電系統為世界先驅，其他國家多以乘用車、一般商用車隊的系統提供部分功能擴充為主。	敬悉。	同意
	2.本計畫考量電動大客車平臺運作負荷，主要針對歷史資料分析，藉以讓客運業者、主管機關掌握應用成果與調整管理做法。	敬悉。	同意
主席結論	1.建議在期末報告時綜整說明研究動機、與前期計畫之連貫性與脈絡。	遵照辦理，會再於期末報告補充說明與前期計畫之關聯性論述。	同意
	2.建議於報告書中完整說明研究框架與研究範圍，從中聚焦研究重點，並對應本期計畫主軸，以利收斂計畫成果。	遵照辦理，會再於期末報告補充述明計畫主軸、研究框架與範圍，收斂計畫成果。	同意
	3.針對資料視覺化應用面向，藉由歷史資料分析可產製電動大客車健康	敬悉，期末報告補充說明階段性計畫成果價值。	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
	履歷等資訊，供主管機關與客運業者掌握出廠數據與實際數據之差異。		
	4.有關 AI 應用面向，期中階段目前針對生成式 AI 進行初步測試，再請研究團隊與業務單位討論後續執行方向。	遵照辦理，期末階段將以實際場域案例資料進行實測與情境分析導入能耗 AI 預測結合排程充電之效益。	同意
	5.依部分委員審查意見，請研究團隊針對委員意見提出回應說明表，並提送修正報告書，再由本所再行審查期中報告是否通過。	遵照辦理，會再依委員意見進行回應與修正報告書內容，提交運研所再行審查。	同意

附錄 VII-期末報告審查意見處理情形

電動大客車數據分析與應用計畫(2/2)-資料視覺化與 AI 應用 期末報告審查意見回覆辦理情形

- 一、開會時間：113 年 12 月 12 日上午 09 時 30 分
- 二、開會地點：運研所 5 樓會議室
- 三、主席：王穆衡副所長

記錄：陳翔捷
- 四、出席單位及人員：略
- 五、主席致詞：(略)。
- 六、簡報：(略)。
- 七、出席單位意見：

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
陳委員勁甫	8.請補充說明本計畫產出的成果與公路局電動大客車營運數據監控管理平臺的關係，並說明使用對象是提供個別業者使用或政策研擬運用。	本計畫主要係以電動大客車監控管理平臺蒐集之營運數據，進行電動大客車數據分析與應用，並藉由資料視覺化呈現分析成果展示。 本計畫產出之成果可提供客運業者做為營運上基本檢視項目，及未來要求合作車廠提供功能或自行開發管理介面之參考；另電動大客車營運數據監控管理平臺目前由交通部公路局維運，建議後續評估與整體績效相關之應用指標(如用電效率、行駛里程、減碳量計算等)可納	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
		入主管機關自建平臺進行追蹤。相關內容補充說明於報告書第 6-5 頁。	
	9. 請補充說明本計畫的應用指標跟國內外各車廠提供的系統功能與指標差異性？另文獻回顧之國外系統以業者個別提供居多，此與國內由政府端統整蒐集的做法是否有所不同，建議補充說明。	綜整本計畫蒐集案例之功能與指標於報告書第 2-35 頁。針對本計畫指標在國內外各車廠應用對照，已補充於報告書第 3-8 頁與表 3.2-1。 另國外有車廠(如 Proterra、Volvo、宇通客車)與營運商(如 TWAICE、Silver Power System、Chariot Motors)建置之系統，兩者與國內的差異性主要在資料蒐集管道與細節程度。相關說明補充於報告書第 2-36 頁。	同意
	10. 建議提出後續各單位進行電動大客車數據分析時之應用指標規範。	已彙整本計畫營運面指標分析成果可應用資訊於報告書附錄四，可提供客運業者做為營運檢視參考。	同意
	11. 目前指標分析方式採用每季、每年的平均值為主，因此可能較難追蹤車輛電池產生衰退的迅速變化情形，建議針對各指標，說明哪些指標需進行較即時的監控分析。	感謝委員建議，針對各指標追蹤頻率等內容，已補充於報告書 4.1.7 節第 4-60、4-61 頁中。	同意
	12. 本計畫指標應用多	本計畫主要為研擬關鍵	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
	數為離線數據分析所產出的成果，請釐清是否可針對各指標對應的門檻值建立即時示警機制或系統。	指標、透過電動大客車平臺資料進行分析試算，並應用視覺化圖表呈現，協助於各指標中找出資料觀察呈現方式與門檻值，建立關鍵資料應用範例，未來使用者可應用本計畫建議之關鍵指標及門檻值，依個別營運需求(如車輛廠牌、電池特性、路線特性等)，於自建系統設定系統警示，透過預警協助日常營運或排班調度等實務應用。	
	13. 針對AI應用面向，研究成果包含微軟Copilot與視覺化軟體、能耗預測等方向，再請釐清與說明AI應用在本計畫執行的目的。	本計畫於AI部分主要在探討目前相關AI技術應用於電動大客車數據分析、關鍵指標追蹤的應用性，包含過去的機器學習與近年討論熱度高的生成式AI，經本計畫初探結果，結合電動大客車平臺數據與跨域資料構建之能耗預測AI模型，具備一定預測準確度，與班次充電排程結合後，在實務應用亦具有相關的應用效益；而在生成式AI探討部分，建議未來視技術發展情形，可持續追蹤評估合適的AI應用工具。	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
李委員克聰	9.有關研究對象(客運業者、電動大客車製造廠商、充電設施廠商與政府機關)之相關研究分析成果及各自的 PDCA 應用機制，請完整補充說明。	有關研究對象對研究分析之關聯性及分析成果之 PDCA 應用機制，補充說明於報告書第 1-3 頁與第 6-5 至 6-6 頁。	同意
	10. AI 之運用需要仰賴完整的大數據資料庫，建議後續研究應朝向完整、永續的各車型電動大客車數據蒐集、建置與應用，以達到資料共享、整合應用之目標。	感謝委員建議，本計畫建議長期累積電動大客車營運數據，有助於建立車輛使用履歷，進行績效追蹤與加值應用；補充說明後續推動建議於報告書第 6-4 頁。	同意
	11. 有關報告書第 1-7 頁，建議補充說明座談會之辦理情形，是否已涵蓋與客運業者及電動大客車製造商之溝通說明。	考量本計畫主要目的為從客運角度提供營運管理建議，專家學者座談會邀請對象包括計畫主要合作客運業者(首都客運、中興大業巴士)，並無邀請電動大客車製造商，惟過程中藉由客運業者訪談掌握其與製造商溝通釐清之狀況，做為分析結果對應作業之參考方向。	同意
	12. 有關報告書第 1-7 頁，邀請相關單位與專家學者提供意見，請說明附錄一參與單位及專家學者人數與代表性。	本計畫為兩年期計畫，第一年期針對電動大客車數據應用與分析方向採專家學者個別訪談交流方式(陸續訪談 7 位產學研專家學者)，彙整分析指標與探討應用方向，於本期(第二年期)辦	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
		理專家學者座談會，邀請單位與專家學者包括客運業者(首都客運、中興大業巴士)2位、政府單位(交通部公共運輸及監理司、公路局運輸組)2位及學者1位，進一步蒐集意見確認指標分析方向合適性。補充說明於報告書第1-4頁。	
	13. 有關報告書第1-3及6-3頁，建議在後續建議應依據本案成果，說明政府機關與客運業者對於電動大客車及充電設施製造廠商之相關回饋建議與機制。	建議車輛製造商依車輛電池特性提供充放電必要資訊，供客運業者依營運特性選擇合適車款，並建立維持車輛用電/充電效率與電池健康度之營運調度方式。補充說明於報告書第6-5頁。	同意
	14. 有關報告書第4-60~4-82頁，由於期中階段AI測試分析效果未如預期，建議應強化說明期末階段之研究成果內容及後續建議。	遵照辦理，已新增4.2.3節補充期末階段研究成果及後續建議，請參閱報告書第4-85至4-86頁。	同意
常委員華珍	4.肯定本計畫成果，應用電動大客車營運數據監控平臺累積的數據，對公車業者在電動公車電池衰退、電池電量履歷等趨勢觀察、充電功率調派、智慧排程、甚至車種選擇等應用面向，應皆有助益。	感謝委員肯定，計畫成果納入報告書第6-1頁說明。	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
	5.有關未來擴大應用方向提供兩點作為參考： (1)電動公車充電場站的建置與營運耗費業者許多土地、人力等，既使提升排程效率仍存在一定限制，未來須透過建立專業集中充電場域或發展共享充電站來解決上開問題。 (2)ADAS 已是電動公車標準備配，臺北市將於 114 年 3 月完成市區公車 ADAS 全面建置，建議後續可透過整合電動公車與 ADAS 等數據，未來進行電動公車駕駛運作與安全營運等相關研究。	感謝委員建議，相關內容參考與綜整納入報告書第 6-5 頁。	同意
交通部 公路局	7.有關報告書第 2-9 頁，國內電動大客車營運數據平臺資料蒐集現況，統計截止時間為 113 年 6 月 30 日，建請更新到最新日期。	遵照辦理，電動大客車營運數據平臺資料已更新至 113 年 12 月，相關內容請參閱報告書第 2-7 至 2-9 頁。	同意
	8.有關報告書第 2-13~2-35 頁，國內外電動大客車營運數據及視覺化技術應用案例部分，再請整理比較表，以利了解各案例優缺點與特色。	感謝建議，已將國內外案例之比較彙整成表格，彙整於報告書表 2.4-1 至表 2.4-2。	同意
	9.有關報告書第 3-3 頁表 3.1-2 的表名漏列“儀表板”，再請確認；節能減碳表格中提及的“CO2”請調整為下標“CO ₂ ”。	內容誤植部分已更正於報告書第 3-2 頁。	同意
	10. 有關報告書第 3-8 頁，有關碳權分配議題，提及分配依各單位	補充總分配額度相關說明於報告書第 3-6 頁。	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
	出資比例計算，但總分配額度仍依減碳量計算，請釐清相關說明。		
	11. 有關報告書第 4-56 頁，有關節能減碳效益指標，針對車輛數計算建議更新至最新日期；另 3. 的項目標題有錯字”爛”，再請更正為”欄”，”CO2”請更正為”CO ₂ ”。	(1)車輛數計算已更新至 113 年 12 月，減碳效益結果更新於報告書第 4-58 頁。 (2)內容誤植部分已更正於報告書第 4-58 頁。	同意
	12. 有關報告書 4.2.2 節及簡報第 45 頁，說明 AI 預測能耗結合排程充電可減少充電量 26.7%及充電時間 28.0%，從數據結果看起來非常顯著，運研所推動的電動大客車智慧充電管理系統案，已可達到具體成本節省效益，再請補充說明本計畫與智慧充電案兩案作法之差異。	本計畫主要運用充電場域包括行駛路練、靜態發車班表、車輛能耗等小規模營運資料測試分析 AI 能耗預測結果規劃結合排程充電對於充電量及充電時間之效益；運研所推動電動大客車智慧充電管理系統案，為結合充電場域長時間資料累積分析與動態班表彈性調整計算之結果。	同意
臺北市 公共運輸處 (書面意見)	5. 有關報告書第 4-56 頁，本計畫於 4.1.6 節已提出節能減碳計算指標，並於附件 4-6 說明因電價計算受尖離峰時段、限電區域及油價浮動影響，暫不納入參數；惟建議可擇一已分析之案例進行試作，俾了解節能減碳指標應如何運用，亦可透過該案	感謝委員建議，本計畫節能減碳效益指標計算主要引用交通部運研所出版之交通建設計畫經濟效益評估手冊內容進行估算，惟該手冊目前亦尚未納入有關電車電價費率相關資訊，電價資訊亦須透過客運業者實務營運蒐集取得，現	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
	例說明尖離峰電價、限電等參數會對結果(效益)帶來影響，使報告書更為完整。	階段較難有合理的假設計算依據，建議未來配合該經效手冊更新，持續更新節能減碳計算指標內容。	
	6.有關報告書第 4-77 頁，圖 4.2.5 的檢核邏輯，須確認「前一班次回場站是否為限電時段」，若為限電時段須再向前回推於非限電時段補電，惟該邏輯是否意味公車業者須事前輸入一日的完整班表，始得進行檢核？倘某班次耗電情形超出預期，應如何應用該流程修正排班規劃，又倘超出預期用電之班次恰發生在 SOC 較低的情境下，應用該流程是否易有不可行解，此時是否應作跨車輛的支援？建請參考以上實務問題，以使流程圖更完備。	感謝委員建議，本節內容主要在分析應用 AI 能耗預測模型，結合排班調度及充電排程之效益，圖 4.2.5 主要為說明在本計畫效益分析之假設情境下(即避免於尖峰時段充電、班次運行結束需高於安全電量、充電僅滿足最低排班所需電量等)所計算之效益成果，實務上如超出預期班次耗電，在駕駛、班次調度的限制下，多於尖峰時段直接補電以因應發班需求，實務應用上確實有不同的考量與應用分析，因此為無法預期之狀況，故未納入分析計算邏輯中。	同意
	7.有關報告書第 6-3 頁，針對平臺蒐集數據回饋政府及業者端作為政策檢討與營運管理參考一節，建議於本報告可檢討得開放之項目、對象(如部分業者應認為某些營運資料具機密性)，並確認資料相容	感謝委員建議，料開放涉及主管機關以外之第三方單位，建議由平臺主管機關主辦，研議資料開放項目及資料相容性等議題，確保研議內容符合實務運作。	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
	性，避免產生介接資料遺漏議題。		
中華民國 公共汽車 客運商業 同業公會 全國聯合會 (書面意見)	5.圖 3.3.1 有將電動大客車營運數據分析指標調整架構列出，並以關切議題、議題應用限制及指標應用等逐項列出，後續各章節中也逐項將此些指標應用運用於案例分析中，建議在開發完各項指標及應用後，綜整所開發指標所對應之議題是否相符、相關問題是否有被解決，以及業者在實務操作時該如何加以應用，讓所開發之功能能確切運用於實務上。	依本計畫建立之營運指標與應用情形，彙整為電動大客車營運數據分析指標與應用建議，提供業者做為指標實務操作應用參考，內容整理於報告書附錄四。	同意
	6.計畫所呈現之成果，多數均將各車輛產出之數值列於圖中，再以敘述方式說明其中關係，然而，部分分析內容過於直觀，如僅透過圖說就下定結論稱其差異不大，建議應透過統計分析以客觀的方式驗證其關係後，再做結論為宜。例如：R1、R2、R3 路線用電效率分析(報告書第 4-5 至 4-6 頁)、R5 路線用電效率分析(報告書第 4-9 頁)、R8 路線用電效率分析(報告書第 4-11 頁)、R8 路線各電量區	受限於報告本文篇幅，本計畫較多之統計分析表格放置於附錄二，如附 2-4、附 2-5、附 2-8、附 2-9、附 2-12 頁、附 2-13、附 2-16、附 2-17、附 2-21、附 2-23 頁，針對 R1~R3、R5、R8 之各車輛於各季之用電效率變化比率進統計分析，可透過對照變化比率分析，探討用電效率差異性；R8 路線各電量區間平均可行駛公里數亦可參照附 2-34、2-35 頁，本計畫亦於表格內標示可行駛公里數較低之車	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
	間平均可行駛公里分析 (報告書第 4-26 頁)等。	輛、區間。	
	7.有關進行能耗 AI 預測 模型應用部分，圖 4.2.8 至圖 4.2.10 縱軸充 電量最大量度應一致， 才能就三圖充電量的多 寡進行比較。	遵照辦理，已更新圖 4.2.10 之縱軸充電量最大 量度，請參閱報告書第 4-82 頁。	同意
本所運輸 安全組 (書面意見)	3.簡報 15 頁可知目前 1,876 輛、報告書 4-53 頁 4.1.5 節 1.分析標的 可知目前有 529 座充電 樁，未來 6 年需擴展為 12,170 輛是現行的 5.4 倍，因交通部補助公車 業者購置車輛，但充電 樁建置之拉接電力成本 仍高，建議經濟部或臺 電公司未來可補助公共 運輸充電樁接電或提供 公車業者最佳共享計畫 方案，並設置大客車共 享充電區，促進電動公 車推動。	感謝委員建議，相關建 議補充納入報告書第 6-5 頁。	同意
	4.因公車路線採定班定線 服務，經常受到民意加 密班次，長時間營運狀 態，未來確實需更佳電 池性能，以增進續航 力，促進電動公車推 動。建議除大客車製造 廠商外，亦應鼓勵大客 車電池廠商共同協作精 進大客車電池效率(續 能)與降低成本，促進 電動公車推動。	感謝委員建議，相關建 議補充納入報告書第 6-5 頁。	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
	5.請說明不同車廠所用不同電池的壽命預估年限為幾年？是否能有具體的評估提供市場需求參考。	本計畫與業者交流過程，初步掌握部分車廠與客運業者採購合約之車輛動力電池設定以6年為保固年限，並設定性能保固的條件，惟相關資料非本計畫蒐集研究範圍，無相關具體評估資訊可供具體參考。	同意
本所運輸計畫及陸運組 (書面意見)	3.針對未來之應用，可再思考係繼續由主管機關維運平臺與蒐集資料，或移轉給車商與客運業者自行維運和保管資料，畢竟車輛的狀況和電池的健康程度，應是車商要向使用者(客運業者)負的責任，但不一定是政府一定要蒐集保有的資料，故此這樣的平臺，若回歸單純的商業模式運作，可能比較有利於未來的推廣和永續的維運，綜上，建議思考這個平臺和資料蒐集分析機制，以及需要繼續由政府投入資源維護到什麼程度。	感謝委員建議，認同電池健康或電池安全性等議題應回歸業者端管理，惟依現階段電動大客車補助作業要點規定，業者應將資料傳輸至公路局維運平臺，同時考量目前仍為電動大客車導入初期階段，平臺累積資料仍具應用分析價值，可提供政府政策檢討與業者營運調度相關參考建議，未來資料維運權責議題建議回歸由平臺主管機關統籌規劃。	同意
本所運輸科技及資訊組 (書面意見)	1.有關本計畫所完成之各項視覺化分析成果(車輛用電效率、低電量追蹤、充電車位利用率、充電車位利用率等指標等)，可提供主管機關督導客運業者建立電動大客車營運管理指標追	針對本計畫營運管理指標分析方法、分析成果與應用建議，彙整於報告書錄四，提供相關單位參考應用。	同意

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	主辦單位 審查意見
	蹤機制，以維持電動大客車車隊營運穩定，爰請研究團隊應確實於定稿報告中詳細說明各項指標之分析與應用方法，以利主管機關與客運業者參採應用。		
主席結論	6.建議於定稿報告結論歸納計畫執行過程所面對的資料分析限制(如資料傳輸完整性、準確性等)，以提供未來應用單位參考掌握。	遵照辦理，已於報告書第 6-3 頁補充相關說明。	同意
	7.本計畫期末審查原則通過，請研究團隊依據與會委員所提意見進行檢討修正，並製表整理回覆辦理情形，納入定稿報告附錄。另請研究團隊於本(113)年 12 月 20 日(星期五)前提交期末報告修正定稿，以利辦理本計畫結案程序。	遵照辦理。	同意
	8.建議研究團隊完整說明本計畫在電動大客車數據分析應用之貢獻與延伸價值，如提升用電效率/充電管理的分析論證、支持客運業者適車適用的實際營運作為，以及不同分析面向(如業者面、政策面、社會面)的應用價值與落地建議，請團隊將上開說明納入本案最終出版報告。	感謝主席建議，已於報告書第 6-4 頁補充相關說明。	同意