111-076-5500
MOTC-IOT-107-IEB017

我國電動大客車推動策略規劃與自動輔助駕駛技術導入初探

交通部運輸研究所

中華民國 111 年 11 月

111-076-5500
MOTC-IOT-107-IEB017

我國電動大客車推動策略規劃與自動輔助駕駛技術導入初探

著者：陳柏君、林幸加、溫蓓章、宋彥青、曹晉瑜、廖建韋
黃品慈、陳其華、吳東凌、陳國岳

交通部運輸研究所

中華民國 111 年 11 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

我國電動大客車推動策略規劃與自動輔助駕駛技術導入初探/陳柏君, 林幸加, 溫蓓章, 宋彥青, 曹晉瑜, 廖建韋, 黃品慈, 陳其華, 吳東凌, 陳國岳著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運輸研究所, 民111.11

面 ; 公分

ISBN 978-986-531-434-7(平裝)

1.CST: 大眾運輸 2.CST: 公車 3.CST: 運輸管理 4.CST: 自動控制

557 111018249

我國電動大客車推動策略規劃與自動輔助駕駛技術導入初探

著　　者：陳柏君、林幸加、溫蓓章、宋彥青、曹晉瑜、廖建韋、黃品慈、陳其華、吳東凌、陳國岳
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 111 年 11 月
印 刷 者：全凱數位資訊有限公司
版(刷)次冊數：初版一刷 57 冊
本書同時登載於交通部運輸研究所網站
定　　價：740 元
展 售 處：
交通部運輸研究所運輸資訊組・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 臺中市中區中山路 6 號•電話：(04)2226-0330

GPN：1011101782　　ISBN：978-986-531-434-7 (平裝)
著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）
本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

<table>
<tr><td colspan="4">出版品名稱：我國電動大客車推動策略規劃與自動輔助駕駛技術導入初探</td></tr>
<tr><td>國際標準書號（或叢刊號）
ISBN978-986-531-434-7(平裝)</td><td>政府出版品統一編號
1011101782</td><td>運輸研究所出版品編號
111-076-5500</td><td>計畫編號
107-IEB017</td></tr>
<tr><td>本所主辦單位：運輸資訊組
主管：吳東凌
計畫主持人：陳其華(前主管)
研究人員：吳東凌、陳國岳
聯絡電話：(02)2349-6881
傳真號碼：(02)2717-6381</td><td colspan="2">合作研究單位：鼎漢國際工程顧問股份有限公司
計畫主持人：陳柏君
研究人員：林幸加、溫蓓章、宋彥青、
曹晉瑜、廖建韋、黃品慈
地址： 臺北市信義區松山路 130 號 5 樓
聯絡電話：(02)2748-8822</td><td>研究期間
自 107 年 05 月
至 107 年 12 月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：電動大客車；市區公車；示範計畫；自動輔助駕駛技術</td></tr>
<tr><td colspan="4">摘要：
為落實推動環境永續發展與綠色運輸之理念，在行政院 2030 年我國 1 萬輛市區公車全面電動化政策目標下，研訂我國電動大客車結合自動輔助駕駛技術之推動期程與策略。本計畫主要目的在於配合國內電動大客車推展政策，蒐集國內外電動大客車發展狀況，對我國營運中電動大客車進行盤點以了解營運現況，針對電動大客車特性，規劃示範計畫俾利後續掌握關鍵議題，並藉由探討國外自動輔助駕駛發展現況與關鍵技術，在 2030 年我國 1 萬輛市區公車全面電動化政策目標下，分析電動大客車結合自動輔助駕駛輔助技術之發展情境及研擬推動策略。本研究成果除可作為我國後續推動電動大客車政策之參考依據，提升國內電動大客車產業技術水準與自主性，並提供國內公共運輸業者更安全與更可靠的多元運輸工具的選擇性，進而讓民眾享受更高品質的公共運輸服務。本計畫藉由回顧國外電動大客車與自動輔助駕駛技術之發展經驗，與國外專家進行交流訪問，掌握國外發展趨勢；同時訪談國內電動大客車製造商、關鍵零組件廠商、客運業者及政府單位，探討國內現行市區公車經營環境，與國內電動大客車產業發展與使用狀況，引進國際先進技術並整合國內研發資源，規劃車隊示範計畫、研擬電動大客車結合自動輔助駕駛技術之推廣計畫及推動策略，同時訂定績效評估機制並召開推動策略座談會，以確認推動策略與目標之可行性，做為我國後續推動電動大客車政策之參考依據。</td></tr>
</table>

出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
111 年 11 月	620	740	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：1. 本研究之結論與建議不代表交通部之意見。
2. 本研究係使用交通部公路總局經費辦理。

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS

INSTITUTE OF TRANSPORTATION

MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: A Study on the Strategies for Phasing-in Electric Buses and Preliminary Review of Advanced Driver Assistance System in Taiwan

ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
ISBN 978-986-531-434-7 (pbk.)	1011101782	111-076-5500	107-IEB017

DIVISION: Information System Division
DIVISION DIRECTOR: Dong-Ling Wu
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chi-Hua Chen
PROJECT STAFF: Dong-Ling Wu, Yueh-Chen Kuo
PHONE: +886-2-23496881
FAX: +886-2-27176381

PROJECT PERIOD

FROM May 2018
TO December 2018

RESEARCH AGENCY: THI Consultants inc.
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Po-Chun Chen
PROJECT STAFF: Hsin-Chia Lin, Pei-Chang Wen, Yen-Ching Sung, Chin-Yu Tsao, Chien-Wei Liao, Pin-Tzu Huang
ADDRESS: 5F, No. 130, Sungshan Rd., Taipei, Taiwan, ROC, 11090
PHONE: +886-2-27488822

KEYWORDS: Electric Bus; city bus; demonstration project; Advanced Driver Assistance System

ABSTRACT:

In pursuing sustainable development and promoting green transportation, the Government set a goal to replace 10,000 local city buses with electric ones by 2030. The schedule and strategy for promoting electric buses in combination with automatic assisted driving technology in Taiwan are currently being explored. The objectives of this study are to collect information on the development status of electric buses in Taiwan and overseas in accordance with the local bus development policy, to conduct an inventory of electric buses in operation in Taiwan to understand the current operating situation, and to plan a demonstration to understand the key issues and characteristics of electric buses. By studying the current situation and key technologies in the development of advanced driver assistance systems in foreign countries, we will analyze the state of development of electric buses combined with advanced driver assistance system technology and develop promotional strategies to reach the goal of 10,000 electric city buses in Taiwan by 2030. The research results of this study will serve as a reference for the subsequent promotion of electric buses in Taiwan, enhance the technical level and autonomy of the local electric bus industry, and provide safer and more reliable transportation options for domestic public transport operators. This will allow the public to enjoy better public transport services. The proposed plan will also review the experience in developing electric buses and automatic assisted driving technology in foreign countries, and conduct interviews with foreign experts to better understand the current trends. Interviews with domestic electric bus manufacturers, key component manufacturers, passenger transport operators, and government agencies will also be conducted to explore the current operating environment of buses in the domestic market and the development and use of electric buses in Taiwan, introduce advanced international technologies and integrate domestic R&D resources, plan fleet demonstration projects, and develop promotion plans and strategies for electric buses combined with automatic assisted driving technology. A performance evaluation mechanism will be established and seminars on promotion strategies will be held to confirm their feasibility, which will serve as a reference for Taiwan's subsequent policies on promoting electric buses.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE
November 2022	620	740

1. The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.

2. The budget of this research project is contributed by Directorate General of Highways, MOTC.

目 錄

第一章 緒論 1-1
1.1 計畫背景與目的 1-1
1.2 研究內容與工作項目 1-2
1.3 研究範圍與對象 1-4
1.4 研究流程 1-5
第二章 文獻回顧 2-1
2.1 電動大客車技術發展概況 2-1
2.1.1 電動大客車動力型式 2-1
2.1.2 電池種類與特性 2-4
2.1.3 充放電技術型式 2-7
2.2 國外電動大客車發展現況 2-11
2.2.1 國外電動大客車產業發展與技術規格 2-11
2.2.2 國外電動大客車推動方式 2-49
2.3 電動大客車自動輔助駕駛發展趨勢 2-90
2.3.1 自動駕駛等級分類及相關技術 2-90
2.3.2 國內外電動大客車自動輔助駕駛發展狀況 2-100
2.3.3 智慧化車隊管理技術發展 2-205
2.4 國內電動大客車營運概況 2-208
2.4.1 各縣市電動大客車數量與分布 2-208
2.4.2 現況電動大客車車款廠牌統計 2-212
2.5 國內電動大客車前期規劃與相關法規 2-214
2.5.1 國內前期推動作法 2-214
2.5.2 前期相關電動大客車研究回顧 2-219
2.5.3 國內電動大客車相關製造與安全法規 2-232
2.6 小結 2-236
2.6.1 國內外電動大客車發展比較分析 2-236

2.6.2 國內外自動輔助駕駛與智慧化應用趨勢 2-239
第三章 國內市區公車經營環境與電動大客車現況分析 3-1
3.1 市區公車資料蒐集項目與內容 3-1
3.2 市區公車營運路線分析 3-1
3.2.1 路線里程(單程) 3-1
3.2.2 車輛每日行駛里程 3-3
3.2.3 站間距 3-8
3.3 市區公車調度場站概況 3-9
3.3.1 調度場站之區位分布 3-9
3.3.2 核定停車輛數 3-11
3.3.3 調度場站用電量初估 3-12
3.4 國內電動大客車產業現況 3-16
3.4.1 車輛技術規格彙整 3-16
3.4.2 現況產業探討 3-24
3.5 國內電動大客車使用經驗狀況 3-43
3.5.1 使用經驗訪談 3-43
3.5.2 使用狀況蒐集項目與內容 3-45
3.5.3 營運數據分析 3-46
3.6 關鍵課題分析 3-72
第四章 電動大客車推廣計畫策略研擬 4-1
4.1 縮小使用成本差距對策 4-1
4.1.1 相關文獻評析 4-1
4.1.2 購車與營運補助之建議 4-10
4.2 績效運籌租賃模式制度 4-13
4.3 充電場站設置之法律規範探討 4-18
4.4 結合自動輔助駕駛技術發展策略 4-33
4.5 市區公車電動化推廣計畫構想 4-40
4.5.1 發展願景與目標 4-40
4.5.2 預期效益 4-43

4.5.3 分期推動構想 4-46
4.5.4 發展策略與作法 4-47
4.5.5 推動機制與經費需求 4-55
4.5.6 跨部門推動小組作業 4-57
第五章 電動大客車示範計畫規劃 5-1
5.1 示範計畫執行目的 5-1
5.2 示範計畫目標訴求 5-1
5.3 示範路線動力型式與組成 5-2
5.4 示範運作架構 5-3
5.5 示範計畫補助內容 5-9
5.6 執行計畫期程、流程與預算 5-11
5.7 排班調度管理規劃原則 5-15
5.8 示範計畫資料蒐集項目與方式規劃 5-19
第六章 結論與建議 6-1
6.1 結論 6-1
6.1.1 國內外電動大客車推動現況與課題 6-1
6.1.2 推廣計畫議題評析 6-5
6.1.3 市區公車電動化推廣計畫構想 6-6
6.1.4 電動大客車示範計畫導入 6-10
6.2 後續推動建議 6-10
6.2.1 推廣計畫後續建議事項 6-10
6.2.2 結合自動輔助駕駛技術推動 6-12

參考文獻

附件一　調度場站與供電估算表
附件二　國內電動大客車廠及零組件技術單位交流紀錄
附件三　專家座談會會議紀錄
附件四　國內相關產業單位交流紀錄

附件五　客運業者與地方政府訪談紀錄
附件六　專家顧問訪談紀錄
附件七　國外電動大客車車廠交流紀錄
附件八　期中報告審查意見回覆表
附件九　期末報告審查意見回覆表

表 目 錄

表 1.3-1 本計畫研究對象類別屬性 1-4
表 2.1-1 不同動力來源之車種說明表 2-2
表 2.1-2 各能源動力之大客車比較表 2-4
表 2.1-3 電動車電池技術類型彙整表 2-5
表 2.1-4 電池能量密度範圍 2-5
表 2.1-5 電動公車充電型式與營運模式 2-6
表 2.1-6 電動大客車常見能源補充形式比較表 2-8
表 2.1-7 國際電動汽車充電介面規格-交流充電 2-9
表 2.1-8 國際電動汽車充電介面規格-直流充電 2-10
表 2.2-1 歐洲主要國家電動大客車數量(2015 與 2018 年) 2-13
表 2.2-2 歐盟 2018 年採購純電池大客車 2-14
表 2.2-3 歐盟電動車輛發展藍圖 2-14
表 2.2-4 倫敦大客車特性(車齡與動能技術，2017 年 9 月) 2-15
表 2.2-5 英國倫敦純電動大客車數量與技術規格整理(2017 年 9 月) 2-16
表 2.2-6 美國純電池大客車應用推進 2-22
表 2.2-7 美國純電池大客車代表性車隊特徵 2-23
表 2.2-8 洛杉磯純電動大客車與天然氣公車規格比較 2-26
表 2.2-9 Proterra 購車方案財務成本比較 2-29
表 2.2-10 美國車廠代表性客戶：New Flyer(2014 年) 2-32
表 2.2-11 日本電動大客車開發主體與運行都市-大型客車 2-34
表 2.2-12 日本電動大客車開發主體與運行都市-中型客車 2-34
表 2.2-13 日本電動大客車實際營運案例 2-35
表 2.2-14 日野電動中型大客車規格特徵 2-36
表 2.2-15 Toyota SORA 氫燃料電池公車規格表 2-37
表 2.2-16 中國大陸新能源汽車技術與市場目標 2-39

表 2.2-17 中國大陸不同能源技術大客車出廠量(2014 年-2018 年 8 月)..... 2-40
表 2.2-18 中國大陸主要電動大客車廠產品技術類型統計 2-43
表 2.2-19 中國大陸主要電動大客車廠關鍵配套廠商統計 2-44
表 2.2-20 歐洲電動大客車應用型態與思維之轉進 2-50
表 2.2-21 歐盟 ZeEUS 核心示範計畫：持續運行案例..... 2-54
表 2.2-22 歐盟 ZeEUS 核心示範計畫：未持續運行案例..... 2-55
表 2.2-23 英國低排公車(LEB)計畫衡量指標與配分(2015 年 3 月)..... 2-56
表 2.2-24 美國電動大客車導入相關之聯邦補助政策 2-60
表 2.2-25 各州或地方政府申請純電公車補助計畫彙整 2-62
表 2.2-26 美國聯邦 LoNO 計畫衡量與評比重點 2-63
表 2.2-27 紐約導入電動大客車之三階段構想 2-67
表 2.2-28 紐約市純電公車合約金額：Proterra (phase1) 2-70
表 2.2-29 日本「低公害車普及促進對策費補助金」-公車(2013 年) 2-73
表 2.2-30 中國大陸針對電動大客車之中央財政補貼標準(2017 年-2018 年)..... 2-82
表 2.2-31 深圳市電動大客車之營運服務模式比較 2-85
表 2.2-32 深圳市新能源公車補貼 2-87
表 2.2-33 深圳市市區電動公車營運補貼(2015-2019 年) 2-88
表 2.2-34 深圳市充電設施補貼標準 2-89
表 2.3-1 自動駕駛等級、特性及相關技術彙整 2-93
表 2.3-2 國外自動駕駛資料庫比較 2-114
表 2.3-3 國外自動駕駛測試案例 2-151
表 2.3-4 國內自動駕駛測試案例 2-154
表 2.3-5 我國與歐盟駕駛輔助系統法規對照 2-190
表 2.3-6 加州、佛羅里達州、密西根州自駕車測試法規重點 2-193
表 2.3-7 自駕車研究相關法條 2-195
表 2.4-1 國內電巴行駛路線 2-208

表 2.4-2 國內各縣市電巴數量 2-210
表 2.4-3 客運業者使用之車輛廠牌數量 2-212
表 2.5-1 國內電動大客車相關補助政策一覽表 2-217
表 2.5-2 國內電動及柴油大客車補助政策比較表 2-218
表 2.5-3 前期研究彙整之電動大客車各路線異常次數與妥善率一覽表 .. 2-220
表 2.5-4 前期研究彙整之電動大客車各年度整體妥善率 2-221
表 2.5-5 前期研究彙整之各路線平均用電效率彙整 2-222
表 2.5-6 前期研究彙整之各廠牌車輛平均用電效率 2-223
表 2.5-7 前期研究彙整之各車型續航里程推估 2-223
表 2.5-8 前期研究蒐集柴油與電動大客車間成本差異顯著項目 2-224
表 2.5-9 前期研究彙整之柴油與電動大客車主要成本差異項目 2-224
表 2.5-10 前期研究彙整之柴油與電動大客車之每公里成本 2-225
表 2.5-11 前期研究進行財務試算之參數假設值 2-226
表 2.5-12 前期研究假設之電動大客車營運型態彙整表 2-228
表 2.5-13 該研究與人工記錄資料分析營運指標之比較 2-230
表 2.5-14 電動公車、柴油公車分年週期成本之比較 2-231
表 2.5-15 電動車輛相關國家標準統整表 2-235
表 2.6-1 國內、外電動大客車發展綜合分析 2-237
表 3.1-1 市區公車營運月報(請分月填報)..... 3-1
表 3.1-2 市區公車營運調度場站 3-1
表 3.2-1 六都市區公車路線里程(單程)一覽表 3-2
表 3.2-2 六都市區公車路線里程(單程)與班次載客數一覽表 3-3
表 3.2-3 六都市區公車路線數與車輛每日行駛里程一覽表 3-5
表 3.2-4 六都市區公車車輛數與車輛每日行駛里程一覽表 3-7
表 3.2-5 六都市區公車站間距一覽表 3-8
表 3.3-1 五都調度場站核定停車輛數一覽表 3-11
表 3.3-2 五都各行政區調度場站之核定車輛數及用電需求一覽表 3-13

表 3.4-1 國內現況電動大客車有效合格證車型 3-19
表 3.4-2 國內市售電動大客車規格-甲類 3-20
表 3.4-3 國內市售電動大客車規格-乙類 3-21
表 3.4-4 力歐新能源電動大客車規格-甲類 3-23
表 3.4-5 國內電動大客車廠比較-生產技術 3-25
表 3.4-6 國內電動大客車產業能量調查結果 3-26
表 3.4-7 國內電動大客車廠比較-車輛性能與運行 3-28
表 3.4-8 國內電動大客車廠比較-保固及後勤支援 3-29
表 3.4-9 國內車廠各部件國產化項目 3-30
表 3.4-10 國內電動大客車廠相關意見與建議 3-31
表 3.4-11 零組件技術開發整合單位意見綜整 3-32
表 3.4-12 第一次專家座談會意見綜整 3-33
表 3.4-13 第二次專家座談會意見綜整 3-35
表 3.4-14 電動大客車運行經驗與發展趨勢高峰論壇結論彙整 3-37
表 3.4-15 國內自駕技術產業推動單位意見綜整 3-42
表 3.5-1 客運業者與地方政府單位經驗意見綜整 3-43
表 3.5-2 電巴基本資料 3-45
表 3.5-3 電巴車輛營運數據 3-45
表 3.5-4 充電站資料 3-46
表 3.5-5 不同客運業者之用電效率統整 3-48
表 3.5-6 各客運業者電巴之里程續航力與電池使用衰退程度 3-54
表 3.5-7 各客運業者使用電巴之累積維護成本 3-59
表 3.5-8 同車款情境比較-相同月份、不同車輛 3-60
表 3.5-9 同車款情境比較-相同車輛、不同月份 3-60
表 3.5-10 實際使用與原廠宣稱數據比較 3-61
表 3.5-11 南臺灣客運 106 年 12 月份電巴每日行駛里程 3-62
表 3.5-12 港都客運 107 年 1-9 月份充電場站營運資料 3-66

表 3.5-13 豐原客運電池使用衰退程度 3-69
表 3.5-14 唐榮車輛回廠充電之情形 3-70
表 3.5-15 不同資料來源之華德大巴用電效率差異表 3-71
表 3.6-1 關鍵課題 3-72
表 4.1-1 電動大客車與柴油大客車主要成本差異項目 4-2
表 4.1-2 柴油大客車與電動大客車之固定及變動成本比例 4-3
表 4.1-3 電動公車、柴油公車分年週期成本之比較 4-4
表 4.1-4 現行補助對縮小成本效果 4-4
表 4.1-5 103-105 年度經濟部工業局進行電動大客車營運模式分析成果 4-7
表 4.2-1 租賃模式分類 4-13
表 4.2-2 Proterra 租賃模式 4-14
表 4.2-3 電動大客車之購買和租賃之優缺點 4-16
表 4.3-1 非都市土地使用可用於充電站之設置統整表 4-19
表 4.3-2 都市計畫公共設施用地多目標使用辦法用於充電場站之建置 4-22
表 4.3-3 申請用電相關規定 4-27
表 4.3-4 臺電電價表分類表 4-29
表 4.4-1 道路環境與可應用路權分級對應關係彙整表 4-36
表 4.4-2 電動大客車智慧化與自動化建議應配備與列為評選加分項目表 4-37
表 4.4-3 電動大客車智慧化及自動化技術需求清單 4-38
表 4.5-1 市區公車肇事成本 4-45
表 4.5-2 市區公車全面電動化之量化效益 4-46
表 4.5-3 分期執行內容與權責單位 4-50
表 4.5-4 執行計畫甘特圖 4-53
表 4.5-5 電動公車汰換補助經費需求 4-56
表 5.4-1 自動化/智慧化車隊營運構想 5-7
表 5.4-2 評分項目初步規劃 5-8
表 5.5-1 示範計畫補助內容 5-10

表 5.5-2 一般型計畫補助內容 5-11
表 5.6-1 先導期(示範計畫與一般型計畫)分年經費 5-14
表 6.1-1 市區公車肇事成本 6-5
表 6.1-2 市區公車全面電動化之量化效益 6-7
表 6.3-1 分期執行內容與權責單位 6-11
表 6.3-2 執行計畫甘特圖 6-14
表 6.4-1 電動公車汰換補助經費需求 6-17

圖 目 錄

圖 1.4-1 研究流程圖 1-5
圖 2.2.1 美國零排放公車營運單位 2-19
圖 2.2.2 美國零排放公車類型 2-20
圖 2.2.3 美國大客車成長趨勢預測 2-20
圖 2.2.4 Proterra 公司快充式電動大客車 2-25
圖 2.2.5 各能源公車車體成本預測 2-26
圖 2.2.6 電動大客車電池成本預測 2-27
圖 2.2.7 感應式充電電動大客車 2-33
圖 2.2.8 Toyota SORA 氫燃料電池公車概念圖 2-37
圖 2.2.9 中國大陸新能源汽車扶持政策體系 2-38
圖 2.2.10 中國大陸純電動大客車近年出廠數量 2-41
圖 2.2.11 歐盟公共運輸電動化四大發展策略 2-49
圖 2.2.12 歐盟 ZeEUS 合作夥伴 2-51
圖 2.2.13 歐盟 ZeEUS 的參與城市地理分布 2-52
圖 2.2.14 ZeEUS 示範計畫之參與城市與車輛技術(2015 年 9 月) 2-53
圖 2.2.15 英國倫敦推動低排車輛作法 2-57
圖 2.2.16 英國低碳公車導入方法彙總 2-59
圖 2.2.17 美國加州推動低排公車作法 2-65
圖 2.2.18 美國紐約 MTA 電動公車推動組成 2-67
圖 2.2.19 紐約市純電公車營運測試路線：Proterra 2-70
圖 2.2.20 紐約市純電公車營運測試路線：New Flyer 2-71
圖 2.2-21 電動巴士導入指導手冊 2-75
圖 2.2-22 日本東京都豐島地區(池袋區域繞行)慢速中小型遊園電動車 ... 2-77
圖 2.2-23 熊本電動大客車示範計畫運行路線圖 2-78
圖 2.2-24 深圳市發展電動大客車推動歷程 2-84

圖 2.3-1 國際車輛工程師協會 SAE J3016 自動駕駛等級分類及描述性定義 2-91
圖 2.3-2 自動駕駛系統核心關鍵技術 2-97
圖 2.3-3 自動駕駛系統核心關鍵技術分類及彼此關係示意圖 2-98
圖 2.3-4 歐洲道路運輸研究諮詢委員會自動駕駛發展藍圖 2-100
圖 2.3-5 國際 ADAS 系統範疇 2-101
圖 2.3-6 國際供應商發展 ADAS 情形 2-102
圖 2.3-7 全球 ADAS 產值及產量成長趨勢 2-103
圖 2.3-8 國際 ADAS 發展趨勢 2-104
圖 2.3-9 臺灣 ADAS 供應鏈 2-105
圖 2.3-10 全球廠商 ADS 排行榜 2-106
圖 2.3-11 NVIDIA Drive Platform 網站首頁 2-108
圖 2.3-12 百度阿波羅平臺網站首頁 2-109
圖 2.3-13 Tier IV Autoware 網站首頁 2-111
圖 2.3-14 Tier IV Autoware–ROSBAG STORE 服務架構示意圖 2-111
圖 2.3-15 Carcraft 虛擬場景及模糊測試示意圖 2-112
圖 2.3-16 ATG Visualization 虛擬場景示意圖 2-113
圖 2.3-17 百度 ApolloScape 資料庫網站首頁 2-116
圖 2.3-18 「亞洲·矽谷-自動駕駛運行暨資訊整合平臺先導計畫」自動駕駛運行暨資訊整合平臺架構示意圖 2-119
圖 2.3-19 「自動駕駛感知次系統攻堅計畫」架構 2-121
圖 2.3-20 工研院研發 ITRI ADV 自動駕駛車輛外觀 2-121
圖 2.3-21 工研院自動駕駛車輛 Integrated Surrounding Sensing Subsystem 2-122
圖 2.3-22 「智慧車載資通訊技術暨服務發展計畫」全程技術藍圖 2-125
圖 2.3-23 「V2V Mandate 產品與安心服務驗證場域計畫」系統架構 2-126
圖 2.3-24 「我國智慧型運輸系統車路整合應用模式探討與先期模擬測試」之驗測場域範圍 2-130

圖 2.3-25「我國智慧型運輸系統車路整合應用模式探討與先期模擬測試」之雛型平台軟體功能架構圖 2-131
圖 2.3-26「中興新村「智慧運輸 - 車聯網」示範場域規劃建置」之計畫架構 2-132
圖 2.3-27「中興新村「智慧運輸 - 車聯網」示範場域規劃建置」之系統架構 2-133
圖 2.3-28 中興新村「智慧運輸 - 車聯網示範場域規劃建置」之實驗場域與十字路口位置 2-134
圖 2.3-29 變更高速鐵路臺南車站特定區計畫圖(配合自駕車場域) 2-136
圖 2.3-30 沙崙綠能科學城-封閉式自駕車實測場域配置圖 2-137
圖 2.3-31 沙崙綠能科學城-封閉式自駕車場域測試項目規劃示意圖 2-137
圖 2.3-32 沙崙綠能科學城-開放式自駕車場域規劃示意圖 2-138
圖 2.3-33 北士科自駕車實證場域示意圖 2-139
圖 2.3-34 北士科自駕車實證場域測試項目 2-139
圖 2.3-35 北士科自駕車實證 EZ10 導入 DSRC 設備 2-140
圖 2.3-36 北士科自駕車實證場域測試之自駕交通工具 2-141
圖 2.3-37 M-city 模擬測試場域配置圖 2-142
圖 2.3-38 M-city 模擬測試場域實景圖 2-143
圖 2.3-39 AstaZero 模擬測試場域配置圖 2-144
圖 2.3-40 中國大陸國家智慧網聯汽車(上海)試點示範區地圖 2-145
圖 2.3-41 韓國 K-city 模擬測試場域配置圖 2-146
圖 2.3-42 日本 Jtown 自動駕駛車輛評估基地配置圖 2-147
圖 2.3-43 新加坡自動駕駛發展藍圖與進度 2-148
圖 2.3-44 新加坡自動駕駛測試專區 Test bed @ One-North 2-149
圖 2.3-45 國外自動駕駛測試案例分布 2-150
圖 2.3-46 國內自動駕駛測試案例分布 2-154
圖 2.3-47 台灣大學水源校區自動駕駛電動巴士 EZ10 測試 2-156

圖 2.3-48 臺北信義路公車專用道自動駕駛電動巴士 EZ10 測試 2-158
圖 2.3-49 彰化高鐵綠廊道自動駕駛電動巴士試乘 2-159
圖 2.3-50 高雄市自動駕駛電動巴士系統試運行場域及路線 2-160
圖 2.3-51 高雄哈瑪星/駁二特區自動駕駛電動巴士試乘 2-161
圖 2.3-52 高雄亞洲新灣區自動駕駛電動巴士試乘 2-162
圖 2.3-53 高雄亞洲新灣區自動駕駛電動巴士行駛路線 2-162
圖 2.3-54 桃園農博展示國產自動駕駛電動車試乘 2-165
圖 2.3-55 臺中市水湳經貿園區範圍及細部計畫圖 2-166
圖 2.3-56 臺中市水湳經貿園區無人駕駛大巴外觀 2-168
圖 2.3-57 臺中市水湳經貿園區預計導入無人駕駛中巴示意圖 2-170
圖 2.3-58 日本自駕小型巴士試驗案例彙整 2-171
圖 2.3-59 日本 ZMP 公司研發自動駕駛車輛 RoboCar MiniVan 原型車外觀 2-173
圖 2.3-60 日本 Roboneko-Yamato 物流自動駕駛實驗案例 2-174
圖 2.3-61 日本 CarriRo® Delivery 宅配服務實證實驗案例-運具外觀 2-174
圖 2.3-62 新加坡自動駕駛發展的測試項目 2-175
圖 2.3-63 新加坡自動駕駛大巴士技術構想圖 2-176
圖 2.3-64 Volvo 7900 自動駕駛電動大巴士外觀示意圖 2-177
圖 2.3-65 達姆勒賓士 CityPilot 車輛外觀及內裝設計 2-178
圖 2.3-66 荷蘭阿姆斯特丹 CityPilot 自動駕駛大巴士測試 2-178
圖 2.3-67 達姆勒賓士 CityPilot 技術展示 2-179
圖 2.3-68 美國內華達州里諾市 Proterra Catalyst 自動駕駛大巴示意圖 ... 2-180
圖 2.3-69 韓國平昌冬奧 KT 5G 自動駕駛大巴士 2-182
圖 2.3-70 韓國首爾 KT 5G 自動駕駛大巴士 2-184
圖 2.3-71 中國深圳 Alphabus 自動駕駛巴士 2-185
圖 2.3-72 中國百度金龍 Apolong 自動駕駛巴士 2-188
圖 2.3-73 國外先進輔助駕駛法規推動狀況 2-189

圖 2.3-74 美國自駕車相關法令頒布情形 2-192
圖 2.3-75 大客車智慧化車隊管理技術發展面向 2-205
圖 2.4-1 國內甲、乙類電巴數量 2-210
圖 2.4-2 國內各縣市電巴數量統計 2-211
圖 2.4-3 國內各縣市電動大客車營運分布圖 2-211
圖 2.4-4 國內電動大客車車款廠牌統計 2-213
圖 2.5-1 前期研究彙整之電動大客車整體妥善率趨勢 2-221
圖 3.2-1 六都市區公車路線里程(里程)占比圖 3-2
圖 3.2-2 六都市區公車路線里程(單程)與班次載客數分布圖 3-4
圖 3.2-3 六都市區公車路線數與車輛每日行駛里程占比圖 3-6
圖 3.2-4 六都市區公車車輛數與車輛每日行駛里程占比圖 3-6
圖 3.2-5 六都市區公車站間距占比圖 3-8
圖 3.3-1 臺北市、新北市及桃園市調度場站與核定停車輛數分布圖 3-10
圖 3.3-2 臺南市及高雄市調度場站與核定停車輛數分布圖 3-10
圖 3.4-1 大客車車輛型式安全審驗作業流程 3-16
圖 3.4-2 唐榮車輛科技智慧電動車 E 控管理系統畫面 3-27
圖 3.5-1 各客運業者使用唐榮大巴之用電效率分析 3-50
圖 3.5-2 各客運業者使用華德大巴之用電效率分析 3-50
圖 3.5-3 各客運業者使用華德中巴及唐榮中巴之用電效率分析 3-51
圖 3.5-4 各客運業者使用凱勝大巴之用電效率分析 3-51
圖 3.5-5 各客運業者使用總盈金龍電巴之用電效率分析 3-52
圖 3.5-6 各客運業者使用唐榮大巴之電池殘餘容量分析 3-56
圖 3.5-7 各客運業者使用華德大巴之電池殘餘容量分析 3-56
圖 3.5-8 各客運業者使用華德中巴及唐榮中巴之電池殘餘容量分析 3-57
圖 3.5-9 各客運業者使用凱勝大巴之電池殘餘容量分析 3-57
圖 3.5-10 各客運業者使用總盈金龍之電池殘餘容量分析 3-58
圖 3.5-11 南臺灣客運 106 年 12 月份不同廠牌之電巴發車妥善率分析 3-64

圖 3.5-12 南臺灣客運 106 年 12 月份不同廠牌之電巴行駛里程分析 3-64
圖 3.5-13 港都客運不同充電場站之用電效率趨勢圖 3-68
圖 3.5-14 港都客運不同充電場站之發車妥善率趨勢圖 3-68
圖 3.5-15 不同年期唐榮車輛之用電效率比較 3-70
圖 4.1-1 104 年計畫之分階段推動構想藍圖（草案） 4-9
圖 4.1-2 分階段創新採購草案 4-10
圖 4.3-1 申請用電事項處理流程 4-28
圖 4.3-2 新增設用戶用電設備檢驗流程圖 4-28
圖 4.3-3 臨時性減少用電措施流程圖 4-31
圖 4.4-1 我國未來電動大客車結合自動輔助駕駛技術之目標與策略架構 4-33
圖 4.4-2 我國未來電動大客車結合自動輔助駕駛技術之策略執行程序 4-34
圖 4.4-3 自動駕駛電動大客車自動化智慧化推動時程 4-34
圖 4.5-1 發展願景、目標策略與預期效益 4-41
圖 4.5-2 分期推動重點與車隊規模 4-43
圖 5.2-1 示範計畫目標訴求 5-2
圖 5.4-1 示範計畫運作架構 5-3
圖 5.4-2 示範期間 5-4
圖 5.4-3 示範計畫申請團隊結構 5-5
圖 5.6-1 示範計畫期程 5-13
圖 5.7-1 排班調度管理規劃原則 5-18
圖 5.8-1 智慧營運監控平台資料蒐集規劃 5-19
圖 6.1-1 我國未來電動大客車結合自動輔助駕駛技術之目標與策略架構…6-3

第一章 緒論

1.1 計畫背景與目的

行政院 103 年 10 月 1 日修訂第 2 階段「智慧電動車輛發展策略與行動方案」，並結合經濟部、交通部及環保署推動電動大客車，以落實低碳島政策。106 年 12 月行政院為改善空氣汙染，已經宣布於 2030 年前將 1 萬輛市區公車將全面電動化。

目前電動大客車於國際上屬於發展中產品，應用限制較多，除中國大陸直接推動外，歐美等汽車技術先進國家均由公部門規劃基礎設施、選擇合適路線，以示範車隊方式進行長時間經營，以了解電動大客車特性，蒐集實際數據供客運業者及電動大客車製造業者參考，進行生命週期評估並據以研擬後續推動時程與政策，結合政府、客運業者以及電動大客車製造商共同推展。

我國最新發布修正「車輛安全檢測基準」，自 108 年起陸續要求新型式及所有型式大型車(包含大客車)，須符合車道偏離輔助警示系統(LDWS)及緊急煞車輔助系統(AEBS)規定。目前世界趨勢顯示未來汽車產業創新，9 成將由 ICT 與電子科技發起，汽車電子成為汽車產業持續進步的關鍵。我國擁有全世界頂尖的 ICT 產業，如能由政府目前電動大客車的推行提供平台，建立我國 ICT 產業自動輔助駕駛技術能量，可促使我國產業升級以及透過自動輔助駕駛技術應用，提供更安全優質的公共運輸服務。

為此，本計畫主要目的在於配合國內電動大客車推展政策，蒐集國內外電動大客車發展狀況，對我國營運中電動大客車進行盤點以了解營運現況，針對電動大客車特性，規劃示範計畫俾利後續掌握關鍵議題，並藉由探討國外自動輔助駕駛發展現況與關鍵技術，在 2030 年我國 1 萬輛市區公車全面電動化政策目標下，分析電動大客車結合自動輔助駕駛輔助技術之發展情境及研擬推動策略。本研究成果除可作為我國後續推動電動大客車政策之參考依據，提升國內電動大客車產業技術水準與自主性，並提供國內公共運輸業者更安全與更可靠的多元運輸工具的選擇性，進而讓民眾享受更高品質的公共運輸服務。

1.2 研究內容與工作項目

1. 蒐集國外電動大客車及自動輔助駕駛發展現況與趨勢

(1) 蒐集至少包括歐洲、美國以及中國大陸電動大客車以及自動輔助駕駛發展現況，至少包含產業投入狀況、測試場域規劃、自動輔助駕駛法規、最新技術發展狀況、基礎環境建置、各項技術規劃期程以及補貼制度與政府未來規劃。

(2) 針對電動大客車發展趨勢，至少蒐集美國、歐洲及中國大陸發展狀況，並就所蒐集之資料，進行與我國社經情況、產業、車輛品質以及交通狀況之比較分析，另至少訪問 2 家以上歐、美、日之高端電動大客車製造商或邀請其專家至國內進行交流。

2. 蒐集國內市區公車經營環境與電動大客車發展現況

(1) 蒐集國內現行市區公車經營環境，至少包含營運路線、客運公司、行駛環境等基礎資料。

(2) 蒐集國內現行電動大客車資料，至少包含車輛母廠、規格技術、電池類別與技術、續航力、成本(含車輛購置、使用、維護與基礎設施)與保固等基礎資料。

(3) 蒐集國內電動大客車製造業者現況、未來規劃，並分別參訪國內電動大客車製造業者以及關鍵零組件業者各 3 家以上，了解電動大客車推動現況與發展經驗。

(4) 針對目前電動大客車使用狀況進行資料蒐集與訪談，至少包括臺中、桃園與高雄市客運業者與地方政府使用經驗與建議。

(5) 針對國內電動大客車產業發展，至少訪談科技部、經濟部工業局、財團法人車輛測試中心以及工業技術研究院等單位以瞭解國內產業布局。

3. 規劃電動大客車示範計畫

參考國外推動電動大客車經驗，規劃示範計畫以進行相關數據蒐集並提供產業界改良產品以及使客運業者掌握電動大客車特性，內容應至少包含：

(1) 車隊規模與不同動力車輛組成方式。

(2) 示範計畫路線規劃、場站與充電設施布設。

(3) 依據電動大客車特性進行排班與調度管理規劃。

(4) 示範計畫執行方式、預算與期程。

①提案原則規劃。

②注意事項訂定(如申請單位、申請經費、項目及方式，計畫申請、審查及核定、經費請撥及核銷程序、輔導管考等)。

③預算與期程評估。

(5) 示範計畫所應蒐集資料項目與蒐集方式規劃。

4. 電動大客車推廣計畫策略研擬

(1) 針對 2030 年市區 1 萬輛公車全面電動化目標，至少應考量包括電動大客車妥善率、全生命週期成本、補貼制度、使用環境、技術發展、經濟環境、基礎設施、國際情勢與產業布局等因素，進行各年期推廣數量規劃分析，並據以研擬推動策略。

(2) 依據所蒐集自動輔助駕駛發展現況與趨勢，分析電動大客車結合自動輔助駕駛輔助技術之發展情況及研擬推動策略。

(3) 依據所蒐集國內外電動大客車推動現況，進行探討分析，研擬縮小與柴油大客車使用成本之差距對策，以提高客運業者使用電動大客車意願。

(4) 針對不同推動制度，如現有補助制度與績效運籌模式租賃電動大客車等就政策、法令與推動成本效益等進行檢討與評估。

(5) 擬訂 KPI，以做為後續政策推動評估成效之參據。

5. 召開推動策略座談會

(1) 針對初步擬定之推動策略，邀集國內外相關產官學研等相關單位共同討論，以確認所訂推動策略與目標之可行性與務實性。

(2) 蒐集各界對於推動策略所提之建議與意見，並將其回饋至推動策略，以臻推動發展目標與策略之完善。

1.3 研究範圍與對象

1. 研究範圍

本計畫研究範圍為探討國內外電動大客車與大客車自動輔助駕駛技術發展、產業狀況、經營環境、補貼制度及政府推動規劃等面向，並參考國外發展趨勢與經驗，規劃國內電動大客車示範計畫與研擬推廣策略。

2. 研究對象

依前述工作項目及研究範圍，本計畫研究對象之屬性可劃分為電動大客車製造商、關鍵零組件廠商、客運業者及政府單位等類別，各類別對象如表 1.3-1 所示。

表 1.3-1 本計畫研究對象類別屬性

類別	對象	備註
電動大客車製造商	美國、歐洲、日本	高端製造商
	中國車商	國內使用中車輛製造商
關鍵零組件廠商	電池廠商	
	馬達廠商	
	電控廠商	
客運業者	現行電動大客車使用者	
	示範計畫對象	
政府單位	交通部	■ 政策制訂(含補貼) ■ 環境設施建置
	經濟部工業局	■ 政策制訂 ■ 技術與產業輔導
	科技部	■ 技術與產業輔導
	財團法人車輛研究測試中心	■ 車上單元檢測
	財團法人車輛安全審驗中心	■ 車輛審驗
	工業技術研究院	■ 技術與產業輔導
	地方政府	■ 經營環境建置單位 ■ 補貼單位

資料來源：本計畫彙整。

1.4 研究流程

本計畫研究流程如圖 1.4-1 所示。

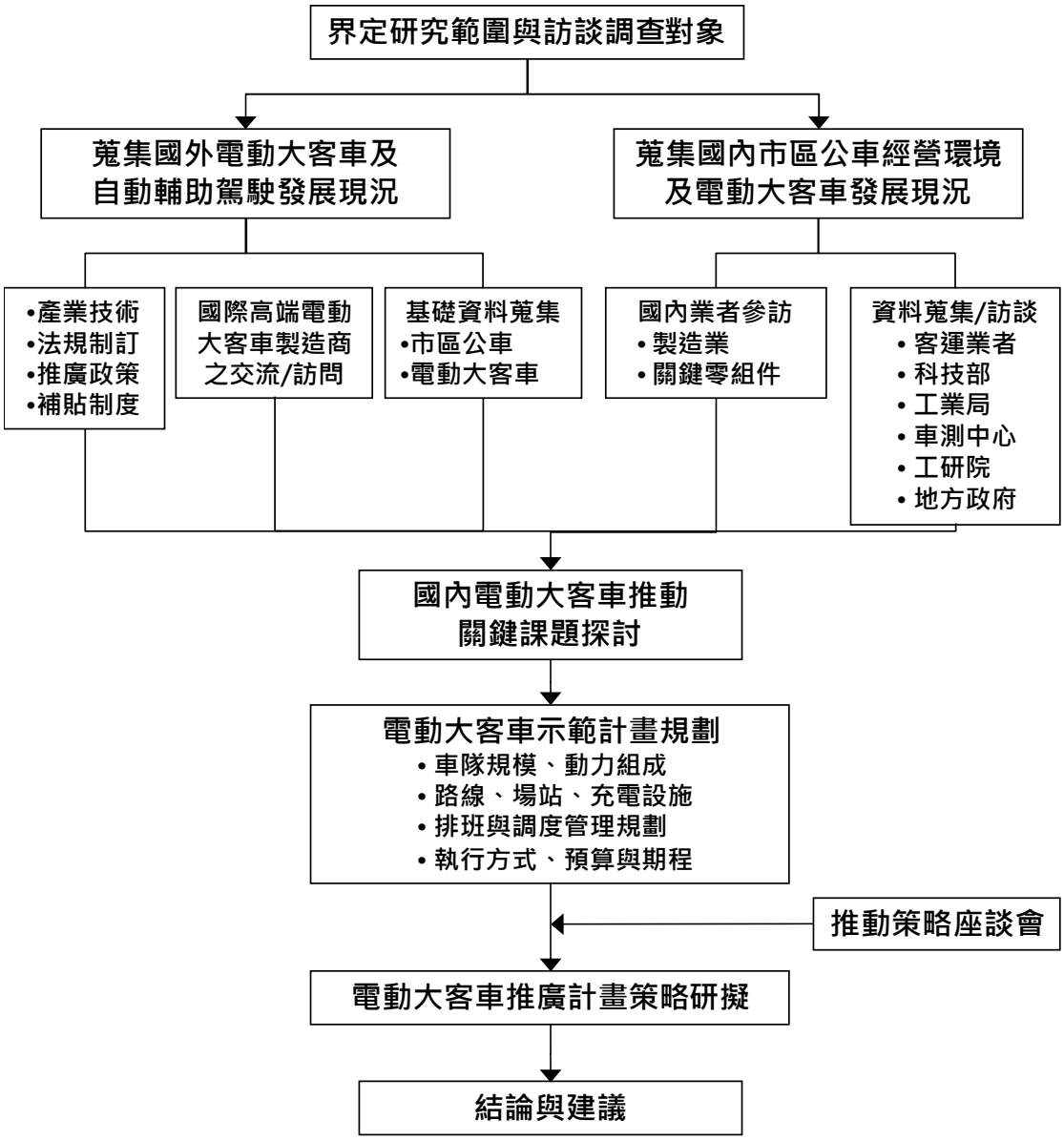

界定研究範圍與訪談調查對象
蒐集國外電動大客車及
自動輔助駕駛發展現況
蒐集國內市區公車經營環境
及電動大客車發展現況
•產業技術
•法規制訂
•推廣政策
•補貼制度
國際高端電動
大客車製造商
之交流/訪問
基礎資料蒐集
•市區公車
•電動大客車
國內業者參訪
• 製造業
• 關鍵零組件
資料蒐集/訪談
• 客運業者
• 科技部
• 工業局
• 車測中心
• 工研院
• 地方政府
國內電動大客車推動
關鍵課題探討
電動大客車示範計畫規劃
• 車隊規模、動力組成
• 路線、場站、充電設施
• 排班與調度管理規劃
• 執行方式、預算與期程
推動策略座談會
電動大客車推廣計畫策略研擬
結論與建議

圖 1.4-1 研究流程圖

第二章 文獻回顧

2.1 電動大客車技術發展概況

2.1.1 電動大客車動力型式

依據工研院(民 98)定義之電動車(Electric Vehicle)係泛指以電能為動力來源之車種，其電能來源可以是蓄電池、太陽能、燃料電池或油電混合動力等。又工研院進一步將電動車依照動力來源區分為：以蓄電池為動力來源的電動車(BEV, Battery Electric Vehicle)、採用雙動力來源的電動車(HEV, Hybrid Electric Vehicle)及燃料電池電動車(FCEV, Fuel Cell Electric Vehicle)。

另外，車安中心針對非燃油大客車能源種類核定方式摘要說明文件內容中提及，為在協助運研所執行我國電動大客車推動策略規劃與自動輔助駕駛技術導入初探一案期間，與交通部運研所呈報計畫執行進度的會議上，本所提供了車安中心對於市區公車電動化適用車輛動力來源之分類，分類原則依電能來源方式可分為純電動車(BEV)、太陽能車、增程式電動車(REEV) 及燃料電池車(FCEV)；插電式混合動力車(PHEV)可在特定條件下單獨使用電能驅動車輛，在歐盟政策中亦視為一種替代能源車輛。以下就不同動力來源，分為混合動力車及電動車，整理如表 2.1-1 所示。

表 2.1-1 不同動力來源之車種說明表

動力來源	車輛種類	能源核定	說明	驅動方式
混合動力車	燃料電池混合車(FCHV)	電能/OO	燃料電池及電動機+可充電電池及電動機兩種動力來源。與增程引擎電動系統的構造大同小異，不同的是把引擎換成燃料電池。	使用電力，但有透過燃料轉換電力之功能。
	油電混合車(HEV)	汽油(油電)	可由電池提供電力，為電動機供電直接推動車輛，也可由內燃機直接產生機械動力推動車輛，或推動發電機或電動機為電池充電，依不同行駛狀態切換動力來源。	使用燃料，但可透過內燃機發電對電池充電，再以電動機或內燃機驅動車輛。
	插電式混合動力車(PHEV)	電能/汽油	和充電式電動車一樣能靠外來電源為車輛充電，但因為是屬於混合動力系統，在缺乏電源時仍可靠內燃機引擎驅動。	使用燃料，但可透過內燃機發電對電池充電，再以電動機或內燃機驅動車輛。
電動車	純電動車(BEV)	電 能	完全由電池提供電力，為電動機供電。	電力。
	太陽能車	太陽能	使用太陽為能量來源之電動車。	太陽光。
	增程式電動車(REEV)	電能(增程)	在純電動汽車上加裝一個增程器，以內燃機引擎帶動發電機為電池充電，再經由電池提供電力，為電動機供電。	使用電力，但有透過燃料增程之功能。
	燃料電池車(FCEV)	電能(OO)	主要透過氧或其他氧化劑進行氧化還原反應，把燃料中的化學能轉換成電能的發電裝置。最常見的燃料為氫。	使用電力，但有透過燃料轉換電力之功能。

資料來源：財團法人車輛安全審驗中心(民 107)安全審驗之能源種類核定原則。

陳品潔、張學孔(民 101)將電動車分類為：電池電動車(Battery Electric Vehicle)、混合動力車(Hybrid electric vehicle)、太陽能車(Solar vehicle)、燃料電池車(FCEV, Fuel cell electric vehicle)及無軌電車(Trolley)等，以下就目前大客車市場主流之電池電動大客車、油電混合式大客車、燃料電池大客車及無軌電車特性進行說明。

1. 電池電動大客車(Battery Electric Bus)

又稱純電動大客車，指電力來源為蓄電池，並使用電池電力讓馬達驅動車輛之大客車，另依據呂學隆(民 107)整理，當中又可分為長程充電式、中程淺充式、短程快充式、換電式與增程式。

2. 油電混合式大客車(Hybrid Electric Bus)

電力來源為蓄電池，並透過車上內燃機發電之大客車。若內燃機之動力無直接輸出至車輪，只使用電力讓馬達驅動車輛，則為串聯式油電複合動力大客車(Series Hybrid Electric Bus)；若內燃機與馬達透過動力整合分配機構可同時驅動車輛，則稱為並聯式油電複合動力大客車(Parallel Hybrid Electric Bus)。

3. 燃料電池大客車(Fuel Cell Electric Bus)

電力來源為蓄電池，並透過車上燃料電池發電，透過電力讓馬達驅動車輛之大客車(燃料電池並非蓄電裝置而為發電裝置，主要結構是一層合成電極膜，藉由氫和負極接觸後釋放出電子，產生電能；剩下的氫離子則到正極與空氣中的氧結合，變成水蒸汽)。

4. 無軌電車(Trolly)

電力來源為純外部電源，外部電力來源供電，透過電力讓馬達驅動車輛，另依據呂學隆(民 107)整理，無軌電車亦可歸類為在線充電式。

本計畫針對前述各種新能源大客車做比較，如表 2.1-2 所示；充電型式與營運模式如表 2.1-3 所示。

表 2.1-2 各能源動力之大客車比較表

項目	電池電動大客車	油電混合式大客車	燃料電池大客車	無軌電車
能源效率	0.75km/kwh	3.15km/l	2.9km/l	1.07km/kwh
CO2 排放量	0	2.7kg/l	0	0
購車成本(萬元)	750~1,000	950~1,700	6,000	3,000
能源成本(元/km)	3	9.2	29	3.5
行駛噪音	低	中	低	低
最大馬力(ps)	244	285	200	27.3
爬坡能力(%)	>20	>20	>18	>20
行駛極速(km/h)	75	110	88	48
續航力(km)	80~300	500	320	無限制
能源補充時料(min)	120~180	5	0.5	0.5
車輛空重(kg)	16,300	16,500	15,400	13,000
車輛總重(kg)	14,000	12,500	11,400	NA

資料來源：交通部運輸研究所(民 105)公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查。

2.1.2 電池種類與特性

目前主要應用於電動車之電池電芯包含三元複合鋰、鈦酸鋰、磷酸鐵鋰、錳酸鋰、鎳氫，不同電芯所組成電池組之特性並不相同，其中，電芯能量密度(Wh/Kg)決定續航里程、成組後之充電倍率決定充電速度、電芯迴圈壽命決定電池使用壽命、化學安全性影響系統安全性。在個別電池技術呈現不同特性下，早期電動公車多採用磷酸鐵鋰，其電子導電率低、鋰離子傳輸率低，在與傳統石墨配對組成電池時，稍快的充電速度會帶來成倍的壽命衰減以及安全疑慮，故理想充電速度不能超過 0.5C；此外，磷酸鐵鋰材料易被氧化，不同批次的材料因氧化程度不同而導致電池成組後壽命僅為電芯壽命的 1/3，故其使用壽命在常溫 100%充放時僅約 2,000 次。該等特性使得採磷酸鐵鋰電池的電動車充電時間較長，且電池使用壽命較短。近期則陸續有採三元複合鋰和鈦酸鋰的電動公車，其充電倍率高、可充放次數較多、低溫性能好、化學安全性優秀，致應用該電芯電動車之充電時間較短且電池使用壽命較長。電動車電池技術類型整理如表 2.1-3 所示，而就現況技術來說，各種電池能量密度範圍如表 2.1-4 所示，充電型式與營運模式如表 2.1-5 所示。

表 2.1-3 電動車電池技術類型彙整表

種類	稀土鋰釩	三元複合鋰	鈦酸鋰	磷酸鐵鋰	錳酸鋰	鎳氫
電芯能量密度(Wh/Kg)	150-190	120-140	75	110	120	45
成組後充電倍率	+0.5C~5C	+4C	+6C	+0.2C~0.5C	+2C	+0.5C
電芯迴圈壽命(常溫 100%充放)	7,000 次	10,000 次	20,000 次	2,000 次	3,500 次	600 次
化學安全性	優秀	好	優秀	較好	一般	一般

資料來源：交通部運輸研究所(民 105)公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查。

表 2.1-4 電池能量密度範圍

能量密度		60	80	100	120	140	160	180	200	220	240
鎳鈷錳三元(NMC)	Cell				→	→	→	→	→	→	→
	Pack			→	→	→					
磷酸鋰鐵(LFP)	Cell			→	→	→	→				
	Pack		→	→	→						
錳酸鋰(LMO)	Cell				→	→	→				
	Pack		→	→	→						
鎳錳鈷三元(NCA)	Cell							→	→	→	→
	Pack						→	→			

資料來源：中華民國公共汽車客運商業同業公會全國聯合會(民 107 年 6 月 14 日)，電動大客車運行經驗與發展趨勢高峰論壇會議手冊。

表 2.1-5 電動公車充電型式與營運模式

	長程充電式 BEV	中程淺充式	短程快充式 BEV	換電式	在線充電式 BEV	增程式 REEV	插電式混合 PHEV
技術特微	續航里程 200~300 公里	電池容量根據路線長度設計回站即充	電池容量根據路線長度設計	續航里程約 100 公里後更換電池組	利用有線充電設施充電，部分里程仰賴電池作為動力	純電續航里程 80~100 公里，增程裝置彌補電力不足	油電或天然氣/電混合設計，純電行駛里程約僅 5~20 公里
商業運作模式	整車銷售 融資租賃		整車銷售	車電分離	整車銷售	整車銷售	整車銷售
所需儲能裝置	以鋰電池為主流 (鋰鐵、三元)	以鋰電池為主流 (鋰鐵、三元)	以鋰電池為主流 (三元/LTO)	以鋰電池為主流 (鋰鐵、三元)	EDLC 鋰電池	鋰電池+內燃機	燃油+EDLC/電池
車重	較重	中等	較輕	較重	較輕	較輕	較輕
單次充電續航里程(km)	200~300	約 150	50~80	100~200	20~80	約 100	400 以上
基礎設施	站內慢充	站內淺充	站內快充	換電站	在線充電	站內充電/加氣 or 加油	站內充電/加氣 or 加油
主要特點	•完全零排放 •單次充電續航里程長 •整車成本高 •夜間需大充電場地	•完全零排放 •單次充電續航里程長 •整車成本高	•完全零排放 •電池壽命長 •單位能量電池成本高	•完全零排放 •換電時間短 •換電投資大 •需額外電池 •綜合成本高	•完全零排放 •電池壽命長 •仰賴軌道或線路	•減少電池數量與降低成本 •燃料消耗降低	•燃料消耗降低 •仍需充電建設施
綜合成本	較高	中等	較低	較高	較低	較低	較低

資料來源：中華民國公共汽車客運商業同業公會全國聯合會(民 107 年 6 月 14 日)，電動大客車運行經驗與發展趨勢高峰論壇會議手冊。

2.1.3 充放電技術型式

電池電動車主要是籍由車輛本身所搭載之可充電能量儲存系統(Rechargeable Energy Storage System, RESS)將電能傳輸並儲存於車輛上，當車輛需要動力時，RESS 會將所儲存的電能提供給車輛動力馬達轉化為車輛動力，但 RESS 所儲存的能量也會隨著行駛里程的增加而消耗，故需經由外部充電設施來進行電能補給。

而就現行國際上電動車輛之電力傳導形式，可分為傳導式充電(接觸式充電)與無線充電(感應充電)二種類別，兩者主要的差異性為充電效率、方便性、安全等，下列將針對此兩種技術各別簡介與說明。

1. 傳導式充電(接觸式充電)

傳導式充電包含交流電力(DC)與直流電力(AC)，一般主要是由市電(交流電)，經過變頻器將交流轉換為直流電，並轉換成符合車量充電規範的電壓進行充電。使用傳導式充電設施必須先與車輛相連接才可執行充電程序，以下就充電模式及國際充電規格分別進行說明，電動大客車常見傳導式充電形式比較如表 2.1-6 所示。

(1) 充電模式

①充電模式一

電動車輛使用標準電源端插座連接至 a.c.電網(主電源)，電源側不超過 16A 且不超過單相 250V a.c.或三相 480V a.c.，並使用電源及保護接地導體。

②充電模式二

電動車輛使用標準單相或三相電源端插座連接至 a.c.電網(主電源)，不超過 32A 且不超過單相 250V a.c.或三相 480V a.c.，並在電動車輛及電源端插頭或電纜內控制盒二者間，使用電源及保護接地導體連同控制導引功能與防人員觸電系統(亦即殘餘電流裝置，RCD)。電纜內控制盒之位置離電源端插頭或電動車輛供電設備 0.3m 內，或在電源端插頭裡。

③充電模式三

電動車輛使用專用之電動車輛供電設備連接至 a.c.電網(主電源)，其控制導引功能延伸至永久連接在 a.c.電網(主電源)上之電動車輛供電設備中之控制設備。

④充電模式四

電動車輛使用車外型充電器連接至 a.c.電網(主電源)，其控制導引功能延伸至設備並永久連接至 a.c.電網(主電源)。

表 2.1-6 電動大客車常見能源補充形式比較表

充電形式	充電式-慢充	充電式-快充	電池交換式	停靠站充電	非傳導式充電
運作方式	以較小交流電流進行充電(約為 0.5C-rate 以下電流)進行充電	以較大直流電流 (0.5 C-rate 以上)提供短時充電	在路線起迄端，利用車輛班次間距進行將電池更換	利用每站停靠上下客的時間，以車頂集電弓快速充電	利用電感耦合由充電器將能量傳送至車內電池
優點	▪充電電流低、所用功率較低，延長電池的使用壽命 ▪利用離峰時段充電，降低成本	短時間內就能使電池儲電量達到 80%-90%	▪解決目前電池續航力不足問題 ▪電池可快速拆換，若有問題可立刻更換	▪由車載外部提供補給能源，免除續航力限制 ▪車輛上可減少搭載儲能容量	▪電力傳送元件不會被侵蝕 ▪無接點，因此無接點磨損問題
缺點	充電時間長，需要長時間占用充電場站面積	▪需要高功率充電器，成本較高 ▪充電電流大，對安全性要求高 ▪大電流充電影響電池壽命	換電設備設置成本昂貴，且需要增加備用電池數量	▪需要停靠站電力設施之佈設 ▪若遭遇路線上壅塞，存在無法行駛至下一停靠站風險	充電效率低 設備的建置成本較高

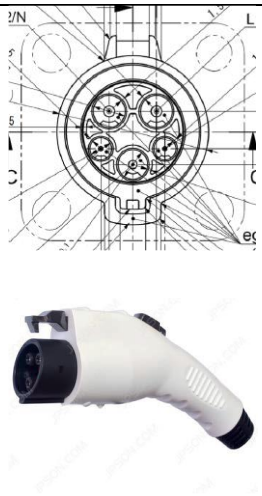
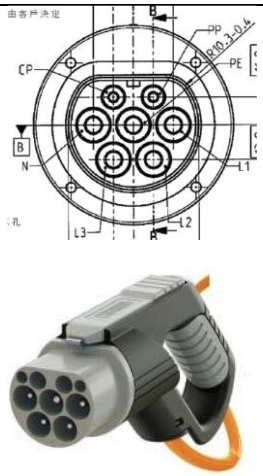
資料來源：交通部運輸研究所(民 105)公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查。

(2) 國際充電規格

①交流充電(AC)

交流充電主要是透過車內所搭載的車載充電器將單相/三相交流電轉換成直流電後，再對車載電池進行充電，輸出功率一般較小，故充電速度較慢，為目前主流的電動車輛充電設施，表 2.1-7 為國際電動車輛交流充電介面規格。

表 2.1-7 國際電動汽車充電介面規格-交流充電

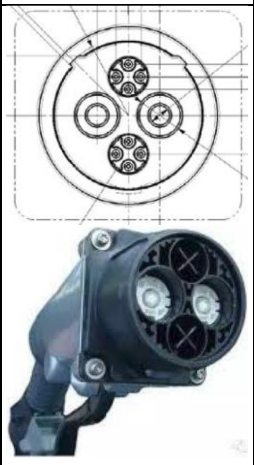
標準	美國 SAE J1772	歐盟 IEC 62196	中國 GB/T 20234.2
車輛端插座圖示			
型式	Type I (插座)	Type I a (插座)	Type I d (插座)
操作規格	電壓≦250V/電流≦32A(單相)	電壓≦250V/電流≦70A(單相) 電壓≦(380V~480V)/電流≦63A(單相)	電壓≦250V/電流≦70A(單相) 電壓≦(380V~480V)/電流≦63A(單相)
通訊	PWM	PWM	PWM

資料來源：朱高弘(民 107 年 7 月 5 日)，電動車輛充電簡介簡報資料。

②直流充電(DC)

為克服電動車輛需要長時間充電的限制，於是發展出使用直流充電模式，即將原本放置於車內負責交流電轉換成直流電的車載充電器移置於車外，而不再受限於車內空間，可增加直流充電樁內部的 AC-DC 電源模塊數量，提高輸出功率，充電速度較快，表 2.1-8 為國際電動車輛直流電充電判面規格。

表 2.1-8 國際電動汽車充電介面規格-直流充電

標準	日本 CHAdeMO	中國 GB/T 20234.3	美國 SAE J1772	歐盟 IEC 62196
車輛端插座圖示				
型式	Type AA (插座)	Type BB (插座)	Type EE (插座)	Type FF (插座)
操作規格	電壓≦600V/電流≦200A 最大功率：120kW	電壓≦750V/電流≦250A 最大功率：187.5kW	電壓≦600V/電流≦200A 最大功率：120kW	電壓≦850V/電流≦200A 最大功率：170kW
通訊	CAN	CAN	PLC	PLC

資料來源：朱高弘(民 107 年 7 月 5 日)，電動車輛充電簡介簡報資料。

2. 無線充電(感應充電)

無線充電通常是利用電磁感應及電磁共振的方式進行充電，無實體接點與充電電纜，相對於傳導式充電，其具有避免觸電、不發生機械磨損和跳火、電線纏繞與接觸不良等優點，但充電效率較低、速度慢、成本高，以及規格尚無統一標準，故市場較難普及。

2.2 國外電動大客車發展現況

電動大客車最早發展為定點慢速充電，利用夜間離峰的低電價為車輛充電，且所搭載的電池容量較大，若要大規模使用電動大客車首要面臨的難題即是電池成本過高及充電時間過長影響車輛調度。

因此，國際近年出現其他創新技術與營運概念，在電能補充型式方面包括快速充電、電池交換、月台停靠站充電、行駛中充電、感應充電等型式，與儲能方式包括電池、超級電容、電池加載超級電容作搭配組合。各種方案隱含不同經營型態、成本結構、環境條件、技術條件等策略意涵。本章節將彙整國外(歐盟、美國、日本及中國大陸)推動電動大客車案例茲整理如后，針對電動大客車產業發展包含廠牌、技術規格及發展趨勢等整理於 2.2.1；針對國外電動大客車推動方式如補助政策及示範計畫等整理於 2.2.2。

2.2.1 國外電動大客車產業發展與技術規格

2025 年全球電動大客車市場(含 BEV、PHEV 和 HEV[1])預估可達 33.13 萬輛，主要成長動力來自於政府法規管制排放、政府支持電動車輛、電池價格降低等 3 大因素。降低石油進口，也是某些國家導入電動車輛的主要考量之一。開發中國家重視長期觀點的環境與成本效益，也有助於電動大客車市場成長。低噪音、低維修等，都是電動大客車市場成長的助力。不過，電動大客車初期由於車體成本太高、缺乏充電設施的建設等因素，是阻礙電動大客車成為公共運輸系統主力的關鍵因素。

電動大客車市場之中，主要採購者是公共部門，2017 年占銷量 65%。技術型式上，BEV 在 2017 年銷售量創新高，占總量 3/4 以上，預期未來仍將持續優勢。電動大客車市場主要分為亞太地區、歐洲、北美等三區。中國大陸高度成長引領 2017 年亞太市場居全球銷售量之 95%。且預期此趨勢將持續，中國大陸將扮演市場整合的重要角色。

由於市場初起步，仍有很大成長空間，激勵各地製造商積極擴張、進入國際市場。全球主要廠商受到開發中國家成長躍升的吸引，採取

1 BEV 表示 Battery Electric Vehicle 純電動車，PHEV 表示 Plug-in Hybrid Electric Vehicle 插電式混合動力電動車，HEV 表示 Hybrid Electric Vehicle 混合動力大客車。

合資策略進入當地。目前主要的廠商包括：AB Volvo、鄭州宇通、深圳五洲龍、 Daimler AG、比亞迪(BYD)、聯合金龍、Alexander Dennis Limited、New Flyer Industries Inc., EBUSCO、Solaris Bus & Coach S.A.、Proterra 等。

電動大客車使用電池主要技術為磷酸鐵鋰(lithium iron phosphate, LFP)、鋰鎳錳鈷氧化物(lithium nickel manganese cobalt oxide, NMC)，目前 LFP 電池市佔率高達 78%，因相較 NMC，LFP 具有較佳的安全性、也較便宜。

1. 歐盟

(1) 發展趨勢

一向以來，歐盟是大客車生產重鎮，在柴油引擎技術方面具有深厚根基。然而，2015 年爆發柴油引擎排放數據造假事件，重創車廠與政府管制措施，使得歐盟更為積極推動替代能源車輛技術。另一方面，長期以來重視環境品質，形成歐盟城市公車減排壓力，使得城市首長重視大客車之低排放動能技術應用，落實低排放區(Low Emission Zone)等城市策略。二相結合之下，歐盟電能技術應用大客車快速成長，迄至 2018 年歐洲主要國家電動大客車數量如表 2.2-1，純電動大客車數量最多國家依序為：英國(190 輛)、荷蘭(133 輛)、波蘭(74 輛)；相比於 2015 年數量均有所增加。根據歐洲替代能源觀測站(EUROPEAN ALTERNATIVE FUELS OBSERVATORY)統計資料顯示：目前歐洲地區純電池大客車計 689 輛，明顯超出插電式混合動力大客車 299 輛；同時也有 75 輛燃料電池大客車在歐洲運行中。而就新聞資訊整理，2018 年已經宣布的電動大客車採購計畫如表 2.2-2，積極程度依序為法國、英國、挪威等，採購規模均超過百輛。

表 2.2-1 歐洲主要國家電動大客車數量(2015 與 2018 年)

年度		2015 年		2018 年		
國家		純電池	插電式混合動力	純電池	插電式混合動力	燃料電池
1	英國	154		190	3(註 3)	20
2	荷蘭	72		133	5	5
3	波蘭	NA	NA	74		
4	德國	116(註 1)	291(註 1)	65	90	16
5	匈牙利	NA	NA	33		
6	法國	NA	NA	30	1	
7	西班牙	8	45	29	18	
8	瑞典	10		24	18	
9	挪威	NA	NA	18		5
10	芬蘭	6		16		
11	奧地利	131(註 2)		15		
12	斯駱維亞	NA	NA	9		
13	義大利	NA	NA	6		13
14	盧森堡	NA	NA	4	33	
15	捷克	NA	NA	4		
16	比利時	120(註 2)		3	131	11
17	丹麥	14(註 2)		2		
18	瑞士	52(註 2)		1		5
小計		NA	NA	689	299	75

註 1：資料取自 https：//de.statista.com/statistik/daten/studie/259805/umfrage/bestand-an-bussen-mit-alternativen-antrieben-in-deutschland/

註 2：無法確認數值是否正確。

註 3：數值有誤，僅英國倫敦 2017 年 9 月已有 2,922 輛。

資料來源：本研究彙整，取材自(1)2018 年資料：EUROPEAN ALTERNATIVE FUELS OBSERVATORY, http：//www.eafo.eu/content/buses, last visited in 2018/11/18., last visited in 2018/11/11.(2)2015 年資料：D'Appolonia S.p.A., Ramboll, and TM Leuven. (2016). Clean Transport- Support to the Member States for the Implementation of the Directive on the Deployment of Alternative Fuels Infrastructure Good Practice Examples. https：//ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/urban/studies/doc/2016-01-alternative-fuels-implementation-good-practices.pdf, last visited in 2016/6/19.

表 2.2-2 歐盟 2018 年採購純電池大客車

國家數量	城市：數量
1.法國 330 輛	巴黎：80+250 輛
2.英國 173 輛	倫敦：68 輛雙層；曼徹斯特：105 輛
3.挪威 122 輛	Trondheim：35 輛；Goteborg：30 輛；奧斯陸：57 輛
4.義大利 47 輛	米蘭：34 輛；Messina：13 輛
5.德國 30 輛	柏林：30 輛
6.瑞典 25 輛	Umea：25 輛
7.荷蘭 23 輛	Leiden：23 輛

資料來源：本研究彙整，取材自 Graphic News.(2018).Europe's Electric Bus Fleets. 04/25/2018. https：//www.graphicnews.com/en/pages/37271/TRANSPORT-Europe%E2%80%99s-electric-bus-fleets, last visited in 2018/11/11.

歐盟對於電動車的發展有一套完整的藍圖，如表 2.2-3 所示，對於電動車輛，目前仍然在訂定標準、研發與測試，要到 2020 年後才進入量產期。顯示歐洲車廠有長遠而廣大的目標與穩健的發展策。

表 2.2-3 歐盟電動車輛發展藍圖

	導入期(2012)	中間期(2016)	量產期(2020)	起飛期(2025)
推展活動	示範性計畫，研究，標準制定，系統測試，應用於 car sharing、計程車、小貨車等	系統改善，擴充充電設施	具市場競爭性，不需補貼。	全面整合之多運具運輸系統
燃料儲存系統(電池)	研究相關安全，能耗參數，介面關係與管理需求。	產製壽命長，安全，能源密度高且經濟之儲存系統	相較於 2009 年鋰電池，能量密度增加一倍，壽命延長兩倍，成本降低 70%	超越鋰電池，相較於 2009 年鋰電池，能量密度增加 3~4 倍，壽命延長兩倍，成本降低 85%。快速充電與雙向充電普遍化。
動力系統	效率提升，推出原型(prototype)	產致高效率動力系統	續航力相當於柴油車	創新動力設計，能耗回收系統提升，車體新材料，零排放。
系統整合	整合動力與儲存系統與安全標準。	車輛能耗與熱量管控之軟硬體	整合成功並量產	模組式設計創新
電網整合	使用者與電網需求	充電時間縮短，漸轉成快充	快速，無接觸且聰明雙項充電系統	與電網充分整合，行進中充電，感應式充電普遍化。
運輸系統整合	友善的道路設施與通訊系統	與其他運具整合	路車通訊，半自動駕駛	車路整合，零事故，整合在多運具運輸系統中。
安全標準	達成傳統柴油車輛之安全標準	大量使用電動車之安全課題完滿解決	創新半自動駕駛且達到安全標準車輛。弱勢族群適用。	達成多運具系統之安全標準

資料來源：本團隊整理。

由於替代能源車輛技術尚在研發與改善中，而且種類與款式繁多，故歐洲城市所訂定的大客車零汙染目標皆是以 2020 年左右為汰換目標，以符合歐盟藍圖之總體計畫，例如：

①阿姆斯特丹市與倫敦市訂定 2015 年所有大客車均需達到歐盟 EEV 標準(Enhanced Environmentally Friendly Vehicle(不限動力型式)。

②哥隆市，2007 年開始就僅採購達到 EEV 標準之大客車。

③斯德哥爾摩市，2025 年後將全面汰換為替代能源車輛。

④漢堡市 2020 年後將僅採購零污染車輛。

⑤奧斯陸市，2020 年所有大客車都使用替代能源。

(2) 代表性國家案例：英國(倫敦)

除了歐盟的電動車發展趨勢外，英國一直以來也是本團隊長期觀察的標竿國家。就大客車部分，根據歐洲替代能源觀測站統計，2018 年英國已有 190 輛純電池大客車、20 輛燃料電池大客車。若縮小範圍以倫敦的統計資料來看，2017 年 9 月純電動大客車占 73 輛，混合動力及柴油公車目前還是佔據多數(表 2.2-4)。但是單層巴士之中，純電動技術是近 4 年採購的主要替代技術。據 2018 年媒體資訊顯示：倫敦將再採購 68 輛雙層純電動大客車；顯示將持續增加純電動大客車應用。

表 2.2-4 倫敦大客車特性(車齡與動能技術，2017 年 9 月)

車輛類型	雙層			單層巴士			合計(輛)	占比
車齡 / 動能技術	4 年及以下	5-10 年	11 年及以上	4 年及以下	5-10 年	11 年及以上		
純電動	**5**	-	-	**68**	-	-	**73**	**0.8%**
燃料電池	-	-	-	5	5	-	10	0.1%
混合動力	2,622	273	-	19	8	-	2,922	30.6%
柴油	395	2,634	907	860	1,485	263	6,544	68.5%
小計			6,836			2,713	9,549	
純電動占比			0.1%			2.5%		

註：倫敦自 2008 年起導入混合動力大客車(車齡 10 年以下)、2014 年起導入純電動大客車(車齡 4 年以下)。

資料來源：本團隊彙整(2018/7)，原始資料取材自 https://tfl.gov.uk/corporate/publications-and-reports/bus-fleet-data-and-audits, last visited in 2018/7/12.

(3) 廠牌

①英國

本研究統整倫敦的純電動大客車分布情形(表 2.2-5)，目前主要運行車款以 BYD 的車款為主(57 輛)，電池類型則為磷酸鋰鐵電池，電機類型則多為永磁同步。

表 2.2-5 英國倫敦純電動大客車數量與技術規格整理(2017 年9月)

廠商名稱		BYD	Optare	Irizar	Wrightbus
車輛數	雙層 5 輛	5	0	0	0
	單層 68 輛	52	13	2	1
供應廠商	車體製造商與型號	ADL Enviro 200, BYD DD Electric, BYD SD Electric	Optare Metrocity EV	Irizar i2e	Wrightbus
	底盤製造商與型號	BYD D9UR, BYD K8SR	Optare Metrocity EV	Irizar i2e	Wrightbus
	變速箱製造商	NA	NA	Irizar	NA
	動力總成(馬達)	BYD (永磁同步)	Siemans (永磁同步)	Siemans (永磁同步)	BAE Systems (永磁)
	電池類型	LFP 磷酸鋰鐵	LFP 磷酸鋰鐵、Li-ion 鋰離子	EV-SN(So-Nick)	NA

資料來源：本團隊彙整 (2018/7)，原始資料主要取材自 https://tfl.gov.uk/corporate/publications-and-reports/bus-fleet-data-and-audits, last visited in 2018/7/12，部分資料補充自廠商官網。

②歐洲其他代表性電動車廠

a.波蘭 Solaris

歐洲多國供應商，原為 Trolley 廠商，2011 年起陸續推出 3 款 BEV 市區公車：9 公尺/12 公尺/18 公尺。使用電機技術為永磁同步，馬達供應商為 TSA, ZF。電池技術則選用鈦酸鋰電池(LPF)，電池供應商為 Solaris。充電技術的部分則包含集電弓、插電式及非接觸式。

b.荷蘭 VDL

2014 年起陸續推出 4 款 BEV 市區公車(10/12/18m)，至 2017 年已有 200 多輛電動大客車在運行中。電機技術為永磁同步，馬達供應商是西門子(Siemans)。電池為鋰離子電池為主，電池供應商眾多。充電技術選用 Combo2 與集電弓。

(4) 最新車款技術性能

①戴姆勒 eCitaro

大客車技術領先廠商戴姆勒（Daimler AG）於 2017 年 11 月正式宣布：準備 2018 年底量產電動客車 Mercedes-Benz Citaro E-Cell；2018 年 11 月第一批車交車給德國漢堡客運業者 Hochbahn AG。此舉正式宣告戴姆勒產品進入電動大客車的市場，開始商轉提供客運服務。目前公告已經確認的訂單已經包含德國漢堡 20 輛、柏林 10 輛。根據公司官方網站資訊整理[2]eCitaro 車輛性能特徵列舉如下。

a. 續航：考慮最耗能狀況（SORT 2 市區行駛型態、計入輔助耗能、夏天）續航里程 150 公里。理想狀況 250 公里。

b. 電池容量最大 243kWh，標準 6 個、最多 10 個電池組（25kWh/each）。每個電池組由 15 組 cell modules 組成，每組 cell module 由 12 個菱柱狀 cells（37Ah/each）組成。

c. 充電：場站 Combo2 接頭。若需擇機充電則未來可提供集電弓充電以增加續航。

d. 馬達：後輪轂 2*(125 kW、485 Nm)。

e. 其他車輛特徵：最大載重 6 噸（88 人）、3 門、LED 燈具、動態車身穩定系統（Electronic Stability Program）。

戴姆勒集團表示：目前 eCitaro 僅屬第 1 代產品，約能滿足 30％客運需求，後續預計將陸續拓展，依序導入連結公車 eCitaro G articulated bus 產品（滿足 50％客運需求）、採用壽命較長、能源密度較高的固態電池（最大電池容量約 400kWh 或更大，滿足 70％客運需求），乃至於第 4 階段將以燃料電池作為增程器（range extender），期能符合 100％客運需求。換言之，戴姆勒集團的長期技術取向，係以燃料電池為目標方向，認為唯有燃料電池技術能夠符合所有客運業者需求；惟中短期採用純電池車輛技術作為可行解決方案。

②VOLVO 7900Electric

[2] https://www.daimler.com/innovation/case/electric/ecitaro-2.html; https://media.daimler.com/marsMediaSite/en/instance/ko/eCitaro.xhtml?oid=40665231; last visited in 2018/12/13.

Vovlo 純電動大客車產品於 2017 年 6 月在歐洲市場上市，並於 2018 年 6 月在瑞典 Gothenburg 開始測試連結式 BEV 大客車。該測試引進 2 輛試製車（全長 18.7 公尺、最大載客 135 人、座位數 38 座、4 個對開車門），行駛於 Transdev 營運的 16 條市區公車路線，早晚行駛於 Eriksbergstorget-Nordstan 區間、白天行駛於 Eriksbergstorget-Sahlgrenska 大學醫院區間(6/14-21 行駛於 Nordstan-Frihamnen 區間）。車輛導入免費 WIFI、可提供移動設備充電。充電站設於 Eriksbergstorget、Sahlgrenska 大學醫院的車站，作為日間補電（OppCharge 系統）。此系統是由車廠 AB VOLVO、客運業者 Transdev、當地政府 Gothenburg 市、運輸公司 Vasttrafik 等聯合開發的項目。也是 VOLVO 集團 ElectriCity 電動大客車計畫的一環。ElectriCity 自 2015 年起在 Gothenburg 的 55 號公車路線上開展電動大客車試驗行駛。

Volvo 純電大客車並於 2018 年 1 月於亞洲首度在新加坡南洋理工大學(Nanyang Technology University, NTU)2 輛測試。根據 Volvo 與南洋理工大學協議，開展暫訂 2 年的自駕純電大客車研發。該項研發使用 2 輛 VOLVO 7900 Electric(全長 12 公尺)，其一用於自駕測試，另一用於公車站測試。期望 2019 年初投入實際行駛。VOLVO 7900 Electric 車輛性能特徵列舉如下。

a. 能源效率：SORT 2 市區行駛型態 14.7 噸 0.79kWh/km。

b. 電池：鋰鐵電池，容量 150/200/250kWh。

c. 充電：車頂集電弓 300kW 自動充電，或 CCS 最大 150kW 600V DC 歐洲標準接頭手動充電,或慢充最大 11kW 400V AC 歐洲標準接頭手動充電。

d. 馬達：Im Motion 製品，永磁馬達(160 kW、400 Nm) (180 kW、425 Nm)。

e. 其他車輛特徵：載客人數 80-105 人、液壓控制、電動動力轉向；最大車速 80km/hr。

2.美國

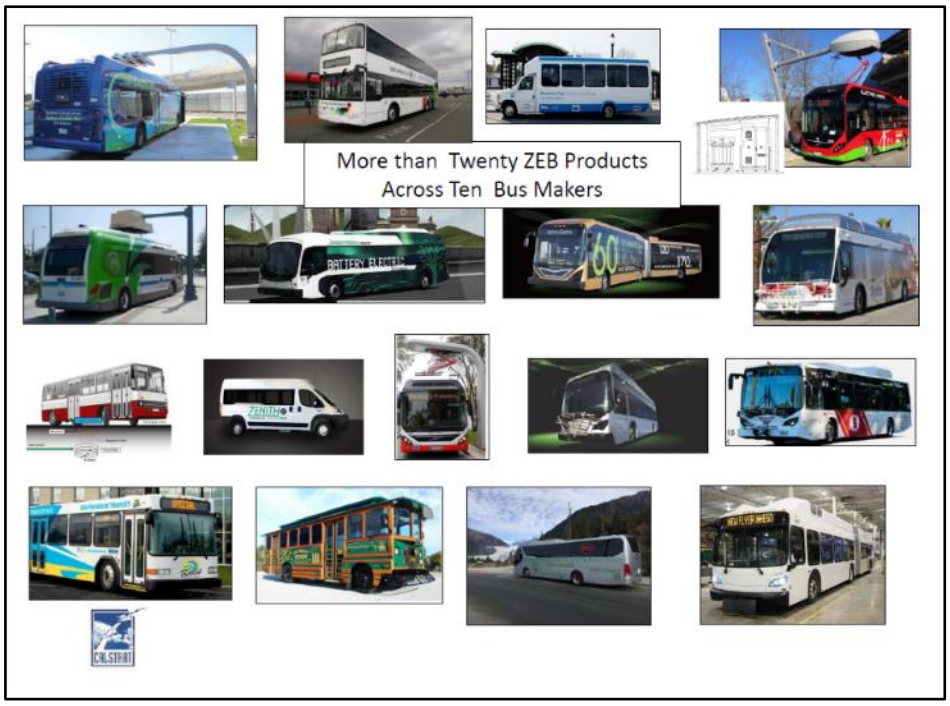
(1) 發展趨勢

美國推動零排放大客車也有一定基礎，電動大客車、燃料電池大客車等，均為推動選項。圖 2.2.1 是目前美國零排放大客車的營運分布，主要以東西兩岸都會區城市為多。迄至 2017 年底，全美國內運行 300 輛電池大客車，在全國公共運輸車隊 6.5 萬輛占比少於 0.5%。然而有些預測顯示：電池驅動技術的採用將會快速提高(Canis and Mallet, 2018)。美國已有超過 20 種零排放車型(參見圖 2.2.2)，聯邦公共運輸管理局聯邦公共運輸管理局(Federal Transit Administration, FTA)2012 年報告預測，至 2030 年全美大客車隊的技術變化如圖 2.2.3。全美最大公車系統是洛杉磯和紐約市(Los Angeles Metro and New York City Transit)，二者均已宣布將朝向零排放車隊轉型，分別設定目標年期為 2030 和 2040 年，最可能採用選項就是電池大客車(Canis and Mallet 2018)。



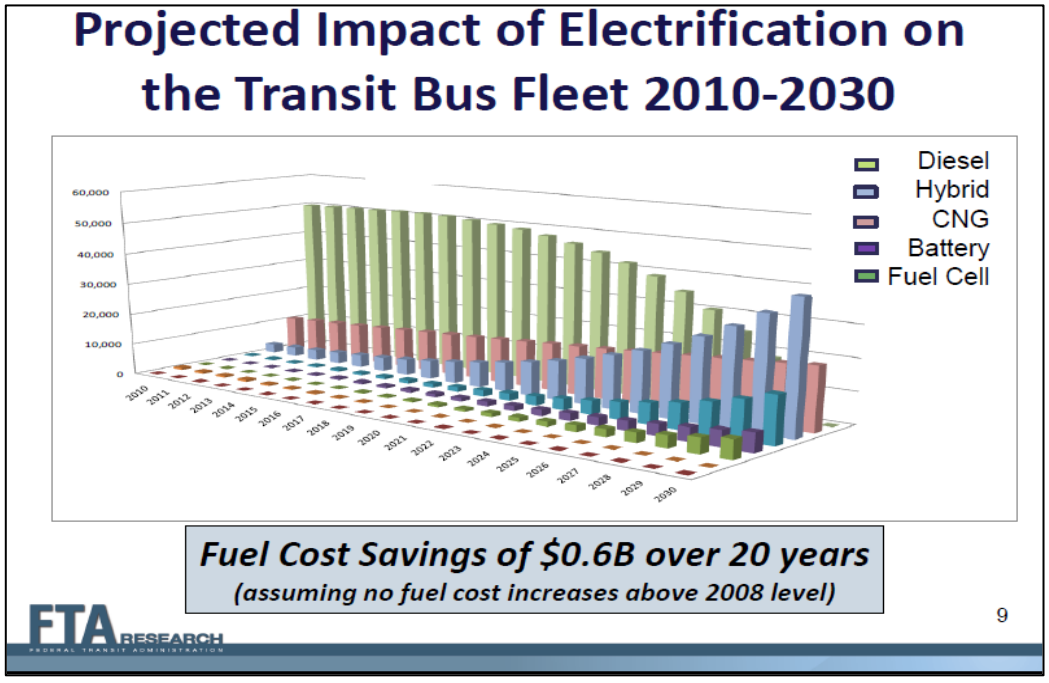
資料來源：https://cms.dot.gov/r2ze/fleets-zero-emission-buses-us-and-china, last visited in 2018/6/28.

圖 2.2.1 美國零排放公車營運單位



資料來源：Fred Silver，Best Practices: Deploying Low or No Emission Buses - Getting ready for the FTA Low or No Emission Vehicle Deployment Program，last visited in 2018/6/27.

圖 2.2.2 美國零排放公車類型



資料來源：W. Kulyk, PE, Advanced Bus Concepts: Perspectives from FTA Programs, Director of Mobility Innovation, Federal Transit Administration, May, 2012。

圖 2.2.3 美國大客車成長趨勢預測

(2) 使用現況

根據 2017 年底出版的報告(Christofa, Eleni, et al. 2017)，以下綜整美國使用中純電池大客車的現況資訊。

①茲以表 2.2-6 綜整美國純電池大客車應用推進歷程。其中以加州最為積極，不僅最早開始於 1991 年起導入純電池大客車，且累積至 2017 年已有 7 機構合計推動 86 輛純電大客車營運中。加州也擁有 2 個全美最大的電動大客車車隊，規模均達 30 輛。顯見加州為美國應用電池大客車技術歷史最為悠久、車隊規模最大且導入機構最普遍的地區。

②其次較大車隊在賓州(2,295 輛公車)和印第安納州(165 輛公車)，車隊規模分為 25、21 輛。這 2 處為 2015 年和 2010 年啟動的車隊。其他各州的車隊規模均小於 10 輛；即便是全美最大公車營運單位之一的芝加哥市(1,879 輛公車)、或是公共運輸相對發達城市如華盛頓州(King County 車隊 1,427 輛、Washington Metropolitan Area Transit Authority 車隊 2,280 輛)，也都是最近幾年開始小規模導入電動大客車測試應用。換言之，電動大客車的新技術導入，並非優先發生在公車車隊規模較大、公共運輸較發達、載客數較高區域。可能是當地交通主管機構對於車輛新技術的友善程度，才是電動大客車導入與否的關鍵。

③從歷史上來看，2010 年以後開始有較多的城市導入電動大客車，特別是 2015 年起新增城市增加。這應是受到幾項因素的綜合影響：車輛技術漸趨成熟、政策補助支持、受成功案例啟發。

表 2.2-6 美國純電池大客車應用推進

主管機構	州	車隊規模	導入期(階段歷程)				
Santa Barbara Metropolitan Transit District	CA	30	1991-94 年 2 輛	1995-99 年 9 輛	2001 年起 5 輛擴張至 14 輛		
Foothill Transit	CA	30				2010 年起	
Stanford University	CA	13				2010 年起	
Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority	CA	5					2017 年起
Central Contra Costa Transit Authority	CA	4					2016 年起
Antelope Valley Transit Authority	CA	2				2014 年起	
University of California Los Angeles	CA	2					2016 年起
Southern Pennsylvania Transportation Authority	PA	25					2015 年起
Indianapolis Public Transportation Corporation	IN	21				2010 年起	
Dallas Area Rapid Transit	TX	7					2015 年起
VIA Metropolitan Transit	TX	3					2017 年起
Worcester Regional Transit Authority	MA	6					2017 年起
Pioneer Valley Transit Authority	MA	3					2016 年起
Clemson Area Transit	SC	6				2014 年起	
Star Metro Transit	FL	5				2010 年起	
Transit Authority of Lexington	KY	5					2015 年起
Utah Transit Authority	UT	5					2015 年起
Shreveport Area Transit	LA	5					2017 年起
Regional Transportation Commission Washoe	NV	4				2010 年起	
King County Metro	WA	3					2017 年起
Washington Metropolitan Area Transit Authority	WA	1					2015 年起
Chicago Transit Authority	IL	2				2014 年起	
Capital District Transportation Authority	NY	1					2016 年起

資料來源：本研究彙整，取材自 Christofa, Eleni, et al. (2017). Zero-Emission Transit Bus and Refueling Technologies and Deployment Status. December 2017. http://www.umasstransportationcenter.org/Document.asp?DocID=495, last visited in 2018/8/10.

④主要車隊特性：茲將報告中列示資料、且車隊達 10 輛以上較具規模之代表性案例，整理如表 2.2-7。其中，計有 4 家車廠入列，包括：Ebus、CCW、Proterra 和 BYD。比較這些案例，無法歸納出具有趨勢的車輛特性、價格或技術走向。仍有待更多營運資訊，才能展開較具意涵的分析。

表 2.2-7 美國純電池大客車代表性車隊特徵

主管機構	Santa Barbara Metropolitan Transit District	Indianapolis Public Transportation Corporation	Foothill Transit	Stanford University	Clemson Area Transit	Southern Pennsylvania Transportation Authority
州	CA	IN	CA	CA	SC	PA
車輛數	14	21	30	23	16	25
車廠	Ebus	CCW	Proterra	BYD	Proterra	Proterra
導入年期	2000	2001	2014	2014	2015	2016
電池供應商	CALB, Thundersky, Winston	Samsung	Alairnano	BYD	NA	NA
電池技術	鎳鎘	鋰鈷	鋰鈦酸	鋰離子	NA	鋰鈦酸
電池功率(KW)	120	90	220	90	NA	120
電池容量(KWH)	NA	213	88	NA	440-660	440-660
電池續航(英哩)	100	130	NA	NA	NA	NA
充電策略	一車一充，插電式需時 5 小時以上	搭配太陽能，一車一充、需時 4-6 小時	路線無線快充 5 分鐘、場站插電慢充數小時	NA	路線 1 座無線快充 6 分鐘、場站 1 座慢充夜間充電數小時	NA
車輛購置成本(萬美元)	35.0	NA	53.7	NA	70.0	74.9
維護成本	1 美元以上/英哩-車	NA(客運業者自行維護)	0.16-0.21 美元/英哩-車	(第三方維護)	NA	NA
乘坐人數	22	NA	55	36	37-40	40
年營運里程(英哩/車)	20,000	40,000	NA	20,000	NA	NA
妥善率	90%	66%	90%	NA	NA	NA

資料來源：本研究彙整，取材自 Christofa, Eleni, et al. (2017). Zero-Emission Transit Bus and Refueling Technologies and Deployment Status. December 2017. http://www.umasstransportationcenter.org/Document.asp?DocID=495, last visited in 2018/8/10.

(3) 廠牌

根據美國聯邦公共運輸管理局聯邦公共運輸管理局(Federal Transit Administration, FTA)資料顯示：全美有 10 家以上廠商、提供超過 20 種以上零排放大客車車型。但就純電池大客車的生產製造而言，以下參考 2016 年美國大客車製造業調查報告(Czerwinski, Hartling, and Zhang 2016)，分述美國市場的代表性廠商如下。該研究訪談公車客運主管機關顯示：受訪者普遍認為美國僅有 2-3 家廠商提供電動大客車產品，但並不因此擔心採購受到影響，認為只要有 2 家廠商合乎規格，就可以從中選擇適用產品。但也有受訪者指出：當市場競爭者多餘 3 家，廠商參與競標時將較為積極，落榜者可能抗議。也有受訪者認為現有市場規模相當合宜。

①Proterra

Proterra 為美國電動大客車的代表性廠商。於 2004 年設立，目前總部位於加州、工廠位於加州和南卡羅來納州。產品為 35、40 呎大客車，技術特色為採用塑鋼及高分子聚合物車體、快充電池(鈦酸鋰)或增程電池(extended range batteries，鋰三元)；並在路線端點設置快充站，以減少車上電池重量。最主要客戶是：Foothill Transit, San Gabriel Valley, LA。

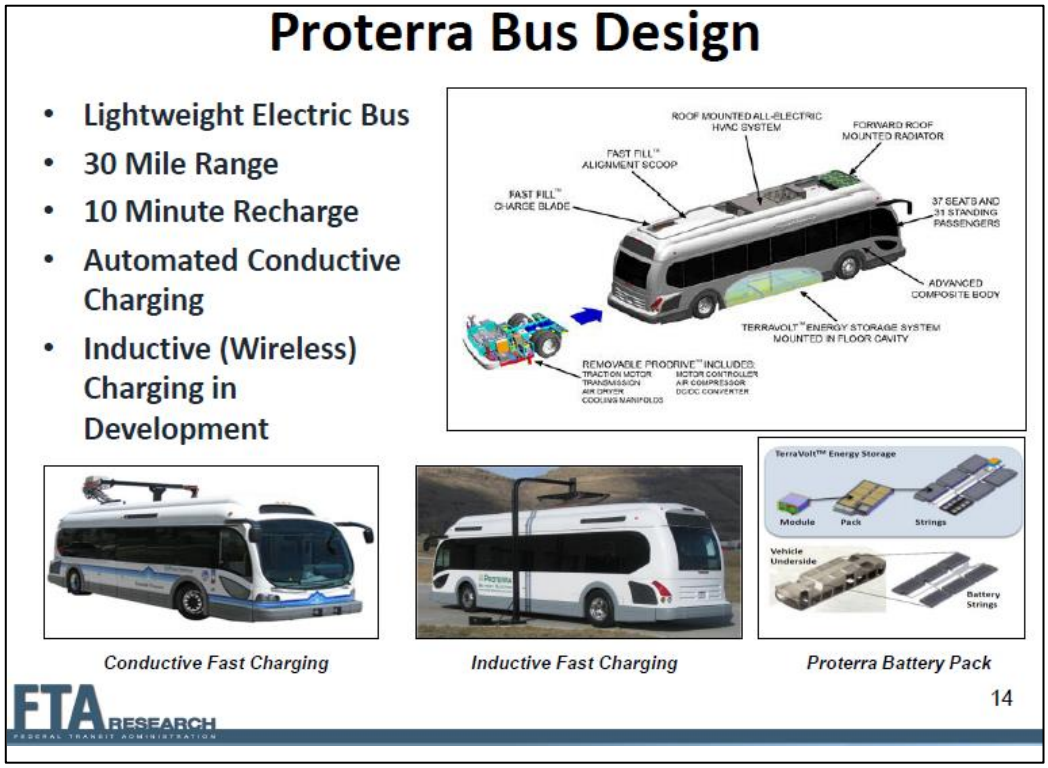
a.快充式電動大客車

Proterra 公司所生產的 EcoRide BE35 是美國第一輛快充式電動大客車(圖 2.2.4)，採用輕型材料、快充鋰鈦酸電池與車頂傳導式充電介面，10 分鐘即可充飽電，當車輛行駛一趟回到停靠站後，利用司機休息時間進行快速充電，降低車輛閒置充電的時間，在滿載 68 名乘客的情況下，續航力約 50 公里，另外未來也會提供感應式充電介面。

另外，Proterra Catalyst E2 bus 搭載 660kWh 電池，可以整日營運無須充電，晚上運用普通 DC 快速充電，採用與小客車相同的 SAE1772 Combo 接頭，可以與小客車共享充電設施。

表 2.2-8 整理目前在加州洛杉磯內運行的 Proterra 純電動大客車 BEB35(舊款)、BEB40FC(Catalyst Fast Charge 新款)及 CNG 公車的規格與成本，Proterra 最新車型 Catalyst electric bus 產品續航可達 315 英里，產品使用壽命將近 20 年。Proterra 的技術報告也提及電動大客車將採用標準電動車充電頭(J1772 CCS)，可以適用於全國的充電基礎設施。

自 2010 年以來電動大客車價格持續下降，柴油價格持續上升，而目前已有資料預測在 2025 年時電動大客車與柴油公車的價格將達到交點(圖 2.2.5)。其原因來自於電池技術的進步，如圖 2.2.6 所示，當電池價格來到 700 美元/kWh 時，電動大客車價格將優於柴油公車或天然氣公車。



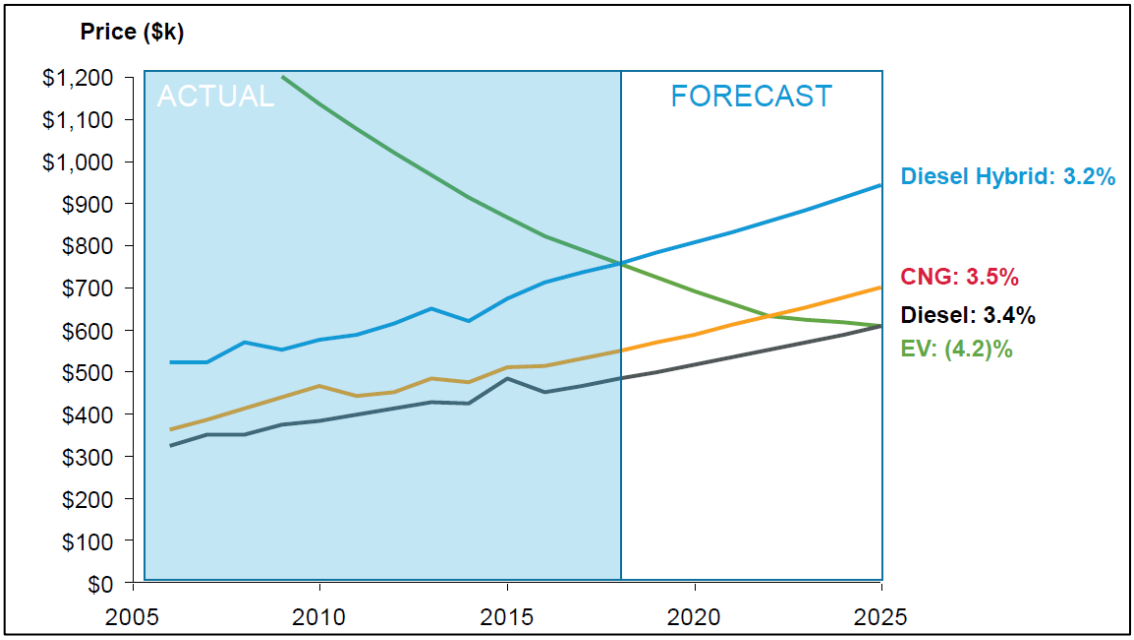
資料來源：W. Kulyk, PE, Advanced Bus Concepts: Perspectives from FTA Programs, Director of Mobility Innovation, Federal Transit Administration, May, 2012。

圖 2.2.4 Proterra 公司快充式電動大客車

表 2.2-8 洛杉磯純電動大客車與天然氣公車規格比較

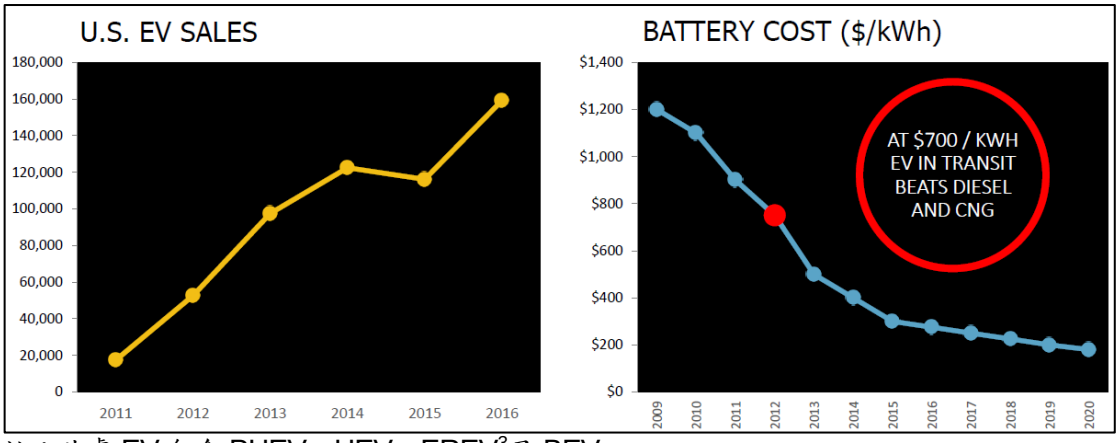
車輛系統	BEB 35FC	BEB 40FC	CNG
車輛數	12	2	8
廠牌	Proterra	Proterra	NABI
車型	BE35	Catalyst Fast Charge	BRT-0.7.03
購置年	2014	2016	2014
購置成本(USD)	$904,490	$879,845	$575,000
長(ft.)	35	42.5	42
寬(in.)	102	102	102
高(in.)	129	134	137
總重(lb)	37,320	39,050	42,540
淨重(lb)	27,680	27,000	33,880
軸距(in.)	237	296	308
座位數	35	40	38
輪椅	2	2	2
站位數	18	18	10
引擎	永磁同步	永磁同步	CNG 引擎
輸出功率	220kW(295hp)	220kW(295hp)	280hp @2200rpm
能源	鈦酸鋰電池(368 伏特,88kWh)	鈦酸鋰電池(331 伏特,106kWh)	7 型 IV 氣缸

資料來源：Leslie Eudy and Matthew Jeffers，Foothill Transit Agency Battery Electric Bus Progress Report，2018.05。



資料來源：PROTERRA EV OVERVIEW DISCUSSION，https://www.naseo.org/Data/Sites/1/ev_naseo-presentation.pdf，2018/07/24 擷取。

圖 2.2.5 各能源公車車體成本預測



註：此處 EV 包含 PHEV、HEV、EREV[3]及 BEV。
資料來源：PROTERRA EV OVERVIEW DISCUSSION，https://www.naseo.org/Data/Sites/1/ev_naseo-presentation.pdf，2018/07/24 擷取。

圖 2.2.6 電動大客車電池成本預測

b.車廠營運模式

Proterra 在美國的銷售模式主要包含四種：地方政府融資租賃、營運租賃、大客車出租方案以及電池租賃；以下說明：

(a)地方政府融資租賃(municipal capital lease)：

提供給地方政府投資級信用評等(investment-grade credits)，作為低成本融資工具；並採用「結構化所有權」(structured ownership)，在租賃期滿後，承租方擁有車輛財產權。

(b)營運租賃(operating lease)：

使用車輛的過程中同時支付租金，並搭配「財產權移轉之選擇權」。

(c)大客車出租方案(bus rental program)：

在長期承諾的決策之前，車隊營運者若想「測試駕駛」，可在採購決策前選用出租方案，至多 12 個月。

[3] EREV 表示 Extend Range Electric Vehicle 增程式電動車。

(d)電池租賃(battery lease)：

即車電分離的租賃模式，以柴油大客車相近價格(約 50 萬美元)購買電動公車「車體」，電池的部分則以 12 年為租期，租賃期間之電池維保與績效由車廠負責，買方以租用電池的方式來降低營運成本。

而加州洛杉磯市交通局(Los Angeles Department of Transportation，LADOT)在 2017 年 12 月，即以此種電池融資租賃方式(capitalized lease for the electric battery)採購 Proterra35 英尺全電能零排放大客車 25 輛，並於 Sylmar、San Fernando Valley 以及市區公車場站設置充電設備此項採購受到 FTA 補助，。2017 年的 Low-No 計畫提供 122.5 萬美元來填補高於 CNG 車輛的價格差距；LADOT 槓桿運用聯邦、州、地方公共設施、地方配合款等經費來源置換電動公車。

本研究依據 Proterra 公開簡報或州政府有關客運採購報告，整理分析 Proterra 之購車採購方案如表 2.2-9。根據試算，以 12 年為週期估計財務成本，表列 Proterra(電池/充電樁租賃)模式相較於(現金採購)需多支付 64,000、86,000 美元；Proterra 現金購車較柴油大客車少支付 16,000 美元。另外，由於 Proterra 現金採購為購置電動公車，不包含充電設備租用，表 2.2-9 所列僅為車輛成本，整體採購成本尚需增列建置充電設施費用(含安裝約 55,000 美元/套)以及延長電池保固 12 年費用(55,000 美元/輛)，若需另外加裝設備(如影像系統等)約為 7,500 美元/輛等，總採購成本可能達 983,000 美元/輛。

表 2.2-9 Proterra 購車方案財務成本比較

單位:美元

方案			柴油大客車現金採購	Proterra 現金採購	Proterra ④電池/充電樁租賃	
直接資本成本	車輛成本(每輛)		500,000	750,000		
	不含電池車輛成本(每輛)				550,000	500,000
	小計(每輛)		**500,000**	**750,000**	**550,000**	**500,000**
年度財務成本	財務成本	電池/充電樁租賃費(每套)			32,000	38,000
	運行與能源使用	年度燃料成本(每輛)	25,000	8,000	8,000	8,000
		年度行駛里程(英里，每輛)	40,000	40,000	40,000	40,000
		燃油經濟性(MPG/DGE)	4.0	18.8	18.8	18.8
		燃料價格(美元/加侖)	2.5			
		電力價格(美元/度)		0.1	0.1	0.1
		能源消耗(度/英里)		2.0	2.0	2.0
	維護成本	年度維護成本(每輛)	40,000	22,000	12,000	12,000
		維護成本(每英里)	1.00	0.55	0.30	0.30
	合計(每輛)		**65,000**	**30,000**	**52,000**	**58,000**

註 1：MPG: mileage per gallon; DGE: diesel gallon equivalent.

註 2：年度財務成本為財務成本(電池/充電樁租賃費)+ 燃料成本+維護成本。

資料來源：本團隊綜整，取材自(1)Westenskow, Alan. (2017). Current State Of Public Transit Funding Options For Electric Vehicles And Charging Systems. Proterra Presentation At The ApTA 2017 Sustainability & Multimodal Planning Workshop. August 9, 2017. https://www.apta.com/mc/sustainability/previous/2017sustainability/presentations/Presentations/Current%20State%20of%20Public%20Transit%20Funding%20Options%20for%20Electric%20Vehicles%20and%20Charging%20Systems%20-%20Alan%20Westenskow.pdf, last visited in 2018/8/10.(2) Westonskow, Alan. (2017). Proterra Battery Service Agreement Financing Product Overview. Presnetaton to Senate Banking Committee Roundtable "innovative Procurement Opportunities for Public Transportation." June 2, 2017. Proterra. https://www.alexandriava.gov/uploadedFiles/tes/oeq/info/DOC004.pdf, last visited in 2018/8/10.(3) https://files.nc.gov/ncdeq/Air%20Quality/motor/grants/files/VW/Web-comments/Transit-Related-Comments.pdf, last visited in 2018/8/11.

c.採購附加條件

整理 proterra 車廠於 2017 年 12 月的現金採購合約中，針對車體保固與教育訓練方面之條件：

(a)車體保固：

- 整車：1 年/5 萬英里
- 主要車體結構(body/Class 1&2)：12 年/50 萬英里
- 結構系統：3 年/15 萬英里
- 主要零件:2 年/10 萬英里(煞車系統、變速箱、車軸、路線牌、車門系統、除霜設備、空壓機、空氣乾燥器、無障礙斜坡、乘客座椅、乘客車窗、空調與壓縮機、動力馬達與逆變器、控制轉向系統)
- 能源儲存系統：6 年/30 萬英里
- 充電系統：2 年

(b)教育訓練

- 駕駛員：「培訓訓練員」(train-the-trainer) 40 小時訓練，教室與實車運行各半
- 車輛維修訓練：36 小時，教室與實際動手訓練
- 車輛導入訓練：16 小時，針對督導、經理、採購等
- 充電樁維護訓練：24 小時，教室與實際動手訓練

②BYD

BYD America 為中國電動車廠商比亞迪美國分公司。製造電池起家，從而進入電動車輛市場。生產多樣的電池驅動車輛，包括公車。目前在美國加州 Lancaster 有 2 個工廠，其中一個是露營車廠改造的大客車廠，另一個是電池廠，供應美國 BYD 電動車輛產品所需電池。BYD 大客車產品包括 40 呎和 60 呎連結大客車，採用全承載單體式車體。底盤在中國大陸製造、運送到美國最後組裝。BYD 為垂直整合車廠，自行開發、製造電池和馬達。電池採用鐵磷酸鹽(iron phosphate)技術。2016 年初工廠訂單已達 150 輛(目標 200 輛)。

據公司 2018 年 9 月新聞指出[4]：經過數次增資擴建，BYD 美國工廠純電池大客車產能已達 1,500 輛/年；於北美市場的營運成績包括：交車 270 輛，正在生產製造 80 輛以上，選擇權訂單(orders with options)可達 600 輛。

2018 年 7 月，BYD 宣布與 Generate Capital(GC)合作，拓展新型態的租賃服務、降低初期成本，以加速美國電動大客車應用，合資企業也將探索儲能設施二次利用。其服務對象將不限於 BYD 產品，也將適用於其他車廠產品。

Generate Capital[5]將投資 2 億美元採購與租賃大客車，回收租賃期間短於產品壽年的大客車(如 Google 或 Facebook 所租用)，整理、更換新電池之後再賣給其他客戶，元配電池也將再次銷售二次利用。租賃期滿之電池可應用於太陽能電廠儲能系統以平衡供需差距；據 BYD 估計，此類使用約可達 15-20 年之久。

BYD 則負責生產和銷售大客車，並提供 12 年保固(含電池)；一旦電池故障或過保固，電池仍然可以用於其他應用，使電動車輛具有殘值。目前 BYD 在中國大陸的運行中電動公車車輛已使用約 8 年，預計再過 4-6 年應可展開退役大客車電池再利用、並能有所進展。

③其他新興電動車廠

a. Complete Coach Works (CCW)：總部位於 Riverside, CA，開發技術將標準柴油車改裝為電池電動車。包含大幅減少車重、裝設輕量座椅和地板等，運用鋰鐵電池。最大客戶是 IndyGo, Indianapolis, IN.

---

[4] BYD CONTINUES U.S. INVESTMENT WITH NEW $5 MILLION WAREHOUSE FACILITY . BUS, NORTH AMERICA, PRESS RELEASE September 25, 2018. http://en.byd.com/usa/news-posts/press-release-byd-continues-u-s-investment-with-new-5-million-warehouse-facility/. last visited in 2018/11/15.

[5]創設於 2014 年，總部位於舊金山(www.generatecapital.com)，成立宗旨以儲能、太陽光電與熱能、能源效率、生質能源、農業和廢水等基礎設施為標的，提供建造、擁有、營運、融資等服務。

b. Ebus 總部位於 Downey, CA、工廠位於 Hawyard, CA，與 Ameritrans Bus(生產電動接駁大客車)合作，生產 22 呎電動大客車，並預計開發 40 呎車型。

c. 傳統車廠之 New Flyer 亦生產電動大客車：New Flyer 為加拿大廠商，70%以上產品在美國生產，設廠於 Crookston, MN, St. Cloud, MN, and Anniston, AL. 1930 年創設時主要產品是城際大客車，1960 年代始進入市區公車市場。1986 年為荷蘭車廠所收購，對美國市場導入低地板技術。主力產品 35、40 和 60 呎 Xcelsior 之製造前端在加拿大，再輸入美國最終組裝；30、35 呎 MiDi 產品則從頭到尾均在美國 St. Cloud 工廠製造。2005 年公司股票公開上市，2013 年 New Flyer 併購 North American Bus Industries (NABI)，並持續運作 NABI 在 Anniston 工廠。2013 年巴西車廠 Marcopolo SA.買下 20%股權。主要客戶及當地市占率請參見表 2.2-10。

d. 傳統車廠之 Gilling 和 Nova 也都開發電動大客車產品。但目前尚無顯著市場影響力。

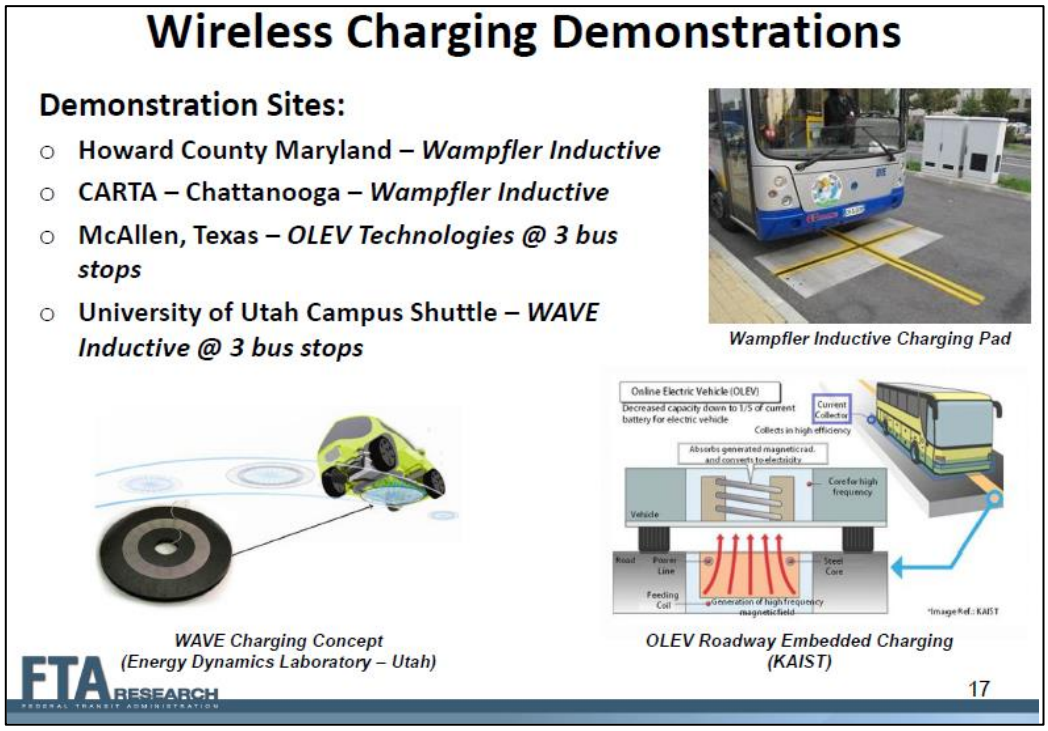
表 2.2-10 美國車廠代表性客戶：New Flyer(2014 年)

Agency	New Flyer Buses	Percent of Agency's Fleet
CTA (Chicago, IL)	1,351	70%
SEPTA (Philadelphia, PA)	1,147	80%
WMATA (Washington, D.C.)	957	62%
King County Metro (Seattle, WA)	948	51%
OCTA (Orange County, CA)	765	58%
MTA (New York, NY	723	16%
MTA (Baltimore, MD)	580	46%
Metro (Houston, TX)	524	41%
MTS (San Diego, CA)	463	84%
Metro (Los Angeles, CA)	427	18%

資料來源：Czerwinski, David, Hartling, Xu, and Zhang, Jing. (2016) THE US TRANSIT BUS MANUFACTURING INDUSTRY. Report 12-66. October 2016. Mineta Transportation Insitute. http://transweb.sjsu.edu/sites/default/files/1234-US-transit-bus-mfg-industry.pdf, last visited in 2018/11/12.

④其他感應式充電電動大客車

以線圈埋藏於鋪面下之感應式充電，充電設施設置彈性較大，如圖 2.2.7 所示。在馬利蘭州、田納西州、德州與猶他州均有示範計畫。



資料來源：W. Kulyk, PE, Advanced Bus Concepts: Perspectives from FTA Programs, Director of Mobility Innovation, Federal Transit Administration, May, 2012。

圖 2.2.7 感應式充電電動大客車

3.日本

(1)發展趨勢

日本大型電動大客車均僅測試示範運行，尚未進入導入實用。示範計畫在充電電池部分有藤沢市，横濱市，京都，青森與大阪市。而在非接觸式快充部分，則是在東京都與長野縣，如表 2.2-11 所示。在中大型客車部分，則是以日野推出款式最多，在青森與東京均有實際運營案例，而其他在測試階段者除日野外尚有三菱，主要示範計畫在奈良縣；而非接觸式均是日野推出，示範計畫主要在埼玉縣，富山縣與千葉縣，如表 2.2-12 所示，實際營運車款與地點整理如表 2.2-13 所示。

表 2.2-11 日本電動大客車開發主體與運行都市-大型客車

車両サイズ	大型			
開発主体	慶應義塾大学 いすゞ自動車 東京電力 東芝 日本軽金属 ブリヂストン 東京R&D	三菱ふそう 三菱重工 東京R&D	日野自動車 国土交通省 交通安全環境研究所	(財)新産業研究開発機構(NIRO) 川崎重工 東京R&D
運行都市 【運行時期】	・神奈川県藤沢市 【H23.8.23】 ・神奈川県横浜市 【H23.8.27】	・京都府京都市 【H23.2.10～16】 ・青森県青森市 【H23.3.5、3.7】	・長野県松本市安曇上高地 【H20.10.15.～17.】 ・東京都 【H21.4.13~4.27、 H23.1.31～2.14】	・大阪府大阪市 【H22.2.1～2.16】
車両外観	実証実験 	実証実験 	実証実験 	実証実験 
ベース車	いすゞによるボディ開発(新規開発、総アルミボディ)	三菱ふそう 「エアロスターエコハイブリッド」	日野自動車 「ブルーリボンシティ」	UDトラックス 「SPACERUNNER」
充電方式	プラグイン方式	プラグイン方式	非接触方式	プラグイン方式
充電池容量	120kWh	-	23.8kWh	50kWh
定　員	69名	64名	63名	47名
長さ×幅×高さ	約9.0×約2.4×約2.7m	11.0×2.5×3.1m	10.9×2.5×3.3m	11.5×2.5×3.0m

資料來源：本團隊彙整取材自日本國土交通省「電動大客車導入指導手冊」。

表 2.2-12 日本電動大客車開發主體與運行都市-中型客車

車両サイズ	小型						
開発主体	日野自動車	株式会社フラットフィールド	早稲田大学 昭和飛行機	北陸電力 ジェイ・バス 東京R&D	早稲田大学 昭和飛行機	早稲田大学 昭和飛行機	北陸電力 三菱ふそうバス製造 東京R&D
運行都市・運用場所 【運行時期】	・東京都羽村市 【H24.3.10～】 ・東京都墨田区 【H24.3.20～】	・青森県七戸町 【H23.9～】	・埼玉県本庄市 【H22.10.9.~23】 ・埼玉県熊谷市 【H22.11.8.～12.6.】 ・佐賀県唐津市 【H23.4.21.~24.】	・富山県富山市 【H22.3.8～3.21、 H22.8.26～H23.3】	・奈良県奈良市 【H20.11.8～11.10】 ・千葉県佐倉市 【H21.4.24～6.24】 ・埼玉県本庄市 【H21.9.7~9.30】 ・奈良県奈良市 【H23.2.8～2.14】	・大阪府堺市 【H20.10.15.~11.14】 ・千葉県佐倉市 【H21.4.24.~6.24】 ・奈良県奈良市 【H21.10.31～11.2】	・洞爺湖サミット 【H19.7.7～7.9】 ・奈良県奈良市 【H20.11.8~11.10】
車両外観	実運用 	実運用 	実証実験 	実証実験 	実証実験 	実証実験 	実証実験 
ベース車	日野自動車 「ポンチョ ロング」	日野自動車 「リエッセ」	日野自動車 「ポンチョ ロング」	日野自動車 「ポンチョ ロング」	日野自動車 「ポンチョ」	日野自動車 「ポンチョ」	三菱ふそうトラックバス 「ローザ」
充電方式	プラグイン方式	プラグイン方式	非接触方式	非接触方式	非接触方式	プラグイン方式	プラグイン方式
充電池容量	30kWh	47kWh	44kWh	48.8kWh	18.9kWh	21.2kWh	52kWh
定　員	31名	25名	25名	29名	13名	13名	28名
長さ×幅×高さ	7.0×2.1×3.1m	7.0×2.0×2.8m	5.8×2.0×2.8m	7.0×2.1×3.1m	5.8×2.0×2.8m	5.8×2.0×2.8m	7.0×2.0×2.6m

資料來源：本團隊彙整取材自日本國土交通省「電動大客車導入指導手冊」。

表 2.2-13 日本電動大客車實際營運案例

日本國內實例	導入時間	導入目的	營運趟次	營運里程	充電設施
東京墨田區	2012 年	因應東京晴空塔正式啟用	8 趟/日	7.9 公里	2 座
東京羽村市	2012 年	羽村市觀光地區振興方案	7 趟/日	7.4 公里	1 座
青森縣七戶町	2011 年	七戶町環境能源推進計畫	8 趟/日	18.6 公里	1 座

資料來源：本團隊彙整取材自日本國土交通省「電動大客車導入指導手冊」。

根據 17 年 10 月東京車展展示展示影片[6]顯示：前述測試運行的日野電動大客車(中型)商品規格如表 2.2-14，由日野暢銷車款 Hino Poncho(日野ポンチョ[7])改造而來。採用 HINO 低地板中型公車車型(The Hino Poncho)，只搭載最小必要需要的電池，短續航、高頻率充電策略，約 10 公里路線運行一趟充電 1 次。藉由前述試行收集資料(之前尚未有針對中型電動大客車的相關資訊)，包括：電池與充電設施的相容性、冷暖氣空調對車輛續航力的影響等。例如東京都羽村市測試資料[8]：行駛路徑之路線平坦、途中沒有壅塞，但在開啟冷氣空調、頻繁上下客的運行下，約 10 公里路線一趟行駛結束，電池只剩下約 60%殘電。此績效表現遠不及原先預期續航可達 30 公里的理想。加上相比原車款車價(2000 萬日圓)，電動版估計為 8000 萬日圓[9]。因此日野公司表示：動力系統中電池成本占比非常高，且電池性能仍未達理想，而暫緩推出產品化，此款中型大客車迄今尚未公開販售。日野展望電動中型大客車導入時機約 2025-2030 年間。

[6] https://www.youtube.com/watch?v=yU-XReBSsVM

[7] 根據 2017 年底価格為 1774 萬 4400 元日圓(未稅)、年銷售量目標約 300 台 (https://tech.nikkeibp.co.jp/dm/atcl/news/16/122210283/)

[8] https://response.jp/article/2012/03/12/171232.html

[9] https://response.jp/article/2012/03/12/171232.html

表 2.2-14 日野電動中型大客車規格特徵

車名	(Hino Poncho EV)日野ポンチョ EV　SKG-HX9JLBE 改  (前後 2 門、低地板)
馬達出力	200kW
電池	鋰離子　約 30kWh
(全長x全寬x全高)mm	6,990x2,080x3,100
載客人數(人)	36 (座位 11、立位 24、駕駛員 1)
車輛總重量(Kg)	7,775
最高速度(1)	60 km/h
充電時間(1)	普通充電　約 8 小時(200V) 快速充電　(CHAdeMO 方式) 約 30 分

資料來源：(1)取材自 https://www.hino.co.jp/hinotopics/environment/ev/,last visited in 2018/9/10；其餘資料取材自(2)HINO(2017)日野自動車、第 45 回東京モーターショー2017 に新型日野プロフィア、日野ポンチョ EV など５台を出展―商用車の先進環境・安全技術や、日野の考える物流の未来像などを紹介―，2017 年 10 月 10 日 No.17-024(http://www.hino.co.jp/news_release/17-024.html, last visited in 2018/9/10)

日本電動大客車的最新進展，是為服務東京奧運、殘障奧運等國際型賽事，豐田汽車於 2018 年 3 月正式發布一款名為 SORA 的氫燃料電池公車(圖 2.2.8)，為日本首輛獲得認證的氫燃料電池公車，搭載電力輸出模組(最大輸出 9kW、供電 235kWh)，可用於緊急供電，車身規格整理於表 2.2-15。多項人性化的內裝設計，如：採用通用設計，座椅可以自動收起以利輪椅使用。加速控制以避免急加速(特別是停止啟動時)，強化站立乘客的安全。搭載周邊監視系統(bus peripheral monitoring function)，具有 8 個鏡頭監看車內與車外，以協助公車停等時偵測車輛周圍的行人和自行車。

豐田公司也預計在 2020 年時將會有 100 多輛 SORA 公車配合東京奧運的舉行，運行於東京市區中。



資料來源：Toyota Launches Production Model "Sora" FC Bus，2018/05/28，https://newsroom.toyota.co.jp/en/corporate/21863761.html，2018/07/23 擷取。

圖 2.2.8 Toyota SORA 氫燃料電池公車概念圖

表 2.2-15 Toyota SORA 氫燃料電池公車規格表

車身	車款	SORA
	長寬高	10.525 / 2.490 / 3.350 m
	載客人數 (座位、立位、駕駛)	79 (22+56+1)
燃料電池堆 (FC stack)	名稱 (類型)	Toyota FC Stack (固狀電解質)
	最大輸出	114 kW × 2 (155PS × 2)
馬達	類型	交流電
	最大輸出	113 kW × 2 (154PS × 2)
	最大扭力	335 N•m × 2 (34.2 kgf•m × 2)
高壓氫筒	罐數(標稱工作壓力)	10 (70 MPa)
	容量	600L
驅動電池		鎳氫電池(NiMH)
外部供電系統	最大輸出功率/供電量	9 kW / 235 kWh

資料來源：Toyota Launches Production Model "Sora" FC Bus，2018/05/28，https://newsroom.toyota.co.jp/en/corporate/21863761.html，2018/07/23 擷取。

4.中國大陸

(1)發展趨勢

中國大陸是目前推動電動大客車最主要的國家。具有完備的產業扶持體系(參見圖 2.1-11)、明確的技術與市場目標(參見表 2.2-16)和活絡的電動大客車之產業銷售與應用。檢視 2017 年，全長大於 10 米的大型大客車之中，純電動(EV)之出廠數達 43,718 輛、插電式混合動力之出廠數較往年略降為 9,298 輛，二者合計 5.3 萬輛，約為當年度大型大客車總數 56%(參見表 2.2-17)。由 2014 至 2018 年的純電動大客車出廠數量趨勢來看(圖 2.2.10)，中國大陸全長 7 米以上中大型大客車的動能技術，有朝向純電動(EV)技術的發展傾向。



資料來源：轉引自温蓓章等(2017)國際電動大客車產業發展與政策研析。經濟部工業局 106 年度專案計畫期末研究報告。財團法人車輛研究測試中心受委託，中華經濟研究院執行。原始資料取材自：工信部(2016)大陆新能源汽车扶持政策体系。2016.12.14。(https://www.polyu.edu.hk/cee/MOVE2016/1-02-MENG.pdf, last visited 2017/6/22)。

圖 2.2.9 中國大陸新能源汽車扶持政策體系

表 2.2-16 中國大陸新能源汽車技術與市場目標

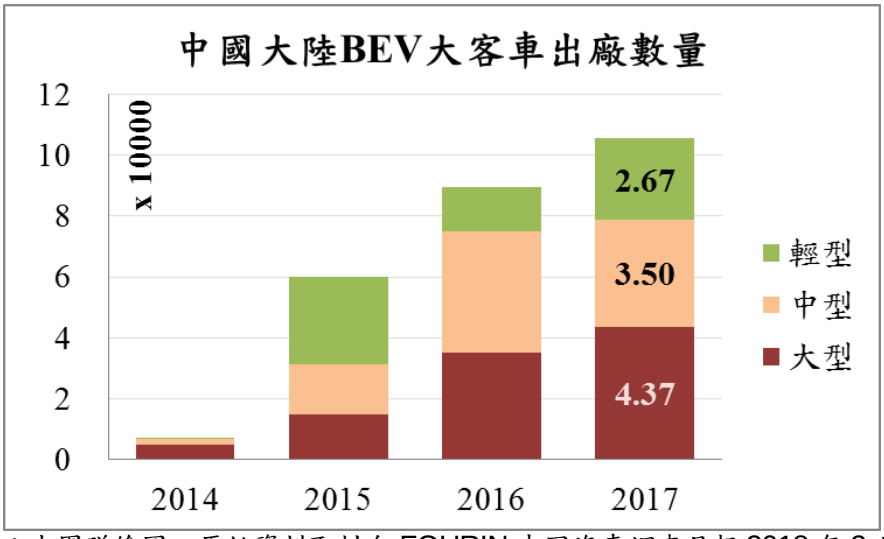
		分期分階段		
		2020 年	2025 年	2030 年
技術目標	純電乘用車續駛里程	300 km	400 km	500 km
	大客車耗能率 (kWh/100km-ton)	3.5	3.2	3.0
	插電式混合動力車油耗表現	PHEV 比 ICE 低 25%	比 2020 年 PHEV 低 10%	比 2020 年 PHEV 低 20%
市場目標	新能源汽車銷售占比	7-10%	15-20%	40-50%
	新能源汽車保有量	500 萬以上	2000 萬以上	8000 萬以上
	充電樁/充換電站保有量	500 萬/1.2 萬	2000 萬/3.6 萬	8000 萬/4.8 萬

資料來源：轉引自温蓓章等(2017)國際電動大客車產業發展與政策研析。經濟部工業局 106 年度專案計畫期末研究報告。財團法人車輛研究測試中心受委託，中華經濟研究院執行。原始資料取材自：工信部(2016)大陆新能源汽车扶持政策体系。2016.12.14.。(https://www.polyu.edu.hk/cee/MOVE2016/1-02-MENG.pdf, last visited 2017/6/22)。

表 2.2-17 中國大陸不同能源技術大客車出廠量(2014 年-2018 年 8 月)

車輛類型	大型(全長大於 10 米)				
	HEV	EV	PHEV	非電能技術	
年	(輛)	(輛)	(輛)	(輛)	%
2014	2,032	4,997	10,337	66,886	79%
2015	2,152	14,983	18,277	49,119	58%
2016	169	35,217	14,151	40,836	45%
2017	0	43,718	9,298	41,064	44%
2018(1-8 月)	0	18756	3282	21,933	50%
車輛類型	中型(全長介於 7 至 10 米)				
	HEV	EV	PHEV	非電能技術	
年	(輛)	(輛)	(輛)	(輛)	%
2014	362	1,816	3	77,431	97%
2015	476	16,327	-	62,051	79%
2016	-	39,743	2,824	56,841	57%
2017	0	35,001	3,157	46,741	55%
2018(1-8 月)	0	15,777	926	23,992	59%
車輛類型	輕型(全長不大於 7 米、座位數大於 9 座)				
	HEV	EV	PHEV	非電能技術	
年	(輛)	(輛)	(輛)	(輛)	%
2014	895	189	-	441,970	100%
2015	196	28,867	-	402,934	93%
2016	81	14,666	-	338,885	96%
2017	37	26,731	299	321,186	92%
2018(1-8 月)	9	4,190	0	209,476	98%

註：HEV：油電混合動力；EV：純電動；PHEV：插電式混合動力；非電動技術：包含：柴油、汽油、天然氣等；%為非電動技術占總車輛數(四種技術車輛數加總)之比例。
資料來源：本團隊彙整分析(2018/10)，取材自：FOURIN 中國汽車調查月報(2014-2018 各年)，中國分車種、車型月度汽車出廠匯總表。



資料來源：本團隊繪圖，原始資料取材自 FOURIN 中國汽車調查月報 2018 年 2 月號(No. 131 號)、2017 年 2 月號(No. 119 號)、2016 年 2 月號(No. 107)、2015 年 2 月號(No. 95)。

圖 2.2.10 中國大陸純電動大客車近年出廠數量

(2) 廠牌

隨著中國大陸新能源車輛的政策推動，部分國產大客車車廠也逐漸轉向電能技術市場。以下整理中國大陸前「新能源汽車推廣應用推薦車型目錄(2018 年第 5 批)」的清單(通稱「二次篩選」)中，共 1,150 款新能源大客車其中幾大純電動大客車車廠(表 2.2-18)：中通牌、宇通牌、金龍牌、申龍牌、中國中車牌、開沃牌、亞星牌、廣通牌、紫象牌、金旅牌、福田牌、比亞迪牌。各車廠的關鍵技術(電池、電機)配套廠商整理如表 2.2-19。

分別統計純電動技術，包含雙層城市客車、低入口雙層城市客車、低入口城市客車、城市客車、客車、旅遊客車以及鉸接城市客車的出廠車型數。其中，比亞迪為生產類型最廣泛者，在低入口雙層城市客車、低入口城市客車、城市客車、客車這 4 種類型皆有生產車型。廣通與比亞迪皆僅生產純電動技術車輛，純電技術車型占比達 100%。宇通則為電動大客車出廠車型數量最多者。

根據 2018 年補貼新政要求，列入二次篩選車輛的電池系統能量密度應超過 135Wh/kg。其中，採用磷酸鐵鋰技術產品最多(859 款，74%)、其次錳酸鋰技術(231 款)及鈦酸鋰電池(27 款)；超級電容僅 14 款。本批次產品之動力電池主要由寧德時代提供(磷酸鐵鋰技術)，如鄭州宇通、廈門金龍、廈門金旅、上海申龍、廣西源正等 439 款純電動大客車產品。次要動力電池廠商為中信國安盟固利(磷酸鐵鋰技術)，提供北汽福田、中通客車、安徽安凱、鄭州宇通、黃海汽車等產品。本批產品之電機技術則以同步電機為主占 95%，廣西玉柴是最主要的供應商(193 款車)，其次為中車時代、宇通客車(均 82 款車)，及濰柴西港(73 款)。值得注意的是，比亞迪車廠所使用的電池及電機皆為自行生產研發，並成立電池及電機子公司，是一條龍式技術垂直整合、掌握電動大客車所有關鍵技術與產品的唯一廠商。

表 2.2-18 中國大陸主要電動大客車廠產品技術類型統計

車廠(按「純電動城市客車」車型數排序)		廠牌	純電動技術							混合動力技術車型數	總計車型數	純電技術產品占比
			純電動雙層城市客車	純電動低入口雙層城市客車	純電動低入口城市客車	純電動城市客車	純電動客車	純電動旅遊客車	純電動鉸接城市客車			
1	中通客車控股股份有限公司	中通牌				56	3			21	80	74%
2	鄭州宇通客車股份有限公司	宇通牌	2			54	23			20	99	80%
3	廈門金龍聯合汽車工業有限公司	金龍牌				51	7			28	86	67%
4	上海申龍客車有限公司	申龍牌				42	7			6	55	89%
5	浙江中車電車有限公司	中國中車牌				38	3			1	42	98%
6	南京金龍客車製造有限公司	開沃牌			2	33	11			8	54	85%
7	揚州亞星客車股份有限公司	亞星牌	2			29	2			9	42	79%
8	成都廣通汽車有限公司、珠海廣通汽車有限公司	廣通牌				28	1		2	0	31	100%
9	廣西源正新能源汽車有限公司	紫象牌				27			1	10	38	74%
10	廈門金龍旅行車有限公司	金旅牌				24	6			20	50	60%
11	北汽福田汽車股份有限公司	福田牌				24	2			17	43	60%
12	比亞迪汽車工業有限公司	比亞迪牌		1	2	14	3			0	20	100%
其他廠牌			1	0	7	349	50	1	2	100	510	
合計			5	1	11	769	118	1	5	240	1150	
表列廠牌占比			80%	100%	36%	55%	58%	0%	60%		56%	
其他廠牌占比			-								55%	

資料來源：本團隊彙整(2018/7)原始資料取材自工信部(2018)「2018 年第 5 批推荐目录・新能源客车配套企业信息表」(5 月 22 日發布)。

表 2.2-19 中國大陸主要電動大客車廠關鍵配套廠商統計

車廠 (按車型數排序)		廠牌	(電池類型)電池企業	(電機類型)電機企業
1	中通客車控股股份有限公司	中通牌	(1)磷酸鐵鋰電池： 力信(江蘇)能源科技有限責任公司、力神動力電池系統有限公司、山東魔方新能源科技有限公司、北京國能電池科技股份有限公司、北京普萊德新能源電池科技有限公司、寧波力神動力電池系統有限公司、寧德時代新能源科技股份有限公司、合肥國軒高科動力能源有限公司、安徽沃特瑪新能源電池有限公司、深圳市沃特瑪電池有限公司 (2)錳酸鋰電池： 中信國安盟固利動力科技有限公司、蘇州新中能源科技有限公司、微宏動力系統(湖州)有限公司	(1)永磁同步： 廣西玉柴機器股份有限公司，濰柴(濰坊)中型柴油機有限公司、上海大郡動力控制技術有限公司、大洋電機新動力科技有限公司、濰柴動力揚州柴油機有限責任公司、濰柴西港新能源動力有限公司、濰柴動力西港(濰坊)新能源發動機有限公司、湖北函宇動力科技有限公司、中通客車控股股份有限公司、武漢合康動力技術有限公司、唐山普林億威科技有限公司、蘇州綠控傳動科技有限公司、湖南中車時代電動汽車股份有限公司、精進電動科技(北京)有限公司、精進電動科技股份有限公司
2	鄭州宇通客車股份有限公司	宇通牌	(1)磷酸鐵鋰蓄電池/超級電容器： 力神動力電池系統有限公司、寧德時代新能源科技股份有限公司、單體：寧德時代新能源科技股份有限公司,總成：江蘇集盛星泰新能源科技有限公司、惠州億緯鋰能股份有限公司、微宏動力系統(湖州)有限公司 (2)錳酸鋰電池： 中信國安盟固利動力科技有限公司、惠州市億鵬能源科技有限公司、微宏動力系統(湖州)有限公司	(1)永磁同步： 廣西玉柴機器股份有限公司、濰柴動力揚州柴油機有限責任公司、濰柴(濰坊)中型柴油機有限公司、濰柴西港新能源動力有限公司、鄭州宇通客車股份有限公司

資料來源：本團隊彙整(2018/7)原始資料取材自工信部(2018)「2018 年第 5 批推荐目录・新能源客车配套企业信息表」(5 月 22 日發布)。

表 2.2-19 中國大陸主要電動大客車廠關鍵配套廠商統計(續)

車廠 (按車型數排序)		廠牌	(電池類型)電池企業	(電機類型)電機企業
3	廈門金龍聯合汽車工業有限公司	金龍牌	(1)電容型鎳氫動力電池： 淄博國利新電源科技有限公司 (2)磷酸鐵鋰電池： 寧德時代新能源科技股份有限公司、單體：合肥國軒高科動力能源有限公司,總成：江蘇集盛星泰新能源科技有限公司 (3)錳酸鋰蓄電池： 中信國安盟固利動力科技有限公司、惠州市億鵬能源科技有限公司、微宏動力系統(湖州)有限公司	(1)永磁同步： (發動機)廣西玉柴機器股份有限公司；濰柴西港新能源動力有限公司、(發動機)濰柴(濰坊)中型柴油機有限公司；一汽解放汽車有限公司無錫柴油機廠、上海大郡動力控制技術有限公司、濰柴(濰坊)中型柴油機有限公司、廈門金龍汽車新能源科技有限公司、福建萬潤新能源科技有限公司、濰坊濰柴道依茨柴油機有限公司、濰柴動力股份有限公司
4	上海申龍客車有限公司	申龍牌	(1)磷酸鐵鋰電池： 力信(江蘇)能源科技有限責任公司、寧德時代新能源科技股份有限公司、合肥國軒高科動力能源有限公司、江蘇春蘭清潔能源研究院有限公司、單體：力信(江蘇)能源科技有限責任公司，總成：迪斯達新能源(上海)有限公司、單體：陝西沃特瑪新能源有限公司,總成:安徽沃特瑪新能源電池有限公司、深圳市沃特瑪電池有限公司、惠州億緯鋰能股份有限公司 (2)鋰離子動力電池/鋰離子蓄電池： 中信國安盟固利動力科技有限公司、合肥國軒高科動力能源有限公司 (3)錳酸鋰電池：微宏動力系統(湖州)有限公司	(1)交流非同步： 廣西玉柴機器股份有限公司 (2)永磁同步： 上海大郡動力控制技術有限公司、上海申龍客車有限公司、廣西玉柴機器股份有限公司、無錫市奕控新能源科技有限公司、蘇州眾聯能創新能源科技有限公司、蘇州綠控傳動科技有限公司、深圳市民富沃能新能源汽車有限公司、湖南中車時代電動汽車股份有限公司

資料來源：本團隊彙整(2018/7)原始資料取材自工信部(2018)「2018 年第 5 批推荐目录・新能源客车配套企业信息表」(5 月 22 日發布)。

表 2.2-19 中國大陸主要電動大客車廠關鍵配套廠商統計(續)

車廠 (按車型數排序)		廠牌	(電池類型)電池企業	(電機類型)電機企業
5	浙江中車電車有限公司	中國中車牌	(1)磷酸鐵鋰電池： 寧德時代新能源科技股份有限公司、蕪湖天弋能源科技有限公司 (2)鈦酸鋰電池：微宏動力系統(湖州)有限公司 (3)錳酸鋰電池：微宏動力系統(湖州)有限公司	(1)永磁同步： 浙江中車電車有限公司(原浙江南車電車有限公司)、浙江南車電車有限公司
6	南京金龍客車製造有限公司	開沃牌	(1)磷酸鐵鋰電池： 力神動力電池系統有限公司、北京國能電池科技股份有限公司、寧德時代新能源科技股份有限公司、單體：陝西沃特瑪新能源有限公司,總成：安徽沃特瑪新能源電池有限公司、單體：惠州億緯鋰能股份有限公司,總成：南京創源天地動力科技有限公司、單體：湖南沃特瑪電池有限公司,總成：郴州市沃特瑪電池有限公司、深圳市沃特瑪電池有限公司、惠州億緯鋰能股份有限公司 (2)鋰電池：北京國能電池科技股份有限公司 (3)錳酸鋰電池：微宏動力系統(湖州)有限公司、蘇州新中能源科技有限公司、惠州市億鵬能源科技有限公司	(1)永磁同步： 廣西玉柴機器股份有限公司、南京金龍客車製造有限公司

資料來源：本團隊彙整(2018/7)原始資料取材自工信部(2018)「2018 年第 5 批推荐目录・新能源客车配套企业信息表」(5 月 22 日發布)。

表 2.2-19 中國大陸主要電動大客車廠關鍵配套廠商統計(續)

車廠 (按車型數排序)		廠牌	(電池類型)電池企業	(電機類型)電機企業
7	揚州亞星客車股份有限公司	亞星牌	(1)磷酸鐵鋰蓄電池：力信(江蘇)能源科技有限責任公司、力神動力電池系統有限公司、北京國能電池科技股份有限公司、寧德時代新能源科技股份有限公司、安徽益佳通電池有限公司、江蘇春蘭清潔能源研究院有限公司、江蘇富朗特新能源有限公司、深圳市沃特瑪電池有限公司、惠州億緯鋰能股份有限公司 (2)錳酸鋰蓄電池：中信國安盟固利動力科技有限公司、江蘇春蘭清潔能源研究院有限公司、微宏動力系統(湖州)有限公司、福建冠城瑞閩新能源科技有限公司	(1)永磁同步： 安徽融智天駿新能源汽車有限公司、武漢理工通宇新源動力有限公司、濰柴(濰坊)中型柴油機有限公司、濰柴動力股份有限公司、濰柴西港新能源動力有限公司 (2)交流非同步：濰柴西港新能源動力有限公司
8	成都廣通汽車有限公司、珠海廣通汽車有限公司	廣通牌	(1)磷酸鐵鋰蓄電池：廣州鵬輝能源科技股份有限公司、北京國能電池科技股份有限公司、江蘇海四達電源股份有限公司、蕪湖天弋能源科技有限公司、深圳市沃特瑪電池有限公司	(1)永磁同步： 珠海銀隆電器有限公司
9	廣西源正新能源汽車有限公司	紫象牌	(1)鈦酸鋰電池： 珠海銀隆新能源有限公司、銀隆新能源股份有限公司	(1)交流非同步： 廣西玉柴機器股份有限公司

資料來源：本團隊彙整(2018/7)原始資料取材自工信部(2018)「2018 年第 5 批推荐目录・新能源客车配套企业信息表」(5 月 22 日發布)。

表 2.2-19 中國大陸主要電動大客車廠關鍵配套廠商統計(續)

車廠 (按車型數排序)		廠牌	(電池類型)電池企業	(電機類型)電機企業
10	廈門金龍旅行車有限公司	金旅牌	(1)磷酸鐵鋰電池/磷酸鐵鋰蓄電池、超級電容器： 寧德時代新能源科技股份有限公司、合肥國軒高科動力能源有限公司、單體：寧德時代新能源科技股份有限公司，總成：深圳市今朝時代股份有限公司、惠州億緯鋰能股份有限公司 (2)錳酸鋰電池： 中信國安盟固利動力科技有限公司、惠州市億鵬能源科技有限公司、微宏動力系統(湖州)有限公司	(1)永磁同步： 一汽解放汽車有限公司無錫柴油機廠，廣西玉柴機器股份有限公司、上海大郡動力控制技術有限公司、大洋電機新動力科技有限公司、濰柴西港新能源動力有限公司、長沙威康動力技術有限公司、武漢合康動力技術有限公司、廈門金龍汽車新能源科技有限公司、廈門金龍旅行車有限公司、福建萬潤新能源科技有限公司、精進電動科技(北京)有限公司 (2)交流非同步： (發動機)廣西玉柴機器股份有限公司、上海柴油機股份有限公司、濰柴西港新能源動力有限公司、一汽解放汽車有限公司無錫柴油機廠
11	北汽福田汽車股份有限公司	福田牌	(1)磷酸鐵鋰蓄電池： 中航鋰電(洛陽)有限公司、寧德時代新能源科技股份有限公司、合肥國軒高科動力能源有限公司 (2)錳酸鋰電池： 中信國安盟固利動力科技有限公司、微宏動力系統(湖州)有限公司	(1)永磁同步： 一汽解放汽車有限公司無錫柴油機廠、濰柴西港新能源動力有限公司、廣西玉柴機器股份有限公司、湖北函宇動力科技有限公司、濰柴動力揚州柴油機有限責任公司、北汽福田汽車股份有限公司 (2)交流非同步： 廣西玉柴機器股份有限公司、FPTINDUSTRLALS.p.A
12	比亞迪汽車工業有限公司	比亞迪牌	(1)磷酸鐵鋰蓄電池： 深圳市比亞迪鋰電池有限公司、汕頭比亞迪汽車有限公司	(1)永磁同步： 比亞迪汽車工業有限公司、長沙市比亞迪汽車有限公司

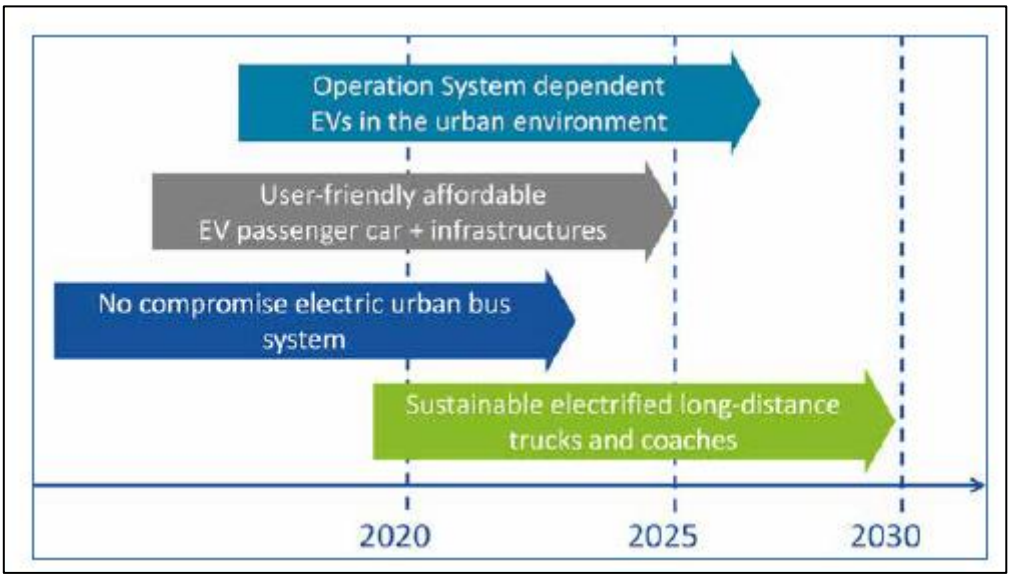
資料來源：本團隊彙整(2018/7)原始資料取材自工信部(2018)「2018 年第 5 批推荐目录・新能源客车配套企业信息表」(5 月 22 日發布)。

2.2.2 國外電動大客車推動方式

1.歐盟

2017 年歐盟 ERTRAC 公布了新版(第三版)的道路運輸電動化藍圖，相比於 2012 年的舊版本，目前歐盟的研發推動策略，更為強調系統觀，新增 2030 年里程碑「重新設計電動化道路運輸系統，以符合未來連結性社會(connected society)的需求。公車系統電動化在此藍圖中，被賦予「毫不妥協的都市電動公車系統」的策略，亦即要將電動大客車全面導入都市公車系統。同時，電動計程車也被納入同一類別中，與電動公車同步發展。

針對 2030 年「重新設計電動化道路運輸系統」，以符合未來連結性社會(connected society)的需求，提出 4 大策略(圖 2.2.11)，其中一項即為公車系統的電動化，也是藍圖中最優先落實的策略。



資料來源：ERTRAC (2017). European Roadmap Electrification of Road Transport. Status: Final for publication. 3rd Edition, version10. June 2017. EPOSS. http://egvi.eu/uploads/Modules/Publications/ertrac_electrificationroadmap2017.pdf, last visited in 2017/11/2.

圖 2.2.11 歐盟公共運輸電動化四大發展策略

儘管歐盟對於電動大客車未來期許的企圖宏大，新版藍圖中也強調要優先提升重型車輛使用的動力電池技術、高效率的動力系統和快充系統，才能如期推展電動大客車進入城市生活。

目前歐盟藍圖中所謂的高效率動力系統，不只考慮主動力的能源效率，強調也要納入輔助系統用電效率，以降低總體持有營運(TCO[10])之能源成本。另外值得一提的是，歐盟藍圖所評估的電動技術優勢(相比於傳統燃油引擎車輛)，納入「能源零排碳」(或是「排碳中性」[Carbon Neutral])觀點，而不僅只是考慮行駛過程零排放。

(1)應用思維轉變，進入「大規模服務」階段

另外值得一提的是，歐洲電動大客車的應用型態與思維已經有所轉變。根據 UITP 研究創新主任 Umberto Guide 簡報(2018)指出：過去以「取代車輛」邏輯，應用案例以 1 或 2 輛大客車測試運行的作法，在累積經驗調整之下，經歷「系統採購」階段，如今已經進入了「大規模服務」階段。目前歐洲地區應用純電池大客車重視在高運量需求、高營運強度的路線，以電池大客車取代整個車隊車輛，藉以展現電池大客車運行的效益。同時，電池容量與充電技術搭配邏輯，也從過去的一次性夜間充電、搭配大容量電池，轉變成為有限時間的擇機充電，如此可搭配較小容量的電池。

表 2.2-20 歐洲電動大客車應用型態與思維之轉進

年	2013 年	⟶	2018 年
應用型態	1 或 2 輛大客車之測試運行	選擇路線、簡單營運	大規模服務
特徵	短路線 低容量 低能源消耗 足夠時間充電 準備備用之傳統大客車	選擇適合的路線 開始朝向都市移動策略的一環 與所有利害關係人共同進行可行性研究 運用資通訊工具監控車隊以朝向最佳化營運	取代整個車隊(沒有備用車輛) 高載客需求 營運強度高(每日 20 小時/300 公里) 有限的充電時間 必須具備可交互操作性
關鍵思維	非系統取向，只是取代車輛的邏輯	範型移轉：從車輛採購到系統採購	全新運輸系統應用

資料來源：本研究中譯彙整，取材自 Guida, Umberto.(2018). State of the European Battery Electric Buses. Presentation at the US ZEB Conference, 2018, 11-12 September 2018, Los Angeles. http：//zebconference.com/wp-content/uploads/2018/04/3_Guida.pdf, last visited in 2018/11/11.

[10] TCO 表示 Total Cost of Ownership 持有營運總成本。

(2) 測試應用計畫 ZeEUS

歐盟在 2013 至 2017 年間推動大規模示範計畫 ZeEUS，推動全電動解決方案(fully-electric solution)扮演都市公車網路核心角色之示範與應用，且支持各地測試結果資訊交流、促進測試經驗之可移轉性等，以加速車輛應用。該計畫由國際公共運輸協會(The International Association of Public Transport, UITP)負責總計畫的執行推動，並組織各種利害關係人形成聯盟，包含公共運輸權責單位、營運者、車輛製造商、產業鏈供應者、能源供應者、國內或國際協會、研究機構與工程技術顧問公司等 40 個成員(整理於圖 2.2.12)。

依據參與城市屬性，可以區分為 3 種類型(分布如圖 2.2.13)：

①核心示範地區(Core Demonstration , 10 個示範計畫)

②觀察示範區(Observed Demonstration , 60 處以上)

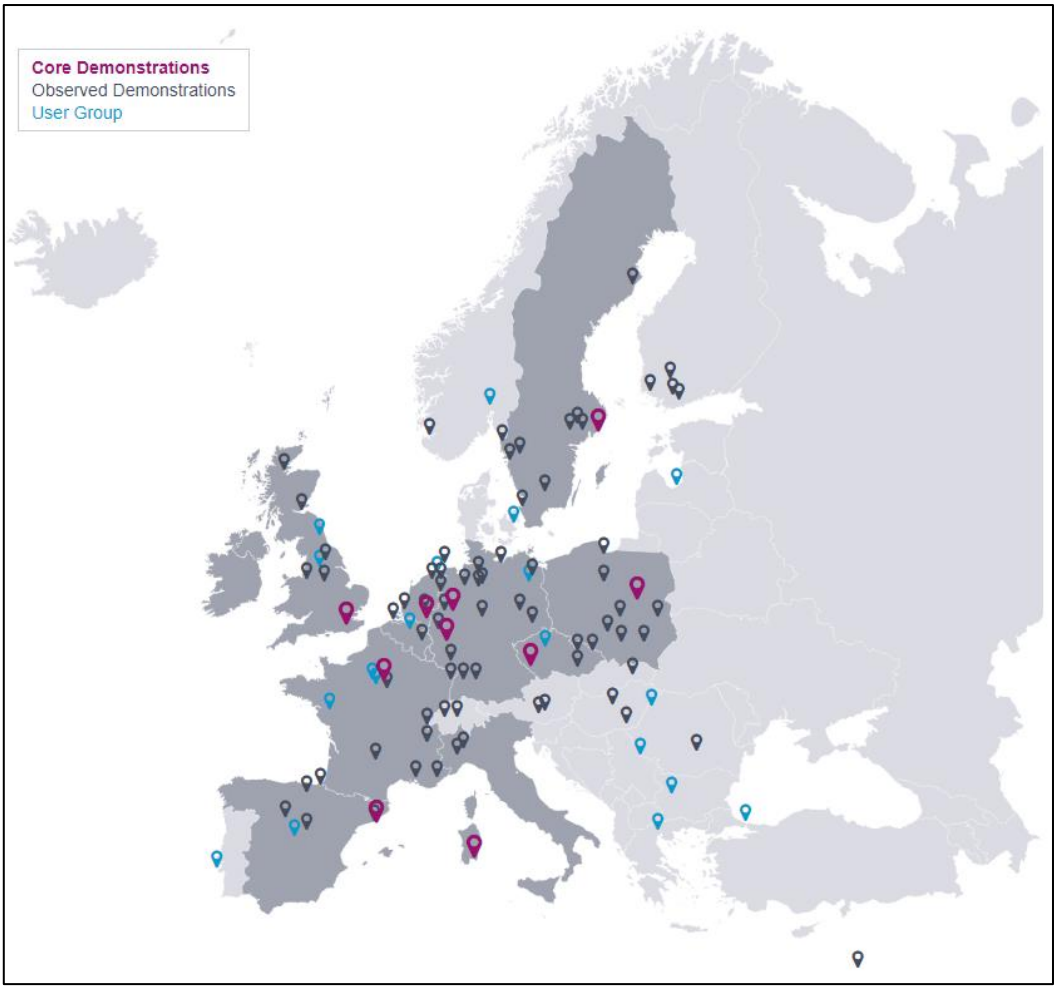
③使用群(User Group)

示範計畫、觀察示範區及使用群各自位居不同的地理特性，藉以驗證在不同的經濟、環境和社會間的可行性。



資料來源：ZeEUS eBus Report，http://zeeus.eu/uploads/publications/documents/zeeus-ebus-report-internet.pdf，2018/07/21 擷取。

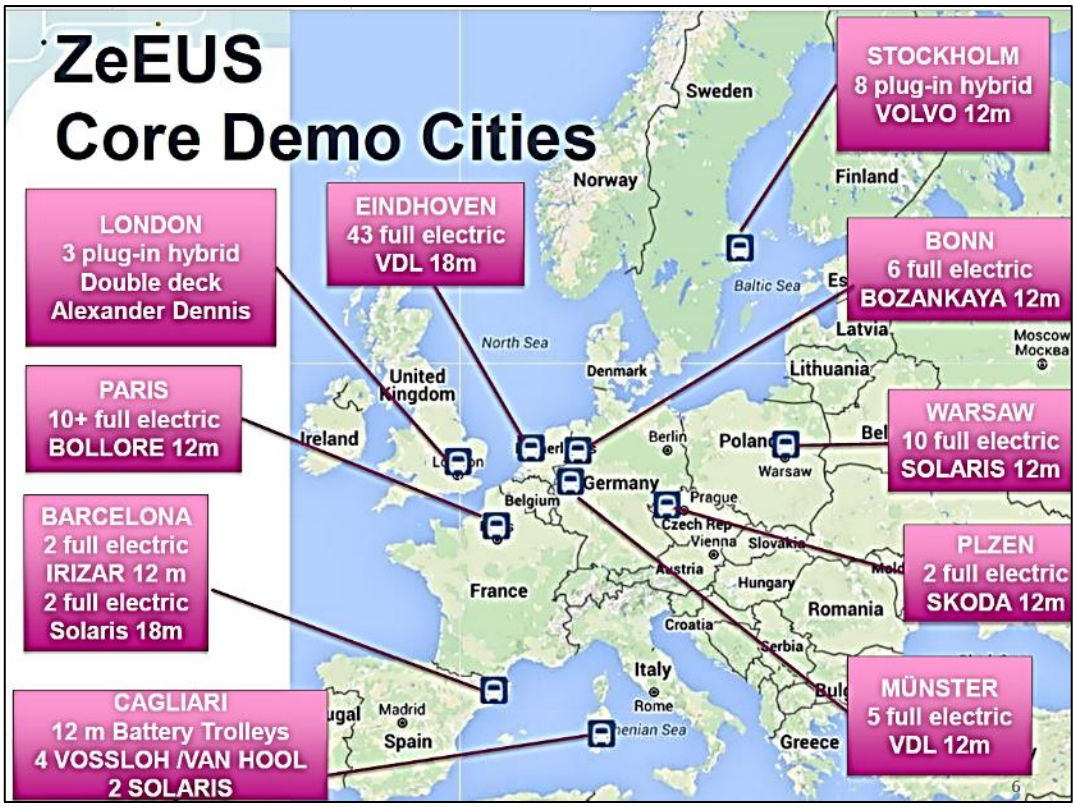
圖 2.2.12 歐盟 ZeEUS 合作夥伴



資料來源：http://zeeus.eu/demonstrations-activities/demonstrations，2018/07/21 擷取。

圖 2.2.13 歐盟 ZeEUS 的參與城市地理分布

參與示範運行的 10 處城市如圖 2.2.14；這些城市各自位居不同的地理特性，藉以驗證電動解決方案之經濟、環境和社會的有效性。在示範城市之中，以波蘭華沙和法國巴黎的計畫車隊規模最大，各有 10 輛純電動標準大客車(12 米)提供服務。其他城市多也採用標準大客車車型，但車隊規模較小，約僅 2-8 輛。



資料來源：轉引自溫蓓章(2017)國際大客車電動化推進概況。簡報。2017/10/24 發表於交通部運輸研究所。原始資料取自 Abdulah, Aida. (2017). Putting electric buses at the core of public transport. Presentation, Civitas Forum, Torres Vedras, 27th Sep 2017. (http://civitas.eu/sites/default/files/3._putting_electric_buses_at_the_core_of_public_transport_-_a.abdulah.pdf,2017/10/23 擷取)

圖 2.2.14 ZeEUS 示範計畫之參與城市與車輛技術(2015 年 9 月)

ZeEUS 計畫示範城市所採用的電動大客車系統(含車輛與充電設施)，係來自於市場上已經商業化販售的解決方案，包含 VOLVO、SOLARIS、SKODA、DVL、VOSSLJO/VAN HOOL、IRIZAR、BOLLORE、Alexander Dennis 等車廠，主要是歐洲當地供應商，車輛需符合以下條件。

①在 ZeEUS 計畫(2013-2018)前曾有運行的經驗。

②在城市/城郊環境中，實地測試並營運。

③車輛為 12 米以上高容量公交車輛，插電式混合動力車或全電動大客車，正在測試或已投入使用。

示範計畫結束後，計有 7 個城市的電動大客車仍持續運行，3 處城市車隊無持續運行。茲以表 2.2-21、表 2.2-22 分列各城市之測試目的與後續規劃(或結果)、車輛與營運特徵、路線特徵和充電特徵等。

表 2.2-21 歐盟 ZeEUS 核心示範計畫：持續運行案例

城市國家 (起動年月)	測試目的與 後續規劃	車輛與 營運特徵	路線特徵	充電特徵
荷蘭 愛丁堡 (2016/12)	各種車內和電池預熱策略 預定 2019-2021、2022-2024 年各導入 65 輛電動大客車，2026 年以前並將剩餘的柴油大客車全數更換為電動大客車	43 輛 18.15 米純電 最多 300km/車日 (20hr)@27.5kph	市區、多路線 4.4-12.3km、平坦、載客數多	場站日間天花板架空線充電 40min 場站夜間充電(慢充 30kW 及快充 300kW)4-5hr
法國 巴黎 (2016/5)	2025 年大客車全面使用電能或生質燃料	23 輛 12 米純電 180km/車日 (14hr)@10kph	市區、單一路線：中等坡度 10km	場站夜間慢充 5hr
英國 倫敦 (2015/11)	測試無線充電技術與營運績效 再測試其他充電策略：如高功率無線充電、架空線充電；再測試雙層電動大客車的最佳性能與續航	3 輛混合動力雙層 160km/車日 (16hr)@12kph	市區、單一路線：平坦 11km	路線兩側端點設置無線充電 (100kW) 場站夜間插電充電
德國 芒斯特 (2015/9)	2018 年導入 2 輛氫燃料電池、5 輛純電大客車 新加入純電大客車將使用較大電池、續航超過 400km、使用前期建置的充電設施	5 輛 12 米純電 150km/車日 (16hr)@14kph	市區至郊區、單一路線：平坦 11km	路線兩端點設架空線超快速充電 場站慢充
波蘭 華沙 (2015/6)	測試以電動大客車完全取代柴油大客車 2018 年營運 30 輛純電 12 米大客車、2019-2020 年將再買 130 輛連結式電動大客車	10 輛 12 米純電 160km/車日 (16hr)@12kph	市中心區、單一路線：平坦 13.75km	路線端點架空線充電 場站插電充電
瑞典 斯德哥爾摩 (2015/3)	測試路線端點設置之架空線自動快速充電 測試混合動力大客車節能風能與氫化植物油 結合 100%再生燃料運行，逐步推動全國 2100 輛大客車電動化，聚焦於 2022 或 2026 年開始的市中心區合約	8 輛 12 米柴電混合動力 124km/車日 (14hr)@12kph	市區、單一路線：中等坡度 8.5km	路線雙邊端點架設架空線自動快速充電 場站夜間充電
西班牙 巴塞隆納 (2014/9)	比較充電策略，結果認為路線中充電較佳 2018/7 增加 7 輛 18 米電動大客車、2019 年平坦路線 22 輛全面電能化、推動其他路線電能化	2 輛 12 米＋2 輛 18 米 18 米 180km/車日 (16hr)@11kph	市中心 2 路線：平坦 12km、丘陵 12km	路線中每 12km 快充 80% 場站夜間充電 2-6hr

資料來源：本團隊彙整，取材自(1)ZeEUS (2018). Leaflets-ZeEUS Local Brochure Demo Series. 30.04.2018. http://zeeus.eu/uploads/publications/documents/zeeus-local-demo-brochures-mergedcompressed.pdf, last visited in 2018/8/14.(2)補充自 ZeEUS (2017). ZeEUS eBus Report #2. An updated overivew of electric buses in Europe. http://zeeus.eu/uploads/publications/documents/zeeus-report2017-2018-final.pdf, last visited in 2018/6/28.

表 2.2-22 歐盟 ZeEUS 核心示範計畫：未持續運行案例

城市國家(起迄年月)	測試目的與結果	車輛與營運特徵	路線特徵	充電特徵
德國伯恩(2016/4-2018/3)	無法符合所設定 3 前提：(1)完整整合電動大客車於現有車隊(2)一對一替換柴油大客車(3)不改變路線與服務班次	6 輛 12 米純電 200km/車日(13.5hr)@16.6kph	市區和郊區、多路線：平坦和部分丘陵	場站夜間充電
義大利卡利亞里(2016/3-2017/9)	比對配置純電輔助動力、柴油輔助動力之 Trolleybus、柴油大客車後續調整採購和維護計畫，並設計路線拓展至無架空線服務範圍	(torlleybus) 2 輛 12 米純電 ＋4 輛純電 180-220km/車日(15-18hr)@13.3kph	市區到海邊郊區、冬 17.1km 夏 25.6km 路線不同	電車架空線
捷克皮爾森(2015/5-2017/4)	比較架空線行駛中充電和車站快充，偏好行駛中架空線充電 未來將擴增移動中充電(IMC)之 Trolleybus	2 輛 12 米純電 80-200km/車日(7.5-18.5hr)@25kph	市中心郊區、載客最多 2 路線：丘陵 6km	路線中車站快充 場站夜間慢充

資料來源：本團隊彙整，取材自(1)ZeEUS (2018). Leaflets-ZeEUS Local Brochure Demo Series. 30.04.2018. http://zeeus.eu/uploads/publications/documents/zeeus-local-demo-brochures-mergedcompressed.pdf, last visited in 2018/8/14.(2)補充自 ZeEUS (2017). ZeEUS eBus Report #2. An updated overivew of electric buses in Europe. http://zeeus.eu/uploads/publications/documents/zeeus-report2017-2018-final.pdf, last visited in 2018/6/28.

(3)代表性國家案例：英國(倫敦)推動方式

英國早於 2003-2013 年間運用「綠色公車基金」(Green Bus Fund)啟動「低碳公車」(Low Carbon Emission Bus, LCEB)的購車補助，作為國家「低碳經濟」(Low Carbon Economy)發展策略的一環。先後 4 梯次競爭型計畫召募、投資差額的補助比例遞減，總支出約 1 億英鎊補助款。其成效是具體導入約全英公車總數 2%之 LCEB(技術型式以油電混合動力、純電動大客車為主)，促使客運業者由此學習如何使用新技術車輛(包含駕駛訓練、維修等)，並使倫敦成為全歐洲油耗最佳的公車車隊(温蓓章 2015)。

在此基礎之上，英國低排車輛推動辦公室(Office of Low Emission Vehicle, OLEV)在交通部同意下，推出 2015-2020 年「低排公車計畫」(Low Emission Bus Scheme, LEB 計畫)，進一步推動低排、超低排公車(Low and Ultra-Low Emission Buses)的應用。以長期角度支持 LEB 永續市場，針對地區公車服務(一般大眾使用、固定路線與班次)補助 3,000 萬英鎊(約 15 億新台幣)。

LEB 計畫秉持英國一貫的「技術中立」(technology neutral)立場，補助任何符合 LEB 標準的車輛(不限定技術型式)。相比於前一階段 LCEB 僅補助「購車成本」，LEB 計畫擴大為「車輛購置與導入應用之資本門」的補助。具體可補助對象除了購車成本差額之外，還能惠及：充電設備(標準式、快充、非接觸式)、能源(氫能)補充系統，相關的土建工程、裝設人事費、硬體成本、開發相關軟體的資本成本等。

儘管 LEB 單一計畫的補助金額並無上限，但觀察表 2.2-23 所揭示的計畫衡量評選指標與配分占比，顯然偏好：(1)具有企圖心，規劃將所有公車車隊都轉換成 LEB 的計畫提案；(2)申請補貼比例較低的計畫；(3)申請總補貼金額較低的計畫。換言之，LEB 計畫是以長期角度、支持 LEB 永續市場，而選擇支持那些在執行過程中能夠降低政府補助的計畫。LEB 的申請單位(地方政府與客運業者)爭取此項補助時，應以長期營運、發揮系統性效益的角度規劃，也需提出配套計畫，以具體作法和明確的資源配置，佐證說明該地區公車將如何系統性轉換成為 LEB、如何可以降低補貼比例(温蓓章 2015)。

表 2.2-23 英國低排公車(LEB)計畫衡量指標與配分(2015 年 3 月)

項目(占比)	概述
企圖心(30%)	汰換或維繫低排公車(Low Emission Bus, LEB)車隊規模、創新性(未來可有效擴散)
可實施性(10%)	計畫所面對的可能風險與對策、未來擴散全車隊轉換的經費來源、車廠的合作條件(例如承擔一部分全生命週期維修成本、或是保固承諾範圍)
空氣品質(25%)	特別是 NOx 和 PM 的效益，鼓勵以整合策略方式提供 LEB 服務以改善空氣品質的作法(例如 LEB 與其他運具整合，而改善空氣品質)
補助金額所創造的價值(35%)	平均每車需要的補助金額越低則得分越高、基礎設施之必要性與新增車輛的關係、減碳和改善空氣品質的價值、汰換現有老舊公車、長期能源供應規劃等

資料來源：温蓓章(2015)＜借鏡英國公車車隊改造作法：創造公車改革的共效益面向＞。《經濟前瞻》162：108-112。

事實上，英國落實低排、超低排公車應用的主體，是地方政府與客運業者。以倫敦市為例，大倫敦市交通局(Trasnport for London, TfL)以改善空氣品質的核心價值，持續落實清潔公車服務的規劃。2016 年新任倫敦市長更展現強烈的企圖心，加速推動低排車輛應用(參見圖 2.2.15)。重要措施包括：

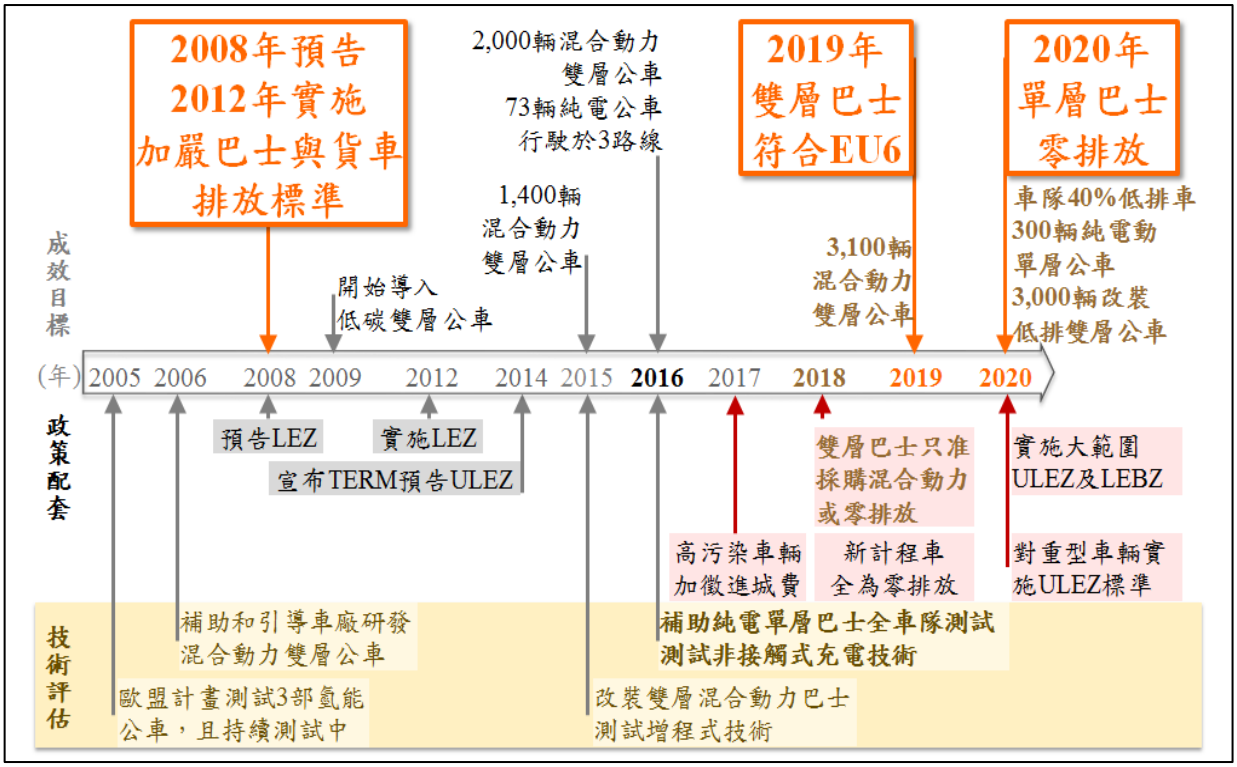
①加速採購低排/零排巴士、提前實現零排放車隊與「低排公車特區」(Low Emission Bus Zone, LEBZ)。

②針對高污染車輛進入倫敦市中心，徵收擁擠費之外的額外費用(進城費)。

③擴大「超低排放區」(Ultra Low Emission Zone, ULEZ)的範圍並提前實施。

④計程車新車全為零排放車輛。

⑤針對重型車輛實施 ULEZ 標準。



註 1：LEZ: Low Emission Zone；ULEZ: Ultra Low Emission Zone; LEBZ: Low Emission Bus Zone

註 2：TERM: Transportation Emission Roadmap

資料來源：温蓓章、陳莉筑、陳信宏(2016)智慧電動車產業輔導推廣計畫-電動大客車創新採購階段性技術指標研訂。經濟部工業局 105 年度專案計畫期末研究報告。財團法人車輛研究測試中心受委託，中華經濟研究院執行。

圖 2.2.15 英國倫敦推動低排車輛作法

此外，技術推廣法人機構也扮演關鍵角色，建立分析技術與評估工具、提供公開資訊，以鼓勵和增進地方政府發展低排巴士策略。長期協助政府推動低排車輛的「低碳車輛聯盟」(Low Carbon Vehicle Partnership, LowCVP)，在 2015 年發表「地方運輸主管機構推動低碳公車的工具箱」(Local Transport Authority Toolkit for Low Carbon Bus)，彙整了不同目標的可能作法(參見圖 2.2.16)，以及 LCB 相關測試活動的清單。內文也分析了不同的導入機會(包含導入方式與目標、導入數量等)、可能適用的車輛技術、考慮油價和新技術車輛成本的還本期指標、涉及的法規、須要考慮的課題等，並且提供實例參考。2016 年 LowCVP 又出刊「低排公車指南」(Low Emission Bus Guide)，協助各種車隊營運者和地方權責機構，在各種公車技術、燃料、附屬充電/能源補充設施之中，選擇適當的技術組合，以改善空氣品質、回應氣候變遷。該指南也以英國和歐洲案例摘要說明的方式，提供採購 LEBs 的決策理念(rationale)、營運和財務效益。LowCVP 提供導入指南以及具有代表性的實務應用案例，提供技術、營運、財務和環境面的公開資訊，是刺激市場成長的重要工具之一。特別是有助於中小型的客運業者和地方主管機關，藉此取得評估新技術車輛導入所需的資訊。



資料來源：溫蓓章、陳莉筑、陳信宏(2016)智慧電動車產業輔導推廣計畫-電動大客車創新採購階段性技術指標研訂。經濟部工業局 105 年度專案計畫期末研究報告。財團法人車輛研究測試中心受委託，中華經濟研究院執行。原始資料取材自：LowCVP (2015). Local Transport Authority Toolkit for Low Carbon Bus. A guide to encourage and increase local government interest in developing low carbon bus strategies. http://www.lowcvp.org.uk/initiatives/lceb/local-policy.htm, accessed in 2015/09/06.

圖 2.2.16 英國低碳公車導入方法彙總

2.美國

(1) 補貼政策：聯邦

自 2009 年起，美國聯邦政府實施多項有益於低或零排放車輛車輛的補助計畫，綜整如表 2.2-24。重大計畫如 TIGER/BUILD、LoNo、Bus & Bus Facilities Infrastructure Investment Program 等，多以州政府和公共運輸管理機構為對象，採用競爭型補助方式。計畫評選強調計畫實施之整體效益，例如都會/區域之經濟與環境效益、提升區域競爭力、協助新技術導入、達成客運系統重大改善、維護環境品質等。同時，針對特定計畫(如 NoLo)也設計搭配提供對應的研發補助資金(如 LoNo-CAP)給研發機構，用於技術測試、評估和分析。

原則上，聯邦補助的經費分擔比例都相對較高(多為 80%)，僅針對大客車及充電設備之 LoNo 分擔比例略低，但因不排除其他補助機會，可解釋為鼓勵申請單位槓桿運用其他政策資源，共同投入同一計畫。對比於 2010 年起多有車輛導入，可以明確瞭解 TIGER、NoLo 等資金補助具有顯著推動應用的成效(Christofa, Eleni, et al. 2017)。茲以表 2.2-25 彙整美國使用中純電動大客車的補助來源。

表 2.2-24 美國電動大客車導入相關之聯邦補助政策

補助計畫名稱	補助規模	補助形式	實施年期	成本分擔	說明
Transportation Investment Generating Economic Recovery(TIGER)	5,100,000 萬美元	競爭型	2009-2017	都市地區 80%、郊區 100%	補助新創、多元運具和跨行政區運輸計畫，以對整體都會、區域甚至全美國創造經濟和環境效益
Better Utilizing Investments to Leverage Development (BUILD) Transportation Grants Program (formerly TIGER)	15,000 萬	競爭型	2018-2020	NA	補助用於可以顯著影響區域競爭力的運輸設施投資，包含公車。
Low and No Emission (LoNo) Vehicle Program	300 萬美元/年	競爭型	2013-2020	大客車 15%、充電設施 10%	針對州政府和公共運輸管理機構之補助，用於採購或租賃低或零排放公車及相關設備，或租用、建設、改造設施以協助低或零排放公車使用。協助美國客運車隊導入更多先進動力技術
Low and No-Emission Component Assessment Program (LoNo-CAP)	300 萬/年	競爭型	2016-2020	測試費 50%，另外 50%由測試機構負擔	針對高教研究機構提供資金，執行可供 LoNo 車輛使用元件之測試、評估和分析

資料來源：本研究彙整，取材自(1) https://www.transit.dot.gov/grants, last visited in 2018/11/12；(2) Christofa, Eleni, et al. (2017). Zero-Emission Transit Bus and Refueling Technologies and Deployment Status. December 2017. http://www.umasstransportationcenter.org/Document.asp?DocID=495, last visited in 2018/8/10; (3) ODOT (2017). Electric Bus Funding Sources. Published October 2017. ODOT Rail and Public Transit Division. https://www.oregon.gov/ODOT/RPTD/RPTD%20Document%20Library/Electric-Bus-Funding-Sources.pdf, last visited in 2018/8/11.

表 2.2-24 美國電動大客車導入相關之聯邦補助政策(續)

補助計畫名稱	補助規模	補助形式	實施年期	成本分擔	說明
Bus and Bus Facilities Infrastructure Investment Program	22,650 萬美元/年	競爭型	持續	80%	針對州政府和公共運輸管理機構之補助，用於更新、改造和採購大客車及相關設備，或建設大客車相關設施。藉以協助一般資源配置所無法達成的客運系統重大改善
Flexible Funding Programs - Congestion Mitigation and Air Quality Program(CMAQ) - 23 USC 149	230,000-250,000 萬美元	分配型	2016-2020	80%	針對未達標或需維護之特殊環境(如臭氧、二氧化碳和懸浮懸浮)提供補助。只要能夠有益於空氣品質，可用於所有公共運輸資本支出，即使不符合 FTA 補助規範，也可以享有補助。
Zero-Emission Research Opportunity(ZERO)	275 萬	競爭型	2020	80%	針對非營利組織提供的補助機會，用於研究、示範、測試和評估公共運輸應用之零排放相關技術

資料來源：本研究彙整，取材自(1) https://www.transit.dot.gov/grants, last visited in 2018/11/12；(2) Christofa, Eleni, et al. (2017). Zero-Emission Transit Bus and Refueling Technologies and Deployment Status. December 2017. http://www.umasstransportationcenter.org/Document.asp?DocID=495, last visited in 2018/8/10; (3) ODOT (2017). Electric Bus Funding Sources. Published October 2017. ODOT Rail and Public Transit Division. https://www.oregon.gov/ODOT/RPTD/RPTD%20Document%20Library/Electric-Bus-Funding-Sources.pdf, last visited in 2018/8/11.

表 2.2-25 各州或地方政府申請純電公車補助計畫彙整

運輸部門 (Transit Agency)	補助計畫來源 (Funding Source)	年 (Year Use)	採購項目 (Purchases)	總補助金額(Total Awarded Amount) (百萬美元)
Clemson Area Transit (SC)	TIGGER III grant	2010	公車、充電站、儲存設施	NR
	LoNo Grant	2016	公車	3.9
Dallas Area Rapid Transit (TX)	LoNo Grant	2015	公車、基礎設施、維護費用	7.6
洛杉磯 Foothill Transit (CA)	American Recovery and Reinvestment grant; TIGGER grant	2014	充電站、轉運中心、維護設施	10.2
Indianapolis Public Transportation Corp.	TIGER grant	2014	公車	10
	State of Good Repair grant	2014	公車場站之太陽能板	3
King County Metro (WA)	TIGGER grant	2010	公車	NR
Martha’s Vineyard Transit Authority (MA)	MassDOT’s Regional Authority Capital Asset Program	2017	公車	1.4
	LoNo Grant	2017	公車、能源存儲系統	1.2
Massachusetts Bay Transportation Authority (MA)	LoNo Grant	2015	公車	4.1
Regional Transportation Commission Washoe (NV)	TIGER grant、Local Sales Tax	2010	充電站、轉運中心、維護設施	12.5
StarMetro (FL)	TIGGER II grant	2011	基礎設施、車輛推廣、計畫管理經費	6.47
Transit Authority of the Lexington Fayette Urban County Government (KY)	LoNo Grant	2015-2017	公車、充電設備、基礎設施	2015：6.4 2016：0.6834 2017：1
VIA Metropolitan Transit (TX)	TIGGER grant	2011	公車	5
Worcester Regional Transit Authority (MA)	Clean Fuels Grant	2012	公車、充電設備(含快充)、其他設備	4.4
	Section 5307 formula funds	2012－2013	公車	NR

註:NR 為無資料(Not Reported)。

資料來源：本研究彙整自 Christofa, Eleni, et al. (2017). Zero-Emission Transit Bus and Refueling Technologies and Deployment Status. December 2017. http://www.umasstransportationcenter.org/Document.asp?DocID=495, last visited in 2018/8/10.

美國使用中純電動大客車補助來源各項聯邦補助中，LoNo 有其特色。LoNo 是一項鼓勵地方政府或運輸服務業，購買/租賃美國生產具能源效率佳且清潔的公車進行小規模測試營運的示範計畫，補助對象包括：氫燃料電池車輛、純電池車輛和混合動力車輛及與營運有關的配套設施。不同於以往的補助計畫會先設定每車固定補助金額，LoNO 對各計畫的補助優先順序會依循以下衡量指標而審定總補助金額(表 2.2-26)。目前最新之 LoNO 計畫補助年限已延長至 2020 年，每年約有 300 萬美元的補助預算，其中 15%用於公車、10%用於充電設施。

表 2.2-26 美國聯邦 LoNO 計畫衡量與評比重點

	車輛	成效	社會承諾	安全
計畫評比重點	■ 總體能耗最低、總體排放最低：有害污染物、直接碳排放 ■ 通過 FTA 公車測試 ■ 符合美國國產化要求 ■ 有助於增進先進技術商品化：更低排放、更低成本、更佳品質	■ 經商業運行確認成效 ■ 對零碳車隊發展效益	■ 長期零碳車隊發展承諾 ■ 技術能耐與資源投入承諾：人員、維修 ■ 結合其他經費：增量成本	■ 對公共安全的認知與所提供的保障

資料來源：1.溫蓓章、陳莉筑等(2015)智慧電動車工業技術輔導推廣計畫—智慧電動車產業輔導推廣計畫：以營運模式分析探討電動大客車技術發展藍圖，經濟部工業局 104 年度專業計畫期末研究報告，財團法人車輛研究測試中心委託財團法人中華經濟研究院執行。2. Christofa, Eleni, et al. (2017). Zero-Emission Transit Bus and Refueling Technologies and Deployment Status. December 2017. http://www.umasstransportationcenter.org/Document.asp?DocID=495, last visited in 2018/8/10.

最近美國聯邦補助政策的重大改變之一，在於允許租賃模式接受補助。2015-2020 年聯邦 FAST 法案(FAST Act Comprehensive Transit Bill [2015/12/4, Legislative Section 3019(c)(3)])中，已經擴大補助適用對象，明確指出客運業者可採用電池租賃/服務方案(battery lease/service programs) 享用聯邦補助資源。在 FAST 法案允許租賃模式接受補助的新作法之下，LoNo 也適用租賃補助，涵蓋對象包括車輛、動力來源(如電池)、場站設施等。

新法案移除了原本限制，不再要求租賃需較採購或建置更具成本效益。並且將車輛設備成本(如充電設施)、相關財務成本(如利息、法務與財務顧問成本)、附帶成本(如運送安裝)、維護成本等，均列入得補助對象範圍。移動式動力來源(電池)若採用租賃計價對象，相關設施維護費用也可納入租賃成本。

美國FAST法案允許的融資租賃條件需以12年固定利息計算，並且至少滿足以下一項：(1)設施設備之租賃期間≧75%壽年(useful life)；(2)租賃期滿取得所有權；(3)附帶日期/價格選擇權；(4)租金現值＝90%財產價值。由此觀察法案鬆綁乃是提供融資模式，以協助降低新技術車輛之初期購置成本、或是技術不確定性衍生的後續負擔；並非開放短期租用。

受到補助措施調整的鼓舞，美國城市和車廠已經開始採用電池租賃模式。包括 Proterra[11]運用租賃模式，以電池融資租賃方式，對加州洛杉磯市(LADOT)提供 25 輛 35 英尺純電池大客車，以及建置所需的充電設施。以及美國紐約都會區運輸管理局(Metropolitan Transportation Authority, MTA)也於 2017 年開始運用租賃模式推動評估電動大客車應用測試，與 Proterra 和 New Flyer 分別商議測試合約(Iliou 2018)。

另外，BYD 也於 2018 年 7 月宣布[12]，將與 Generate Capital 合作，推出賃服務，以降低初期成本、加速美國電動大客車應用。同時，雙方的合作也將提供回收產品再運用(車輛、電池)服務。

(2) 補貼政策：州和地方政府

除了 FTA 外，州和地方政府也提供額外的資源給當地公車計畫，例如加州為鼓勵汰換高汙染的老舊卡車與公車，自 2010 年實施「油電混合動力及零排放卡車和巴士補助計畫(California Hybrid and Zero-Emission Truck and Bus Voucher Incentive Project , HVIP)」，針對符合規定的車輛補助 8,000~45,000 元美金。

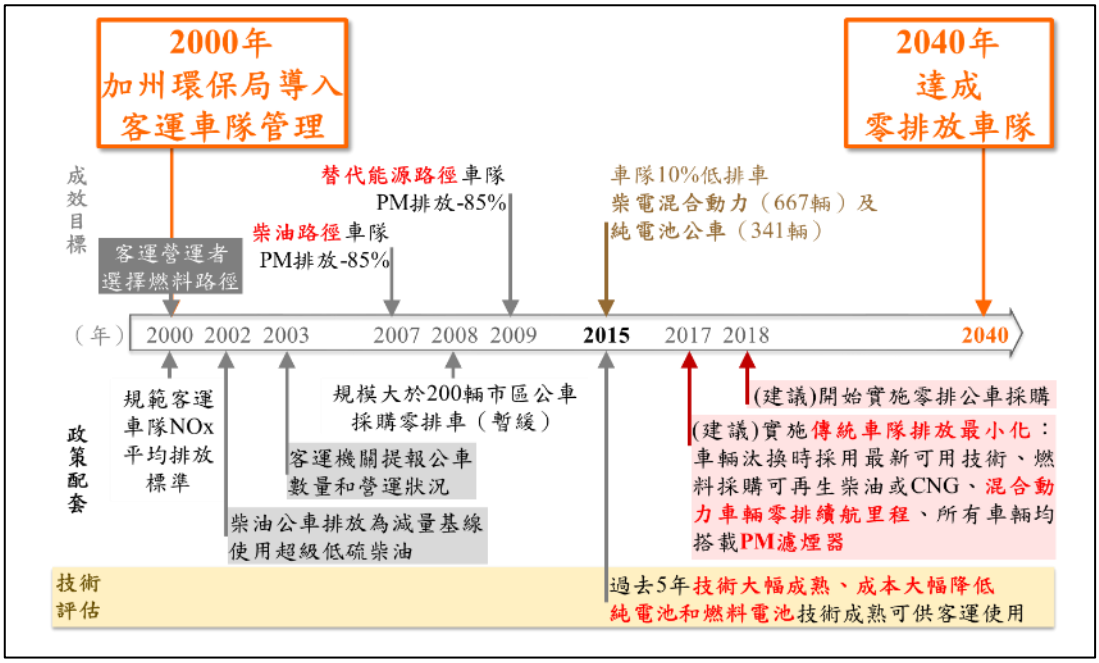
[11] https://www.proterra.com/financing/, last visited in 2018/9/10.

[12] http://www.byd.com/sites/Satellite?c=BydArticle&cid=1514427870145&d=Touch&pagename=BYD_EN%2FBydArticle%2FBYD_ENCommon%2FArticleDetails&rendermode=preview, last visited in 2018/8/10.

(3) 代表性案例：加州推動零排放大客車案例

根據 Christofa 等(2017)針對美國各州或地方政府的運輸部門開始進行純電公車的時間軸排序(表 2.2-6)，加州是最早(自 1991 年起)開始進行純電大客車應用推廣的地區。

且目前加州已經有 7 個城市地區導入純電動大客車應用。溫蓓章、陳莉筑等(2015)曾經以圖 2.2.17 彙整加州推動低排公車作法，從 2000 年加州環保局導入客運車隊管理策略開始，期望達成 2040 年零客運車隊排放的目標。在管理要求下，客運業者提出燃料路徑與減排目標， 並建立排放減量基線。2015 年技術評估確認純電池和和燃料電池技術成熟可供大客車使用，之後開始推動零排公車採購。



註：客運車隊管理(fleet rule for transit agencies)
資料來源：溫蓓章、陳莉筑、余秀梅、陳信宏(2015)智慧電動車產業輔導推廣計畫-以營運模式分析探討電動大客車技術發展藍圖。經濟部工業局 104 年度專業計畫期末研究報告。車輛中心受委託，中華經濟研究院執行。

圖 2.2.17 美國加州推動低排公車作法

當地新興車廠 Proterra 是加州推動電動大客車的一個重要考量因素，Proterra 自 2004 年成立於加州矽谷以來，至 2016 年為止，共售出 380 輛電動大客車，其中一半於 2016 年售出(UITP 2017)。

另外中國大陸電動車廠比亞迪(BYD)也在加州 Lancaster 建置車輛組裝工廠[13]，當地生產的電動大客車預計將於 2018 年下線，年產量約 1500 輛，提供產品 12 年保固。BYD 也是洛杉磯郡 Antelope Valley 大眾運輸局(Antelope Valley Transit Authority, AVTA)的策略夥伴，推動達成 2018 年 AVTA 車隊全面電動化目標[14]。AVTA 與 BYD 簽訂合約為 5 年內 85 部電動大客車(在當地 Lancaster 車廠製造)，車輛規格分為 3 類：40 英尺公車、60 英尺公車和 45 英尺城際巴士，均需滿足每次充電達到 260 公里續航里程的要求。第一批 29 輛車，已經取得「加州空氣資源委員會」(California Air Resources Board)所提供的補助資金[15]。

此外，Foothill Transit 和 Los Angeles County Metropolitan Transportation Authority 也宣佈將於 2030 年達成「零排放大客車系統」和「全電公車車隊」目標，更新大客車車隊規模達 330 輛、2,200 輛。其中 Foothill Transit 在 2016 年導入 220 輛電動大客車，是當時採用電動大客車數量最多的營運商。2017 年再導入 17 輛電動大客車，力爭達成 10%車隊電動化的年度目標。而 Los Angeles County Metropolitan Authority 也宣布採購 95 輛電動大客車：其中 60 輛為 BYD 生產的 12 公尺電動大客車、35 輛為 New Flyer 公司的 18 公尺雙節大客車。

(4) 代表性案例：紐約推動電動公車案例

2017 年底全美第一大城紐約都會區運輸局(Metropolitan Transportation Authority, MTA)開始測試電動大客車，成為一項受到矚目的案例。該計畫的推動，事先經過一個為期 4 年的前置研究評估，並擬定三階段導入構想(參見表 2.2-27)。

[13] 含電動小客車製造、甚至電動卡車與電動堆高機等，都是該工廠未來可能生產的產品。

[14] https://electrek.co/2017/05/04/byd-all-electric-bus/, last visited in 2017/11/4.

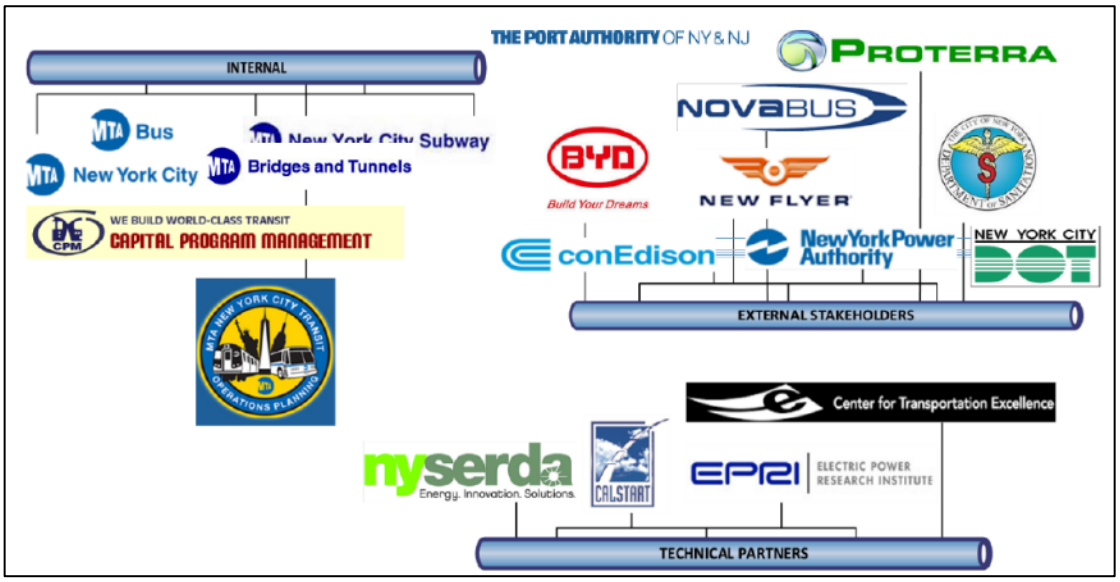
[15] https://insideevs.com/avta-to-become-nations-first-100-electric-bus-fleet-by-2018-up-to-85-byd-buses/, last visited in 2017/11/4.

表 2.2-27 紐約導入電動大客車之三階段構想

(實施中) Phase I	(未來) Phase II	(未來) Phase III
向 2 家不同廠商租賃 10 輛 40 英尺標準大客車，以及充電系統，2017 年簽訂合約，於 2018 年第一季開始提供服務 目標： ■ 評估各種電池尺寸 ■ 場站或路線中間充電 ■ 建立需求規範標準	60 輛大客車，其中包含 15 輛 60 英尺大客車	規模擴張

資料來源：本團隊綜整，取材自 Iliou, Danny. (2018). All-Electric Bus Program. Presentation to AEC Advanced Energy Conference. March 2018. https://www.stonybrook.edu/commcms/aertc/conference2018/conference/presentations/Ilioiu_Dan_powerpoint.pdf, last visited in 2018/8/10.

該事前評估檢視歐亞美各洲系統評估報告，與產業群組(包含電力研究機構、車輛工程與公共運輸協會)討論，向運輸主管機關(倫敦、日內瓦、芝加哥、費城、西雅圖、洛杉磯、蒙特婁等)訪談以及測試檢證多家供應商提供的大客車等事前分析。關於紐約電動公車計畫成員，包含運輸部門、車廠及能源部門之組成請參考圖 2.2.18。



資料來源：Iliou, Danny. (2018). All-Electric Bus Program. Presentation to AEC Advanced Energy Conference. March 2018. https://www.stonybrook.edu/commcms/aertc/conference2018/conference/presentations/Ilioiu_Dan_powerpoint.pdf, last visited in 2018/8/10.

圖 2.2.18 美國紐約 MTA 電動公車推動組成

針對事前分析結果，Aber 並提出以下幾點建議：

①在採購模式上認為「電池租賃」是值得考慮的模式。建議在採購合約上可以考慮電池單獨採購，以預留未來電池價格下跌的可能空間以及車輛廠商可以考慮設計車輛模組化，便於未來更新電池之需。以電池租賃的方式，使電池可被視為「燃料成本」(將電池租賃成本加上充電成本並分攤到各年度)，較容易與柴油大客車的燃料成本相互比較，而更容易符合目前的政府預算安排方式。電池租賃亦有助於降低電動大客車初期投資成本較高的困難、改善投資回收與回本期等財務顧慮。目前缺乏長期使用的經驗，以及充電技術仍在研發拓展階段，電池實際使用壽命並不明確。藉由租賃模式，車廠和政府(營運者)建立起夥伴關係，共同承擔初步推展應用時的電池壽年風險。使得在車輛壽年內均有電池可用。因為租賃電池的所有權在車廠，壽年結束後若電池效能仍堪用，車廠也可以再回收利用這些退役電池，故以租賃方式與營運者長期合作，對車廠也有利。各車廠採用技術有所差異，因此建議從 2 家廠商各採購 10 輛大客車，以確保未來的彈性。避免市政府未來可能被迫受制於單一廠商。

②對於示範運行原則，則建議在大規模導入電動公車前，對於電動公車的運行經驗與宣導教育非常重要。建議至少一年的測試運行，以掌握電動大客車的使用狀態及評估冷熱季節特徵對於電池效能的影響。另外，對於測試計畫建議在至少 2 條特徵迥異的路線上運行，以測試所需的電池規格與充電時間。如此可以提供較為廣泛的經驗，讓政府或運輸部門決策後續如何推動大規模應用。而在車廠的選擇上，應該優先考量具有服務其他城市經驗的車廠，如 BYD 和 Proterra 是美國最常見的車廠。

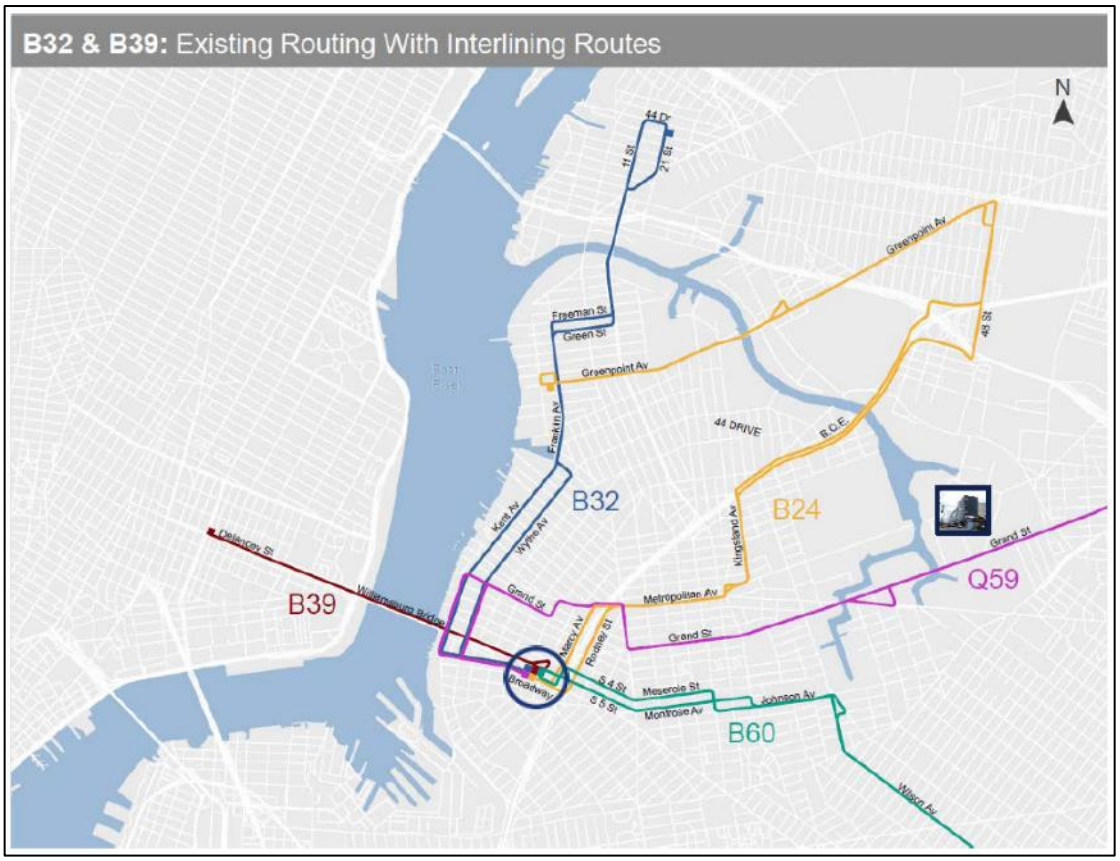
依據本研究所蒐集到的資料，美國紐約 MTA 電動公車推動將分為三階段(見表 2.2-27)。在 phase1 中透過多方管道散布消息，公開徵求各種動力系統的新公車加入服務。總計收到 13 家企業提出服務建議書，選出其中有能力提供純電池大客車的 4 家廠商(BYD、New Flyer、Nova Bus 和 Proterra)簡報及 QA 詢答，決議 Proterra 和 New Flyer 的技術較為領先。

最終 MTA 和 Department of Bus (DOB)共同組成的委員會決議 Proterra 為執行單位，推動為期 3 年(2017.08.31-2020.12.31)的測試計畫。預計 2017 年 12 月完成充電站(路線中、廠站端)建置，2018 年第 1 季正式營運。初期租賃與評估的大客車，不會限制其他車廠產品參與未來競爭型採購。另外，後續若委員會決議認為有需要，也可啟動 New Flyer 提供 5 輛純電池大客車的 3 年測試評估合約。

①Proterra 測試計畫內容(已經簽約實施)

租賃 5 輛 40 英尺的純電池大客車、建設路線中的高功率充電設施 1 處、在場站端設置 6 組充電樁。以皇后區公車站(Grand Avenue bus depot)為基地，路線中充電站位於布魯克林區威廉堡橋廣場(Williamsburg Bridge Plaza)，營運路線請參考圖 2.2.19。Proterra 承諾在計畫測試評估期間，將使其純電池大客車符合 NYC Transit 規範的車輛規格。

整理 MTA 在 2017 年的財務委員會議報告中，與 proterra 簽訂的第一階段採購合約內容(整理於表 2.2-28)，其純電公車約為 48 萬美元/輛，依據其車體、充電設備以及維保費用，總計測試計畫費用約為 402 萬美元。



資料來源：Iliou, Danny. (2018). All-Electric Bus Program. Presentation to AEC Advanced Energy Conference. March 2018. https://www.stonybrook.edu/commcms/aertc/conference2018/conference/presentations/Ilioiu_Dan_powerpoint.pdf, last visited in 2018/8/10.

圖 2.2.19 紐約市純電公車營運測試路線：Proterra

表 2.2-28 紐約市純電公車合約金額：Proterra (phase1)

單位:美元

項目	單價	數量	複價	經費占比
1. 純電池大客車	**482,007**	5 輛	2,410,035	60%
2. 整建路線中充電站		1	1,186,329	29%
3. 整建場站端充電樁		6	291,442	7%
4. 年度服務與診斷工具		3 年	85,250	2%
5. 教育訓練		3 年	48,627	1%
以上合計			**4,021,683**	100%

註 1：充電站與充電樁費用中包含租賃期滿移除設施的選擇權。
註 2：推測車輛價格為 3 年使用價格。
資料來源：本團隊彙整，取材自 MTA(2017). Finance Committee Meeting, April 2017. Metropolitan Transportation Authority. http://web.mta.info/mta/news/books/pdf/180423_1215_Finance.pdf, last visited in 2018/8/10.

②New Flyer 測試計畫內容(尚未正式簽約)

租賃 5 輛 40 英尺的純電池大客車、建設路線中的高功率充電設施 2 處、在場站端設置 2 組充電樁。以曼哈頓區公車站(Michael J Quill depot)為基地，路線中充電站位於東 41 街、83 號碼頭(Circle Line on West 43 Street) ，營運路線請參考圖 2.2.20。



資料來源：Iliou, Danny. (2018). All-Electric Bus Program. Presentation to AEC Advanced Energy Conference. March 2018. https://www.stonybrook.edu/commcms/aertc/conference2018/conference/presentations/Ilioiu_Dan_powerpoint.pdf, last visited in 2018/8/10.

圖 2.2.20 紐約市純電公車營運測試路線：New Flyer

(5) 其他案例

①華盛頓州-西雅圖

King County Metro Transit 於 2017 年 3 月公布報告將以最小成本、於 2034 年達成全電動車隊。目前車隊由 1,400 輛的無軌電車(trolleybuses)和柴油混合電動大客車組成。2020 年之前將採購 120 輛電動大客車(72 輛來自 Proterra)，2020 之後的採購則將全數為電動大客車。

另外，也預計採購多達 9 款各製造商提供的長途電動大客車，以測試電池技術是否適合長途路線(225 公里以上)的營運。當局也呼籲廠商開發 18 公尺電動大客車，以符合當地需求。

②伊利諾州-芝加哥

芝加哥交通管理局(Chicago Transit Authority, CTA)主要負責芝加哥市區及周邊 35 個郊區，是美國第二大公共交通系統，車隊規模達 1,800 輛；CTA 是美國第一個使用純電動大客車提供日常服務的主要交通機構。

2014 年，增加了 2 輛電動大客車。這些車輛由美國交通部門 TIGGER(Transportation Investments for Greenhouse Gas and Energy Reduction)、Clean Fuels grant programs 以及當地 CMAQ 計畫(Congestion Mitigation and Air Quality Improvement Program)提供資金。2016 年 1 月，CTA 宣布計劃在未來將購買 20-30 輛新型純電動大客車。

③其他未成功案例

a.佛州的 Miami 市，因為常有颶風停電，使充電困難，洪災讓電氣設備短路，供應商遷離等原因。

b.維州 Norfolk 市與阿拉巴阿瑪州 Mobile 市，因為電池與維修問題原因放棄。

c.科羅拉多州 Colorado Springs 市與華盛頓州 Seattle 市[16]，因坡度地型原因放棄。

[16]但 2017 年 3 月宣布將於 2034 年達成全電動車隊，並呼籲廠商開發 18 公尺電動大客車，以符合當地需求。

3.日本

(1)補助政策

①補助低公害公車，以混合動力、CNG 為主要的技術型式

日本推動公車之新技術應用，主要以「低公害車普及促進對策費補助金」支持新技術公車之採購。客運業者購買符合國土交通省定義「低公害車」者，依據技術型式(CNG、混合動力、CNG 改裝)、購車目的(汰舊換新、新購)等，取得購車價差(與傳統車購車價格相比)的 1/2 或 1/3 補助(參見表 2.2-29)。而所謂「低公害公車」係指排放 NOx 和 PM 低於標準 10%之公車。此外，日本地區運輸局規劃之具體行動方案，也會考量該區特性，提供更為優惠的購車導入補貼。例如東北運輸局 2013 年度行動計畫，對於純電池、插電式混合動力等電動大客車之補助 1/2 車體購置成本及公車用充電設施建設費之 1/2(温蓓章、陳莉筑、余秀梅、陳信宏 2014)。

不過，根據温蓓章、陳莉筑、余秀梅、陳信宏(2014)指出：日本並非為單一運具電動大客車給予補助，而是在都市地區、觀光地區、環境示範都市等，促成電動(純電、插電式)運具集中投入、重點投入，因此日本地區運輸局補助方案不僅對公車提供補助，對電動計程車、貨車等，也提供車體價格 1/3、充電設施建設費 1/3 的補助，並且要求導入電動運具時應與當地形成合作或異業結合之服務模式。

表 2.2-29 日本「低公害車普及促進對策費補助金」-公車(2013 年)

車輛	補助對象	補助對象車輛	補助率	導入車輛台數
巴士	汰舊換新	CNG	差額的 1/2	無規定
		混合動力		
		CNG 改裝車	改裝費的 1/3	
	新車購入	CNG	差額的 1/3	
		混合動力		
		CNG 改裝車	改裝費的 1/3	

資料來源：轉引自温蓓章、陳莉筑、余秀梅、陳信宏(2014)智慧電動車工業技術輔導推廣計畫—智慧電動車電動創新營運模式之研究：以電動大客車為例探討車電分離營運模式與補助政策。經濟部工業局 104 年度專案計畫期末研究報告。財團法人車輛研究測試中心受委託，中華經濟研究院執行。原始資料中譯自：国土交通省(2013)平成 25 年度低公害車普及促進対策費補助金 (環境対応車の導入事業)制度一覧表(http://www.mlit.go.jp/common/000998816.pdf，2014/01/20 擷取)。

(2) 推動方式

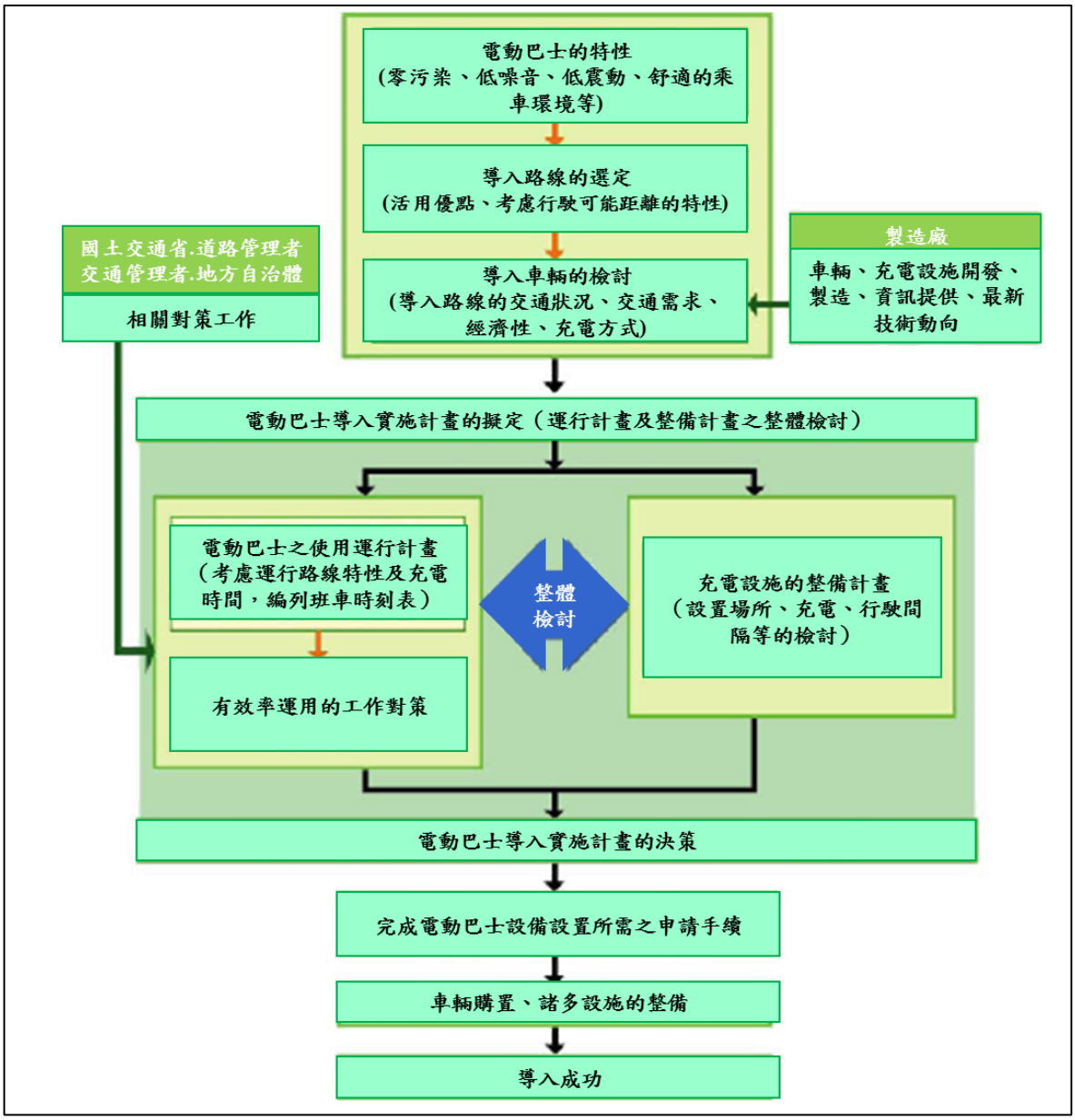
儘管並無大量投入電動大客車，但是日本國土交通省都市局．自動車局已經發布「電動巴士導入指導手冊」(圖 2.2-21)，指出每個階段應投入之工作項目，包括：運行路線選擇、車廠技術發展動向、政府單位對策工作、整體計畫檢討…等，並依照各項工作關係，以電動大客車特性做為引導，設計電動大客車特定的導入流程。該流程設計與思維或可作為我國後續欲探討的電動大客車營運模式之參考。解析該流程工作順序與內涵：

①以電動大客車特性為主軸，評估適用的運行路線。

③路線經選定後，再依據各路線營運需求，第二次評估車輛還需經過哪些技術調整或升級(如：充電方式、資訊提供…等)。

③擬定電動大客車實施計畫與整體檢討計畫，包括充電設施整備計畫、車隊班次編列、有效率的工作對策。

④依序完成各項申請手續、購置並完善相關設施，最後成功導入、開始運行。



資料來源：轉引自温蓓章、陳莉筑、余秀梅、陳信宏(2014)智慧電動車工業技術輔導推廣計畫—智慧電動車電動創新營運模式之研究：以電動大客車為例探討車電分離營運模式與補助政策。經濟部工業局 104 年度專案計畫期末研究報告。財團法人車輛研究測試中心受委託，中華經濟研究院執行。原始資料中譯自：国土交通省(2012)電気バス導入ガイドライン。国土交通省都市局・自動車局，平成 24 年 6 月。http://www.mlit.go.jp/common/000213732.pdf, last visited in 2018/4/9.

圖 2.2-21 電動巴士導入指導手冊

過去，日本在電動大客車的表現上並不突出。僅在環境省或經產省的示範運行計畫中，少量導入測試型的車款短期運行。但在2014年以後，開始有較多的電動大客車產品應用案例。主因是為了籌辦東京奧運和殘障奧運，以東京都為中心，展開多項新運輸工具和輸運服務的測試運行。另外，日本也運用其國際合作計畫，將日本的電動大客車技術應用至其他國家地區，協助廠商對外拓展。以下分述實際運行案例：

①東京都(含周邊)之純電動大客車運行：

a.搭配優先號誌之電動大客車接駁交通

埼玉市(さいたま市)計畫採用電動大客車從JR車站運行至高速鐵路車站(約需時15-20分鐘)、延伸至埼玉市巨蛋(奧運比賽場所)的交通服務。這項計畫運用「次世代汽車、智慧能源特區計畫」的國家計畫補助資源，也將同步導入公共運輸車輛優先號誌(PTPS)系統，以減少公車的停等時間。2018年展開籌備施工、預計2019年中開始運行。預計奧運之後，也將持續以有益公眾需求的角度，運用這些電動大客車。例如作為緊急避難所需的電源等之用。

b.燃料電池公車運行

經由 METI「次世代能源與社會系統先導計畫」(Next-Generation Energy and Social Systems Demonstration Project)和MOE「低碳技術研發計畫」(Low Carbon Technology Research and Development Program)之測試應用後，在國土交通部(Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, MLIT)「促進地方低碳交通」計畫(the Program for promoting low carbonization of local transportation)的支持之下，豐田集團於2017年2月交付2輛低底盤燃料電池公車(Toyota FC Bus)給東京都會區交通局，預計將用於都營公車營運服務。在2020東京奧運之前，東京都預計引進100輛燃料電池公車，以提升對於公共運輸服務應用燃料電池公車的理解程度。車上的馬達輸出最大功率達9 kW，電池 235 kWh使車輛可以在緊急狀況下為其他設備提供電動或是成為家庭用電的來源。

c.非接觸式充電技術開發與應用

早於 2012 年度，東芝集團開始參與環境省的電動大客車實證研究計畫，2015 年也於川崎醫院路線實際營運。車上搭載東芝高效能電池 SCiBTM 容量達 57.2kWh，充飽電可行駛約 40 公里，每日快速充電 3 次即可滿足營運所需。同時東芝也開發無線充電技術，2016 年中應用於中型電動大客車上，展開實證運行，行駛於川崎市和羽田機場之間約 11 公里高速公路之路線，提供全日空企業內的運輸服務。單程充電約需 15 分鐘，充電和受電模組左右間距可容受 20 公分、前後位置差異可容受 10 公分的誤差。

d.觀光巡迴慢速巴士

東京都的豐島區也以電動大客車巡迴繞行池袋地區，提供觀光客服務。預計將於 2019 年開始營運，採用日本シンクトゥギャザー公司製造的電動大客車，是屬於低地板、慢速中型遊園車(參見圖 2.2-22)，最大載客 10 人，最高時速 19kph。車上沒有窗戶、可以直接以家庭電源充電，每次充電可行駛約 40 公里。車上也可以搭載太陽能板充電，延長續航里程。



資料來源：
https://style.nikkei.com/article/DGXLASFB26H73_W7A420C1L72001?channel=DF220420167266, last visited in 2017/11/8.

圖 2.2-22 日本東京都豐島地區(池袋區域繞行)慢速中小型遊園電動車

②日本其他地區電動大客車試行

熊本大學於 2018 年 2 月至 2019 年 3 月展開實證實驗(環境省委託計畫)，採用大客車搭載 4 組日產 Leaf 電池、續航 50 公里、驅動馬達出力 190kW，運行於熊本市內，運行路線如圖 2.2-23，預計每日運行里程約 120 公里左右，目標出廠價格約比柴油大客車貴 1,000 萬日圓左右。



資料來源：【EV バス】最新の EV バスの実証&導入状況，2018/02/19，https://ev.gogo.gs/news/detail/1517969036/

圖 2.2-23 熊本電動大客車示範計畫運行路線圖

沖繩遊輪 Star Cruise 代理公司(http://okiships.co.jp/)於 2017 年 12 月導入中國大陸 BYD 電動大客車 10 輛(先前已經運行於京都等地)運行，預定未來將有 80 輛運行於沖繩和宮古地區。

③國外尖端技術實證：馬來西亞首都應用

2017 年 6 月起，日本東芝集團(TOSHIBA)在新能源與產業技術發展機構(NEDO)委託下，至馬來西亞首都吉隆坡的 Putrajaya 區，測試電動大客車系統，以協助該地減少排碳量。2 條各自為 23 公里的營運路線，包含繞行於 Putrajaya 市區、以及連結首都行政區和高科技園區 Cyberjaya。

由 8 部單層大客車組成、每車承載人數達 65 位，每次快車 10 分鐘可以運行 30 公里，並有 3 處快充站(設置於 Putrajaya 中央車站)使用集電弓型快速充電，據資料顯示利用快充 10 分鐘約可充 30%電力，提供車輛營運期間的快速充電、無須長時間充電以減少日間車輛閒置。預計將於 2018 年增加 2 部雙層電動大客車，提供觀光客使用。

車輛是由馬來西亞大客車廠打造(DRB-HICOM Defence Technologies Sdn. Bhd., DEFTECH)，搭載來自日本企業的技術，並由馬來西亞車廠業負責維修。車上採用東芝長效鋰鐵電池 Toshiba's SCiB™，搭載有 IOT 監測設備，監控電池溫度與狀態、車輛的電控特性等，確保電池維持績效期間長達 10 年。當地合作夥伴公共運輸與旅遊公司(Putrajaya Public Transport Travel & Tours, PAPTT)負責經營。

本計畫名為 PUTRA NEDO EV BUS PROJECT，總期程為期 5 年(2015-2020 年)、計畫金額達 36 億日元(約 3300 萬美元)，是由新能源與產業技術發展機構(NEDO)提供經費與必要協助。計畫採取的合作策略是：運用日本技術，並與當地廠商合作。

該計畫所展示的技術均為尖端技術，甚至不曾應用於日本本土。執行團隊由東芝集團領軍(Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corp.)，運用集結日本充電器製造商(株式会社ハセテック)、電動車關鍵技術開發商(株式会社ピューズ，PUES)、和負責環境與經濟效益評估的顧問公司(株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル)。計畫目標是要全程監督營運績效、評估以電動大客車替換 CNG 和柴油公車的可能性。

4.中國大陸

(1) 補貼政策

中國大陸因為能源政策戰略意義考量，近年來極力推動純電動客車產業發展，許多省會已有大規模電動大客車投入市場運行。中國大陸政府藉由擁有全球最大汽車市場的優勢，喊出了「2020 年全中國新能源車達到 300 萬輛，2050 年達到佔全年新車一半的願景」的口號，在 2009~2011 年推動「十城千輛」大規模示範運行計畫，選定北京、上海、重慶、長春、大連、杭州等 25 個示範城市，展開新能源車的示範推廣，藉由政府財政支出補助，鼓勵於商用車、公務車、環保和郵政等公共服務領域，率先推廣使用。

而針新能源大客車的補貼則根據車輛動能技術、車長、純電動續駛公里和動力電池品質(單位載質量能量消耗量 Ekg，Wh/km・kg)、快充倍率、系統能量密度(Wh/kg)及節油率水平等，給予表 2.4-3 的補助。觀察近年中國大陸電動大客車的財政補貼方式，綜整以下幾點發現；

①提高技術門檻要求

比較表 2.2-30 所列 2017 和 2018 年的補貼標準，可以發現技術門檻有所調整。包括電池系統能量密度(從最低 85 Wh/kg 提高到 115Wh/kg)、增加電池單位載質能量消耗量係數(Ekg)最低門檻等(原先無此係數)。藉以鼓勵大客車高性能動力電池、低耗能產品。

②購車補貼依據車輛性能分級補助

中國大陸對於電動大客車的補貼，已經採取依據車輛性能分級補貼的作法，依據車輛技術規格的不同，給予對應的補貼額度。同時，也要求車廠需提供售後服務和保固，符合以下 2 項資格要件，始能享有補助資格。首先，車廠端需要建立售後服務體系，能夠即時處理車輛故障問題，並且提供關鍵零組件(電池、驅動電機及控制器)8 年或 20 萬公里的保固；其次，規定新能源車、純電動續行里程和單位載質量能量消耗量之相關規定，並須通過專項檢驗標準，以確保車輛具備安全可靠的性能。

③購車補貼逐年降低

此外，中國大陸也對於購車補助費用規劃退場機制，考量車輛的生產成本、規模效應、節能排放效果及技術發展等項目進展。此機制之內容，在 2017-2018 年與 2019-2020 年皆以 2016 年作為基礎，補助金額分別調降 20%及 40%。

④營運補貼需符合最低營運里程、推廣數量達標

而在營運補助方面，現行(2015-2019 年)節能與新能源公車運營補助標準(參見表 2.4-4)，需要每車每年營運里程不得低於 3 萬公里者，始得申請；若不足一年者，以月均營運里程計算，不低於 2,500 公里為準。且依據 2015 年 5 月 11 日公告《關於完善城市公交車成品油價格補助政策加快新能源汽車推廣應用的通知》，以各地方(省/市/區)新能源公交車應推廣數量達標與否，作為下一年度燃油公交車成品油補助是否能領取全額或扣減領取的基準。若未達最低推廣目標，不但不能領取新能源車輛營運補貼，還會懲罰性地降低燃油補助。

⑤建立資訊監控平台：

a.建立產業、地方政府、中央政府的三方新能源汽車資訊平台。能夠隨時掌握車輛產銷、運行以及充電設施營運的狀況，並結合現有管理制度對生產情形、車型目錄審核、補貼申請、行駛里程的全方面監控。

b.建立整車和電池的抽檢制度，以隨機抽查的方式，檢驗電池能量密度及整車能耗等關鍵參數。若抽檢之參數值與車型目錄不符者，會按照情形扣減或延遲提撥補貼，甚至提出處罰。

表 2.2-30 中國大陸針對電動大客車之中央財政補貼標準(2017 年-2018 年)

<table>
<tr><th rowspan="2">適用年度</th><th rowspan="2">車輛類型</th><th rowspan="2">中央財政補貼標準(元/kWh)</th><th colspan="3" rowspan="2">中央財政補貼調整係數</th><th rowspan="2">續航里程(等速法)</th><th colspan="3">中央財政單車補貼上限(萬元人民幣)</th></tr>
<tr><th>6<L≤8m</th><th>8< L≤10m</th><th>L>10m</th></tr>
<tr><td rowspan="8">2018年</td><td rowspan="2">非快充類純電動客車</td><td rowspan="2">1.200</td><td colspan="3">系統能量密度(Wh/kg)</td><td rowspan="2">高於200km</td><td rowspan="2">5.5</td><td rowspan="2">12</td><td rowspan="2">18</td></tr>
<tr><td colspan="2">115－135(含)</td><td>135 以上</td></tr>
<tr><td rowspan="2">快充類純電動客車</td><td rowspan="2">2.100</td><td colspan="3">快充倍率</td><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">4</td><td rowspan="2">8</td><td rowspan="2">13</td></tr>
<tr><td>3C－5C(含)</td><td>5C－15C(含)</td><td>15C 以上</td></tr>
<tr><td rowspan="2">插電式混合動力(含增程式)客車</td><td rowspan="2">1.500</td><td colspan="3">節油率水準</td><td rowspan="2">高於50km</td><td rowspan="2">2.2</td><td rowspan="2">4.5</td><td rowspan="2">7.5</td></tr>
<tr><td>60%－65%(含)</td><td>65%－70%(含)</td><td>70%以上</td></tr>
<tr><td rowspan="8">2017年</td><td rowspan="2">非快充類純電動客車</td><td rowspan="2">1.800</td><td colspan="3">系統能量密度</td><td rowspan="8"></td><td rowspan="2">9</td><td rowspan="2">20</td><td rowspan="2">30</td></tr>
<tr><td>85-95</td><td>95-115</td><td>115 以上</td></tr>
<tr><td rowspan="2">快充類純電動客車</td><td rowspan="2">3.000</td><td colspan="3">快充倍率</td><td rowspan="2">6</td><td rowspan="2">12</td><td rowspan="2">20</td></tr>
<tr><td>3C-5C</td><td>5C-15C</td><td>15C 以上</td></tr>
<tr><td rowspan="2">插電式混合動力(含增程式)客車</td><td rowspan="2">3.000</td><td colspan="3">節油率水平</td><td rowspan="2">4.5</td><td rowspan="2">9</td><td rowspan="2">15</td></tr>
<tr><td>40%-45%</td><td>45%-60%</td><td>60%以上</td></tr>
</table>

註 1：單車補貼金額=Min{車輛帶電量x單位電量補貼標準；單車補貼上限}x調整係數 1(電池單位載質能量消耗量係數)x調整係數 2(電池系統能量密度係數、快充倍率係數、節油率係數)。

註 2：電池單位載質能量消耗量係數(Ekg)不高於 0.21Wh/km•kg，0.15-0.21(含)Wh/km•kg 的車型按 1 倍補貼，0.15Wh/km•kg 及以下的車型按 1.1 倍補貼。計算 Ekg 值所需的附加品質按照《关于 2016-2020 年新能源汽车推广应用财政支持政策的通知》(财建〔2015〕134 号)執行，能量消耗率按《电动汽车能量消耗率和续驶里程试验方法》(GB/T 18386-2017)測試。

資料來源：本研究彙整自 1.財政部、科技部、工信部、發展改革委，《關於調整完善新能源汽車推廣應用財政補貼政策的通知》附件「新能源汽車推廣補貼方案及產品技術要求」，財建[2018]18 號，2018/02/12，http://www.mof.gov.cn/mofhome/jinjijianshesi/zhengwuxinxi/zhengcefagui/201802/t20180213_2815574.html。2.財政部、科技部、工信部、發展改革委，《關於調整新能源汽車推廣應用財政補貼政策的通知》附件「新能源汽車推廣補貼方案及產品技術要求」，財建[2016]958 號，2016/12/30，http://www.mof.gov.cn/mofhome/jinjijianshesi/zhengwuxinxi/zhengcefagui/201802/t20180213_2815574.html。

(2) 代表性案例：深圳市 2017 年達成「公車車隊全電動化」案例

在中央和地方政府的高額補貼之下，支撐中國大陸成為電動車輛快速成長的市場。深圳市更於 2017 年底成為全球「公車車隊全電動化」城市的首例，將 1.6 萬輛公車全數汰換為電動大客車。當地也設有 32 個充電服務營運商，166 處充電站、1,832 個快充座，提供電動大客車充電服務。深圳巴士集團成為全球最大的純電動大客車營運服務商，共有 5,698 輛純電動大客車，提供 364 線公車服務、每車年均行車里程超過 6.5 萬公里。

①電動公車推動歷程

深圳市自 2009 年起陸續頒布《深圳市新能源產業振興發展規劃(2009-2015)》、《深圳市 2016-2020 年新能源汽車推廣應用工作方案》及《2018 年"深圳藍"可持續行動計畫》等一系列政策措施，以公共運輸為切入點，帶動電動車產業發展。以下整理深圳市電動大客車推廣歷程(圖 2.2-24)：

2009 年，選定為全國首批(共計 13 座城市)節能與新能源汽車示範推廣城市。

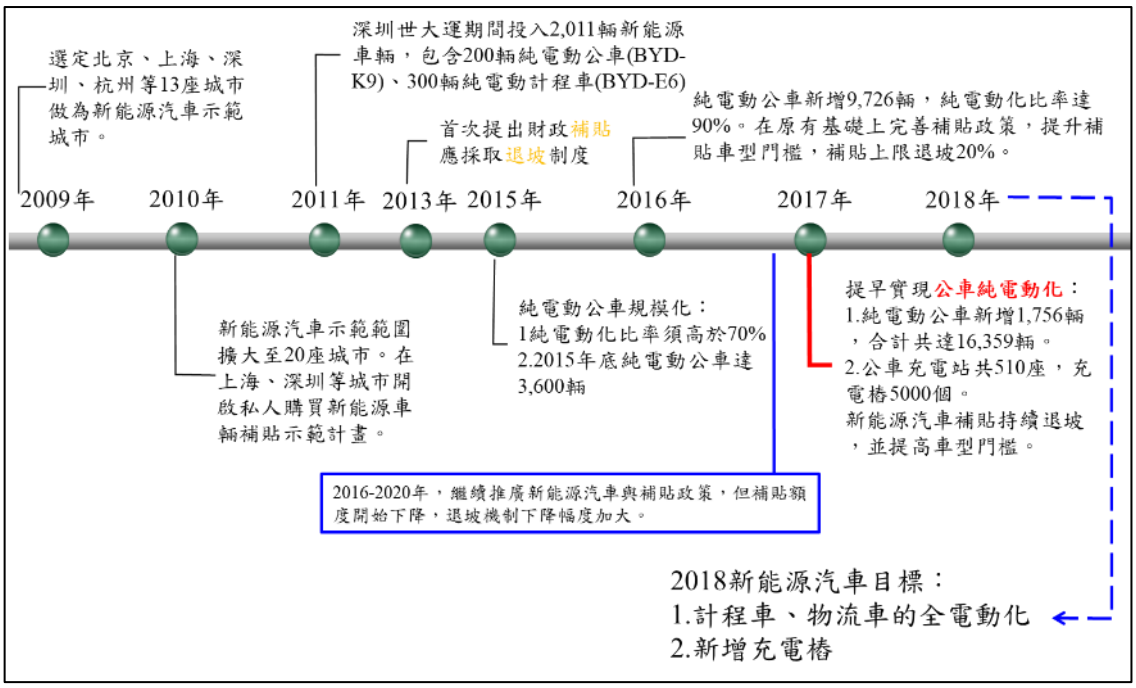
2010 年，交通運輸部選為建設低碳交通運輸體系的 10 座示範城市之一。

2011 年，深圳市於世界大學運動會舉辦期間投入 2,011 輛新能源車輛，其中包含 200 輛純電動大客車(比亞迪 K9)和 300 輛純電動計程車(比亞迪 e6)。

2015 年，開始純電動大客車開始規模化，包含公車和計程車更新、新增純電動汽車比例不得低於 70%等。至當年底純電動大客車達 3,600 輛。

2016 年，純電動大客車再增加 9,726 輛，純電動化比率達 90%。

2017 年，純電動大客車新增 1,756 輛，合計共達 16,359 輛，公車充電站共 510 座，充電樁 5000 個，實現公車純電動化的目標。



資料來源：本研究彙整。

圖 2.2-24 深圳市發展電動大客車推動歷程

其中值得注意的是，深圳自 2015 年開始規模化推廣純電動大客車及計程車，通過機制保障、政策與資金補貼、鼓勵創新模式等，使原預計在 2020 年完成公車全電動化之目標提早在 2017 年底達成，政府總補貼金額累積達 33 億人民幣。

②電動公車營運模式

根據温蓓章等(2017)指出：深圳市的推廣模式包括「車電分離、融資租賃、充維結合」，降低客運業者採用電動大客車的資金和維運壓力。2015 年，市府允許「企業自主招標」，讓客運業者結合自身需求、選擇合適的商業化模式。深圳市西部公共汽車公司採用「混合租賃」的營運模式，由車廠統合充電設施、金融機構擔任協力融資的角色。深圳市東部公交公司則提出「置換」方案，其計算剩餘柴油公車之總殘值，以「混合租賃」的方式購置等價電動公車車體。而深圳巴士集團則採取「整車購買、服務外包」的模式，客運業者自行統合主導，分別向車廠和充電服務商提出規格要求。提供二者服務模式特徵比較請見表 2.2-31。

表 2.2-31 深圳市電動大客車之營運服務模式比較

業者	車輛數	充電設備	購車		備註
			租賃	運作方式	
深圳巴士集團	6,053	充電站 92 座 充電樁 1,519 個 車樁比 4：1	融資租賃	採取「整車購買、服務外包」模式： 與車廠簽訂整車購買合同，並附帶車輛維保服務。除易耗損零件外，均由車廠負責維修。 與充電服務商簽訂基礎設施服務協議，由充電服務商建設充電樁並提供充電服務。	向 BYD 購置大量電動公車時，由 BYD 收購替換的燃油公車
深圳東部公交	5,805	充電站 61 座 充電樁約 2,300 個 車樁比 大型公車 2：1 中型公車 3：1	置換+混合租賃	1.「置換」模式：以仍在營運期的非純電動公車，並評估其殘值，並等價交換純電動公車。 2.「混則租賃」模式：車體採融資租賃，三電部分則採取租賃模式，租賃週期為 8 年。	BYD 參與東部公交在混合租賃模式中的購租結合、里程保障、分期付租、自行充電與利益共享等，幫助公交企業降低經營風險，實現輕資產運行。
深圳西部公汽	4,501		混合租賃	採取「裸車融資租賃、四電租賃」模式： 1.車廠：將車輛及充電設施銷售給金融機構。負責營運期內的車輛維修、充電設施建設維護。 2.客運業者：向金融機構簽訂租賃合同，租賃期為 8 年，承租車輛及充電設施。租賃期滿車輛及充電設施所有權歸客運業者。 3.租賃期間，車輛若出現因技術問題致使考核指標無法完成，損失應由車廠業者。	

資料來源：本團隊彙整分析(2018/11)，取材自：溫蓓章等(2018)智慧電動車產業輔導推廣計畫-國際電動車輛營運模式商機研析，經濟部工業局 107 年度專案計畫期末研究報告，財團法人車輛研究測試中心受委託，中華經濟研究院執行。

目前在深圳是的電動公車主要以 BYD 為多數，而 BYD 除了販售車體外，考量客運業者在電動公車的初期投資成本較高，以及政策考量柴油公車汰換的壓力，其提供收購二手燃油公車、建設充電設施及營運期內的維修保養服務。另外，根據 2018 年的中國汽車調查月報(FOURIN)顯示，比亞迪亦正在建置廢舊車用電池回收在利用基地，以面對即將屆期退役電池的再利用市場與回收體系，以一條龍式的服務，加速業者汰換柴油公車的意願。

③電動公車補貼政策

在補助政策的部分，深圳市跟隨中央財政補貼標準，以及考量目前電動公車佔有率 100%，重新調整電動公車的補貼制度。以下整理深圳市政府針對電動公車的購車補貼、營運補貼與充電設施補貼。

a.電動公車購置補貼

由於深圳市已在 2017 年達成全市公車電動化的目標，在購置補貼上相對應調整補貼門檻。根據深圳市 2018 年 8 月 27 日公告的《深圳市 2018 年新能源汽車推廣應用財政支持政策》中提出對補貼車輛的三點要求，包含須為《新能源汽車推廣應用推薦車型目錄》內的車型、達到行駛里程要求(年營運里程 2 萬公里以上)並且車輛僅限定在深圳市內使用。該公告亦訂定今年度的購車補貼標準(整理於表 2.2-32)，依照出廠時間分為三個階段給予不同額度的補貼：

(a)第一階段：2018 年 1 月 1 日至 2018 年 2 月 11 日領牌車輛，補貼額度與 2017 年相同。

(b)第二階段：2018 年 2 月 12 日至 2018 年 6 月 11 日領牌車輛，補貼額度為 2017 年的 70%。

(c)第三階段：2018 年 6 月 12 日至 2018 年 12 月 31 日領牌車輛，補貼額度僅剩 2017 年的 50%。

由階段式的補貼門檻調整，至第三階段的補貼調整係數已與中央 2018 年最新的財政補貼調整係數相同。整體來說，電動公車購車補貼額度已逐漸減縮。

表 2.2-32 深圳市新能源公車補貼

<table>
<tr><th rowspan="2">購置時間</th><th rowspan="2">車輛類型</th><th rowspan="2">財政補貼標準(元/kWh)</th><th rowspan="2">財政補貼調整係數</th><th colspan="3">地方財政單車補貼上限(萬元人民幣)</th><th rowspan="2">備註</th></tr>
<tr><th>6<L≤8m</th><th>8<L≤10m</th><th>L>10m</th></tr>
<tr><td rowspan="4">2018 年 1 月 1 日至 2018 年 2 月 11 日</td><td rowspan="2">非快充類純電動客車</td><td rowspan="2">1,800</td><td colspan="3">系統能量密度(Wh/kg)</td><td rowspan="2">4.5</td><td rowspan="2">10</td><td rowspan="2">15</td><td rowspan="4">不超過中央財政單車補貼額的 50%</td></tr>
<tr><td>85－95(含)</td><td>95－115(含)</td><td>115 以上</td></tr>
<tr><td rowspan="2">快充類純電動客車</td><td rowspan="2">3,000</td><td colspan="3">快充倍率</td><td rowspan="2">3</td><td rowspan="2">6</td><td rowspan="2">10</td></tr>
<tr><td>3C－5C(含)</td><td>5C－15C(含)</td><td>15C 以上</td></tr>
<tr><td rowspan="4">2018 年 2 月 12 日至 2018 年 6 月 11 日</td><td rowspan="2">非快充類純電動客車</td><td rowspan="2">1,260</td><td colspan="3">系統能量密度(Wh/kg)</td><td rowspan="2">3.15</td><td rowspan="2">7</td><td rowspan="2">10.5</td><td rowspan="4">不超過中央財政單車補貼額的 50%</td></tr>
<tr><td>85－95(含)</td><td>95－115(含)</td><td>115 以上</td></tr>
<tr><td rowspan="2">快充類純電動客車</td><td rowspan="2">2,100</td><td colspan="3">快充倍率</td><td rowspan="2">2.1</td><td rowspan="2">4.2</td><td rowspan="2">7</td></tr>
<tr><td>3C－5C(含)</td><td>5C－15C(含)</td><td>15C 以上</td></tr>
<tr><td rowspan="4">2018 年 6 月 12 日至 2018 年 12 月 31 日</td><td rowspan="2">非快充類純電動客車</td><td rowspan="2">600</td><td colspan="3">系統能量密度(Wh/kg)</td><td rowspan="2">2.75</td><td rowspan="2">6</td><td rowspan="2">9</td><td rowspan="4">單車補貼金額=Min{車輛帶電量×單位電量補貼標準;單車補貼上限}×調整係數(包括：電池系統能量密度係數、單位載品質能量消耗量係數、快充倍率係數、節油率係數)</td></tr>
<tr><td colspan="2">115－135(含)</td><td>135 以上</td></tr>
<tr><td rowspan="2">快充類純電動客車</td><td rowspan="2">1,050</td><td colspan="3">快充倍率</td><td rowspan="2">2</td><td rowspan="2">4</td><td rowspan="2">6.5</td></tr>
<tr><td>3C－5C(含)</td><td>5C－15C(含)</td><td>15C 以上</td></tr>
</table>

資料來源：本研究彙整自：深圳市 2018 年新能源汽車推廣應用財政支持政策，《深圳市 2018 年新能源汽車推廣應用財政支持政策》附件「2018 年新能源汽車推廣應用深圳市財政補貼標準」，2018/08/27 公告，http://www.szfb.gov.cn/xwzx/tzgg/201808/t20180829_14042248.htm，最後擷取 2018/11/05。

b.電動公車營運補貼

在《深圳市 2015 年-2019 年城市公車成品油價格補助及新能源運營補助辦法(試行)》中，深圳市交通運輸委員會針對納入《新能源汽車推廣應用推薦車型目錄》的純電動公車、燃料電池公車和插電式混合動力公車提供營運補貼(整理於表 2.2-33)。在補助辦法中有規定申請門檻，對於符合門檻者每年每輛提供 2 至 8 萬元不等的補貼，適用條件包含：

(a)全年正常營運且年營運里程須高於 3 萬公里。

(b)要求客運業者在新增及更換的公車中純電動公車的比重：2015 年度新增及更換比重應當達到 40%；2016 年至 2019 年度應當達到 100%。

表 2.2-33 深圳市市區電動公車營運補貼(2015-2019 年)

單位：人民幣

車輛類型	車長 L(米)		
	6≤L＜8	8≤L＜10	L≥10
純電動公車	4 萬元/輛/年	6 萬元/輛/年	8 萬元/輛/年
插電式混合動力(含增程式)公車	2 萬元/輛/年	3 萬元/輛/年	4 萬元/輛/年
燃料電池公車	6 萬元/輛/年		
超級電容公車	2 萬元/輛/年		
非插電式混合動力公車	2 萬元/輛/年		

資料來源：深圳市交通運輸委員會(2017)《深圳市 2015 年-2019 年城市公車成品油價格補助及新能源運營補助辦法(試行)》政策解讀。2017-12-29。http://www.sztb.gov.cn/zwgk/xxgkml/zcfgjjd/zcjd/201801/t20180102_10635644.htm, last visited in 2018/10/5.

c.充電設備補貼

依據深圳市 2018 年 8 月發布的《深圳市 2018 年新能源汽車推廣應用財政支持政策》，針對充電設施建設給予補貼。對建置充電樁總功率達 8,000kW 以上的充電運營商，給予充電樁建置補貼(表 2.2-34)：

表 2.2-34 深圳市充電設施補貼標準

充電設施		補貼額 (人民幣/kW)	上限
直流充電		600	地方各級財政補貼總和不得超過中央財政單車補貼額的 50%
交流充電	40Kw 以下	200	
	40Kw 以上	300	

資料來源：本研究彙整自：《深圳市 2018 年新能源汽車推廣應用財政支持政策》附件「2018 年新能源汽車推廣應用深圳市財政補貼標準」，2018/08/27 公告，http://www.szfb.gov.cn/xwzx/tzgg/201808/t20180829_14042248.htm，最後擷取 2018/11/05。

另外，也提到建置充電設施需符合國家、行業及地方關於充電設施的技術標準和安全營運技術規範；充電設施建置完成後需登錄深圳市「新能源汽車充電設施服務營運監控平臺」；以及對外開放營運的充電設施需符合《深圳市新能源汽車充電設施運營商備案管理辦法》及相關規定。

2.3 電動大客車自動輔助駕駛發展趨勢

本節目的係針對國內外自動駕駛及輔助駕駛發展現況，蒐集相關資料，包含自動駕駛等級技術分類及相關技術、測試運行、法規制訂及實施等，以作為國內推動電動大客車自動輔助駕駛之參考。

2.3.1 自動駕駛等級分類及相關技術

1. 自動駕駛等級分類

2013 年，美國國家公路交通安全管理局(National Highway Traffic Safety Administration, NHTSA)發布「U.S. Department of Transportation Releases Policy on Automated Vehicle Development」，首先提出將自動輔助駕駛劃分等級 0 至等級 4，之後改為參照國際車輛工程師協會之等級 0 至等級 5 劃分方式。

2014 年 1 月，國際車輛工程師協會(International Society of Automotive Engineers, SAE International)發布 J3016_201401 文件，2018 年發布 J3016_201806 文件，目的在於提供自動駕駛通用分類與定義，作為溝通並促進技術與政策領域的合作，但是並非規範性或技術性文件，也沒有特定的市場導入順序。

SAE J3016 劃分自動駕駛為無自動化、駕駛輔助、部份自動化、有條件自動化、高度自動化、以及全自動化等五個等級，如圖 2.3-1，與美國國家公路交通安全管理局定義之主要差異在於細分等級 4 為高度自動化，可在限定區域內幾乎可以不用操作車輛，以及等級 5 完全自動化，在不限定區域下，皆可自動駕駛。

SAE J3016 對於自動駕駛等級之描述性定義，涉及人類(使用者)、自動駕駛系統、以及其他車輛系統與組件等三個主要角色，並參考三個主要角色在自動駕駛系統中被設定應該扮演的特別功能。

SAE level	Name	Narrative Definition	Execution of Steering and Acceleration/ Deceleration	*Monitoring* of Driving Environment	Fallback Performance of *Dynamic Driving Task*	System Capability *(Driving Modes)*
***Human driver* monitors the driving environment**						
0	No Automation	the full-time performance by the *human driver* of all aspects of the *dynamic driving task*, even when enhanced by warning or intervention systems	Human driver	Human driver	Human driver	n/a
1	Driver Assistance	the *driving mode*-specific execution by a driver assistance system of either steering or acceleration/deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the *human driver* perform all remaining aspects of the *dynamic driving task*	Human driver and system	Human driver	Human driver	Some driving modes
2	Partial Automation	the *driving mode*-specific execution by one or more driver assistance systems of both steering and acceleration/ deceleration using information about the driving environment and with the expectation that the *human driver* perform all remaining aspects of the *dynamic driving task*	**System**	Human driver	Human driver	Some driving modes
***Automated driving system* ("system") monitors the driving environment**						
3	Conditional Automation	the *driving mode*-specific performance by an *automated driving system* of all aspects of the dynamic driving task with the expectation that the *human driver* will respond appropriately to a *request to intervene*	System	**System**	Human driver	Some driving modes
4	High Automation	the *driving mode*-specific performance by an automated driving system of all aspects of the *dynamic driving task*, even if a *human driver* does not respond appropriately to a *request to intervene*	System	System	**System**	Some driving modes
5	Full Automation	the full-time performance by an *automated driving system* of all aspects of the *dynamic driving task* under all roadway and environmental conditions that can be managed by a *human driver*	System	System	System	**All driving modes**

資料來源：國際車輛工程師協會網站，https://www.sae.org/。

圖 2.3-1 國際車輛工程師協會 SAE J3016 自動駕駛等級分類及描述性定義

依據 SAE J3016 描述性定義，自動駕駛不包含主動安全系統(Active Safety System)，例如電子穩定性控制(Electronic Stability Control, ESC)、自動緊急煞車(Automated Emergency Braking, AEB)，以及某些類型的駕駛員輔助系統(Driver Assistance System)，例如車道維持輔助(Lane Keeping Assiatance)，因為這些系統功能並不在於執行部分或全部動態駕駛任務(Dynamic Driving Task, DDT)，僅於潛在危險情況下提供警告或及時干預(Warning and Momentary Intervention)，不會改變或消除人類駕駛員在執行部分或全部動態駕駛任務中的作用，因而不被認為是駕駛自動化；然而，干預型主動安全系統之防撞功能則可納入任何等級之自動駕駛系統，尤其對於能夠執行所有動態駕駛任務的等級 3 至等級 5 自動駕駛而言，防撞能力是不可或缺的。

(1) 等級 0 – 無自動化(No Automation)

即使車輛配備警告或干預系統，但是仍然完全由人類駕駛員隨時掌控所有的動態駕駛任務。

(2) 等級 1 – 駕駛輔助(Driver Assistance)

僅透過單一駕駛輔助系統操作車輛轉向或加速/減速，以及利用行車環境資訊，執行部份特定之駕駛模式(Driving Modes)，但是其餘動態駕駛任務仍然由人類駕駛員操作，並且由人類駕駛員監視行駛環境(Monitoring of Driving Environment)及接管執行動態駕駛任務(Fallback Performance of Dynamic Driving Task)。

(3) 等級 2 – 部份自動化(Partial Automation)

能夠透過單一或多種駕駛輔助系統操作車輛轉向與加速/減速，以及利用行車環境資訊，執行部份特定之駕駛模式，但是其餘動態駕駛任務仍然由人類駕駛員操作，並且由人類駕駛員監視行駛環境及接管執行動態駕駛任務。

(4) 等級 3 – 有條件自動化(Conditional Automation)

由自動駕駛系統操作部份特定駕駛模式之所有動態駕駛任務，以及監視行駛環境，但人類駕駛員可依據需求而適當反應及進行干預，接管執行動態駕駛任務。

(5) 等級 4 – 高度自動化(High Automation)

由自動駕駛系統操作部份特定駕駛模式之所有動態駕駛任務，以及監視行駛環境，即使人類駕駛員未能依據需求而適當反應及進行干預，自動駕駛系統將接管執行動態駕駛任務。

(6) 等級 5 – 完全自動化(Full Automation)

在所有道路及環境條件下，完全由自動駕駛系統取代人類駕駛員而全時專職操作所有動態駕駛任務、監視行駛環境、以及依據需求而適當反應。

2. 輔助駕駛及自動駕駛關聯性

依據 SAE J3016 自動駕駛描述性定義，等級 0 完全由人類駕駛員操控、監視、以及接管執行動態駕駛任務；等級 1 利用單一駕駛輔助系統；等級 2 利用單一或多種駕駛輔助系統；等級 1 至等級 5 之關鍵區別在於等級 2 與等級 3 之間，等級 2 是由人類駕駛員執行一部分動態駕駛任務，而等級 3 以上則是由自動駕駛系統執行整個動態駕駛任務。相關技術彙整如表 2.3-1，說明如下：

表 2.3-1 自動駕駛等級、特性及相關技術彙整

等級	自動駕駛等級 0	自動駕駛等級 1	自動駕駛等級 2	自動駕駛等級 3~5
特性	1.主動安全之警示或及時干預能力 2.利用駕駛輔助但不操作轉向或加減速	1.主動安全之防撞能力 2.利用單一駕駛輔助系統操作轉向或加減速	1.主動安全之防撞能力 2.利用多種駕駛輔助系統操作轉向與加減速	1.主動安全之防撞能力 2.由自動駕駛系統執行動態駕駛任務並監視駕駛環境
相關技術	1.防鎖死煞車系統(ABS) 2.加速防滑控制系統(ASR) 3.煞車輔助系統(BAS) 4.緊急煞車輔助系統(AEB) 5.巡航控制(CC) 6.行車視野補助系統(DVAS) 7.車輛穩定電子控制系統(ESC) 8.前方碰撞警示(FCW) 9.前方車距監測警示(HMW) 10.行人碰撞警示(PCW) 11.車道偏移警示系統(LDWS) 12.車道維持輔助系統(LKAS) 13.停車輔助系統(PAS)	1.前方碰撞警示預防(FCWP) 2.行人碰撞警示防撞系統(PCWP) 3.智慧型行車防撞安全系統(ISVA) 4.適應性巡航控制(ACC) 5.車道跟隨系統(LFS) 6.自動停車系統(APS)	1.前方碰撞警示預防(FCWP) 2.行人碰撞警示防撞系統(PCWP) 3.智慧型行車防撞安全系統(ISVA) 4.協同式適應性巡航控制(CACC) 5.車道跟隨系統(LFS) 6.自動停車系統(APS)	1.前方碰撞警示預防(FCWP) 2.行人碰撞警示防撞系統(PCWP) 3.智慧型行車防撞安全系統(ISVA) 4.自動駕駛系統(ADS)

資料來源：1.國際車輛工程師協會網站。https://www.sae.org/。2.智慧安全。車輛研究測試中心網站。檢自 https://www.artc.org.tw/chinese/02_research/02_01detail.aspx?pid=9。3.本計畫彙整。

(1) 防鎖死煞車系統(Anti-lock Braking System, ABS)

其作用在於避免因緊急煞車導致輪胎鎖死、打滑，其設計是依據各車輪角速度信號(車速、車輪角減速度、車輪滑移率)，在趨向鎖死時減小制動力，提升行車安全。

(2) 加速防滑控制系統(Acceleration Slip Regulation, ASR)

其作用在於防止車輛在濕滑路面或是急速起步時，因瞬間動力過大而導致驅動輪胎空轉打滑的現象。

(3) 煞車輔助系統(Brake Assist System, BAS)

其作用在於針對多數駕駛緊急時踩煞力道不足，故當偵測到駕駛忽然以極快的速度和力道踩下煞車踏板時，輔助對煞車系統進行加壓。

(4) 緊急煞車輔助系統(Autonomous Emergency Braking System, AEB)

其作用在於透過感測器偵測前方車輛，當達到控制危險程度門檻時，啟動致動器自動煞車。AEB 屬於前方防撞主動安全系統之一，主要透過感測器偵測前方車輛、行人及腳踏車等，再利用控制器計算碰撞危險程度，判斷有危險時由致動器執行自動煞車。按照 Euro NCAP 定義，AEB 區分為三種：

①City Safety：適用車速 10-50 km/h，主要針對低速前方車輛防撞。

②Inter-Urban：適用車速 30-80 km/h，主要針對高速下之前方車輛防撞。

③行人防撞系統：適用車速 20-60 km/h，主要針對中低速下之前方行人防撞。

(5) 巡航控制(Cruise Control, ACC)

巡航控制(Cruise Control, CC)屬於輔助駕駛功能，其作用在於駕駛可啟動或解除按鍵，設定車輛行駛速度、自動控制油門、以及定速行駛；適應性巡航控制(Adaptive Cruise Control, ACC)作用在於以巡航控制功能為基礎，再加上車輛感測器偵測前車安全距離而自動調整行駛速度，當距離過近時會主動減速，拉開到安全距離後再自動加速至所設定的速度，參照 SAE 定義，應該屬於等級 1 之自動駕駛；若進一步藉由基礎設施蒐集交通環境資訊或車間通訊，則可發展進階之協同式巡航控制(Cooperative Adaptive Cruise Control)。

(6) 行車視野補助系統(Driving Vision Assistant System, DVAS)

此一系統由盲點偵測系統(Blind Spot Detection, BSD)、倒車防撞系統(Parking Collision Avoidance System, PCAS)發展而來，其作用在於透過攝影鏡頭或雷達取得車側後方的影像，再以影像辨識技術來判別後方汽車或機車，現已有發展可 360 度環景系統。

(7) 電子車身穩定控制系統(Electronic Stability Control, ESC)

其作用在於針對行駛中的車輛進行監控與偵測，判斷車輛行駛時的動態，並於轉向過度或轉向不足等失控狀態時，介入控制失控之單一輪轉速，達到穩定行車路線的效果，以避免發生失控。

(8) 前方碰撞警示預防(Forward Collision Warning, FCW；Forward Collission Warning and Prevention, FCWP)

其作用在於透過與前車車距/相對車速，計算碰撞時間，研判是否危險需警告人類駕駛員及時反應並進行干預，或啟動緊急煞車輔助系統(AEB)，或藉由自動駕駛系統監視並及時反應。

(9) 前方車距監測警示(Headway Monitoring Warning, HMW)

其作用在於透過與前車車距/本車車速，計算碰撞時間，研判是否危險需警告或啟動緊急煞車輔助系統(AEB)。

(10) 車道偏移警示系統(Lane Departure Warning System, LDWS)

其作用在於當感測到車輛偏離車道時，且未啟動方向燈或轉動方向盤，則可透過警示訊號或震動方向盤等方式，提醒駕駛人儘快控制方向盤及返回車道。

(11) 行人碰撞警示防撞(Pedestrian Collision Warning, PCW；Pedestrian Collision Warning and Prevention, PCWP)

其作用在於針對行人通行安全而進行偵測，一般在 1~50km/h 運作，可透過警示訊息警告駕駛人及時反應並進行干預，或藉由自動駕駛系統監視並及時反應。

(12) 智慧型行車防撞安全系統(Intelligent Safety Vehicle Anti-collision System, ISVA)

其作用在於運用車載資通訊(Telematics)之車間通訊(Vehicle To Vehicle, V2V)或車路通訊(Infrastructure To Vehicle, I2V)，在預估車輛可能發生碰撞之前及時發出警示訊息通知涉及碰撞之雙方車輛，警告駕駛人及時反應並進行干預，或藉由自動駕駛系統監視並及時反應。

(13) 停車輔助系統(Parking Assistance System, PAS)

其作用在於利用倒車攝影機擷取後方影像及方向盤轉向角度訊號，以數位訊號處理器即時產生倒車軌跡線於車內螢幕顯示，輔助指引駕駛員以平行停車或倒車入庫方式，順利地停入路邊或路外停車格內。

(14) 自動停車系統(Automatic Parking System, FAPS)

其作用在於運用車輛感測器掃描停車空間與偵測障礙物，尋找合適停車位，找到合適空位後，系統會提示駕駛員啟動自動停車功能，車輛將自動控制轉向系統、油門、煞車、以及停車，過程中駕駛員無須操控方向盤，只需進行監視及必要干預，參照 SAE 定義，此功能屬於等級 2 之部分自動化；若進階為等級 3 自動駕駛，將發展成為進階之全自動停車系統(Full Automatic Parking System, FAPS)，由系統進行操控監視，駕駛員僅需進行必要干預；若進階為等級 4 及等級 5 自動駕駛，將完全由系統進行操控、監視及必要干預。

(15) 車道維持輔助系統(Lane Keeping Assistance System, LKAS)

其作用在於利用車輛感測器偵測前方車道線，計算出車輛偏移量，當車輛偏離車道線時，系統會給予警示並介入轉向控制，使車輛能夠保持於車道內行駛。

(16) 車道跟隨系統(Lane Following System, LFS)

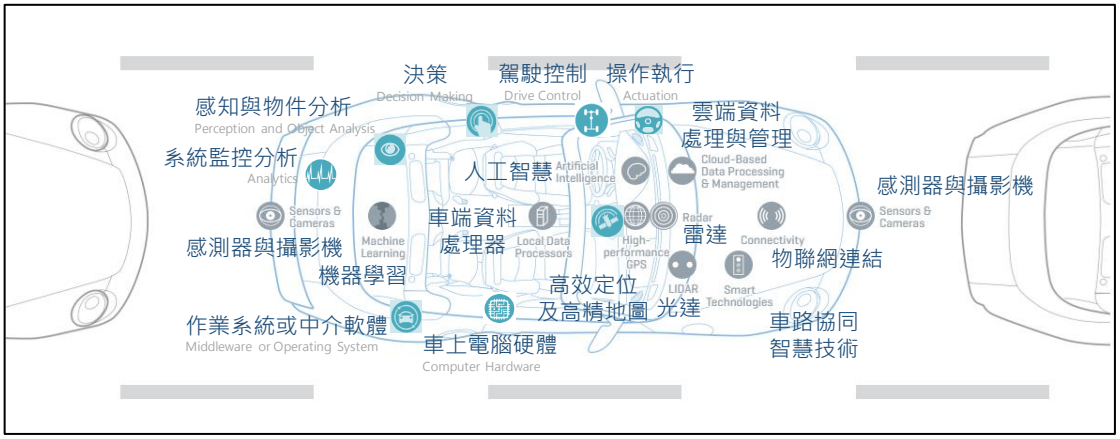
其作用在於以車道維持輔助系統為基礎，藉由車輛感測器蒐集車道資訊回傳至控制器並估算車輛未來可能行駛路徑，當車道軌跡與車輛未來行駛路徑存在誤差，電動輔助轉向系統會修正車輛行駛軌跡，以使車輛維持在目標車道內。

(17) 自動駕駛系統(Automated Driving System, ADS)

其作用在於利用安裝於車上的各式各樣感測器(例如雷達、光學雷達、GPS 及電腦視覺等技術)，感測交通運具周遭交通環境之動、靜態物體，以及進行辨識與追蹤等技術處理，再藉由先進控制系統將感測資料轉換成適當的導航路徑、障礙與相關標誌，並透過感測輸入資料，更新其地圖資訊，讓交通運具可以持續追蹤其位置。

3. 自動駕駛系統核心關鍵技術

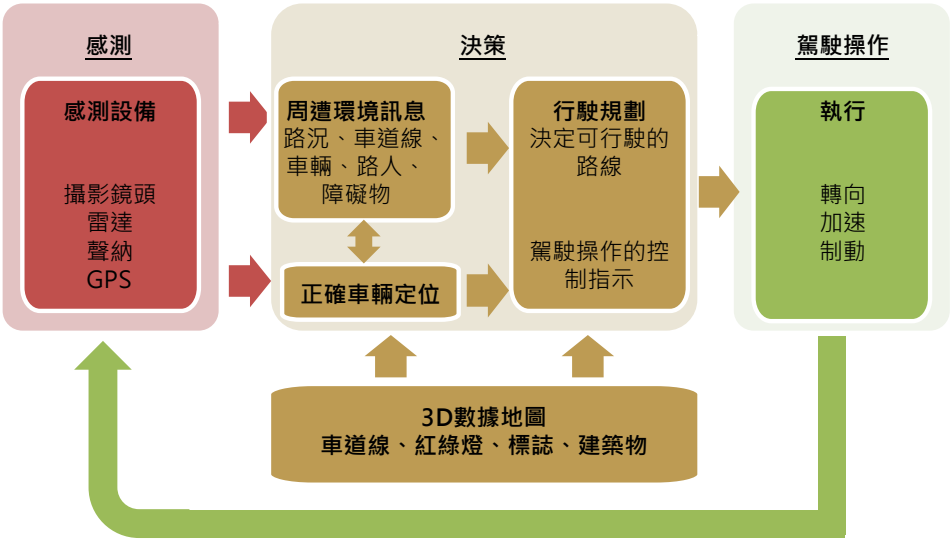
自動駕駛系統涉及之核心關鍵技術彙整如圖 2.3-2。包括感測器與攝影機(Sensors & Cameras)、感知與物件分析(Perception and Object Analysis)、機器學習(Machine Learning)、決策(Decision Making)、駕駛控制(Drive Control)、操作執行(Actuation)、車端資料處理器(Local Data Processors)、作業系統或中介軟體(Middleware or Operating System)、車上電腦硬體(Computer Hardware)、高效能衛星定位(High-Performance GPS)、高精度地圖(High-Definition Map)、系統監控分析(Analytics)、人工智慧(Artificial Intelligence)、雷達(Radar)、光達(LIDAR)、雲端資料處理與管理(Cloud-Based Data Processing & Management)、物聯網連結(Connectivity to the Internet of Things)、車路協同智慧技術(Smart Technologies)等。



資料來源：1. MIT Technology Review Insights (March 12, 2018)。View from the Marketplace - What's Driving Autonomous Vehicles。檢自 https://www.technologyreview.com/s/609674/whats-driving-autonomous-vehicles/。2.Kersten Heineke, Philipp Kampshoff, Armen Mkrtchyan, and Emily Shao (May 2017)。Self-driving car technology: When will the robots hit the road?。檢自 https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/self-driving-car-technology-when-will-the-robots-hit-the-road。3.本計畫彙整。

圖 2.3-2 自動駕駛系統核心關鍵技術

前述各項核心關鍵技術可大致區分為感測(資訊蒐集)、決策(資訊分析)、操作(控制執行)、以及決策所需之 3D 數據地圖等四大類，彼此之間關係如圖 2.3-3 所示。各技術內容與目的說明如下：



資料來源：1.車輛研究測試中心(2017 年 10 月)。智慧車輛自動駕駛系統發展趨勢。2.本計畫彙整。

圖 2.3-3 自動駕駛系統核心關鍵技術分類及彼此關係示意圖

①感測

常見之感測技術包含毫米波雷達、超聲波雷達、光學雷達、雷射雷達、CCD/CMOS 影像感測器、衛星定位、輪速感測器等技術。其中，雷達系列技術主要為偵測車輛周圍物體，及其相關距離與位置；攝影技術主要為辨識障礙物、交通號誌及車道線；衛星定位(例如 GPS、GNSS 等)、慣性感測器、輪速感測器則是偵測目前車輛經度、緯度、車頭角度及車輛行駛距離等，主要進行蒐集車輛的運作狀態及參數變化，並將相關機械運動訊號轉變為電子訊號，提供進行車輛電腦控制單元進行決策分析。

②決策

將感測器所蒐集資訊進行分析處理，再向控制裝置輸出控制訊號。主要為建構可行駛空間、軌跡與行駛速度，並配合精確地圖，判斷車輛所處環境位置，再針對所處位置相對應需處理動作，發出訊號給操作單元。例如在十字路口可能需要判斷是否有左右來車、來車先後順序及交通號誌狀況等。

③駕駛操作

車輛依據車用電腦控制單元輸出訊號，包含可行駛軌跡、速度等，再轉換為煞車深度、油門深度、檔位及方向盤轉角等相關執行動作，進而控制車輛行駛在計算軌跡上。

④3D 數據地圖(亦即高精地圖 High Definition Map)

依據劉經南及郭遲(2018)[17]，高精地圖是在普通電子地圖基礎上包含了更多的圖層數量，且每一圖層描繪更加精細，地圖結構大致可以區分為道路網、車道網、安全輔助、以及道路交通設施等四類，這四大類數據資料構成的地圖結構內容會根據不同地圖精度的顯示內容而變化，通過特定圖層來描繪特定類別，然後將圖層疊加而呈現道路環境。

其中，道路網主要是由道路基準線網絡構成，用於描述道路的幾何形態、表達與道路設施間的關係，包括道路基準線、道路基準線連接點和路口等圖層；車道網記錄路網中每個獨立車道的相關屬性，用於車道級的道路顯示、定位、路徑規劃和駕駛策略輔助，包括車道級道路、車道級道路連接點、車道級道路形狀點等圖層；安全輔助數據和道路交通設施數據是對車道安全數據和車道上的其他交通設施進行描述，用於輔助車道級定位和顯示，例如曲率、航向、縱橫坡度等；道路交通設施數據則包括交通標識、路側設施和固定地物等信息。

近年從事高精度電子地圖測繪與生產之公司逐漸增加，Google 及 Daimler 等國際大廠的無人駕駛汽車研製過程，高精度地圖都是重要的組成部分。2011 年寶馬 3 系 Track Trainer、以及 2014 年奧迪 RS7 都已利用高精度道路導航地圖技術在 Laguna Seca 和 Hockenheim 成功跑完賽道；2015 年，高精度道路導航地圖已經應用於特定場景，奧迪、寶馬、以及 Daimler 聯合斥資 31 億美元購買諾基亞 Here 地圖，為研發高精度道路導航地圖做準備；2016 年開始，很多互聯網企業開始透過收購方式獲取地圖數據資源，以便結合自身算法及雲計算能力，快速生產自動駕駛所需之高精度道路導航地圖，例如 Google、Uber、百度、阿里巴巴等；2017 年初，許多汽車製造廠商開始依賴第三方地圖服務，例如 Mobileye 與大眾、寶馬和日產簽署協議，提供地圖產品，而三家汽車製造廠商則負責為 Mobileye 提供更多的地圖數據。

17 刘经南&郭迟(2018 年 6 月 29 日)。你所不知道的高精度地图 | 深度。車云網。檢自 http://www.cheyun.com/content/22420

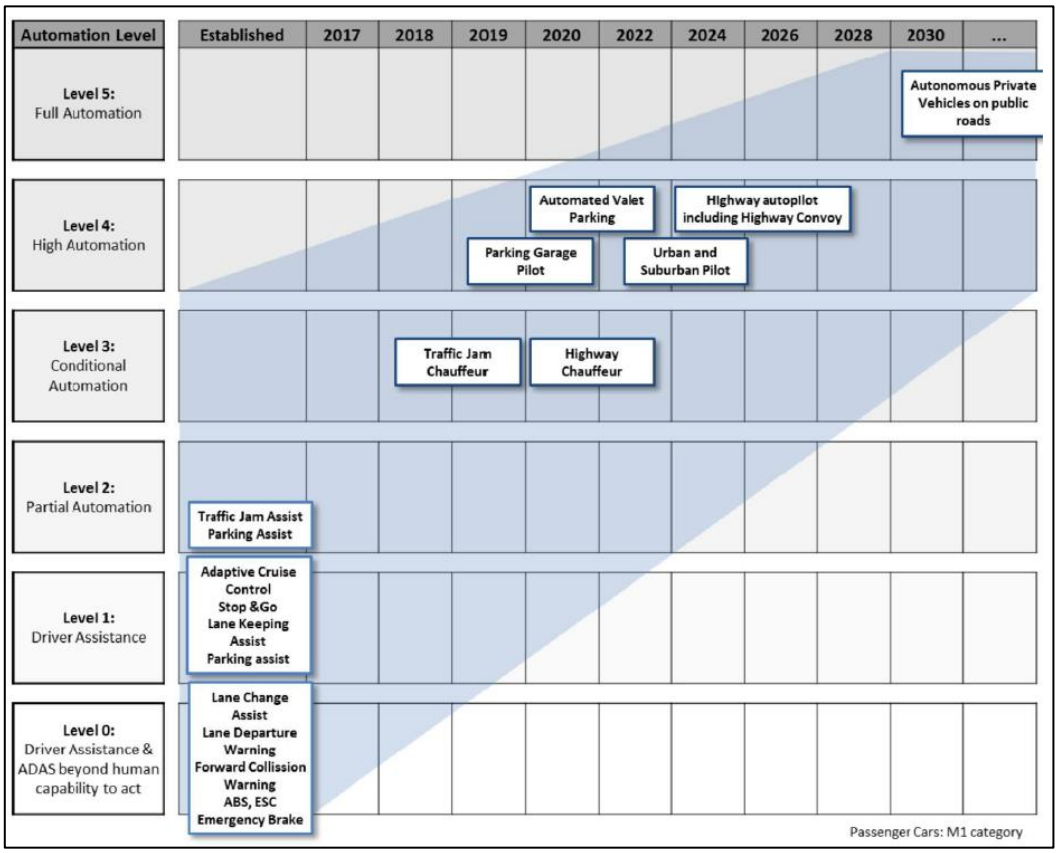
2.3.2 國內外電動大客車自動輔助駕駛發展狀況

1. 技術發展

(1)發展時程與趨勢

依據國際車輛工程師學會(SAE International)定義的自動輔助駕駛等級分類為等級 0~5，Frost & Sullivan 公司預估將在 2030 年發展至全自動化車輛駕駛(等級 5)，2018 年前為發展自動化程度等級 0~2 輔助駕駛技術，在 2018 年後將發展自動化程度等級 3~5 自動駕駛技術。

另參考依據歐洲道路運輸研究諮詢委員會(European Road Transport Research Advisory Council, ERTRAC)針對自動駕駛車技術發展規劃之看法，2018 年以前屬於自動化程度等級 0~2 輔助駕駛技術，可符合各種特殊情況的部分自動駕駛，2018 年後將以輔助駕駛技術基礎，發展自動化程度等級 3~5 自動駕駛技術。(如圖 2.3-4)

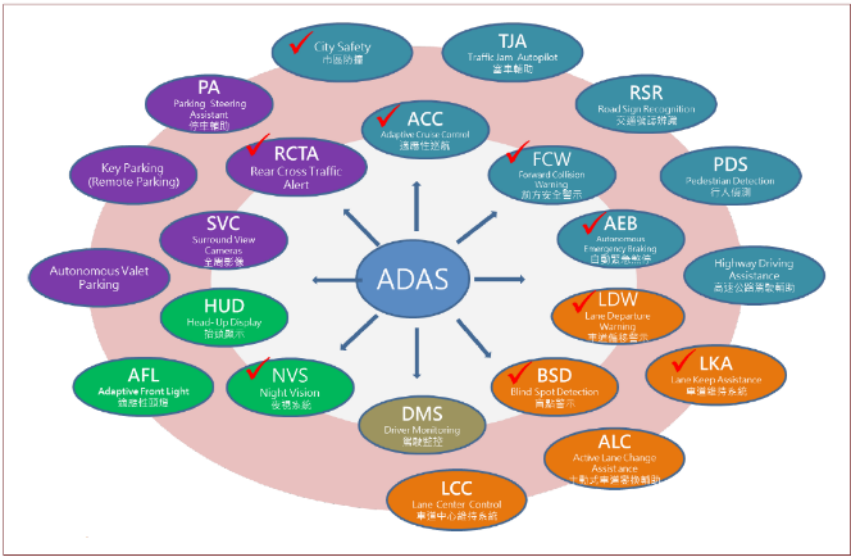


資料來源：1.ERTRAC(2016)。2.財團法人車輛研究測試中心(民國 106 年)。中興新村「智慧運輸－車聯網」示範場域規劃建置。交通部運輸研究所委託辦理。計畫編號:MOTC-IOT-105-IEB036。

圖 2.3-4 歐洲道路運輸研究諮詢委員會自動駕駛發展藍圖

由於自動駕駛(ADS)必須仰賴高度安全的先進輔助駕駛系統(ADAS)、以及政府相關安全法規支持，因而在自動駕駛普及之前，駕駛輔助系統才是廠商當前積極開發的重點。另外，除了自動駕駛發展趨勢以外，國際法規與新車評價 NCAP(New Car Assessment Programme)也是促進 ADAS 快速成長及推升滲透率的重要因素；依據 EuroNCAP、JNCAP、NHTSA 等之新車評價，目前欲獲得 5 顆星則至少須裝 1 到 2 項以上 ADAS 系統，已公告系統包括 AEB(自動緊急煞車系統)、ACC(適應性巡航)、FCW(前方防撞警示)、LDW(車道偏移警示)、BSD(盲點偵測)、RCTA(後方橫向車輛偵測)、LKS(車道維持系統)、NVS(夜視系統)等 8 項。

依據財團法人車輛研究測試中心(2017)[18]，國際車輛產調趨勢預測 2025 年全自動駕駛 (Fully Automated) 汽車將有機會實現，從人主導的駕駛漸漸轉換到機器人駕駛，在此過程 ADAS 將不斷的演進，因此國際上討論 ADAS 範圍亦會有不同的涵蓋；歸納 ADAS 系統的較完整範疇，如圖 2.3-5，主要分為縱向安全輔助、側方安全輔助、停車便利性輔助、視野輔助、駕駛狀態監控等五大區塊。



資料來源：陳建次(2017 年)。透過產業趨勢與專利地圖解析 ADAS 技術發展。財團法人車輛研究測試中心。檢自 https://www.artc.org.tw/upfiles/ADUpload/knowledge/tw_knowledge_559943680.pdf。

圖 2.3-5 國際 ADAS 系統範疇

18 陳建次(2017 年)。透過產業趨勢與專利地圖解析 ADAS 技術發展。財團法人車輛研究測試中心。檢自 https://www.artc.org.tw/upfiles/ADUpload/knowledge/tw_knowledge_559943680.pdf。

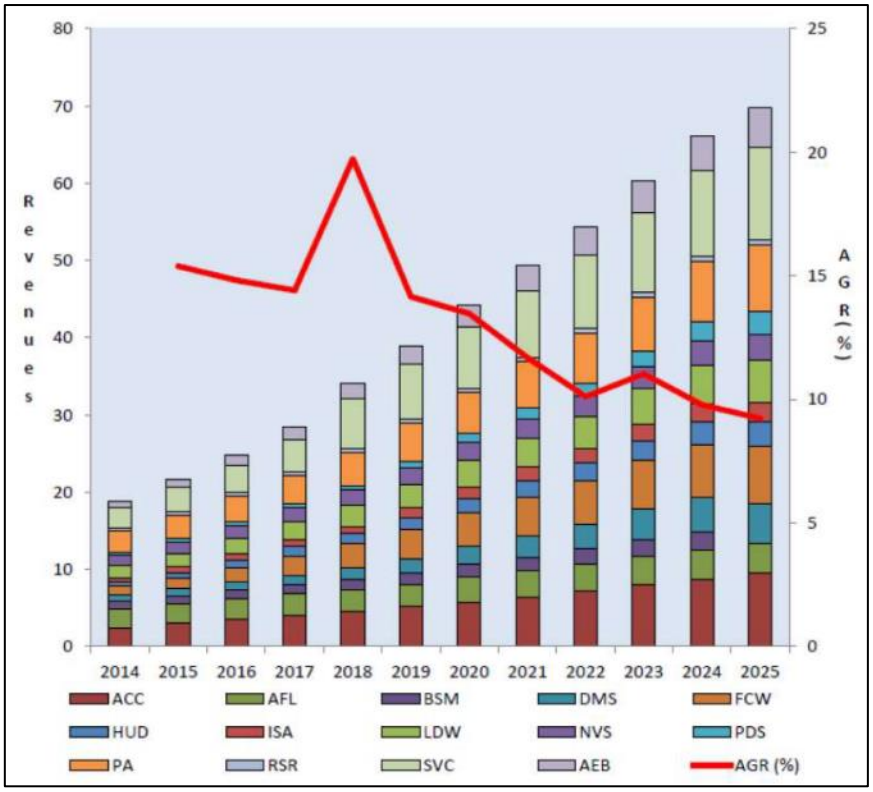
國際上主要系統供應鏈廠商已經陸續投入研發生產各類ADAS，國際供應商發展 ADAS 情形如圖 2.3-6。

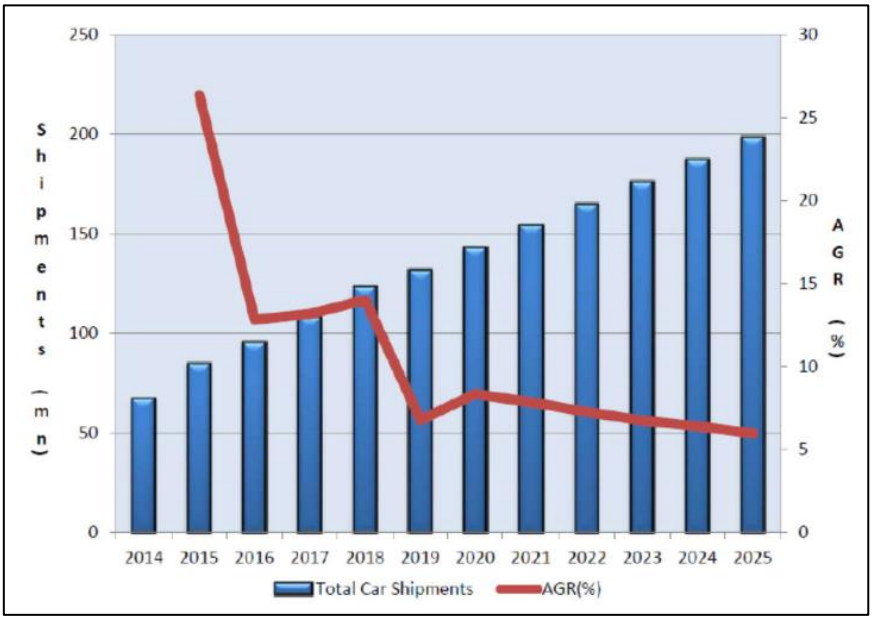
Market Participants	ACC	LDW/ LKA	BSD	FCW	NV	PA
AutoLiv	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Bosch	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Continental	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Delphi	✓	✓	✓	✓	✓	✓
DENSO	✓	✓				
Hella	✓	✓		✓	✓	✓
TRW	✓	✓		✓		✓
Valeo		✓	✓	✓		✓

資料來源：1. Frost&Sullivan (2016)。2.財團法人車輛研究測試中心(民國 106 年)。中興新村「智慧運輸－車聯網」示範場域規劃建置。交通部運輸研究所委託辦理。計畫編號:MOTC-IOT-105-IEB036。

圖 2.3-6 國際供應商發展 ADAS 情形

依據全球知名市調公司 Frost&Sullivan 預測，未來 ADAS 市場將逐年攀升，未來十年 ADAS 產值及產量都將呈現顯著的成長，如圖 2.3-7，2025 年全球總產值將達到 723 億美元，平均年成長率 12.8%，全球總產量將成長至 1.98 億套，平均年成長率 8.9%。因此，屆時將有 62%新車具備 ADAS 相關系統，未來 ADAS 將逐漸普及至一般市售車款，可望成為通用的標準配備。

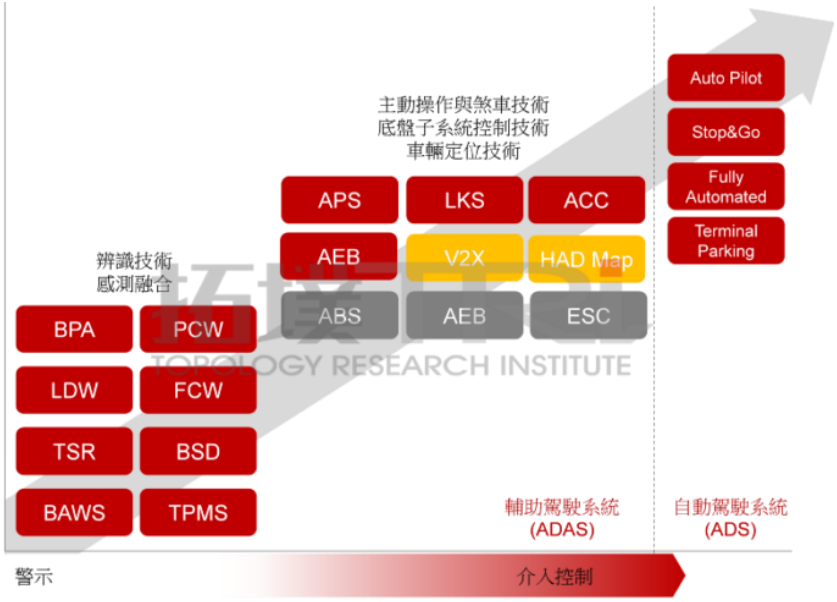




資料來源：1. Frost&Sullivan (2016)。2.財團法人車輛研究測試中心(民國 106 年)。中興新村「智慧運輸－車聯網」示範場域規劃建置。交通部運輸研究所委託辦理。計畫編號:MOTC-IOT-105-IEB036。

圖 2.3-7 全球 ADAS 產值及產量成長趨勢

依據拓墣產業研究院(2018)[19]，各國法規強制規範 ADAS 以胎壓偵測(TPMS)、車道偏移警示(LDW)與自動緊急煞車系統(AEB)裝配程度為主；美國對電子車身穩定控制系統(ESC/ESP)與胎壓偵測(TPMS)規範較早，滲透率也較高；歐洲地區則以自動緊急煞車系統(AEB)與車道偏移警示(LDW)為主；中國 ADAS 相關法規發展較緩慢，但龐大車市將成為全球 ADAS 發展重要驅動力。目前已上市 ADAS 次系統達 30 多種，即便具有相同功能，但是各車廠推出產品功能名稱也不盡相同；搭載率較高的次系統，包括前碰撞預警系統(FCW)、車輛穩定性電子式控制系統(ESC)、車道偏離系統(LDW)、以及胎壓監測系統(TPMS)等五種；ADAS 最初技術發展重點在於辨識技術和感測融合等，主要功能在於向駕駛人發出警示，使其得以修正駕駛行為；目前技術發展重點在於主動操作和煞車、底盤系統控制和車輛定位技術等，許多 ADAS 次系統已直接介入車身控制，輔助駕駛員主動減輕或避免碰撞危害；預期在車身控制技術成熟後，發展 Level 3 以上自動駕駛功能，包括自動巡航(Auto Pilot)、以及怠速起停(Stop&Go)，技術發展重點在於精密圖資、智慧決策與整合控制等。(國際 ADAS 發展趨勢如圖 2.3-8)

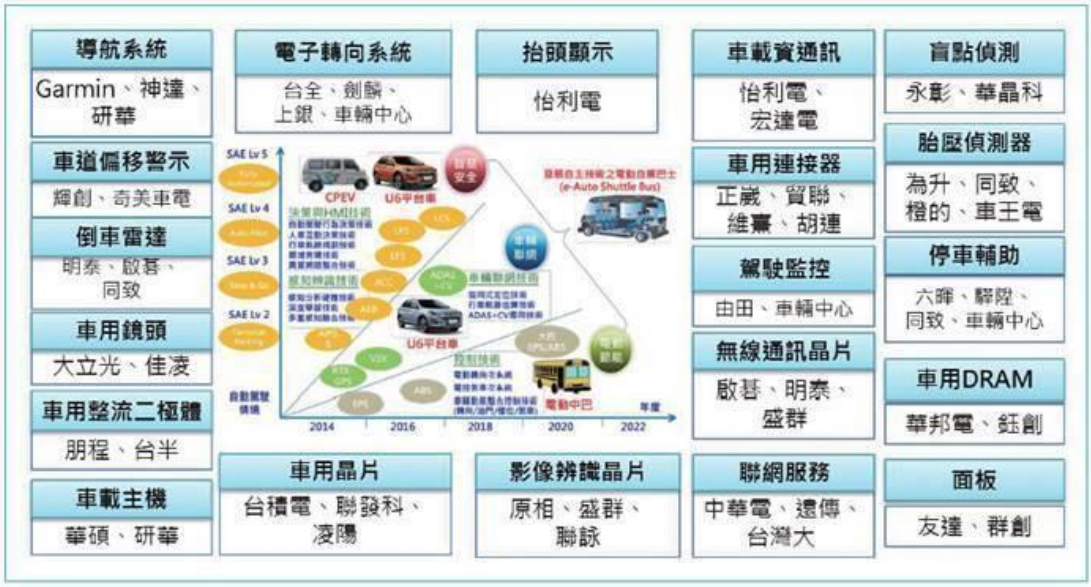


資料來源：拓墣產業研究院(2018 年 4 月)。【拓墣觀點】自駕車 ADAS 台廠商機全解析。檢自 http://technews.tw/2018/04/27/topology-adas/。

圖 2.3-8 國際 ADAS 發展趨勢

[19] 拓墣產業研究院(2018 年 4 月)。檢自 http://technews.tw/2018/04/27/topology-adas/。

依據 ARTC(2018)，臺灣 ADAS 供應鏈完整涵蓋車輛與組件、車用電子、半導體及資通訊軟硬體等，如圖 2.3-9，未來發展自駕感測、決策與控制上已有初步根基，有利於切入自駕關鍵次系統或零組件，拓展國際車輛市場，但是需補強的技術缺口主要是感測器開發與感知融合系統單晶片(SoC)、車輛定位與高精圖資、5G 傳輸、以及 AI 決策控制等。



資料來源：1.ARTC(2018)。2.吳碧娥(2018 年 10 月 19 日)。2030 年全球自動駕駛市場達 8,000 億美元 台灣車廠組團搶商機！。聯合新聞網。檢自 https://udn.com/news/story/6871/3431023。

圖 2.3-9 臺灣 ADAS 供應鏈

依據拓墣產業研究院(2018)[20]，ADAS 發展商機可分為感測、分析與決策、以及執行等三個部份，分析與決策主要平台由國際大廠 NVIDIA、Intel Mobileye 等把持，執行部分則是台灣缺乏相關資源和廠商，因而 ADAS 帶動的大量感測器需求將是臺灣廠商可著墨的方向。

[20] 拓墣產業研究院(2018 年 4 月)。【拓墣觀點】自駕車 ADAS 台廠商機全解析。檢自 http://technews.tw/2018/04/27/topology-adas/。

在自動駕駛技術發展方面，根據美國調查機構 Navigant Research 預測，自動駕駛汽車技術可望在未來二十年內迅速成長，預計在 2035 年以前每年約有將近 9,500 萬輛具備自動駕駛功能的汽車銷往世界各地。該機構在 2017 年針對市面上正在研發自動駕駛汽車的企業，調查廠商未來 10 年發展、目前處在 Level 2 及 Level 3 廠商何時能夠作到 Level 4 並且量產，再根據各家廠商今後戰略、合作夥伴、生產戰略、技術實力、產品力、行銷等 10 個項目，進行評價與排名，評估結果如圖 2.3-10，第一名為美國福特，第二名為美國 GM，第三名為雷諾日產。三家車廠自駕車發展概況說明如下：



資料來源：1. Navigant Research (2017)。2.財團法人車輛研究測試中心(民國 106 年)。中興新村「智慧運輸－車聯網」示範場域規劃建置。交通部運輸研究所委託辦理。計畫編號:MOTC-IOT-105-IEB036。

圖 2.3-10 全球廠商 ADS 排行榜

依據財團法人車輛研究測試中心(民國 106 年)的研究，美國車廠福特已投入超過 100 輛無人駕駛汽車進行測試，投資大量資金給光達製造商 Velodyne，在加州大舉擴張創新研發中心(FORD Research & Innovation Center)，開發研究 Ford Fusion Hybrid 車輛通訊與自動駕駛技術，並與多個機構進行自動駕駛相關研究，包括自動駕駛決策分析、效益與風險評估、障礙物偵測與進行防撞預估、動態性能、以及人機介面設計等；Ford Fusion Hybrid 自動駕駛車特色在於車頂裝設四顆 VelodyneHDL-32E 光達建構車輛周圍 3D 環境、裝載 77GHz 毫米波雷達偵測前方車況、以及裝載視覺感測器協助辨識道路號誌與障礙物，未來也將評估導入 DSRC 技術，以期達到更高性能的自動駕駛功能；2017 年 CES 有媒體認為福特自動駕駛汽車可能是最接近量產的無人駕駛汽車，福特車廠預計於 2021 年推出無人駕駛汽車，並應用於車輛共享服務。

美國 GM 汽車集團自 2007 年以來，已與卡內基美隆大學(Carnegie Mellon University)共同研發無人駕駛汽車雪佛蘭 Tahoe，2016 年 12 月宣布開始在密西根州生產與測試自動駕駛車，以雪佛蘭 Volt 進行自動駕駛汽車測試；2014 年宣布 2017 年凱迪拉克車款將具備 Super Cruise 技術，融合光達、雷達、攝影機、全球導航衛星系統，並結合既有的主動安全技術，包括後方自動防撞、全速範圍動態巡航控制、前方碰撞警示、碰撞自動預警、車道維持、側方防撞、Stop-and-Go 等，可在高速公路每小時 70 英哩或塞車狀況下進行自動駕駛操控、加速和煞車，未來將導入 DSRC 技術，達到更高性能的自動駕駛功能。

雷諾日產公開在日本高速公路上自動駕駛的 ProPILOT 汽車，達到 Level 4 無需司機介入的完全自動駕駛，並已在歐洲與美國進行道路測試；2013 年對外宣告無人駕駛自動車預計於 2020 年前上市，並在 2013 年獲得日本政府的許可牌照，能夠在日本國內運行並測試；NISSAN 改裝旗下 Leaf 電動車進行自動駕駛技術平台的開發，具有車道保持、車距維持、車道變換、自動超車、交流道自動匯流、路口自動駕駛等功能，大量使用遠/近距測距感測器與視覺感測器偵測車輛四周環境，並運用四顆攝影機進行車輛四周環境的短距環境偵測。

(2) 國外自動駕駛研發技術及數據資料庫發展概況

測試為自駕車技術中相當重要的步驟，在不同路況、天氣和環境等種情況下的測試，觀察不同傳感器對環境的感知能力、識別能力，控制系統的判斷能力和決策能力，以求得到更為完善的自駕功能。然真實世界的測試耗時耗力，故虛擬世界中的模擬測試成為自駕車發展中不可或缺的一環。簡介目前國外發展較為知名之自駕車場域測試平台及資料庫如下：

①NVIDIA DRIVE

為美國人工智能領域領導者 NVIDIA 公司專為自動駕駛所研發的可擴充人工智慧平台，此平台之發展基礎為圖形處理單元及深度神經網絡訓練技術。該公司除了提供尖端的汽車超級計算機以外，還提供自動駕駛汽車所需的軟體與經過訓練的神經網路，可執行自動駕駛車輛軟體堆疊的不同部分。(網站首頁如圖 2.3-11)



資料來源：NVIDIA Drive Platform. Retrieved from https://www.nvidia.com/zh-tw/self-driving-cars/drive-platform/ (October 26, 2018)

圖 2.3-11 NVIDIA Drive Platform 網站首頁

NVIDIA DRIVE 平台主要由三大部份構成，包括：

a.硬體

採用 NVIDIA DRIVE AGX，是一種可擴充的開放式自駕車運算平台，可說是自駕車的大腦，具備高效能又節能的運算能力。

b.應用軟體

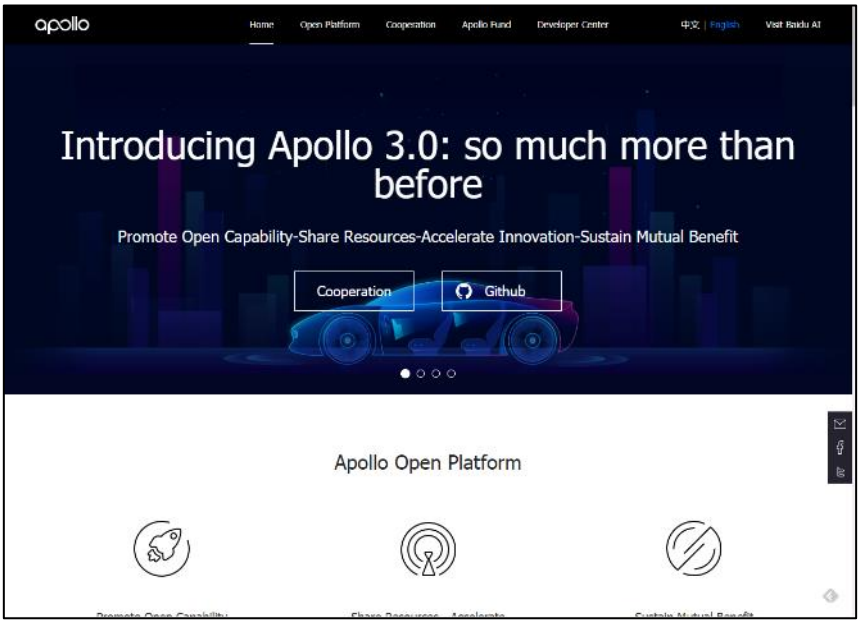
採用 NVIDIA DRIVE，是平台的核心，包含程式庫、工具組、框架、開放原始碼套件和編譯器，幫助車輛與駕駛更妥善地感知周遭環境及做出反應，支援融合感應器和認知等自動駕駛功能。

c.模擬

採用 NVIDIA DRIVE Constellation，利用兩台不同服務器的計算能力提供雲端計算，可在車輛上路前，先測試與驗證自駕平台功能，能夠模擬相機、雷達、以及光達，產生多種自駕車測試情境並驗證硬體迴圈和應用軟體迴圈模擬。

②百度阿波羅(Apollo)

為中國百度公司運用人工智慧核心技術基礎所研發之一套開放、完整、安全的軟硬體及服務系統，幫助汽車行業及自動駕駛領域的合作夥伴結合車輛和硬件系統，快速搭建一套屬於自己的自動駕駛系統。(網站首頁如圖 2.3-12)



資料來源：百度阿波羅平 臺。檢自 http://apollo.auto/index.html (October 26, 2018)。

圖 2.3-12 百度阿波羅平臺網站首頁

此平台最主要特點在於以軟體支撐汽車硬體平臺、感測器、車載作業系統、以及核心服務；開放範圍包括環境感知、路徑規劃、車輛控制、車載作業系統等功能的代碼或能力，藉由 API 或 SDK 標準公開方式來提供百度資源與能力，並將代碼公開給汽車業及自動駕駛領域合作夥伴運用及參與開發，降低汽車業合作夥伴在自駕車領域的研發門檻。

此平台之重要組成包括下列五大部分：

a.量產解決方案：包括自動接駁小巴、自主泊車、無人作業小車、小度車載 OS，目標三個月內即可打造出一套專屬自駕車系統。

d.雲端服務平台：包括高精地圖、模擬服務、資料平臺、安全、OTA、DuerOS、量產服務套件。

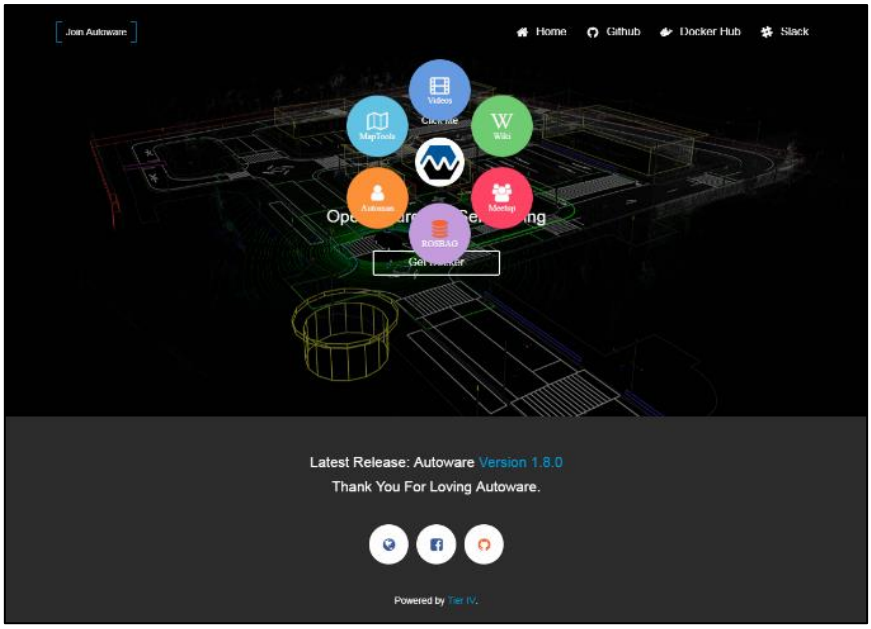
c.開源軟體平台：包括地圖引擎、高精定位、感知、規劃、控制、端到端解決方案、人機交互介面、運行環境、即時操作系統。

d.硬體開發平台：包括車載計算單元、GPS/IMU、攝像頭、雷射雷達、毫米波雷達、超聲波雷達、人機交互硬體、黑匣子、感測器融合單元。

e.車輛認證平台：包括線控車輛、開放車輛介面標準。

③Tier IV Autoware

Autoware 是日本 Tier IV 公司基於 ROS((Robot Operating System)的開放軟體堆疊，針對開放的城市區域部屬自動駕駛而設計，支持 3D 定位、物體檢測、路徑規劃和跟踪、以及車道偵測，其主要架構分為下列三大部分：(網站首頁如圖 2.3-13)



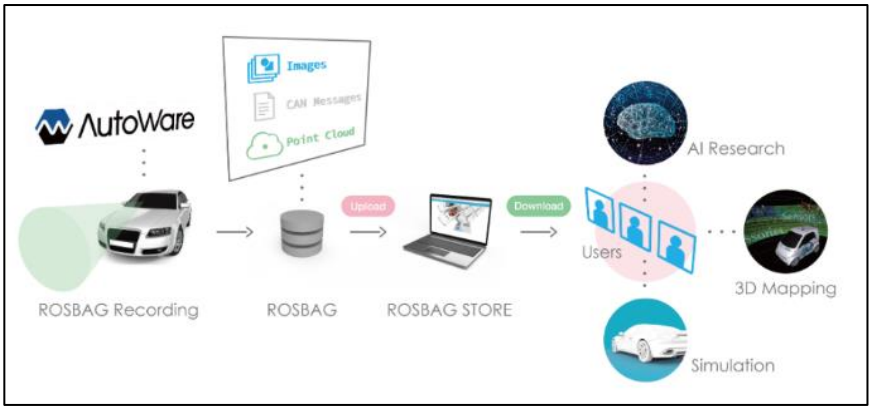
資料來源：Autoware. Tier IV. Retrieved from https://autoware.ai/ (October 26, 2018)

圖 2.3-13 Tier IV Autoware 網站首頁

a.地圖工具庫(MapTools)，包括 VectorMapper、PCMapper、MapExtender、MapFilter 等 4 項地圖工具

b.自駕 AI 標示與訓練(Automan)，包括標籤(Labeling)、以及訓練(Training)等兩種服務

c.資料庫(ROSBAG)，屬於一種會員使用付費之資料庫服務，作為自動駕駛技術研究和開發之用，目前資料儲存規模大約為 10TB。(服務架構如圖 2.3-14)



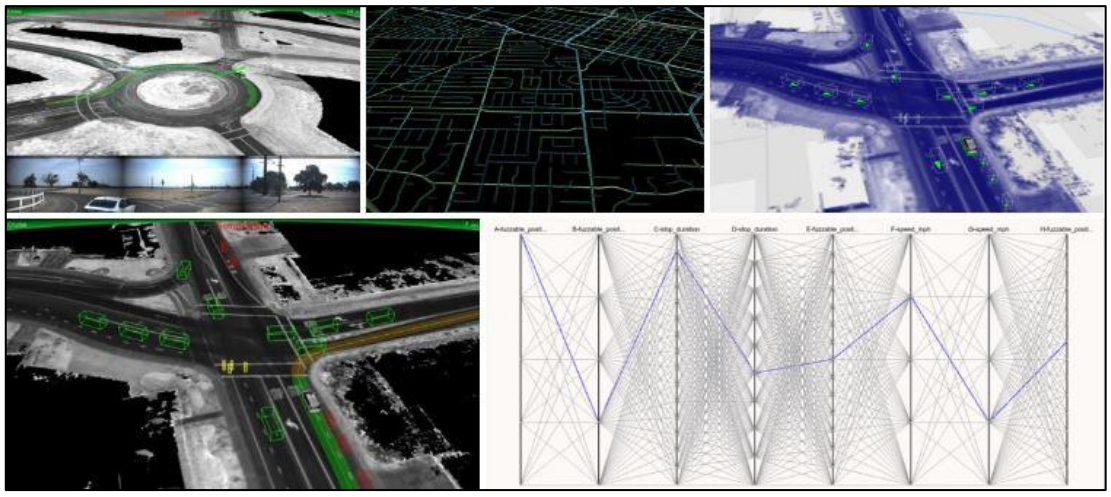
資料來源：ROSBAG STORE of Autoware. Tier IV.

圖 2.3-14 Tier IV Autoware－ROSBAG STORE 服務架構示意圖

此外，Autoware 可整合 NVIDIA DRIVE 平台，實現利用 LiDAR 及 GNSS 定位、以及 3D 映射的工作模組，通過深度學習進行物件偵測、以及交通號誌辨識，運用格子與搜索方法來進行路徑規劃以及車輛動態控制，使用統一計算架構技術 CUDA(Compute Unified Device Architecture) 來加速這些工作模組的計算密集型任務，並利用即時作業系統 RTOS(Real-time Operating System) 來保護時序感知任務，使任何線控車輛成為可在真實環境中運行的高品質自動駕駛車輛。

④Google Carcraft

Carcraft 是支援 Google 旗下自駕車品牌 Waymo 的虛擬模擬測試平台，此平台在 Waymo 自駕車於實際道路上運行的經驗上套入神經學及人工智慧的框架，建構虛擬場景並加入各種可能發生的狀況，再以模糊測試的方式於數百個場景組合中決定出自駕車採用的道路；Carcraft 的虛擬車隊中有 25000 台自駕車，這些虛擬車隊每天 24 小時都在數據中心進行模擬。截止目前，這些不停歇的自駕車測試里程達到了 50 億英里。(虛擬場景及模糊測試示意如圖 2.3-15)



資料來源：Waymo。

圖 2.3-15 Carcraft 虛擬場景及模糊測試示意圖

⑤Uber ATG Visualization

Uber 的 ATG(先進科技團隊)與數據可視化團隊合作之線上平台，此平台可將平面定位地圖置入車道邊界類型、轉彎和速度限制以及人行道等地圖訊息，以可視化技術模擬成真實世界場景，因此透過此線上平台自駕車使用者能即時了解該自駕車感知功能的運行狀況。此平台將自駕車數據傳感分為以下三步驟：(線上平台虛擬場景示意如圖 2.3-16)

a.感知(測量)

b.預測(預測)

c.運動規劃(行動)



資料來源：Uber ATG。

圖 2.3-16 ATG Visualization 虛擬場景示意圖

⑥自駕車數據資料庫[21]

依據 Xinyu Huang, Peng Wang, Xinjing Cheng, Dingfu Zhou, Qichuan Geng, Ruigang Yang (2018)分析，多年來自動駕駛資料庫與相關演算法發展為一個活躍的研究領域，最近針對解決機器人導航視覺任務的各種資料庫已經陸續發布，例如 3D 幾何估計(geometry estimation)、定位(localization)、即時偵測(instance detection)、以及分割(segmentation)，然而針對自動駕駛，仍偏好於蒐集利用駕駛視頻的標準化數據，以探索不同問題。ApolloScape 與其他各種應用於自動駕駛的資料庫屬性比較分析如表 2.3-2 所示。

表 2.3-2 國外自動駕駛資料庫比較

資料庫名稱	資料	位置精確度	多樣性	3D	2D	Video	Lane
CamVid	真實	-	僅有日間	no	Pexel:701	V	2D / 2 classes
Kitti	真實	公分	僅有日間	80k 3D box	Box: 15K Pixel: 400	-	No
Cityscapes	真實	-	僅有日間 50 城市	no	Pixel: 25K	-	No
Toronto	真實	公分	多倫多市	著重於建物及道路資料但缺少詳細規格			
Mapillary	真實	公尺	多種天候 日夜間 範圍擴及 6 大洲	no	Pixel: 25K	-	2D / 2 classes
BDD 100K	真實	公尺	多種天候 僅有日間 僅有美國 4 個地區	No	Box: 100K Pixel:10K	-	2D / 2 classes
SYNTHIA	-	-	多種天候	Box	Pixel: 213K	V	No
P.F.B.	-	-	多種天候	Box	Pixel: 250K	V	No
ApolloScape	真實	公分	多種天候 僅有日間 僅有中國 4 個地區	3D semantic point 70K 3D fitted cars	Pixel: 140K	V	3D / 2D Video 35 classes

資料來源：1.Xinyu Huang, Peng Wang, Xinjing Cheng, Dingfu Zhou, Qichuan Geng, Ruigang Yang (September 28, 2018). The ApolloScape Open Dataset for Autonomous Driving and its Application. Retrieved from https://arxiv.org/pdf/1803.06184.pdf ；2.本計畫整理。

[21] Xinyu Huang, Peng Wang, Xinjing Cheng, Dingfu Zhou, Qichuan Geng, Ruigang Yang (September 28, 2018). The ApolloScape Open Dataset for Autonomous Driving and its Application. Retrieved from https://arxiv.org/pdf/1803.06184.pdf

這些不同的資料庫在很多城市收集了大量數據集，旨在增加自動駕駛應用的城市街景多樣性與復雜性。其中，劍橋駕駛標記視頻資料庫(Cambridge-driving Labeled Video database，CamVid)是第一個帶有語義註釋視頻的資料庫，僅包含 701 個帶有 32 個語義類的手動註釋圖像。

KITTI 視覺基準套件包含多種計算機視覺任務，如立體聲、光流、2D / 3D 物體偵測、以及追蹤，針對語義而主要側重於偵測，其中 7,481 個訓練和 7,518 個測試圖像由 2D/3D 邊界框註釋，每個圖像包含多達 15 輛汽車和 30 個行人。

然而，卻很少有圖像針對分割(Segmentation)而包含像素級註釋，因而產生相對較弱的語義分割基準。直到最近，Cityscapes 資料庫專注於針對 2D 分割而蒐集資料，包含 30 個語義類，5,000 個圖像具有詳細註釋，20,000 個圖像具有粗略註釋，雖然至此已有視頻圖幀可用，但由於每個視頻只有一個圖像是手動標記，仍無法執行諸如視頻分割的任務。

Mapillary Vistas 資料庫也有類似的限制，但是提供更多具有精細註釋的圖像集，具有 25,000 個具有 66 個對像類別的圖像。

TorontoCity 基準測試收集 LIDAR 數據和圖像，包括來自無人機和移動車輛的立體聲和全景圖，雖然資料庫規模比較大，涵蓋多倫多地區，由於不可能手動對每個圖幀進行逐像素標記，因而僅提供兩個語義類，即建築物足跡和道路，可作為分割基準。

BDD(Berkeley DeepDrive) 100K 資料庫包含 100K 原始視頻序列，代表超過 1000 小時的駕駛時間，超過 1 億張圖像，與 Cityscapes 資料庫類似，是從每個視頻剪輯中選擇一個圖像進行註釋，100K 圖像以邊界框級別註釋，10K 圖像以像素級別註釋。

由於自動駕駛實際資料收集非常費工，為了避免實際場景蒐集資料的困難，SYNTHIA 使用 Unity 開發平台及 Play for benchmark 而構建虛擬城市，並使用 GTA 遊戲引擎而提取基礎事實；雖然藉此可以生成大量的數據和地面實況，但合成圖像外觀與真實圖像之間仍然存在著領域落差，因為在實際場景中學習而產生的模型仍然比較適用於物件偵測與分割的實際應用。

2018 年 3 月 29 日百度宣布釋出 ApolloScape 自動駕駛資料庫，規模大約為 Kitti 與 CityScapes 資料庫 10 倍，是目前世界上最大的自動駕駛資料庫，突破以往各種資料庫的數據規模、標籤粒度、以及在真實環境中任務變化的限制。(網站首頁如圖 2.3-17)



資料來源：百度阿波羅平臺。檢自 http://apollo.auto/index.html (October 25, 2018)。

圖 2.3-17 百度 ApolloScape 資料庫網站首頁

百度 ApolloScape 已對外宣布加入 Berkeley DeepDrive (BDD)聯盟，與 BDD 合作於美國鹽湖城聯合舉辦 CVPR 2018 自動駕駛研討會(IEEE 國際電腦視覺和模式識別國際會議)，並舉辦使用 ApolloScape 資料集的競賽。[22]

ApolloScape 資料庫屬於開源資料，能夠為研究與開發人員提供自駕車發展基礎，節省大量時間；提供高解析度的影像，並含有每個畫素的語意標籤資訊，包含汽車、自行車、行人與建築物等 26 種不同的可識別物體；提供多個複雜度等級的場景資料，隨著等級越高，場景中的內容也越複雜，行人以及建築物數量越來越多，在特定場景甚至多達 100 輛車，而且環境因素也更加嚴苛，例如惡劣天氣或極端照明條件的情境。

ApolloScape 資料庫主要包括場景解析、3D 汽車實例(3D Car Instance)、車道分割(Lanes Segmentation)、自主定位(Self Localization)等三大組成。其中，場景解析資料庫包含逐圖元標注的高解析度圖像序列，以及場景語義分割級別的稠密 3D Point 的 RGB 視頻；3D 汽車實例(3D Car Instance)資料庫包含在不同城市街景中記錄的各種立體視頻序列，超過 5000 幀以上的高質量註釋；車道分隔(Lanes Segmentation)資料庫包含因應 ApolloScapes 資料集地標分段挑戰的評估腳本，以及在不同城市街景中記錄的各種立體視頻序列，超過 110 000 幀以上的高質量像素級註釋；自主定位(Self Localization)資料庫包含因應 ApolloScapes 數據集線上自主定位挑戰的評估腳本，使用更多場景與一百倍大數據來擴展資料集，包括在不同光照條件下(例如早晨、中午、晚上)錄製的視頻，並保留每個新場景的測試資料集作為基準，但不提供超大數據的點雲。

(3) 我國自駕車相關技術研發相關計畫

彙整國家發展委員會、經濟部、科技部、交通部以及內政部等五個相關單位相關計畫如下：

[22] 李建興(2018 年 3 月 31 日)。百度釋出自駕車資料集 ApolloScape，為現有相似資料集的 10 倍大。iThome 電腦報新聞。檢自 https://www.ithome.com.tw/news/122201

①國家發展委員會

為推動物聯網產業發展，及完善台灣整體的新創生態體系為主軸，行政院於 105 年 9 月通過「亞洲‧矽谷推動方案」，以期結合國際、未來及在地的三大連結，整合全球先進科技研發能量，掌握國際物聯網商機。其中，與自動駕駛相關計畫為「亞洲‧矽谷-自動駕駛運行暨資訊整合平臺先導計畫」，簡介如下：

a.計畫執行期程：107 年 9 月 20 日至 108 年 12 月 25 日止。

b.計畫緣起與目的

行政院 105 年 9 月通過「亞洲‧矽谷推動方案」，以推動物聯網產業發展，及健全創新創業生態體系為推動主軸，輔以連結國際、連結未來及連結在地的三大連結，並透過四大策略積極推動，期連結全球先進科技研發能量，搶進下一世代產業，掌握國際物聯網商機。

由於自動駕駛與車聯網等相關技術之發展，已成車輛產業重要發展趨勢，先進國家皆積極發展自動駕駛相關產業，科技大廠亦相繼投入技術開發與實證。為完善我國自動駕駛產業發展環境，並促進自駕車上下游產業之企業合作，亞洲‧矽谷計畫將「自動駕駛」列為未來發展重要議題，已納入「亞洲‧矽谷試驗場域計畫」並於 106 年 9 月 5 日奉行政院核定。

為因應國內各自駕車試驗場域之營運需求，並增進我國在發展自駕車時之交通安全，本計畫擬委託專業廠商規劃自駕車先導運行可能方式，並蒐集車載感測元件等訊號，透過實地驗證，發展智慧交通運輸，以利國內自駕車產業發展。且將以資訊整合平臺，顯示自駕車行車資訊及道路狀況，協助行控中心即時掌握自駕車運行狀況，以增進交通安全，作為發展自駕車公共運輸營運系統之參考。此外，亦可有助解決由地方政府各自發展自駕車行車資訊整合平臺，面臨資源不足及跨縣市不相容之問題。

c.工作項目

(a)規劃自動駕駛先導運行之可行模式，進行評估及提供推動建議，並促進跨產業合作。

(b)規劃自駕車資訊整合平臺，提升整體管理效率，以增進行車安全並掌控即時交通狀況及事故處理。(架構如圖2.3-18)

(c)規劃自駕車資訊整合平臺之通訊網路架構，以確保通訊品質及驗證自駕車資訊整合平臺之可靠性，作為後續優化參考。

(d)蒐集自駕車車載感測元件訊號，以發展智慧交通管理，並盤點國內外感測元件供應商之技術能量，作為協助國內業者拓展國際市場之參考依據。

(e)自動駕駛人才培育及知識擴散。

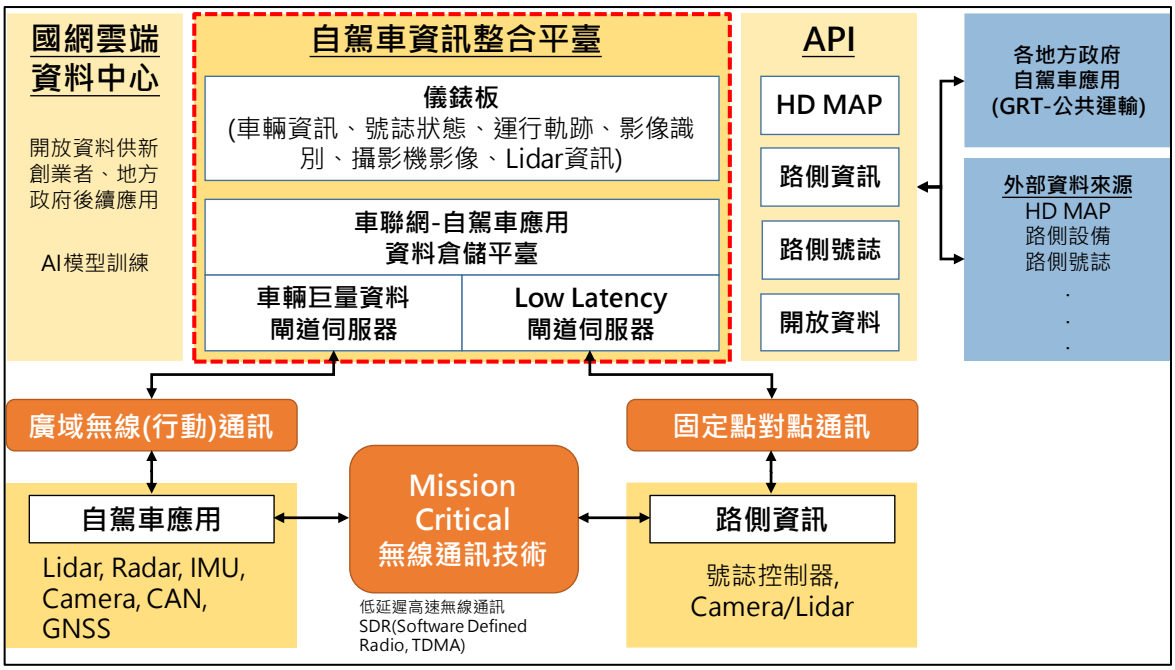


圖 2.3-18 「亞洲·矽谷-自動駕駛運行暨資訊整合平臺先導計畫」自動駕駛運行暨資訊整合平臺架構示意圖

②經濟部

自動駕駛及車聯網 V2X 相關執行計畫包括自動駕駛感知次系統攻堅計畫、智慧城鄉生活應用補助計畫-創新服務類-自動駕駛領域、經濟部智慧城鄉生活應用補助計畫、智慧車載資通訊技術暨服務發展計畫、V2V Mandate 產品與安心服務驗證場域計畫等。簡介如下：

a.自動駕駛感知次系統攻堅計畫

執行期間 2018 至 2021 年，執行團隊由經濟部技術處補助財團法人工業技術研究院與資策會、以及中科院合作組成，預計研發自動駕駛感知次系統自主技術(Surrounding Sensing Subsystem, S3)，包括感測分析硬體、深度學習影像辨識、多重感測融合、即時事件推理、以及感知次系統驗證等多項技術，以符合自動駕駛安全與可靠性要求。該計畫主要工作重點如下:(計畫架構如圖 2.3-19)

(a)泛用車輛環境感知次系統

對週遭任何駕駛相關物件即時感知其物件類別、相對位置、相對速度及未來軌跡，並具備事件推理能力。

(b)特定場域自駕車接駁

自主研發我國首套自動接駁系統，民眾可透過 APP 定點呼叫自駕車(預計 108 年可定點接駁)。

(c)自駕車規之資安及可靠度

協助我國廠商建立自主「快速反應、高可靠與高安全性」自駕車資安系統。



資料來源：1.李夏新(2018 年 4 月 26 日)。台灣自動駕駛巴士發展現況。【Mobility Asia 2018】未來自駕車與車聯網應用研討會。2.鄭安凱(2018 年 7 月 6 日)。台灣自動駕駛巴士發展現況。2018 自動駕駛暨車用電子安規研討會。

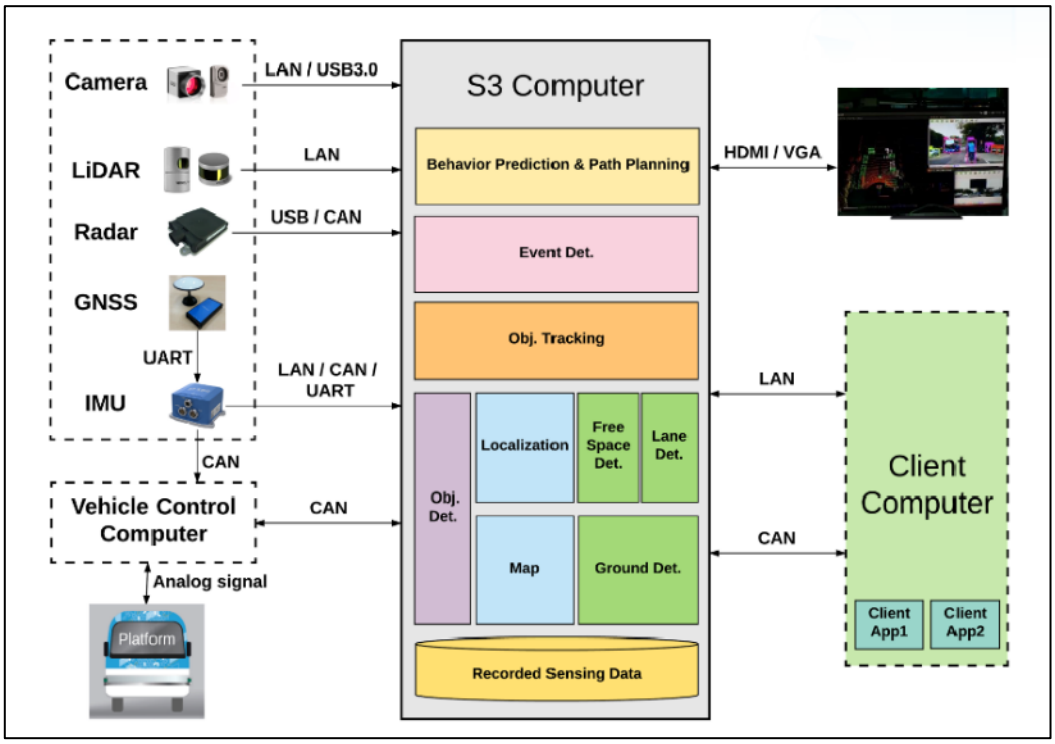
圖 2.3-19 「自動駕駛感知次系統攻堅計畫」架構

該計畫研發國內首部自動駕駛中巴，如圖 2.3-20，搭載 S3 環週感知次系統，整合多重感測器與 AI 演算技術，並針對台灣特殊道路環境設計，可提供自動駕駛車即時物件偵測與事件預測能力，系統架構如圖 2.3-21。



資料來源：1.李夏新(2018 年 4 月 26 日)。台灣自動駕駛巴士發展現況。【Mobility Asia 2018】未來自駕車與車聯網應用研討會。2.鄭安凱(2018 年 7 月 6 日)。台灣自動駕駛巴士發展現況。2018 自動駕駛暨車用電子安規研討會。

圖 2.3-20 工研院研發 ITRI ADV 自動駕駛車輛外觀



資料來源：1.李夏新(2018 年 4 月 26 日)。台灣自動駕駛巴士發展現況。【Mobility Asia 2018】未來自駕車與車聯網應用研討會。2.鄭安凱(2018 年 7 月 6 日)。台灣自動駕駛巴士發展現況。2018 自動駕駛暨車用電子安規研討會。

圖 2.3-21 工研院自動駕駛車輛 Integrated Surrounding Sensing Subsystem

該計畫研發自動駕駛功能包括自動定速巡航、自動車道維持轉向控制、自主防撞煞車/減速、迴轉道自動迴車、定點停靠、精準進站停靠、路口號誌連動車速控制、路口避撞車速控制、繞越靜止車輛、繞越同向機慢車等，可於封閉式/開放式固定路線場域行駛，提供指定 A 點到 B 點之自動接駁能力，可乘載 20 人以上，具備市區號誌路口通行能力，預計於 2018 年支援半封閉式固定路線場域(最高車速 20KM/H)，2019 年支援開放式固定路線場域(最高車速 30KM/H)。

b.智慧城鄉生活應用補助計畫-創新服務類-自動駕駛領域

(a)政策依據

本計畫主要依據行政院 106 年 4 月 5 日「前瞻基礎建設計畫」項下綠能建設、數位建設、水環境建設、軌道建設與城鄉建設等五大主軸之「數位建設」，主要乃為因應數位經濟時代演進，在寬頻網路建設加強投資，以確保產業發展需求及民眾的網路公民權。

爰此，「數位建設」主軸特別著重縫合城鄉網路落差、發展數位內容應用、及整備數位學習環境，期望在數位科技快速發展與普及下，積極推動臺灣數位經濟發展，讓全體國民能不受教育、所得、區域、身心等因素限制，透過多元管道享受經濟、方便、安全又貼心的優質數位服務，達成「實現超寬頻網路社會生活、營造智慧國土國際典範、成為全球數位科技標竿國家」之願景。

「數位建設」乃為針對我國邁入超寬頻網路社會必要之重點基礎建設項目，項下更規劃「推動資安基礎建設，提供網路安心服務」、「完備數位包容，保障寬頻人權」、「發展數位文創，普及高畫質服務」、「建構開放政府及智慧城鄉服務」及「建設下世代科研與智慧學習環境」等五大推動主軸，本計畫即屬於推動主軸「建構開放政府及智慧城鄉服務」下之「普及智慧城鄉生活應用計畫」。

爰此，經濟部工業局在前瞻基礎建設的目標下，擬透過執行「智慧城鄉生活應用發展計畫」，於全台推動智慧城市應用服務，促成智慧生活普及。

(b)計畫期程

全期程（107 年至 109 年）計畫目標預計於全台 19/22 縣市(含金門、馬祖、澎湖等離島)等地推動。

廠商提案之執行期間以最短 6 個月，最長 24 個月為原則。

(c)計畫目標

ⓐ建立自動駕駛公共運輸整體解決方案，打造國際輸出旗艦隊。

ⓑ以自動駕駛增進公共運輸接駁效率，並降低人為因素導致之交通事故，提升行車安全。

ⓒ配合臺灣交通、路況、氣候等特性，進行自動駕駛之實際場域測試及驗證，打造自動駕駛在地服務。

(d)推動概況

目前已辦理兩次徵案，第一次於 106/12/25-107/1/24 受理申請，第二次於 107/5/15-107/6/14 受理申請。

(e)計畫營運情境(第二次徵案，擇一或提出多項皆可)

ⓐ封閉型場域

如遊樂園區及度假村等主題樂園，接駁遊客往返園區停車場、餐飲區域，或旅客於機場不同航廈間之接駁。

ⓑ半封閉型及開放型場域

半封閉場域如工業區、科學園區、大學校區內固定路線接駁;開放型場域如市區固定路線(如公車專用道)提供自動駕駛公車運行服務，或於機場接駁攜帶行李的乘客往返停車場或大眾運輸轉乘站，或於偏鄉及農村等市郊地區接駁高齡居民或農產貨物配送，增進運輸服務之機動性(本項情境涉及法規調適，俟實驗條例立法通過後，亞洲矽谷計畫執行中心協助廠商與相關部會協調，並申請實驗條例，以協助後續營運)。

(e)計畫執行車輛基本系統要求(第二次徵案)

ⓐ車輛介面須有 CAN Bus(控制器區域網路)或 Ethernet(乙太網路)等可線控與相關指令集。

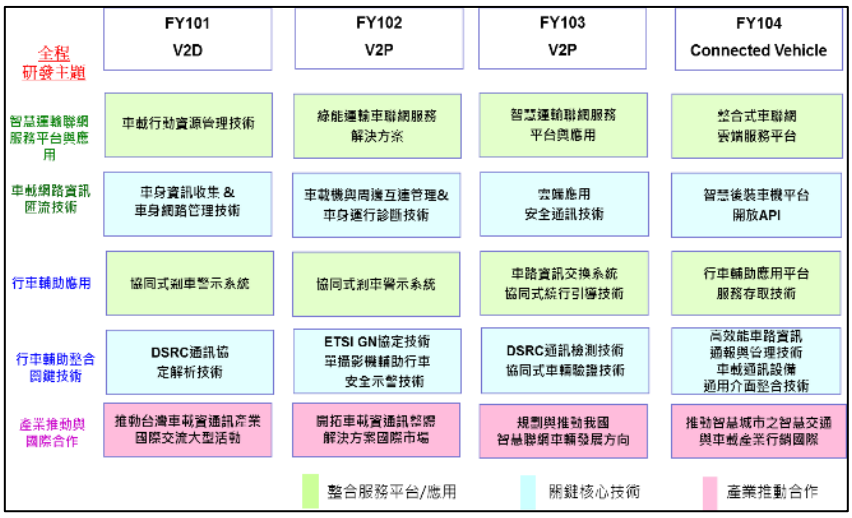
ⓑ若非可線控，須將如下 4 個介面數位化、介接至傳統驅動系統：電動液壓動力轉向、檔位、煞車、油門。

ⓒ車輛須有包含軟硬韌體可線控之完整套件，線控套件必須符合 UL/CE 等第三方認證，或已經是標準產品且能提供至少 1 年以上維修保證。

ⓓ各項車載感知元件整合：攝影機、高功率雷達、光達、IMU(慣性測量單元)、DGPS(差分全球定位系統)，其驗收係以驗證各車載元件間之系統整合能力，非僅確認各單一元件之運作品質等。

c.智慧車載資通訊技術暨服務發展計畫

此計畫為經濟部曾經陸續投入資源於發展自駕車相關車聯網技術之一；執行期間為民國 101 年 1 月 1 日至 104 年 12 月 31 日；目標在於發展我國多元完善之「智慧交通」應用服務，並厚植我國車載產業價值鏈，結合既有資通訊、交通、汽車電子業者，打造自主系統整合與周邊汽車電子產業，搶進全球車載市場重要供應鏈；計畫推動重點包括「促進智慧車輛發展」、「開拓系統整合市場」、「建立雲端便民服務」三大面向。(全程技術發展主軸如圖 2.3-22)

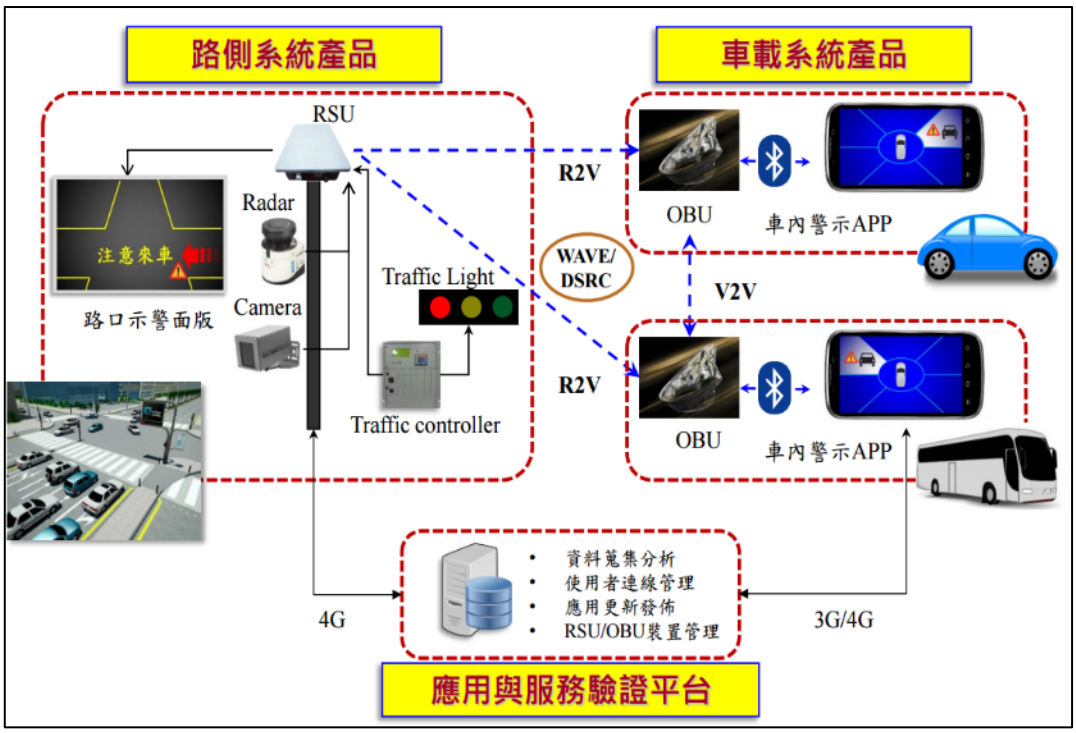


資料來源：經濟部(2015 年)。智慧車載資通訊技術暨服務發展計畫。

圖 2.3-22 「智慧車載資通訊技術暨服務發展計畫」全程技術藍圖

e. V2V Mandate 產品與安心服務驗證場域計畫

計畫執行期間為 2015 年，屬於科發基金計畫項目之一，主要目的為發展國內第一套可滿足 V2V Mandate 應用趨勢與行車安心服務之驗證場域，主要內容包括產品技術與驗證平台開發，以及示範場域建置與推廣，系統架構如圖 2.3-23。



資料來源：經濟部(2015 年)。V2V Mandate 產品與安心服務驗証場域計畫。

圖 2.3-23 「V2V Mandate 產品與安心服務驗證場域計畫」系統架構

此計畫於新竹縣市易肇事重點路口建置首座路口安全輔助 (Intersection Movement Assist, IMA)場域，與新竹縣市地方政府、教育單位以及號誌業者合作，於市區易肇事路口或鄰近校區的危險路口作為建置地點，並鎖定經常往來建置點的駕駛人(如教職員、家長、客運業者)進行裝機，此計畫規劃建置 4 座 IMA 路口，裝機數量達 36 台車輛，同時委託交通領域專家學者針對國內道路特性以國人駕駛習慣進行深度分析，提供效益評估報告，並依據美國交通部 Safety Pilot 計畫公布的 V2V 安全應用測試規格或 NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) 制定中的 FMVSS (Federal Motor Vehicle Safety Standards)於示範場域進行實地驗證，最終產出系統驗證報告書。

③科技部

與自動駕駛相關計畫為「自駕車次系統關鍵技術研發專案計畫」，簡介如下：

a.計畫執行期程

全程執行期間為 107 年 12 月 1 日至 111 年 7 月 31 日止，第一階段為 107 年 12 月 1 日至 108 年 7 月 31 日，第二階段為 108 年 8 月 1 日至 111 年 7 月 31 日。

b.計畫依據

落實「數位國家・創新經濟發展方案」、「智慧機械產業推動方案」、「亞洲・矽谷推動方案」等行政院重要科技政策中有關自駕車創新技術之自主研發。

c.計畫目標

(a)發展具前瞻研究之核心技術與具產業價值之顛覆式創新應用次系統開發，國內學術界與車輛製造/車輛零組件業者或相關領域行業共同攜手合作，針對適合臺灣道路駕駛環境與在地產業需求之關鍵核心技術，進行研發與實車驗證，其衍生之技術成果，期能帶動我國「無人駕駛核心技術」的創新與突破，打入自駕車技術供應鏈。

(b)針對目前業界還無法克服之技術瓶頸，藉由學術界的創新研發能量與優質研發人力，協助產業突破技術瓶頸，有效帶動自駕車次系統之自主研發及國產化，提升我國自駕車產業的核心技術能量與國際競爭力。

d.計畫內容與重點研究項目

(a)導航定位

(b)環境感知

(c)決策規劃

(d)自主控制

④交通部

自動駕駛及車聯網 V2X 等之相關執行計畫包括智慧運輸系統發展建設計畫、我國智慧型運輸系統車路整合應用模式探討與先期模擬測試、中興新村「智慧運輸－車聯網」示範場域規劃建置等。簡介如下：

a.智慧運輸系統發展建設計畫

計畫期程為 106-109 年，以「智慧運輸、智慧生活」為願景，規劃推動「智慧運輸系統發展建設計畫」(106-109 年)，希望能發揮我國資通訊優勢，解決交通事故損失、偏鄉交通不便、運輸走廊壅塞及公共運輸吸引不足等交通問題。

採用中央地方攜手合作、輔導產業創新加值及場域集中整合資源等策略，106-107 年已選定以台北宜蘭廊道、花東偏鄉地區與都市生活圈等 3 智慧運輸系統為育成基地，先行推動智慧交通安全計畫、運輸走廊壅塞改善計畫、東部及都會區偏鄉交通便捷計畫、運輸資源整合共享計畫、車聯網科技發展應用計畫、以及智慧運輸基礎與科技研發計畫等六大策略計畫，驗證成功後將再逐步推動至全國。

其中，與自動駕駛及車聯網 V2X 相關之策略計畫，包括:

(a)智慧交通安全計畫

推動智慧汽機車安全研發、智慧路口安全計畫，以及將遊覽車動態資訊納入公路客運客車動態資訊，以追蹤掌握行車資訊，並建立安全、共享及綠能的智慧機車安全系統，另補助大型車裝設行車視野輔助系統等，逐步提升交通安全。

(b)車聯網科技發展應用計畫

以宜蘭為示範區域，進行國道客運車隊車速調和及車路互動，提升車流運作效率及交通安全，並透過自動駕駛車輛示範計畫，探討及驗證我國車聯網應用發展之技術、營運、產業、法規與制度等議題。

(c)智慧運輸基礎與科技研發計畫

研發適合本土性汽機車混合車流號誌控制系統、設置車聯網車路整合運作雛型平台及研發無人機在交通之應用等。

b.我國智慧型運輸系統車路整合應用模式探討與先期模擬測試

(a)計畫執行：2015 年至 2016 年。

(b)計畫緣起與目標

考量智慧運輸系統將由以往強調基礎設備系統之建設，轉向為提供民眾服務與系統管理效率上，在車路整合應用模式與先期模擬測試階段，可透過「系統整合、資訊加值、前瞻技術」等方面，進行更高階地全面性實現智慧型運輸系統服務。在「效率」面，目標為達成即時交通資訊服務及擴大資訊蒐集範圍，藉結合無線通訊技術，如專用短距離通訊(Dedicated Short Range Communications, DSRC)與其他車載設備互相傳遞訊息，並整合現有之基礎系統建設，透過 V2I/C2I 的方式，與交控中心之資訊做有效之應用，共同提升車流資訊、路況資訊、和警示資訊等效率與附加價值。在「安全」面上，提供用路人道路壅塞資訊、易肇事路段警示、道路施工與障礙物警示、異常天候資訊以及緊急路況警示，達成即時正確之安全警示目標等。

(c)執行成果

2015 年完成我國智慧型運輸系統車路整合應用模式探討與先期評估，以及導入 5.9 GHz 專用短距通訊(DSRC)技術於基隆市台 62 線銜接基金二路的連續 4 個路口構建實驗場域，經由架設於道路上的路側設備以及安裝在測試車上的車載設備來進行測試。測試內容包括：提供危險路段、減速/施工區、彎道、天候、路口行人通行等警示，以及道路標誌等警示指示，以及利用所蒐集到更即時與細膩的車流資訊來發展更可靠的交通資訊服務。

2016 年延續前期研究成果，執行「先進交通管理與車路整合技術創新應用(2/4)」計畫，納入高快速道路車路整合運作測試、車路整合節能駕駛等探討，以及建立車路整合應用實驗室等主題。其中，車路整合運作驗測場域擴充、情境規劃及驗測工作，係以基隆市台 62 線銜接基金二路的實驗場域為基礎，擴大在高快速公路實測範圍，驗測情境研擬與規劃包括交通資訊服務類、交通安全服務類、交通管理服務類等三類，藉此驗測設備相容性、探討交互操作性議題、探討分析驗測情境服務發布範圍、探討分析驗測場域異質交通資訊整合探討分析。(驗測場域範圍如圖 2.3-24)

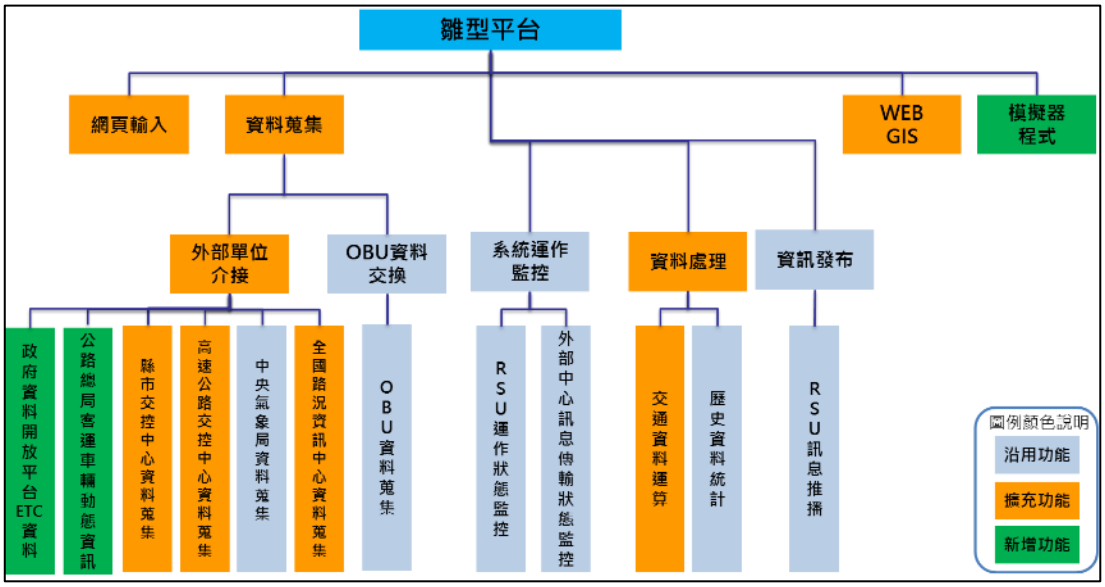


資料來源：財團法人工業技術研究院(民國 106 年)。我國智慧型運輸系統車路整合應用模式探討與先期模擬測試。交通部運輸研究所委託辦理。計畫編號: MOTC-IOT-105-IDB001。

圖 2.3-24 「我國智慧型運輸系統車路整合應用模式探討與先期模擬測試」之驗測場域範圍

節能駕駛探討工作，在於應用「號誌時相秒數資訊(SPaT)發布」節能駕駛模式之構建，主要包括節能駕駛模式之規劃、設計、開發、運作測試、節能量化績效評估研擬等。

建立車路整合應用實驗室之工作，主要在於車載設備與路側設備模擬器軟硬體之規劃、設計、開發，符合美國 SAE J2735 訊息格式，具備「前方交通壅塞資訊」、「號誌時相秒數資訊發布」、「易肇事路段警示」、「道路施工與障礙物」等 4 項應用情境之訊息產生、接收、運算等運作模擬，並進行驗測場域整合模擬運作測試，驗測場域資訊安全認證服務構建則參考美國安全認證管理系統(Security Credential Management System, SCMS)建構資訊安全服務，雛型平台軟體功能架構如圖 2.3-25。



資料來源：財團法人工業技術研究院(民國 106 年)。我國智慧型運輸系統車路整合應用模式探討與先期模擬測試。交通部運輸研究所委託辦理。計畫編號: MOTC-IOT-105-IDB001。

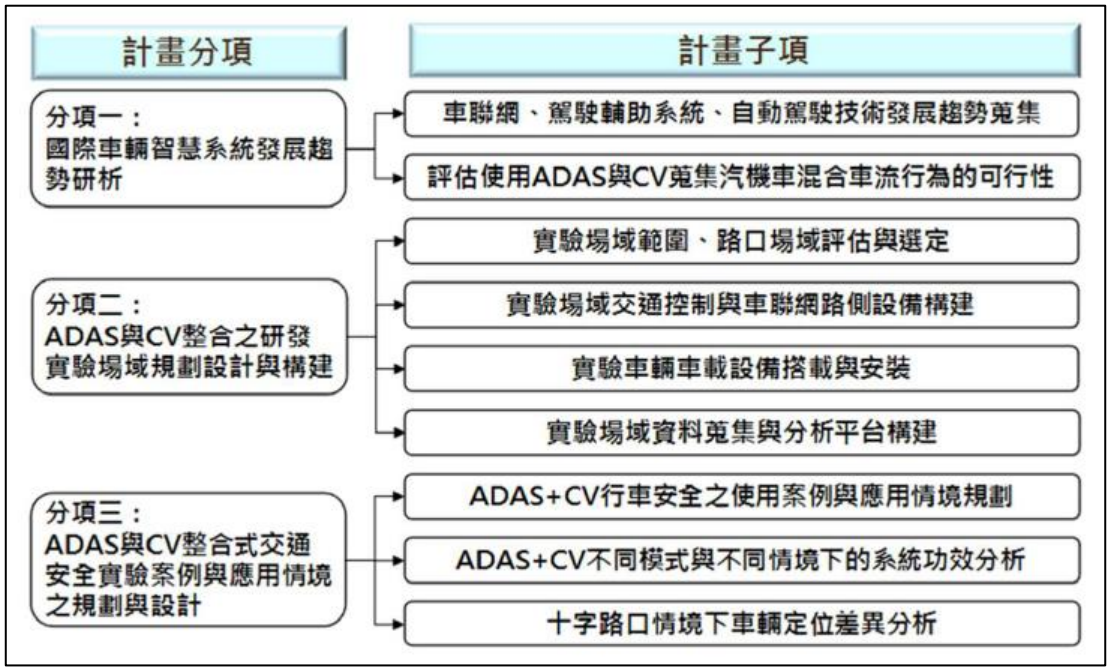
圖 2.3-25 「我國智慧型運輸系統車路整合應用模式探討與先期模擬測試」之雛型平台軟體功能架構圖

c.中興新村「智慧運輸－車聯網」示範場域規劃建置

(a)執行期間：2016 年。

(b)計畫緣起

該研究計畫在於呼應國際 ITS 發展趨勢，同時配合行政院「中興新村‧下一代新村」發展，運用中興新村空間環境優勢，作為測試創新技術產品與服務的指定實驗場域，結合我國在車聯網(CV)、先進駕駛輔助系統(ADAS)、車路整合應用研發經驗與成果，在中興新村進行我國構建智慧運輸的車輛先進駕駛輔助系統與車聯網整合研發實驗場域，以利後續進行車輛先進駕駛輔助系統與車聯網在安全駕駛以及提高自動化駕駛程度之整合研發實驗。(計畫架構如圖 2.3-26)

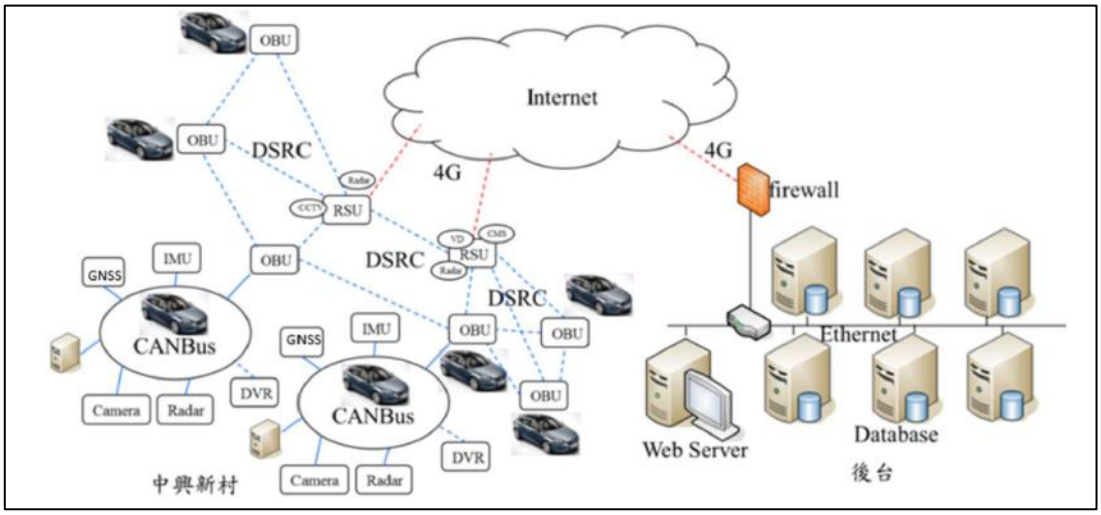


資料來源：財團法人車輛研究測試中心(民國 106 年)。中興新村「智慧運輸－車聯網」示範場域規劃建置。交通部運輸研究所委託辦理。計畫編號:MOTC-IOT-105-IEB036。

圖 2.3-26 「中興新村「智慧運輸－車聯網」示範場域規劃建置」之計畫架構

(c)執行成果

此項研究經由相關公部門與產業界合作，完成我國第1個先進駕駛輔助系統(ADAS)與車聯網整合研發實驗場域，首次透過CAN匯流排結合ADAS與CV車載設備，擴大行車風險偵測能力；同時完成實驗場域之GNSS與路口毫米波雷達之車輛定位量化效能分析、9項路口交通安全測試情境與實測、測試資料蒐集與分析平台等，為我國後續在自動駕駛車輛研發與交通安全應用奠基，系統架構如圖2.3-27，實驗場域與十字路口位置如圖2.3-28。



資料來源：財團法人車輛研究測試中心(民國106年)。中興新村「智慧運輸－車聯網」示範場域規劃建置。交通部運輸研究所委託辦理。計畫編號:MOTC-IOT-105-IEB036。

圖2.3-27 「中興新村「智慧運輸－車聯網」示範場域規劃建置」之系統架構



資料來源：財團法人車輛研究測試中心(民國 106 年)。中興新村「智慧運輸－車聯網」示範場域規劃建置。交通部運輸研究所委託辦理。計畫編號:MOTC-IOT-105-IEB036。

圖 2.3-28 中興新村「智慧運輸－車聯網示範場域規劃建置」之實驗場域與十字路口位置

⑤內政部

與高精度地圖相關執行計畫著重於移動測繪(Mobile Mapping System, MMS)，包括探測感應器測繪平台架構規劃、以及移動測繪系統發展等。

a.計畫緣起

移動測繪系統結合精密整合式定位定向系統及多項感測器，具有高機動性、高精度，可快速獲得大範圍現地影像(街景)及高精度三維空間資訊，已普遍應用於道路測 量、交通設施清查、3D 建模等工作。國土測繪中心近年來致力於引進測繪新科技，期能掌握先進測繪技術並發揮其測繪能量，以達圖資快速更新，提供國家經建政策規劃推動及防救災領域所需及時且正確的基礎圖資。

b.分年執行項目

(a)97 年度辦理「探測感應器測繪平台架構規劃暨應用作業」，針對 MMS 架構進行初步探討。

(b)101 年度辦理「以移動載具(MMS)輔助辦理測繪圖資更新之研究」，透過 MMS 辦理圖資更新，可減少外業成本及發生意外風險。

(c)104 至 107 年度「現代化測繪科技發展計畫」中，分 4 年辦理「發展車載移動測繪系統」作業。

2. 測試運行

(1) 模擬測試場域案例

①國內

臺灣自動駕駛技術模擬測試場域案例包括沙崙自駕車試驗場域(包括封閉及開放場域)、北士科自駕車實證專用封閉場域、以及 ARTC 自駕車測試驗證場域(規劃中)等三處。分別說明如下：

a.沙崙自駕車試驗場域

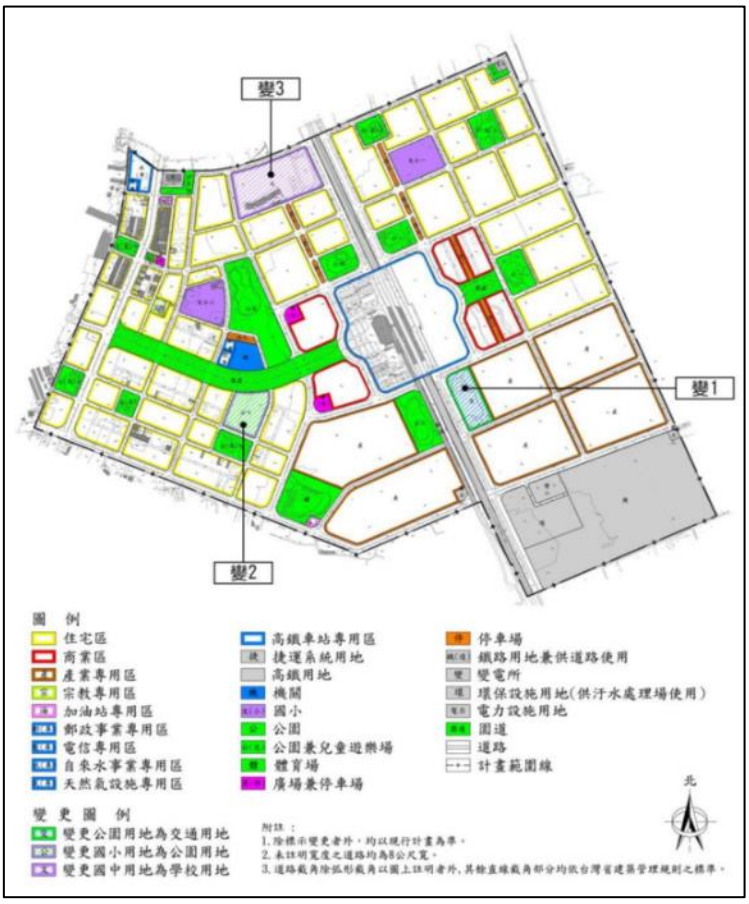
預計於 2018 年 8 月完工，屬於前瞻基礎建設「沙崙綠能科學城」的重要項目之一，目標在於建構自動輔助駕駛大眾接駁運行載具及實車運行場域能量，進而推動自動輔助駕駛公共運輸接駁運行，實現智慧交通安全便捷效益。

內政部都市計畫委員會 2017 年 12 月 5 日審議通過臺南市政府辦理中之「變更高速鐵路臺南車站特定區計畫(公園用地為交通用地、國小用地為公園用地及國中用地為學校用地)(配合自駕車場域)」案，如圖 2.3-29，沙崙自駕車場域位於高速鐵路臺南車站南側公園用地(公 3)，為封閉式自駕車場域，考量行車安全性與自駕車功能展示需求，封閉場域不對外開放，故將公園用地變更為交通用地，兼顧符合土地使用規定及實際發展需求，提供國內外廠商測試相關技術，進而搭配沙崙綠能科學城之研發中心及示範場域來展現綠能創新科技之應用，建設科學城成為綠能智慧城市。

沙崙自駕車試驗場域之計畫內容為建置 1 個封閉型自駕車場域與 2 條開放場域大眾運輸接駁路線推動，1 案以上自動輔助駕駛大眾接駁電動運行載具開發。

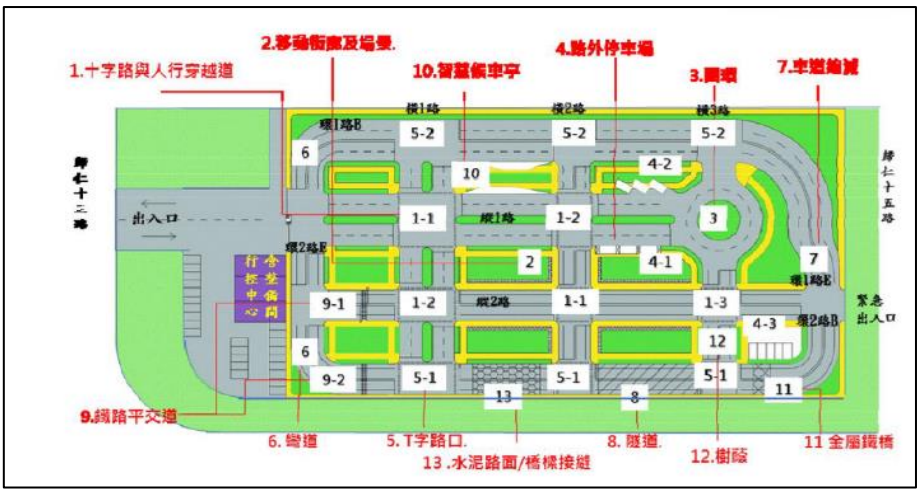
(a)封閉型場域

封閉型場域配置如圖 2.3-30，測試項目規劃如圖 2.3-31，場域面積約 2.2 公頃，包含市區、郊區及特殊路況等路況情境，以展現國內廠商自動駕駛技術能量，主要情境展示與示範運行(包含新創業者)為主，以民眾體驗、社會大眾教育為輔之定位。



資料來源：臺南市政府都市發展局(民國 106 年 12 月 28 日)。配合自駕車場域都市計畫變更完成。臺南市政府網站。檢自 http://ud.tainan.gov.tw/UPBUD_sys/NewsDetail?Id=c52e070f-9c99-4757-a534-10a550218a23 (July 18, 2018)。

圖 2.3-29 變更高速鐵路臺南車站特定區計畫圖(配合自駕車場域)



資料來源：李夏新(2018 年 4 月 26 日)。台灣自動駕駛巴士發展現況。【Mobility Asia 2018】未來自駕車與車聯網應用研討會。

圖 2.3-30 沙崙綠能科學城-封閉式自駕車實測場域配置圖



資料來源:財團法人車輛安全審驗中心(民國 107 年 2 月)。智慧車輛法規技術諮詢與管理計畫(1/4)。交通部委託之專題研究成果報告(報告編號：MOTC-STAO-106-04)。臺北市：國家圖書館。

圖 2.3-31 沙崙綠能科學城-封閉式自駕車場域測試項目規劃示意圖

(b)開放式場域

開放式場域規劃如圖 2.3-32，進行固定路線(交成線/交榮線)道路情境設計，結合車聯網與感測警示技術，提升道路行車安全，包括智慧路設備、以及後臺管理系統建置之規劃。

建置開放場域固定路線功能展示情境設備，於開放場域固定路徑(交成線/交榮線)建置智慧路口安全警示系統，共計 16 處路口，透過感測設備偵測路口車輛動態資訊，即時呈現 CMS 看板警示資訊予用路人。



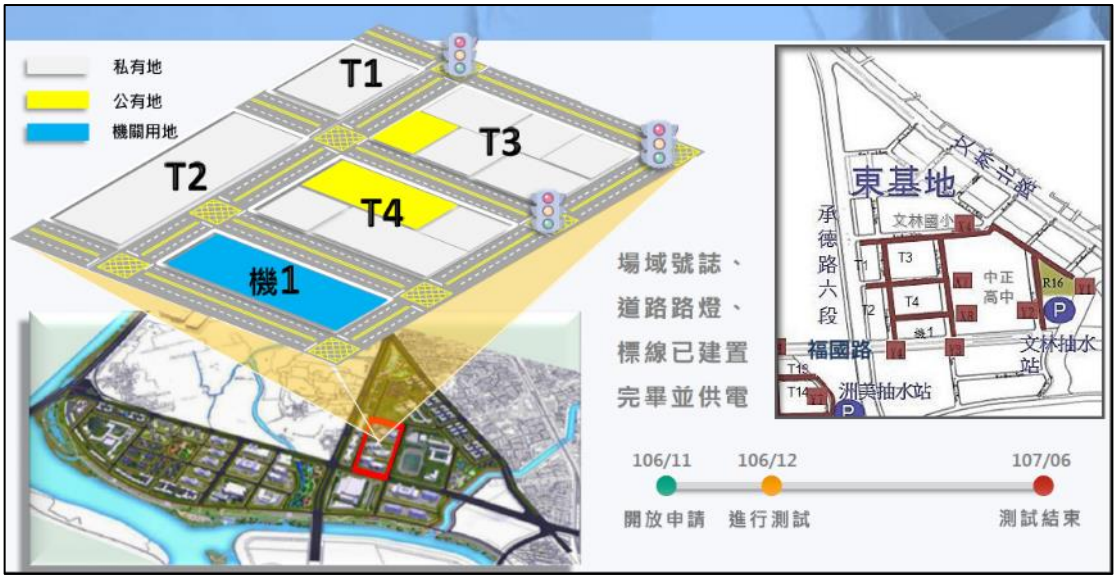
資料來源:財團法人車輛安全審驗中心(民國 107 年 2 月)。智慧車輛法規技術諮詢與管理計畫(1/4)。交通部委託之專題研究成果報告(報告編號：MOTC-STAO-106-04)。臺北市：國家圖書館。

圖 2.3-32 沙崙綠能科學城-開放式自駕車場域規劃示意圖

b.北士科自駕車實證專用封閉場域

民國 106 年 11 月 9 日臺北市政府公布「臺北市自駕車實證場域測試計畫」，目標在打造士林北投科技園區成為全台第一個自駕車試驗場域，106 年 12 月開始提供業者進行自動駕駛車輛測試。

場域如圖 2.3-33，面積約 5 公頃，設置專用封閉場域，提供車聯網、自動駕駛、以及基礎設施智慧化之相關技術測試，規劃中正高中旁的東基地為封閉測試場域，內部配置十字路口、車輛混流、固定式站點停靠、夜間行駛測試、車輛號誌溝通等不同情境，測試項目如圖 2.3-34。



資料來源:1.財團法人車輛安全審驗中心(民國 107 年 2 月)。智慧車輛法規技術諮詢與管理計畫(1/4)。交通部委託之專題研究成果報告(報告編號：MOTC-STAO-106-04)。臺北市：國家圖書館。2.李維斌(民國 106 年 11 月 6 日)。北士科自駕車實證場域計畫。臺北市政府資訊局簡報。

圖 2.3-33 北士科自駕車實證場域示意圖



資料來源:1.財團法人車輛安全審驗中心(民國 107 年 2 月)。智慧車輛法規技術諮詢與管理計畫(1/4)。交通部委託之專題研究成果報告(報告編號：MOTC-STAO-106-04)。臺北市：國家圖書館。2.李維斌(民國 106 年 11 月 6 日)。北士科自駕車實證場域計畫。臺北市政府資訊局簡報。

圖 2.3-34 北士科自駕車實證場域測試項目

無人自駕巴士 EZ10 引進商、科技顧問公司喜門史塔雷克(7Starlake)與法商 EasyMile 共同合作，在 2017 年完成信義路雙向公車專用道夜間測試後，於 2018 年進入北投士林科技園區北士科自駕車擬真實證場域，重點測試驗證車輛對基礎建設(V2I)、訊號穩定度等項目。

EZ10 測試團隊與工研院、福華電子合作，導入專用短距無線通訊技術(Dedicated Short Range Communications，DSRC)，在每個路口交通號誌安裝路側設備(Roadside Unit，RSU)，以及車內裝置車載設備(On-Board Unit，OBU)，讓無人自駕巴士能預先接收交通號誌、時相秒數等準確資訊，設備外觀如圖 2.3-35。



路側設備



車載設備

資料來源:楊安琪(2018 年 3 月 14 日)。從信義路到北士科實證場域，無人自駕巴士 EZ10 要跟交通號誌「溝通」。科技新報 TechNews。檢自 https://technews.tw/2018/03/14/ez10-v2i-test-is-held-at-autonomous-vehicle-test-field-of-beitou-shilin-technology-park/ (July 18, 2018)。

圖 2.3-35 北士科自駕車實證 EZ10 導入 DSRC 設備

於北士科自駕車實證場域測試中的自駕交通工具，除了 EZ10 以外，還包括台大「自動駕駛概念車」、北科大與麻省理工學院媒體實驗室(MIT Media Lab)無人智慧車 PEV 等，如圖 2.3-36。



資料來源:楊安琪(2018 年 3 月 14 日)。從信義路到北士科實證場域，無人自駕巴士 EZ10 要跟交通號誌「溝通」。科技新報 TechNews。檢自 https://technews.tw/2018/03/14/ez10-v2i-test-is-held-at-autonomous-vehicle-test-field-of-beitou-shilin-technology-park/ (July 18, 2018)。

圖 2.3-36 北士科自駕車實證場域測試之自駕交通工具

c. ARTC 自駕車測試驗證場域(規劃中)

車輛中心(ARTC)2018 年 4 月 26 日於「自駕車場域專家技術交流會」提出，由於沙崙測試場域因受限場地面積，主要可進行低速測試與展示運行使用，已著手規劃新增自駕車測試驗證場域，佔地面積約 12 公頃，並整合 ARTC 的 12 個實驗室、試車場及法規驗證之需求，初步規劃車速可達 80KMH 之市區道路、高架橋道路與天候模擬等設施，其定位上與沙崙自駕車場域不同，在兩者分工下，可提供產業從產品研發、測試驗證、銷售展示與示範運行(甚至民眾體驗)等整體商業活動，有利提高國內產業競爭力與發展。

ARTC 初步規劃自駕車測試驗證場域之特色如下：

(a)定位：開發測試、法規驗證

(b)功能連結

ⓐARTC 現有 12 個實驗室、試車場、CAE 中心。

ⓑARTC 具完整之車輛研測能量與優質研發團隊，可結合國內電子與資訊產業之強項優勢，協助產業開發。

(c)場域與車輛

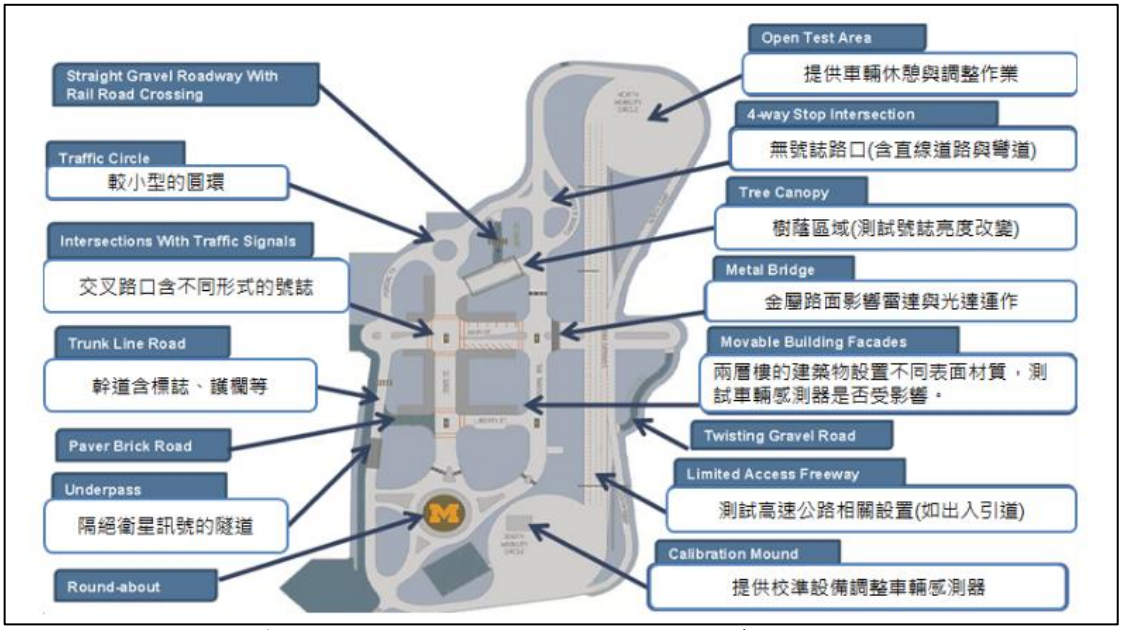
ⓐ屬測試驗證場域。

ⓑ車速：50~80 km/h (80 kmh 以上測試可至既有試車場測試道)。

ⓒ適用車型：小型車、中型巴士、大型巴士、大貨車等。

②美國

美國模擬測試場域案例為密西根大學的 M-city。Mcity 位於美國密西根州，隸屬於密西根大學汽車轉型中心(Mobile Transformation Center，MTC)，由密西根大學提供 32 英畝場域，獲得 6 大車廠(Ford、GM、Nissan 與 Toyota 等)及 10 大供應商(Bosch、Delphi、Verizon 及 Denso 等)支持，為全球第一個專為連網、無人自駕汽車技術所打造的可控式模擬道路環境，開發經費達 1,000 萬美金，車道總長約 5 英里，設置多種道路設施與路邊設施模擬實際道路環境，場域配置如圖 2.3-37，場域實景如圖 2.3-38。



資料來源：財團法人車輛研究測試中心(2016 年)。國際自動駕駛測試場域介紹。檢自 https://www.artc.org.tw/chinese/03_service/03_02detail.aspx?pid=2977 (July 25, 2018)。

圖 2.3-37 M-city 模擬測試場域配置圖



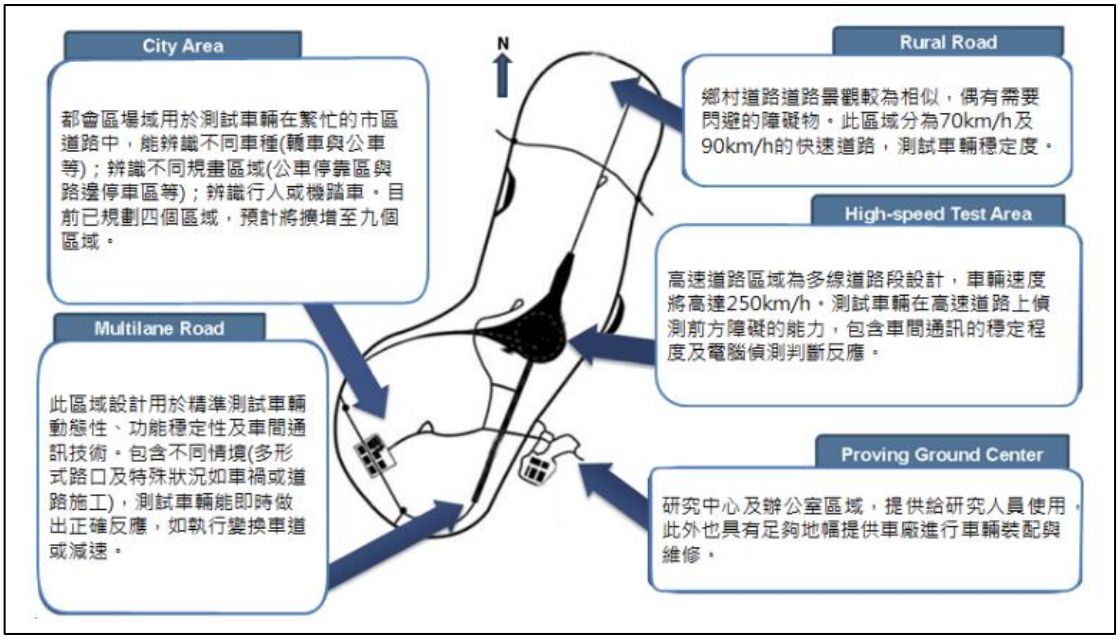
資料來源：楊安琪(2015 年 11 月 16 日)。福特無人自駕車搶先眾大廠，於美國密西根模擬城市進行測試。科技新報 TechNews。檢自 https://technews.tw/2015/11/16/ford-is-the-first-automaker-to-test-self-driving-cars-at-mcity/ (July 25, 2018)。

圖 2.3-38 M-city 模擬測試場域實景圖

③瑞典 AstaZero

位於瑞典布羅斯，由瑞典官方實驗室(Technical Research Institute of Sweden)與查爾摩斯大學所興建，於 2011 年開始設計、2012 年動工、2013 年移入設備，並於 2014 年 8 月正式開放，占地 500 英畝，開發經費達 7,000 萬美金。

此場域囊括各式道路交通狀況，增設隧道、造霧機與造雨模擬測試區，並建設光纖通訊與電源供給設備以測試車聯網通訊技術，相關配置及測試內容如圖 2.3-39。測試場分 4 個測試區，最外圈是鄉村道路測試區，中間是高速測試區，右下角則是城鎮測試區和高速測試區右邊的多車道測試區。全部道路皆可承受 60 噸載重車輛通行，可允許 25 公尺長的車輛通行，全程有輕微坡度，最大坡度 4.5 度。全線鋪裝光纖做通信線路，方便架設 RSU 做 V2X 測試。在測試區外邊有一棟兩層樓的控制塔，可以遙控目標車、假車和駕駛機器人，二樓平台可以容納 100 個參觀者觀看測試。



資料來源：財團法人車輛研究測試中心(2016 年)。國際自動駕駛測試場域介紹。檢自 https://www.artc.org.tw/chinese/03_service/03_02detail.aspx?pid=2977 (July 25, 2018)。

圖 2.3-39 AstaZero 模擬測試場域配置圖

④中國大陸國家智慧網聯汽車(上海)試點示範區 A NICE CITY

2018 年北京市交管局開始開放自駕車上路測試，透過北京市自動駕駛測試管理聯席工作小組評審，由百度取得首批自動駕駛測試試驗用臨時號牌；另外中國大陸在 2018 年成立國家智能網聯汽車(上海)試點示範區(圖 2.3-40)，上汽集團與蔚來汽車為首批測試企業，提供 200 多種測試場景。



資料來源：國家智慧網聯汽車(上海)試點示範區 A NICE CITY。檢自 http://www.anicecity.org (July 18, 2018)。

圖 2.3-40 中國大陸國家智慧網聯汽車(上海)試點示範區地圖

⑤韓國 K-city

南韓政府耗資 1,000 萬美元打造 K-City，占地約 36 公頃，相較於美國密西根大學與該州交通局(MDOT)合作建造的自駕車測試城市「Mcity」來說，前者占地面積約是後者的 2.7 倍大，預計將成為全球最大的自駕車測試場地(圖 2.3-41)。

以韓國交通安全公團(Korea Transportation Safety Authority)的智慧交通系統計畫為基礎，仿照真實道路環境建置市中心與市郊道路、巴士專用道、高速公路、自動停車場等，並在 2017 下半年起陸續開放，計劃將於 2018 上半年竣工。



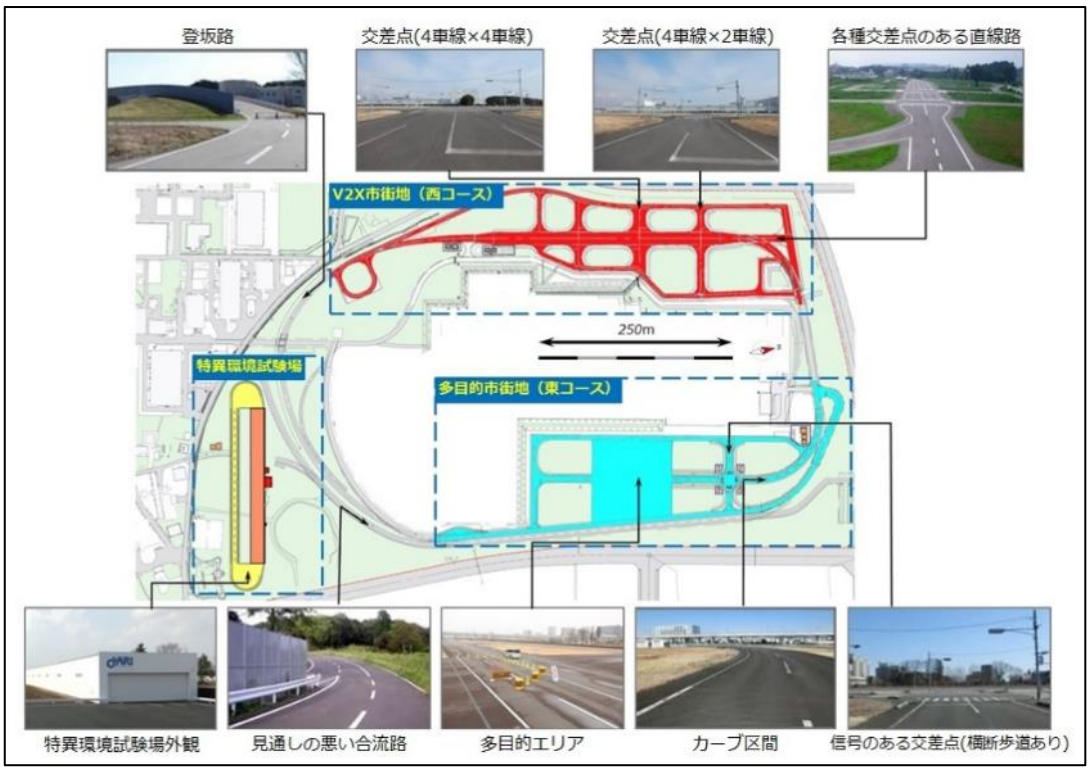
資料來源：Jung, Min-hee (May 8, 2017). K-City World’s Largest Test Bed for Self-driving Cars to Be Opened in Korea, BUSINESSKOREA. Retrieved from http://www.businesskorea.co.kr/english/news/sciencetech/18018-k-city-world%E2%80%99s-largest-test-bed-self-driving-cars-be-opened-korea (July 26, 2018).

圖 2.3-41 韓國 K-city 模擬測試場域配置圖

⑥日本 Jtown

日本 Jtown 自動駕駛車輛評估基地於 2017 完工啟用，位於茨城縣筑波市，係由經濟產業省因應產官學合作進行自動駕駛技術協調領域課題解決及評估法整備需求而補助建設完成，日本自動車研究所(Japan Automotive Research Institute, JARI)負責營運管理，基地面積約 16 公頃，包含特異環境試驗場、V2X 市街地、多目的市街地等三大測試區及搭配設施，場地一般速限 40KM/H(部份專用可達 80KM/H)，基地配置如圖 2.3-42。

其中，特異環境試驗場位於室內，可重現雨、霧、日照等環境條件；V2X 市街地屬於利用通信的協調型自動駕駛系統實驗設施；多目的市街地屬於活用模擬建物與道路標誌、以及重現各式各樣路口交叉型態的實驗設施。



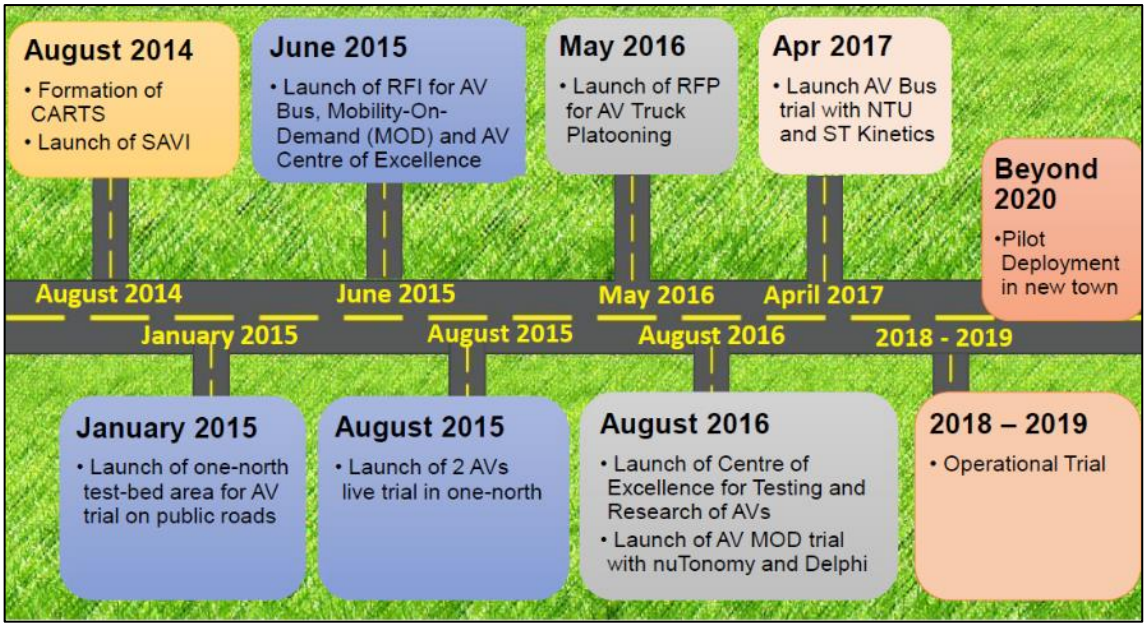
資料來源:自動運転評価拠点 Jtown。檢自 http://www.jari.or.jp/ (July 17, 2018)。

圖 2.3-42 日本 Jtown 自動駕駛車輛評估基地配置圖

⑦新加坡自動駕駛測試專區 Test bed @ One-North

2014 年 8 月新加坡陸路交通管理局成立自動道路運輸委員會(Committee on Automous Road Transport for Singapore, CARTS)，成員包括公部門及私部門，負責推動自動駕駛相關事務，包括自動駕駛發展願景、法規與執行、產業發展等，啟動自動自駕駛車輛法案(Singapore Automous Vehicle Initiative, SAVI)。

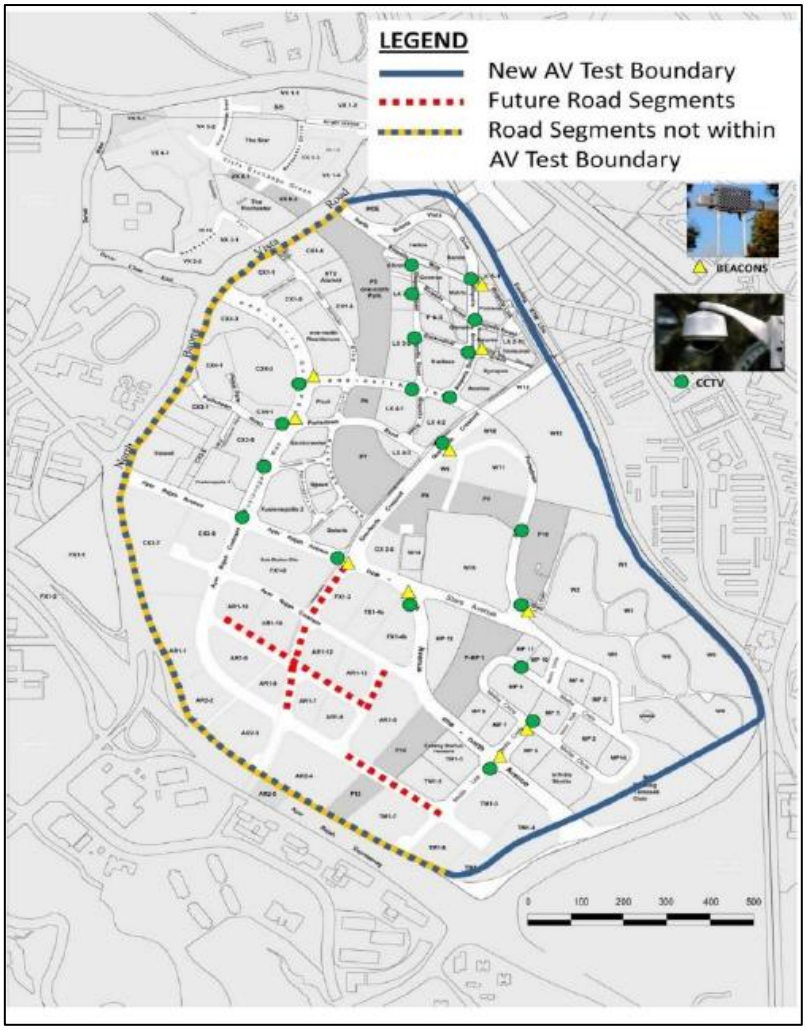
陸路交通管理局(Land Transport Authority, LTA)與科技研究局(Agency for Science, Technology and Research, A*STAR)共同推動自動駕駛車輛計畫(Singapore Autonomous Vehicle Initiative, SAVI)，研擬新加坡自動駕駛發展藍圖與進度如圖 2.3-43，目的在於提供產業夥伴與關鍵參與者所需之技術平台，便於進行自動駕駛車輛相關技術、應用與解決方案之研發與測試，而 SAVI 主要關注領域之一即在於研擬新加坡自動駕駛未來發展所需之技術與法規要求，並由陸路交通管理局及裕廊集團(Jurong Town Corporation , JTC)規劃建置 Test bed @ One-North 自動駕駛測試專區，以支援各家廠商測試自動駕駛技術。



資料來源：Alan Quek (2017)。Singapore Automous Vehicle Initiative (SAVI)。Singapore Land Transport Authority。

圖 2.3-43 新加坡自動駕駛發展藍圖與進度

2015 年 1 月開始啟動自動駕駛測試專區 Test bed @ One-North 公共道路測試，6 月開始徵詢推動自動駕駛巴士、需求反應式運輸、以及自動駕駛車輛測試與研究卓越中心(Centre of Excellence of Testing & Research of AVs-NTU, CETRAN)等之相關意見，8 月開始在 Test bed @ One-North 進行 2 輛自動駕駛車輛測試，如圖 2.3-44；2016 年 5 月開始徵求自動駕駛貨車列隊，8 月啟動自動駕駛車輛測試與研究卓越中心、以及進行需求反應式運輸測試；2017 年 4 月與南洋理工大學(NTU)及 ST Kinetics 公司合作進行自動駕駛巴士測試；2018 年預計進行營運測試；2019 年至 2020 年預計在新鎮(New Town)進行示範運行。



資料來源:Singapore Land Transport (April 4, 2017)。Self-Driving Vehicle Initiatives in Singapore。

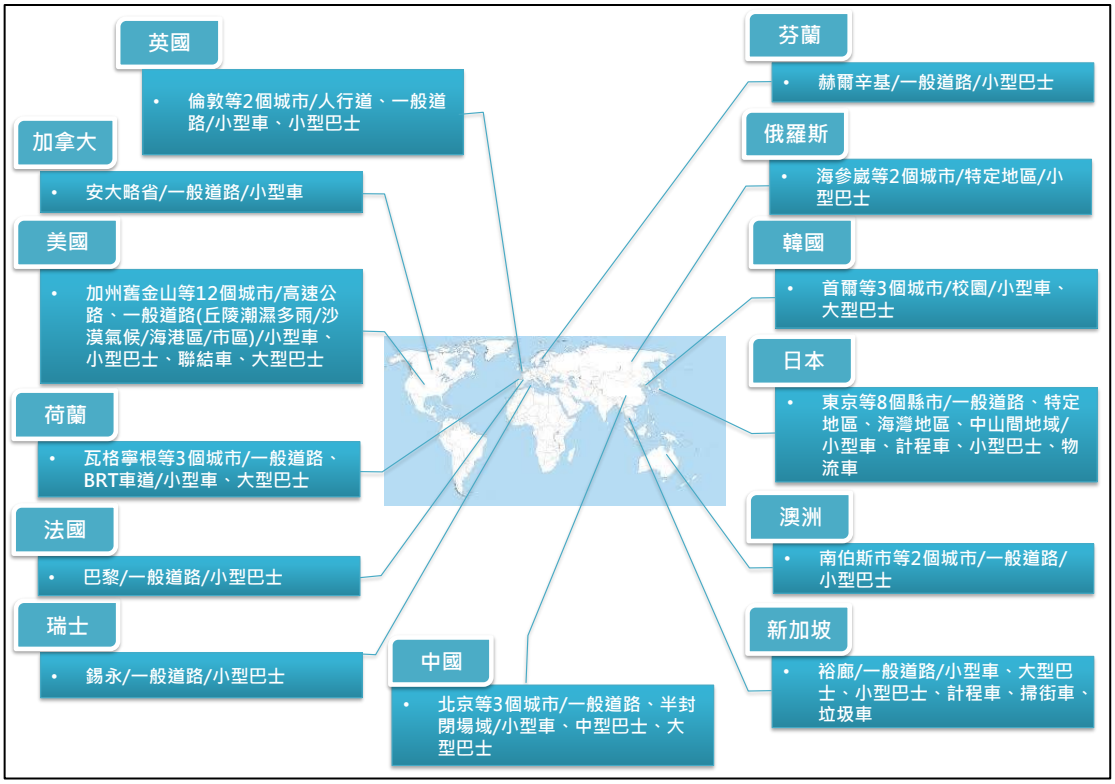
圖 2.3-44 新加坡自動駕駛測試專區 Test bed @ One-North

新加坡陸路交通管理局於 2016 年 8 月啟動的自動駕駛車輛測試與研究卓越中心(Centre of Excellence of Testing & Research of AVs-NTU, CETRAN)，係與裕廊集團、南洋理工大學合作建立，目的在於制定自動駕駛車輛測試標準、以及打造自動駕駛測試專區 Test bed @ One-North，提供作為實地測試前的模擬測試之用，目前獲准在 Test bed @ One-North 進行自動駕駛車輛測試的廠商，包括 Institute for Infocomm Research、Delphi、nuTonomy、SMART 等四家業者。

同時，新加坡政府宣布與美國自動駕駛車輛技術研發商 nuTonomy 與 Delphi 合作研發自駕計程車，兩家業者分別運用自駕車在特定區域測試，採用自駕計程車的點到點服務型態，讓使用者在測試區域內任何地點，都可透過手機呼叫自動駕駛計程車。

(2)實際道路測試場域

國外最早於 2009 年由 Google 於美國加州舊金山山景城進行無人自駕車測試，並於 2015 年後蓬勃發展，Google、Uber、Otto、DeNA、nuTonomy、Daimler、Navya、SNUber、百度及各國政府紛紛投入發展，目前測試道路以一般道路為主，如有特別需求或欲更進一步測試穩定性，則會以其他道路做測試，其中包括高速公路、州際公路、丘陵地形、人行道及校園等(如圖 2.3-45、表 2.3-3)。



資料來源：1.李玉忠(2017 年 10 月)。「智慧車輛自動駕駛系統發展趨勢」簡報資料。財團法人車輛測試研究中心。2.財團法人車輛安全審驗中心(民國 107 年 2 月)。智慧車輛法規技術諮詢與管理計畫(1/4)。交通部委託之專題研究成果報告(報告編號：MOTC-STAO-106-04)。臺北市：國家圖書館。3.鼎漢國際工程顧問股份有限公司(2018 年 7 月)。我國電動大客車推動策略規劃與自動輔助駕駛技術導入初探(期中報告簡報)。交通部運輸研究所委託辦理。計畫編號：MOTC-IOT-107-IEB017。4.本計畫整理。

圖 2.3-45 國外自動駕駛測試案例分布

表 2.3-3 國外自動駕駛測試案例

國家	場域	時間	地形	業者	車輛
美國	加州舊金山山景城	2009	一般道路	Google	小型車
	佛羅里達州坦帕	2014/7	高速公路	Audi	小型車
	內華達州拉斯維加斯	2015/5	一般道路	Daimler	小型車
	賓州匹茲堡	2015/5	一般道路	Uber	小型車
	德州奧斯丁	2015/7	一般道路	Google	小型車
	華盛頓州柯克蘭	2016/2	丘陵(潮濕多雨)	Google	小型車
	亞利桑那州鳳凰城	2016/4	一般道路(沙漠氣候)	Google	小型車
	華盛頓特區	2016/6	一般道路	Local Motors(olli)	小型巴士
	科羅拉多州科林斯堡	2016/10	州際公路	Otto	聯結車
	麻州波士頓	2016/12	一般道路(海港區)	nuTonomy	小型車
	內華達州拉斯維加斯	2017/1	一般道路	Keolis/Navya	小型巴士
	內華達州里諾市	2017/9	一般道路	Proterra Catalyst	大型巴士
加拿大	安大略省	2016/11	一般道路	政府	小型車
英國	英格蘭米爾頓凱恩斯	2016/10	人行道	Oxbotica	小型車
	倫敦	2017/2	一般道路	政府	小型巴士
芬蘭	赫爾辛基	2016/8	一般道路	EasyMile	小型巴士

資料來源：1.李玉忠(2017 年 10 月)。「智慧車輛自動駕駛系統發展趨勢」簡報資料。財團法人車輛測試研究中心。2.鼎漢國際工程顧問股份有限公司(2018 年 7 月)。我國電動大客車推動策略規劃與自動輔助駕駛技術導入初探(期中報告)。交通部運輸研究所委託辦理。計畫編號：MOTC-IOT-107-IEB017。3.本計畫補充整理。

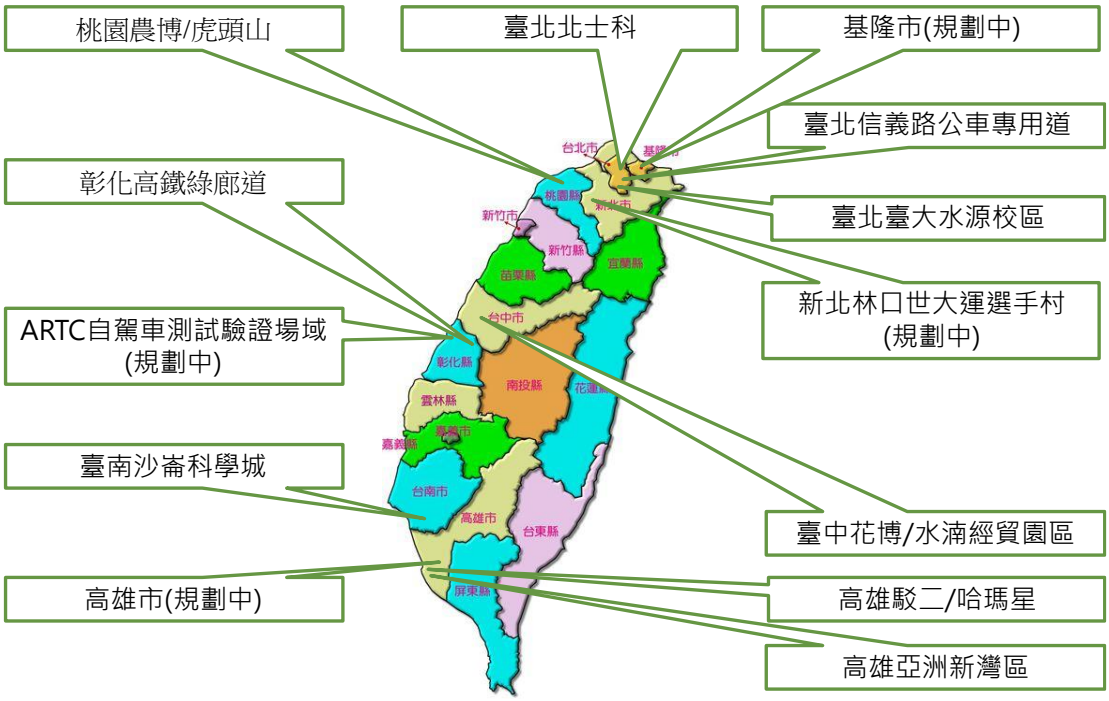
表 2.3-3 國外自動駕駛測試案例(續)

國家	場域	時間	地形	業者	車輛
荷蘭	瓦格寧根、埃德	2015/11	一般道路	WEpod	小型車
	阿姆斯特丹	2014	BRT 車道	戴姆勒賓士 CityPilot	大型巴士
瑞士	錫永	2016/6	一般道路	BestMile/Navya	小型巴士
法國	巴黎	2017/1	一般道路	政府	小型巴士
日本	千葉縣	2016/8	一般道路	DeNA/EasyMile	小型巴士
	秋田縣	2016/11	特定地區	DeNA/EasyMile	小型巴士
	福岡市	2016/12	特定地區	DeNA/EasyMile	小型巴士
	藤澤市	2017/4	特定地區	DeNA/EasyMile	小型巴士/物流車
	橫濱市	2017/4	特定地區	DeNA/EasyMile	小型巴士
	大分市	2017/8	海灣地區	DeNA/EasyMile	小型巴士
	栃木市	2017/9	中山間地域	DeNA/EasyMile	小型巴士
	東京都	2020	一般道路	RoboCar/ZMP	計程車
韓國	首爾市	2016/1	校園	SNUber	小型車
	平昌市	2018/2	特定地區	KT 電信/現代汽車/Ericsson/Samsung	大型巴士
	首爾市	2018/1	一般道路	KT 電信	大型巴士
	板橋新都	2018/12	特定地區/一般道路	KT 電信	大型巴士
中國	北京	2015/12	一般道路	百度	小型車
	深圳	2017/12	半封閉場域	中國海梁科技/深圳巴士/深圳福田區政府/安凱客車/東風襄旅/速騰聚創/中興通訊/南方科技大學/北京理工大學/北京聯合大學	大型巴士
	福建	2018/3	特定地區	百度/金龍	小型巴士
新加坡	--	2016/8	一般道路	Institute for Infocomm Research/Delphi/nuTonomy/SMART	小型車/小型巴士/計程車/掃街車/垃圾車
	--	2019(預定)	--	NTU / Volvo	大巴士
俄羅斯	海參崴	2017/9	特定地區	Far Eastern Federal University (FEFU) / Bakulin Motors Group	小型巴士
	喀山	2018/7	特定地區	Kamaz PJSC / NAMI	小型巴士
澳洲	南伯斯市	2016/8	一般道路	Navya	小型巴士
	達爾文	2017/2	一般道路	EasyMile	小型巴士

資料來源：1.李玉忠(2017 年 10 月)。「智慧車輛自動駕駛系統發展趨勢」簡報資料。財團法人車輛測試研究中心。2.鼎漢國際工程顧問股份有限公司(2018 年 7 月)。我國電動大客車推動策略規劃與自動輔助駕駛技術導入初探(期中報告)。交通部運輸研究所委託辦理。計畫編號：MOTC-IOT-107-IEB017。3.本計畫補充整理。

小型車方面，以 Google 為例，其最早於美國加州舊金山山景城的一般道路進行測試，後續再於丘陵地形(潮濕多雨)及一般道路(沙漠氣候)進行車輛測試，以確保自駕車在各種情況下於實際道路之穩定性；計程車方面，新加坡 nuTonomy 為世界首例的自動駕駛計程車隊，日本 DeNA、ZMP、丸之內交通公司合作預計於 2020 年東京奧運展示自動駕駛計程車；小型巴士方面，案例數量最多，屬於新發展之自動駕駛電動運具，大多以一般市區道路或特定地區為測試場域；中型及大型巴士方面，案例數量較多，最早為戴姆勒賓士 CityPilot 電動大巴士在荷蘭阿姆斯特丹 BRT 車道進行測試，近年則有美國(內華達州里約市)、中國(包括上海、北京、福建、深圳等城市)、韓國(包括平昌、首爾等城市)等國家進行測試，新加坡與 Volovo 合作並預計於 2019 年開始進行測試；貨運方面，以 Otto 聯結車運送貨物最為著名，其示範場域主要為州際公路；宅配服務方面，日本 DeNA 與 YAMATO 運輸公司合作在神奈川縣藤澤市實驗下一個世代自動駕駛宅配服務「Roboneko-Yamato」，以及自動駕駛技術新創業者 ZMP 推出 CarriRo Delivery 宅配新服務；公用服務方面，新加坡國家環境署(National Environment Agency)測試掃街車及垃圾車自動駕駛。

國內自動駕駛巴士最早於 2017 年 6 月開始在高雄駁二園區測試運行，目前總計有 14 個場域，包括臺北臺大水源校區、臺北信義路公車專用道、彰化高鐵綠廊道、高雄駁二園區、高雄哈瑪星、高雄亞洲新灣區、臺北北士科、桃園農博/虎頭山、臺中花博/水湳經貿園區、臺南沙崙科學城(包括開放場域及封閉場域)、新北林口世大運選手村(規劃中)、ARTC 自駕車測試驗證場域(屬於封閉場域，規劃中)、高雄市(規劃中)、基隆市(規劃中)等；已完成測試之案例以小型巴士為主，目前正進行或規劃中案例則開始有中型及大型巴士，包括 2018 年 9 月臺中花博/水湳經貿園區開始進行中型電動巴士及大型柴油巴士自動駕駛測試，10 月基隆市開始規劃，11 月臺南沙崙科學城預計開始進行中型巴士測試，12 月高雄市預計開始規劃電動巴士自動駕駛測試，另 ARTC 自駕車測試驗證場域尚在規劃中，預計提供各型自動駕駛車輛進行測試。(如圖 2.3-46、表 2.3-4)



資料來源：1.李玉忠(2017 年 10 月)。「智慧車輛自動駕駛系統發展趨勢」簡報資料。財團法人車輛測試研究中心。2.財團法人車輛安全審驗中心(民國 107 年 2 月)。智慧車輛法規技術諮詢與管理計畫(1/4)。交通部委託之專題研究成果報告(報告編號：MOTC-STAO-106-04)。臺北市：國家圖書館。3.鼎漢國際工程顧問股份有限公司(2018 年 7 月)。我國電動大客車推動策略規劃與自動輔助駕駛技術導入初探(期中報告簡報)。交通部運輸研究所委託辦理。計畫編號：MOTC-IOT-107-IEB017。4.本計畫整理。

圖 2.3-46 國內自動駕駛測試案例分布

表 2.3-4 國內自動駕駛測試案例

場域	時間	地形	業者	車輛
臺北臺大水源校區	2017/7	特定地區	7Starlake	小型巴士
臺北信義路公車專用道	2017/8	公車專用道	7Starlake	小型巴士
彰化高鐵綠廊道	2017/10	特定地區	7Starlake	小型巴士
高雄駁二園區	2017/6	特定地區	7Starlake	小型巴士
高雄哈瑪星	2017/10	特定地區	7Starlake	小型巴士
高雄亞洲新灣區	2017/11	特定地區	7Starlake	小型巴士
臺北北士科	2018/3	特定地區	7Starlake/宏碁/臺大/艾歐圖科技/福華電子/資策會/工研院/車輛中心	小型巴士/概念車

資料來源：1.李玉忠(2017 年 10 月)。「智慧車輛自動駕駛系統發展趨勢」簡報資料。財團法人車輛測試研究中心。2.鼎漢國際工程顧問股份有限公司(2018 年 7 月)。我國電動大客車推動策略規劃與自動輔助駕駛技術導入初探(期中報告)。交通部運輸研究所委託辦理。計畫編號：MOTC-IOT-107-IEB017。3.本團隊補充整理。

表 2.3-4 國內自動駕駛測試案例(續)

場域	時間	地形	業者	車輛
桃園農博/虎頭山	2018/4	特定地區	桃園市政府/中華智慧運輸協會/創奕能源科技公司	概念車
臺中花博/水湳經貿園區	2018/9	特定地區	豐榮團隊/車王團隊	大型巴士/中型巴士
臺南沙崙科學城	2018/11	封閉場域 特定地區	工研院/車輛中心	中型巴士/小客車
新北林口世大運選手村	規劃中	特定地區	--	--
ARTC 自駕車測試驗證場域	規劃中	封閉場域	--	小型車/中型巴士/大型巴士/大貨車
高雄市	規劃中	--	--	電動巴士
基隆市	規劃中	--	--	--

資料來源：1.李玉忠(2017 年 10 月)。「智慧車輛自動駕駛系統發展趨勢」簡報資料。財團法人車輛測試研究中心。2.鼎漢國際工程顧問股份有限公司(2018 年 7 月)。我國電動大客車推動策略規劃與自動輔助駕駛技術導入初探(期中報告)。交通部運輸研究所委託辦理。計畫編號：MOTC-IOT-107-IEB017。3.本團隊補充整理。

針對國內、日本、新加坡、荷蘭、美國、韓國、中國等自動駕駛巴士道路測試案例，彙整說明如下：

①國內

除了前述臺北北士科(已啟用)、臺南沙崙科學城(規劃中)、以及 ARTC 自駕車測試驗證場域(規劃中)等 3 處之外，國內另有 9 處已進行或規劃進行測試之案例，包括臺北臺大水源校區、臺北信義路公車專用道、彰化高鐵綠廊道、高雄駁二/哈瑪星、高雄亞洲新灣區、高雄市(規劃中)、桃園農博/虎頭山、臺中花博/水湳經貿園區、新北林口世大運選手村(規劃中)、基隆市(規劃中)等。概述如下：(如圖 2.3-46、表 2.3-4)

a.臺北臺大水源校區

台大與科技顧問公司喜門史塔雷克(7Starlake)於 2017 年 5 月共同成立「AI 無人駕駛車研發團隊」，引進法國無人自駕巴士製造商 EasyMile 無人自動駕駛電動巴士 EZ10 為測試平台，如圖 2.3-47，藉由測試期間收集分析車子運行過程中的參數、使用者行為、載運量等數據，運用人工智慧技術，讓車子在場域中不斷學習、判斷路況。



資料來源：楊安琪(2017 年 7 月 7 日)。朝智慧城市邁進！無人自駕巴士 EZ10 台大校區測試開跑。TechNews 科技新報。檢自 https://technews.tw/2017/07/07/ntu-experiments-with-driverless-bus-ez10-of-easymile/ (September 26, 2018)

圖 2.3-47 台灣大學水源校區自動駕駛電動巴士 EZ10 測試

EZ10 於 2017 年 7 月 7 日至 7 月 13 日在台灣大學水源校區正式啟動第一階段測試運行，活動為期一週；每天營運四小時，上午 9 點半至 11 點半，下午 2 點半至 4 點半，班次每 15 分鐘一班，總行車時間約 8 分鐘；試運行路線起訖站為卓越研究大樓，行經飲水樓、育成中心、行政大樓等數站；車上設置 6 個座位，加上站位人數最多可載客 12 人，最高時速可達 40 公里，因考量校區內測試運行安全問題，測試期間以時速 10 公里行駛；車上配有一位隨行人員確保安全無虞；試乘對象除了台大教職員及學生外，一般民眾或企業團體需經由線上報名試乘，並同意在試乘後填寫線上問卷回函，協助主辦方收集試乘活動心得回饋。

EZ10 依照國際汽車工程師協會(SAE International)的自動駕駛等級定義，屬於高度自動化 Level 4，能在封閉場域中以無人全自動模式行駛於固定路線；行駛途中若感測到周圍距離 30 公分內有障礙物出現，就會發出警示音效並自動減速或停煞；車內配有操控按鈕，可由乘客自行開關車門或升降無障礙渡板；車內配置螢幕顯示停靠站名；車上搭載 GPS 定位系統；車內搭載兩台攝影機；車身四周安裝多個光達(LiDAR)測距掃描及防止撞擊，包括位於車身四個角落的 2D 光達、車身前後正中央的 3D 光達；車頂兩個 3D 光達可協助車輛建置地圖；透過微軟 Azure IoT 平台收集與分析數據，並採用宇瞻科技記憶體與車載傳輸模組。

b.臺北信義路公車專用道

EZ10 於 2017 年 8 月 1 日至 5 日每日凌晨 1 點至 4 點，在臺北市信義路雙向公車專用道進行夜間測試，如圖 2.3-48，時速 10 公里，行駛於復興南路和敦化南路間高樓林立的市區街頭，總距離約 463 公尺。

本次測試實際驗證無人自駕巴士如何適應基礎建設成熟度及系統科技穩定度，包括美規與歐規全球衛星定位系統整合，鄰近測試路段的捷運系統對衛星訊號造成干擾而可能導致訊號源不易抓到衛星紀錄的錨點，LiDAR 經兩道玻璃帷幕反射可能產生多重影像而影響所得點雲(point clouds)資料及地圖建立。



資料來源：楊安琪(2017 年 8 月 5 日)。無人自駕巴士 EZ10 北市街頭測試驗收，下階段將從夜間到日間全線測試。TechNews 科技新報。檢自 http://technews.tw/2017/08/05/taipei-city-government-phase-one-experiment-with-driverless-bus-ez10-of-easymile-complete/ (September 26, 2018)

圖 2.3-48 臺北信義路公車專用道自動駕駛電動巴士 EZ10 測試

c.彰化高鐵綠廊道

彰化縣政府 2017 年 10 月 25 至 29 日配合綠能智慧產業總體展示活動，在彰化高鐵特定區提供民眾體驗試乘 EZ10 自動駕駛電動巴士，如圖 2.3-49，運行時間為上午 9 至 11 時、下午 2 至 5 時，運行路線是利用高鐵橋下規劃專用車道。

未來，彰化縣政府規劃運用高鐵高架橋的下方作為專用車道，引進自動駕駛電動巴士作為高鐵彰化站聯外接駁運具；同時，也利用無人自駕巴士藉由高鐵綠色觀光廊道串聯彰化縣景點，包括東至社頭鄉清水岩露營區溫泉，西至溪州公園，以及全台最大的強固型溫室高科技農業產業園區，帶動地方交通與產業發展。



資料來源：鄧惠珍 (2017 年 10 月 25 日)。無人駕駛小巴 高鐵彰化站綠廊道試乘。蘋果日報。檢自 https://tw.appledaily.com/new/realtime/20171025/1228748/ (September 27, 2018)

圖 2.3-49 彰化高鐵綠廊道自動駕駛電動巴士試乘

d.高雄市

(a)高雄市自動駕駛電動巴士系統試運行計畫(2017 年)

執行期間為 2017 年 7 月至 11 月，預算 550 萬元，主要內容包括 2017 年 11 月前完成 1 線 1 車 40 日(每日>6 小時)以上試運行並提出後續操作建議、1200 份滿意度調查、國內外法令及案例研析及研提位來相關修法參考、媒體行銷與宣傳、以及研擬通過平面混合車流路口運行技術方式及後續試辦建議等。

該計畫於高雄駁二園區、高雄哈瑪星鐵道文化園區、以及亞洲新灣區等三處進行 EZ10 測試運行並提供試乘，運行方式為固定路線排班式服務，總計 37 日 11,830 人次。其中，駁二園區屬於園區內環境，運行速度每小時 5 公里，距離 250 公尺；哈瑪星鐵道文化園區屬於沿線道路環境，運行速度每小時 15 公里，距離 400 公尺；亞洲新灣區屬於園區內及沿線道路環境，運行速度每小時 15 公里，距離 1000 公尺。(如圖 2.3-50)



圖 2.3-50 高雄市自動駕駛電動巴士系統試運行場域及路線

該計畫之示範運行經驗如下：

(a)首重初次測試路線的範圍，並需判斷測試路線的環境限制。

(b 需為自駕巴士路線設定特定範圍及標記，以利行人、自行車及其他用路人注意並禮讓。

(c)特定路線圖資路徑行駛測量 GPS 受到外在建物干擾。

(d)氣候及外在環境因素影響車輛對物體/設施辨識。

(e)車輛充放電效率與乘車舒適度感受。

高雄市政府主辦 2017 年 10 月 1 日至 31 日第三屆生態交通全球盛典活動，以「宜居、共享、智慧城市」為主題，打造哈瑪星成為生態交通新典範，來自 58 個城市代表，超過 700 位國內外交通與都市政策領域的產官學專家和民眾，進出活動場域都搭乘公共運輸工具、電動機車、以及公共自行車等接駁運具。

喜門史塔雷克(7Starlake)公司與高雄市政府簽署合作備忘錄，於生態交通盛典期間，辦理 EZ10 自動駕駛電動巴士試乘活動，擔任社區巡迴接駁車，開放民眾體驗，使用一張「濱線卡」就可在哈瑪星社區內的臨海一路、臨海二路、濱海一路及濱海二路等範圍內的捷運站、停車場、輪渡站等重要節點，免費體驗電動巴士巡迴接駁的生態交通生活。(如圖 2.3-51)



資料來源：今日新聞 NOWNEWS (2017 年 9 月 20 日)。2017 第三屆生態交通全球盛典 哈瑪星示範社區上路。檢自 https://www.nownews.com/news/20170920/2610623/ (September 27, 2018)

圖 2.3-51 高雄哈瑪星/駁二特區自動駕駛電動巴士試乘

2017 年 11 月 6 日至 11 月 30 日於亞洲新灣區進行自駕電動小巴測試運行，開放市民體驗搭乘；運行時間為星期一至星期五每日上午 12 時至下午 1 時、下午 4 至 7 時，星期六及星期日每日上午 10 至 12 時、下午 3 至 7 時；運行路線沿著星光水岸公園，往返輕軌 C7 軟體園區站(位於成功二路及復興四路路口北側)、以及 C8 高雄展覽館站(位於成功二路及新光路路口)，；規劃藉由亞洲新灣區測試，收集民眾對自駕小巴接受度，據以評估各項使用環境條件，希望藉此思考智慧自動駕駛服務整體解決方案，建立自駕巴士運行典範、標準及規格。(如圖 2.3-52、圖 2.3-53)



資料來源：王榮祥(2017 年 11 月 1 日)。自駕電動小巴將在高雄亞灣測試 民眾可試乘。自由時報。檢自 http://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/2240195 (September 27, 2018)

圖 2.3-52 高雄亞洲新灣區自動駕駛電動巴士試乘



資料來源：王榮祥(2017 年 11 月 1 日)。自駕電動小巴將在高雄亞灣測試 民眾可試乘。自由時報。檢自 http://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/2240195 (September 27, 2018)

圖 2.3-53 高雄亞洲新灣區自動駕駛電動巴士行駛路線

(b)「高雄市自動駕駛電動巴士系統運行評鑑計畫」委託專業服務案(2018 年)

高雄市政府預計將朝多元運具方向發展，初步規劃串連捷運、輕軌站的自動駕駛路線，從三多商圈到高雄展覽館，路線長約 1 公里，穿越中華路及成功路，屬於汽機車混合車流環境，並將與交通號誌連動。

本案業於 2018 年 11 月招標，主要工作項目如下：

ⓐ國際自動駕駛電動巴士運行評鑑設計分析。

ⓑ協助規劃自動駕駛電動巴士測試及試運行應用情境、運行路線並提出建議，包括本市自動駕駛電動巴士服務應用及試運行路線規劃建議、自動駕駛電動巴士測試及試運行應用測試情境規劃、自動駕駛電動巴士系統規格建議、研提測試場域系統規格、效能指標等四個小項。

ⓒ建構自動駕駛電動巴士之虛擬場域測試平台，並針對試運行場域進行應用情境測試。

ⓓ建構自動駕駛電動巴士之場域分析平台，並針對試運行場域進行應用情境分析。

ⓔ依據各種試驗、計算，參考國內、外各種運行案例及專業經驗判斷之結果，檢核自動駕駛電動巴士通過平面混合車流路口運行技術方式之功能、品質及安全是否符合技術標準或規範要求，以有效引導自動駕駛電動巴士安全運行。

ⓕ規劃自動駕駛電動巴士廠商於測試、試運行期間必須記錄及提供之測試數據，及自動駕駛電動巴士廠商應配合上傳所記錄之測試數據至主管機關指定位址(如:國家高速網路與計算中心)之內容、格式。

ⓖ本計畫所建構自動駕駛電動巴士之虛擬場域測試平台及場域分析平台應先進行功能需求規劃後始進行開發，並應配合併同納入、整合於機關之智慧運輸系統平台。

ⓗ應對機關人員進行至少 6 小時之教育訓練，內容包含但不限於自動駕駛電動巴士之虛擬場域測試平台及場域分析平台操作、檢視及分析、評估、障礙排除等。

e.桃園虎頭山/農博

桃園市政府於 2017 年 9 月辦理「桃園市自動駕駛系統試運行計畫委託服務案」，預算 670 萬元，主要內容包括 11 月前完成 1 線 1 車 40 日(每日>6 小時)以上試運行並提出後續操作建議、1200 份滿意度調查、國內外法令及案例研析及研提位來相關修法參考、媒體行銷與宣傳、辦理自駕車與在地產業媒合會、以及研擬通過平面混合車流路口運行技術方式及後續試辦建議等。

桃園市政府於 2017 年 12 月 11 日與美國廠商 LINKAY 科技公司及中華智慧運輸協會簽署三方合作意向書，宣告桃園同時也是台灣第一輛國產化「自動駕駛電動車」計畫正式啟動，規劃以桃園市作為「自動駕駛電動車」計畫的基地，在虎頭山創新基地建立自駕車測試平台。

希望藉由此計畫為開端，串連在桃園的汽車零組件業者，包括位於桃園的本土電動車製造廠商-創奕能源科技(股)公司、電池供應商明創能源(股)公司、馬達供應商速克立(股)公司、自駕車體供應商奕兆綠能有限公司、發展無人飛行載具的碳基科技(股)公司、專注於電子地圖製作與 GIS 系統開發服務的勤崴國際科技(股)公司、致力推動先進交控設備與交通安全設施兩大領域之系統建置整合商全徽道安科技(股)公司，以及國立臺灣大學先進公共運輸研究中心、國立臺灣師範大學工業教育學系等學術研究單位，並陸續引入其他國內廠商進入自駕電動車供應鏈，帶動整體產業發展，將自動駕駛車輛之研發、生產、營運都留在桃園。

中華智慧運輸協會號召 NVIDIA、創奕能源等系統及元件業者，合作開發國內首部國產化比例達 70%的自駕電動小巴，車輛主要零件國產化，並由廠商自行改裝線性驅動，規劃產品定位包括封閉區域，例如樂園、學校、機場航廈等接駁工具的 4.6M 自駕小巴，以及開放區域，例如捷運 last mile 接駁工具的 6M 自駕中巴，預期以兩種策略產品來因應市場需求，並推出相關商業模式應用，瞄準目標企業客戶行銷。

桃園「自動駕駛電動車」經過虎頭山創新基地平台測試後，首次在「2018 桃園農業博覽會」綠色方舟館展覽期間試運行(4 月 4 日至 5 月 13 日)，提供民眾預約試乘，總共累積 4,000 人搭乘、660 趟行駛、超過 20 萬人次參觀。採用人工智慧深度學習理論，核心概念以高精度攝影機，模擬人類視覺及人類學習駕駛的方式，在農博開放空間複雜環境中，透過反覆訓練及嘗試不同模型參數，經由 AI 辨識路線及周邊場景，建立穩定的自動駕駛 AI 模式，可應付不同天候、行人及路邊停車干擾等擬真環境，隨著資料庫愈來愈豐富，未來可做到舉一反三，行駛在不同道路上，不需高成本的路側設施建置。(如圖 2.3-54)



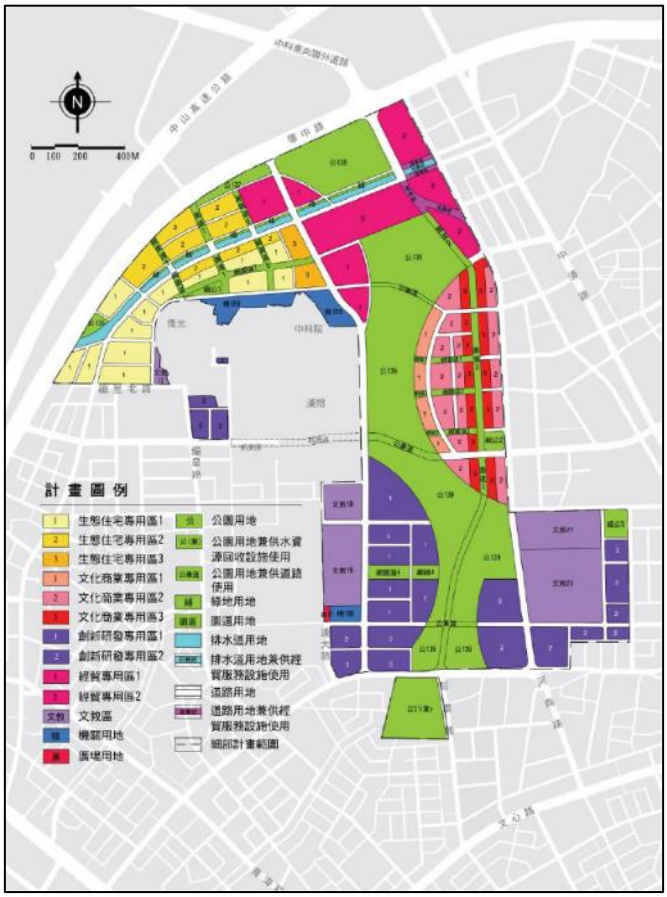
資料來源：李春台(2018 年 4 月 2 日)。「綠色方舟」開館　自駕電動車亮相。今日新聞 NOWNEWS。檢自 https://www.nownews.com/news/20180402/2728998/ (September 26, 2018)。

圖 2.3-54 桃園農博展示國產自動駕駛電動車試乘

桃園市政府展望自駕車產業未來，將延續計畫核心價值，以「虎頭山物聯網創新基地」為出發，打造創新應用技術實證場域，建置智慧車輛實證平台，包括 AI 運算中心及測試場域，供國內相關廠商測試，以帶動產業發展，並透過整體規劃，持續連結國內相關產業與廠商，藉由產業鏈的形成及整體解決方案的輸出，讓臺灣自駕車產業立足桃園，走向國際。

f.臺中花博/水湳經貿園區

臺中市政府預定將水湳經貿園區打造為智慧城市示範區，範圍如圖 2.3-55，並預計於區內引進無人駕駛的「自動駕駛電動車」，未來民眾可將車停在園區停車場，再搭自動駕駛電動車到逢甲夜市逛街，不但節省徒步距離，也可大幅改善逢甲一帶停車不易的問題。



資料來源：臺中市政府(民國 104 年 6 月)。變更臺中市都市計畫(水湳機場原址整體開發區)細部計畫書。

圖 2.3-55 臺中市水湳經貿園區範圍及細部計畫圖

臺中市政府為了推動水湳經貿園區智慧城市示範區無人駕駛，106 年 6 月邀集國內技術廠商籌組「自駕車 MIT 團隊」，參加成員包括美國矽谷理立系統、台灣佳光電訊、緯創資通股份有限公司、艾歐圖科技股份有限公司 iAuto、星瑞林股份有限公司、豐榮客運及車王電子、鼎漢國際工程顧問股份有限公司、財團法人工業技術研究院、國立臺灣大學、以及明志科技大學等，分別負責系統整合、車輛及控制系統開發、場域及營運管理等工作。

107 年 2 月臺中市政府向經濟部工業局審請補助，交通部也同意以智慧運輸發展計畫補助，計畫分短中長期，配合中央法規鬆綁，市府規劃與一般車輛混合行駛，並優先在花博開幕亮相，於水湳智慧城供民眾體驗，未來可利用自駕車強化偏鄉地區服務，帶動相關產業。

花博期間行駛路線規劃於中科路經貿五路至大鵬路，展示情境包括精準靠站、號誌行止、閃避障礙物、優先號誌、智慧路口安全防護(V2X)、以及視障者預約候車等，配置簡易型之自駕車行控中心，並將自駕巴士行駛動態資料納入智慧公車聯網平台。

水湳智慧城自駕車試運行計畫由豐榮客運領銜執行，計畫團隊研發之 GBus 自駕巴士，採用營運中的九米柴油公車進行自駕改裝，規格符合現行的車輛及道路規範；車上設置警醒開關，可轉換自駕或手駕；車頭裝設影像辨識系統、光達、慣性感測系統、環境預警車上單元、高精度 GPS 及行車電腦；車輛數據資料，包含行動環境感知、側位數據、以及高精度地圖，能將資訊數據即時連結到行控中心，結合車聯網系統與雲端中控平台。(如圖 2.3-56)



資料來源：張菁雅(2018 年 10 月 24 日)。自駕公車上路測試 中市府：安全無虞後將至水湳智慧城運行。自由時報。檢自 http://news.ltn.com.tw/news/life/breakingnews/2591100

圖 2.3-56 臺中市水湳經貿園區無人駕駛大巴外觀

GBus 自駕巴士的整合運動控制平台(Motion Control Platform，MCP)由臺大、明志大學、以及艾歐圖科技合作規劃建構，適用於自動駕駛車輛控制，透過車輛動力分析及數位控制器設計，整合車輛縱向及橫向控制，藉由電子訊號控制油門、煞車、與方向盤(x-by-wire)，並考量了各個子系統的失效模式(failure mode)，設計對應的解決方案，提供安全性的保證(fail-safe)。

水湳園區自駕車場域路側設備與通訊系統由台數科集團佳光電訊及緯創資通規劃建構，包括自駕車示範場域內 1.6 公里沿線、以及 8 公里外中科國網中心之間光纖內網及監控系統建置，預期藉此提供四項功能如下：[23]

[23] YAHOO 奇摩新聞 Knowing 快訊(2018 年 9 月 28 日)。首創！你熟悉的九米公車，改裝為「自駕公車」全新亮相。檢自 https://tw.news.yahoo.com/ (October 8, 2018)

(a)穩定且快速完成大量即時影像回傳

運用延遲在毫秒等級之 1Gbps VPN 內網傳輸。

(b)提供地對雲、地對車、地對人通訊傳輸

透過即時影像傳輸進行自駕車辨識與路側視角行車影像記錄，也將路口號誌狀態透過無線傳輸傳到車內、也傳到行控雲端，自駕車行經路口完成車牌辨識後可發出“自駕車到達路口"事件通知。

(c)影像內容檢索與加值應用

剪輯自駕車行經路口影像，幫自駕車拍紀錄片，除了各路口即時多分割影像和歷史影像播放查詢外，也透過 AI 深度學習，完成車牌影像辨識，可查詢自駕車行經路口的影音影像。

(d)提供手機及電視等多終端平台播放營運服務訊息

運用串流播放技術，讓自駕車行車過程能以 APP 型態提供行車 Live 即時與歷史影音。未來可提供用路人「自駕公車到達路口」提醒訊息，讓政府及市民能更即時透明的了解自駕車營運與服務現況。

另外，除了豐榮團隊 Gbus 自動駕駛大型巴士以外，車王電子與旗下華德動能結合工研院資通所及台灣大學合作開發 M-Bus 無人駕駛中巴也配合花博期間進行展示；M-Bus 由工研院資通所負責車輛智能化，車王電子負責智能化與車輛介面之間整合，以及車身的整個控制系統，包括螢幕推播、後視、環視、對外連網，及與營運商之間的管理聯繫。(如圖 2.3-57)



資料來源：劉朱松(2018 年 06 月 20 日)。自駕中巴 台中花博試運行。工商時報。檢自 http://www.chinatimes.com/newspapers/20180620000355-260204 (July 23, 2018)。

圖 2.3-57 臺中市水湳經貿園區預計導入無人駕駛中巴示意圖

g.新北林口世大運選手村(規劃中)

經濟部中小企業處考量林口世大運選手村於 2018 年轉作社會住宅，預期將會引進一萬多人進駐，為了協助創新產業發展，並解決周邊交通接駁問題，初步構想在林口世大運選手村設置無人自動駕駛車試驗場域，研發無人車自動駕駛系統，並施作 2.5 公里長的專用道，提供林口社會住宅至捷運站接駁功能及區域性生活機能，讓林口居民交通更便利；原規劃時程預計於 107 年 6 月完成智慧交通國際徵案(RFI)，107 年第 4 季提出新創先期實驗需求建議書(RFP)，但是目前尚未具體規劃相關經費及規模。

h.基隆市(規劃中)

根據國內媒體報導[24]，基隆港東岸軍港遷移工程將於 2018 年起開始動工，依照基隆市政府與基隆港務公司研擬的計畫，目前位於東岸的軍港與聯興貨櫃場將遷徙至西岸，而東岸軍港現址將規劃為第三郵輪轉運中心，另外西 4 到西 6 碼頭將規劃為會展與旅運智慧大樓，西 2 西 3 碼頭倉庫將轉型為第二郵輪轉運中心。其中，基隆市政府規劃從西岸智慧大樓到東岸 13 碼頭之間港區闢設一條長達 4 公里的濱海廊道，並預計導入無人車於該濱海廊道行駛，提供遊客或乘船旅客接駁服務。

[24] 7car 小七車觀點(2018 年 02 月 03 日)。基隆港計畫導入無人車接駁，4 公里濱海廊道正式動工。ETtoday 新聞雲。取自 https://game.ettoday.net/article/1105507.htm#ixzz5WzgOzJrr

2018 年 9 月基隆市政府招標「107 年度招標自動駕駛車建置營運規劃計畫」委託勞務採購案，10 月決標由財團法人資訊工業策進會得標，經費 580 萬元。

②日本

雖然日本尚未開放自駕車上路，但日本 IT 企業 DeNA 與法國 EasyMile 自動駕駛車輛業者聯手合作，以提供前所未有的自由與便利移動手段作為任務，2016 年 8 月開始在局部地區進行電動巴士 Robot Shuttle 測試。(案例照片彙整如圖 2.3-58)

	
千葉市 AEON MALL 幕張新都心	秋田縣仙北市田澤湖畔
	
福岡市九州大學伊都校區	慶應義塾大學湘南藤沢校區
	
橫濱市金澤動物園	大分海洋宮殿水族館海之卵
	
栃木市鄉間車站及主要據點接駁	Robot Shuttle 無障礙設施

資料來源：Robot Shuttle (July 24, 2018)。https://robot-shuttle.com/。本計畫彙整。

圖 2.3-58 日本自駕小型巴士試驗案例彙整

場域地點分別位於千葉縣千葉市 AEON MALL 幕張新都心、秋田縣仙北市田澤湖畔、福岡市九州大學伊都校區、神奈川縣藤澤市慶應義塾大學湘南藤沢校區(慶應 SFC)、神奈川縣橫濱市金澤動物園、大分縣大分市水族館海之卵、栃木縣栃木市等。

場域類型包括私有購物中心、自然觀光地區、校園、動物園、海灣遊憩區、以及中山間地域之不同空間與地形環境，涵蓋豐富的公共設施、商業設施、大學校園、以及公共道路的重複演練及示範運行;除了應用於私有土地範圍內,例如發電廠、工廠、大學、商業設施、度假村等，未來也將規劃應用於公共道路上之人口衰退地區及旅遊景點。

測試情境設計考量各種使用者最後一哩之近距離移動需求、不同天候條件、超高齡社會面臨的駕駛員人力不足、以及地方政府預算削減而導致公共運輸營運服務減少的不同面向問題。

自動駕駛小型巴士技術規格如下：

a.利用 GPS 及 LiDAR 於創建周圍環境地圖及車輛自我定位。

b.藉由兩個激光雷達偵測資料結合分享及相互補充，降低定位誤差至幾厘米。

c. LiDAR 安裝於車輛周圍之車身高度 30 厘米位置，能夠四面八方地檢測各方向障礙物，並自動控制減速、加速、停止。

d.擁有發電機制動、液壓制動、停車或緊急制動、車輛斷電時自動制動等四種不同的煞車系統，結合自動駕駛系統與可獨立操作的制動器，能夠因應緊急情況而安全煞車。

e.營運操作員能夠應對緊急情況而控制緊急停止按鈕，並引導乘客上下車。

f.藉由安全監視攝影機監控及對講機連接控制中心，確保緊急情況下的安全。

日本自動駕駛應用於乘客運輸，除了自駕小型巴士以外，日本政府預計 2020 年開放局部區域或特定路線的自駕計程車營運。大型 IT 企業 DeNA 的子公司 Robot Taxi，利用合資公司 ZMP 的機器人感應器等技術，結合攝影、GPS 定位系統，研發出自動駕駛操作系統，並開發無人駕駛計程車，原型車外觀如圖 2.3-59，將與東京都十大計程車業者之一的日之丸交通(Hinomaru Kotsu)合作，在 2020 年東京奧運前推出自駕計程車(Robot Taxi)服務。ZMP 自 2016 年起開始測試有輔助駕駛的自駕技術，2017 年底開始進行無人自駕車技術；日之丸是東京都十大計程車業者之一，目前自有車輛 607 輛、旗下司機超過 2,000 人；雙方將合作研發一套自動派車系統，可同時管理真人駕駛與無人駕駛的計程車，以滿足東京奧運期間增加的不同使用者移動需求，未來也會將此服務延伸到其他計程車業者。



資料來源：ZMP (July 24, 2018)。https://www.zmp.co.jp/。

圖 2.3-59 日本 ZMP 公司研發自動駕駛車輛 RoboCar MiniVan 原型車外觀

日本自動駕駛技術除了應用於乘客運輸以外還有物流運輸，包括 Roboneko-Yamato、CarriRo 等案例。Roboneko-Yamato 物流自動駕駛實驗是由 IT 企業 DeNA 及宅配業者 Yamato Transport 合作，如圖 2.3-60，於 2017 年 4 月 17 日至 2018 年 6 月 15 日在神奈川市藤澤市進行實驗，結合 Roboneko 商店貨品代購服務及 On-Demand 貨品運送服務，運送服務範圍涵蓋藤澤市的七個町域，可由收件人指定時間地點進行戶外收貨，以及即時在收件人手機上呈現可送貨與不可送貨時間帶供選擇。



資料來源：Roboneko-Yamato(July 24, 2018)。https://www.roboneko-yamato.com/。

圖 2.3-60 日本 Roboneko-Yamato 物流自動駕駛實驗案例

CarriRo Delivery 是日本自動駕駛技術新創業者 ZMP 推出的宅配新服務，利用搭載宅配箱及附有攝影機與雷射設備的自動駕駛機器人，外觀如圖 2.3-61，可偵知 360 度周圍環境並以最大時速 6 公里自動運行，直接把預先訂購貨物送達給收件者，並具有遠端監視及操作系統。2018 年 7 月 19 日 ZMP 發表量產前的新型號 CarriRo Delivery，預計於 2018 年 7 月 5 日至 2019 年 2 月 20 日，由國立研究開發法人新能源產業技術總合開發機構(NEDO)「AI 系統共同開發支援事業」實施「活用 AI 安全確實宅配機器人系統的開發與實證」，並由 LAWSAN 超商及慶應義塾大學 SFC 研究所共同協力。



資料來源：CarriRo® Delivery (July 24, 2018)。https://www.zmp.co.jp/。

圖 2.3-61 日本 CarriRo® Delivery 宅配服務實證實驗案例-運具外觀

③新加坡

新加坡自動駕駛發展的測試項目如圖 2.3-62，總計四大類，包括固定班表定線服務(Fixed & Scheduled Services)、點對點需求反應式服務(Point-to-Poing Mobility on-Demand Services)、貨運(Freight)、公用(Utility)等。其中，固定班表定線服務項目包括 NTU-Clean Tech Park 自駕車測試、自駕大巴士測試、Gardens by the Bay 自駕接駁車測試；點對點需求反應式服務包括 One-North 自駕車需求反應服務測試、Sentosa 自駕接駁車測試；貨運包括港埠自駕貨車列隊行駛；公用服務包括掃街車、垃圾車。

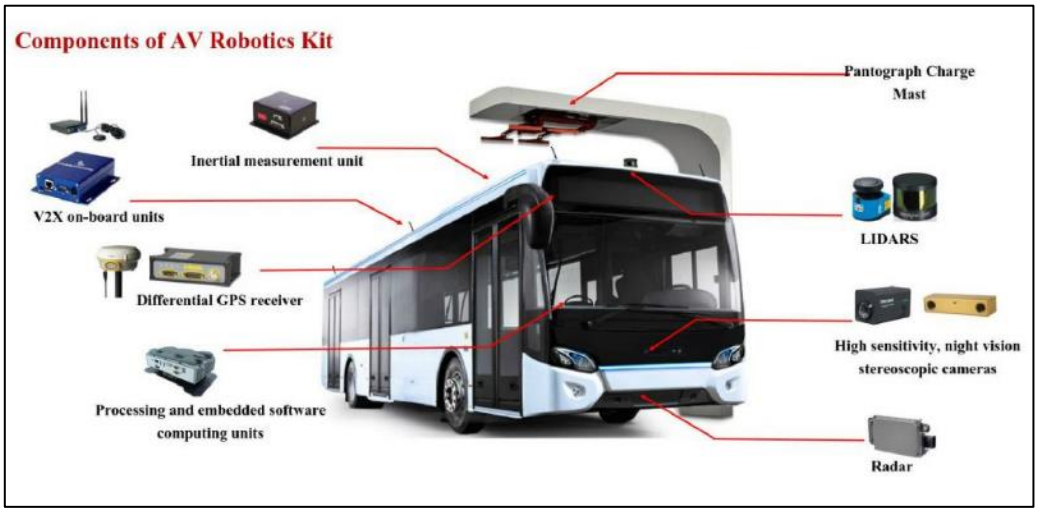


資料來源:Singapore Land Transport (April 4, 2017)。Self-Driving Vehicle Initiatives in Singapore。

圖 2.3-62 新加坡自動駕駛發展的測試項目

新加坡政府預計 2022 年在幾個地區內部署自動駕駛巴士。小型巴士方面，與 NAVYA 合作進行測試，並仿造實際的新加坡道路，建造一個 2 公頃小鎮作為測試基地，包括交叉路口、號誌、巴士停靠站、行人穿越道、山坡、高樓、人造雨機器等設施。

大型巴士方面，新加坡南洋大學(NTU)及陸路交通局(LTA)提出自動駕駛大巴士技術構想如圖 2.3-63，預計導入相關技術包括慣性測量單元(Inertial Measurement Unit)、車聯網車載機(V2X on-board units)、差分衛星定位接收器(Differential GPS receiver)、處理與內建軟體計算單元(Processing and embedded software computing units)、受電弓沖電梶桿(Pantograph Charge Mast)、光達(LIDARS)、高敏感度夜視立體攝影機(High sensitivity, night vision stereoscopic cameras)、雷達(Radar)。



資料來源: VALERIE KOH (Oct 19, 2016)。First driverless bus trial launch as early as 2018 in Jurong West。檢自 https://www.todayonline.com/singapore/singapore-kick-first-self-driving-bus-trial-jurong (July 26, 2018)。

圖 2.3-63 新加坡自動駕駛大巴士技術構想圖

2018 年 1 月新加坡 Volvo 與南洋理工大學(NTU)簽署自動電動公車研發計畫兩年期的合作協議，規劃於 2019 年導入兩輛全電動 12 米 Volvo 7900 電動巴士，由 Volvo 與 NTU 在 Volvo 平台上構建自動駕駛解決方案。其中一輛自動電動巴士將用於 2017 年 11 月落成的自動駕駛汽車新測試設施 CETRAN，在一個圍欄區域內測試新功能並研究巴士如何在各種條件下與其他道路使用者互動；第二輛巴士將與公共交通運營商 SMRT 合作在車站進行測試，目標在於電動巴士能夠透過自動駕駛而進行完全自主的充電、通過車廠開車到車輛清洗和停車。(車輛外觀如圖 2.3-64)



資料來源：Volvo Bus Global. PIONEERING AUTOMATION: VOLVO DEMONSTRATES AUTONOMOUS BUS. Retrieved from https://www.volvobuses.com/en-en/news/2018/jun/pioneering-automation-volvo-demonstrates-autonomous-bus.html

圖 2.3-64 Volvo 7900 自動駕駛電動大巴士外觀示意圖

④荷蘭

德國戴姆勒賓士集團(DAIMLER Mercedes-Benz)研發未來自動駕駛巴士 CityPilot，以 2014 年高速公路示範大貨車自動駕駛(Mercedes-Benz Actros)為基礎，加上許多附加功能，內裝及外觀設計參考全球最暢銷的 Citaro，車身長度約 12 公尺，具有開創的柔和線條與不對稱輪廓外觀、照明、車門佈設、信息系統設計，沒有傳統的方向盤及煞車踏板，能夠依照路況而自動加減速，以符合安全、效率、舒適的未來都市公共運輸需求。(車輛外觀及內裝設計如圖 2.3-65)



資料來源: 戴姆勒 CityPilot。檢自 https://www.daimler.com/innovation/autonomous-driving/future-bus.html (July 26, 2018)。

圖 2.3-65 達姆勒賓士 CityPilot 車輛外觀及內裝設計

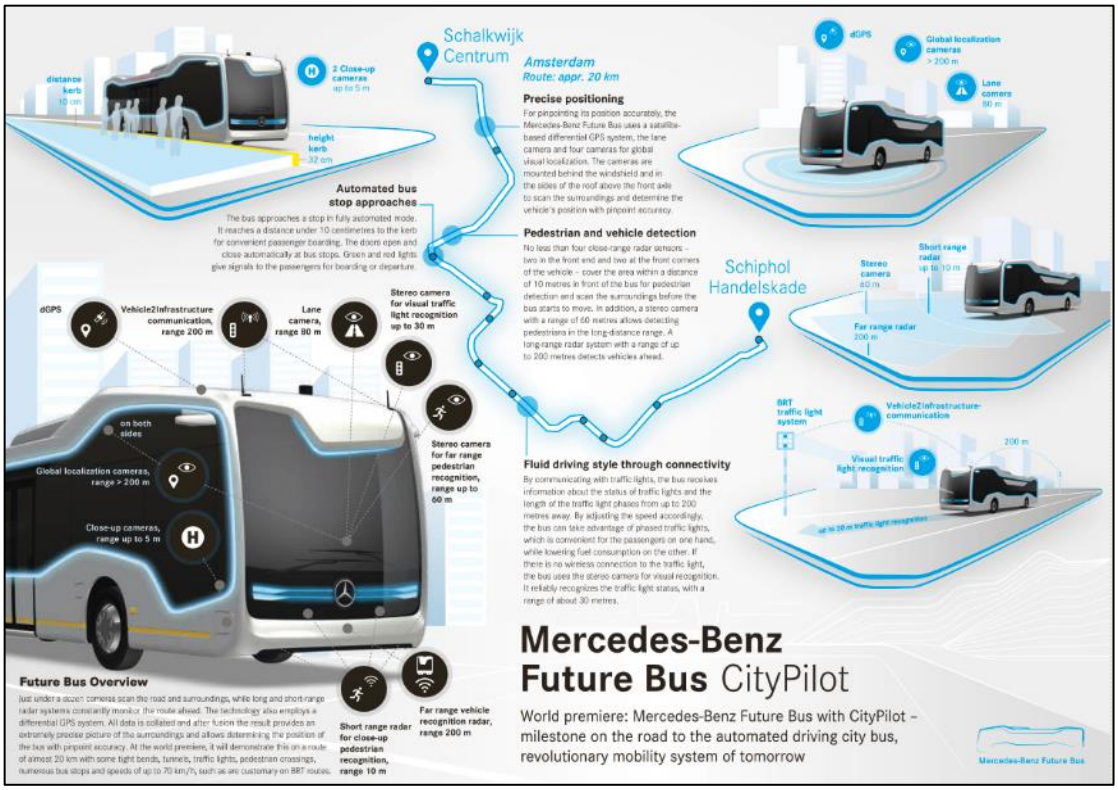
CityPilot 曾經短時間展示於歐洲最長的荷蘭 BRT 車道，長度約 20 公里，銜接阿姆斯特丹史基浦機場(Amsterdam's Schiphol airport)與哈勒姆鎮(Haarlem)，此一路段包含多個彎道、隧道、巴士停靠站、號誌化路口、以及高速車流。(如圖 2.3-66)



資料來源：Government of Netherlands (July 28, 2016). Successful test with first self-driving bus on a public road. News of Government of Netherlands website. Retrieved from https://www.government.nl/latest/news/2016/07/28/successful-test-with-first-self-driving-bus-on-a-public-road

圖 2.3-66 荷蘭阿姆斯特丹 CityPilot 自動駕駛大巴士測試

CityPilot 的開創性設計及技術平台能夠減輕駕駛工作負荷，改善大巴士運行安全，提高運作效率與順暢性，降低燃料消耗與污染排放，以及提高乘客舒適性。CityPilot 擁有車聯網功能，配備長距/短距離雷達與攝影機監控前方路況、以及 GPS 衛星定位系統，經由資料融合來產生精確圖像，提高定位精確度至公分等級，能夠辨識號誌並與其溝通且安全地通過交叉路口，能夠辨識路上障礙物及行人並自動煞車，能夠精確地自動停靠站、開啟/關閉車門、以及離站，並自動行駛穿越隧道，駕駛員完全不需要操作加速器或踩煞車，除非遇到交通法令規範對向交通或其他有需要的情況下才需要進行干預並改為手動操控。(技術展示圖 2.3-67)



資料來源: 戴姆勒 CityPilot。檢自 https://www.daimler.com/innovation/autonomous-driving/future-bus.html (July 26, 2018)。

圖 2.3-67 達姆勒賓士 CityPilot 技術展示

⑤美國

巴士製造商 Proterra 公司位於美國加利福尼亞州 Burlingame，2016 年 9 月 Catalyst E2 電動巴士曾經創造在測試條件下一次充電行駛 600 英哩(966 公里)的紀錄，可滿足美國大城市中心及其周圍 200 至 300 英哩範圍內的大多數公共運輸需求。

2017 年 1 月 Proterra 籌集 1.4 億美元，4 月初開始安裝傳感器，5 月內華達州政府核准 Poterra 經由生活實驗室法案(Living Lab initiative)協調測試行動技術，與里諾大學(University of Reno)及其生活實驗室聯盟夥伴合作，以 Catalyst 進行改裝，在里諾市街道上進行進行自動駕駛巴士實際測試，6 月底完成車輛定位、地圖測繪、以及偵測的評估。(車輛外觀示意如圖 2.3-68)



資料來源：1.Nick Lavars (May 6th, 2017)。Proterra's long-range electric bus to hit the streets in autonomous trials。URBAN TRANSPORT。NEW ATLAS。檢自 https://newatlas.com/proterra-electric-bus-trials/49386/ (September 26, 2018)。2. PROTERRA。檢自 https://www.proterra.com/products/40-foot-catalyst/ (September 26, 2018)。

圖 2.3-68 美國內華達州里諾市 Proterra Catalyst 自動駕駛大巴示意圖

此項示範計畫之目的在於考量公共交通系統相較於普通汽車，面臨特殊的不同挑戰，包括視線遮蔽、複雜的避撞導航、車輛尺寸、交通條件、車輛動力等，希望瞭解公共運輸自動駕駛系統應該如何因應不同道路條件、交通密度程度、動態環境、以及快速緊急反應的需求，因而研發一套強大及新型的機器感知演算法，以作為定位、映射、以及物體偵測，並研究多模式融合、偵測交通、預測交通，以及提高安全性。

執行時程第一階段預計於 2017 年完成，專注於透過內華達州瓦肖郡(Washoe County)區域交通委員會營運在特定路線運行的 Proterra 公共電動巴士，檢測與蒐集數據；第二階段預計於 2018 年開始，側重於數據採礦、開發演算法、以及通信；第三階段時程未定，將致力於取得政府許可與商業化。

⑥韓國

韓國已於 2018 年 2 月平昌冬奧及 2018 年 1 月首爾市測試 KT 電信大巴士，預計於 2018 年底前進入未來技術工業園區 Pangyo Zero City 公共道路進行測試。

a.平昌冬奧 KT 5G 電信大巴士

韓國 KT 電信公司為 2018 年 2 月 9 日至 25 日平昌(PyeongChang)冬季奧運會開發 5G 試驗服務，於 2016 年 11 月至 4 月之間進行 Hello PyeongChang 測試活動，並在奧運會開幕前大約 300 天，開始配合舉辦各種示範活動及實際比賽與奧運會排練，運用部署於平昌阿爾卑西亞度假村(PyeongChang Alpensia Resort)周圍地區的 5G 試驗網路來實際測試基於「KT 5G 規格」(或稱為「平昌 5G 規格」而開發的 5G 服務。

2017 年 3 月 KT 電信公司在平昌阿爾卑西亞度假村(PyeongChang Alpensia Resort)展示之 5G 服務，包括虛擬實境服務(5G Immersive Services)及新型服務(New 5G services that debuted)等兩大類。其中，5G 新型服務涵蓋 KT 電信公司與現代汽車公司合作開發之 5G 自動駕駛巴士，展示自動駕駛控制技術及車輛與基礎設施之間通訊解決方案(V2I)，並利用巴士窗戶作為透明顯示面板，顯示駕駛訊息與圖像，同時乘客可以體驗其他 5G 虛擬實境，例如 AR 與全訊息圖。(如圖 2.3-69)



資料來源：Michelle M. Do (April 07, 2017)。Sneak preview of KT's 5G Olympics in PyeongChang - Immersive services, 5G autonomous driving bus, MR, and more。Retrieved from https://www.netmanias.com/en/post/blog/11908/5g-kt-vr/sneak-preview-of-kt-s-5g-olympics-in-pyeongchang-immersive-services-5g-autonomous-driving-bus-mr-and-more (October 2, 2018)

圖 2.3-69 韓國平昌冬奧 KT 5G 自動駕駛大巴士

平昌冬奧 KT 5G 自動駕駛巴士測試網路配置三星與愛立信 5G 設備，覆蓋範圍包括平昌阿爾卑西亞度假村周圍三個小區，提供 8 個 5G 覆蓋區域，其中兩個非移動小區站點分別支持 4 扇區與 2 扇區，第三個移動站點配備 5G 基站與天線支持 2 扇區，運用 28 GHz 工作頻段，可支持每個小區最高 20 Gbps 和每個設備 3.2 Gbps 的最大數據速率。

(a)平昌冬奧 KT 5G 自動駕駛巴士的關鍵特性與優點

ⓐ超低延遲直播

作為全韓國首屈一指的 IPTV 服務提供商，KT 電信公司特別關注 5G 的超低延遲直播，包括 VoD 服務及切換至實時廣播，因而核心功能(UP)重新定位在邊緣節點附近，藉由邊緣節點提供服務而成功地降低網路回應時間。

ⓑ利用精確定位即時監控運動物體

5G 自動駕駛巴士與無人機透過 5G 網路接收 HoengGye 通信控制中心發送的 DGPS 校正信息，相較於傳統 GPS(誤差約為 10 米)，能夠提供更高精度度(高達 cm 級)的定位資料，可即時及精確地監控移動物體。

ⓒ精確傳感器控制

5G 自動駕駛巴士採用 KT 最新控制技術，配備高精度傳感器，例如加速度計，陀螺儀，磁力計，可作為防撞功能之用。

(b)平昌冬奧 KT 5G 自動駕駛巴士的展示情境

ⓐ安全駕駛

自動駕駛巴士行駛速度為時速 15 公里，以前窗作為顯示板，顯示車輛行駛與位置資訊，當巴士偵測到前方接近另一輛車時，顯示板呈現“前方車輛接近”警告訊息，並且巴士會自動停止；當車輛經過後，巴士會再次啟動；自動駕駛巴士會從通信控制中心收集 DGPS 校準數據，包括自身和附近車輛或障礙物的精確定位數據，並連接到車前的光達傳感器，以有助於偵測附近車輛和障礙物並避開它們。

ⓑ無人機運送

自動駕駛巴士暫停於行駛路線上的郵箱前，無人機藉由通信控制中心收集 DGPS 校準數據，定位郵箱並交付包裹給自駕巴士。

ⓒ移動多媒體傳輸

透過 5G 通信實現超高容量內容即時傳輸，讓觀眾體驗下一代媒體服務。其中，超多視圖互動顯示(Super-multi View Interactive Display)即時從多個不同角度捕獲超高容量 3D 視頻，轉換為 3D 視頻，並將其顯示在平板電視上，以便公交車上的乘客可以在屏幕上直觀觀看 3D；全像直播(Hologram Live)，讓分別在首爾與公車上的兩個人保持聯繫並談論冰球，並分別在首爾與公車電視螢幕上檢測、傳輸和顯示對方的全像化身動作與聲音。

b.首爾市 KT 5G 電信大巴士

2018 年 1 月韓國國土交通部(Ministry of Land, Infrastructure and Transport)核發第一張大型自動駕駛車輛道路許可證給 KT 電信公司，允許大型自動駕駛巴士在首爾市高速公路與城市道路進行測試，1 月 5 日 KT 5G 電信大巴士已行駛於江南區兩條主幹道，包括江南大路(Gangnamdae-ro)與德黑蘭路(Teheran-ro)，成功地完成一次四小時連續試驗。

首爾市 KT 5G 電信大巴士為 45 人座，長 12 米，寬 2.5 米；配備基於 5G 與 LTE 行動網路的 V2X (vehicle-to-everything)技術，可支援自動駕駛功能；除了傳感器與攝影機等一般應用以外，還能夠利用 KT 無線網路取得高精度定位資料而增加駕駛安全；具有視覺盲點障礙物偵測、以及計算到下一個紅綠燈的距離與即時啟發式決策之能力；高速公路行駛速度可達每小時 70 公里；能夠行駛彎繞路線與進行左轉/右轉；能夠藉由偵測技術而保證行人安全；藉由道路測試而蒐集數據將可應用於 KT 全面自動化公車服務，以及下一代交通控制管理系統 C-ITS。(如圖 2.3-70)



資料來源：Korea Bizwire in Technology (January 9, 2018)。KT's 45-Seat Self-Driving Bus Latest Chapter in S. Korea's Push for Driverless Vehicles。檢自 http://koreabizwire.com/kts-45-seat-self-driving-bus-latest-chapter-in-s-koreas-push-for-driverless-vehicles/106929 (September 26, 2018)。

圖 2.3-70 韓國首爾 KT 5G 自動駕駛大巴士

⑦中國

包括深圳巴士 Alphabus 及百度金龍 Apolong 等兩個案例，分別簡介如下：

a.深圳巴士 Alphabus

2017 年 12 月 2 日中國海梁科技攜手深圳巴士集團、深圳福田區政府、安凱客車、東風襄旅、速騰聚創、中興通訊、南方科技大學、北京理工大學、北京聯合大學聯合打造的自動駕駛客運巴士「阿爾法巴(Alphabus)」，正式在深圳福田保稅區開放道路進行路線資訊蒐集與試運行，並於「中國未來新能源與智慧公交論壇」進行展示，此項成果被命名為 CBSF(中國下一代新能源智慧公交系統示範計劃)，接受國家智慧交通系統工程技術研究中心及中國道路運輸協會城市客運分會指導，屬於一個國家級智慧駕駛示範工程計劃。(如圖 2.3-71)



資料來源：雷鋒網(2017 年 12 月 4 日)。無人大巴真在中國上路了！來看看深圳打造的「阿爾法巴」。INSIDE 授權轉載。檢自 https://www.inside.com.tw/2017/12/04/china-self-driving-bus-alphabus (September 26, 2018)。

圖 2.3-71 中國深圳 Alphabus 自動駕駛巴士

「阿爾法巴(Alphabus)」試運行路線總長度約 1.6 公里，位於福田保稅區西南角，緊鄰深圳河(深圳及香港邊界)；道路種類包括單向雙車道、雙向雙車道、多個轉彎、紅綠燈、路邊車輛停靠等；沿線設置 3 個停靠站；車上安裝付費刷卡機及行駛路線動態顯示圖；全程車速在 20 公里限速路段速度維持在 10 多公里/小時，30 公里限速路段有少數時間能超過 20 公里/小時；試運行期間仍設有駕駛座，全程由一位司機監控車輛運行狀態，同時前車門位置也有工程師藉由筆記型電腦進行監控，筆記型電腦螢幕可顯示自動駕駛功能的運行狀態。

以中國自製及自主可控的智慧駕駛技術為基礎，具有人工智慧、自動控制、視覺計算等眾多技術，車身四周安裝 7 種感應器，包括雷射雷達、毫米波雷達、鏡頭、GPS 天線等設備感知周圍環境，形成車身周圍 0.5 至 90 公尺偵測範圍，且感應器之間能夠互補及避免單一感應器弱點，能夠即時因應其他道路使用者與突發狀況而進行反應，例如感測道路兩側行人走動而煞車，擁有自動駕駛車輛偵測、減速避讓、緊急停車、障礙物繞行、變換車道、自動靠站停車等多項功能，官方宣稱其系統安全性及穩定性已完全符合公共巴士試運行的要求。

b.百度金龍 Apolong

2018 年 3 月 30 日福建平潭綜合實驗區無人駕駛汽車測試基地揭幕暨首批測試車輛牌照發放儀式，平潭綜合實驗區公安交通管理部門向百度和金龍客車兩家公司頒發了福建省首批自動駕駛測試車輛牌照 6 張，百度和金龍客車各 3 張，讓自動駕駛汽車能夠正式上路測試，成為繼上海及北京之後成為中國第三個發放自動駕駛測試車輛牌照的城市，也是全中國首次發放測試牌照給無方向盤自動駕駛車輛並正式上路測試。

金龍客車獲牌的車型，均為與百度 Apollo 合作的自動駕駛車型，其中包括之前與百度合作開發的第二代無人駕駛微循環車阿波龍，阿波龍搭載百度 Apollo 自動駕駛解決方案，屬於自動駕駛商用領域的重要場景之一。

根據平潭綜合實驗區黨工委管委會公告《平潭綜合實驗區無人駕駛汽車道路測試管理辦法（試行）》，相關自動駕駛汽車在獲得道路測試牌照後，可以在平潭綜合實驗區無人駕駛測試基地進行自動駕駛道路測試，平潭島中西部的麒麟大道西段為首期測試場地，全長超過 6 公里。

根據規定，進行路測的所有車型必須承諾安裝監管裝置，按要求接受第三方監管機構的日常監管；測試車輛自身還應滿足常規機動車輛安全行駛條件，並具備安全警告及人工緊急制動功能，使安全員在無人駕駛系統出現故障或發出警告提醒時，能夠迅速控制車輛；每台自動駕駛汽車須配置安全員，安全員應持有相應准駕車型的機動車駕駛許可，具有三年以上安全駕駛經歷，並且操作過五十小時以上無人駕駛系統；測試主體則要提供安全員無人駕駛訓練相關證明。

百度所有 Apollo 自動駕駛車在正式上路測試前，都會先經過仿真訓練及封閉場地訓練，再到開放路段訓練，以保障車輛安全性和穩定性。同時，每輛自動駕駛車輛均會配備經過嚴格培訓的安全員，並且會限定安全員的工作時長，避免安全員疲勞狀態上路。

2018 年 7 月 4 日召開百度 AI 開發者大會，百度與金龍客車合作開發 L4 級自動駕駛巴士「阿波龍(Apolong)」量產下線，沒有方向盤、駕駛位、油門、以及煞車，量產數量超過 100 輛，如圖 2.3-72；這批車輛除了發往北京、深圳、武漢等地展開商業化營運以外，也獲得海外的日本商業訂單，與日本軟銀合作應用於接駁，以及東京地區高齡化社區穿梭接送，另外預計未來將持續推出自動駕駛貨車「新石器」。



資料來源: 周纯粼(2018 年 7 月 5 日)。百度与金龙客车合作开发的 L4 级自动驾驶巴士量产下线。檢自 http://www.sohu.com/a/239357358_313745 (October 3, 2018)。

圖 2.3-72 中國百度金龍 Apolong 自動駕駛巴士

阿波龍自動駕駛巴士在機械結構上減少了汽車零件數，但是在軟體發展上則呈現倍數增加，針對汽車業及自動駕駛領域合作夥伴而發展的 Apollo 軟體平台，託管在 GitHub 上的開放代碼數量一年內就增長 6 倍，藉此提供一個開放、完整、安全的軟體平台環境，結合車輛與硬體系統，快速搭建一套屬於自己的完整自動駕駛系統。

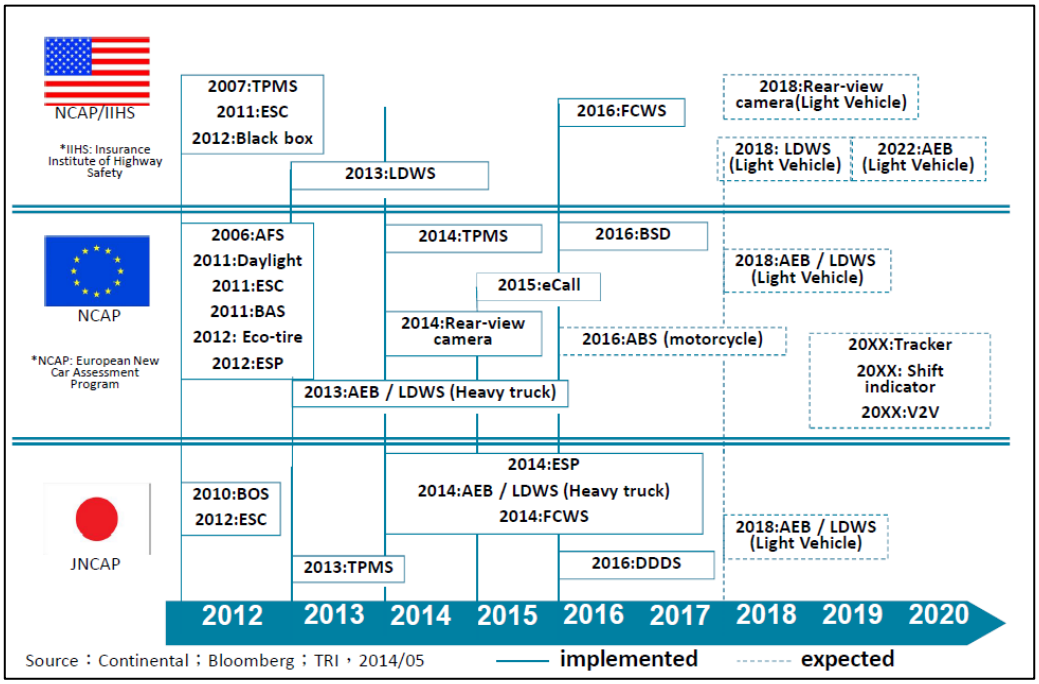
3. 法規制訂及實施

(1) 輔助駕駛相關法規

①國外先進輔助駕駛法規

各國政府有鑑於先進駕駛輔助系統(ADAS)發展越趨成熟，其對於降低車輛事故發生有相當助益，因此對於車輛電子安全系統之相關規定越趨繁複且嚴格，其中尤以美國、歐盟、日本最為積極，已逐步透過法規制定，規範車輛裝設先進駕駛輔助駕駛設備、主動安全系統、以及車聯網系統，並因應車輛共享、自動駕駛接駁巴士、智慧宅配物流、以及智慧貨車等創新移動商業模式的發展。

國外先進輔助駕駛法規推動狀況如圖 2.3-73，自 2006 年開始，歐盟、美國、日本等國家已陸續制定車輛安全相關法規，2014 年後，胎壓偵測系統(TPMS)、電子車身穩定控制系統(ESC/ESP)、自動緊急煞車系統(AEB)、車道偏移警示系統(LDWS)、前方防撞警示(FCW)、酒駕與疲勞駕駛偵測(DSM)、以及後視攝影機等系統已逐漸列為強制裝載，優先規範大型車裝設，2018 年後逐漸規範小型車裝設，未來預計將更進一步強制配備防止撞車的車聯網(Vehicle-to-Vehicle，V2V)裝置，以全面提升車輛駕駛安全性。



資料來源：1.Continental; Bloomberg; TRI, 2014/05。2.李玉忠(2017 年 10 月)。「智慧車輛自動駕駛系統發展趨勢」簡報資料。財團法人車輛測試研究中心。

圖 2.3-73 國外先進輔助駕駛法規推動狀況

②國內車輛安全相關法規制訂及實施

2011 年起交通部公路總局為降低大型車輛因轉彎形成視野死角造成交通事故，要求新大貨車等必須設置防捲入裝置，也就是在前後輪底盤、後懸處，必須加設鐵欄杆或鐵板等防護裝置，防止將機車、腳踏車、行人捲入，而被車輪輾過，釀成傷亡，但是大型車內輪差及疲勞駕駛所造成的車禍仍居高不下。

因此，交通部為了提升大客車行車安全，藉由法規而逐步要求大客車強制安裝輔助駕駛設備。

我國之車輛安全規定多參考聯合國車輛法規指引 UNECE 與歐盟 EEC 規定並與之接軌，目前實施法規為民國 107 年 4 月 25 日修正發布之「車輛安全檢測基準」，規定各項輔助駕駛實施時程如表 2.3-5。為了提升大客車行車安全，降低近年因疲勞駕駛等所造成之道路安全問題，逐步要求大客車強制安裝輔助駕駛設備。

表 2.3-5 我國與歐盟駕駛輔助系統法規對照

輔助駕駛技術	法規	聯合國/歐盟	國內實施時程
動態煞車 (DB)	車輛安全檢測基準 42-3 (M2、M3、N2、N3)	UNECE R13 11-S13 UNECE R13H 01 UNECE R78 03-S3	新型式:2019/1/1 各型式:2021/1/1
車道偏移警示系統 (LDWS)	車輛安全檢測基準 70 (M2、M3、N2、N3)	UNECE R130 00	新型式：2019/1/1 各型式：2021/1/1
行車視野輔助系統 (DVAS)	車輛安全檢測基準 71 (M2、M3)	—	新型式：2017/1/1 各型式：2018/1/1
	車輛安全檢測基準 71 (N2、N3)	—	各型式：2019/1/1
緊急煞車輔助系統 (AEBS)	車輛安全檢測基準 72 (甲類大客車、N3)	UNECE R131 01-S1	新型式：2019/1/1 各型式：2021/1/1
	車輛安全檢測基準 72 (乙類大客車、N2)		新型式：2021/1/1 各型式：2023/1/1

註：

M1：指以載乘人客為主之四輪以上車輛，且其座位數(含駕駛座)未逾九座者。

M2：指以載乘人客為主之四輪以上車輛，且其座位數(含駕駛座)逾九座但車輛總重量未逾 5 公噸者。

M3：指以載乘人客為主之四輪以上車輛，且其座位數(含駕駛座)逾九座且車輛總重量逾 5 公噸者。

N1：指以裝載貨物為主之四輪以上車輛，且其總重量未逾 3.5 公噸者。

N2：指以裝載貨物為主之四輪以上車輛，且其總重量逾 3.5 公噸但未逾 12 公噸者。

N3：指以裝載貨物為主之四輪以上車輛，且其總重量逾 12 公噸者。

四十二之三、動態煞車(DB)，2021/1/1 起，已符合車輛安全檢測基準項次「四十二之二」規定者，除 1.2.1 所述以外，另應符合本項 6.9 規定之車輛穩定性電子式控制功能(VSF)。

七十一、行車視野輔助系統(DVAS)，2018/1/1 起各型式 N2 及 N3 應安裝車身兩側攝影鏡頭與車內顯示螢幕；2019/1/1 起各型式 N2 及 N3 應裝設規定之行車視野輔助系統；N2 及 N3 類曳引車免裝設倒車攝影鏡頭。

資料來源：交通部(民國 107 年 4 月 25 日)。車輛安全檢測基準。中華民國 107 年 4 月 25 日交通部交路字第 10750036901 號令修正發布。本計畫彙整。

其中，「動態煞車」規定自 2019 年起新出廠大客車需安裝，2021 年所有大客車皆需安裝；「車道偏移警示系統」規定自 2019 年起新出廠大客車需安裝，2021 年起所有大客車皆需安裝，已符合車輛安全檢測基準項次「四十二之二」規定者，除「四十二之三」1.2.1 所述以外，另應符合「四十二之三」6.9 規定之車輛穩定性電子式控制功能(VSF)；「行車視野輔助系統」規定自 2017 年起新出廠大客車需安裝，2017 年 10 月 23 日交通部公路總局公告實施「使用中大型車輛加裝行車視野輔助系統補助規定」，實施期間至 107 年 12 月 31 日止，由交通部科技顧問室智慧運輸系統發展建設計畫支應補貼舊車安裝，2018 年起所有大客車皆需安裝；「緊急煞車輔助系統」規定自 2019 年起新出廠甲類大客車需安裝，2021 年起所有甲類大客車皆需安裝，2021 年起新出廠乙類大客車需安裝，2023 年起所有乙類大客車皆需安裝。

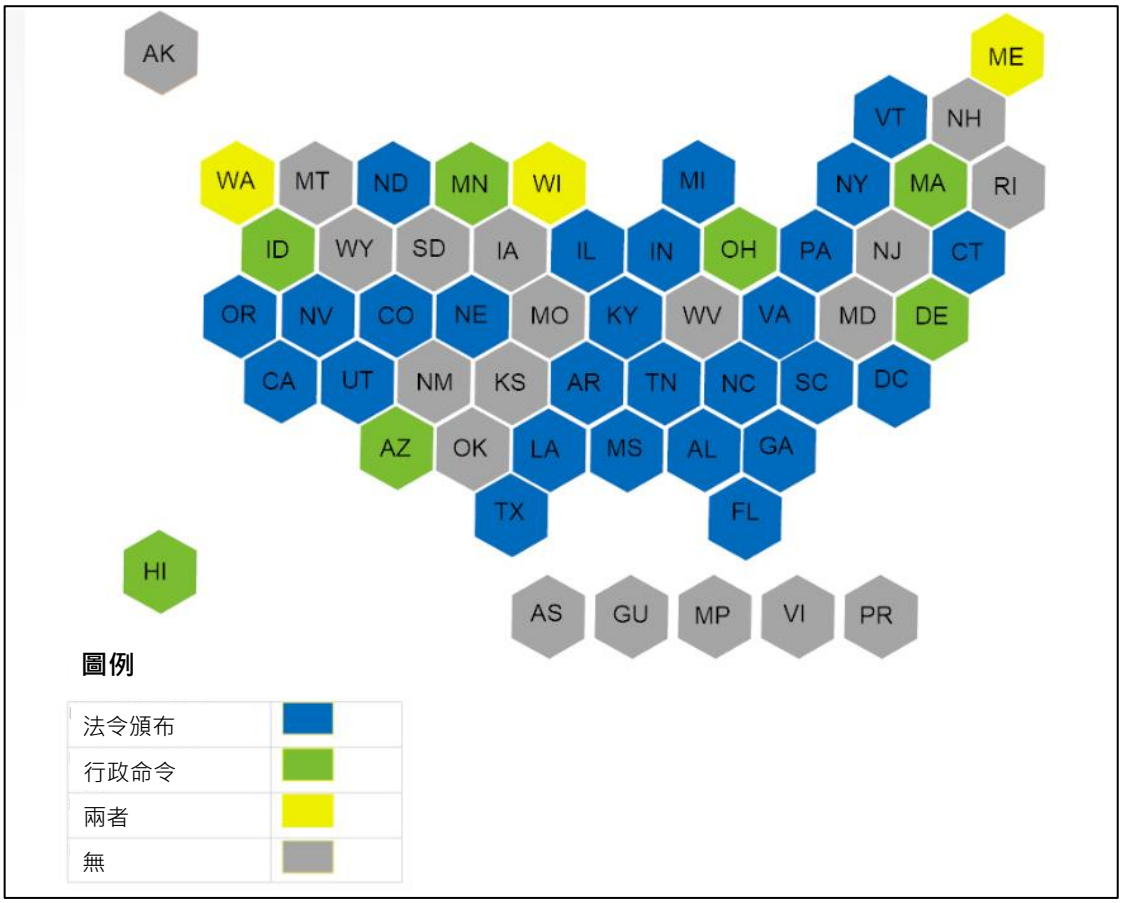
(2) 自動駕駛相關法規

對於自動駕駛最具影響力的國際公約莫過於「維也納道路交通公約」，2016 年 3 月已修正允許自動駕駛技術應用於交通運輸上，公約修訂後大幅影響各國的交通法規，各國紛紛透過修法或訂立專法，允許自駕車可以進行道路測試。各國立法概況如下：

①美國

儘管美國交通部(U.S. Department of Transportation)與 NHTSA 定期更新自駕車相關之準則(如 2017 年發布的“Automated Driving Systems 2.0: A Vision for Safety”)，各州為鼓勵自駕輔助駕駛發展，近年內開始考量制定自駕車相關之法規，例如國際最早允許自駕車上路為美國內華達州，該州議會在 2011 年通過自駕車的法令，由內華達州機動車輛管理局(NDMV)負責訂定安全與性能標準，以及指定自駕車能夠進行測試之地區，該法令要求測試時車內需有駕駛與乘客。

依據美國 NCSL(National Conference of State Legislatures)發布各州自駕車立法推動情形，至 2017 年已有 33 個州提出立法，自 2012 年以來至少有 41 個州和 D.C.已經考慮了與自動駕駛汽車相關的立法。其中，包括阿拉巴馬州等 29 個州、以及華盛頓特區已經頒布與自動駕駛汽車相關的立法；包括亞利桑那州等 11 個州的州長已經發布與自動駕駛汽車有關的行政命令。(如圖 2.3-74)



資料來源：National Conference of State Legislatures, http://www.ncsl.org/research/transportation/autonomous-vehicles-self-driving-vehicles-enacted-legislation.aspx

圖 2.3-74 美國自駕車相關法令頒布情形

由於各州對自身道路條件、法規與立法程序、產業環境等都有所不同,故針對自駕車測試也具有不同的開放程度。其中,加州的法令調整可加速自駕車的發展,因大多的自駕車技術廠商據點在加州,另外佛羅里達、密西根與賓州等也是自駕車的重點測試區域。彙整較具發展指標且已開放無須駕駛人在車內的自駕車測試之加州、佛羅里達州、密西根州、以及亞利桑納州自駕車測試法規重點如表 2.3-6。

表 2.3-6 加州、佛羅里達州、密西根州自駕車測試法規重點

州別	法規依據	自駕車測試規範
加州	Vehicle code Devision 16.6.	允許自駕測試車輛上無須配置方向盤、油門煞車踏板,且駕駛人不必在車內,前提是必須行駛於特定區域(私人園區),並限制行駛速度低於35mph。若為有技術人員於車內控制車輛的測試,則測試條件較寬鬆,可於一般道路上測試。
佛羅里達州	316.85, 319.145f.s.	佛羅里達州為目前自駕車測試要求標準最低的州之一,測試車場或研究單位無須申請、無須提供保險證明等文件,且允許駕駛人不必在車內。
密西根州	MCL 257.2b, 257.665	允許自駕測試車輛上無須配置方向盤、油門煞車踏板,且駕駛人不必在車內。若提供自駕車即時接駁服務則須由車廠主導,意即科技公司(例如UBER、Google)不得獨立申請。
亞利桑那州	Executive Order 2015-09 Executive Order 2018-04 Executive Order 2018-09	2015 年州長頒布行政命令允許自駕車技術在有駕駛的情況下進行測試;2018 年進一步允許自駕車可在公共道路上以無駕駛員的 Level 4 或 Level 5 進行測試,需事先提出申請,並符合州及聯邦法令規範。

資料來源:全美州議會聯合會(NCSL)

儘管州政府積極的推動自駕車的相關法令,但聯邦政府在通過相關法令的考量上較全面,影響其通過的期程。州政府的法規多為規範駕駛,聯邦的法規則多為規範車輛。

2017 年 9 月美國眾議院(the US House of Representatives)通過自駕法案(The Safely Ensuring Lives Future Deployment and Research In Vehicle Evolution Act, The SELF DRIVE Act),為美國國會制定的第一個重大的自駕車相關法令,其主要目的為鼓勵自駕車的測試與運用,以提高自駕車在設計、建制與表現上的安全,透過限制州政府與自治區(municipalities)對自駕車的生產制定不合理的規範,使各州的自駕車相關產業均可自由發展。

此一法案為美國持續發展自駕車的重要關鍵，除了放寬自駕車數量以外，並明文排除適用傳統汽車的規定，例如需具備方向盤及油門踏板等，以及規定對消費者有告知義務、網路安全要求、車前燈標準、汽車隱私權保護及自駕車的安全標準等。惟需注意該法僅有架構性規定，細節性的內容仍待各州立法明確化。法案重點如下：

a.嚴禁所有州禁止自駕車的使用；

b.允許車商的前 10 萬輛車輛可以不用符合所有聯邦的安全標準，以加速自駕車的研發；

c.所有的車商應研擬防範網路攻擊(cyber attack)的計畫，以提高自駕車輛的安全性。

2017 年的 10 月參議院商業科學和交通委員會(US Senate Committee on Commerce, Science & Transportation)，草擬一份搭配自駕法的法案(companion Bill)：(AV START Act：the American Vision for Safer Transportation through Advancement of Revolutionary Technologies (AV START)，該法案的重點包含：

a.將自動駕駛車輛投放到市場的數量減少到 8 萬部，將為自主車輛製造商提供一個可測試和收集數據以推動自駕車技術。

b.允許第 1 年向市場投放之自動駕駛汽車從 5 萬減少到 1 萬 5 千，第 2 年從 7 萬 5 千減少到 4 萬，第三年由 10 萬減少到 8 萬，後續維持在 8 萬。

c.自動駕駛車輛的允許範圍限制於重量 1 萬磅(約 4.5 公噸)或以下的車輛。將不包括重型車輛，例如卡車。

在自駕車的技術發展上，許多的州政府也頒布相關的法規鼓勵技術的研究與研發。多個州政府也通過了成立自駕車法令的專門研究委員會，以建議自駕車的相關法規，本計畫整理 2017-2018 年有制定相關自駕車研究的法令，如表 2.3-7 所示。

表 2.3-7 自駕車研究相關法條

州	頒布年期	法條	法條內容
康乃狄克州	2017	17-69	建立完全自動駕駛車輛的研究工作組，包含評估國家公路交通安全管理局所制定關於監管全自動駕駛車輛責任的標準，涉及其他州提出與制定的法律、立法與規範之評估，以及提供關於該州如何進行規範的建議。
新墨西哥州	2018	-	要求交通部成立委員會，其中包括相關的公家機關以及私部門，以審查自動駕駛車輛技術的當前與正在發展的狀況，提出一項允許在新墨西哥州使用自動駕駛汽車並同時確保公共安全的提案。
華盛頓州	2018	180	成立一個自動駕駛車輛的小組以研擬華盛頓州在自駕車在公共道路上駕駛的政策建議。
		297	提供運輸計畫在兩年一期的財政計畫上所需之補助。

資料來源：本計畫彙整。

②英國

英國政府為了吸引車商與自駕車技術新創公司的進駐，2013 年由交通部允許自駕車技術可在低度交通量的郊區與鄉村道路進行測試；2017 年，英國通過了需研擬自駕車的責任與保險政策的法令，顯示其企圖持續發展自駕車的意圖。

③德國

2017 年 1 月德國議會通過「自動駕駛汽車法」，規範自動駕駛汽車的交通參與，允許所有自駕車技術可在公共道路上進行測試，規定自動駕駛車輛裡面必須配備司機，隨時監控車外路況以及以車內設備的運行情況，遇到緊急情況必須馬上採取人工駕駛措施進行干預，無測試人員進行自駕車測試的範圍僅限於有特定有圍欄之區域，例如停車場。

2017 年 5 月修正「道路交通法」(StVG)，有別於美國的概念式規定，直接針對第三級自駕車進行詳盡規範，包含駕駛人有義務在特定時機重新接管、提高事故賠償上限、釐清車廠與駕駛人的責任歸屬、自駕車需裝設黑盒子等。

依據「道路交通法」(StVG)，目前雖然開放上路車輛可以配備自動駕駛功能，但原則上仍需要駕駛人全程對自動駕駛系統進行監控，自動駕駛系統僅為輔助工具。當自駕系統要求駕駛人接管，或駕駛人自身意識到自駕系統已無法正常發揮功能時，駕駛人負有立即介入接管汽車控制的義務。

此法規要求自駕車上應安裝有駕駛數據紀錄儀器(類似飛機的黑盒子)，用以紀錄自駕車在各行駛時點究竟是由駕駛人抑或自駕系統操控。尤其當自駕系統遭遇技術障礙，或系統有要求駕駛人介入接手控制車輛時，紀錄儀器須一併產生相應數據紀錄以作為後續改進參考。未來該數據紀錄內容將會成為追究事故責任時的重要參酌指標，即即若數據顯示事故發生時是由駕駛人自行駕駛，則駕駛人應當承擔較多責任；反之，若是由自駕系統操控車輛，則車商方面應承擔較高比例的肇事責任。

此外，考量自駕車尚涉及諸多利益權衡的問題，德國由 14 位科學家和法律學者組成的道德委員會共同制定一套道德準則，在八月提出「自駕車道德準則」，共計 15 條自駕系統的駕駛決策道德準則，讓自駕車的開發廠商得以依循。

該準則明確指出人類的生命安全優先於動物以及財產的保護；而在人與人之間的衝突時，則主張一律平等，不得考慮年齡、性別、種族或殘疾等因素。不可否認，此準則並無法解決所有的倫理與道德的衝突問題。

⑤荷蘭

荷蘭在發展自駕車的同時亦建設了多達 3 萬處的充電站並建置完整的無線網路以達到自駕車互相傳遞資訊之作用，為協助自駕車的發展，荷蘭政府另外花費了 90 百萬歐元改善超過 1,000 個的號誌，以利號誌系統可與自駕車進行資訊傳遞，2016 年，在市中心推出 Wepods 電動自駕小巴士，可乘坐 6 人，行駛於固定路線。

2015 年部長議會(Council of Minister)首次通過自駕車可在公共道路進行測試的法令。

2017 年頒布《自駕車輛實驗性使用草案》（Experimenteerwet zelfrijdende auto）、以及修訂《道路交通法》，允許民間公司申請許可證，以便在公共道路上以無駕駛員方式進行自駕車測試，並透過實際測試之結果評估該草案之適用性，找出草案修改方向。

此草案明定自駕車測試前應先提出其提案申請並須經過主管機關之同意，允諾自駕車測試實驗之相關條件及規定。規定提案內容應包含：

a.進行測試之實驗目的、地點及時間。

b.進行測試應採取之安全措施，在確保道路使用者、乘客之安全以及道路之使用性狀況下，允許其測試之自由。

c.主管機關監測及評估測試之方式。

d.允諾若因測試而導致安全問題時，應中止該測試許可。

詳細相關規定將由荷蘭車輛管理局(RDW)與專家合作於測試進行前先評估測試條件，並請道路管理局及警察單位協辦。

另在荷蘭的倡議下，28 個歐盟國的交通部長已簽署《自駕車領域合作宣言》(Declaration of Amsterdam on Cooperation in the Field of Connected and Automated Driving)，致力推動自駕車發展及測試，目標是在 2019 年之前建構一個連通全歐洲的自駕車系統框架。

⑥日本

日本政府考量自駕車可能會在 2020 年至 2025 年間開始蓬勃發展，有意在此之前擬訂相關法規和法律方向；未來投資會議 2018 年 3 月 30 日公布將針對自駕車實施一系列控管原則，並計畫最快在 2019 年將相關法規呈交國會；預計將先針對第三級自駕車擬訂法規，也就是駕駛在特定情況下可以讓汽車自動駕駛，之後才會討論第四、五級自駕車或無人車相關的法規。

日本政府打算讓自駕車車主在發生車禍時，必須像普通車輛的車主一樣承擔責任，汽車業將因此減緩對承擔責任的擔憂，同時也有助加快將自駕車商業化的進度；與普通車輛相同，自駕車若在以自駕方式行進時發生車禍，車主必須為此負責，也可以由政府強制購買的汽車險理賠；只有在汽車系統明顯出現問題時，車廠才須要負責；由於日本車主都須保強制車險，預料保險業者也會開發新的保險業務；另外，也將要求自駕車架設裝置，以紀錄地點、方向盤轉向、以及自駕系統行駛狀態，藉此協助釐清車禍原因。

⑦中國

中國工業和信息化部公安部交通運輸部 2018 年 4 月 12 日發布了《智能網聯汽車道路測試管理規範(試行)》通知，規範中第二條規定，所有省、市級政府相關主管部門可依據當地實際狀況並遵守此規範展開自駕車道路測試。在此之前，只有北京以及其他少數城市，如上海、重慶可以進行自駕車道路測試。

規範針對測試駕駛人(安全駕駛員)的規定包括應該擁有駕照並具有 3 年以上駕駛經驗以及最近一年無嚴重交通違法紀錄，如酒後駕車、因車禍導致他人死亡或重傷等；對於自動駕駛車輛的規範也相當嚴格，例如測試車輛應該在封閉道路、場地等特定區域進行過充分的測試，符合國家相關測試要求後方可進行道路測試。此外，測試車輛還必須具備即時回傳車輛控制模式、車輛位置、速度與加速度等應用狀態，並且自動記錄和儲存各項資訊，例如在車輛事故或失效狀況發生前至少 90 秒的數據等。

⑧澳洲

澳洲各州有不同的自動駕車輛的監管措施。最早修改道路交通法規、允許自動駕駛車運行的是南澳；隨後，墨爾本所在的維多利亞州也引入「道路安全法案」修正案，允許無人駕駛車輛在有組織的實驗條件下在公共道路上行駛。

⑨韓國

韓國政府允許車廠在 320 公里的公共道路上進行測試，並且預計在 2018 年在首爾南部的華城建設完成一條測試道路，韓國汽車廠商現代計畫在 2020 年銷售自動駕駛車型。

2016 年 3 月 29 日，韓國政府預告關於機動車輛運作績效與標準、以及零件的相關法規修訂，使得轉向技術之特定安全標準能夠適用於自動駕駛車輛轉向系統測試與研究。

2016 年 2 月 4 日，韓國政府通過實施自動駕駛車輛安全營運及測試操作要求之相關法規，並配合修訂「機動車輛管理法」及「機動車輛管理執法規定」，以建立詳細要求及確定之安全營運方法。

⑩新加坡

新加坡政府考量自動駕駛車輛技術處於發展的初期階段，管理法規之訂定必須具備其適應性及靈活性以配合現今科技發展之速度，同時可提供適當且快速之監管能力。

其作法係於現有《道路交通法》之修訂中帶入自駕車規範，另由於自駕車技術尚未成熟，試驗期間之意外往往不可預期，為避免自駕車事故之發生，自駕車在正式上路測試前皆須通過安全評估，並要求開發商須為測試制定事故緩解計畫，如培訓安全駕駛員，以便在必要時控制車輛。

該法之定義重點條列如下：

a.自駕車為無須駕駛員於車上監控之機動車輛。

b.自駕車上路測試必須遵守指定試驗時間、空間限制、自駕車設計標準。

c.開發商須與陸路交通管理局(LTA)共享數據。

d.運營商必須確保有責任保險，或在試驗期間向 LTA 提供保證金。

⑪國內

雖然我國退出聯合國之後，已不屬於「維也納道路交通公約」的締約國，該公約對於我國沒有強制約束力，但是未來我國制定自駕車或修訂既有法規仍應參考該公約內容，以利於與國際接軌。

國內目前與自駕車相關之法規有《道路交通安全規則第二十條修正草案》(新增附件二十一 自動駕駛車輛申請道路測試作業規定)與《無人載具科技創新實驗條例》。二條例制定目的為鼓勵自動駕駛車輛之研發與應用，賦予產學研各界於實際場域進行自動駕駛車輛的技術、服務及營運模式之創新實驗及測試時，能夠於特定範圍及條件下，透過法律暫行排除相關監理規範之適用，以利建構包含安全性、責任規範與道路行駛測試等機制之創新實驗環境。

a.《道路交通安全規則第二十條修正草案》(新增附件二十一 自動駕駛車輛申請道路測試作業規定)

交通部為了因應自動駕駛車輛上路測試議題，已進行第二次討論，擬於現有《道路交通安全規則》中與試行汽車牌照申請相關之第二十條條文中，增加關於自駕車試行牌照申請之相關規定，作為辦理具備自動(輔助)駕駛功能之車輛申請道路測試及其審查並領取試車牌照之主要依據。

第二十條修正內容為「依法領有公司、商業或工廠登記證明文件之業者或汽車研究機構，因研究、測試業務而有試行有條件自動化、高度自動化及完全自動化駕駛車輛需要，得依附件二十一規定申領試車牌照及行駛，且行駛時應有適當管制措施，並遵守相關道路交通安全之規定。」

新增之附件二十一(自動駕駛車輛申請道路測試作業規定)主要條文內容包括適用範圍、申請及審查程序、申請者承諾、申請相關文件、核準期限、展延/終止/暫停、申請費用、測試車輛規定、駕駛操控人員、測試環境安全、乘客與隱私、道路使用、資訊揭露等十三項。

此作業要點規定申請者應檢附「自動駕駛車輛道路測試申請書」及相關申請文件，向測試區域所在地之公路主管機關提出測試申請，相關申請文件包含：申請者承諾書、自動駕駛車輛道路測試計畫書、公司(商業)登記立案證明書、保險證明文件、測試車輛所有權或使用權證明文件、駕駛操控人員證明文件。

自動駕駛車輛道路測試計畫書至少應檢附之文件，包括申請道路測試之目的、道路測試內容、預計申請道路測試之路線/範圍說明、預計執行測試之路線及範圍對於道路交通的衝擊分析、參與道路測試之車輛資料、參與測試之機構資料、駕駛操控人員資料、安全及緊急應變處理說明、測試車輛資訊安全防護說明等十項。

此作業要點之特色及要點如下：

(a)自動駕駛車輛定義

對於自駕車的定義主要參考美國國家公路交通安全管理局（NHTSA）以及國際汽車工程師學會（SAE International）對於自動駕駛車輛的自動程度分級標準而定，大致分為：部分自動化駕駛、有條件自動化駕駛、高度自動化駕駛及完全自動化駕駛等四類。

(b)上路許可之申請

採取受理機關及交通部之兩階段審查制度；允許申請者廣泛涵蓋合法立案登記之一般公司行號、財團(社團)法人、大專院校、學術研究機構或團體；核准測試時間原則上以 1 年為限，必要時可再申請展延最 1 年；申請者除了繳納審查費用及試車牌照規費以外，應依測試所需進行道路設施之建置或改造程度而繳納保證金。

(c)資料紀錄及提供

申請者應於測試屆滿三十日內提供測試報告予受理機關，測試報告至少應包含測試歷程與結果、所蒐集及分析之資料、風險發生及事故通報紀錄、人為介入測試車輛控制權次數及原因紀錄、所發生之技術問題等；測試車輛應裝設資料紀錄器，並持續紀錄及儲存測試資訊；申請者應主動無償提供相關主管機關索取資料紀錄器之資料及其讀取程式。

(d)歸責及免責機制

測試車輛應遵守道路交通安全管理處罰條例、道路交通安全規則、道路交通標誌標線號誌設置規則以及道路交通事故處理辦法等相關交通規定。

任何因與所申請測試相關事項所導致之責任與損失，申請者應承諾自行負擔行政、民事及刑事所有責任，且不要求受理機關及交通部負責。

b.《無人載具科技創新實驗條例》

2018 年 5 月 17 日行政院通過經濟部研擬的「無人載具科技創新實驗條例」，2018 年 11 月 30 日立法院三讀通過，期透過立法鼓勵國內產業投入無人載具創新應用，並建構友善、安全、創新發展的法規環境。

此條例實驗時間原則 1 年，必要時可申請延長 1 年；有研修法規必要時，可再額外延長，全程最多以 4 年為限。

此條例目的在於推動我國與世界各國無人載具科技發展齊頭並進，主要條文涵蓋總則、申請及審查程序、創新實驗之安全與管理、創新實驗成果與評估、罰則、附則等六章，總計十九條。

(a)法規特色

ⓐ以監理沙盒為核心

參酌金融科技發展與創新實驗條例的監理沙盒精神，透過法規鬆綁鼓勵產學研投入無人載具的研發與應用，促進產業技術與創新服務升級。

ⓑ審查機制

由經濟部召開審查會議，並邀集目的事業主管機關與中央、地方政府及相關機關代表及法律專家與學者參加。

審查項目包括針對無人載具在實驗的創新性、條件與資格，以及安全性與風險控管進行審查。

ⓒ安全控管

無人載具的申請者需提出保險規劃，並於無人載具或實驗場域完備告示作業。

發生安全事故時，申請人應主動即時通報主管機關事故發生原因及後續處理方式。

ⓓ法規排除與簡化行政程序

在無人載具實驗期間，排除法律、法規命令或行政規則中之處罰規定，打造友善法規環境。

針對無人載具實驗申請，設置單一窗口，促進行政便捷化。

(b)法規要點

ⓐ自動駕駛車輛定義

規範對象為「無人載具」，因此除自駕車外，無人船舶和航空器亦為該法規制範圍，對於無人載具的定義上採取運用技術作為判斷標準，當一交通工具具備有感測、定位、監控和決策與控制技術時，始得謂該法中之無人載具。

ⓑ上路許可之申請

上路實驗前，實驗申請人應先向交通目的事業主管機關檢具申請書及創新實驗計畫，其中創新實驗計畫內須含創新性之說明、實驗之範圍、期間(以一年為限申請人得於該創新實驗期間屆滿六十日前，檢具理由並說明具體成效，向主管機關申請核准展延)、參與實驗者人數及實驗所投入之預算金額，並應檢附交通影響分析及因應措施、實驗安全性證明、與參與實驗者間契約及保險規劃等文件。

ⓒ測試資料應用

申請人應將實驗內容、期間、範圍等資訊於主管機關網站公布，亦明定主管機關應建立創新實驗安全資訊管理機制，讓申請人得以電子方式申報相關資料，並強制申請人應通報實驗期間以人為方式介入無人載具之控制權次數與原因；此外，此草案中有對事故處理規範之安排，即若有事故發生申請人應立即暫停實驗進行調查，主管機關倘認繼續實驗有風險更得停止該實驗繼續實施；另測試完畢後，主管機關應參酌各實驗辦理情形，以進行相關法規檢討與增修訂、提供相關應用服務技術與經營模式改善資源協助等方式，鼓勵無人載具之創新發展。

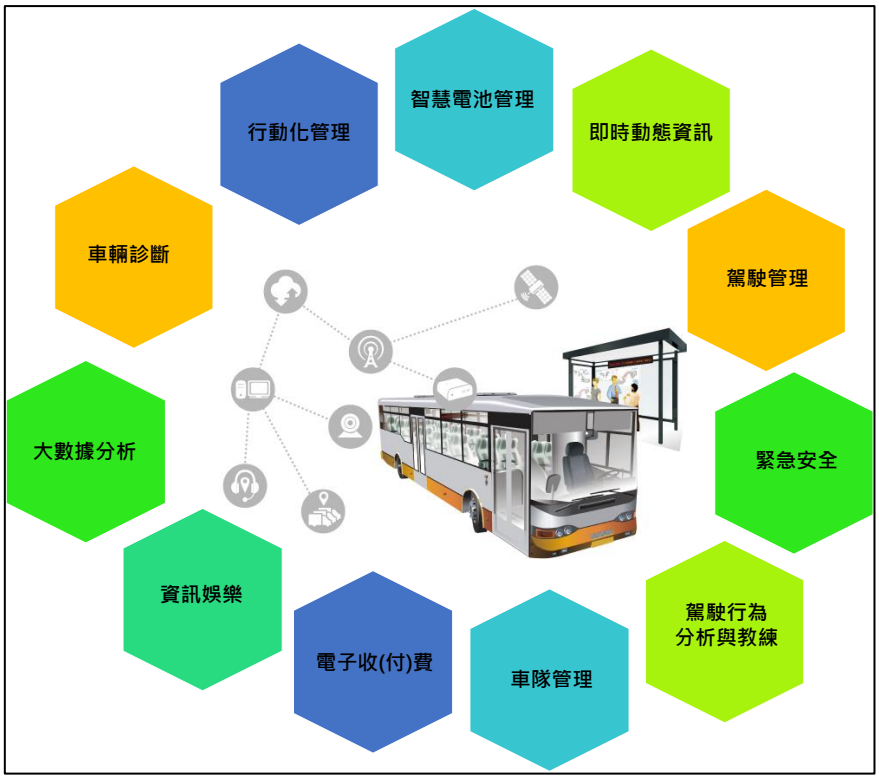
ⓓ歸責及免責機制

統一抽象規範如有違反任何法律規定時，應以申請人為處罰對象；另條文中有明定主管機關得在實驗期間排除全部或部分的法規適用，此包括《公路法》、《道路交通管理處罰條例》、《船舶法》及《民用航空法》。

2.3.3 智慧化車隊管理技術發展

目前國內大客車智慧化車隊管理技術著重於車隊管理、資訊整合服務、電子付費等，例如智慧型公車站牌、公車定位及站名播報系統、公車動態資訊，讓民眾能夠透過網頁或 APP 隨時隨地查詢公車即時動態資訊，或藉由智慧型站牌/資訊可變系統之設置，於公車站或捷運站等交通節點，提供行經該站位之公車路線即時到站資訊，並可輔助進行行前旅運規劃或行中行程調整，以降低公車運行的不確定性及增加乘客使用之安全感；同時，也提供多卡通收費服務，讓民眾能夠方便利用悠遊卡、高捷卡、Happycash 等不同方式支付乘車費用。

歸納國內外應用現況與未來趨勢，本計畫認為未來大客車智慧化車隊管理技術將不再局限於單純之動態資訊、電子付費、車隊管理技術應用，將漸趨多元整合應用即時動態資訊、駕駛管理、緊急安全、駕駛行為分析與教練、車隊管理、電子收(付)費、資訊娛樂、大數據分析、車輛診斷、行動化管理、智慧電池管理等不同技術，如圖 2.3-75。分別說明如下：



資料來源：本計畫繪製。

圖 2.3-75 大客車智慧化車隊管理技術發展面向

即時動態資訊技術目的在於將蒐集之車輛動態資訊即時回傳至行控中心，提供營運管理單位發布大客車到(離)站動態資訊，以及提供乘客旅運規劃服務，讓乘客能夠隨時瞭解車輛班次及何時進站並進行規劃或調整行程。

駕駛管理技術目的在於辨識駕駛人身分、身體狀態、以及判斷駕駛行為狀態，並可依照辨識及判斷結果而適時提供安全警告訊息給營運管理者。

緊急安全技術目的在於透過被動之緊急通報按鈕、或主動之緊急自動通報，提供車輛緊急狀況時能夠即時觸發緊急救援程序，發出呼救通知、車輛位置座標、車輛行駛動態資訊等緊急資訊給行控中心，以利行控中心通報附近救援單位前往協助處理。

駕駛行為分析與教練技術目的在於紀錄、蒐集、分析車輛行駛動態之數位資料，例如油門、行駛時速、加減速、里程、行駛時間等，並監控車輛異常行駛狀況，如急速轉彎、衝擊、突然加速、急煞等，提供作為營運管理者分析與評比駕駛行為之參考，並配合必要之安全訓練，矯正駕駛人員不適當駕駛行為，藉以維護行車安全與提升營運績效。

車隊管理技術目的在於將蒐集之車輛行車動態資訊與其他相關資訊即時回傳至行控中心，提供業者進行車隊管理作業，例如掌握車輛位置、監控車輛行駛，並給予駕駛人員適當協助，藉以掌控車輛安全與提升營運價值。

電子收(付)費技術目的在於透過車上收費裝置，提供乘客方便利用悠遊卡、高捷卡、Happycash、QRCode 等不同方式來支付乘車費用，並可查詢餘額或進行加值。

資訊娛樂技術目的在於結合車上設備、以及置物架懸吊螢幕或頭枕觸控螢幕，提供乘客搭車相關之食宿遊購資訊、多媒體娛樂、行車安全宣導、以及行動上網，以豐富大客車智慧化服務內涵，並提升乘客滿意度。

大數據分析技術目的在於廣泛蒐集系統紀錄之駕駛行為資料、行車資料、營運資料，油耗資料、車輛資料、電子收費資料，進行大數據採礦分析，並透過視覺化呈現，以提供作為營運管理者精進車隊管理及提升營運績效之參考依據。

車輛診斷技術目的在於方便營運管理者根據車輛在行駛中的診斷數據分析，進行有效的車輛行駛安全監控，事先提醒更換煞車等零組件，避免車身零件老舊未更新卻依舊上路造成意外的情況，在事故發生前能先行預防。

行動化管理技術目的在於讓營運管理者能夠方便使用各類行動裝置輕鬆掌握各類管理資訊。

智慧電池管理技術目的在於提供監測及維護電池 Cell 不會被使用在保護限制外、在不受控制下(通訊失效)提供一個安全機制、可在緊急狀況下隔離電池、Cell 的不平衡補償、電池的充放電機制、提供電池充電容量(State of Charge, SOC)及健康狀態(State of Health, SOH)、提供工作顯示及告警訊息、預測可能的電池容量、接受及運作相關的控制(例如車輛所發出控制訊號)、提供預充電、記錄電池使用日誌等多項功能。

2.4 國內電動大客車營運概況

2.4.1 各縣市電動大客車數量與分布

國內已有採用電巴之客運業者包括臺北客運、桃園客運、四方客運、捷順交通、新竹客運、科技之星、苗栗客運、全航客運、中鹿客運、豐原客運、雲林客運、阿里山客運、南臺灣客運、高雄客運、港都客運、屏東客運、國光客運、太魯閣客運及金門縣公共車船處等，營運路線大多為市區公車及社區接駁公車或觀光路線公車，少部份為行經國道之快速公車及山區路線，如表 2.4-1 所示。另仍有部分業者已在申請籌備中，如大都會客運、捷順交通、興南客運等。

表 2.4-1 國內電巴行駛路線

營運業者	行駛路線	上線日期	行駛環境
欣欣客運	66【捷運動物園–松山車站】	2018/10	一般道路
臺北客運	橘 5	2018/11	一般道路
大都會客運	臺北聯營和平幹線	2018/11	一般道路
桃園客運	GR2【桃園捷運綠線先導公車】	2016/05	一般道路
	桃園、中壢、平鎮區免費公車	2014/07	一般道路
新竹客運	竹科捷駁	2012/01	一般道路
科技之星交通	81 路	2013/10	一般道路
	台南科學園區接駁線	2015/11	高速公路
	竹科廠區接駁線	2015/12	一般道路
	快捷 7 號	2013/11	一般道路
	竹塹小巴	2014/01	一般道路
全航客運	綠能街車	2014/07	一般道路
捷順交通	199、356、357、359 路	2016/04	一般道路
	356、A1 路	2016/12	一般道路
	臺中國際機場 DRTS	2017/01	一般道路
	710【大溪–捷運永寧站】	2017/02	高速公路
臺中客運	臺中花博園區接駁專車	2018/11	一般道路
中臺灣客運			
豐原客運			
	11、12、55 路	2013/12	一般道路
中鹿客運	臺 74 快速公車	2017/06	快速道路
南投客運	日月潭遊湖巴士	2015/01	一般道路
阿里山客運	166 嘉義高鐵快捷、168 西濱快捷線	2017/01	一般道路

資料來源：本計畫彙整。

表 2.4-1 國內電巴行駛路線(續)

營運業者	行駛路線	上線日期	行駛環境
四方客運	77、77-1 路	2016/03	一般道路
	臺中市公車(混合調度)	2016/04	一般道路
	354、355 路	2016/04	一般道路
	東海大學接駁車	2016/09	一般道路
	352 路	2017/06	一般道路
苗栗客運	181、5814	2014/04	一般道路
	5801、2802、5803、5815、5816 路	2015/06-09	一般道路
雲林客運	201 雲林高鐵快捷	2015/12	一般道路
南臺灣客運	建功幹線(紅 30)	2014/04	一般道路
	西城快線、301B、紅 53D	2015/12	一般道路
高雄客運	旗美國道快捷公車	2013/01	高速公路
港都客運	紅 27、7、205、217、218 19、50、52A、81、73	2018/01 - 2018/07	一般道路
	12、62、69、214、黃 2A、黃 2B 黃 2C、紅 2、紅 3、紅 8、紅 9	2018/04	一般道路
漢程客運	168 環狀輕軌先導公車	2016/12	一般道路
	捷運捷駁公車	2016/12	一般道路
屏東客運	510、513、515、516 屏科大校園接駁	2018/04	一般道路
太魯閣客運	301 東華大學接駁車、太魯閣	2016/08	山區道路
	臺灣好行 303 縱谷花蓮線	2016/12	一般道路
國光客運	綠 28【南方澳港區循環線】	2016/10	一般道路
金門縣公共車船處	臺灣好行、觀光巴士	2015/12	一般道路

資料來源：本計畫彙整。

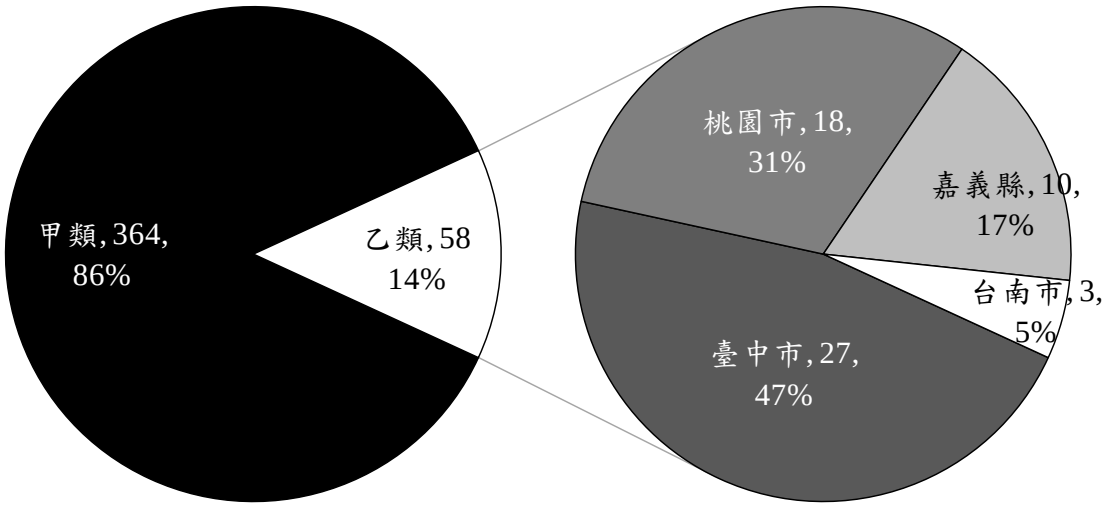
截至民國 107 年 11 月中，國內電巴總數有 422 輛，甲類大客車為 364 輛占 86%，乙類大客車為 58 輛占 14%，乙類以臺中市數量最多為 27 輛，甲類及乙類合計使用於市區公車 414 輛及公路客運 8 輛，而六都直轄市總計為 338 輛，占全國總數 80%，其中以臺中市總數 140 輛占為全國比率 33%高居全國之冠，其次為高雄市 113 輛(27%)及桃園市 56 輛(13%)；非六都總計共 83 輛(含行駛於苗栗地區之公路客運)占 20%，以嘉義縣 18 輛最多，主要為阿里山客運所經營。

各縣市電巴分甲類及乙類數量整理如表 2.4-2 及圖 2.4-1 所示，各縣市總數如圖 2.4-2 所示，其中彰化縣、南投縣、嘉義市、臺東縣、澎湖縣及連江縣無電巴故未列入。

表 2.4-2 國內各縣市電巴數量

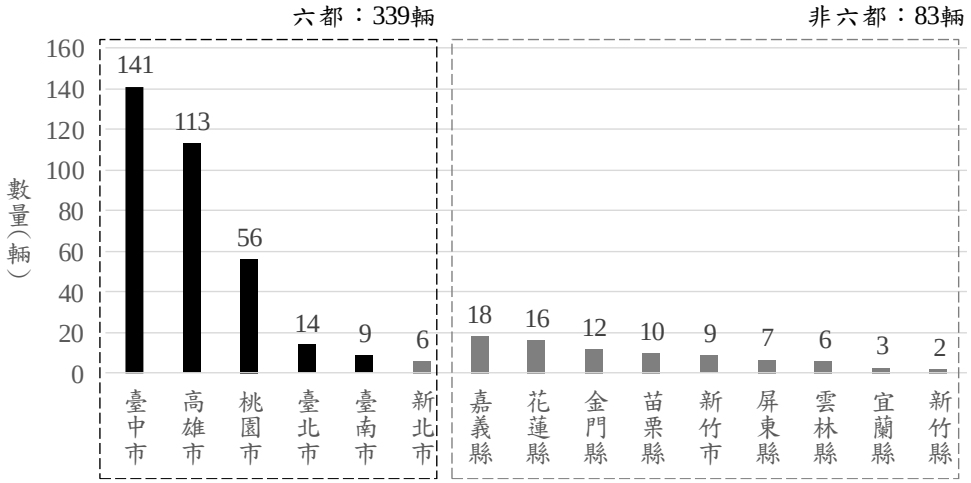
縣市	甲類	乙類	合計
臺北市	14	0	14
臺中市	114	27	140
高雄市	113	0	113
桃園市	38	18	56
臺南市	6	3	9
新北市	6	0	6
花蓮縣	16	0	16
金門縣	12	0	12
屏東縣	7	0	7
新竹市	9	0	9
嘉義縣	8	10	18
雲林縣	6	0	6
苗栗縣	10	0	9
新竹縣	2	0	2
宜蘭縣	3	0	3
合計	364	58	422

資料來源：本計畫彙整。



資料來源：本計畫分析。

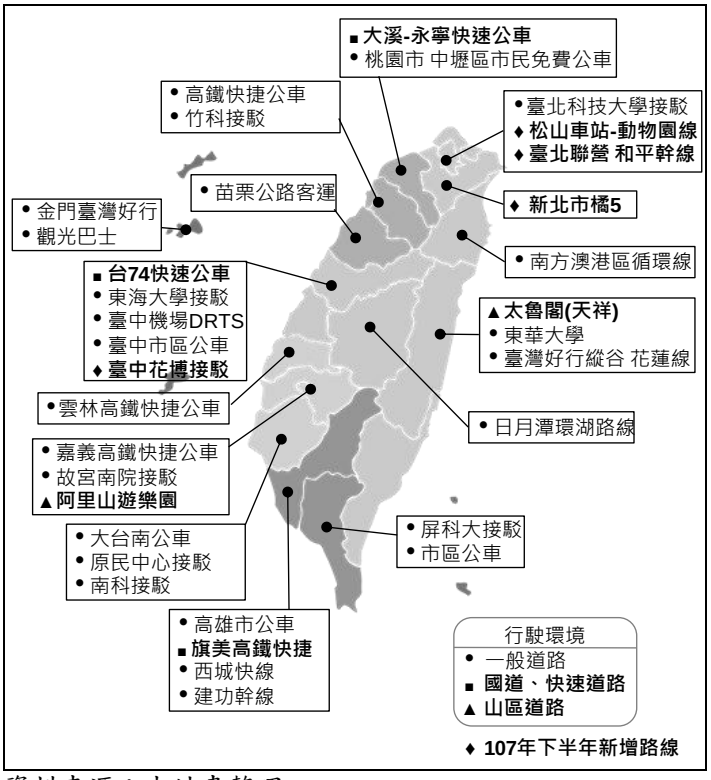
圖 2.4-1 國內甲、乙類電巴數量



資料來源：本計畫分析。

圖 2.4-2 國內各縣市電巴數量統計

除用於客運路線之外，國內亦有許多營業及自用電動大客車提供服務，如臺北科技大學校區接駁車、中山大學校區接駁(試車期)、科技之星於竹科及南科接駁車、車王電子於新竹中興院區與竹北高鐵站間接駁車、南投客運行駛日月潭環湖路線、加成交通行駛阿里山遊樂園區路線、國慶通運於台積電新竹廠區內之接駁等。國內各縣市電動大客車營運分布如圖 2.4-3 所示。



資料來源：本計畫整理。

圖 2.4-3 國內各縣市電動大客車營運分布圖

2.4.2 現況電動大客車車款廠牌統計

目前國內已取得交通部車輛安全審驗中心(VSCC)所核發之車輛型式認證之電動大客車包括華德動能科技股份有限公司、凱勝綠股份有限公司、臺灣立凱綠能移動股份有限公司、唐榮車輛科技股份有限公司、總盈汽車有限公司、創奕能源科技股份有限公司及必翔電動汽車公司，而現有使用於市區公車及公路客運之車款，華德公司與唐榮公司各有甲類與乙類大客車各一型，總盈、凱勝比亞迪與創奕能源皆有甲類大客車各一型。

就前述國內目前電巴數量 422 輛(含北客已停駛之華德電巴 2 輛)當中，以凱勝綠能 131 輛市占率 31%最高；客運業者以港都客運 68 輛為為數量最多之客運業者，占全國總數 16%；另臺北客運、桃園客運、豐原客運、南臺灣客運 4 家業者使用 2 種電巴廠牌。各家客運業者使用之車輛廠牌統計數如表 2.4-3 與圖 2.4-4 所示。

表 2.4-3 客運業者使用之車輛廠牌數量

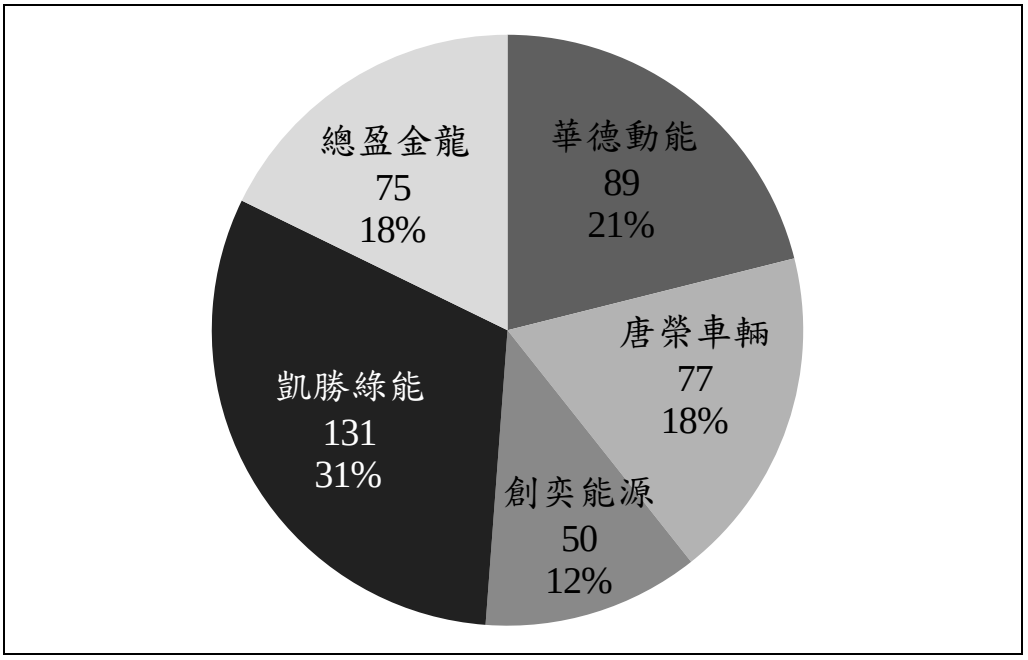
客運業者	華德	唐榮	創奕	凱勝	總盈	業者總計	市占率
大都會客運	-	-	-	2	-	2	0%
欣欣客運	12	-	-	-	-	12	3%
臺北客運	2	-	-	4	-	6	1%
桃園客運	25	16	-	-	-	41	10%
捷順交通	-	-	-	56	-	56	13%
臺中客運	-	-	-	8	-	8	2%
全航客運	2	-	-	-	-	2	0%
中鹿客運	-	-	28	-	-	28	7%
豐原客運	-	10	-	4	-	14	3%
中臺灣客運	-	-	16	-	-	16	4%
苗栗客運	-	-	-	12	-	12	3%
四方客運	-	39	-	-	-	39	9%
南臺灣客運	23	-	-	5	-	28	7%
高雄客運	11	-	-	-	-	11	3%
港都客運	-	-	-	-	68	68	16%
漢程客運	-	-	6	-	-	6	1%

資料來源：本計畫分析。

表 2.4-3 客運業者使用之車輛廠牌數量(續)

客運業者	華德	唐榮	創奕	凱勝	總盈	業者總計	市占率
科技之星	5	-	-	-	-	5	1%
雲林客運	-	-	-	6	-	6	1%
阿里山客運	-	-	-	18	-	18	4%
屏東客運	-	-	-	-	7	7	2%
國光客運	3	-	-	-	-	3	1%
太魯閣客運	-	-	-	16	-	16	4%
金門縣公共車船	-	12	-	-	-	12	3%
新竹客運	6	-	-	-	-	6	1%
車輛廠牌總計	89	77	50	131	75	422	
市占率	21%	18%	12%	31%	18%		100%

資料來源：本計畫分析。



資料來源：本計畫分析。

圖 2.4-4 國內電動大客車車款廠牌統計

2.5 國內電動大客車前期規劃與相關法規

2.5.1 國內前期推動作法

為提供民眾低噪與無汙染的健康旅程，並提升我國智慧電動車輛產品性能與國產化比率，及推動電動車輛整車及關鍵組件外銷，交通部、經濟部及環保署分別訂定不同的補助政策與申請管道，雖然個案送件審查時會避免重複補貼情事，但仍存在資訊及資源分散之狀況。因此，交通部邀集經濟部及環保署召開多次協調會議，促成跨部會資源整合共同執行，以民國 103 年 1 月 2 日修正「交通部公路公共運輸補助電動大客車作業要點」作為電動大客車最主要之補助政策，並增訂「電動大客車性能驗證規範」及「電動大客車附加價值率要求標準規定」，自民國 103 年度起由交通部會同經濟部、環保署、相關單位及邀集專家學者辦理審查，由交通部公共運輸補助計畫補助電動大客車車體及充電站建置、由環保署加碼補助車體及電池、由經濟部負責附加價值率審議。

然為推動 2030 年市區公車全面電動化，及持續提升國內電動大客車產業能量，目前交通部正就新政策目標擬訂新年度的輔導或補助政策。本計畫茲彙整各部會過去推廣電動大客車之目標及補助規範，如表 2.5-1 所示，並詳述說明如下。

1. 交通部「交通部公路公共運輸補助電動大客車作業要點」

(1) 作業要點調整沿革

為提升公共運輸使用環境品質及永續發展，交通部自民國 106 年 12 月 29 日頒布「交通部公路公共運輸補助電動大客車作業要點」，補助客運業者購置電動大客車營運使用，並於民國 107 年 1 月 1 日開始實施。

另於民國 107 年 6 月 25 日修正作業要點規定，包括修正第 3 點申請補助檢附文件內容、第 5 點補助項目與額度，及增訂第 6 點之 1 專案汰換補助。

因應交通部檢討調整後續年度申請補助機制，107 年補助電動大客車申請案受理期限，至民國 107 年 10 月 31 日截止。

(2) 現行補助項目與要求

依據107年公布之申請作業要點，補助對象為各縣市政府及公路總局提報所轄市區或一般公路客運業者，補助項目包括電動大客車車體(不含電池)、電池及充電場站設施，分為汰舊換新及新闢路線二類，補助比例及經費額度如下列規定：

①電動大客車車體(不含電池)：

a. 汰舊換新：交通部每輛補助車體價格之49%，甲類大客車補助並以新臺幣353.8萬元為上限，乙類大客車則以每輛200萬元為上限。

b. 新闢路線：交通部每輛補助車體價格之80%，甲類大客車補助並以新臺幣520萬元為上限，乙類大客車則以每輛250萬元為上限。

c. 專案汰換：交通部每輛補助車體價格之49%，甲類大客車補助並以新臺幣353.8萬元為上限，乙類大客車則以每輛200萬元為上限。

d. 車體價格部份，行政院環保署另增加補助每輛新臺幣50萬元。

②電池購置或租賃費用，由環保署補助每輛新臺幣100萬元。但未來如對電池規格另有補助規定時，依該規定辦理。

③充電場站：交通部補助基本水電設施(管線、電源配置等)及必要土木營建費用，以每輛補助新臺幣30萬元計算，並以充電場站總經費之49％為補助上限。

④以上補助經費總額，由交通部、環保署視各年度預算編列情形決定之。

經交通部同意核定受補助車輛及充電場站，應保證正常營運至少8年，不得移作他用或轉售，倘有調整使用需求，受補助機關應函報交通部公路總局同意後，始得調整之；另屬新闢路線之受補助車輛，營運3年內不得申請交通部公路總局營運虧損補貼；電動大客車附加價值率應達50％以上。

2. 經濟部「經濟部智慧電動車先導運行計畫輔導作業要點」

經濟部為建構智慧電動車良好使用環境，提升產業競爭力，落實臺灣實現低碳島之政策目標，自民國 99 年 7 月 26 日頒布「經濟部智慧電動車先導運行計畫輔導作業要點」，並施行至民國 105 年 12 月 31 日止。

依據民國 105 年 3 月 25 日修正的作業要點規定，補助對象為政府機關及國內依法設立登記之公司，提案類型分為下列二類：

(1) 先期研究(Phase 0)：指先導運行計畫所提之初步構想，針對市場趨勢、技術可行性、營運模式可行性、預期產業及社會效益等進行研究驗證，利於後續先導運行專案研擬。

(2) 先導運行專案(Phase 1)：指提案單位就執行先導運行計畫之完整提案內容，包含提案單位組成、採用車型、營運模式、充電模式、車載應用及預期效益。

該要點補助項目包括可領牌上路之四輪以上智慧電動車、營運模式之軟體、硬體設備及其他支援項目，包含充電站設備、車輛管控調度中心、電動車維修設備、充電管控中心、相關設施所需資訊軟體系統、國際技術合作與引進導入及相關支援設備費用，計畫補助款不得超過該專案總經費之 50%，如為先期研究(Phase 0)案，計畫補助款以新臺幣 200 萬元為上限。若先導運行專案規劃使用電動大客車者，需提供符合「電動大客車性能驗證規範」證明文件及「電動大客車附加價值率」證明文件。

3. 環保署「電動大客車示範運行計畫(專案)」

環保署電動大客車示範運行計畫是電動大客車推廣初期，為降低地方政府及客運業者疑慮，由環保署專案補助地方政府辦理示範運行計畫，並於 102 年開始補助 100 輛電動公車及 35 充換電站；103 年開始補助 300 輛電動公車及 100 充換電站；104 年開始補助 500 輛電動公車及 170 充換電站，受補貼之地方政府提出地方配合款後以勞務委託方式辦理招標，徵求技術顧問服務團隊執行電動車輛租用、駕駛招募、路線規劃、行銷推廣以及成果效益分析等整合性作業。補貼金額以車輛連同電池、電費、人員等成本，每車每月 25 萬元為原則，並編列其他配套計畫管理之費用。

表 2.5-1 國內電動大客車相關補助政策一覽表

補助政策	交通部 公路公共運輸補助電動大客車作業要點	經濟部 智慧電動車先導運行計畫	環保署 電動大客車示範運行計畫(專案)
補助對象	▪ 地方政府 ▪ 市區或一般公路客運業者	▪ 政府機關 ▪ 國內依法設立登記之公司	▪ 地方政府
補助項目	▪ 電動大客車車體 ▪ 電池 ▪ 充電場站設施	▪ 可領牌上路之四輪以上智慧電動車 ▪ 營運模式軟體 ▪ 營運模式硬體設備 ▪ 其他支援項目	▪ 電動大客車租金 ▪ 換電設備租金 ▪ 示範計畫營運費用
補助原則	▪ 電動大客車車體： 1. 汰舊換新：補助車體價格 49%，甲類大客車上限為每輛 353.8 萬元;乙類大客車上限為每輛 200 萬元 2. 新闢路線：補助車體價格 80%，甲類大客車上限為每輛 520 萬元；乙類大客車上限為每輛 250 萬元 3. 專案汰換：補助車體價格 49%，甲類大客車上限為每輛 353.8 萬元;乙類大客車上限為每輛 200 萬元 4. 環保署增加補助每輛 50 萬元 ▪ 電池購置或租賃費用:上限為每輛 100 萬元 ▪ 充電場站：基本水電設施及必要土木營建(總經費 49%)上限為每輛 30 萬元	▪ 不得超過專案總經費 50% ▪ 先期研究(Phase 0)上限為 200 萬元	▪ 車輛租金:25 萬元/車月 ▪ 駕駛薪資：5 萬元/人月 ▪ 行銷宣傳：總經費 10%

資料來源：本計畫整理。

4. 電動及柴油大客車補助政策比較

綜整國內電動及柴油大客車補助政策(如表 2.5-2)，依據民國 107 年執行作法，汰舊換新部分，甲類電動大客車每輛上限為 553.8 萬元，乙類電動大客車每輛上限為 380 萬元；甲類柴油大客車依車型每輛上限為 112~223.6 萬元，乙類柴油大客車依車型每輛上限為 135~182 萬元。在新闢路線部分，甲類電動大客車每輛上限為 700 萬元，乙類電動大客車每輛上限為 430 萬元；甲類柴油大客車依車型每輛上限為 210~331.4 萬元，乙類柴油大客車依車型每輛上限為 220~267 萬元。整體而言，電動大客車補助總金額高於柴油大客車。而公路總局於民國 107 年度就補助方式進行檢討，於民國 108 年將調整為新闢路線及汰舊換新補助已訂為統一標準(均以汰舊換新為標準)。

表 2.5-2 國內電動及柴油大客車補助政策比較表

補助政策	交通部 公路公共運輸補助 電動大客車作業要點	交通部公路總局 執行公路公共運輸多元推升計畫 (民國 106~109 年)補助作業注意事項
補助對象	▪ 地方政府 ▪ 市區或一般公路客運業者	▪ 地方政府
補助項目	▪ 電動大客車車體 ▪ 電池 ▪ 充電場站設施	▪ 依車輛價格購入憑證補助
補助原則	▪ 電動大客車車體： 1. 汰舊換新：補助車體價格 49%，甲類大客車上限為每輛 353.8 萬元；乙類大客車上限為每輛 200 萬元 2. 新闢路線：補助車體價格 80%，甲類大客車上限為每輛 520 萬元；乙類大客車上限為每輛 250 萬元 3. 專案汰換：補助車體價格 49%，甲類大客車上限為每輛 353.8 萬元；乙類大客車上限為每輛 200 萬元 4. 環保署增加補助每輛 50 萬元 ▪ 電池購置或租賃費用：上限為每輛 100 萬元	依「公路公共運輸多元推升計畫(106 年-109 年)」地方政府各財力等級之自籌款比率規範核定補助比例： ▪ 汰舊換新(非離島地區) 1. 甲類大客車：低地板型每輛上限為 223.6 萬元；普通型每輛上限為 112 萬元；無障礙型單側配置 1 套輪椅升降台者，每輛上限為 159 萬元；車身兩側共配置 2 套輪椅升降台者，每輛上限為 204 萬元 2. 乙類大客車：低地板型每輛上限為 182 萬元；普通型每輛上限為 135 萬元；無障礙型配置 1 套輪椅升降台，每輛上限為 182 萬元

資料來源：本計畫整理。

表 2.5-2 國內電動及柴油大客車補助政策比較表(續)

補助政策	交通部 公路公共運輸補助 電動大客車作業要點	交通部公路總局 執行公路公共運輸多元推升計畫 (民國 106~109 年)補助作業注意事項
補助原則	▪ 充電場站：基本水電設施及必要土木營建(總經費 49%)上限為每輛 30 萬元	▪ 新闢路線(非離島地區) 1. 甲類大客車：低地板型每輛上限為 331.4 萬元；普通型每輛上限為 210 萬元；無障礙型單側配置 1 套輪椅升降台者，每輛上限為 257 萬元；車身兩側共配置 2 套輪椅升降台者，每輛上限為 302 萬元 2. 乙類大客車：低地板型每輛上限為 267 萬元；普通型每輛上限為 220 萬元；無障礙型配置 1 套輪椅升降台，每輛上限為 267 萬元 3. 雙節大客車：比照甲類低地板大客車 4. 雙層大客車：每輛上限為 541.4 萬元
補助金額總計	▪ 汰舊換新 1. 甲類大客車每輛上限為 533.8 萬元 2. 乙類大客車每輛上限為 380 萬元 ▪ 新闢路線 1. 甲類大客車每輛上限為 700 萬元 2. 乙類大客車每輛上限為 430 萬元	▪ 汰舊換新(非離島地區) 1. 甲類大客車依車型每輛為 112~223.6 萬元 2. 乙類大客車依車型每輛為 135~182 萬元 ▪ 新闢路線(非離島地區) 1. 甲類大客車依車型每輛為 210~331.4 萬元 2. 乙類大客車依車型每輛為 220~267 萬元

資料來源：本計畫整理。

2.5.2 前期相關電動大客車研究回顧

交通部運輸研究所(民 105)與經濟部工業局(民 103)分別蒐集國內電動公車實際營運資料，分析電動公車之妥善情形、車輛能源效率、續航里程、成本效益、營運模式。本計畫針對交通部運輸研究所(民 105)與經濟部工業局(民 103)之資料取得方式、營運指標計算方式、分析結果進行說明，作為後續推動之基礎資訊掌握。

1. 資料取得方式

前期研究在資料取得方式中，質性分析主要是針對現階段國內電動公車營運業者、車輛製造廠商進行訪談；量化分析則是針對營運資料進行蒐集與分析，蒐集方式為取得車輛製造廠出廠資料，或由客運業者採人工方式記錄日期、車號、起始里程(km)、結束里程(km)、起始電量(%)、結束電量(%)、故障狀況(有/無)，據以計算車輛妥善率、用電效率、續航里程。

2. 計算公式

計算車輛妥善率、用電效率、續航里程係採下述公式：

(1) 妥善率(%)=正常營運總車日數(車日)/應營運總車日數(車日)

(2) 用電效率(KM/KWH)=行駛里程(KM)/消耗電力(KWH)

(3) 續航里程：採推估方式，以車輛所裝配的電池容量(KWH)乘以上述之用電效率(KM/KWH)。

3. 分析成果

量化分析成果包括：妥善率、用電效率、續航里程、電動公車與柴油公車成本比較，茲分別說明如下：

(1) 妥善率

交通部運輸研究(民 105)針對 18 條電動大客車路線進行妥善率之分析，分析成果顯示(如表 2.5-3)，電動大客車整體妥善率平均為91.25%，個別路線平均妥善率最低者為62.86%，最高者為100%；整體妥善率依各月份計算之變異係數為 18.28%。

表 2.5-3 前期研究彙整之電動大客車各路線異常次數與妥善率一覽表

路線	車輛型式	配車數(輛)	資料長度(月)	異常件數(次)	平均妥善率	標準差	變異係數
金門觀光公車	立凱甲類	2	21	20	98.44%	0.02	2.46%
新竹市 55、57	華德甲類	6	32	703	88.00%	0.18	20.89%
新竹世博接駁	立凱甲類	7	19	480	88.13%	0.12	13.22%
竹塹小巴	立凱乙類	11	17	434	92.38%	0.07	7.19%
新竹市 81	華德乙類	2	9	174	68.98%	0.38	54.65%
新竹縣 7(甲)	華德甲類	2	9	109	80.35%	0.27	33.61%
新竹縣 7(乙)	華德乙類	1	9	83	70.42%	0.40	57.27%
高雄國道 10	華德甲類	11	12	71	96.74%	0.03	3.37%
南台灣建功幹線	華德甲類	9	5	266	80.60%	0.09	10.85%
桃客 GR	立凱甲類	6	10	103	94.31%	0.08	8.76%
桃園市 151、152、105	立凱甲類	6	13	132	93.70%	0.10	10.52%
桃園市 1	唐榮甲類	6	6	27	97.54%	0.03	3.56%
桃園縣府火車站	唐榮甲類	3	6	11	97.97%	0.04	4.08%
桃園中平免	華德乙類	18	2	8	99.28%	0.01	0.77%
長榮 GR	立凱甲類	4	10	123	89.84%	0.04	3.95%
豐客市 55	唐榮甲類	7	9	19	99.01%	0.01	0.94%
豐客市 12	唐榮甲類	3	9	8	99.03%	0.01	1.38%
大鵬灣接駁	華德乙類	2	6	136	62.86%	0.49	77.71%
苑裡至大甲	馨盛甲類	3	3	0	100.00%	0.00	0.00%
合計		109	207	2,907	91.25%	0.17	18.28%

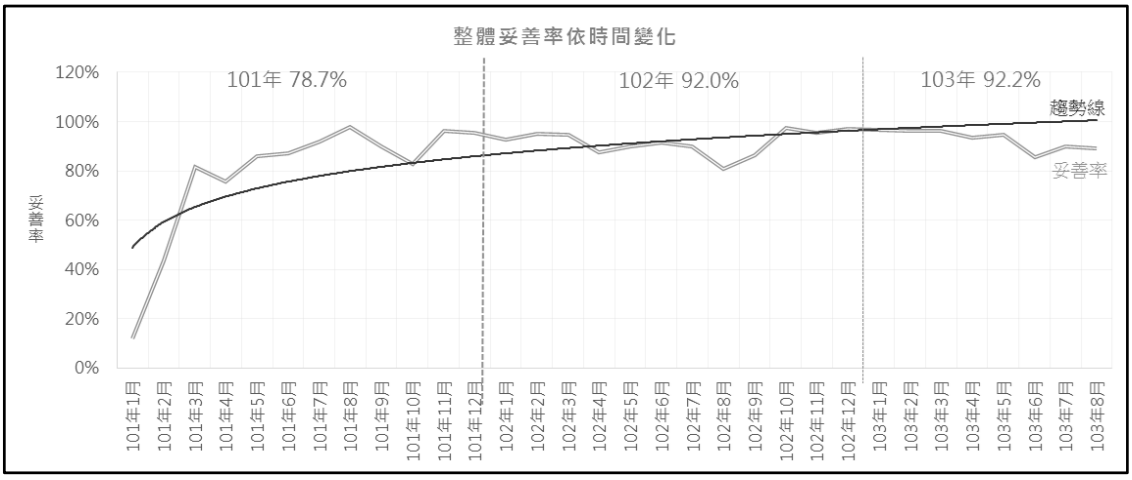
資料來源：交通部運輸研究所(民 105)公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查。

該計畫進一步針對 101 年、102 年、103 年之妥善率進行分析，三年度之妥善率分別為 78.67%、92.06%、92.21% (如表 2.5-4 及圖 2.5-1)，顯示隨著營運經驗之累積，電動大客車妥善率有逐漸改善之趨勢，然相較柴油大客車之妥善率(99.83%)，電動大客車仍有提升之空間。

表 2.5-4 前期研究彙整之電動大客車各年度整體妥善率

年度	異常件數(次)	妥善率	標準差	變異係數
101	475	78.67%	0.24	30.94%
102	866	92.06%	0.05	5.17%
103	1,566	92.21%	0.04	4.10%
合計	2,907	91.25%	0.17	18.28%

資料來源：交通部運輸研究所(民 105)公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查。



資料來源：交通部運輸研究所(民 105)公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查。

圖 2.5-1 前期研究彙整之電動大客車整體妥善率趨勢

(2) 用電效率

交通部運輸研究(民 105)共計取得 18 條路線耗電量及行駛里程資料，據以計算電動公車之車輛用電效率(如表 2.5-5)。

依上述資料進一步依四家不同車廠進行彙整如表 2.5-6。其中，電動大巴平均用電效率介於 0.6411~1.0172 KM/KWH；電動中巴則介於 0.72 ~1.6781 KM/KWH。

另經濟部工業局(民 103)指出，華德動能車輛在「新車+一般道路+不開冷氣」情境下，電動大巴平均用電效率為 1.058 KM/KWH；電動中巴則為 0.588 KM/KWH；在「市區道路+不開冷氣」情境下之平均用電效率為 0.6 KM/KWH；在「國道路線+不開冷氣」情境下之平均用電效率為 1.2~1.4 KM/KWH。至於唐榮車輛、立凱綠能之車輛平均用電效率則分別約為 0.8 KM/KWH、0.64 KM/KWH。

表 2.5-5 前期研究彙整之各路線平均用電效率彙整

路線	車輛型式	配車數(輛)	資料長度(月)	消耗電力(KWH)	行駛里程(KM)	用電效率(KM/KWH)	標準差	變異係數
金門觀光公車	立凱甲類	2	21	59,067	36,617	0.62	0.07	10.65%
新竹市 55、56	華德甲類	6	6	129,333	92,212	0.71	0.07	10.03%
新竹世博接駁	立凱甲類	7	15	231,179	146,201	0.63	0.04	6.39%
竹塹小巴	立凱乙類	11	15	499,257	359,300	0.72	0.04	5.14%
新竹市 81	華德乙類	2	9	51,329	94,352	1.84	0.16	8.65%
新竹縣 7(甲)	華德甲類	2	8	100,065	89,457	0.89	0.03	3.33%
新竹縣 7(乙)	華德乙類	1	8	22,406	33,231	1.48	0.23	15.79%
高雄國道 10	華德甲類	11	7	370,100	309,007	0.83	0.07	8.22%
南台灣建功幹線	華德甲類	9	5	162,691	150,574	0.93	0.15	15.79%
桃客 GR	立凱甲類	6	11	186,972	139,791	0.75	0.06	7.41%
桃園市 151、152、105	立凱甲類	6	13	175,379	101,694	0.58	0.01	2.41%
桃園市 1	唐榮甲類	6	6	254,013	162,838	0.64	0.03	4.96%
桃園縣府火車站	唐榮甲類	0	6	78,177	43,242	0.55	0.04	7.06%
桃園中平免	華德乙類	18	無紀錄用電					
長榮 GR	立凱甲類	4	11	206,899	135,702	0.66	0.04	6.24%
豐客市 55	唐榮甲類	7	9	339,561	234,913	0.69	0.03	4.50%
豐客市 12	唐榮甲類	3	9	144,850	99,550	0.69	0.07	9.49%
大鵬灣接駁	華德乙類	2	5	11,831	13,118	1.11	0.22	19.79%
苑裡至大甲	馨盛甲類	3	3	18,277	18,591	1.02	0.00	0.23%
合計		106	167	3,041,386	2,260,389	0.74	0.05	7.27%

資料來源：交通部運輸研究所(民 105)公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查。

表 2.5-6 前期研究彙整之各廠牌車輛平均用電效率

廠牌/車型	樣本個數	平均數	標準差	最小值	最大值
立凱甲類	21	0.6411	0.02329	0.59	0.69
立凱乙類	15	0.7200	0.03831	0.66	0.78
華德甲類	12	0.8396	0.07887	0.73	1.01
華德乙類	9	1.6761	0.24694	1.36	1.97
唐榮甲類	9	0.6783	0.04662	0.63	0.76
馨盛甲類	3	1.0172	0.00290	1.01	1.02

資料來源：交通部運輸研究所(民 105)公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查。

(3) 續航里程

交通部運輸研究(民 105)以用電效率乘上車輛電池容量所估算續航里程之結果為：華德動能電動大巴、中巴之續航里程為 210.33 公里、94.52 公里；立凱綠能電動大巴、中巴之續航里程為 65.16 公里、71.97 公里；唐榮車輛電動大巴之續航里程為 157.38 公里；馨盛電動大巴之續航里程為 329.57 公里(如表 2.5-7)。

經濟部工業局(民 103)指出，華德動能車輛在「新車+一般道路+不開冷氣」情境下之續航里程約為 170-180 公里；在「市區道路+不開冷氣」情境下之續航里程約為 100-120 公里；在「國道路線+不開冷氣」情境下之續航里程約為 180 公里。唐榮車輛、立凱綠能車輛續航里程分別約為 150 公里、50-60 公里。

表 2.5-7 前期研究彙整之各車型續航里程推估

車型	平均用電效率 (KM/KWH)	電池容量 (KWH)	續航里程(KM)
立凱甲類	0.651550112	100	65.16
立凱乙類	0.71966972	100	71.97
華德甲類	0.841327134	250	210.33
華德乙類	1.644364311	110	94.52
唐榮甲類	0.661941596	215	157.38
馨盛甲類	1.017180062	324	329.57

資料來源：交通部運輸研究所(民 105)公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查。

(4) 電動公車與柴油公車成本比較

該二項計畫皆以路線別成本為基礎分析方式，透過實際使用成本資料之蒐集，進行電動公車與柴油公車成本之比較。其中交通部運輸研究(2016)蒐集了五家客運業者之柴油公車、電動公車 18 項成本，比較個別業者柴油公車與電動公車間存在顯著差異的成本項目，將柴油公車、電動公車成本差異百分比超過 20%者視為顯著差異之成本項，其結果如表 2.5-8 所示。

表 2.5-8 前期研究蒐集柴油與電動大客車間成本差異顯著項目

成本項	燃料	附屬油料	輪胎	車輛折舊	行車人員薪資	行車附支	修車材料	修業車員工薪資	修車附支	業務員工薪資	業務費用	各項設備折舊	管理員工薪資	管理費用	站場租金	通行費	財務費用
A		√		√			√				√	√			√		
B	√	√	√	√			√				√	√					
C	√	√		√	√	√	√		√	√	√				√		√
D	√	√		√		√		√	√			√		√	√		
E		√	√	√	√						√	√			√		√

註：A~E 為業者代號。
資料來源：交通部運輸研究所(民 105)公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查。

由表 2.5-7 之結果顯示各家業者之顯著差異成本項目並不一致，為釐清此一原因，該計畫進一步透過業者訪談方式進行歸納。歸納結果指出，「燃料」、「附屬油料」、「車輛折舊」、「修車材料」、「業務費用」、「各項設備折舊」、「站場租金」等七項為柴油公車、電動公車呈顯著差異之成本項(如表 2.5-9)。

表 2.5-9 前期研究彙整之柴油與電動大客車主要成本差異項目

具差異之重點項目	電動大客車增加/減少	差異原因分析
1.燃料	-3.27	油電價差導致(電價低於油價)
2.附屬油料	-0.09	電動車無須加機油，此項目差異大。
3.車輛折舊	+9.53	柴油車電動車價差大(扣除補貼款後仍有價差)。
4.修車材料	-0.22	現況因保固期間，業者僅需負擔機械類耗材費用。 電動車機件結構較簡單，理論上維修成本亦較低。
5.各項設備折舊	+1.77	充電設施之折舊計入此項，費用高於柴油車
6.業務費用	—	定義：場站相關業務費用(站牌、行銷文宣、代言…) 部分業者將充電設備租金歸類到此項，或因電動車行銷宣傳成本較高，導致此成本較高。 部分業者因站牌共用既有路線，故該成本較低
7.場站租金	+0.06	許多充電站須另行租用鄰近路線之地點，衍生租金成本

資料來源：交通部運輸研究所(民 105)公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查。

另將五家業者之柴油公車、電動公車各項成本進行加總平均，得到柴油公車、電動公車之 18 項成本平均值，其結果顯示，柴油公車每公里成本為 43.01 元，電動公車每公里成本為 52.75 元(如表 2.5-10)。

表 2.5-10 前期研究彙整之柴油與電動大客車之每公里成本

柴油大客車			電動大客車		
成本項目	成本值 $/km	成本占比 %	成本項目	成本值 $/km	成本占比 %
行車人員薪資	14.35	33.36%	行車人員薪資	14.40	12.35%
業務員工薪資	1.74	4.04%	業務員工薪資	1.96	3.01%
車輛折舊	5.63	13.08%	車輛折舊	15.16	27.30%
業務費用	1.66	3.87%	業務費用	1.59	2.86%
燃料	9.78	22.74%	燃料	6.52	28.73%
管理員工薪資	1.56	3.63%	管理員工薪資	1.56	2.39%
修車員工薪資	1.56	3.63%	修車員工薪資	1.51	2.05%
各項設備折舊	0.94	2.19%	各項設備折舊	2.71	3.71%
稅捐費用	1.22	2.84%	稅捐費用	1.26	1.22%
管理費用	0.93	2.17%	管理費用	1.08	3.27%
修車材料	0.86	2.01%	修車材料	0.64	1.34%
行車附支	0.79	1.84%	行車附支	1.73	2.96%
財務費用	0.75	1.74%	財務費用	1.34	5.14%
站場租金	0.23	0.54%	站場租金	0.29	0.55%
修車附支	0.19	0.45%	修車附支	0.28	0.52%
附屬油料	0.12	0.28%	附屬油料	0.03	0.06%
通行費	0.00	0.00%	通行費	0.00	0.00%
輪胎	0.68	1.59%	輪胎	0.71	2.54%
合計	43.02	100.00%	合計	52.75	100.00%

資料來源：交通部運輸研究所(民 105)公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查。

經濟部工業局(民 103)則首先彙整各客運業者訪談結果，獲得柴油公車、電動公車顯著差異之成本項包括：燃料、業務費用、場站租金、車輛折舊、各項設備折舊、財務費用等 7 項，採此 7 項作為量化試算的成本項目。量化方法是建構電動大客車之分析模型，評估某路線從柴油大客車車隊汰換為電動大客車車隊所需增加的營運成本。而模型試算所進行之參數假設彙整如表 2.5-11 所示。

表 2.5-11 前期研究進行財務試算之參數假設值

參數類型	項目	參數數值
設備/採購成本	原大客車車體價格(千元)	6,500
	原電池價格(千元)	2,200
	原快充設備價格(千元)	1,600
	原慢充設備價格(千元)	700
	電池單價(千元/kwh)	最低:8.8 千元/kwh 最高:14.55 千元/kwh
	電池相關服務費用	原電池價格＋6%
政府補貼	交通部:電動車體(甲類)競爭型補貼(每輛/千元)	3,750
	交通部:柴油大客車車體補貼(每輛/千元)	2,236
	環保署:電動大客車車體補貼(每輛/千元)	500
	環保署:電動大客車電池補貼(每輛/千元)	1,000
	環保署:電池交換站補貼(每輛/千元)	1,200
營運特性	電動/柴油大客車車體折舊年期(年):5 都	8
	電動/柴油大客車車體折舊年期(年):非 5 都	12
	電池折舊年期(年)	4
	充電設備及其土建設施折舊年期(年)	15
營運特性	大電池容量(kw)(適用於型態 1、2)	250
	小電池容量(kw)(適用於型態 3)	100
	長路線：單趟次路線距離(公里)	75.6
	短路線：單趟次路線距離(公里)	30
	行駛各回數後的剩餘電量(%)	30%
	每日營運趟次(趟)	34
	燃油價格(元/升)	28.1
	電價(元/度)	2.7189
技術績效表現	能源效率	能源效率低： ─插電式：0.55 公里/度 ─換電式：0.58 公里/度 能源效率高：0.99 公里/度
	缺行率(%)	最低：5% 最高：37.14%

資料來源：經濟部工業局(民 103)智慧電動車工業技術輔導推廣計畫—智慧電動車電能創新營運模式之研究：以電動大客車為例探討車電分離營運模式與補助政策規劃。

在上述參數假設下，該模型分析步驟說明如下：

①在未獲得政府補貼時，某路線的柴油大客車車隊汰換為電動大客車車隊之車隊規模與成本差異。

②扣除電動或柴油大客車的政府補貼金額後，該路線由柴油大客車車隊替換成「電動大客車為主+柴油大客車為備援」車隊時，可能增加的累計持有/使用成本或車公里成本。

③依據國內運行之數據分析現行補貼政策對「電動大客車與柴油大客車之總使用成本差異」之影響。

④分析在不同技術性能與營運參數對「電動大客車車隊與柴油大客車車隊之總使用成本差異」之影響。

在上述分析步驟下，該計畫從技術型式、營運型態及電池回收與否，共區分為 7 種營運型態(如表 2.5-12)。接著，根據能源效率、缺行率、電池單位價格等三項因子設定最佳、最差兩項情境：

①最佳情境：能源效率 0.99 公里/度、缺行率低於 5%以下、電池單位價格 0.88 萬元/kwh(僅適用於插電式營運型態)。

②最差情境：能源效率 0.55~0.58 公里/度、缺行率 37.14%、電池單位價格 14.55 萬元/KWH(僅適用於插電式營運型態)或單位里程計價 11.5 元/公里(僅適用於換電式營運型態)。

除上述情境外，該計畫又區分長路線(75.6 公里)、短路線(30 公里)計算各項情境、型態之成本。而綜整此一多元情境計算結果之主要結論為：

①最佳情境：

a. 長路線：不需政府補貼，電動大客車可較柴油大客車具成本優勢。

b. 短路線：型態 1、2(插電式營運型態)在政府補貼後仍比柴油大客車昂貴；型態 3(換電式營運型態)在政府補貼後，有些許誘因可能吸引客運業者願意採購電動大客車。

②最差情境：即使有政府補貼，電動大客車車隊營運成本仍大幅高於柴油大客車車隊。

除上述主要結論，經該模型試算重要分析結果說明如下：

①電動大客車車隊總補貼金額已達柴油大客車的 4 倍，但現階段使用者仍普遍反映電動大客車營運成本較高，其主因是車輛整體性能不彰(缺行率高、能源效率低)。

②能源效率、缺行率、每單位電池價格/使用電池之里程單位價格、電池容量配適度為影響電動大客車營運成本之重要因素。

③每車每日行車里程越長，更能突顯電動大客車使用成本效益。

④「能源效率 0.8 公里/度且缺行率 5%」是電動大客車成本由劣勢轉為優勢的技術條件。

表 2.5-12 前期研究假設之電動大客車營運型態彙整表

技術型態	車電不分離		車電不分離				車電分離
營運型態	車電不分離		車電分離				車電分離
型態類別	1-a	1-b	2-1-a	2-1-b	2-2-a	2-2-b	3
電能補充方式	整車充電						電池交換
車輛	車體+電池合計		車體+電池合計				僅車體
電池	自購		租賃				客運業者無需投資，由車場承擔
充電設備	自購		自購 (2-1)		租賃 (2-2)		客運業者無需投資，由車場承擔
燃料費用	以每度電計算，由客運業者支付		以每度電計算，由客運業者及車廠按設備產權比例分擔				以每車公里單價為計算基礎支付給車廠
電池回收	無	有	無	有	無	有	NA

資料來源：經濟部工業局(民 103)智慧電動車工業技術輔導推廣計畫—智慧電動車電能創新營運模式之研究：以電動大客車為例探討車電分離營運模式與補助政策規劃。

(5) 質性分析成果

交通部運輸研究(民 105)另曾對 8 家客運業者之主管進行訪談，訪談之結果說明如下：

①在續航力方面，4 家業者表示續航力可符合路線營運需求，另 4 家業者認為需要透過營運期間回廠補充電力或是頻繁電池交換方可滿足路線里程要求，即其認為續航力與預期不符；惟該 4 家業者亦指出，續航力不足可透過排班調度之手段以滿足營運要求。

②在妥善率部分，8 家業者中僅 2 家認為妥善率符合預期，顯示大部分業者都認為妥善率不足乃影響電動大客車營運之主要關鍵。進一步訪談業者故障原因，大部分集中在電池系統，尤其是電池平衡問題。此現象乃因為電動大客車電池組為百顆電池芯串、並聯組成，若充放電過程中出現單一電池芯充、放電情形不一，則產生電壓差，當電壓差過大則將造成電池組無法順利運作。

③在成本議題方面，雖車體部分領有政府補助，但購車當時未正確掌握充電場站的土地取得、土建設施、電力設施等成本，加計該等成本後，業者普遍反映電動車成本高於一般柴油車。

④業者對於購置電動公車的考量指標首重妥善率，再者是成本。至於續航力部分，部分業者認為其可滿足營運需求即可。然而，業者普遍反映車輛廠商在採購階段提供了過於理想的數據，導致實際使用時之落差太大，放大了對車輛妥善率與續航力不足的感受。

⑤在排班調度的影響方面，僅有一家業者認為電動公車與原本排班調度模式無異外，其他業者普遍反映因為續航力限制，車輛回廠的次數比柴油大客車增加，增加了非營運里程。此外，尚有部分業者認為車輛妥善率之不足致需投入備援柴油公車待命，大幅增加了排班調度的困難。

⑥在充電場站議題方面，業者普遍認為充電場站是現況使用電動公車所面臨主要課題之一，因場站設置地點、基礎電力設施、土建設施等皆會影響電動公車使用特性，進一步影響電動公車成本。

⑦在司機影響方面，有 3 家業者認為現況電動大客車續航力及妥善率不足會導致駕駛心理負擔較大，產生里程焦慮(range anxiety)，甚至造成司機流動率較高之問題。

⑧在乘客接受度方面，部分業者觀察有少數民眾因為車輛無噪音、震動低之特性，會特地選擇電動大客車班次搭乘，但絕大部分業者還是認為民眾選擇取決於營運服務水準，與車種無太大關係。

上述兩份報告，為電動大客車推動迄今最具代表性的報告。賴文泰君於「電動公車營運指標、財務效益分析與發展策略之研究」(運輸計畫季刊 Vol.46 No.4 PP.377~398 民 106 年 12 月)中參酌這兩份報告，對其資料蒐集方式與績效指標提出精進作法，並評估電動公車之生命週期成本，與柴油公車進行比較。茲將重要結論摘錄如下：

1. 過去電動公車營運指標分析因資料取得方式及計算公式之適宜性，影響了分析結果之客觀性。為此，該研究利用車載機及車電資訊整合系統蒐集電動公車實際營運資料，並使用合宜之計算公式，提供了客觀之電動公車營運指標。營運指標分析結果比較如表 2.5-13 所示。

表 2.5-13 該研究與人工記錄資料分析營運指標之比較

運行路線	路線 1			路線 2			路線 3		
車型	大巴			大巴			中巴		
	車載機	人工記錄	誤差[註]	車載機	人工記錄	誤差[註]	車載機	人工記錄	誤差[註]
妥善率	99.1%	96.7%	2.38%	94.4%	80.6%	14.62%	92.2%	62.9%	31.82%
用電效率(度電／公里)	1.09	1.20	-10.53%	1.31	1.08	17.92%	0.57	0.90	58.05%
續航里程(公里)	237.96	201.33	15.39%	218.91	210.33	3.92%	187.82	94.52	49.68%

註：誤差之計算式為(車載機資料－人工記錄資料)／車載機資料。
資料來源：電動公車營運指標、財務效益分析與發展策略之研究，賴文泰，運輸計劃季刊第 46 卷第 4 期，民國 106 年 12 月。

2. 各項營運指標依不同車輛型式(大巴、中巴)、不同路線型式(高速公路、一般道路)進行分析，獲致結果如下：
   (1) 電動公車妥善率隨著營運經驗累積有著逐漸改善之趨勢；然相較於柴油大客車之妥善率，電動公車妥善率仍有提升之空間。
   (2) 電動大巴相較於電動中巴之用電效率為差、續航力則較長，前者之成因是電動大巴重量較電動中巴為重；後者主要是電動大巴電池配置容量大於電動中巴。
   (3) 電動公車行駛於高速公路之續航里程較一般道路為長，其成因主要是電動公車行駛於高速公路之用電效率較行駛於一般道路為佳 (約高 20%)。
3. 該研究依每次充完電之續航里程可否滿足每日營運里程為分類，針對現階段國內較普及之二類型電動公車進行財務效益分析。

該項作業依民國 105 年平均柴油價格及市區公車路線一般行駛里程設定基本方案。分年週期成本之計算結果如表 2.5-14，得知電動公車 「車型 1」每年生命週期成本約為 168.7 萬元；電動公車「車型 2」每年生命週期成本約為 183.88 萬元；柴油公車每年生命週期成本約為 104.99 萬元。若依現階段國內客運業者一般採用之車輛成本攤提年限(8 年)，將上述分年週期成本值乘以 8，可得電動公車「車型 1」、「車型 2」8 年生命週期成本分別較柴油公車高約 509.9 萬元、631.3 萬元。

表 2.5-14 電動公車、柴油公車分年週期成本之比較

	項目	車體	電池	充電機	充電站	電費	維護費	合計
電動公車(車型1)	金額	650 萬元	500 萬元	30 萬元	42.1 萬元	1.98 元／公里	0.43 元／公里	1,687,031
	攤提年限或數量	8 年	8 年	3 年	15 年	50400 公里	50400 公里	
	成本(元／年)	812,500	625,000	100,000	28,067	99,792	21,672	
電動公車(車型2)	金額	650 萬元	250 萬元	78 萬元	38.9 萬元	4.34 元／公里	0.43 元／公里	1,838,841
	攤提年限或數量	8 年	5 年	3 年	15 年	50400 公里	50400 公里	
	成本(元／年)	812,500	500,000	260,000	25,933	218,736	21,672	
	項目	車體	電池	充電機	充電站	油費	維護費	合計
柴油公車	金額	475 萬元				8.23 元／公里	0.82 元／公里	1,049,870
	攤提年限或數量	8 年				50400 公里	50400 公里	
	成本(元／年)	593,750				414,792	41,328	

註：車型 1 為慢充式配置較大之電池容量，其於夜間充完電之續航里程足敷每日營運里程，皆於夜間充電，故其基本電費、流動電費皆可使用離峰費率。車型 2 為慢充式配置電池容量相對較少，其於夜間充完電之續航里程並無法完全滿足每日營運里程，而需輔以日間充電。故其基本電費、流動電費皆需部分使用尖峰費率。

資料來源：電動公車營運指標、財務效益分析與發展策略之研究，賴文泰，運輸計劃季刊第 46 卷第 4 期，民國 106 年 12 月。

4. 在基本方案試算之基礎下，該研究進行了車體成本、車輛能源使用成本、營運成本等因子變動及政府補助情境之敏感度分析作業，分析結果獲致下述之政策意含：
   (1) 當電動公車車體成本接近合理價格時，電動公車車體成本可較基本方案減少 30% (195 萬元)。
   (2) 隨著電池單位價格下降及電池配置容量因改為快速充電而減少時，電池售價可較基本方案減少約 356 萬元。
   (3) 在各項可能營運成本情境下，電動公車 8 年生命週期成本皆較柴油公車為高；然當柴油價格愈高、行駛里程數愈長時，愈能凸顯電動公車營運成本低之優勢。
   (4) 當電動公車獲購車補助、柴油公車無購車補助時，電動公車於基本方案情境下較柴油公車不具財務效益；若加諸柴油公車獲購車補助，電動公車在絕大多數情境下之財務效益皆較柴油公車為差。因此，為提升電動公車財務效益之競爭力，政府應檢討柴油公車購車補助之存廢，或加大電動公車與柴油公車補助金額之差距。
5. 電動公車具財務競爭力之治本策略應降低電動公車之成本，而由研究實證分析結果顯示，當電動公車車體成本接近合理價格、電池單位價格下降、電池配置容量因快速充電而減少時，加諸柴油價格上漲或透過排班方式增加電動公車行駛距離，電動公車有機會較柴油公車具財務優勢。

2.5.3 國內電動大客車相關製造與安全法規

1. 電動大客車安全審驗應符合「車輛安全檢測基準」

依據公路法第 63 條第一項規定，汽車及電車均應符合交通部規定之安全檢驗標準，並應經車輛型式安全檢測及審驗合格，取得安全審驗合格證明書，始得辦理登記、檢驗、領照。

另依據民國 107 年 7 月 12 日修正「車輛安全檢測基準」規定，自 108 年 1 月 1 日起陸續要求新型式及所有型式之大客車應配備車道偏離輔助警示系統(Lane Departure Warning System，LDWS)及緊急煞車輔助系統(Advanced Emergency Braking System，AEBS)二項設備，詳細規定說明如下。

(1) 車道偏離輔助警示系統(LDWS)

新型式之大客車自 108 年起及各型式之大客車自 110 年起，該些車輛應配備車道偏離輔助警示系統，即指車輛非依駕駛意圖而偏離原行駛車道時，提供警示駕駛之系統。

(2) 緊急煞車輔助系統(AEBS)

新型式之甲類大客車自 108 年起、各型式之甲類大客車自民國 110 年起、新型式之乙類大客車自民國 110 年起及各型式之乙類大客車自 112 年起，車輛應配備緊急煞車輔助系統，即指系統能自動偵測前方潛在的碰撞風險，並藉由煞車系統作動以避免或減緩輛因所造成之損害。

2. 交通部公路公共運輸計畫補助電動大客車性能驗證規範

交通部公路公共運輸計畫補助購置電動大客車至少應符合車輛安全檢測基準「五十六之一、電磁相容性」所定之功能需求，但如客運業者依其實際營運需求另有要求增加功能需求者，並應符合之。

(1) 電磁相容性：應符合車輛安全檢測基準「五十六之一、電磁相容性」規定。

(2) 電氣安全性能：應符合車輛安全檢測基準「六十四、電動汽車之電氣安全」規定。

(3) 爬、駐坡性能：須能於 20%斜度之斜坡上行駛 25 公尺後停車，接著以駐煞車停車 5 秒後再重新起步行駛至上坡坡道終點處。

(4) 高速巡航性能：僅限行駛市區之電動大客車其真實車速應達每小時 60 至 65 公里以上，行駛於市區快速道路、快速公路或高速公路者其真實車速應達每小時 90 至 95 公里以上；且應能以最高真實車速行駛至少 20 分鐘。

(5) 續航性能：僅限行駛市區之電動大客車應以每小時 40 至 50 公里之真實車速行駛至少 80 公里，其為使用快速充電方式者，應以每小時 40 至 50 公里之真實車速行駛至少 60 公里；市區公車行駛市區快速道路、快速公路或高速公路及供公路客運路線使用之電動大客車，應以每小時 60 至 70 公里之真實車速行駛至少 80 公里。此續航性能測試應重複執行至少 20 次。

(6) 殘電警示：殘電警示裝置警示後，電動大客車應以每小時 40 至 45 公里之真實車速行駛至少 20 公里之距離。

3. 中國大陸製「供載客十人及以上(包括駕駛人)之大客車車身」停止輸入

經濟部國際貿易局鑒於開放中國大陸製 CCC8707.90.90.10-0「供載客十人及以上(包括駕駛人)之大客車車身」，未符「臺灣地區與大陸地區貿易許可辦法」第 8 條第 1 項第 2 款所列對相關產業無重大不良影響之條件，故自民國 106 年 12 月 22 日起爰予停止輸入。

4. 整車安全標準、動力電池安全標準

經濟部標準檢驗局 CNS 已完成包含整車 8 種、充電系統 5 種、電池 9 種、電動機及控制器 6 種、環境試驗 23 種、電動機車 13 種等，共計 64 項國家標準公告。為提升電動大客車營運安全性，後續建議逐步提升電動大客車整車及動力電池安全檢驗能量，並將相關安全標準納入檢驗項目考量。表 2.5-15 列出電動車整車安全及電池安全標準規範。

表 2.5-15 電動車輛相關國家標準統整表

CNS 總號	標準名稱	相對應國際標準	公布或修訂日期
整車安全			
15499-1	電動推進道路車輛－安全規範第 1 部：車載可再充電能量儲存系統	ISO 6469-1	100.10.25
15499-2	電動推進道路車輛－安全規範第 2 部：車輛操作安全方法及故障防護	ISO 6469-2	100.10.25
15499-3	電動推進道路車輛－安全規範第 3 部：預防人員電擊之保護	ISO 6469-3	101.10.12
15512	電動道路車輛－道路行駛特性	ISO 8715	100.10.25
15513	電動道路車輛－電能消耗與行駛距離－小客車與商用車試驗程序	ISO 8714	100.10.25
15514	電動道路車輛－詞彙	ISO 8713	100.10.25
15589	道路車輛－用於控制、指示器及信號之符號	ISO 2575	101.10.12
15661	道路車輛－42 V 電機電子配備－電力負載	ISO 21848:2005	102.06.26
電池			
15369-1	電動車輛推進用二次電池組第 1 部：試驗參數	IEC 61982-1	99.09.02
15369-2	電動車輛推進用二次電池組第 2 部：動態放電性能試驗與動態耐久性試驗	IEC 61982-2	99.09.02
15369-3	電動車輛推進用二次電池組第 3 部：市區運輸車輛用之性能與壽命測試	IEC 61982-3	99.09.02
15391-1	電動車輛推進用二次電池組第 1 部：鋰離子單電池之性能測試	IEC 62660-1	99.09.30
15391-2	電動車輛推進用二次電池組第 2 部：鋰離子單電池之可靠度及異常使用效應測試	IEC 62660-2	99.09.30
15515-1	電動推進道路車輛－鋰離子牽引電池組及系統之試驗規範第 1 部：高功率應用	ISO 12405-1	102.10.31
15515-2	電動推進道路車輛－鋰離子牽引電池組及系統之試驗規範第 2 部：高電能量應用	ISO 12405-2	102.10.31
15515-3	電動推進道路車輛－鋰離子牽引電池組及其系統之試驗規範第 3 部：安全性能要求	ISO 12405-3	102.10.31
15533-3	二次電池及電池安裝之安全性要求第 3 部：牽引用電池	IEC 61982-3	99.09.02

資料來源：經濟部標準檢驗局 CNS，電動車輛相關國標準一覽表，民國 103 年 6 月 3 日。

2.6 小結

2.6.1 國內外電動大客車發展比較分析

本計畫針對國內、外電動大客車之產業技術、使用狀況、發展趨勢等方面進行彙整比較，詳如表 2.5-1 所示。

1. 動力系統部分，國外以純電動車(BEV)為主流，產品規格多元，目前朝像燃料電池電動車(FCEV)為發展焦點。而國內則以純電動車(BEV)為發展重點。
2. 電池技術部份，國外以各式鋰電池為主流，電池技術朝高能量密度、續航力提升、輕量化與價格競爭力發展；國內主要使用磷酸鋰鐵及三元鋰電池，因電池技術主要掌握在國外廠商，國內推動因應營運需求與成本考量，部分車廠發展配置低容量電池、快速充電方式。
3. 充電技術部份，國外技術發展朝向大電流、大電壓的快速充電方式，且朝多元技術發展；國內則考量道路空間環境條件，仍以調度站充電為主流。無論國內外發展現況，均尚無因應電動大客車之充電共通標準。
4. 技術取向部分，國外對於各種乾淨能源車輛型式採技術中立，允許多元技術並存，並建立績效標準規範與測試方法；國內則考量市場規模與投入能量，主要集中單一或少數技術為發展主軸，另就車輛與零組件之標準規範訂定，主要調和國際法規檢討實施。
5. 政策目標部分，無論國內外推動電動大客車與乾淨能源車輛，均以維護空氣品質、減排與節能為推動目標，但在推動過程中，亦考量技術推廣應用、國產化產品、吸引技術投資等提升產業發展可能性。
6. 推動策略部分，國外主要重視單位補助金額的績效，包括歐美國家鼓勵政府與產業多元資源整合導入，中國則依車輛性能績效分級補助；國內則以縮小電巴柴巴使用成本差距為考量，依固定車型提供一致性的補助金額。無論國內外均透過示範運行計畫，針對車輛性能或營運條件進行測試。

表 2.6-1 國內、外電動大客車發展綜合分析

項次	國外	國內
動力系統	• 電池動力(Battery)是主流，產品成熟且規格多元(單層、雙層、單節、雙節、中型…)。 • 燃料電池(Fuel Cell)是發展焦點：美國(New Flyer)、日本(豐田)、德國(Daimler AG)、中國大陸(鄭州宇通)。	• 以純電動車(BEV)為發展重點。
電池	• 鋰電池為主流(磷酸鐵鋰、錳酸鋰、鈦酸鋰、鋰離子)，鋰三元、鋰聚合物是新趨勢。 • 電池技術朝高能量密度發展，未來電池將更輕量化，價格將有機會降低。 • 發展二次電池使用：中國大陸(要求車廠與電池廠負責)、日本(討論中)。	• 主要使用磷酸鋰鐵及三元鋰電池，磷酸鋰鐵特性為穩定，三元鋰為能量密度較高。 • 續航力約 200~300 公里。 • 電池技術主要掌握在國外廠商。 • 因應營運需求與成本考量，部分車廠發展配置低電池容量、快速充電產品。
充電技術	• 技術發展焦點：大電流、大電壓之快速充電方式。 • 普遍發展營運中充電(補電)技術(Opportunity Charging)。 • 行駛中架空線、車道移動中非接觸式。 • 車站或端點站架空線、地面非接觸式。 • 場站調度插電、架空線、地面非接觸式。 • 尚無電動大客車充電共通標準。 • 美國 Proterra 採用 J1772 CCS 規格，相容於電動小客車充電設施。	• 以調度場站充電為主，並以夜間充電為主，日間補電為輔。 • 將研擬制定電動大客車充電共通標準方向發展。 • 部分廠商探討研發汰役電池儲能設備，期增加電能運用彈性、減輕區域電網負擔。
技術取向	• 技術中立，允許多元技術並存發展。 ✓ 電池、增程、混合動力、燃料電池、生質燃料、氫能。 ✓ 慢充、快充、集電弓/架空線供電、非接觸式充電。 ✓ 場站充電、端點站充電、車站或路線中充電。 • 建立績效標準規範與測試方法。	• 以純電動車(BEV)為主。 • 車輛與零組件之標準規範訂定，主要調和國際法規檢討實施。

資料來源：本計畫彙整。

表 2.6-1 國內、外電動大客車發展綜合分析(續)

項次	國外	國內
政策目標	• 維護空氣品質、減排、節能。 • 帶有產業發展意圖。 ✓ 新技術產品推廣應用，建構人員教育訓練、營運維修服務體系。 ✓ 美國、中國：採購國內製品。 • 英國：吸引新技術投資、成為市場(歐盟)。	• 宣示 2030 年市區公車全面電動化。 • 推動電動化過程中，同時考量 ✓ 導入智慧化與自動化技術。 ✓ 技術推廣應用、國產化產品、吸引技術投資等提升產業發展可能性。
推動策略	• 鼓勵以多元資源串接評比單位補助金額的績效產出(美國、歐盟、英國)；或依車輛性能績效分級補助(中國)。 • 重視系統性、大規模服務。 ✓ 如城市運輸電能化、全車隊電能化、高強度使用路線、市府承諾長期發展規劃、規劃車隊汰換進程以穩定速率導入新技術。 • 預告長期目標與發展策略。 ✓ 美國加州：客運車隊管制。 ✓ 英國、中國、歐盟：市場規模或新車比。 • 成功案例資訊分享。	• 以縮小電巴柴巴使用成本差距為考量，依固定車型提供一致性的補助金額。 • 推動電動大客車示範計畫，累積營運經驗與本土適用車輛性能。 • 建立整體推動策略進程與推動策略。 • 整合交通部、經濟部與環保署權責資源，制定提升服務績效、健全補貼制度、完善基礎設施、建構產業價值鏈等推動策略。

資料來源：本計畫彙整。

2.6.2 國內外自動輔助駕駛與智慧化應用趨勢

本計畫針對國內、外自動輔助駕駛與智慧化之發展狀況綜整說明如下：

1. 國際間自動輔助駕駛技術(ADAS)發展情形，依據 EuroNCAP、JNCAP、NHTSA，欲獲得 5 顆星則至少須裝 1 到 2 項以上之 ADAS 系統，已公告系統包括 AEB(自動緊急煞車系統)、ACC（適應性巡航)、FCW(前方防撞警示)、LDW(車道偏移警示)、BSD(盲點偵測)、RCTA(後方橫向車輛偵測)、LKS(車道維持系統)、NVS(夜視系統)。
2. 國內 ADAS 發展上，因 ADAS 分析與決策主要平台由國際大廠把持，臺灣尚缺乏 ADAS 執行系統相關資源和廠商；考量 ADAS 帶動大量感測器需求，將是臺灣廠商可著墨的產業發展重點。
3. 國內外公路公共運輸自動駕駛的實測部分，目前仍以電動小巴為主，測試先從專用道或封閉園區開始，再至開放道路；電動中大型巴士案例較少，目前僅部分國家進行測試及國際大廠投入研發，例如 Benz、SCANIA、Proterra、Volvo、ADL。
4. 臺灣已於 2018 年 6 月 7 日交通部公告「道路交通安全規則」第 20 條修正草案，新增「自動駕駛車輛申請道路測試作業規定」，並於 2018 年 11 月 30 日立法院三讀通過「無人載具科技創新實驗條例」。
5. 就智慧化車隊管理技術發展趨勢而言，國內現況主要著重於智慧站牌、站名播報系統、動態資訊、路線搜尋及規劃、多卡通等車隊管理、資訊整合服務、電子收(付)費系統；未來趨勢則朝向車隊管理、電子收(付)費、資訊娛樂、大數據分析、車輛診斷、行動管理、智慧電池管理、即時動態資訊、駕駛管理、緊急安全、駕駛輔助、車聯網等多元技術整合應用。

第三章 國內市區公車經營環境與電動大客車現況分析

3.1 市區公車資料蒐集項目與內容

為掌握國內市區公車經營環境，本計畫向各縣市政府蒐集民國106年市區公車之路線與場站經營環境資料，包含市區公車營運月報(表3.1-1)、市區公車營運調度場站資料(表3.1-2)，以就掌握之市區公車營運路線特性及調度站特性進行分析。

表3.1-1 市區公車營運月報(請分月填報)

路線編號	起迄站名稱		路線單趟里程(公里)	停靠站數	核定營業車輛數	營業行車次數(班次)	營業行駛里程(車公里)	載客人數(人次)	延人公里(人公里)	載客收入(元)	每車公里營運成本(元)(以審議會核定成本為準)	備註
	起站	迄站										

註：資料區間 民106年1月~民106年12月(分月填報)。

表3.1-2 市區公車營運調度場站

客運業者	調度站地點					核准停車數(輛)	停放車輛數(輛)					電動車充電設備數(座)
	縣市	行政區	地號或座標	地目	面積(m^2)		市區公車-柴油	市區公車-電動	一般公路客運	國道客運	遊覽車	

3.2 市區公車營運路線分析

3.2.1 路線里程(單程)

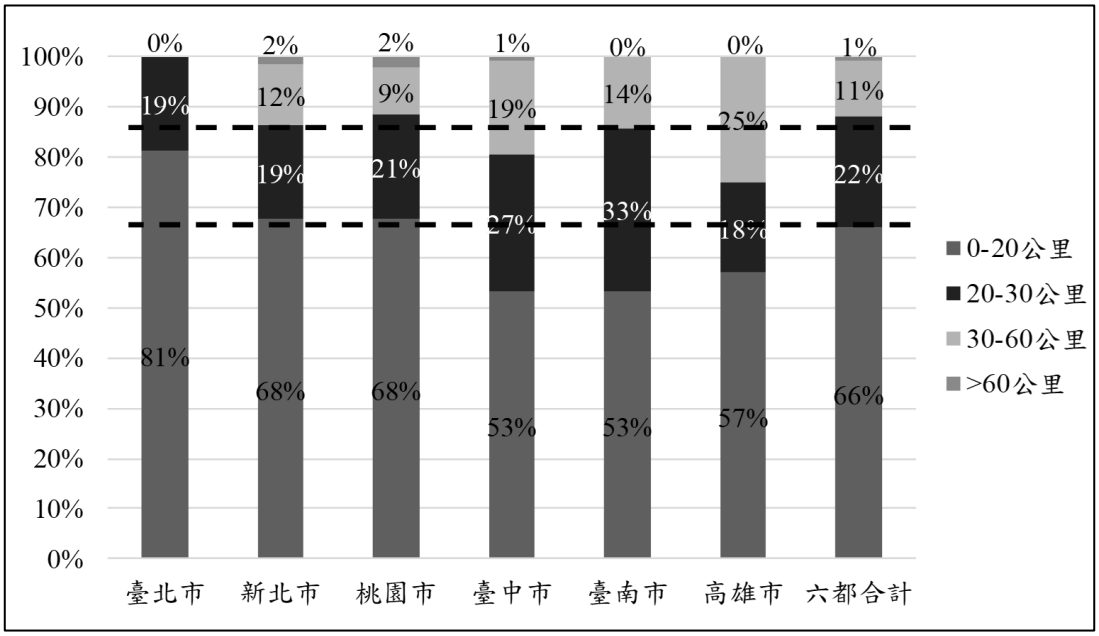
1. 路線里程(單程)

依據六都的市區公車營運路線資料分析結果，顯示近9成路線里程(單程)低於30公里，其中以臺北市100%路線里程(單程)低於30公里為六都中最高。此外，路線里程(單程)主要在10~20公里(占46%)，其次為20~30公里(占22%)與0~10公里(占21%)，詳如表3.2-1及圖3.2-1所示。

表 3.2-1 六都市區公車路線里程(單程)一覽表

路線里程(公里)	臺北市		新北市		桃園市		臺中市		臺南市		高雄市		六都合計	
	數量	占比	數量	占比	數量	占比	數量	占比	數量	占比	數量	占比	數量	占比
0~10	83	25%	65	25%	54	31%	25	9%	10	8%	22	22%	259	21%
10~20	189	56%	112	33%	63	19%	120	36%	54	16%	35	10%	573	46%
20~30	63	19%	49	19%	36	21%	74	27%	39	33%	18	18%	279	22%
30~40	0	0%	24	7%	11	3%	39	12%	13	4%	20	6%	107	9%
40~50	0	0%	6	2%	2	1%	11	3%	4	1%	4	1%	27	2%
>50	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
合計	349	100%	292	100%	176	100%	272	100%	114	100%	167	100%	1,375	100%

資料來源：六都交通局；本計畫彙整。



註：以ΔSOC=60%，每度電行駛 1 公里估算
資料來源：六都交通局；本計畫分析。

圖 3.2-1 六都市區公車路線里程(單程)占比圖

根據上述六都市區公車路線里程(單程)數值資料，以單程 30 公里(往返 60 公里)為基準，電巴電池容量建議至少需 100kwh 以上，則可服務 88%路線單趟往返營運需求；另若以目前市售最低電池容量 71.5kwh 之車款為例，再配合調度站日間補電方式，單次充放電可符合單程 20 公里(往返里程 40 公里)之營運條件路線，約占 66%。

2. 路線里程(單程)與班次載客數

六都各路線的路線里程(單程)與班次載客數分布情形如表 3.2-2 所示，可知臺北市市區公車的平均路線里程(單程)與平均班次載客數分別為 14.3 公里與 58.4 人/班次;新北市為 18.6 公里與 42.2 人/班次;桃園市為 17.8 公里與 24.9 人/班次；臺中市為 21.5 公里與 35.8 人/班次；臺南市為 20.5 公里與 10.4 人/班次；高雄市為 20.4 公里與 21.3 人/班次。

此外，以六都平均值為基準值，顯示臺中市、臺南市與高雄市有部分路線里程(單程)長，班次載客數卻不高；而臺北市、新北市雖有部分路線里程(單程)短，然班次載客數卻很高；另外，桃園市部分里程(單程)短，且班次載客數亦低。詳如表 3.2-2 所示。

表 3.2-2 六都市區公車路線里程(單程)與班次載客數一覽表

縣市別	平均路線里程(單程) (公里)	平均班次載客數 (人/班次)
臺北市	14.3	58.4
新北市	18.6	42.2
桃園市	17.8	24.9
臺中市	21.5	35.8
臺南市	20.5	10.4
高雄市	20.4	21.3
六都合計	18.9	37.4

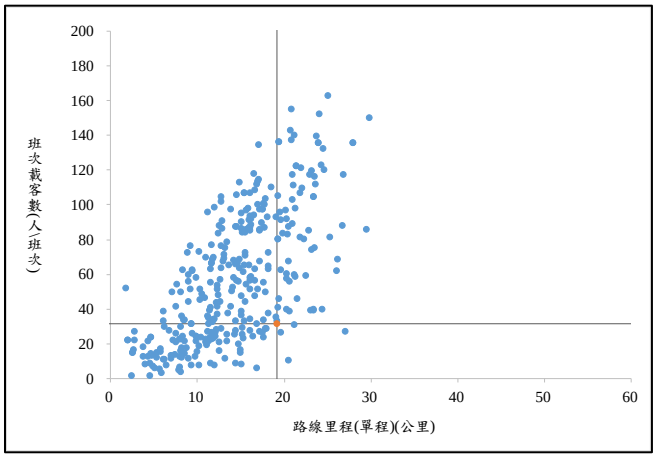
資料來源：六都交通局；本計畫彙整。

3.2.2 車輛每日行駛里程

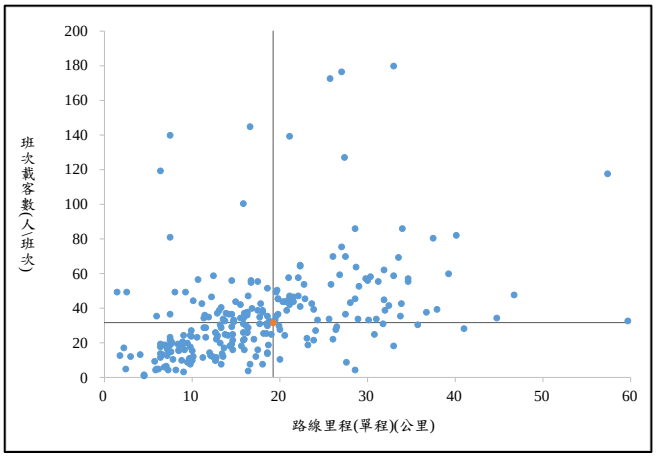
1. 車輛每日行駛里程(依路線數分析)

依路線數分析結果,顯示車輛每日行駛里程主要在 140~150 公里(占 8%)，其中以桃園市的車輛每日行駛里程為六都中最短，主要在 30~40 公里與 60~70 公里(各占 10%)。

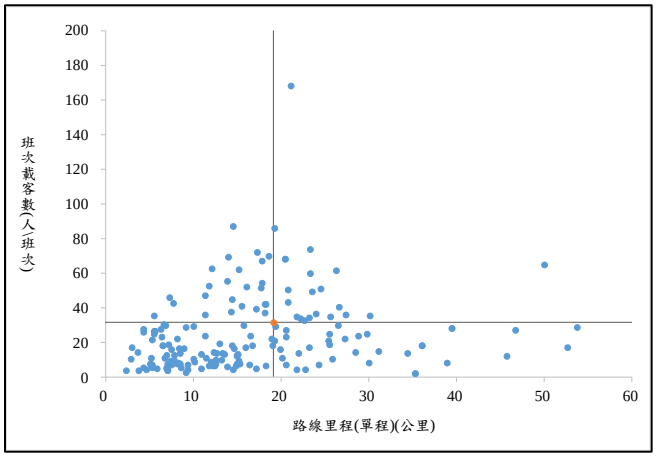
此外,本計畫參考國內市場普遍採用的電池容量與使用情形進行參數假設，設定以電池容量 240kwh 為例，電池保固後電池殘留電量為 80%，當電量剩餘約 48kwh 應立即充電，且用電效率設定為每度電可行駛 1 公里，每次充放電預計約可行駛 144 公里。依前述假設估算，每車每日行駛里程合理門檻設定為 140 公里/車/日，可知在六都市區公車路線數合計 1,235 條中，車輛每日行駛里程低於 140 公里約 896 條(占 73%)。詳如圖 3.2-2、表 3.2-3 及圖 3.2-3 所示。



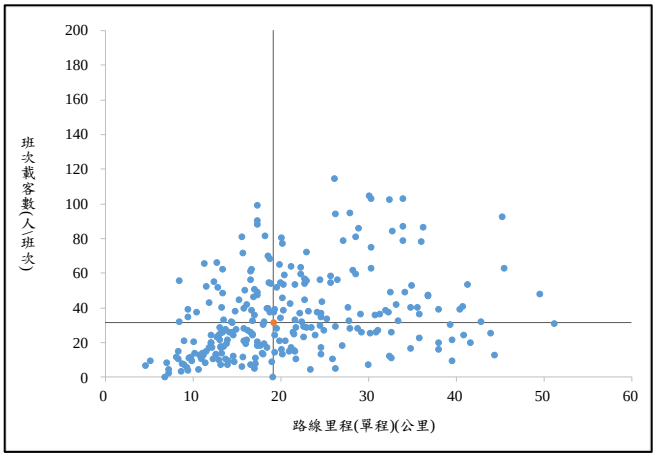
臺北市



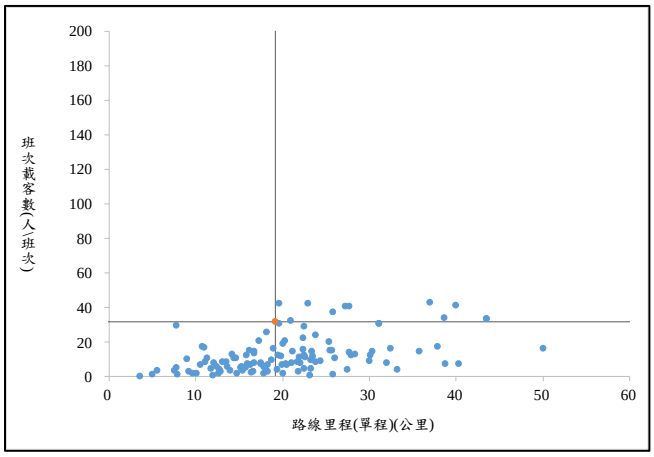
新北市



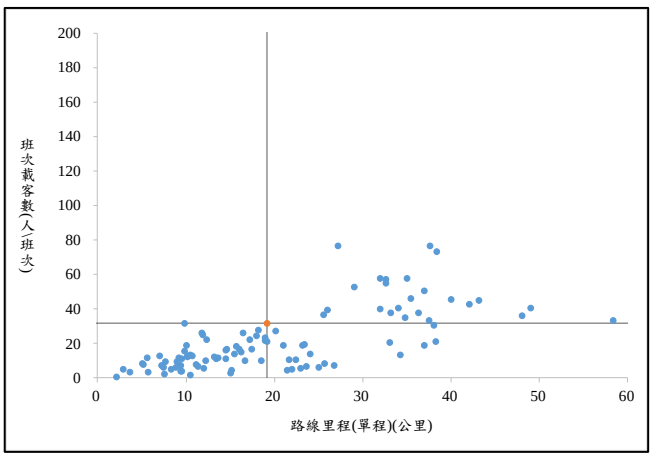
桃園市



臺中市



臺南市



高雄市

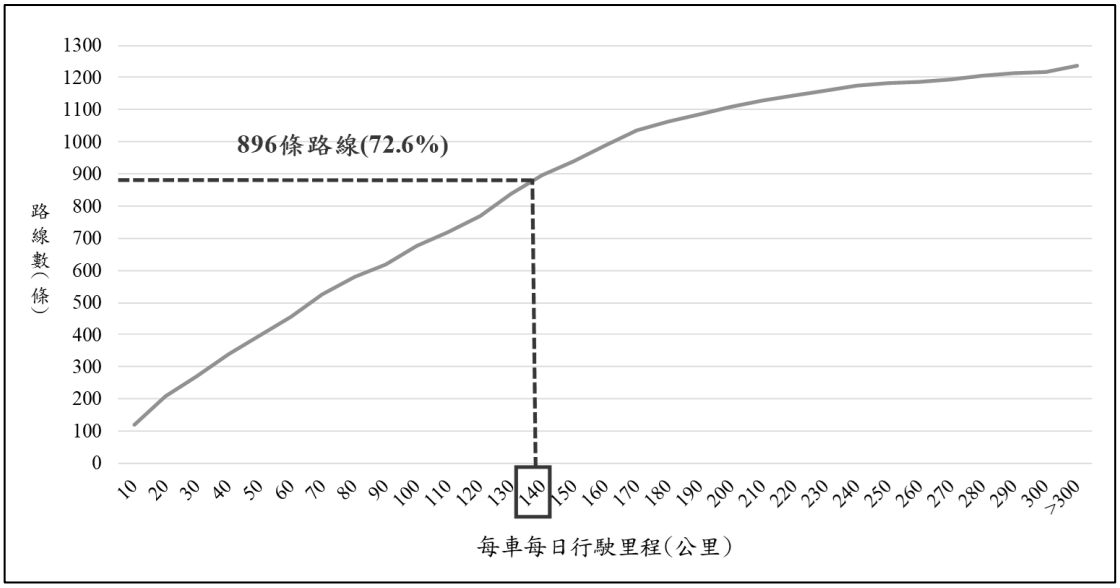
資料來源：六都交通局；本計畫分析。

圖 3.2-2 六都市區公車路線里程(單程)與班次載客數分布圖

表 3.2-3 六都市區公車路線數與車輛每日行駛里程一覽表

行駛里程(公里)	臺北市		新北市		桃園市		臺中市		臺南市		高雄市		六都合計	
	路線數	佔比	路線數	佔比	路線數	佔比	路線數	佔比	路線數	佔比	路線數	佔比	路線數	佔比
0~10	1	0%	8	3%	1	1%	105	39%	6	5%	0	0%	121	10%
10~20	9	3%	13	5%	2	1%	41	15%	21	18%	0	0%	86	7%
20~30	6	2%	4	2%	13	8%	19	7%	16	13%	4	4%	62	5%
30~40	10	3%	8	3%	16	10%	21	8%	14	12%	2	2%	71	6%
40~50	10	3%	6	2%	13	8%	15	6%	13	11%	1	1%	58	5%
50~60	8	2%	5	2%	17	11%	20	7%	5	4%	2	2%	57	5%
60~70	13	4%	8	3%	16	10%	15	6%	15	13%	4	4%	71	6%
70~80	17	5%	12	5%	7	4%	10	4%	5	4%	4	4%	55	4%
80~90	12	4%	3	1%	11	7%	4	1%	2	2%	5	5%	37	3%
90~100	20	6%	8	3%	15	9%	5	2%	5	4%	4	4%	57	5%
100~110	19	6%	8	3%	5	3%	6	2%	3	3%	3	3%	44	4%
110~120	21	6%	12	5%	7	4%	4	1%	0	0%	7	7%	51	4%
120~130	27	8%	23	9%	3	2%	5	2%	0	0%	10	10%	68	6%
130~140	25	7%	16	6%	6	4%	0	0%	2	2%	9	9%	58	5%
140~150	16	5%	14	6%	4	3%	1	0%	1	1%	8	8%	44	4%
150~160	24	7%	13	5%	6	4%	0	0%	0	0%	6	6%	49	4%
160~170	18	5%	17	7%	4	3%	0	0%	1	1%	6	6%	46	4%
170~180	11	3%	9	4%	1	1%	0	0%	3	3%	4	4%	28	2%
180~190	8	2%	9	4%	2	1%	0	0%	0	0%	3	3%	22	2%
190~200	8	2%	10	4%	1	1%	0	0%	1	1%	5	5%	25	2%
200~210	7	2%	8	3%	0	0%	1	0%	0	0%	4	4%	20	2%
210~220	3	1%	7	3%	2	1%	0	0%	2	2%	1	1%	15	1%
220~230	4	1%	5	2%	4	3%	0	0%	0	0%	2	2%	15	1%
230~240	10	3%	3	1%	1	1%	0	0%	0	0%	1	1%	15	1%
240~250	3	1%	3	1%	0	0%	0	0%	1	1%	0	0%	7	1%
250~260	2	1%	3	1%	0	0%	0	0%	0	0%	1	1%	6	0%
260~270	1	0%	2	1%	0	0%	0	0%	0	0%	2	2%	5	0%
270~280	3	1%	5	2%	2	1%	0	0%	1	1%	1	1%	12	1%
280~290	4	1%	6	2%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	10	1%
290~300	2	1%	1	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	3	0%
>300	13	4%	0	0%	0	0%	0	0%	3	3%	1	1%	17	1%
合計	335	100%	249	100%	159	100%	272	100%	120	100%	100	100%	1235	100%

資料來源：六都交通局；本計畫彙整。



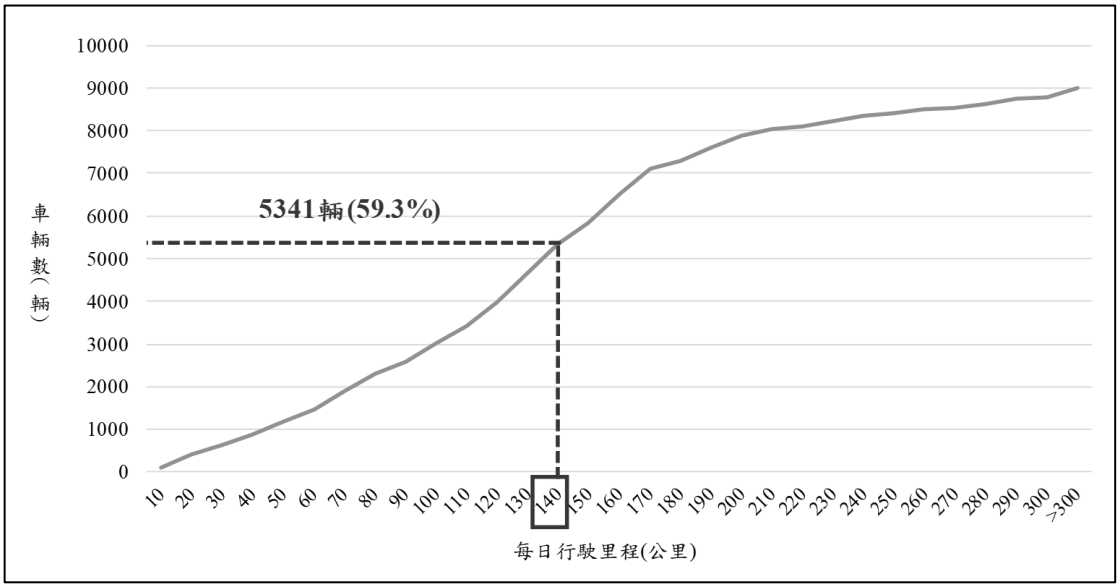
資料來源：六都交通局；本計畫分析。

圖 3.2-3 六都市區公車路線數與車輛每日行駛里程占比圖

2. 車輛每日行駛里程(依車輛數分析)

依車輛數分析結果，顯示車輛每日行駛里程主要在 130~140 公里(占 8%)，其中以臺南市的車輛每日行駛里程為六都中最短，主要在 10~20 公里(占 21%)。

此外，依前述假設估算，以 140 公里作為車輛每日行駛里程參考門檻值，可知在六都市區公車車輛數合計 9,003 輛中，車輛每日行駛里程低於 140 公里約 5,341 輛(59%)。詳如圖 3.2-4 及表 3.2-4 所示。



資料來源：六都交通局；本計畫分析。

圖 3.2-4 六都市區公車車輛數與車輛每日行駛里程占比圖

表 3.2-4 六都市區公車車輛數與車輛每日行駛里程一覽表

行駛里程(公里)	臺北市		新北市		桃園市		臺中市		臺南市		高雄市		六都合計	
	車輛數	佔比	車輛數	佔比	車輛數	佔比	車輛數	佔比	車輛數	佔比	車輛數	佔比	車輛數	佔比
0~10	0	0%	25	1%	2	0%	2	0%	59	6%	0	0%	88	1%
10~20	27	1%	82	4%	2	0%	7	1%	208	21%	0	0%	326	4%
20~30	22	1%	8	0%	40	5%	6	0%	141	14%	13	2%	230	3%
30~40	34	1%	22	1%	55	7%	16	1%	107	11%	3	0%	237	3%
40~50	70	2%	18	1%	77	10%	24	2%	100	10%	2	0%	291	3%
50~60	142	5%	33	2%	76	10%	12	1%	29	3%	9	1%	301	3%
60~70	132	4%	46	2%	94	12%	9	1%	120	12%	12	2%	413	5%
70~80	219	7%	56	3%	30	4%	22	2%	79	8%	19	3%	425	5%
80~90	93	3%	17	1%	84	11%	18	1%	12	1%	32	5%	256	3%
90~100	192	6%	103	5%	75	10%	26	2%	29	3%	32	5%	457	5%
100~110	133	4%	96	4%	39	5%	102	7%	18	2%	18	3%	406	5%
110~120	225	7%	171	8%	58	7%	48	4%	0	0%	40	6%	542	6%
120~130	300	10%	175	8%	22	3%	105	8%	0	0%	88	14%	690	8%
130~140	199	6%	215	10%	28	4%	161	12%	11	1%	65	10%	679	8%
140~150	138	4%	117	5%	24	3%	168	12%	10	1%	51	8%	508	6%
150~160	319	10%	161	8%	21	3%	117	9%	0	0%	52	8%	670	7%
160~170	258	8%	177	8%	16	2%	92	7%	13	1%	35	6%	591	7%
170~180	38	1%	51	2%	4	1%	54	4%	16	2%	25	4%	188	2%
180~190	67	2%	106	5%	2	0%	103	8%	0	0%	26	4%	304	3%
190~200	59	2%	97	5%	2	0%	95	7%	8	1%	31	5%	292	3%
200~210	37	1%	62	3%	0	0%	3	0%	0	0%	30	5%	132	1%
210~220	7	0%	27	1%	8	1%	26	2%	13	1%	7	1%	88	1%
220~230	26	1%	30	1%	10	1%	25	2%	0	0%	12	2%	103	1%
230~240	70	2%	29	1%	7	1%	11	1%	0	0%	7	1%	124	1%
240~250	13	0%	46	2%	0	0%	20	1%	1	0%	0	0%	80	1%
250~260	13	0%	54	3%	0	0%	8	1%	0	0%	5	1%	80	1%
260~270	3	0%	5	0%	0	0%	10	1%	0	0%	14	2%	32	0%
270~280	0	0%	28	1%	6	1%	36	3%	8	1%	6	1%	84	1%
280~290	39	1%	68	3%	0	0%	25	2%	0	0%	0	0%	132	1%
290~300	15	0%	19	1%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	34	0%
>300	183	6%	0	0%	0	0%	18	1%	18	2%	1	0%	220	2%
合計	3,073	100%	2,144	100%	782	100%	1,369	100%	1000	100%	635	100%	9,003	100%

資料來源：六都交通局；本計畫彙整。

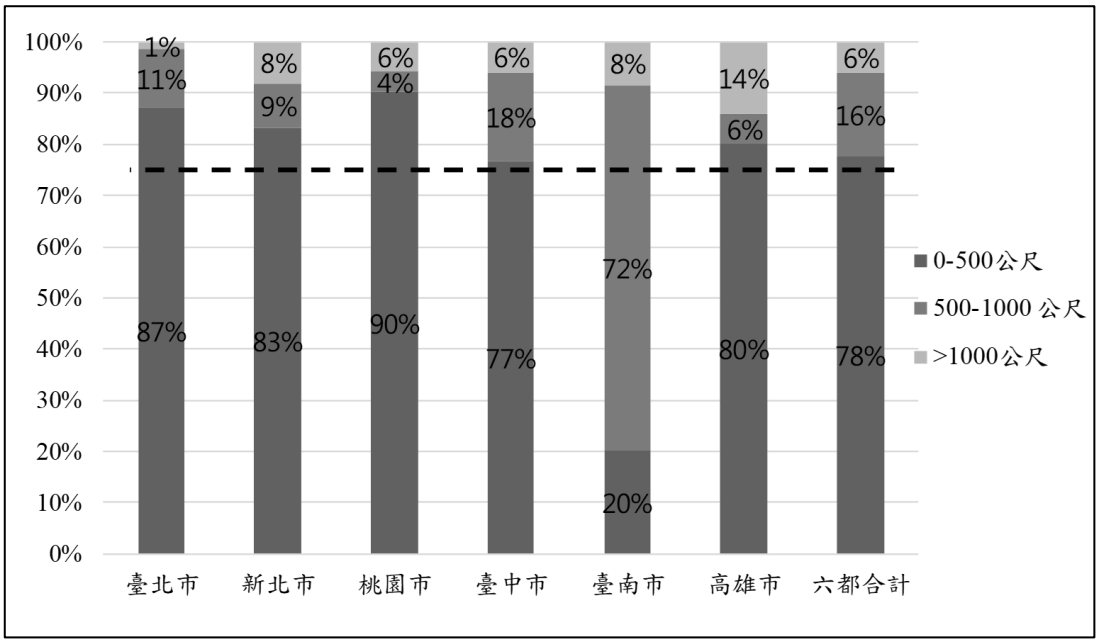
3.2.3 站間距

依據六都的市區公車營運路線資料分析結果，顯示近 8 成站間距低於 500 公尺，其中以桃園市 90%站間距低於 500 公尺為六都中最高；臺南市只有 20%的站間距低於 500 公尺，另外值得一提的是，高雄路線因部分行駛快速道路，站間距超過 1 公里占比高(占 14%)。此外，站間距主要在 0~500 公尺(占 78%)，其次為 500~1,000 公里(占 16%)，詳如表 3.2-5 及圖 3.2-5 所示。

表 3.2-5 六都市區公車站間距一覽表

間隔(公尺)	臺北市		新北市		桃園市		臺中市		臺南市		高雄市		六都合計	
	數量	占比	數量	占比	數量	占比	數量	占比	數量	占比	數量	占比	數量	占比
0~500	292	87%	218	83%	156	90%	196	77%	24	20%	80	80%	966	78%
500~1000	38	11%	23	9%	7	4%	45	18%	86	72%	6	6%	205	16%
>1000	5	1%	21	8%	10	6%	15	6%	10	8%	14	14%	75	6%
合計	335	100%	262	100%	173	100%	256	100%	120	100%	100	100%	1246	100%

資料來源：六都交通局；本計畫彙整。



資料來源：六都交通局；本計畫分析。

圖 3.2-5 六都市區公車站間距占比圖

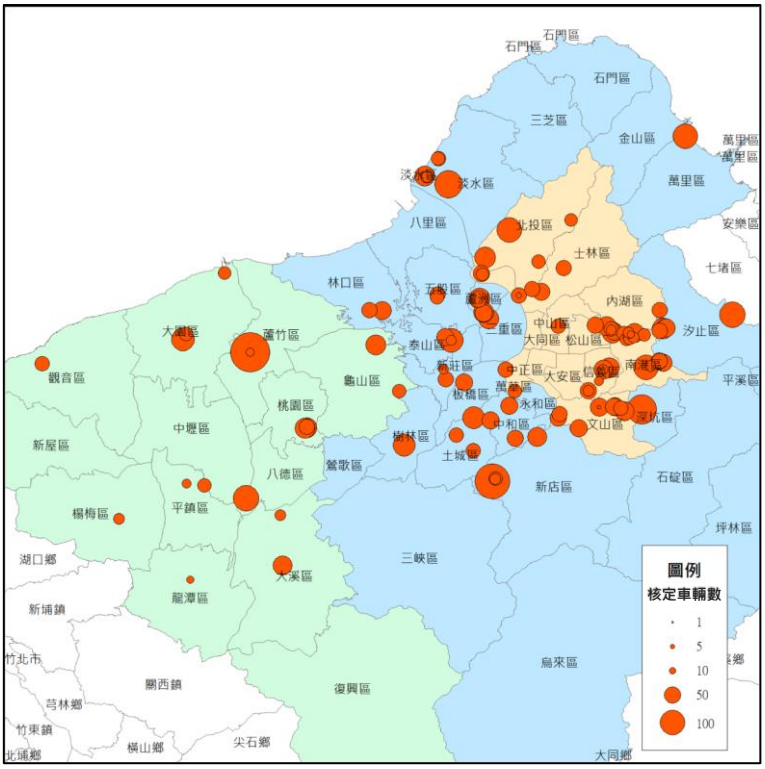
3.3 市區公車調度場站概況

為因應市區公車全面電動化後之調度場站供電運作狀況，本節假設現況所在區位之調度場站皆轉換成充電場站，評估對臺電輸配電調度影響程度，用以提供臺電作為未來電量配送之因應。

由於六都市區公車總數約占總市區公車總數 9 成以上，故本計畫以六都之調度場站為優先考量範疇，然因未能取得臺中市之調度場站資料，先就其餘五都進行分析。

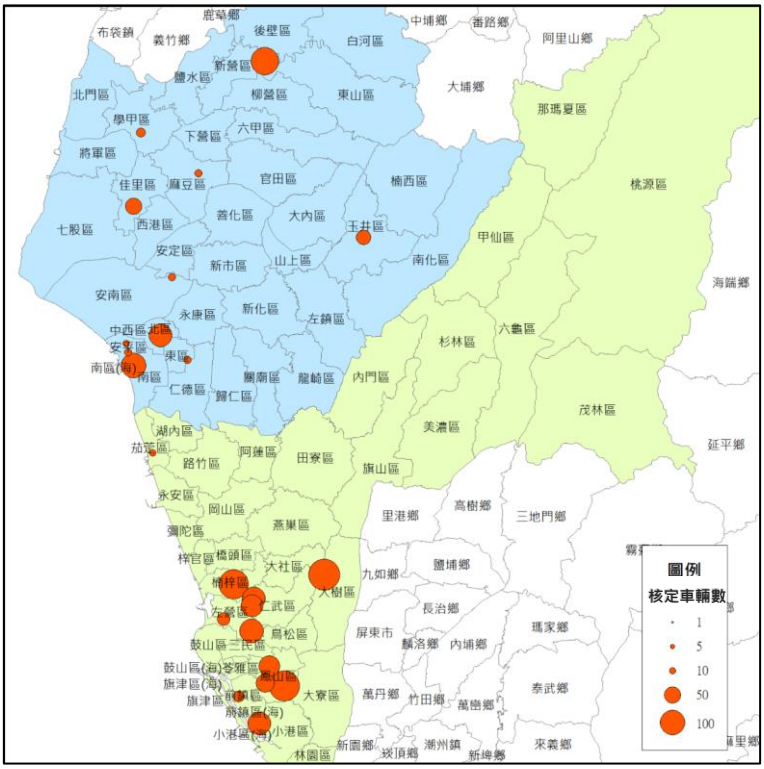
3.3.1 調度場站之區位分布

本計畫取得市區公車業者之調度場站地理區位與核定停車輛數資訊，依各調度場站之經緯度資料對應呈現如圖 3.3-1 與圖 3.3-2 所示。以雙北來說，包括臺北市之內湖區、南港區及文山區、新北市之新店區、蘆洲區及淡水區等行政區集中度高，且分區核定車輛數高達 300 輛；桃園市集中度較高之區域則包括桃園區 270 輛、蘆竹區 229 輛；相對於雙北市與桃園市，臺南市和高雄市分區之核定停車輛數較少(均低於 200 輛)，已核定車輛數高於 100 輛為門檻值，集中度較高之行政區位為高雄市之仁武區(174 輛)及大樹區(152 輛)，臺南市之新營區(120 輛)及南區(100 輛)。



資料來源：五都交通局；本計畫分析。

圖 3.3-1 臺北市、新北市及桃園市調度場站與核定停車輛數分布圖



資料來源：五都交通局；本計畫分析。

圖 3.3-2 臺南市及高雄市調度場站與核定停車輛數分布圖

3.3.2 核定停車輛數

依據各客運業者回收之調度場站資料分析結果，總核定停車輛數為 8,078 車位，臺北市核定車輛數最多的行政區為內湖區(占全市 19%)，新北市核定車輛數最多的行政區為新店區(占全市 22%)，桃園市核定車輛數最多的行政區為桃園區(占全市 22%)，臺南市核定車輛數最多的行政區為新營區(占全市 25%)，高雄市核定車輛數最多的行政區為仁武區(占全市 19%)。詳如表 3.3-1 及表 3.3-2 所示。

表 3.3-1 五都調度場站核定停車輛數一覽表

臺北市			新北市			臺南市		
行政區	車輛數	占比	行政區	車輛數	占比	行政區	車輛數	占比
內湖區	447	19%	新店區	667	22%	新營區	120	25%
南港區	424	18%	蘆洲區	377	13%	南區	100	21%
文山區	386	16%	淡水區	326	11%	北區	90	19%
士林區	420	18%	汐止區	349	12%	佳里區	51	11%
信義區	253	11%	新莊區	184	6%	玉井區	42	9%
北投區	243	10%	土城區	141	5%	安平區	22	5%
萬華區	79	3%	深坑區	139	5%	學甲區	17	4%
松山區	52	2%	板橋區	135	5%	仁德區	13	3%
中山區	66	3%	林口區	105	4%	麻豆區	12	3%
小計	2,370	100%	中和區	143	5%	安南區	12	3%
			萬里區	100	3%	小計	479	100%
桃園市			五股區	82	3%	高雄市		
行政區	車輛數	占比	樹林區	104	3%	行政區	車輛數	占比
蘆竹區	229	19%	泰山區	136	5%	仁武區	174	17%
桃園區	270	22%	小計	2,988	100%	大樹區	152	15%
大園區	186	15%				鳳山區	145	14%
龜山區	141	12%				楠梓區	140	14%
八德區	110	9%				三民區	97	10%
大溪區	93	8%				小港區	87	9%
平鎮區	52	4%				前鎮區	85	8%
觀音區	42	3%				苓雅區	89	9%
楊梅區	25	2%				左營區	30	3%
龍潭區	59	5%				茄萣區	10	1%
小計	1,207	100%				小計	1,009	100%

資料來源：五都交通局；本計畫彙整。

3.3.3 調度場站用電量初估

根據上述之各調度場站核定車輛數，可從以下公式初步評估若現況所在區位調度場站皆設置充電站情況下，臺電所需之輸配電調度需求，公式如下：

配給電量 = 各站核定車輛數 × 每日補充電量 × 彈性調整因子

其中，每日補充電量考量每日行駛里程上限與用電效率，以及為了避免低估臺電供電系統瞬時尖峰負載(瞬間值)，而耗電率以 1:1(度:公里)為基準轉換電度數，故以 200 度電試算；考量實際車輛調度使用情形，參考業者核定車輛數並預留停放彈性，設定 110%為彈性調整因子。另考量充電設備充電功率(120kwh/60kwh)、夜間充電時數(2hr/5hr)及日間補電情形，試算夜間離峰負載及日間尖峰負載情形，表 3.3-2 列出各縣市各區之預估供電量及其日間尖峰負載與夜間離峰負載。依據行政區劃分來看，預估供電容量最高的行政區為新北市新店區(146,740 度/日)，占五都預估供電量之 16%；依據縣市別來看，預估供電容量最高的縣市為新北市(306,460 度/日)，占五都前 3 名預估供電量之 33.6%。各調度場站之數據資料詳見附件一。

表 3.3-2 五都各行政區調度場站之核定車輛數及用電需求一覽表

市別	行政區	核定車輛數	預估供電量	預估供電量占比	日間尖峰負載	夜間離峰負載(2 小時充滿)	夜間離峰負載(5 小時充滿)	調度場站數量	調度場站占比
臺北市	內湖區	447	98,340	19%	10,728	53,640	26,820	55 處	35%
	南港區	424	93,280	18%	10,176	50,880	25,440		
	文山區	386	84,920	16%	9,264	46,320	23,160		
	士林區	420	92,400	18%	10,080	50,400	25,200		
	信義區	253	55,660	11%	6,072	30,360	15,180		
	北投區	243	53,460	10%	5,832	29,160	14,580		
	萬華區	79	17,380	3%	1,896	9,480	4,740		
	松山區	52	11,440	2%	1,248	6,240	3,120		
	中山區	66	14,520	3%	1,584	7,920	3,960		
新北市	新店區	667	146,740	22%	16,008	80,040	40,020	55 處	35%
	蘆洲區	377	82,940	13%	9,048	45,240	22,620		
	淡水區	326	71,720	11%	7,824	39,120	19,560		
	汐止區	349	76,780	12%	8,376	41,880	20,940		
	新莊區	184	40,480	6%	4,416	22,080	11,040		
	土城區	141	31,020	5%	3,384	16,920	8,460		
	深坑區	139	30,580	5%	3,336	16,680	8,340		
	板橋區	135	29,700	5%	3,240	16,200	8,100		

資料來源：五都交通局；本計畫估算。

表 3.3-2 五都各行政區調度場站之核定車輛數及用電需求一覽表(續)

市別	行政區	核定車輛數	預估供電量	預估供電量占比	日間尖峰負載	夜間離峰負載(2 小時充滿)	夜間離峰負載(5 小時充滿)	調度場站數量	調度場站占比
新北市	林口區	105	23,100	4%	2,520	12,600	6,300	55 處	35%
	中和區	143	31,460	5%	3,432	17,160	8,580		
	萬里區	100	22,000	3%	2,400	12,000	6,000		
	五股區	82	18,040	3%	1,968	9,840	4,920		
	樹林區	104	22,880	3%	2,496	12,480	6,240		
	泰山區	136	29,920	5%	3,264	16,320	8,160		
桃園市	蘆竹區	229	50,380	19%	5,496	27,480	13,740	23 處	14%
	桃園區	270	59,400	22%	6,480	32,400	16,200		
	大園區	186	40,920	15%	4,464	22,320	11,160		
	龜山區	141	31,020	12%	3,384	16,920	8,460		
	八德區	110	24,200	9%	2,640	13,200	6,600		
	大溪區	93	20,460	8%	2,232	11,160	5,580		
	平鎮區	52	11,440	4%	1,248	6,240	3,120		
	觀音區	42	9,240	3%	1,008	5,040	2,520		
	楊梅區	25	5,500	2%	600	3,000	1,500		
	龍潭區	59	12,980	5%	1,416	7,080	3,540		
臺南市	新營區	120	26,400	25%	2,880	14,400	7,200	11 處	7%
	南區	100	22,000	21%	2,400	12,000	6,000		

資料來源：五都交通局；本計畫估算。

表 3.3-2 五都各行政區調度場站之核定車輛數及用電需求一覽表(續)

市別	行政區	核定車輛數	預估供電量	預估供電量占比	日間尖峰負載	夜間離峰負載(2 小時充滿)	夜間離峰負載(5 小時充滿)	調度場站數量	調度場站占比
臺南市	北區	90	19,800	19%	2,160	10,800	5,400	11 處	7%
	佳里區	51	11,220	11%	1,224	6,120	3,060		
	玉井區	42	9,240	9%	1,008	5,040	2,520		
	安平區	22	4,840	5%	528	2,640	1,320		
	學甲區	17	3,740	4%	408	2,040	1,020		
	仁德區	13	2,860	3%	312	1,560	780		
	麻豆區	12	2,640	3%	288	1,440	720		
	安南區	12	2,640	3%	288	1,440	720		
高雄市	仁武區	174	38,280	17%	4,176	20,880	10,440	15 處	9%
	大樹區	152	33,440	15%	3,648	18,240	9,120		
	鳳山區	145	31,900	14%	3,480	17,400	8,700		
	楠梓區	140	30,800	14%	3,360	16,800	8,400		
	三民區	97	21,340	10%	2,328	11,640	5,820		
	小港區	87	19,140	9%	2,088	10,440	5,220		
	前鎮區	85	18,700	8%	2,040	10,200	5,100		
	苓雅區	89	19,580	9%	2,136	10,680	5,340		
	左營區	30	6,600	3%	720	3,600	1,800		
	茄萣區	10	2,200	1%	240	1,200	600		

資料來源：五都交通局；本計畫估算。

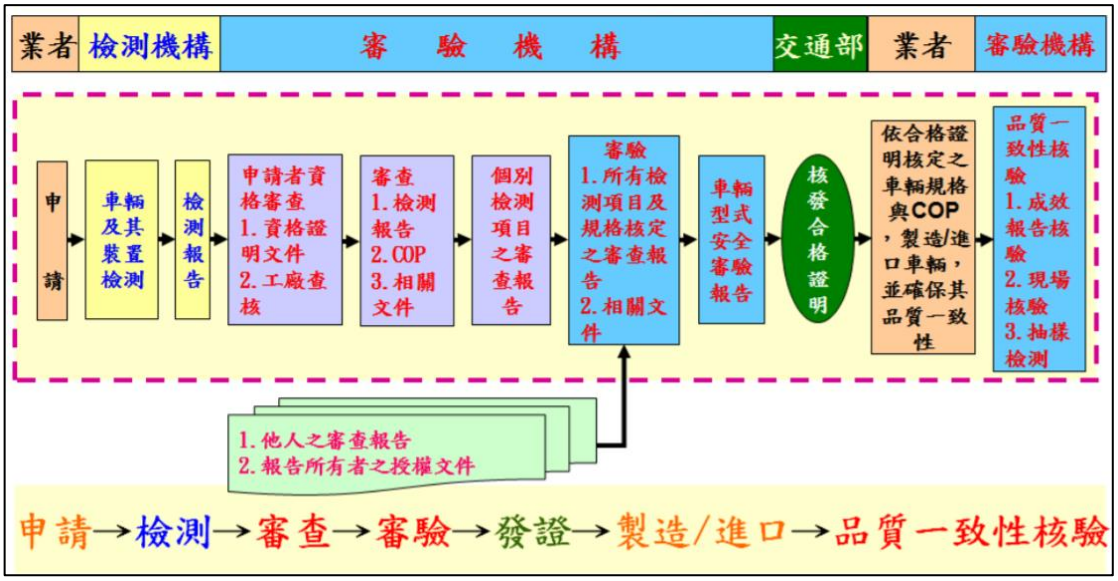
3.4 國內電動大客車產業現況

3.4.1 車輛技術規格彙整

1. 國內現況有效車型合格證

依據財團法人車輛安全審驗中心車安通訊季刊第 106-1 期[1]，交通部自民國 87 年 10 月 26 日起推動實施車輛型式安全審驗，且採與歐盟、日本及澳洲等大多數先進國家的政府(強制)認證制度，車輛安全法規均調和聯合國(UN)ECE 規定，並逐年增加審驗車種及相關車輛安全法規。

國內大客車申請安審作業需依交通部訂定的「車輛型式安全審驗管理辦法」及「車輛安全檢測基準」規定辦理車輛型式安全審驗合格且取得其證明書後，始得向 路監理機關辦理新登檢領照等相關事宜，相關作業流程如圖 3.4-1 所示。



資料來源：財團法人車輛安全審驗中心車安通訊季刊，第 106-1 期。

圖 3.4-1 大客車車輛型式安全審驗作業流程

而目前經財團法人車輛安全審驗中心統計，國內至今電動大客車車型合格證仍在有效期限內有 5 家申請廠商，計有 7 張合格證，車型有 14 型，如表 3.4-1 所示，另外，根據車安中心車輛型式安全審驗及檢驗相關疑義會議所核定審驗依據規定事項，表 3.4-1 內提及之車種為依車輛性能區分，而載運類別則依車型代碼區分。

2. 國內市售電動大客車規格

現況國內電動大客車廠商以通過車輛型式安全審驗，且車型合格證於有效期限內者，主要有五家廠商，分別為華德動能科技股份有限公司、唐榮車輛科技股份有限公司、總盈汽車有限公司、凱勝綠能科技股份有限公司及創奕能源科技股份有限公司。

各廠商生產車款之規格性能以各廠商公開型錄及參訪提供之資料，彙整如表 3.4-2 及 3.4-3 所示，市售車款各項數據茲說明如下。

(1) 基本規格

國內甲類市售車款主要可分為長度 12 公尺及 8 公尺，12 公尺長之車款，車輛重量較重，座立位數較多；反之，8 公尺長之車款車輛重量相對較輕，座立位數較多少，為適用路線載客量較低之路線。另以 12 公尺長之車款，以華德 2018 年新款車輛較為輕量化，車輛空重及核定總重僅為 12.14 公噸及 15.35 公噸。

乙類市售車款則多為 7 公尺長，核定總重低於 10 公噸，其座立位數也相對甲類車款較少。

(2) 性能參數

甲類車款以華德民國 107 年最新款車為例，最高時速可達 110 公里/小時外，其餘車款皆低於 100 公里/小時，主要為設定於市區低速行駛；乙類車款則皆可高於 100 公里/小時。

在續航里程部分，由於國內市區公車路線每日行駛里程多數低於每日 200 公里以內，甲乙類市售車款規格多數標榜可提供 200 公里以上之里程，以符合國內市區公車路線之需要。其中總盈車款附掛電池容量低(71.5kwh)，因此搭配日間補電模式，提高每日可營運里程。

(3) 電機、電池與充電機

①電機

各車款皆為永磁電機，輸出功率則略有差異。

②電池與充電機

甲類車款附掛電池容量以凱勝(比亞迪)324kwh 最大，以總盈(金龍)71.5kwh 為最小，其容量設計為與充電機功率搭配，如電池容量較高者，搭配之充電機功率為 60~80kw，採慢充型式充電；而電池容量較低者(如總盈 71.5kwh)，搭配之充電機功率為 120kw，採快充型式充電。

除上述以取得車型合格證之車輛以外，力歐新能源尚在申請車輛安全審驗中心之合格證，本計畫將向車廠取得之車輛規格另外列於表 3.4-4，力歐新能源規劃提供 8.5 公尺、10.5 公尺、12 公尺及 18 公尺等不同長度車款，額定總重也跟其他車廠車款差異不大；與附掛電池容量較低，單次充電之續航里程約在 90~100 公里左右。

表 3.4-1 國內現況電動大客車有效合格證車型

申請者	技術授權	分類	車型數	車種	合格證 有效期限	載運類別
華德動能科技股份有限公司	自主設計開發	甲類	2	一般公路客運 路線班車	107.12.31	✓ 一般公路客運車
馨盛汽車企業股份有限公司	比亞迪	甲類	6	一般公路客運 路線班車	107.12.31	✓ 國道客運車 ✓ 一般公路客運車
馨盛汽車企業股份有限公司	金旅	甲類	1	一般公路客運 路線班車	107.12.31	✓ 一般公路客運車
馨盛汽車企業股份有限公司	金旅	甲類	1	市區公車	107.12.31	✓ 市區客運車
總盈汽車有限公司	金龍	甲類	1	市區公車	107.12.31	✓ 市區客運車
凱勝綠能科技股份有限公司	比亞迪	甲類	2	市區公車	107.09.30	✓ 一般公路客運車 ✓ 市區客運車
唐榮車輛科技股份有限公司	申沃	甲類	1	市區公車	107.12.31	✓ 市區客運車

資料來源：財團法人車輛安全審驗中心提供(民 107/7/27 更新)。

表 3.4-2 國內市售電動大客車規格-甲類

車廠		華德(2018 新款)	唐榮	總盈(金龍)	凱勝(比亞迪)	創奕(金旅)	
車輛型號		RAC-700	SWB6127EV	KL5850L	K9	6125	6885
技術授權母廠		自主開發	申沃	金龍	比亞迪	金旅	
基本規格	全長(cm)	1,198	1,195.8	862	1,200	1,200	879
	全寬(cm)	250	250	250	250	250	244
	全高(cm)	321.6	328.6	336.7	336	339.8	305
	軸距(cm)	580	600	470	595	588	430
	車輛空重(公噸)	12.14	14.30	8.48	14.00	13.50	9.00
	核定總重(公噸)	15.35	17.00	12.00	16.30	16.30	14.00
	座位數	25+2(摺疊椅)	23+1(輪椅)	18	27~30	32+2(輪椅)	21+2(摺疊椅)
	立位數	30	16	10	9~12	15	9
性能參數	最高車速(km/h)	110	≥ 78	70	≥ 70	90	90
	最大爬坡度(%)	30	20	20	20	20	20
	最小轉彎半徑(m)	11.6	≤ 24	18	12	≤9	≤9
	續航里程(km)	260-300	最大 350	230	≥ 250	220	220
電機	電機類型	永磁電機 (東元電機 OEM)	永磁電機	永磁電機	輪邊永磁電機	永磁電機	永磁電機
	最大功率(kw)	150/250	180	200	180	155-230	200

資料來源：各車廠提供資料；本計畫彙整。

表 3.4-2 國內市售電動大客車規格-甲類(續)

車廠		華德(2018 新款)	唐榮	總盈(金龍)	凱勝(比亞迪)	創奕(金旅)	
車輛型號		RAC-700	SWB6127EV	KL5850L	K9	6125	6885
電池	電池類型	三元鋰 (日本 AESC)	磷酸鋰鐵	三元鋰	磷酸鋰鐵	磷酸鋰鐵	
	電池容量(kwh)	282	350/260	71.5	324	220	220
充電機	直流/交流	直流	直流	直流	交流	直流	
	防護等級	IP54	IP67	IP44	IP55	IP67	IP67
	輸出功率(kw)	-	60/120	120	80	80	

資料來源：各車廠提供資料；本計畫彙整。

表 3.4-3 國內市售電動大客車規格-乙類

車廠		華德	唐榮	宇通(比亞迪)
車輛型號		RAC-300	SUNWIN EVM	K6A
技術授權母廠		自主開發	申沃	比亞迪
基本規格	全長(cm)	700	698	748
	全寬(cm)	213.5	205	206
	全高(cm)	260.3	283.2	314.5
	軸距(cm)	3,800	395	398.5
	車輛空重(公噸)	6.01	5.24	7.45

資料來源：各車廠提供資料；本計畫彙整。

表 3.4-3 國內市售電動大客車規格-乙類(續)

車廠		華德	唐榮	宇通(比亞迪)
車輛型號		RAC-300	SUNWIN EVM	K6A
技術授權母廠		自主開發	申沃	比亞迪
基本規格	核定總重(公噸)	7.70	6.45	9.10
	座位數	19	20	-
	立位數	10	10	-
性能參數	最高車速(km/h)	100	90	125
	最大爬坡度(%)	30	20	-
	最小轉彎半徑(m)	9	8.5	7
	續航里程(km)	250	150	260
電機	電機類型	-	直流永磁無刷/GLMP100LO	-
	最大功率(kw)	75/150	100	180
電池	電池類型	稀土鋰釔	磷酸鋰鐵	-
	電池容量(kwh)	107	90	138
充電機	直流/交流	直流	直流	交流
	防護等級	IP44	-	IP55
	輸出功率(kw)	30	60	40

資料來源：各車廠提供資料；本計畫彙整。

表 3.4-4 力歐新能源電動大客車規格-甲類

車廠		力歐新能源		
車輛型號		8.7 米仿古	12 米低地板	18 米 BRT 低地板
技術授權母廠		自主開發		
基本規格	全長(cm)	870	1,200	1,800
	全寬(cm)	248	248	248
	全高(cm)	345	315	335
	軸距(cm)	399	610	590+600
	車輛空重(公噸)	11.2	13.7	20.3
	核定總重(公噸)	14.5	16.3	28
	座位數	20+1(輪椅)	22	33(可客製化)
性能參數	最高車速(km/h)	95	95	95
	最大爬坡度(%)	≥ 20		
	最小轉彎半徑(m)	≤ 17.4	≤ 24	≤ 24
	續航里程(km)	90	90	90-100(可客製化)
電機	電機類型	永磁同步		
	最大功率(kw)	220		
電池	電池類型	鈦酸鋰		
	電池容量(kwh)	116	136	162

資料來源：力歐新能源提供資料；本計畫彙整。

3.4.2 現況產業探討

1. 車廠意見交流

本計畫在國內電動大客車產業，出席由 VSCC 所安排之民國 107 年 6 月 11 日華德動能科技股份有限公司、6 月 13 日唐榮車輛科技股份有限公司與總盈汽車有限公司之參訪交流，團隊另於 6 月 29 日與凱勝綠能科技股份有限公司進行車廠之參訪交流，就國內電動大客車產業現況與技術交換意見，並彙整各車廠生產技術、車輛性能及相關保固與後勤等資料，茲整理說明如下。參訪紀錄詳見附件二。

(1) 生產技術與產能

國際間對於大客車的生產方式可分為「整體設計製造」及「底盤組裝車體」兩種模式，國內以往柴油大客車生產多採用底盤組裝車體。如表 3.4-5 所示，華德與唐榮為國內傳統底盤組裝車體方式，唯華德為標榜整車自主設計，而唐榮為與 Volvo、申沃授權合作；另總盈與凱勝技術原廠為中國大陸車系，則生產方式採整體設計製造，以全承載骨架結構打造車輛。

另生產能量部分，經濟部於民國 107 年 7 月 4 日邀集相關產業公會、電動大客車車廠及專業法人單位進行討論，並提供調查表回填各車廠之現況及未來規劃產能，其彙整結果如表 3.4-6 所示，主要內容為：

①各車廠年產能現況達 1,920 輛以上，後續投資擴產後可達 4,830 輛整車及 2,000 輛底盤車。

②目前量產車廠妥善率均達 98%以上，預估妥善率可逐步提升至 99%以上。

③目前車輛續航里程，充飽電後至安全電量止，大部分車輛均達 200 公里。

表 3.4-5 國內電動大客車廠比較-生產技術

項目	華德	唐榮	總盈(金龍)	凱勝(比亞迪)
開發程序	• 自主設計	• 整車-Volvo、申沃共同研發 • 底盤-Volvo 授權 • 車身-申沃授權	• 廈門金龍配合臺灣環境設計開發 • 總盈組裝生產成車	• 比亞迪公司為技術原廠 • 凱勝委託馨盛組裝生產成車 • 凱勝負責銷售及售後服務
打造技術	底盤組裝車體	底盤組裝車體	整體設計製造(全承載結構)	整體設計製造(全承載結構)
生產規模	-	• 用地-2 公頃 • 人力-150 人	• 用地-2.38 公頃 • 人力-80 人	• 馨盛銅鑼廠，用地-2000 坪 • 凱勝嘉義新廠，用地-10850 坪
生產能量(輛/年)	• 整車 150 輛 (民 107 年現況)	• 電巴-600 輛 • 電聯車-300 輛 • 電池模組-2 億 wh	• 組裝底盤-80 輛 • 遊覽車-100 輛 • 柴巴-150 輛 • 電巴-200 輛	• 馨盛銅鑼廠 200 輛(現況)

資料來源：各車廠提供資料；本計畫彙整。

表 3.4-6 國內電動大客車產業能量調查結果

車廠	現況			後續規劃		
	產能(輛/年)	妥善率(%)	續航里程(公里)	產能(輛/年)	妥善率(%)	續航里程(公里)
華德動能	150(整車)或 500(底盤車)	> 99.5	>450(定速最大巡航)、或>260(一般市區夏季全載續航)	2,000 輛底盤車(預計到民國 110 年止，車體委由其他車體廠打造)	> 99.8 (預計在民國 108 年達成)	>450(定速最大巡航)、或>260(一般市區夏季全載續航)
力歐新能源	40	100	90	300 (預計 5 年內達成)	100	90
唐榮車輛	1,200	>98	≧300	3,000 (預計 3 年內達成)	>99	≧400 (預計 1~2 年內達成)
凱勝綠能	100	99.8 -99.9	242-437 (依路線季節而有所差異)	150 (民國 109 年起)	99.9 (預計在民國 109 年達成)	綜合路況≧250 (預計在民國 108 年達成)
大草原 (台灣宇通)	200	95	250	200	95	未提供
創奕能源	80	＞99.5	230	300 (預計在民國 109 年達成)	＞99.5 (預計在民國 109 年達成)	300 (預計在民國 109 年達成)
總盈汽車	80-100	＞99.5	無限 (快充式)	50-80 (預計在民國 108 年達成)	＞99.5 (預計在民國 108 年達成)	無限 (快充式預計在民國 108 年達成)
紀暘工業	50	98	250	600-800	98	250
小計	1,920	-	-	4,830(整車) +2,000(底盤車)	-	-

資料來源：經濟部彙整各車廠提供資料；本計畫彙整。

(2) 車輛性能與運行

在車輛性能設計部分，如表 3.4-7 所示，華德、唐榮及凱勝車款採高容量慢充系統，皆為滿足客運業者一日之行駛里程，於夜間路線收班時充電；唯總盈採低容量電池快充系統，利用班次中間空檔日間補電，目的為車輛與充電機不需 1:1，減少充電站成本。

適用環境因華德標榜最高時速為 110 公里/小時，車廠宣稱可適用全方位路型運行，其他 3 家車款則多為設計適用低速之市區環境。而電池因過度放電或使用不當易造成電池電量衰退，各車廠依皆會設定安全殘電容量，其保留之電量各車廠不一。

(3) 保固與後勤支援

保固部分如表 3.4-8 所示，凱勝電池保固較其他同業長，為 8 年，其他各部零件則各車廠保固其不一。後勤維修據點及教育訓練各車廠皆有支援，唯後勤據點數量相較其他柴油車車廠仍較不足。即時監控管理平台唐榮目前已於售出車款裝設監控設備，可即時回傳至唐榮公司之管理中心，如圖 3.4-4 所示，其餘車廠則皆已有相關規劃開發中。



資料來源：唐榮車輛科技股份有限公司提供。

圖 3.4-2 唐榮車輛科技智慧電動車 E 控管理系統畫面

表 3.4-7 國內電動大客車廠比較-車輛性能與運行

項目	華德	唐榮	總盈(金龍)	凱勝(比亞迪)
性能 設計考量	• 滿足 200 公里/日營運里程 • 電池功率、馬達轉速及轉矩滿足加速、最高速及爬坡需要	• 長續航力 舊 215 度-150~180km 新 350 度-250~300km • 高妥善率 • 高安全性	• 電池容量 71 度 • 快充式(15 分鐘內 S.O.C20%至 80%) • 減少充電站成本	• 滿足一天的客運營運里程 • 電池壽命最使用鋰鐵電池壽命較長 • 充電站採交流電，架設簡單便宜又耐用 • 採鋁合金車體降低重量 • 輪邊馬達直接驅動減少動力耗損
適用環境	• 全方位運行 (市區、山路及高速)	• 區分市區、高速 (山區僅較耗電) • 40km/hr 能耗最低	• 低速市區(≦70km/hr)	• 市區低速作為運營目標
保留電量	• 保留 10%電量	• 保留定值 50 公里	• 不低於 30%較佳	• 設定殘電為 20% • 是 0%以下還有保留，避免過放對電池的傷害
電池衰退 可能原因	• 過度放電、充電 • 工作溫度超過規定	• 營運強度 (AB 班重度使用) • 駕駛行為 (非固定駕駛)	• 過放、溫度過高 • 少部分電池芯損壞 • BMS 管理系統差 • BMS 與 VCU 韌體溝通不佳(華德、立凱、唐榮)	• 快充方式，增加電池充放電循環次數 • 過度放電 • 電池工作環境溫度過高

資料來源：各車廠提供資料；本計畫彙整。

表 3.4-8 國內電動大客車廠比較-保固及後勤支援

項目	華德	唐榮	總盈(金龍)	凱勝(比亞迪)
保固	• 三電(電池維持全載有效續航力 200 km 以上) 6 年 • 其他系統設備 6 年 • 保固期間接獲通知 24 小時內排除故障	• 整車 1 年 • 電池 5 年(≥80%) • 電機馬達 3 年 • 充電機 1 年	• 整車 1 年 (或 10 萬公里) • 電池 6000 次(≥70%) • 電機 3 年 • 充電機 5 年	• 整車 1 年/8 萬公里 • 車身 3 年/25 萬公里 • 電池 8 年 • 電機、電控 5 年/35 萬公里 • 底盤結構 3 年/25 萬公里 • 前橋、後橋、懸掛系統 2 年/16 萬公里 • 空調系統 3 年/25 萬公里
教育訓練	• 技術移轉服務計畫書 • 後勤為保服務企劃書 • 教育訓練服務企劃書 • 緊急應變標準作業流程	• 有	• 提供駕駛訓練方式及充放電教學，以及省電駕駛教育訓練	• 提供客戶駕駛手冊、維修手冊、一~四級保養明細表、充電器使用手冊等
維修據點	• 包含北中南東 (尚待提供附件)	• 3 處 (桃園、臺中、高雄)	• 柴油 25 處 • 電動 3 處	• 售出車輛所在區域配置維修人力(目前包含花蓮、桃園、苗栗、臺中、豐原、雲林、嘉義、高雄)
即時監控管理平台	• 預計導入佳世達智慧車輛管理系統	• 已有即時監測平台，包含車輛電池及充電機即時監控	• 目前沒有尚無即時數據，儘透過行車紀錄器蒐集 • 已計畫建構即時管理及數據蒐集系統	• 凱勝與研華、用新科際、能海等廠商聯合開發中

資料來源：各車廠提供資料；本計畫彙整。

(4) 各零部件國產化項目

電動大客車依總成分類，可分為車身、車架、電能系統、動力系統及其他各部零件，依國內各車廠提供之資料，各零部件為國內產製之資料彙整如表 3.4-9 所示。

此 4 家廠商中，以華德及唐榮國產比例較高，除電池、驅動系統、制動系統及轉向系統外，其餘多為國內產製；總盈及凱勝採與中國車係合作銷售，則國產化比較較低，僅電池模組、車載資通訊、管理平台與內飾件為國產。

表 3.4-9 國內車廠各部件國產化項目

部件名稱		華德	唐榮	總盈(金龍)	凱勝(比亞迪)
車身		**國產**	**國產**	進口	進口
車架		**國產**	**國產**	進口	進口
電能	電芯	進口	進口	進口	進口
	電池材料(正負極、銅箔、電解液等)	無資訊	**部分國產**[註1]	無資訊	無資訊
	模組組裝	**國產**	**國產**	**國產**	**國產**
	電池管理系統(BMS)	**國產**	**國產**	進口	進口
整車控制單元(VCU)		**國產**	**國產**	國外技轉[註3]	進口
動力系統(馬達)		**國產**	國內組裝[註2]	**部分國產**[註4]	進口
變速器		進口	-	-	-
驅動軸		進口	進口	進口	進口
制動系統(煞車)		進口	進口	進口	進口
轉向系統		進口	進口	進口	進口
車載資通訊		**國產**	**國產**	**國產**	**國產**
車輛監測管理平台		**國產(開發中)**	**國產**	**國產(開發中)**	**國產(開發中)**
其他零部件	前檔玻璃、儀表版	無資訊	無資訊	進口	進口
	燈組、內飾件	無資訊	無資訊	國產	**國產**

註：1 唐榮電池材料中正極材料、銅箔、電解液台塑國產。
註：2 唐榮動力系統由國內利通馬達模組組裝。
註：3 總盈整車控制單位中國廠商協助技術移轉，現行可國內可生產硬體架構，軟體部分由修改至優化逐漸朝向整體設計開發。
註：4 總盈動力系統馬達轉子、馬達殼體、漆包線、軸承為國內產製。
資料來源：各車廠提供；本計畫彙整。

(5) 其他意見與建議

國內車廠於訪談交流之相關意見與建議彙整如表 3.4-10 所示。

表 3.4-10 國內電動大客車廠相關意見與建議

類別	意見與建議
產業發展	• 國際動力電池因能量密度朝向鋰三元發展(華德) • 能量密度持續提升，電動車價將接近柴油車(華德)
安全檢測	• CNS 充電設備安全檢測包含車端及柱端檢測(華德) • 電池需符合 ECE R100.2，列入車輛安全檢測(唐榮) • 除車輛合格證外，訂定強制性生產審查要求(唐榮) ✓ 生產能力：生產設備、檢測設備及完整產品追溯體系 ✓ 產品售後服務與安全保障能力 ✧ 監測平台運行情況監督與對接地方或中央管理平台 ✧ 建立零部件(如電池)回收及再利用的管道 ✧ 建立完整的銷售和售後服務管理體系
性能規範	• 非快充客車購車補助續航力應要求 200 公里(華德) • 快充客車電池配置少，不應請領相同級距之補助款(華德) • 明確規範快充技術電池安全性、車端/柱端設備符合 CNS(華德) • 建議納入電池密度、單位載質量能量消耗量等效能標準(華德) • VSCC 應拒絕接受大陸母廠之 20 萬公里耐久測試報告，要求所有車型在臺灣依 VSCC 規範完成 20 萬公里耐久測試(華德)
後勤維修	• 協助電動大客車維修人員培訓(總盈/凱勝/台灣宇通) (如各大技職院校開立相關人才培訓課程)
補助政策	• 鼓勵新公車業者加入競爭，使數量快速達到 1,000 輛以上(唐榮) • 部分車廠表示補助要點訂定車廠生產審查及附加價值率(唐榮)；部分車廠則認為附件價值率不調升，政策推行達 2,000 輛基數(20%)，再規劃三電部分國產化可能(總盈/凱勝/台灣宇通) • 部分車廠建議將電池與車身列入附加價值率之基本實質項目審查(唐榮)；部分車廠則建議繼續沿用先前大客車車身進口方式，先讓國內有好的產品後，再逐步要求國產化(總盈/凱勝/台灣宇通) • 補助建議提供第二套電池補助 49%；充電站成本補助 49%(唐榮)
國產能力	• 電池電芯無法國產，臺灣僅能進行電池模組，BMS 仍在學習階段及缺乏人才，尚無法達國產可行性(總盈/凱勝/台灣宇通) • 電機可國產，採用晟昌電機系統及馬達控制系統(MCU) (總盈/凱勝/台灣宇通) • 電控為中國廠商協助在地廠商進行系統架設與技術移轉(總盈/凱勝/台灣宇通) • 國內零組件無法達到原廠要求標準，原廠無法授權國產(總盈/凱勝/台灣宇通)
其他配套	• 協助停車(充電)場站土地的取得及區域電力的整體規劃(華德) • 合法工業區申請大容量額定電量，耗時 2 年仍未供電(總盈/凱勝/台灣宇通) • 夏季供電不足及跳電問題，將影響電動車營運(總盈/凱勝/台灣宇通) • 使用數據接入公部門監管平台，納入補助評核(華德)

資料來源：各車廠提供資料；本計畫彙整。

2.零組件技術開發整合單位意見蒐集

本計畫為進一步了解國內三電零組件生產與技術能量，於計畫期間與包括東元電機(8 月 6 日)、能海電能(8 月 16 日)、國家中山科學研究院(8 月 27 日)、台達電(8 月 30 日)及聯華聚能(三電整合業者)(10 月 15 日)等國內零組件廠商及技術開發單位進行交流，意見綜整如表 3.4-11，訪談交流記錄詳見附件二。

表 3.4-11 零組件技術開發整合單位意見綜整

類別	意見綜整
三電整合	• 工研院材化所主要著重在材料開發與靜態儲能系統開發測試，中科院則著重在電池管理系統(BMS)開發及因應大客車的動態儲能系統開發測試。 • 東元電機主要著重在電機馬達代工與設計開發，對應不同合作廠商需求，對應主流車廠掌握動力模組設計，東元會配合零組件代工，但也有設計能力。另目前已在籌備投入電控領域，後續可結合電機、電控及充電配電組裝。 • 台達電主要著重於充電設備與鋰離子電池之開發與生產，可滿足國內外客戶不同規格及需求，另也致力於開發再生能源利用與儲能設備，可協助客戶節電及區域電力穩定供電。 • 聯華聚能主要從事設計開發新能源電動車的整車控制器(VCU)、電機驅控器(MCU)、及電池管理系統(BMS)等系統整合技術與關鍵零部件方案。 • 能海電能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；充電設備搭配後台運營管理系統(大數據+物聯網+APP)，可將充電相關資料於後臺做數據分析。 • 就電池技術而言，國內目前自產電芯的能力有限，但電池組(pack)是有自產能力的。 • 國內朝提升三電整合技術能量，再結合臺灣的優勢(車身打造)及陸廠的技術，有機會節省研發技術的時間及經費，共同建立臺灣的品牌。
電池檢測	• 中科院今年會建構完成符合 ECE R100 電池安全性測試場域，提供電池模組測試。 • 電池安全檢測場域資訊可提供車輛安全審驗中心(VSCC)掌握，所建置之系統在未來有機會協助提供檢測能量。
政策推動	• 國內現階段較缺乏研發人才及設計代工(ODM)角色，如何針對國外技術引進的方式與促成產業落地為重點。 • 建議政府配合，將充電接口的標準統一，使業者在購買電動車或電動巴士後，能自由選擇要車廠原配的充電樁還是找充電製造廠商製造充電樁。 • 有關國產化認證，建議應朝向達到 ISO 或相關標準的能力認定(如 ISO16949 汽車業品質管理系統)，才算真的具備國產化研發能力。 • 建議進一步了解國外廠商對於在臺技術落地的態度，以免引進國外技術車輛後卻無法具體提升國產化能力。

資料來源：本計畫彙整。

3. 專家及業者意見蒐集

(1) 第一次專家座談會

本計畫為了解產業發展及各相關單位及專家學者之意見，於民國 107 年 6 月 20 日於交通部運輸研究所召開學者專家座談會，邀集金屬工業研究中心江進豐副處長、經濟部工業局童建強科長、電池協會呂學隆秘書、中華經濟研究院溫蓓章副所長、臺北科技大學車輛工程系黃國修教授，以及財團法人車輛中心及路政司等單位，進行意見交流與後續推動之建議，會議記錄如附件三。本計畫將本次座談會相關意見綜整如表 3.4-12 所示。

表 3.4-12 第一次專家座談會意見綜整

類別	意見綜整
發展趨勢	• 電動客車涉及嚴謹的三電整合控制問題，不能用已發展成熟生產柴油車方式來製造。 • 電動客車的動力電池目前價格仍貴且重量非常重，不應該一味的追求續航力而設計使用大容量電池，如此易導致耗能且電池重置需支付大筆資金。 • 建議因應不同客運業者使用需求，依照不同使用環境之車輛性能制定不同的車輛驗證標準，以及討論未來不同性能車輛之補助差異，讓業者自行選擇產品。 • 電控與馬達臺灣有較佳的發展機會，電芯材料需再加強，電池管理技術管理電巴的可能性仍存在。 • 電巴的電池成本、重量、體積之降低為首要目標，但在現有技術不足的情況下，應做行駛環境分類，如市區長短程、高速、山區等，依照不同道路特性做電池不同配置量身設計，直到未來能與柴油車接近為止。
推動政策	• 推動策略應以政策目的為出發，行政院的政策目標有三點，包含抑制移動汙染源、提升公共運輸品質及考量產業化的可能性，但三者目標其實有部分衝突，建議應排定目標優先性。 • 目前規劃以階段性方式來推動，12 年分 3 個階段： (1)第一階段示範期間先解除限制，讓所有車廠都能進來參與示範，目的為完整記錄使用情形，將相關使用參數資料回饋給車廠端，做為產品研發參考，並讓客運業者慢慢信任產品。 (2)第二階段為鼓勵方式，如取消柴油車補助或調整補貼機制。 (3)第三階段最後四年為加速推動期間，就過去階段以掌握國內產業的定位與機會，且電動大客車性價比已慢慢與柴油車拉近，對於客運業者來說也更願意配合政策導入電動車，且產業發展與車價有降低的趨勢，補貼款也可慢慢降低。

資料來源：本計畫彙整。

表 3.4-12 第一次專家座談會意見綜整(續)

類別	意見綜整
推動政策	• 電動大客車市場並非「自由市場」，寡占車廠與使用者(客運業者)的市場結構，使廠商採取策略定價行為。故應由政府給定標準、規格，引導車廠提供優質產品，客運業者提供優質服務。 • 確認「試辦計畫」的目的性，建議是測試商業應用的效果，討論共通標準及導入手冊。 • 示範期建議結合地方政府，在新興重劃區較傳統市區為佳。 • 就過去經驗，參與示範的團隊不能單由車廠或客運業者來主導，應設立相關的聯盟，結合技術面與產業面，且並由地方政府與財團適當介入，口袋要深。 • 推動示範計畫，相關法規標準與路線設計應一併進行，團隊可包含運研所、路政司、公總、臺電、中油、工業局、技術處、標檢局、公保處等。 • 除交通部以重新盤點公共運輸的路線之方式搭配不同車型的想法之外，亦可讓客運業者及市場機制直接自行選擇，比較容易快速導入的路線與車型，達到一定數量之車輛的規模。
產業限制	• 附加價值率設定部分應與國內產業發展連結，可調整現況定值之設定。 • 國內有關附加價值率議題，經濟部目前正討論改採關鍵材料(電池組(含控制版)、馬達、控制器(含驅動器))取代附加價值率為產業扶持所需。 • 因應禁止中國車身進口之規定，國內產能問題，雖業者持悲觀想法，但在政策已訂狀況下，引導車廠發展為後續檢討方向。
檢測監管	• 導入電動大客車司機 ID 卡，避免過勞，全程監控。 • 建議電動大客車應思考將行車資訊、GPS、電池電容量、司機狀態，即時回到交通管理機關，另外電池部分應納入溫度、電流、電壓、等感測器加上紀錄器(防火)，作為後續安全所需。 • 目前車輛性能驗證標準有 6 項，其中 2 項已實施，目前有兩種聲音，一是希望將相關測試數據做公告，二是提高驗證標準，包含續航力提高，車輛中心會再評估。 • 國內安全審驗基準主要是基於現有法規與國際做調合，目前已規劃引進 ECE-R100-2 車輛安全檢測標準，且與車輛檢測單位(如 ARTC)確認檢測能量，後續會再評估引進法規，檢討強制性納入國內法規要求。 • 20 萬公里耐久測試報告部分，建議要求車型應在臺灣完成測試而非拿他國測試結果。
充電設備	• 充電規格部分目前市面上 CNS 國家標準內有數個介面，現況尊重市場機制，由業者自行做選擇， • 未來在公共運輸推動方面，考量利用轉運站做連結部分，可能需要配置共用充電站，除充電標準與相關轉接頭設備之外，不同設備之間的通訊應列入考量，但建議由業者(客運業)討論統一規格及配套措施。

資料來源：本計畫彙整。

表 3.4-12 第一次專家座談會意見綜整(續)

類別	意見綜整
電力供應	• 用電基礎設施部分，用直流電充 10 輛車等於用掉整個社區 300 度電，瞬間電壓會很大，建議臺電審慎評估。 • 交通部受理各縣市政府電動大客車計畫時，請業者事先向地方政府及臺電地區營業單位發文確認預定充電站設置之工地合適性(能否設充電站)、用電申請可能性、用電量評估及因應對策，另有施工上管路問題，建議交通部計畫核定時，應賦予地方政府交通單位應主導協調管路單位，如建管單位(建/雜照)、公用事業單位(用電)、道路養護單位(工務局)等，加速業者依計畫執行。 • 充電站用電事宜，可先向臺電發文洽詢，可避免計畫難以執行。

資料來源：本計畫彙整。

(2) 第二次專家座談會

本計畫為了解電動車電能供應與充電設備之發展狀況，於民國 107 年 7 月 5 日於交通部運輸研究所召開專家座談會，邀集工業技術研究院機械所張念慈組長及智慧車輛技術組朱高弘博士，進行意見交流，會議記錄如附件三。本計畫將本次座談會相關意見綜整如表 3.4-13 所示。

表 3.4-13 第二次專家座談會意見綜整

類別	意見綜整
電力供應	• 市區公車 1 萬輛全面電動化，以每公里耗能 1 度電計算，一年用電量約 7.3 億度，僅佔全臺用電量 0.28% • 市區公車全面電動化問題不在於總用電量，假設離峰可負荷，則問題主要為尖峰用電及區域電網的負荷。 • 收班後夜間充電較不會影響尖峰時段之用電供給，區域電網則要靠交通部門與台電區域性的電力檢討。 • 夜間同時充電可用快充方式，以人力及車輛調度輪流充電方式，降低同時間用電及充電柱需求，但仍需增加人力及運轉空間。 • 外掛式移動充電站可能為區域電網不足之解決辦法，在離峰時先至負荷較小之區域充飽電，再於業者電力需求時段分擔台電電力容量。
電池壽命	• 現階段車用電池壽命設定條件在正常使用情況下，均可達到 8 至 10 年以上。 • 三電系統須測試驗證，由電池模組廠提供耐用壽命保證。 • 車廠須作整體設計及出廠後的完善管理，並依消費者使用歷程建立同步監控，才能預防微小故障衍生成嚴重失效。

資料來源：本計畫彙整。

表 3.4-13 第二次專家座談會意見綜整(續)

類別	意見綜整
電池壽命	• 電池衰退應不至於歸咎於駕駛行為急煞等原因，煞車回充視正常之電池行為，主要是早期電動公車為大陸版控制器及電池之問題，現況技術應已有所提升。 • 充放電保留電量比率，鋰電池放電應保留 20~25%殘留電量，充電亦建議 90~95%不要充滿；電池可用電量去頭去尾約僅剩 70%，故電池續航力可依電池容量之 70%預估續航力。 • 車用電池失效約仍有 80%能量儲存，可作為再生能源儲能設備，將車用電池再利用。 • 汰役電池為因應電動車輛使用後，剩餘至七成電量不敷車輛使用而發展的，目前仍為研究階段，而現況也無足夠之電動車輛汰役電池。
充電模式	• 電動車充電方式，目前多為傳導式充電，無線充電仍在研發中。 • 電動公車與電動汽車/機車為不一樣之充電模式，充電技術可能類似，但公車空間需求、集中充電需求及場站問題等等，電動公車充電問題可能較其他電動運具來得複雜。 • 電動汽車充電站目前國際有開發出 1 對多(如西雅圖機場 1 對 10)及智能排程充電之設備，國內以工研院亦有非均質充電之專利，並在發展充電蛇之充電模式，後續有機會結合業者朝電動公車充電模式發展。 • 台電針對推廣電動公車之電力解決方案就是排程充電，可在補助標準內納入智慧充電排程之規範。
充電介面	• 電動汽車充電介面規格分為交流充電與質瘤充電(可稱快充)，交流充電目前國內交流標準為 Type I，直流則尚無法訂定標準，Type AA、BB、EE、FF 皆算符合國內規範之介面。 • 參考電動機車推動經驗，現況充電介面為各廠牌專用，過去嘗試政府由上往下要求業者配合，受到業者反彈而無法執行，這兩年為由業者整合共識，要求政府訂定共通標準。 • 中國與歐洲充電規格的通訊協定不相同，訂定中國規格則現況歐洲車款將無法對應使用；但取決於市場，若規模夠大，歐洲車廠亦會針對中國規格進行調整(如 Tesla 因應中國市場有調整設計中國規格)。

資料來源：本計畫彙整。

(3) 電動大客車運行經驗與發展趨勢高峰論壇

因行政院已設定 2030 年市區公車新領牌全面電動化，然目前電動大客車車輛數僅逾 300 多輛，中華民國公共汽車客運商業同業公會全國聯合會為表達業者購買電動大客車之疑慮，並蒐集各客運業者之意見與建議，於民國 107 年 6 月 14 日辦理「電動大客車運行經驗與發展趨勢高峰論壇」，邀產官學共同探討，期望能凝聚共識，提供政府參考。

該論壇分為五個場次進行不同討論，依場次主題蒐集現場客運業者之意見及結論彙整如表 3.4-14 所示。

表 3.4-14 電動大客車運行經驗與發展趨勢高峰論壇結論彙整

場次別	結論彙整
場次一： 電動大客車政府獎勵與補助策略	1. 大部分客運業者對於電動車的資訊因過於多元，且訊息多來自於車廠或其他有使用經驗的業者，但由於過去的電動車使用經驗不太理想，好壞無法判斷，導致業者對產品接受度較保守，但電動車的技術至今已明顯進步，故我們不應把思維停留在早期，並定期舉辦此類型會議多多交流，了解最新技術及營運經驗。 2. 建議中央不應只訂方向，也要訂方法，雖 2030 為目標，但因數量太過龐大，車源及財源不足為現況高雄面臨的課題。 3. 建議除購車補助外，也要增加營運里程積效補助。 4. 補助金額目前以新闢路線較多，建議提高汰舊換新補助與新闢相同，鼓勵既有路線可提供電動大客車服務，讓更多民眾可搭乘電動大客車。 5. 建議逐步減少柴油車補助，增加電動大客車競爭優勢。 6. 針對示範運行計劃、快/慢充組合的選擇及充電費用規劃(白天/夜間)等，讓具使用經驗的客運業者加入，結合顧問研究團隊，為想要引進電巴的業者量身規劃。 7. 建議對於附加價值率進行檢討並微調，盡快訂出國內具有優勢關鍵組件產業，一輛車有哪些部份是由國內自行發展，其他部份就以較彈性的方式容許國外進口。 8. 建議臺電提供電價優惠，以及縮短電力申請的時程。 9. 針對不同車廠充電樁做統一規範。 10. 由於電池衰退情況嚴重，建議電池汰換也要補助，除第一次購車補助外，使用 4 年後的第二次電池汰換也列入補助，故會有兩階段補助。

資料來源：本計畫彙整。

表 3.4-14 電動大客車運行經驗與發展趨勢高峰論壇結論彙整(續)

場次別	結論彙整
場次一： 電動大客車政府獎勵與補助策略	11. 大部分客運業者對於電動車的資訊因過於多元，且訊息多來自於車廠或其他有使用經驗的業者，但由於過去的電動車使用經驗不太理想，好壞無法判斷，導致業者對產品接受度較保守，但電動車的技術至今已明顯進步，故我們不應把思維停留在早期，並定期舉辦此類型會議多多交流，了解最新技術及營運經驗。 12. 建議中央不應只訂方向，也要訂方法，雖 2030 為目標，但因數量太過龐大，車源及財源不足為現況高雄面臨的課題。 13. 建議除購車補助外，也要增加營運里程積效補助。 14. 補助金額目前以新闢路線較多，建議提高汰舊換新補助與新闢相同，鼓勵既有路線可提供電動大客車服務，讓更多民眾可搭乘電動大客車。 15. 建議逐步減少柴油車補助，增加電動大客車競爭優勢。 16. 針對示範運行計劃、快/慢充組合的選擇及充電費用規劃(白天/夜間)等，讓具使用經驗的客運業者加入，結合顧問研究團隊，為想要引進電巴的業者量身規劃。 17. 建議對於附加價值率進行檢討並微調，盡快訂出國內具有優勢關鍵組件產業，一輛車有哪些部份是由國內自行發展，其他部份就以較彈性的方式容許國外進口。 18. 建議臺電提供電價優惠，以及縮短電力申請的時程。 19. 針對不同車廠充電樁做統一規範。 20. 由於電池衰退情況嚴重，建議電池汰換也要補助，除第一次購車補助外，使用 4 年後的第二次電池汰換也列入補助，故會有兩階段補助。 21. 評估是否有穩定的財源，比如地方政府空污基金、交通部的汽燃費等。 22. 業者針對自己需要汰舊換新的路線、車隊規模及汰舊時程，以及導入電動車的後勤人力及路線是否微調等課題，應主動提出。
場次二： 電動大客車最適營運環境分析	1. 供電需要穩定，為避免跳電，應先掌握需要用電的度數及臺電是否足夠供應等，應先全盤做規劃。 2. 充電站與發車站距離應在合理範圍內，避免空駛太多。 3. 電動大客車充電站建議以工業用電費用計費。 4. 供電需要穩定，為避免跳電，應先掌握需要用電的度數及臺電是否足夠供應等，應先全盤做規劃。 5. 供電需要穩定，為避免跳電，應先掌握需要用電的度數及臺電是否足夠供應等，應先全盤做規劃。 6. 供電需要穩定，為避免跳電，應先掌握需要用電的度數及臺電是否足夠供應等，應先全盤做規劃。

資料來源：本計畫彙整。

表 3.4-14 電動大客車運行經驗與發展趨勢高峰論壇結論彙整(續)

場次別	結論彙整
場次二： 電動大客車最適營運環境分析	7. 充電站與發車站距離應在合理範圍內，避免空駛太多。 8. 電動大客車充電站建議以工業用電費用計費。 9. 建議不同車廠充電樁應統一，讓各業者有機會共享。 10. 應計算車輛數與充電樁數量比例應為多少才合理，不會永遠是 1 比 1。 11. 建議將法規鬆綁，讓車輛可混合路線用，長途路線跑完，讓餘電可行駛短途，增加使用里程。 12. 在兼顧產業發展的附加價值率限制之下，業者會擔心是否有辦法買到適合的車輛，故需考量車源問題。
場次三： 電動大客車維修與備援管理	1. 電動客車系的相關技術、品質、可靠性、營運成本，維護保養成本、客車生命全週期成本經驗的獲取上缺乏完整資訊。 2. 業者需要具有可信任的零組件及設備的認證制度。 3. 保固鑑定制度尚無，對於業者是一大考量。 4. 政府可以提供經濟效益的客觀資訊，並且提供公信力的電動大客車系統、後勤、維修的認證制度。 5. 業者需要對於現有維護保養系統的拓展及大力提升。對於業者人力成本的增加 (機械人力、電力、電子工程、資訊科技)。 6. 政府可以協助未來維護人力培訓，並輔導業者提供維修人力。 7. 站體設施的規劃及用電配置取得。電力使用的穩定及對站場影響的擔憂。電費補貼措施的可能性。 8. 隣避措施的情況。 9. 政府可以協助業者與臺電公司及地方政府對於可能障礙的降低，或是提供具有共用性的充電裝置及場域。 10. 故障及風險發生的處理能力、程序，目前都還無法評估。 11. 備源系統建立的單一風險，或是多元備源成本的兩難。 12. 政府可以協助行整體研究？以提供業者參考。 13. 附加價值率的阻礙。
場次四： 電動大客車測試認證標準與附加價值率規範	1. 目前電巴數量不具代表性，經驗值還不夠，而對於國內北中南東各地區業者使用環境及氣候型態，什麼才是便宜好用，服務又好又適合規格的產品？經濟部如果沒有任何相關依據標準來訂附加價值率規範，這麼倉促就來限制會欲速則不達，很難真正扶持到國內產業發展真正適合國內使用的產品。

資料來源：本計畫彙整。

表 3.4-14 電動大客車運行經驗與發展趨勢高峰論壇結論彙整(續)

場次別	結論彙整
場次四： 電動大客車測試認證標準與附加價值率規範	2. 建議先開啟一扇示範的門，先讓整體數量足夠，再任業者挑選具代表性產品，使用過程中一併蒐集數據，以及累積續航力的狀況，利用相關大數據平台分析出最適合臺灣使用狀況的車輛性能選項，再提供意見讓經濟部訂最好的產業鏈發展門檻。 3. 成立電巴諮詢小組，成員包含電力工程專家及交通領域的營運調度專家，協助政府為電動車發展來把關。 4. 建議尋找北中南東班次最多、載客量最大、服務人口最多，尤其是公車專用道上的路線進行示範，以呼應環保署的訴求，降低空汙。 5. 建議由業者提出最適合使用的產品，回應到車商，讓車商提出不同類型產品的測試及驗證標準，並將測試結果完整揭露到驗證報告中，將差異化的驗證反映到差異化的附加價值率計算，最後成為差異化的政府補助款計算方式。
場次五： 電動與柴油大客車混合調度與維運管理	1. 電動車具有啟動平穩、噪音小、舒適性高的優勢。 2. 電動車與柴油車混合調度會產生民眾對於服務品質感受到差異的，其中有業者有提到高雄 168 路投入電巴營運後，民眾有反應比較喜歡搭乘電巴，造成對柴油公車產生排擠。 3. 低地板電巴里程低速度低，僅適合在市區道路行駛，像是桃園 710 路的時速就無法達到公總要求高速公路最高 90km/h 的標準。 4. 柴油車調度不需要考量行駛里程與加油站位置的優勢，電動車則受到續航力及充電站位置普及性之困擾。 5. 里程焦慮為業者使用電巴所面臨到的問題，續航力、可用年限、電池耗損、及臺電供電至充電過程中電力折損也是業者考量的關鍵。 6. 充電站設至會導致停車場停車容量下降，大量充電會對周邊民生用電造成衝擊。 7. 充電用地取得困難，若設於郊區則衍生出空駛的問題。 8. 尖峰充電時，臺電是否能夠穩定充電。 9. 續航力保證及電池保固條件應納入業者與車商的合約。 10. 電動車具有啟動平穩、噪音小、舒適性高的優勢。 11. 電動車與柴油車混合調度會產生民眾對於服務品質感受到差異的，其中有業者有提到高雄 168 路投入電巴營運後，民眾有反應比較喜歡搭乘電巴，造成對柴油公車產生排擠。

資料來源：本計畫彙整。

表 3.4-14 電動大客車運行經驗與發展趨勢高峰論壇結論彙整(續)

場次別	結論彙整
場次五： 電動與柴油大客車混合調度與維運管理	12. 低地板電巴里程低速度低，僅適合在市區道路行駛，像是桃園 710 路的時速就無法達到公總要求高速公路最高 90km/h 的標準。 13. 柴油車調度不需要考量行駛里程與加油站位置的優勢，電動車則受到續航力及充電站位置普及性之困擾。 14. 里程焦慮為業者使用電巴所面臨到的問題，續航力、可用年限、電池耗損、及臺電供電至充電過程中電力折損也是業者考量的關鍵。 15. 充電站設至會導致停車場停車容量下降，大量充電會對周邊民生用電造成衝擊。 16. 充電用地取得困難，若設於郊區則衍生出空駛的問題。 17. 尖峰充電時，臺電是否能夠穩定充電。 18. 續航力保證及電池保固條件應納入業者與車商的合約。 19. 附加價值率規定會導致車價提升，不利於電動車發展，建議採取漸進式，先開放進口至數量達 30%時再實施附加價值率限制條件。 20. 建立電動大客車驗證機制，透過公證單位對車輛及電池進行認證，以讓業者能夠放心採購及使用。

資料來源：本計畫彙整。

(3) 國內自駕技術產業推動單位意見蒐集

本計畫為了解自動輔助駕駛技術與產業發展概況以及後續電動大客車結合之策略推動進程，於民國 107 年 10 月與工業技術研究院、11 月 2 日與科技部工程司進行訪談交流，意見綜整如表 3.4-15，訪談交流記錄詳見附件四。

表 3.4-15 國內自駕技術產業推動單位意見綜整

類別	意見綜整
發展課題	• 就大客車導入自動化與智慧化的議題，主要考量為提升安全性(降低人為因素事故發生)、服務穩定性(降低人因影響營運)與勞動力變化(高齡化社會)。 • 政府投入電動化與自動化角度為導入數量達標或建立國內整體產業供應鏈，定位落差為影響推動進程與發展的關鍵因素之一。 • 對於自動化與智慧化關鍵產業技術發展的呈現，建議可對應行駛情境中需要對應的技術項目，較容易掌握是否足夠或尚有缺口及提升方向。
推動進程	• 國內在車輛相關法規推動上原則是以調和國際法規為主，參考國際法規推動進程，在檢視國內環境條件與適用性，訂定納入法規的時程。 • 以自駕技術而言，國外尚未有明確進程，主要仍以開發測試為主。 • 以單一技術累積研發能量到技術成熟，至少要 5~10 年，建議推動上不要躁進，以免技術成熟度不足衍生負面效果。 • 國內自動化與智慧化推動進程，建議考量國際發展趨勢，尋找標竿對象來參考制定，將法規現況已訂定或已確定進程的項目列為短期研發技術目標，其餘的項目列為中長期。 • 電動大客車達到 Level2 plus 自動化系統可能仍過於樂觀，建議優先符合已納入法規的項目即可。
政策推動	• 國發會、經濟部、交通部、科技部等多個單位同時探討自駕車相關發展與技術議題，各部會的分工權責應有所定位。 • 行政院科技會報可提供研發資源經費，但過去申請單位並無交通部門，建議交通部門可考量提送申請，擴充研發資源加速技術推動。 • 大客車的使用者(客運業者)與製造者(車廠)不同，除了出廠前 VSCC 審驗與認證把關，後續營運階段尚需建立使用經驗回饋關係，對於後續 ADAS 產品發展才有正向循環。
營運監控	• 針對智慧營運監控平台的運作，就政府端角度以提供補助經費向業者取得資料，但後續若要納入公開資訊，可能會有資料所有權的議題產生，需要再作釐清與因應。 • 執行上亦需要確認如何蒐集數據，以及是否能夠對應不同營運環境下的三電表現狀況。 • 若確可藉客運業者營運資料蒐集，持續累積掌握三電系統對應國內不同道路環境的特性表現，有助於依據國內使用需求訂定國產化技術落實政策。
充電介面	• 充電介面統一規格議題，建議可參考電動機車或智慧公車的推動經驗，從自主聯盟方式建立產業標準，再逐步轉向國家標準，執行可行性較高。

資料來源：本計畫彙整。

3.5 國內電動大客車使用經驗狀況

根據 3.4 節所述，現況國內有 422 輛電動大客車，民國 105 年，交通部運輸研究所「公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查」已初步蒐集當時電動大客車之妥善率狀況，但考量近年持續有新車款推出，本計畫亦就相關單位了解使用與推動經驗，並蒐集國內現行電動大客車之使用數據，分析掌握車輛使用狀況與績效表現。

3.5.1 使用經驗訪談

本計畫除參與中華民國公共汽車客運商業同業公會全國聯合會主辦之「電動大客車運行經驗與發展趨勢高峰論壇」，亦進一步訪談客運業者與地方政府權管單位，以掌握客運業者對於現況電動大客車使用經驗，以及推動過程中所遭遇的課題與作法。經驗意見彙整如表 3.5-1，訪談交流紀錄詳見附件五。

表 3.5-1 客運業者與地方政府單位經驗意見綜整

類別	意見綜整
使用經驗	• 較早期採購之車輛，用到 4 年以後電池衰退狀況非常明顯，部分車款甚至從 2~3 年就開始出現較大幅度的衰退情形。 • 營運角度配套方式： ✓購買車輛時預先考量電池衰退可能程度下之電池容量。 ✓針對沒有設定離峰充電限制的車款，於日間排班空檔補電。 ✓必要時搭配使用預備柴巴車輛進行調度。 ✓調整駕駛人車配比，以及增加購車數量，但衍生路線經營成本增加。 • 當電巴電池組溫度過高(尤其裝載於車底的電池)，或電量低於 SOC 規定之 20%時，會自動切換至保護機制，只能等待拖車拉回調度站檢修。
成本差異	• 華德/唐榮/凱勝等高容量電池車款 ✓華德/唐榮電池組約 300 萬元/組，5 年保固。 ✓凱勝電池組約 600 萬元/組，標榜 8 年保固。 ✓折舊費用柴巴約 6~7 元/車公里、電巴 10 元/車公里以上。 ✓使用年限建議以電池衰退設定退役車年限及相關規定，不應與柴巴相同(8 年)。 • 總盈之低容量電池車款 ✓電池組成本相對較低。 ✓使用年限因電池約可充 1 萬次、估計可使用 8 年(以每日充 3 次估計)。 • 穩定情況下電巴電費低於柴巴，但因電池衰退，無法達到發車穩定性影響大。 • 保固期間內電巴維修成本低於柴巴，但無法得知保固期後之維修保養費用，另部分零組件於保固期後開始出現故障。

資料來源：本計畫彙整。

表 3.5-1 客運業者與地方政府單位經驗意見綜整(續)

類別	意見綜整
合作模式	• 現況仍採車輛構置模式，部分業者有提供電池容量租賃的作法。 • 華德/唐榮/凱勝等車款 ✓保固期雖有設定，但保固條件與認定不明確，若車能動但跑不到標準，也很難釐清責任。 ✓車廠僅教學保養，維修技術仍在車廠。 ✓除三電外之車輛保修可維持調度站技工處理，但即使想提升維修能力，因零件材料來源受制於代理商，仍難加速處理時程。 • 總盈車款 ✓車體保固 3 年，電池保固 5 年(合約上保證 8 年內電池殘留電量不低於 85%)，馬達保固 2 年(10 萬公里需保養)，冷氣(分離式)保固 2 年。 ✓車廠工程師駐廠 2 年，提供電巴故障時基本及初步排除技術教學。 ✓公司內部亦有編列教育訓練課程及測驗(紙筆及操作)來培訓電巴的駕駛員及技術維修人員。
政策推動	• 地方政府期待： ✓公車服務重點在穩定度，現況電巴技術發展是否已可達到 8 年營運期的穩定品質保證為重點。 ✓要求車廠提供三電關鍵零組件保固 8 年，建議可採繳交保固保證金方式，加強對保固承諾之重視度。 ✓地方政府對應的電動大客車補助核撥與檢核作業單位能夠統一窗口，由一個單位統籌掌握執行程序與細節。 ✓補助與檢核規則訂定能更加明確，且可簡化地方政府檢核作業，降低地方政府承擔不確定性與執行成敗的壓力。 ✓由中央單位協助訂定合約或定型化契約範本，保障客運業者不要在資訊不透明的情況下自行承擔後果。 • 業者期待： ✓提高電巴營運價值，建立願意買的環境，不要以綁定新路線採電巴運行的必要條件，逼迫業者買單。 ✓車廠提供穩定品質的車輛，且對應營運限制性越低越好。 ✓電巴使用成本與風險低於柴巴，且電巴營運補助與營運虧損補貼脫勾(營運補助不納入營運收入)。 ✓站在協助業者提供乘客穩定服務角度，提供第二組電池補貼。 ✓建立統一充電規格(充電機接口、通訊協定等)，並評估提供公共充電中繼站。 ✓協助充電站用地申請設置、用電申請及優惠電價。 ✓政府端(如台電)協助業者設立儲電設施，以增加離峰用電運用效率。 ✓告訴業者購車注意事項，並協助業者風險控管，如維護價格透明化。 ✓購車補助採一次性定額，建議去除 49%補助比例，列出各細項之補助金額，隨市場規模擴大逐漸調整補助。 ✓可對應分期補助搭配對車廠的性能要求(電池至少保留 80~85%)。
示範計畫	• 希望中央能夠預先溝通後續推動計畫執行方向，讓地方政府執行單位能夠掌握與因應。 • 惟示範運行僅四年，無法知道產品實際品質，政府端主要應輔導現況使用者去改善車輛使用四年後的車況，以及提升產業水準，確保電巴穩定運行。

資料來源：本計畫彙整。

表 3.5-1 客運業者與地方政府單位經驗意見綜整(續)

類別	意見綜整
其他作法	• 站在交通單位立場，重點在要求 8 年公車營運期提供穩定服務，與經濟部推動車輛產業發展目標不完全一致。 • 若中央政府推動主要訴求為扶持產業推動，建議參考經濟部過去對電動汽車、電動機車等相關計畫，由經濟部辦理相關執行計畫輔導與補助提供車輛與硬體設備，地方政府配合協調客運業者導入路線經營，就營運服務與狀況掌握，回饋使用經驗給經濟部，作為車廠技術提升的依據，朝向正向運作機制。
ADAS 結合	• 建議研發提升行車視野輔助配備的完善程度。 • 可逐步導入車道偏移、防追撞等對駕駛行為管理有益之系統。 • 惟考量國內市區公車行駛環境車種混雜(尤其機車會鑽行)，自動輔助駕駛配備過多會影響駕駛判斷與感受疲乏，反而無法提升行車安全。

資料來源：本計畫彙整。

3.5.2 使用狀況蒐集項目與內容

為掌握各縣市及客運業者之營運使用現況，本計畫由交通部公路總局協助於民國 107 年 7 月 13 日發文至各縣市政府，向有使用電巴之客運業者蒐集電動大客車使用與充電現況資料，包含客運業者使用之電巴基本資料(表 3.5-2)、電巴營運數據(表 3.5-3)及充電站資料(表 3.5-4)。

表 3.5-2 電巴基本資料

編號	車輛廠牌	電動大客車數(輛)	充電設備數(座)	價格(含稅)			購車補助			保固			
				車體(不含電池)	電池(度數/元)		充電設備	補助單位	補助金額(元)	整車(年/公里)	車體(年/公里)	電機(年/公里)	電池(年)
					自購	租用							

註：車輛、電池及充電設備價格以契約金額為準。

表 3.5-3 電巴車輛營運數據

編號	行駛路線	路線單趟里程(公里)	上路時間	是否行駛高快速道路	配車數量(輛)		每日平均行駛趟次		里程續航力(充飽里程, 公里)		每度電公里數(km/kwh)			累積行駛里程(公里)	累積維護成本(元)	累積電費(元)
					電動	柴油	平日	假日	新出廠	現況	夏季	冬季	平均			

註 1：上路時間填寫詳細年/月。
註 2：維護成本包含耗材、保養及故障維修。

表 3.5-4 充電站資料

設置地點				建置費用(元)		停放電動大客車數(輛)	建置充電設備數(座)	充電方式		即時充電監控平台	充電時段		
縣市	行政區	地址或座標	地目	土建費用	其他費用			直流/交流	輸出功率(KW)		充電時段	平均每日所需充電時間(小時)	智慧排程

註 1：即時監控平台填寫有 or 無。
註 2：充電時段填寫時間，如 23:00~04:00。
註 3：所需充電時間，若一日充電超過一次，就填寫平均單日加總後的時間。
註 4：智慧排程為有無接上充電樁後會自動於指定時段開始充電之功能。

3.5.3 營運數據分析

本節就綜整取得之資訊，分成三個部份彙整並分析電巴營運績效表現，其一從本計畫透過發文取得之客運業者使用電巴平均營運狀況，依各車廠之用電效率及里程續航力探討各業者使用電巴之情況；其二根據車廠訪談時所提供之單一電巴車輛效能數據資料，反映不同情境下之營運績效及出廠值與實際使用狀況之差異；其三則依客運業者訪談時提供之實際使用電巴營運數據，來分析其不同車款或不同年期採購之電巴，於現況使用之效能比較。

1. 發文取得之電巴營運數據資料

(1) 用電效率

電動大客車之用電效率(每度電可行駛公里數)為影響續航里程及營運成本之重要因素。表 3.5-5 統整各客運業者之電動大巴平均用電效率，分為夏季及冬季來探討：

①唐榮大巴(圖 3.5-1)：從圖中可看出，用電效率與每度電公里呈現反比趨勢，桃園客運使用唐榮大巴年期最久為 5 年，用電效率約為 0.8-0.9 公里/度，表現水準不算太差。

②華德大巴(圖 3.5-2)：桃客與國光皆使用華德大巴 2 年多，然桃客用電效率只剩下 0.6 公里/度，而國光用電效率還有 0.9-1.0 公里/度；用電效率最好的是科技之星(B 路線)，使用華德大巴將近 5 年的時間，用電效率還維持在 1.0-1.2 公里/度。

③華德/唐榮中巴(圖 3.5-3)：明顯看出各家客運業者使用中巴的用電效率與使用時間呈反比。

④凱勝電巴(圖 3.5-4)：使用 3-4 年車輛中，南台灣客運日行駛里程長，現況用電效率低(0.8~0.9 公里/度)，而太魯閣客運則維持 1.3~1.5 公里/度。

⑤總盈金龍(圖 3.5-5)：兩家客運業者用電效率皆維持在 1.5-1.7 公里/度，然使用年期皆未滿一年，較難觀察出電池衰退現象，因此尚待觀察後續使用狀況。

表 3.5-5 不同客運業者之用電效率統整

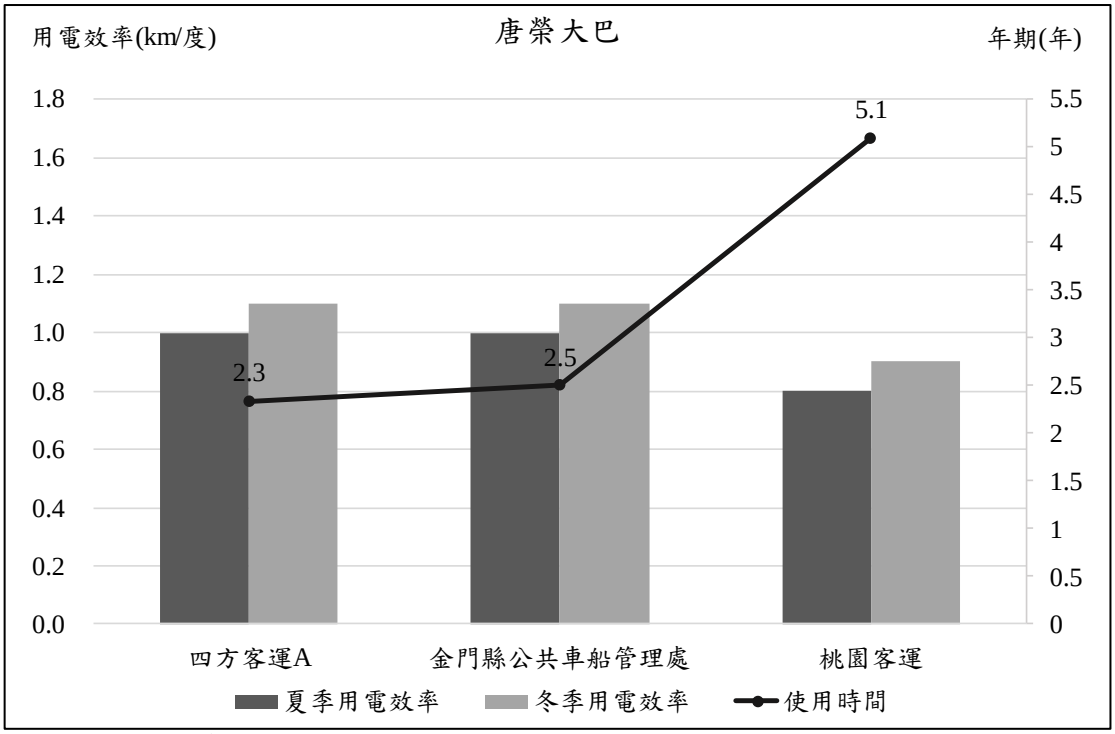
業者	行駛路線	使用車輛數	車輛廠商	上路時間	用電效率(km/度)	
					夏季	冬季
桃園客運 A	GR	16	唐榮大巴	2013/06	0.8	0.9
桃園客運 B	GR2	7	華德大巴	2016/04	0.6	0.6
桃園客運 C	L201、.L202、L203、L205、L206、L207、L208、L209、L210、L211、L212、L213、L215、L216、L217、L218	18	華德中巴	2014/05	1.2	1.4
新竹客運	55 路、57 路	6	華德大巴	2012/01	0.6	0.8
科技之星 A	81 路	2	華德大巴	2013/10	0.5	0.7
科技之星 B	市公所 - 高鐵	2	華德大巴	2013/11	1.0	1.2
科技之星 C	市公所 - 高鐵	1	華德中巴	2013/11	0.5	0.7
四方客運 A	77 路	6	唐榮大巴	2014/03	1.0	1.1
四方客運 B	77-1 路	3	唐榮中巴	2016/07	1.5	1.6
南臺灣客運 A	建功幹線	9	華德大巴	2014/03	0.7	0.8
南臺灣客運 B	西城快線	5	凱勝	2016/01	0.8	0.9
高雄客運	旗美國道快捷公車	11	華德大巴	2013/01	0.5	0.7
國光客運	南方澳港區	3	華德大巴	2016/01	0.9	1.0
金門縣公共車船管理處	混合調度，無固定路線	12	唐榮大巴	2015/12	1.0	1.1

資料來源：各縣市政府回文資料；本計畫分析。

表 3.5-5 不同客運業者之用電效率統整(續)

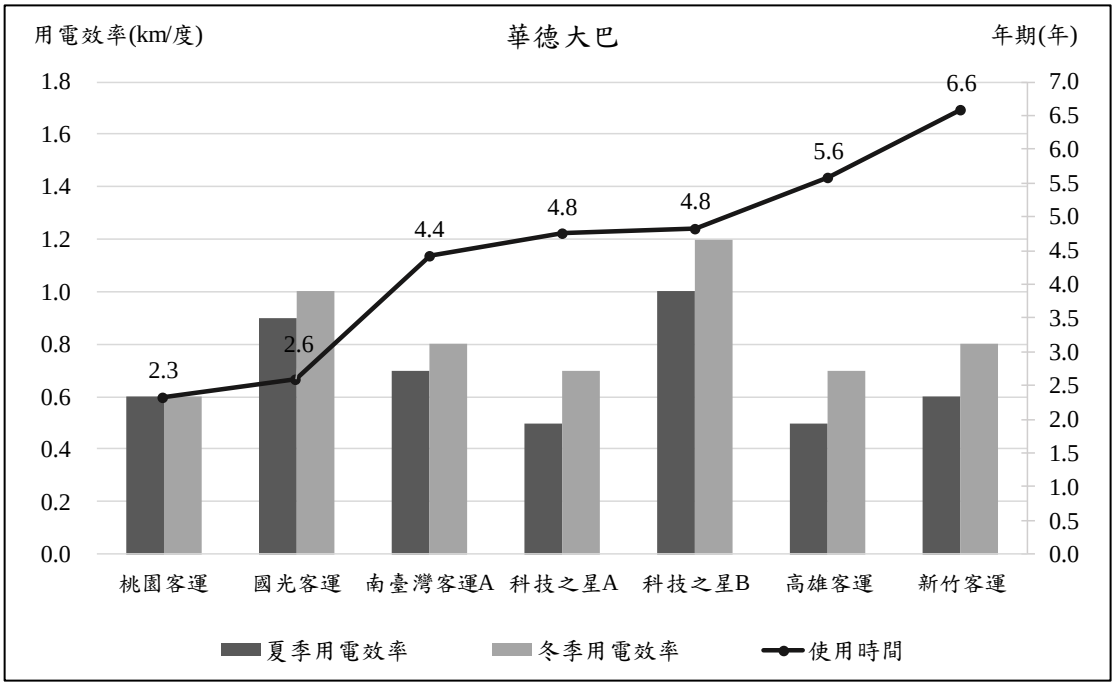
業者	行駛路線	使用車輛數	車輛廠商	上路時間	用電效率(km/度)	
					夏季	冬季
阿里山客運	166、168 路	8	凱勝	2017/01	1.2	1.6
太魯閣客運 A	303 路	7	凱勝	2016/01	1.3	1.5
太魯閣客運 B	302 路	4	凱勝	2014/11	1.3	1.5
太魯閣客運 C	301 路	5	凱勝	2014/07	1.3	1.5
捷順交通	710 路	15	凱勝	2017/02	1.5	1.7
港都客運 A	12、62、69、214、黃 2、紅 2、紅 3、紅 8、紅 9	24	總盈金龍	2018/04	1.5	1.7
港都客運 B	7、205、217、218、219、紅 27、50、52、81、73	44	總盈金龍	2018/01	1.5	1.7
屏東客運	510、510A 路	4	總盈金龍	2018/03	1.5	還未遇到冬季
	513、515、516 路	3	總盈金龍	2018/05	1.5	
漢程客運	168 西	2	創奕	2016/12	1.1	1.5

資料來源：各縣市政府回文資料；本計畫分析。



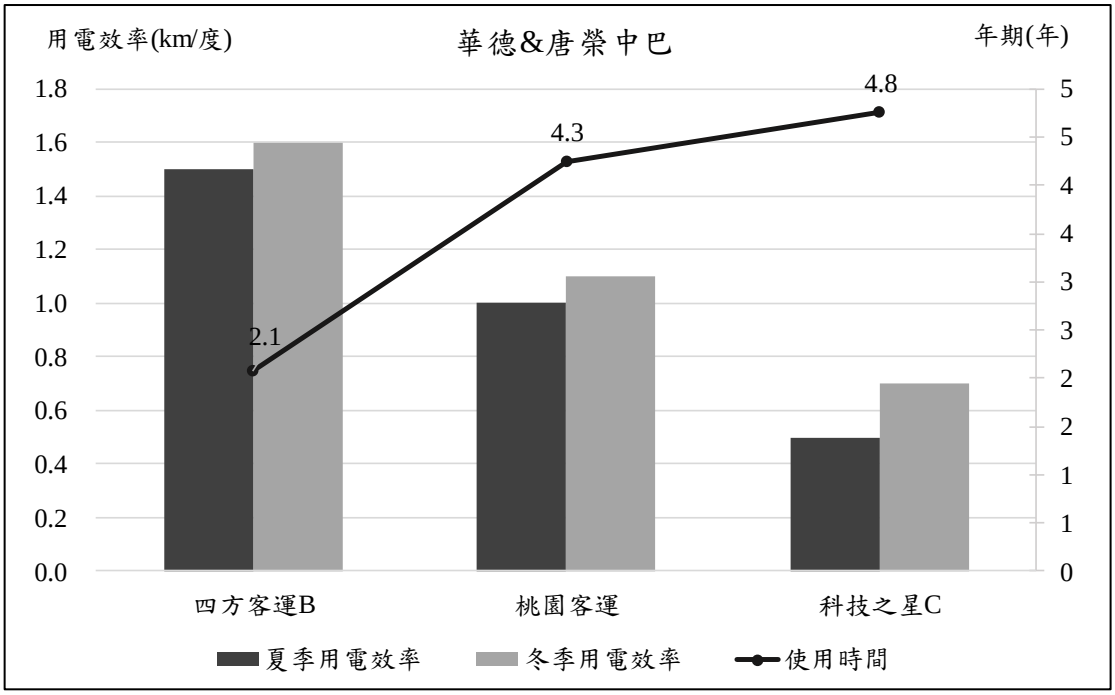
資料來源：本計畫分析。

圖 3.5-1 各客運業者使用唐榮大巴之用電效率分析



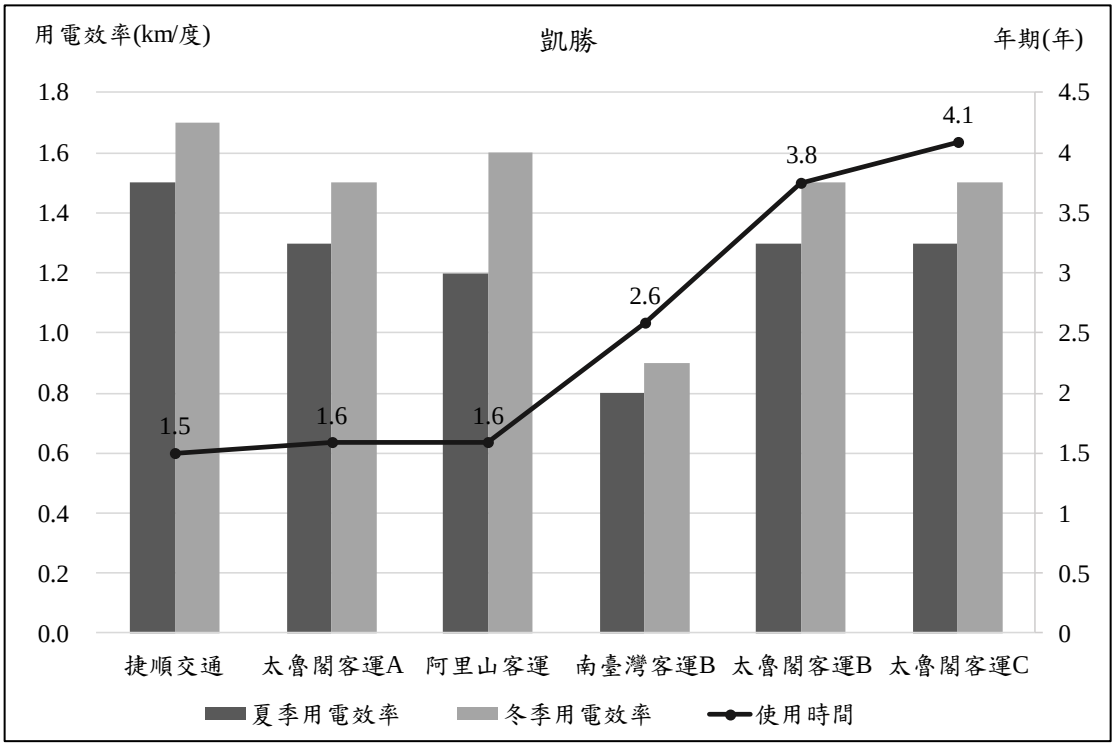
資料來源：本計畫分析。

圖 3.5-2 各客運業者使用華德大巴之用電效率分析



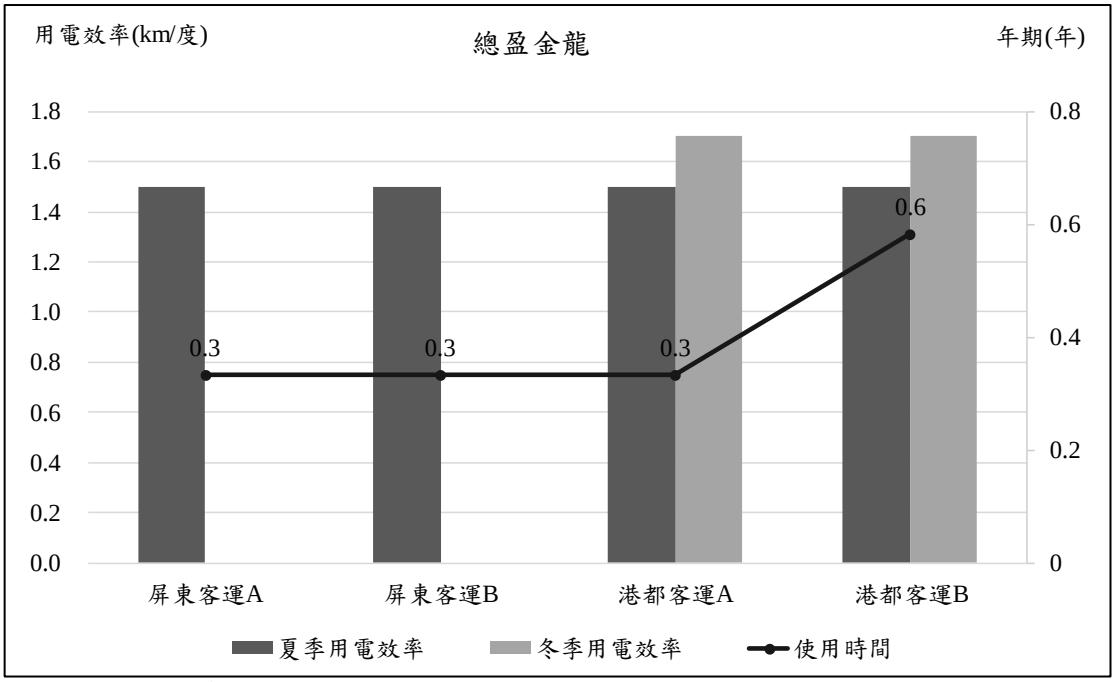
資料來源：本計畫分析。

圖 3.5-3 各客運業者使用華德中巴及唐榮中巴之用電效率分析



資料來源：本計畫分析。

圖 3.5-4 各客運業者使用凱勝大巴之用電效率分析



資料來源：本計畫分析。

圖 3.5-5 各客運業者使用總盈金龍電巴之用電效率分析

(2) 里程續航力及電池使用衰退程度

表 3.5-6 列出了各客運業者使用各電巴廠牌在里程續航力(新出廠及現況)及殘存電容量之數據值，而電池殘留電量係判斷里程續航力的指標之一，依據經濟部標準檢驗局規定，其定義公式如下：

$$\text{電池殘留電量} = \frac{\text{殘留電量}}{\text{額定電量}}\%$$

①唐榮大巴(圖 3.5-6)：桃客使用唐榮大巴 5 年，電池殘留電量低於 6 成。

②華德大巴(圖 3.5-7)：使用年期 5 年以上，車輛電池殘留電量桃客約 6 成、竹客約 5 成，但科技之星(A 及 B 路線)、南臺灣客運尚可達 8-9 成。

③華德/唐榮中巴(圖 3.5-8)：桃客使用華德中巴的時間比科技之星(C 路線)還短，然電池殘留電量卻比科技之星(C 路線)低了將近十成為 70%，另外，使用 2 年唐榮中巴的四方客運，電池殘留電量為 87.5%。

④凱勝電巴(圖 3.5-9)：依據各客運業者回饋經驗，電池殘留電量尚可達 8 成以上。

⑤總盈金龍(圖 3.5-10)：屏客及港都之路線營運年期皆低於 1 年，故尚未有明顯電池衰退情形。

綜合以上數據分析，大部分使用華德電巴的客運業者，無論在用電效率或殘存電容量部分，皆不如其他車廠之電巴，而凱勝電巴及總盈金龍電巴之電池整體表現較佳，推測造成此種現象之可能原因為行駛路線特性強度不同、使用年期不同、駕駛之使用習慣差異，亦或者是車款不同且三電技術之落差所造成。

表 3.5-6 各客運業者電巴之里程續航力與電池使用衰退程度

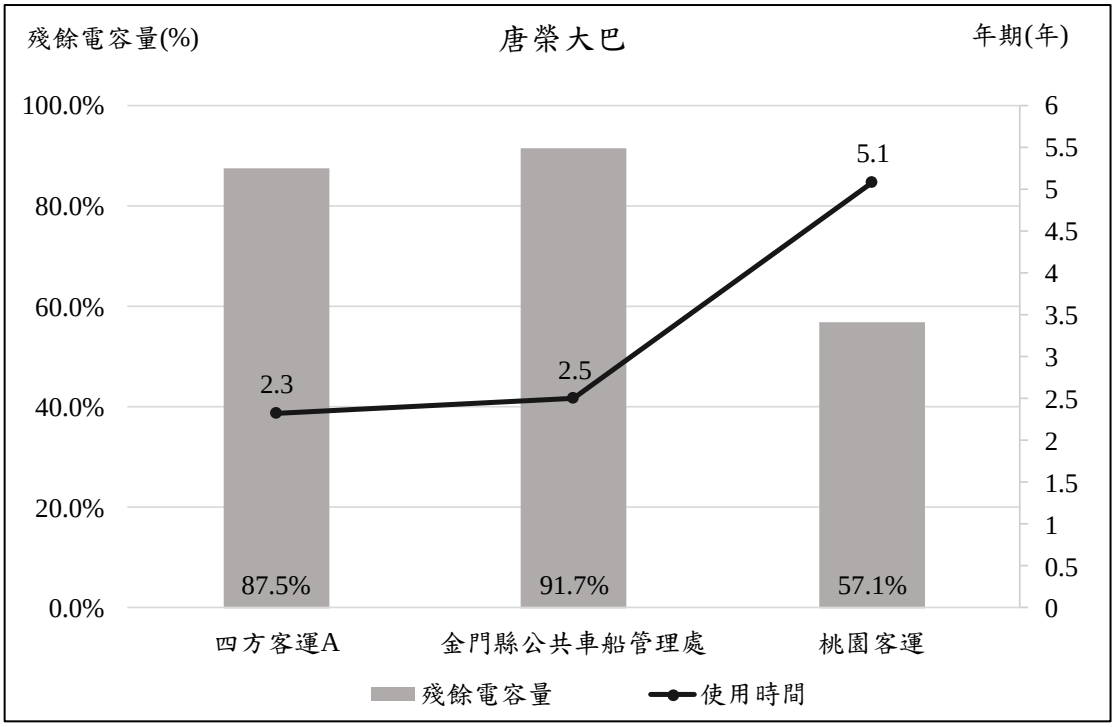
業者	行駛路線	使用車輛數	車輛廠商	上路時間	里程續航力(充飽里程，公里)		電池殘留電量
					新出廠	現況	
桃園客運 A	GR	16	唐榮大巴	2013/06	140	80	57.1%
桃園客運 B	GR2	7	華德大巴	2016/04	150	90	60.0%
桃園客運 C	L201、.L202、L203、L205、L206、L207、L208、L209、L210、L211、L212、L213、L215、L216、L217、L218	18	華德中巴	2014/05	100	70	70.0%
新竹客運	55 路、57 路	6	華德大巴	2012/01	120	60	50.0%
科技之星 A	81 路	2	華德大巴	2013/10	140	120	85.7%
科技之星 B	市公所 - 高鐵	2	華德大巴	2013/11	120	110	91.7%
科技之星 C	市公所 - 高鐵	1	華德中巴	2013/11	130	100	76.9%
四方客運 A	77 路	6	唐榮大巴	2014/03	160	140	87.5%
四方客運 B	77-1 路	3	唐榮中巴	2016/07	120	105	87.5%
南臺灣客運 A	建功幹線	9	華德大巴	2014/03	187	150	80.2%
南臺灣客運 B	西城快線	5	凱勝	2016/01	300	250	83.3%
高雄客運	旗美國道快捷公車	11	華德大巴	2013/01	260	250	96.2%

資料來源：各縣市政府回文資料；本計畫分析。

表 3.5-6 各客運業者電巴之里程續航力與電池使用衰退程度(續)

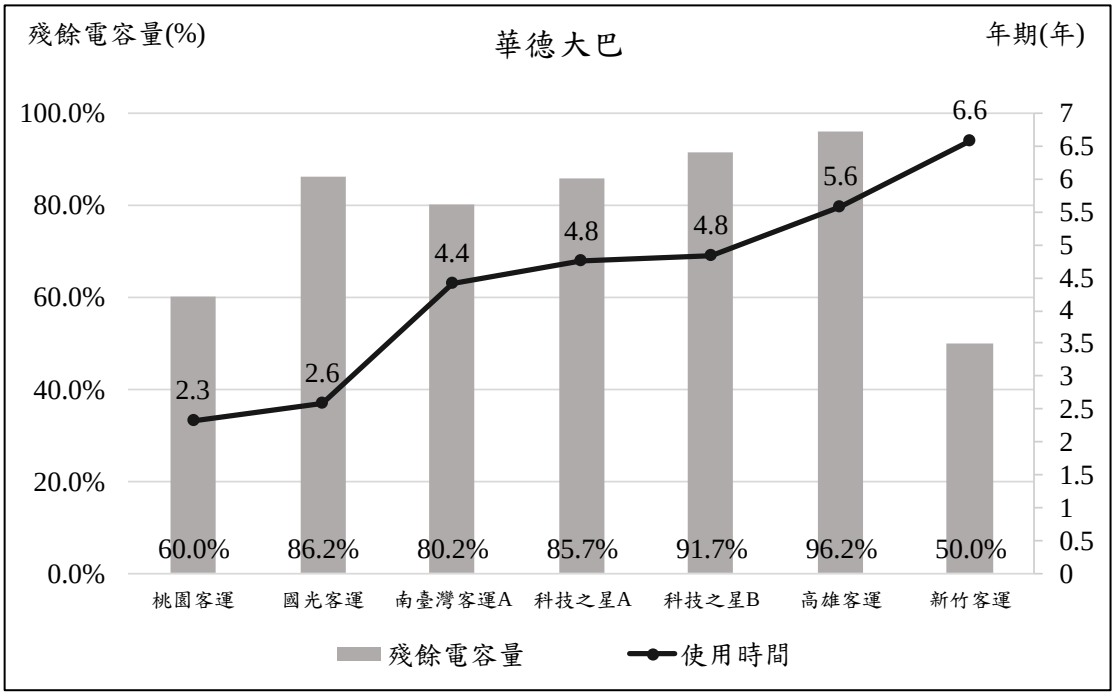
業者	行駛路線	使用車輛數	車輛廠商	上路時間	里程續航力(充飽里程，公里)		電池殘留電量
					新出廠	現況	
國光客運	南方澳港區	3	華德大巴	2016/01	196	169	86.2%
金門縣公共車船管理處	混合調度，無固定路線	12	唐榮大巴	2015/12	120	110	91.7%
阿里山客運	166、168 路	8	凱勝	2017/01	300	250	83.3%
太魯閣客運 A	303 路	7	凱勝	2016/01	300	250	83.3%
太魯閣客運 B	302 路	4	凱勝	2014/11	300	240	80.0%
太魯閣客運 C	301 路	5	凱勝	2014/07	300	240	80.0%
捷順交通	710 路	15	凱勝	2017/02	300	250	83.3%
港都客運 A	12、62、69、214、黃 2、紅 2、紅 3、紅 8、紅 9	24	總盈金龍	2018/04	80	80	100.0%
港都客運 B	7、205、217、218、219、紅 27、50、52、81、73	44	總盈金龍	2018/01	80	80	100.0%
屏東客運 A	510、510A 路	4	總盈金龍	2018/03	80	80	100.0%
屏東客運 B	513、515、516 路	3	總盈金龍	2018/05	80	80	100.0%
漢程客運	168 西	2	創奕	2016/12	160	160	100.0%

資料來源：各縣市政府回文資料；本計畫分析。



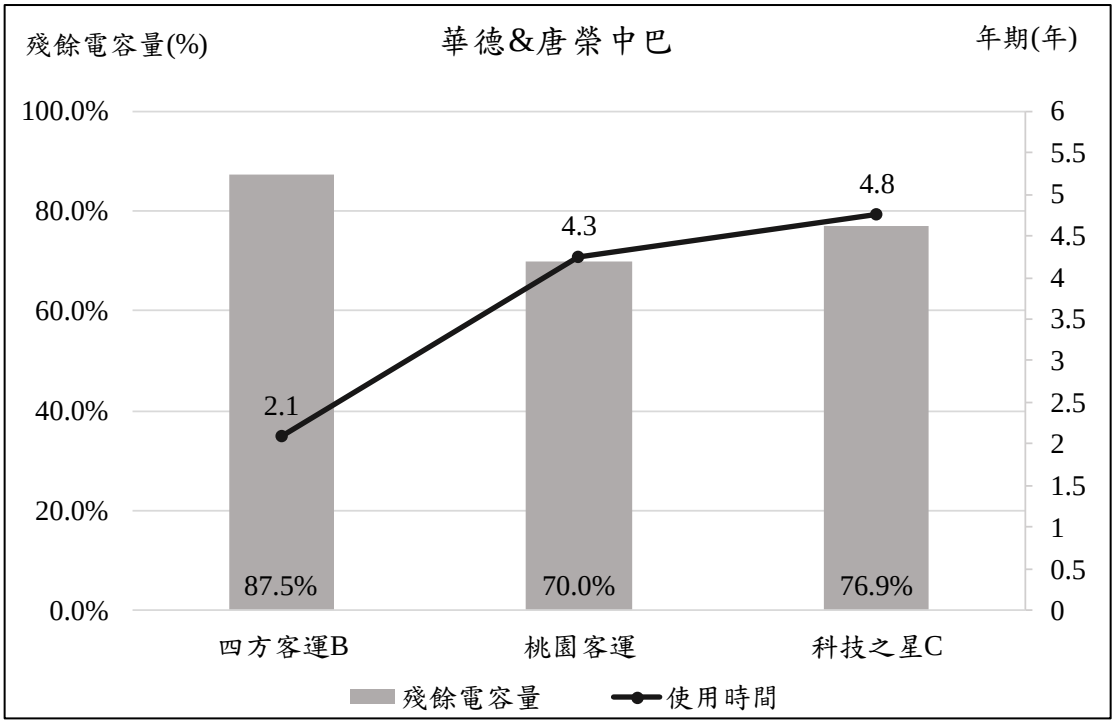
資料來源：本計畫分析。

圖 3.5-6 各客運業者使用唐榮大巴之電池殘餘容量分析



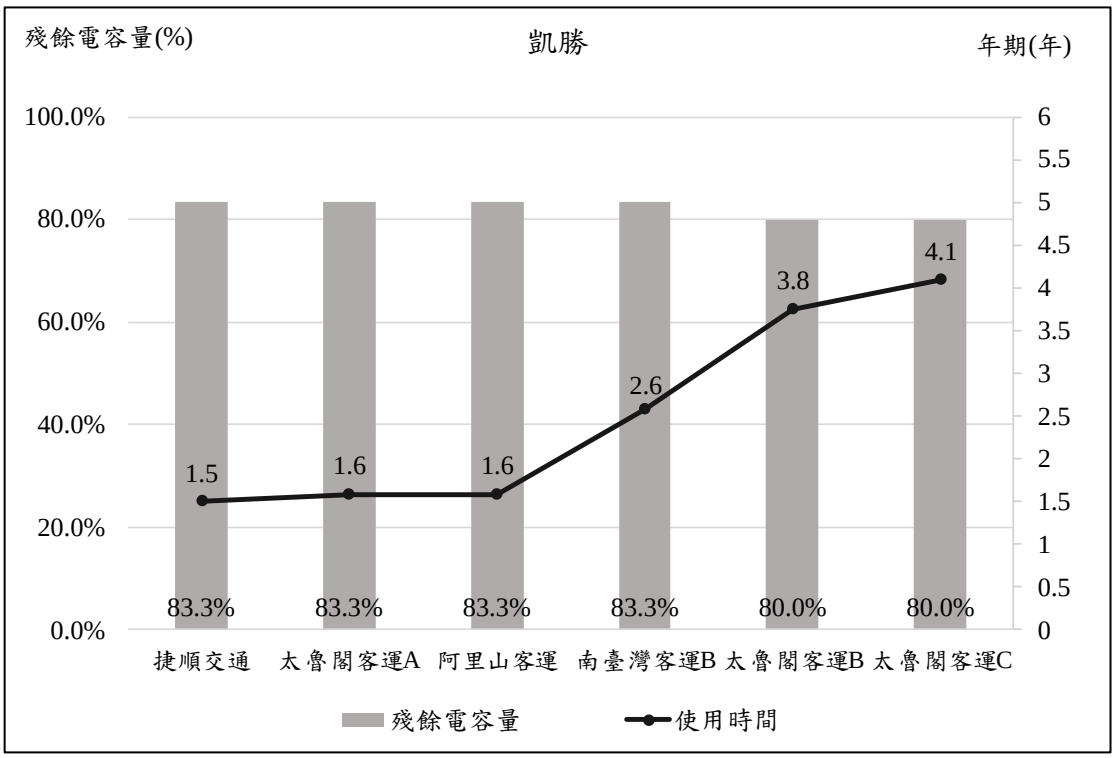
資料來源：本計畫分析。

圖 3.5-7 各客運業者使用華德大巴之電池殘餘容量分析



資料來源：本計畫分析。

圖 3.5-8 各客運業者使用華德中巴及唐榮中巴之電池殘餘容量分析



資料來源：本計畫分析。

圖 3.5-9 各客運業者使用凱勝大巴之電池殘餘容量分析

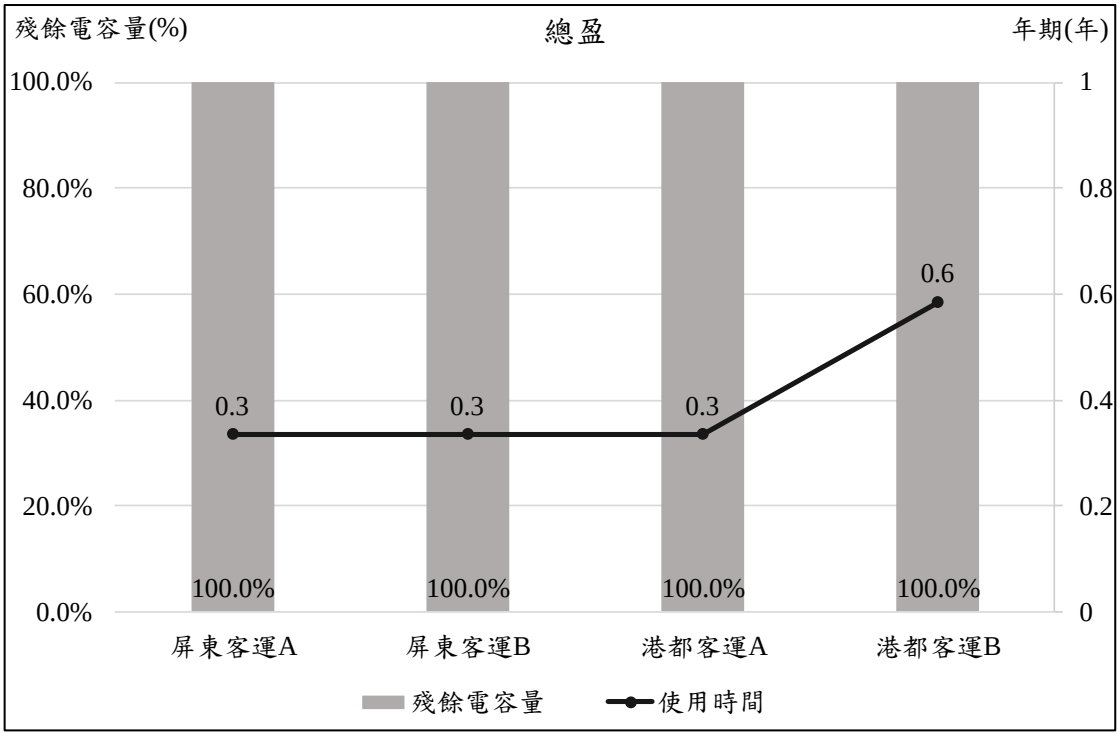


圖 3.5-10 各客運業者使用總盈金龍之電池殘餘容量分析

(3) 累積維護成本

根據取得之各客運業者電巴營運資料以及電話詢問結果，由於每家客運業者計算累積維護水準的基準不一，有些客運業者認為耗損性零件如冷氣、輪胎、椅子等皆算維護成本，而有些業者則認為電巴之累積維護成本只要算三電(電池、電機、電控)之花費即可，目前各客運業者使用電巴之使用年期皆在 5 年內，惟新竹客運使用的華德大巴已超過 5 年，且當初購入之 6 輛電巴中有 5 輛已無法使用，目前在換裝新電池測試中，因此綜合就電巴與柴巴之不同處－三電(電機、電控與電池)來看，電巴之維護成本幾乎為零，因三電在 5 年保固期內，無論是換電池還是維修保養皆免費。然業者擔心的是，電巴使用年限規定 8 年營運期，在保固期結束後之電池維護或汰換成本將是一大問題。

表 3.5-7 各客運業者使用電巴之累積維護成本

業者	車輛廠商	上路時間	累積維護成本
桃園客運	唐榮大巴	2013/06	2,394,518
	華德大巴	2016/04	229,276
	華德中巴	2014/05	2,372,886
新竹客運	華德大巴	2012/01	換電池議價中，其餘三電部分皆無額外花費
科技之星	華德大巴	2013/10	918,000
	華德大巴	2013/11	約 181 萬
	華德中巴	2013/11	
四方客運	唐榮大巴	2014/03	1,667,680
	唐榮中巴	2016/07	351,577
高雄客運	華德大巴	2013/01	保固期間內免費
南臺灣客運	華德大巴	2014/03	保固期間內免費
	凱勝	2016/01	
國光客運	華德大巴	2016/01	181,065
金門縣公共車船管理處	唐榮大巴	2015/12	保固期間內免費
阿里山客運	凱勝	2017/01	182,744
太魯閣客運	凱勝	2014/07	364,503
	凱勝	2014/11	576,204
	凱勝	2016/01	867,523
捷順交通	凱勝	2017/02	608,102
港都客運	總盈金龍	2018/01	保固期間內免費
港都客運	總盈金龍	2018/04	
屏東客運	總盈金龍	2018/03	保固期間內免費
	總盈金龍	2018/05	
漢程客運	創奕	2016/12	50,000

資料來源：各縣市政府回文資料；本計畫分析。

2. 車廠提供之電巴效能數據資料

(1) 同車款情境比較

根據凱勝綠能科技股份有限公司提供苗栗客運電動大客車使用狀況，該車款為附掛 324kwh 之電池容量，本計畫依車輛實際運行之數據進行不同情境比較分析。

①相同月份、不同車輛(駕駛行為)

以民國 104 年 2 月實際營運數據,在相同月份統計基準下,兩輛車整個月份平均數據如表 3.5-8 所示。其資料顯示在相同車款、月份及行駛路線下,不同駕駛者,每度電行駛里程不同,此兩輛車以 B 車之用電效率較佳,顯見電動大客車同柴油車一樣，駕駛使用車輛之行為，會影響車輛運行之能源消耗。

表 3.5-8 同車款情境比較-相同月份、不同車輛

車號	消耗 SOC %	耗電量 (Kw/h)	充電盒充電量 (Kw/h)	行駛里程 (公里)	每公里耗電量 (度/km)	每度電行駛里程 (km/度)
A	45.39	178.94	126.85	192.26	0.93	1.08
B	41.33	162.95	152.90	193.18	0.84	1.19

資料來源：凱勝綠能科技股份有限公司提供；本計畫分析。

②相同車輛、不同月份(夏、冬季)

比較同一車輛於不同月份之營運數據如表 3.5-9 所示。顯見夏季(7 月)較冬季(1 月)用電效率較差，其可能原因為夏季氣溫較高,電動大客車空調運轉耗能較大,影響車輛之用電效率。

表 3.5-9 同車款情境比較-相同車輛、不同月份

月份	消耗 SOC %	耗電量 (Kw/h)	充電盒充電量 (Kw/h)	行駛里程 (公里)	每公里耗電量 (度/km)	每度電行駛里程 (km/度)
7 月	56.48	228.27	187.74	200.12	1.14	0.88
1 月	42.67	173.24	153.49	194.42	0.89	1.13

資料來源：凱勝綠能科技股份有限公司提供；本計畫分析。

(2) 實際使用與原廠宣稱數據比較(里程續航力)

同車款於不同業者實際使用數據，以及與原廠宣稱數據皆有數字上之落差，如表 3.5-10 所示。以唐榮為例，豐原客運與四方客運使用數據相比較，豐原客運之用電效率較差，其可能原因為行駛路線特性強度不同，或駕駛之使用習慣差異。

表 3.5-10 實際使用與原廠宣稱數據比較

業者	車輛廠商	車輛數	用電效率(km/度)		
			廠商宣稱[註]	實際(夏季)	實際(冬季)
豐原客運	唐榮	10	1.328	0.67	0.74
四方客運	唐榮	29		0.85~0.90	
苗栗客運	凱勝	6	1.0	0.88	1.13

註：唐榮宣稱用電效率為財團法人車輛研究測試中心廠測數據；凱勝為市售規格型錄簡介數據。

資料來源：凱勝綠能科技股份有限公司、唐榮車輛科技股份有限公司及豐原客運提供；本計畫分析。

3. 各客運業者提供之電巴營運資料

(1) 南臺灣客運

將南臺灣提供之 106 年 12 月電巴營運相關數據歸納出每日平均行駛里程、當月總行駛里程、每日回廠充電次數、每日故障次數及每日發車妥善率，從數據資料中可看出，華德電巴近 4 年，平均每日回廠充電 2 次，且隨著使用年期的增加，故障次數也增加，發車日妥善率下降至 87%；凱盛電巴使用 2 年，平均每日回廠充電 0 次，日發車妥善率平均為 99%。詳如表 3.5-11、圖 3.5-9 及圖 3.5-10。

表 3.5-11 南臺灣客運 106 年 12 月份電巴每日行駛里程

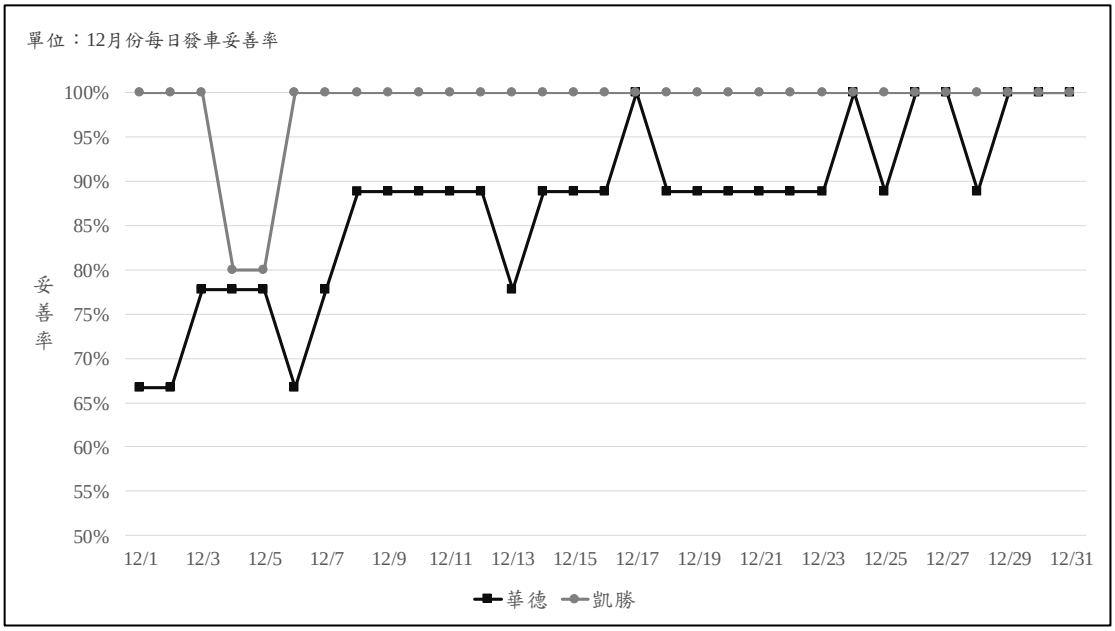
日期	華德 2014(9 輛)					凱勝 2015(2 輛), 2016(3 輛)				
	平均行駛里程	總行駛里程	回廠充電次數	故障次數	發車妥善率	平均行駛里程	總行駛里程	回廠充電次數	故障次數	發車妥善率
12/1	158	946	2	3	67%	236	1,181	0	0	100%
12/2	154	924	1	3	67%	226	1,131	0	0	100%
12/3	151	1,057	1	2	78%	222	1,112	0	0	100%
12/4	149	1,044	2	2	78%	235	940	0	1	80%
12/5	151	1,057	1	2	78%	210	838	0	1	80%
12/6	165	988	3	3	67%	214	857	0	0	100%
12/7	158	1,103	3	2	78%	238	1,188	0	0	100%
12/8	149	1,192	2	1	89%	238	1,190	0	0	100%
12/9	150	1,196	1	1	89%	220	879	0	0	100%
12/10	150	1,047	1	1	89%	221	883	0	0	100%
12/11	152	1,067	3	1	89%	211	1,054	0	0	100%
12/12	150	1,053	2	1	89%	237	1,187	0	0	100%
12/13	157	1,097	3	2	78%	236	1,182	0	0	100%
12/14	151	1,206	1	1	89%	237	1,185	0	0	100%
12/15	154	1,232	3	1	89%	237	1,185	0	0	100%

資料來源：南臺灣客運提供；本計畫彙整。

表 3.5-11 南臺灣客運 106 年 12 月份電巴每日行駛里程(續)

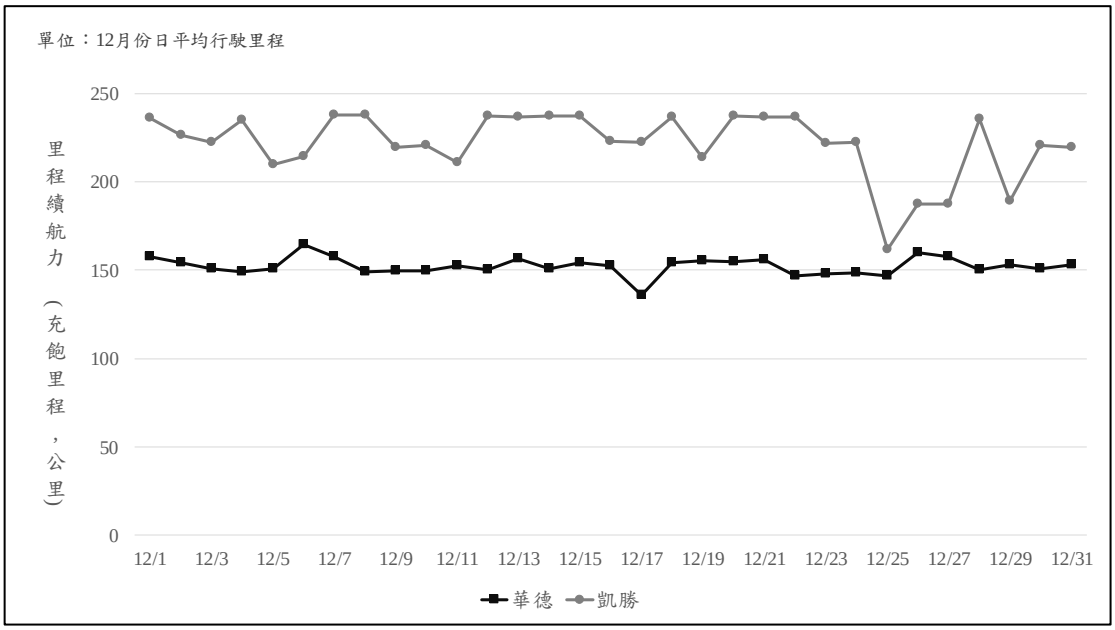
	華德 2014(9 輛)					凱勝 2015(2 輛), 2016(3 輛)				
日期	平均行駛里程	總行駛里程	回廠充電次數	故障次數	發車妥善率	平均行駛里程	總行駛里程	回廠充電次數	故障次數	發車妥善率
12/16	152	1,219	2	1	89%	223	1,115	0	0	100%
12/17	136	1,222	0	0	100%	222	1,112	0	0	100%
12/18	154	1,235	3	1	89%	237	1,183	0	0	100%
12/19	155	1,243	2	1	89%	214	1,069	0	0	100%
12/20	155	1,237	3	1	89%	237	1,185	0	0	100%
12/21	156	1,249	3	1	89%	237	1,184	0	0	100%
12/22	147	1,176	1	1	89%	236	1,182	0	0	100%
12/23	148	1,035	1	1	89%	222	1,108	0	0	100%
12/24	148	1,334	1	0	100%	222	1,111	0	0	100%
12/25	147	1,176	1	1	89%	162	808	0	0	100%
12/26	160	1,280	5	0	100%	187	936	0	0	100%
12/27	158	1,262	3	0	100%	187	936	0	0	100%
12/28	150	1,201	1	1	89%	235	1,177	0	0	100%
12/29	153	1,377	4	0	100%	189	947	0	0	100%
12/30	151	1,357	1	0	100%	220	1,102	0	0	100%
12/31	153	1,380	2	0	100%	219	1,096	0	0	100%
合計			62	35	87%	合計		0	2	99%

資料來源：南臺灣客運提供；本計畫彙整。



資料來源：本計畫分析。

圖 3.5-11 南臺灣客運 106 年 12 月份不同廠牌之電巴發車妥善率分析



資料來源：本計畫分析。

圖 3.5-12 南臺灣客運 106 年 12 月份不同廠牌之電巴行駛里程分析

(2) 港都客運

根據港都客運民國 107 年所提供的充電場站營運資訊，統整於表 3.5-13，並分別就資料完整度較高之小港站、加昌站及建軍站做營運數據分析。從電效率來看，小港站 18 輛電巴平均每度電跑 1.5 公里，加昌站 26 輛電巴平均每度電跑 1.6 公里，建軍站 18 輛電巴平均每度電跑 1.3 公里，另從圖 3.5-11 可以看出，每度電公里 1 至 4 月有下滑的趨勢，之後便持續呈現平穩狀態。從發車妥善率來看，小港站一開始的發車妥善率只有 87.26%，根據與客運業者訪談內容之結果得知可能原因為，業者初期因不熟悉電巴特性，不及回充電而影響發車，經過不斷經驗修正後整體平均發車妥善率有升高為 94%；加昌及建軍站平均發車妥善率近逼 99%。詳見圖 3.5-14。

表 3.5-12 港都客運 107 年 1-9 月份充電場站營運資料

小港站 (民 107, 18 輛總盈金龍)											
月份 / 營運數據	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	總計	平均
總行駛里程		10,381	20,152	31,910	54,593	78,833	103,734	127,318	113,577	540,498	67,562
總充電度數(度)		6,662.62	6,662.62	12,683.03	19,309.79	38,799.83	55,291.33	73,262.47	88,757.59	379,453.45	37,678.66
用電效率(km/kwh)		1.558	1.589	1.653	1.407	1.426	1.416	1.434	1.341	1.424	1.478
表定發車(班次)		471	771	1,179	1,772	2,362	3,294	4,133	3,643	17,625	2,203
實際發車(班次)		411	697	1,073	1,674	2,285	3,224	4,064	3,622	17,050	2,131
發車妥善率(%)		87.26%	90,40%	91.01%	94.47%	96.74%	97.87%	98.33%	99.42%	96.74%	94.44%
加昌站 (民 107, 26 輛總盈金龍)											
月份 / 營運數據	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	總計	平均
總行駛里程	9,227	26,170	45,669	109,688	111,921	121,026	124,476	114,987	116,323	779,487	86,610
總充電度數(度)		15,251.25	26,477.00	70,242.98	80,206.43	85,494.64	88,462.67	79,033.38	84,732.75	529,901,10	66,237.64
用電效率(km/kwh)	2.136	1.716	1.725	1.562	1.395	1.416	1.407	1.455	1.373	1.471	1.576
表定發車(班次)	175	2,006	3,231	5,535	5,676	5,876	6,152	5,847	5,182	39,680	4,409
實際發車(班次)	170	1,980	3,198	5,512	5,601	5,825	6,144	5,819	5,123	39,372	4,375
發車妥善率(%)	97.14%	98.70%	98.98%	99.58%	98.68%	99.13%	99.87%	99.38%	98.86%	99.22%	98.92%

資料來源：港都客運提供；本計畫彙整。

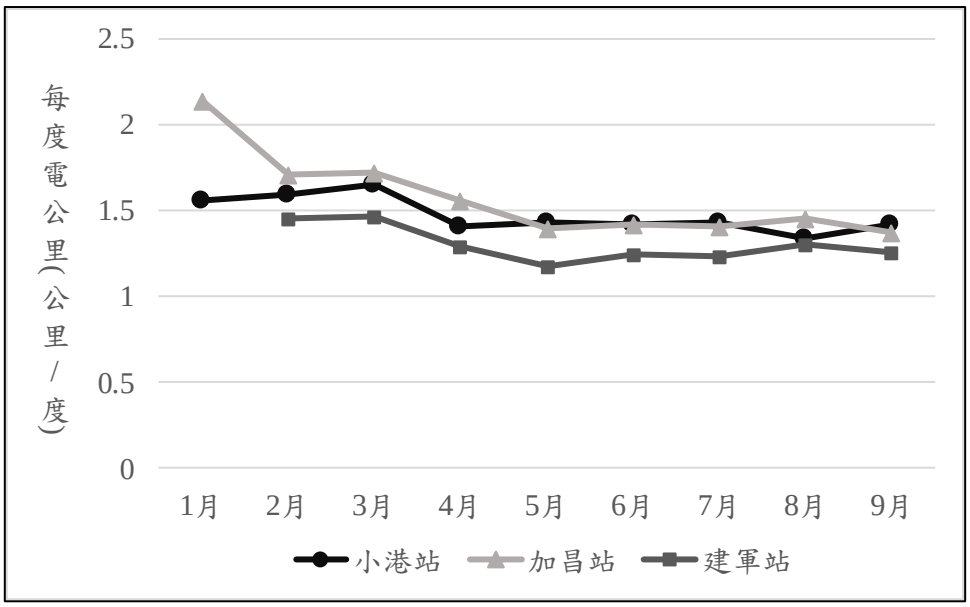
表 3.5-12 港都客運 107 年 1-9 月份充電場站營運資料(續)

建軍站 (民 107, 18 輛總盈金龍)											
月份 / 營運數據	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	總計	平均
總行駛里程		45,426	68,462	64,354	69,642	66,387	68,446	67,340	65,166	515,223	64,403
總充電度數(度)		31,165.04	46,630.98	49,794.18	59,217.64	53,273.44	55,465.29	51,470.85	51,906.88	398,924.20	49,865.54
用電效率(km/kwh)		1.458	1.468	1.292	1.176	1.246	1.234	1.308	1.255	1.292	1.305
表定發車(班次)		2,548	4,106	3,852	3,904	3,723	3,849	3,779	3,639	29,400	3,675
實際發車(班次)		2,442	4,072	3,849	3,877	3,683	3,786	3,745	3,599	29,053	3,632
發車妥善率(%)		95.84%	99.17%	99.92%	99.31%	98.93%	98.36%	99.10%	98.90%	98.82%	98.69%

左南站 (民 107, 1 輛總盈金龍)				
月份 / 營運數據	8 月	9 月	總計	平均
總行駛里程	2,211	4,072	6,283	3,142
總充電度數(度)	1,318.28	2,657.63	3,975.91	1,987.96
用電效率(km/kwh)	1.677	1.532	1.580	1.605
表定發車(班次)	463	372	835	418
實際發車(班次)	463	372	835	418
發車妥善率(%)	100%	100%	100%	100.00%

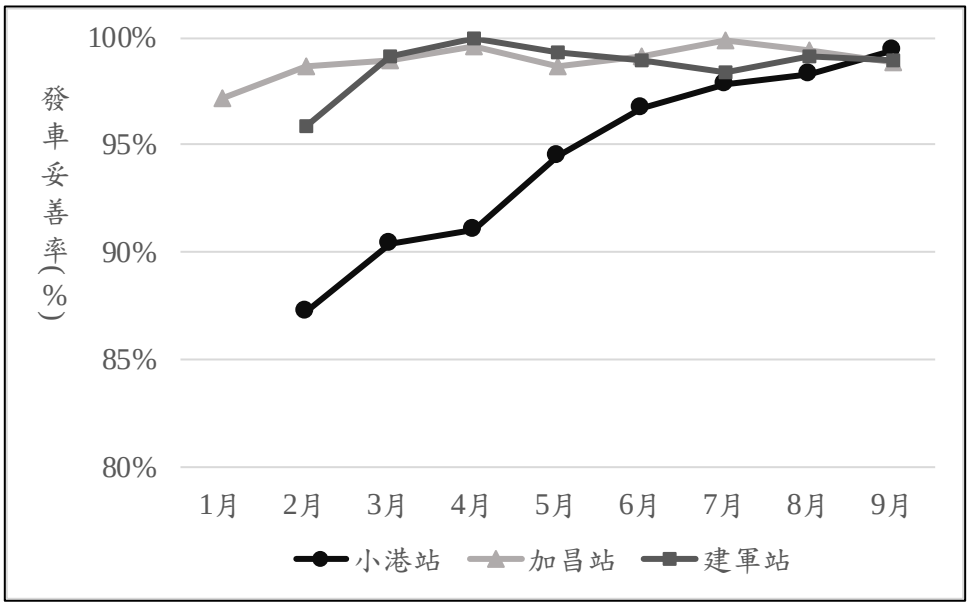
前鎮站 (民 107, 5 輛總盈金龍)			
月份 / 營運數據	9 月	總計	平均
總行駛里程	9,000	9,000	9,000
總充電度數(度)	6,736.94	6,736.94	6,736.94
用電效率(km/度)	1.336	1.336	1.336
表定發車(班次)	323	323	323
實際發車(班次)	322	322	322
發車妥善率(%)	99.69%	99.69%	99.69%

資料來源：港都客運提供；本計畫彙整。



資料來源：本計畫分析。

圖 3.5-13 港都客運不同充電場站之用電效率趨勢圖



資料來源：本計畫分析。

圖 3.5-14 港都客運不同充電場站之發車妥善率趨勢圖

(3) 豐原客運

豐原客運從民國 102 年 12 月 16 日啟用唐榮 10 輛電動大客車，經資料蒐集統計至民國 106 年 12 月 31 日止，車輛使用已逾 4 年之多，初期車輛續航力為 120 公里，而使用 4 年後之實際電池數據表現如表 3.5-13 所示。現況續航力僅餘 68.0~82.7 公里，電池衰退後之殘餘電量為 57%~69%，相比原廠 5 年保固堪用電量 80%有所落差，亦造成業者使用後對於電動大客車信心不足之現象。

表 3.5-13 豐原客運電池使用衰退程度

路線	動力種類	電動車數	路線里程 (km)	停靠站數	平均日班次 (班次)	平均班次載客 (人次)	現況續航力 (km)	殘餘電容量	原廠保固殘電 (5 年)
55 路	混合	7	17.0	52	206	56.3	68.0	57%	80%
11 路	全電動	3	13.5	38	10	20.0	82.7	69%	80%
12 路	混合		22.7	65	45	56.8			

資料來源：豐原客運提供；本計畫分析。

從前述之電巴營運資料蒐集情形可看出，各客運業者所提供的電巴資料呈現方式不盡相同，記錄營運資料項目主要因應各別需求考量，且因採人工紀錄為主，紀錄人員影響資料的掌握與判斷，致使完整性與一致性不足，較難對應比較。

為配合推動 2030 年市區公車全面電動化，後續建議能構建統一之數據資料整合平台，作為電巴營運資料電子化蒐集與分析管道，除作為政府端營運績效監控稽核介面外，亦可進一步將營運特性分析結果納入製作電動巴士導入指南，提供相關單位作為將來電巴採購參考。

(4) 桃園客運

根據桃園客運於 107 年 12 月提供之一週內唐榮及華德電巴營運數據資料(107/11/05-107/11/11)，就資料內容分別比較不同年期採購之唐榮電巴，其用電效率的差異，以及華德大巴用電效率表現水準之分析。

①不同年期車輛之比較(唐榮電巴)

桃園客運分別於 102/06/01、103/01/01 及 103/12/01 採購唐榮電巴 6 輛、5 輛及 5 輛，102 年採購之唐榮電巴皆過了保固年期，且未更換電池，故已未繼續使用；從圖 3.5-15 可看出，使用 4 年車輛平均用電效率約 0.81km/度，使用 5 年車輛平均用電效率約 0.55km/度，另外，根據提供之數據資料顯示(表 3.5-14)，使用車輛除夜間充電外，亦會於日間待班時間補電 1 次(約 50~60%)，顯示業者對車輛續航里程信心度不足。

表 3.5-14 唐榮車輛回廠充電之情形

車廠	回廠充電平均剩餘容量	平均回廠充電次數(次/日)
唐榮大巴(103/01)	53.9%	2
唐榮大巴(103/12)	59.0%	2

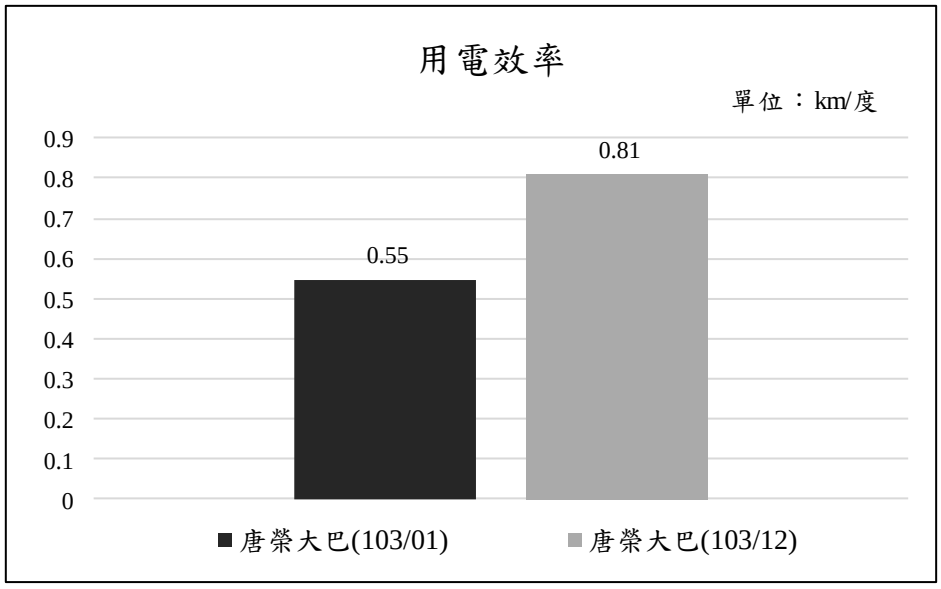


圖 3.5-15 不同年期唐榮車輛之用電效率比較

②公總發文索取與桃客直接提供之數據資料差異(華德大巴)

將桃客提供之 11 月一週的華德大巴營運資料，與公總發文向客運業者索取之數據資料，兩者分析比對於表 3.5-15 後發現，桃客提供的平均用電效率為 0.56(km/度)，較公總發文索取的平均用電效率 0.75(km/度)還低，究其原因可能為，公總發文索取之數據資料時間範圍，包含初期華德大巴較佳之營運表現水準，使其平均後於用電效率方面表現較好，亦或者是桃客提供之數據資料，未顯示出其他時段車輛表現之差異。

表 3.5-15 不同資料來源之華德大巴用電效率差異表

資料來源	業者	數據資料提供之時間範圍	用電效率(km/度)	
			夏季	冬季
公總提供	桃園客運	105/04/01~107/07/31	0.7	0.75
業者提供		107/11/05~107/11/11	-	0.56

資料來源：各縣市政府回文資料；桃園客運提供；本計畫分析。

3.6 關鍵課題分析

根據上述章節之國內外產業現況發展，以及產業界、客運業者及專家等意見，本計畫將目前過內推動電動大客車面臨之關鍵課題，區分為產業面、營運面及能源面進行課題彙整，如表 3.6-1 所示。

表 3.6-1 關鍵課題

類別	課題	內容
產業面	電動大客車技術發展尚未成熟穩定	• 國內電動大客車只要使用磷酸鋰鐵及三元鋰電池兩類，磷酸離鐵特性為穩定，而三元鋰則有較高之能量密度。 • 電池技術朝向高能量密度發展，未來電池將更輕量化，價格將有機會降低。 • 目前電池產業除慢充型式鋰電池外，亦有發展快充型式鋰電池。
	禁止輸入規定及附加價值率限制產能	• 經濟部公告中國大陸製大客車車身停止輸入，造成部分車廠產能銳減。 • 附加價值率對應項目為國內發票金額比例，相關查核作業未必能完全對應三電國產化程度，對推動關鍵零組件國產化之助益不明確。 • 現況國內電動大客車車輛數少，市場未達經濟，影響國內零組件廠商價格競爭力。
	市場規模影響車廠投入生產意願	• 國際車廠觀望臺灣市場發展，若有市場規模才可引導國際車廠來臺銷售與合作 • 國內電動大客車需求具市場規模後，國內代理商較可與國外母廠協商零部件國產化。
營運面	業者對電動大客車購買信心度不足	• 妥善率不佳及電池系統衰退過快，保固期內電池已不敷營運使用，增加業者營運成本。 • 後勤維修體系尚未健全，部分電動大客車因後勤維護因素停駛或製造商結束經營。 • 電動大客車技術逐漸提升，但新款車輛仍待時間考驗，業者根據過往經驗購買信心不足。
	電動大客車價格競爭力待提升	• 國內現有電巴/柴油公車補貼制度差異小，對業者缺乏汰換柴油公車誘因。 • 依據現況補助購車費用，生命週期成本仍高於柴油大客車。 • 部分電動大客車電池未達生命週期即衰退造成續航力下降，需更換電池維持路線營運，造成業者車輛成本負擔。

資料來源：本計畫彙整。

表 3.6-1 關鍵課題(續)

類別	課題	內容
營運面	電動大客車營運調度管理資訊不完善	• 客運業者之營運制度現況皆依據柴油公車特性所設計(如維修保養、排班調度、教育訓練等），缺乏對電巴運作特性之專業知識。 • 調度站需設置充設備，空間利用彈性較差，原場站空間可能不足。 • 若車輛使用需日間充電，則需考量車輛排班與人員調度。 • 現況部分業者考量充電安全性，增加24小時充電人力。
	需對應電動大客車特性納入駕駛訓練	• 鋰電池特性為慢充慢放，放電應保留 20%，業者不熟悉電池特性，造成電池壽命損耗。 • 電動大客車駕駛操作應符合鋰電池特性，以延長電池之壽年。
	因應地目與用電類型，充電站設置申請受限制	• 部分調度站使用地目為農業用地、水利用地等非工業用地，影響充電站設置之困難性。 • 高壓充電設備為鄰避設施，易受周邊居民抗議。 • 高壓用電申請需時過久，且需考量當地電網備載容量。
	補助作業申請時程與程序複雜	• 補助審查耗時過久，造成拖延至一年以上，影響客運業者財務調度。
能源面	須因應全面電動化檢討區域電網供應與尖/離峰負載	• 電巴充電時之電力需求極大，必須確保公車場站區域電網電力供應能力無虞。 • 電巴同時充電將瞬時產生高用電需求，對非工業區電網可能難以負擔。
	電動公車充電無共通介面	• 國內電巴充電設備無統一規格，不同業者之充電設備無法互用。 • 美國、歐盟及中國充電介面與通訊不相同，若訂定國內統一介面，需協調國內產業界與國際車廠共識。

資料來源；本計畫彙整。

第四章 電動大客車推廣計畫策略研擬

電動大客車之技術發展日新月異，加上歐美日中等政府皆已宣示推廣新能源車輛之政策目標，本章透過國外電動大客車主要推動議題之借鏡與評析，以作為國內制訂相關政策內容之參考，並因應2030 年市區公車全面電化目標，進行各年期推廣數量規劃、研擬整體推廣計畫、推動策略及擬定績效評估指標 KPI，以作為後續政策推動評估成效之參據。

4.1 縮小使用成本差距對策

從3.5節業者使用經驗得知，客運業者因電動大客車與電池技術尚在發展中、電池或部分零件之使用年限不如預期，以及對於電動車維修保養經驗不足，須承受車輛與電池故障、設備提前重置等負擔；另外再加上充電設施、土建設施以及土地成本(新購車輛停車空間、充電站空間)，業者須承擔的營運投資與風險的確高於柴油大客車。儘管車輛與電池技術已與日俱進，業者對於購買電動車新車型之態度仍審慎保守。因此，如何透過補貼政策，縮小使用成本差距係為現階段增加業者導入誘因之重要策略。

4.1.1 相關文獻評析

1. 電動公車與柴油公車之18項成本比較

在「公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查」(交通部運研所，105年12月出版)研究終，於103年期間蒐集5家同時具有柴、電車之客運業者營運資料，並以18項成本進行分析，歸納柴油公車與電動公車主要成本差異項目如表 4.1-1，結果顯示差異項目為燃料、附屬油料、車輛折舊、修車材料、業務費用、各項設備折舊、站場租金等。進一步分析其固定與變動成本比例如表4.1-2，由表可知，電動大客車固定成本(車輛)約為柴油大客車2.7倍，但營運成本約為96%。

前期研究並指出電動車若依柴油公車18項成本進行分析，仍有歸屬項目不清、定義須修正內容等疑慮。就該研究分析成果可知：電動車初期投入(含車價+充電設備)較高為最主要的成本差異；營運期間油價與電價之相對差異則為營運成本節省之主因。

表 4.1-1 電動大客車與柴油大客車主要成本差異項目

存在差異成本項目	電動大客車成本差異(元/km)	差異原因分析
燃料	-3.27	● 油電價差導致(電價低於油價) ● A業者採車公里服務計費，費用接近柴油價格 ● D業者行駛國道，柴油車油耗低，柴電車燃料成本接近
附屬油料	-0.09	● 電動大客車無須加機油，此項目差異大
車輛折舊	+9.53	● 柴油車電動車價差大(扣除補貼款後仍有價差)
修車材料	-0.22	● 目前因保固期間，業者僅需負擔機械類耗材費用。電動車機件結構較簡單，理論上維修成本亦較低
各項設備折舊	+1.77	● 充電設施之折舊計入此項，費用高於柴油車
業務費用	-0.08	● 此項目較特殊，部分業者電動大客車業務費用高於柴油大客車，部分則較低。 ● 此項目之定義:場站相關業務費用(站牌、行銷文宣、代言…) ● 部分業者將充電設備租金歸類到此項，或因電動大客車行銷宣傳成本較高，導致此成本較高 ● 部分業者因站牌共用柴油大客車既有路線，故該成本較低
場站租金	+0.06	● 許多充電站須另行租用鄰近路線之地點，衍生租金成本

資料來源：公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查，交通部運研所，105年12月。

表 4.1-2 柴油大客車與電動大客車之固定及變動成本比例

成本類別	成本項目	柴油大客車		電動大客車	
		成本值 元/km	成本占比 %	成本值 元/km	成本占比 %
初置/固定成本	車輛折舊	5.63	13.08%	15.16	28.73%
	各項設備折舊	0.94	2.19%	2.71	5.14%
	總合	**6.57**	**15.28%**	**17.86**	**33.87%**
營運/變動成本	行車人員薪資	14.35	33.36%	14.40	27.30%
	燃料	9.78	22.74%	6.52	12.35%
	業務員工薪資	1.74	4.04%	1.96	3.71%
	業務費用	1.66	3.87%	1.59	3.01%
	管理員工薪資	1.56	3.63%	1.56	2.96%
	修車員工薪資	1.56	3.63%	1.51	2.86%
	稅捐費用	1.22	2.84%	1.26	2.39%
	管理費用	0.93	2.17%	1.08	2.05%
	修車材料	0.86	2.01%	0.64	1.22%
	行車附支	0.79	1.84%	1.73	3.27%
	財務費用	0.75	1.74%	1.34	2.54%
	輪胎	0.68	1.59%	0.71	1.34%
	站場租金	0.23	0.54%	0.29	0.55%
	修車附支	0.19	0.45%	0.28	0.52%
	附屬油料	0.12	0.28%	0.03	0.06%
	通行費	0.00	0.00%	0.00	0.00%
	總合	**36.44**	**84.72%**	**34.89**	**66.13%**

資料來源：公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查，交通部運研所，105 年 12 月。

2. 電動公車全生命週期成本分析

根據賴文泰君之研究(如表 2.4-14)，電動公車之全生命週期成本較電動公車為高，若以 8 年全生命週期成本計算，如表 4.1-3 最右欄所示，電動公車(車型 1)成本為 1349.6 萬元、電動公車(車型 2)成本為 1471.0 萬元、柴油公車成本為 839.9 萬元，亦即電動公車較柴油公車多 509.7 萬元(車型 1)、631.1 萬元(車型 2)。

以主要成本項目來看：電動公車車價約高於柴油公車 425 萬元(車型 1)、675 萬元(車型 2)；設置充電設施平均每車須增加 72 萬(車型 1)、117 萬元(車型 2)；營運期間每車公里電價約比油價省 3.89 元(車型 1)、6.25 元(車型 2)，每車公里維護費約可省 0.39 元，以年行駛里程 50,400 公里換算，相當於每年燃料費用可省 19.6 萬元(車型 1)、31.5 萬元(車型 2)；維修費用可省將近 2 萬元。

表 4.1-3 電動公車、柴油公車分年週期成本之比較

	項目	車體	電池	充電機	充電站	電費	維護費	合計
電動公車(車型 1)	金額	650 萬元	500 萬元	30 萬元	42.1 萬元	1.98 元／公里	0.43 元／公里	1,687,031 (元/年) 相當於 1349.6 (萬元/8 年)
	攤提年限或數量	8 年	8 年	3 年	15 年	50400 公里	50400 公里	
	成本(元／年)	812,500	625,000	100,000	28,067	99,792	21,672	
電動公車(車型 2)	金額	650 萬元	250 萬元	78 萬元	38.9 萬元	4.34 元／公里	0.43 元／公里	1,838,841 (元/年) 相當於 1471.0 (萬元/8 年)
	攤提年限或數量	8 年	5 年	3 年	15 年	50400 公里	50400 公里	
	成本(元／年)	812,500	500,000	260,000	25,933	218,736	21,672	
	項目	車體	電池	充電機	充電站	油費	維護費	合計(每年)
柴油公車	金額	475 萬元				8.23 元／公里	0.82 元／公里	1,049,870 (元/年) 相當於 839.9 (萬元/8 年)
	攤提年限或數量	8 年				50400 公里	50400 公里	
	成本(元／年)	593,750				414,792	41,328	

註：車型 1 為慢充式配置較大之電池容量，其於夜間充完電之續航里程足敷每日營運里程，皆於夜間充電，故其基本電費、流動電費皆可使用離峰費率。車型 2 為慢充式配置電池容量相對較少，其於夜間充完電之續航里程並無法完全滿足每日營運里程，而需輔以日間充電。故其基本電費、流動電費皆需部分使用尖峰費率。

資料來源：電動公車營運指標、財務效益分析與發展策略之研究，賴文泰，運輸計劃季刊第 46 卷第 4 期，民國 106 年 12 月。

根據大客車現行補助內容，甲類電動公車之車體+電池補助分別為汰舊換新 503.8 萬、新闢路線 670 萬；甲類柴油公車分別為汰舊換新 223.6 萬元、新闢路線 331.4 萬元。亦即電動公車補助金額約高於柴油公車 280 萬元(汰舊路線)、339 萬元(新闢路線)。綜整全生命週期成本、現行補助金額與縮小成本效果，整理如表 4.1-4 所示，結果顯示電動公車經補助後，全生命週期成本仍高於柴油公車。

表 4.1-4 現行補助對縮小成本效果

情境	路線性質	補助差異(電車-柴車)	車價價差改變(電車-柴車)	全生命週期成本差異改變(電車-柴車)
電動車型 1	汰舊	280 萬	675 萬→395 萬	509.7 萬→229.7 萬
	新闢	339 萬	675 萬→336 萬	509.7 萬→170.7 萬
電動車型 2	汰舊	280 萬	425 萬→145 萬	631.1 萬→351.1 萬
	新闢	339 萬	425 萬→86 萬	631.1 萬→292.1 萬

由於該研究係以近 2 年之營運數據進行分析，其電池與車輛穩定度仍在保固期內，尚未完成生命週期之一半，因此認為各項參數可能較為樂觀，後續仍應持續觀察業者營運績效。

3. 電動大客車營運模式量化分析成果

中華經濟研究院於 103-105 年度協助經濟部工業局相繼完成電動大客車之研究，各期工作重點摘錄如表 4.1-5，重要結論整理如下：

(1) 智慧電動車工業技術輔導推廣計畫—智慧電動車電能創新營運模式之研究：以電動大客車為例探討車電分離營運模式與補助政策規劃(經濟部工業局 103 年度專案計畫期末研究報告)

①電動大客車車隊總補貼金額已達柴油大客車的4倍，但客運業者仍普遍反映電動大客車營運成本較高的主因是車輛整體性能不彰(缺行率高、能源效率低)，而非補貼不足。

②能源效率、缺行率、每單位電池價格/使用電池之里程單位價格、電池容量配適度等為我國電動大客車營運成本之重要影響因素。

③每車每日車行里程越長，更能突顯電動大客車使用成本效益，故其營運成本並非僅取決於營運路線長短。

④「能源效率 0.8 公里/度且缺行率 5%(亦即妥善率 95%)」的技術組合，室電動大客車成本由劣勢轉為優勢的技術條件，亦為政府補貼總金額大幅度降低的技術指標。而國內技術產品並非無法達到此技術水準，而是無法長期維持穩定。

(2) 智慧電動車產業輔導推廣計畫—以營運模式分析探討電動大客車技術發展藍圖(經濟部工業局 104 年度專案計畫期末研究報告)

①技術型式之探討：在相同的營運及補助條件下，充電式車隊的使用成本、總補助金額較換電式車隊總補助金額低，所能創造之營運服務收益也較高。

②路線營運型態之探討：在現行技術條件下，對使用者/客運業者而言，較願意選擇長路線（每車每日行駛里程介於 85.1~145 公里）使用電動大客車，且在一定的條件下有機會達到電柴車公里成本差距趨近於0、創新營運服務公司營運損益兩平。

③若要推動以租賃服務為主要內涵的創新營運服務，建議短期內以國內「長路線搭配充電式技術」為首要推動對象，而可行的技術及營運條件綜整如下：

- 技術型式：充電式車隊
- 能源效率：0.9 公里/度以上（連續 8 年）
- 妥善率：99.5%（連續 8 年）
- 電池容量：100kwh
- 純電動行駛里程：80 公里以上（連續 8 年）
- 電池使用：電池至少使用 4 年，更新時剩餘電容量至少 80%、估計殘值為剩餘容量成本之 1/3
- 營運條件：每車每日行駛里程 85.1~145 公里

④提出分階段推動構想藍圖：短期政府能以最低總補助金額引導技術性能升級（106~108 年）、中期降低政府總補助金額但因應需求彈性調整補助門檻（109~111 年）、長期補助機制退場並促進市場及多元技術自由競爭（112 年以後），如圖 4.1-1 所示。

(3) 智慧電動車產業輔導推廣計畫－電動大客車創新採購階段性技術指標研訂(經濟部工業局 105 年度專案計畫期末執行成果報告)

為確保創新技術產品的品質穩定性，且在整體營運系統中發揮使用價值，提出「依據車廠歷史運行績效，將下階段購車補助的撥付比例與前一階段使用價值情形做連結」的創新採購概念，如圖 4.1-2 所示，旨在以多階段的政策工具引導合於規範的產品進入市場，避免一次性的補助撥付後無其他有利的誘因引導業者往更佳的方向發展。藉由歷史運行紀錄將採購補助進行分階段給定，並與技術產品使用價值做連結，其目的在於：

①鼓勵健全車廠端與客運業者間之採購與保固服務合約。確保客運業者所支付確為合理、符合實際使用價值，也讓過往實際營運中多項無法預測的技術性能風險，增加穩定性與可管理性；

②提升整體營運系統價值。除了完善採購與保固合約之外，亦可藉由部分技術移轉的方式，鼓勵車廠與客運業者建立教育訓練平台，迅速排除車輛技術異常或故障；

③建立技術產品之階段性檢驗與監控規範。確保技術產品品質穩定、確能發揮使用價值，是發展創新服務模式和實現普及應用的重要前提。除了前述兩種被動式等待異常或故障發生後進行檢測維修，另一種確保品質穩定性的方式，是透過歷史運行紀錄建立系統性檢測規範，追蹤與歸納各種故障事件在整個車隊營運系統中發生異常的頻率和原因，以之訂定主動式的定期檢修和預排保養，促進車輛導入後性能績效表現維持一致；

④避免政府一次撥付補助金額而後續無法有效以補助誘因引導產業發展。

表 4.1-5 103-105 年度經濟部工業局進行電動大客車營運模式分析成果

年度	103 年度	104 年度	105 年度
訪談對象	ARTC、客運業者（高客、桃客、科技之星、豐原客運、港都客運） 台電、東元電機	ARTC、車廠（立凱、華德、唐榮、成運）、華創、電池協會、五都（台北、新北、台中、台南、高雄）交通局	ARTC、國淵、東元電機
模式分析重點	從「路線別、車隊總成本」角度，建立數量分析模式，分析影響電動大客車競爭優勢的關鍵因子：（所有參數均維持 8 年不變） • 缺行率（37.14-5%） • 能源效率(0.55-0.99 公里/度電） • 電池單價（充電 0.88-1.455 萬元/kwh、換電 11.5 元/公里） • 電池容量（充電 250kw、換電 100kw） • 電池回收價值（無、有）	• 因應立凱訴求 PPP，分析「營運服務公司」介入型態：相同政府補助金額、相同市場規模下，比較政府補助金額、營運公司盈虧、客運業者車公里成本。（所有參數均為 500 輛、8 年） • 根據「代表性路線」(長、短路線）實際營運配車狀況，分析電動大客車的營運成本(調校 103 年模式） • 根據國內車廠提供的「價量關係」、參考國際（CRAB, IEA）調查或預期市場價格，分析大規模生產（年產量達 500 輛）的客運業者購車與營運成本（車體 500 萬、電池 300 USD/kwh）	根據實際的故障記錄，估算不同技術系統的價值，提出廠商自訂技術規範的創新採購藍圖
車輛營運類型	• 車電整合 Type1 自購 • 車電分離（充電）Type2 購車、租電池（充電式）	• 充電式：0.76-0.9 公里/度電、電池容量 250-100kwh、充電設施成本	

資料來源：本計畫彙整。

表 4.1-5 103-105 年度經濟部工業局進行電動大客車營運模式分析成果(續)

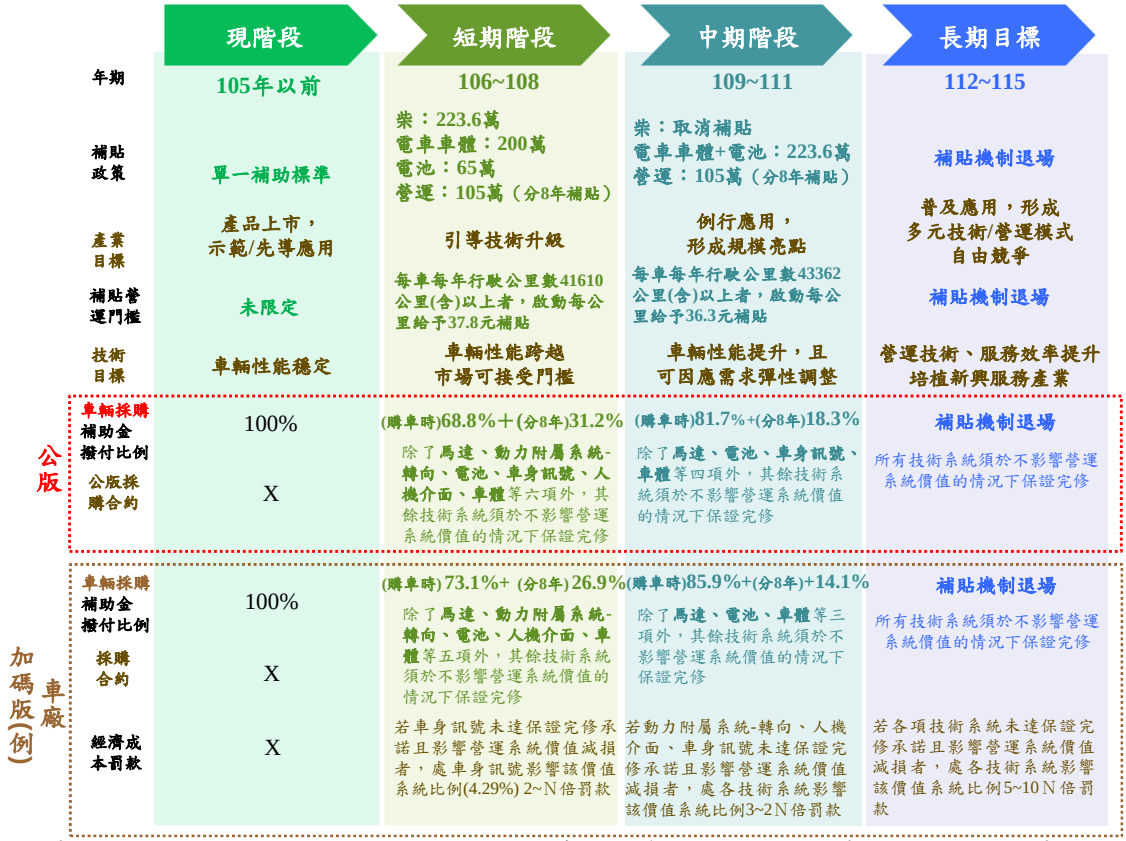
年度	103 年度	104 年度	105 年度
車輛營運類型	• 車電分離（換電）Type3 購車、租電池（換電式）	• 換電式：1.2 公里/度電、電池容量 100kwh、充換電櫃成本	
分析結果	• 技術規格或價格最佳情境： ✓ 長路線：無須補貼，三類型成本均已低於柴車 ✓ 短路線：Type3 補貼可有些許誘因 • 技術規格或價格最差情境：無論長短路線，即使政府補貼，電動大客車成本仍大幅高於柴油大客車	（第一階段情境一）原技術條件下，客運業者無意使用（使用電動大客車均需負擔較柴車更高的成本）、營運服務公司可能有超額利潤或虧損	
車輛技術規格	• 充電式關鍵技術門檻：0.8 能源效率公里/度電、缺行率 5%；可使電動大客車營運成本具有優勢 • 換電式補貼無助於技術提升 • 降低缺行率（提升產品穩定度）的重要性，優先於改善電池能源效率；維持 8 年電池能源效率的重要性，優先於發展二次電池市場 • 應依照路線需求搭配適當的電池容量，不問路線營運需求而背負大容量電池（超額容量）是無效率的超額投資（超額補貼） • 補貼退場的技術規格：	• （均為連續 8 年）妥善率 99.5%、純電續使里程 80 公里以上、電池使用 4 年更新時剩餘店容量至少 80% • （第一階段情境二）合理經營條件（客運業者電柴車公里成本差異 0、營運服務公司合理利潤 7 億上下）下，應提升的技術指標 • 換電式：能源效率 0.76→0.9 公里/度電；電池容量 250→100kwh；仍須政府額外補助 4.8-26.6 億 • 充電式：需政府額外補助 52-72 億	
營運路線特性	行駛總里程越長、越能凸顯電動大客車的使用成本效益，越有機會讓客運業者採購電動公車	• （第一階段情境三）使營運服務公司損益兩平 • 僅充電式、應用於長路線，可達成政府無須額外補助的財務相互平衡條件 • 換電式均需提供額外補助（41-53.8 億）	
補貼政策	（充電式）車體補貼： 5250 千元（缺行率 10%、能源效率 0.8 公里/度電） →4207 千元（缺行率 37.14%、能源效率 0.7 公里/度電） （換電式）合理的電池出用成本：每公里營運價格 7.8-8.6 元/公里 • 寡占供給、新技術產品之供給廠商行為：供給方定價、價格僵固性、供給者潛在合作定價）現行產品定價為「需求端可接受的最高價格」 • 充電式車價＝政府補助金額＋客運業者柴車自負額；換電式公里成本＝柴油車公里成本），無法展現「電動車長期成本較低」的使用價值，產品性能不滿足客運業者需求（缺行率高）	1.性能條件 能源效率：0.9、1.0、1.0 電池單價：300、300、100 其他考慮車電設施價格、車輛與充電設備配置比例、人力服務效率、車輛營運調度等 2.補貼金額 柴車：223.6、0、0 電動大客車車輛+電池：200+65、223.6、0 營運補貼（分 8 年）：105、105、0	

資料來源：本計畫彙整。



資料來源：温蓓章、陳莉筑等（2015）智慧電動車產業輔導推廣計畫—以營運模式分析探討電動大客車技術發展藍圖。經濟部工業局 104 年度專案計畫期末研究報告。車輛中心委託，中華經濟研究院執行。

圖 4.1-1 104 年計畫之分階段推動構想藍圖（草案）



註：車廠加碼版可自行依其技術能耐提出，此處僅以舉例代為說明。車廠可以主張其車輛性能中超越公版標準的次系統績效標準（含保修標準），依據該次系統之整車價值，提出說明，計算購車時補助金額的加碼比例（提高購車時支付金額比例）；但降低分年支付的營運補助比例。維持總補助金額不變。藉由「提前支付補助金額」吸引廠商提供較公版標準更為優良的產品。

資料來源：溫蓓章、陳莉筑等（2016）智慧電動車產業輔導推廣計畫－電動大客車創新採購階段性技術指標研訂。經濟部工業局 105 年度專案計畫期末執行成果報告。車輛中心委託，中華經濟研究院執行。

圖 4.1-2 分階段創新採購草案

4.1.2 購車與營運補助之建議

由上述分析可知，由於現行電動公車車體+電池+充電機價格高於柴油車，因此業者須負擔之初期投入成本較高；至於營運期間，若以電池、充電設備性能維持穩定有效之情況下，每車公里之用電成本確已低於用油成本。理論上，政府於購車補助以彌平柴、電車之固定成本差價應已具誘因。唯，根據過去營運經驗可知，由於電動車性能之妥善率尚未穩定，使得設備維修、提前更換所衍生的成本增加業者營運風險與成本負擔，進而影響使用意願。

本計畫認為，現階段在增加業者購買電動公車誘因方面，縮小業者面臨柴、電車實際成本之差異確有效果，就補助內容與金額來說，可考慮以下調整方向：

1. 擴大電動公車與柴油公車購車補助差距

對電動公車補助加碼，彌平成本差異。調整作法包含調高電動公車補助；或調低柴油公車補助；或同步調高電動公車補助並調低柴油公車補助。

2. 汰舊與新闢補助一致化

現行制度中，汰舊與新闢路線之補助金額存有差異，就公車路網發展來說，公車路網結構優化勢必牽涉路線整併與路線新闢交互為用，且既有車隊屆齡汰換之需求量遠大於新闢路線車隊需求。就公平性與推廣角度來說，採用一致化之補助標準將有利於個別城市視自身需求，引進電動大客車於既有或新闢路線，提供更優質的服務。

3. 增加電動公車營運補助

雖然，營運階段用電成本將小於用油成本，且油價長期趨勢將上漲，採用電動公車更有優勢。但考量業者以往對於續航力、妥善率仍存有疑慮，為鼓勵車廠與業者提高營運期間的操作穩定度與經營永續性，可結合營運車公里補助增加誘因，並要求回饋營運資料至智慧平台，以回饋即時監控、車輛調度排班、設備穩定性檢討，藉以研擬改善對策，有利於技術發展與營運績效更趨成熟。

4. 滾動檢討車價、油價、電價變化

電動公車技術發展日新月異，國際間皆預期長期車價與電池價格有下修空間，車廠之售價亦值得密切關注，以確保政府補貼合理性與財政容受力。

長期而言，油價將呈成長趨勢，本計畫於 107 年 11 月訪談部分業者資料得知，近半年資料顯示柴油公車每車公里油價約 10.4 元(柴油每公升約 26 元，平均效率 2.5~3 公里/升)，電動公車每車公里電費約 2.86 元(每度電約 3.7~4 元，平均效率 1.4 公里/度)，兩者價差

達每公里 7 元，每月每車約可節省 4 萬多元，相當可觀。

再者，當油價持續上漲時，各縣市政府應對之機制不盡相同。就雙北來說，採每季檢討，並將相關成本反映在運價上，至於運價超過票價之部分，由市府編列票差補貼給客運業者。其他縣市公車提出運價或合理營運成本檢討之頻率較低，油價上漲多半是由業者自行吸收，並透過虧損補貼向縣市政府提出申請。因各縣市政府對於油價變動之應變機制不同，間接造成客運業者對於油價成本之敏感度差異，進而影響汰換電動車之決策。

在此發展趨勢下，電動公車將更具有競爭力，預期未來可縮小補助需求。後續宜滾動檢討重要參數之價格變化情況，以作為補助金額之設計參考。

5. 柴油公車補助退場

基於國際間長期將發展新能源車取代燃料車，待電動公車技術更臻純熟且價格更具競爭力之階段，宜將柴油公車之補助退場，以加大電動公車推廣力道，達成政策目標。

6. 持續觀察汰役電池之價值

目前對於汰役電池是否可以投入於儲能系統創造價值，尚不可知。有鑑於電動車產業中，汰役電池回收再利用之可能性，將可提高客運業者對於投入電動大客車電池成本之效益，亦可減少政府補貼或業者投入成本之負擔。

4.2 績效運籌租賃模式制度

從 2.2 節國外電動大客車發展電動大客車經驗可知，2010 年之後開始有較多的城市導入電動大客車，特別是 2015 以後推廣的城市與車隊較有顯著的增加趨勢。此趨勢關乎技術發展成熟度、政策導入力道乃至車隊推廣商業模式之多元化。其中，績效運籌租賃模式制度乃因應電動大客車所發展的新模式，以下擬先說明國外引進績效運籌租賃模式之案例，再評析優缺點，並提出現階段採用之潛在議題。

1.租賃模式分類

如表 4.2-1 所示，除了現金採購外，租賃模式尚包括貸款採購、融資採購、營運者租賃以及零件租賃。國內過去曾有電池租賃模式，以電動大客車服務特性與經營目的而言，未來較可能考慮引入的模式為營運者租賃、零件租賃。

表 4.2-1 租賃模式分類

採購方式	現金採購 Cash Purchase	貸款採購 Loan Purchase	融資租賃 Capital Lease (例：Scania, Proterra)	營運者租賃 Operator Lease (例：Proterra)	零件租賃 Component Lease (例：Proterra)
說明	購買時一次付清完整價格 總支付金額最低	購買時支付部分價格，剩餘部分貸款支付	以租賃方式支付車款、固定設施或特殊項目	在特定期間內營運者支付使用費 總支付金額較高	長期以營運節省金額支付某些零件(例如電池) 總支付金額較高
所有權模式	營運者所有	營運者所有	租賃期滿營運者可以約定的殘值價格購買	租賃期滿營運者可以約定的殘值價格購買	租賃期間通常為車廠所有
風險說明	營運者承擔技術風險	融資機構承擔信用風險，因此增加貸款成本	具有投資級信用評等的地方政府而言，風險相當有限	車廠承擔營運風險 較易於建立車廠與營運者之夥伴關係	車廠承擔技術風險

資料來源：本團隊彙整，部分取材自 MILLER, JOSHUA, MINJARES, RAY, DALLMANN, TIM, and JIN, LINGZHI. (2017). FINANCING THE TRANSITION TO SOOTFREE URBAN BUS FLEETS IN 20 MEGACITIES. International Council on Clean Transportation.https://www.theicct.org/sites/default/files/publications/Soot-Free-Bus-Financing_ICCT-Report_11102017_vF.pdf, last visited in 2018/8/10.

2. 國外案例

(1) Proterra 案例

Proterra 在美國推出 4 種模式：如表 4.2-2 所示，包括地方政府融資租賃、營運租賃、大客車出租方案以及電池租賃。值得注意的是，推出電池租賃模式後，廠商宣稱銷售量上升 50%。

表 4.2-2 Proterra 租賃模式

地方政府融資租賃 MUNICIPAL CAPITAL LEASE	營運租賃 OPERATING LEASE	大客車出租方案 BUS RENTAL PROGRAM	電池租賃 BATTERY LEASE
• 提供給地方政府投資級信用評等(investment-grade credits)，作為低成本融資工具 • 採用「結構化所有權」(structured ownership)，租賃期滿後，承租方擁有車輛財產權	使用車輛的過程中支付租金，並搭配「財產權移轉之選擇權」	在長期承諾的決策之前，車隊營運者若想「測試駕駛」，可在採購決策前選用出租方案，至多 12 個月	• 以柴油大客車相近價格(約 50 萬美元)購買車體，租用電池 12 年而享有營運成本節省 • 車廠負責租賃期間電池績效表現，降低營運者風險

資料來源：本團隊綜整，取材自(1)https://www.proterra.com/financing/, last visited in 2018/8/10;
(2)https://www.climatefinancelab.org/project/proterra-electric-bus-battery-service-agreements/, last visited in 2018/8/10.

(2) BYD 案例

2018 年 7 月，BYD 汽車與 Generate Capital(GC)宣布合作，拓展新型態的租賃服務、降低初期成本，以加速美國電動大客車應用，合資企業也將探索儲能設施二次利用。服務對象將不只限於 BYD 產品，也將適用於其他車廠產品

Generate Capital 將投資 2 億美元採購和租賃大客車，回收租賃期間短於產品壽年的大客車（如 Google 或 Facebook 所租用），整理、更換新電池之後再賣給其他客戶。元配電池也將再次銷售二次利用。租賃期滿之電池可應用於太陽能電廠儲能系統以平衡供需差距。據 BYD 估計，此類使用約可達 15-20 年之久。

Generate Capital 以儲能、太陽光電與熱能、能源效率、生質能源、農業和廢水等基礎設施為標的，提供建造、擁有、營運、融資等服務。創設於 2014 年，總部位於舊金山。

BYD 負責生產和銷售大客車，BYD 標準大客車整提供 12 年保固（含電池）。一旦電池故障或過保固，電池仍然可以用於其他應用，使電動車輛具有殘值。BYD 在中國大陸某些車輛已使用約 8 年，再過 4-6 年應可展開退役大客車電池再利用、並能有所進展。

(3)電池租賃之借鏡

在上述模式中，「電池租賃」值得考慮的原因如下：

①電池成本可被視為是「燃料成本」，將電池成本分散到各年度，加上充電成本，較容易與柴油大客車的燃料成本相互比較，而更容易符合目前的市府預算安排方式。

②有助於降低電動大客車初期投資成本較高的困難、改善投資回收與回本期等財務顧慮。

③電池壽年目前並不明確，缺乏長期使用的經驗。藉由租賃模式，車廠和市政府(營運者)建立起夥伴關係，共同承擔初步推展應用時的電池壽年風險。使得車輛壽年內均有電池可用，壽年結束後若電池仍堪用，車廠也可以再利用這些電池(因為租賃電池的所有權在車廠)。

④可要求車廠保證於採購期間，若電池技術升級，需可向下相容示範車輛。

3. 租賃模式之優缺點

茲將直接採購(買斷)與租賃模式之優缺點整理如表 4.2-3 所示。

表 4.2-3 電動大客車之購買和租賃之優缺點

類別	購買	租賃
基本概念	消費者於購買時一次付清完整價格，並擁有所有權。	消費者則不必支付大筆資金購買所有權，即可享有一定時限的使用權，而業者重複商品的租借，可不斷創造獲利的機會。
特色	客運業者一次支付完整或部分價格，剩餘部分可用貸款支付。 一旦買斷，車輛所有權歸客運業者所有。	客運業者以租賃方式支付車款、固定設施或特殊項目；或在特定期間內支付使用費。 客運業者租賃期間，車輛所有權為租賃公司所有。
優點	• 總支付金額最低 • 客運業者擁有所有權 • 客運業者可自由之調度車輛運用 • 客運業具備經營專長，對於大客車調度、應變能力較高 • 客運業已長期從事社會服務，較具政策配合執行力	• 車廠承擔營運風險 • 車輛之保養、維修全部由租賃公司負責 • 可降低營運者初期一次支付大量現金壓力 • 車廠可加速車輛之市場能見度並累積營運車公里
缺點	• 客運業者承擔技術風險 • 客運業者擔憂保養、維修成本受制於車廠/修理廠	• 總支付金額較高 • 期滿後車輛須退還租賃公司 • 在寡占市場中客運業者較難爭取到議價空間 • 為創造租賃業者獲利，客運業者須增加總成本負擔 • 市區公車具社會服務責任，租賃公司若不具備車隊規模，對政策配合執行能力較弱 • 需檢視是否牴觸公路法對運輸業之經營條件

資料來源：本計畫分析。

4. 國內推動績效運籌租賃模式之潛在議題

(1) 技術穩定性與產品績效符合符需求是先決條件

租賃模式之目的是分散風險、專業分工。但是過去經驗顯示，當電池技術穩定性與妥善率尚未成熟時，儘管採用電池租賃模式，客運業者仍面臨營運中斷之風險。

(2) 既往經驗僅為延遲付款效果甚於營運模式實質創新

過去國內曾有電池租賃模式，計價方式是將成本分攤數年，分年收取租賃費用，使得使用者負擔總成本實質相當，未因為採用租賃而降低營運成本。

(3) 供需方的資訊不對稱

電動大客車是新技術產品，供需雙方對資訊不對稱，使得需求方難以掌握產品特性與價格，恐會形成車廠或電池廠有訂價優勢、價格僵固、賣方主導等情形。

(4) 租賃經營者之資格要求

市區公車擔負社會公共運輸之責，提供基本民行服務，長久以來仰賴客運業者經營與政府提供大眾運輸補貼政策賴以運作。過去國內運輸部門租賃業較具規模者例如公共自行車、小汽車等，對象為一般市民，具車廠有銷售推廣二手車市場之利基。相較之下，提供電動大客車租賃服務須面臨公共運輸天天有服務且不能中斷之挑戰，且須掌握車輛電池、路線營運、排班調度等專業知識，提供具有營運實績之車型，確保營運模式務實可行。

(5) 租賃模式是否牴觸公路法對運輸業之風險承擔能力要求

國內公路法所規範之九大汽車運輸業並未包含大客車租賃業種，且汽車客運業在法規精神上應擁有車輛產權才能具備承擔風險能力。未來電動大客車若要納入租賃模式，且租賃性質涉及整車營運出租時，需對於公路法對運輸業之相關規範進行進一步探討，以釐清是否需修法因應。

4.3 結合自動輔助駕駛技術發展策略

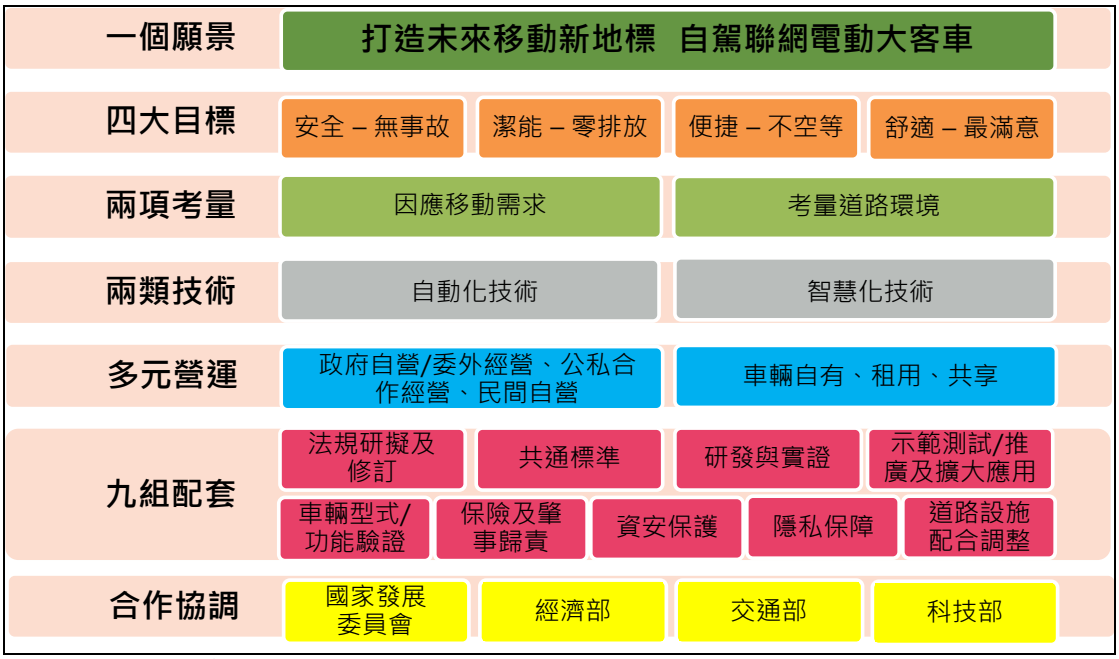
1. 發展願景之研擬

因應未來人口結構超高齡趨勢及大客車駕駛勞動力供給可能不足，考量公共運輸對於安全駕駛、節能減碳、營運效率、以及服務品質之要求，加上結合自動駕駛與車聯網技術、以及電動巴士趨勢明顯，我國未來應配合電動大客車推廣及市區公車電動化，以當前熱門的 ADAS 為基礎，擴大發展車聯網 V2X 技術，再搭配自動駕駛技術，首先在特定地區、限制車道或專用路權上開始測試自動駕駛電動大客車，然後逐步擴展運行空間範圍及產生各種多樣的應用情境。

因此，本計畫提出「打造未來移動新地標、自駕聯網電動大客車」作為我國未來電動大客車結合自動輔助駕駛技術之發展願景。

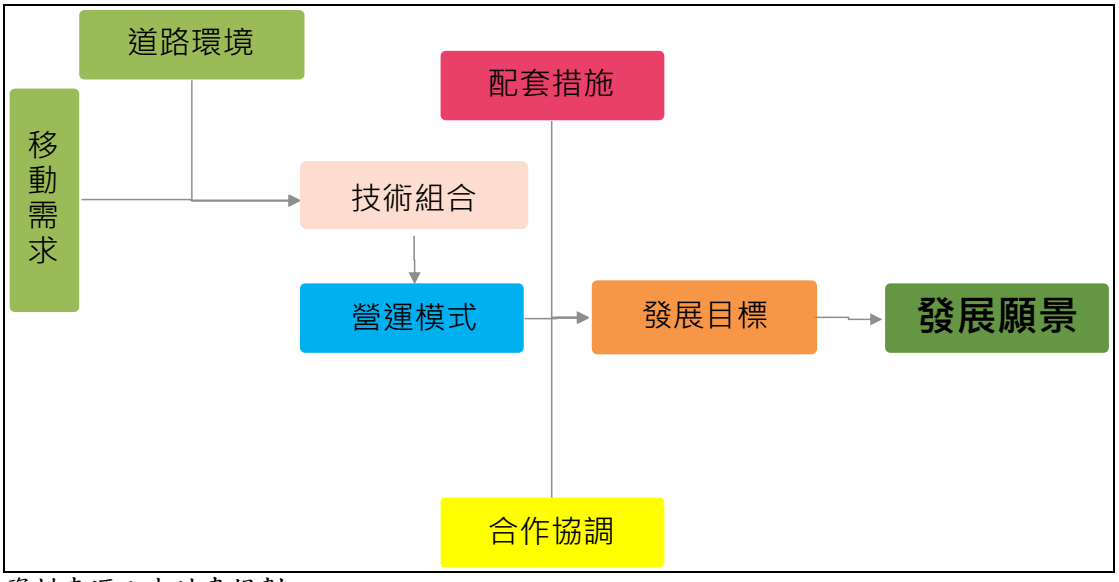
2. 目標與策略之研擬

依據前述發展願景，本計畫研擬未來推動之目標與策略架構，如圖 4.3-1，其執行程序如圖 4.3-2。針對各策略之主要內容，分別說明如下：



資料來源：本計畫規劃。

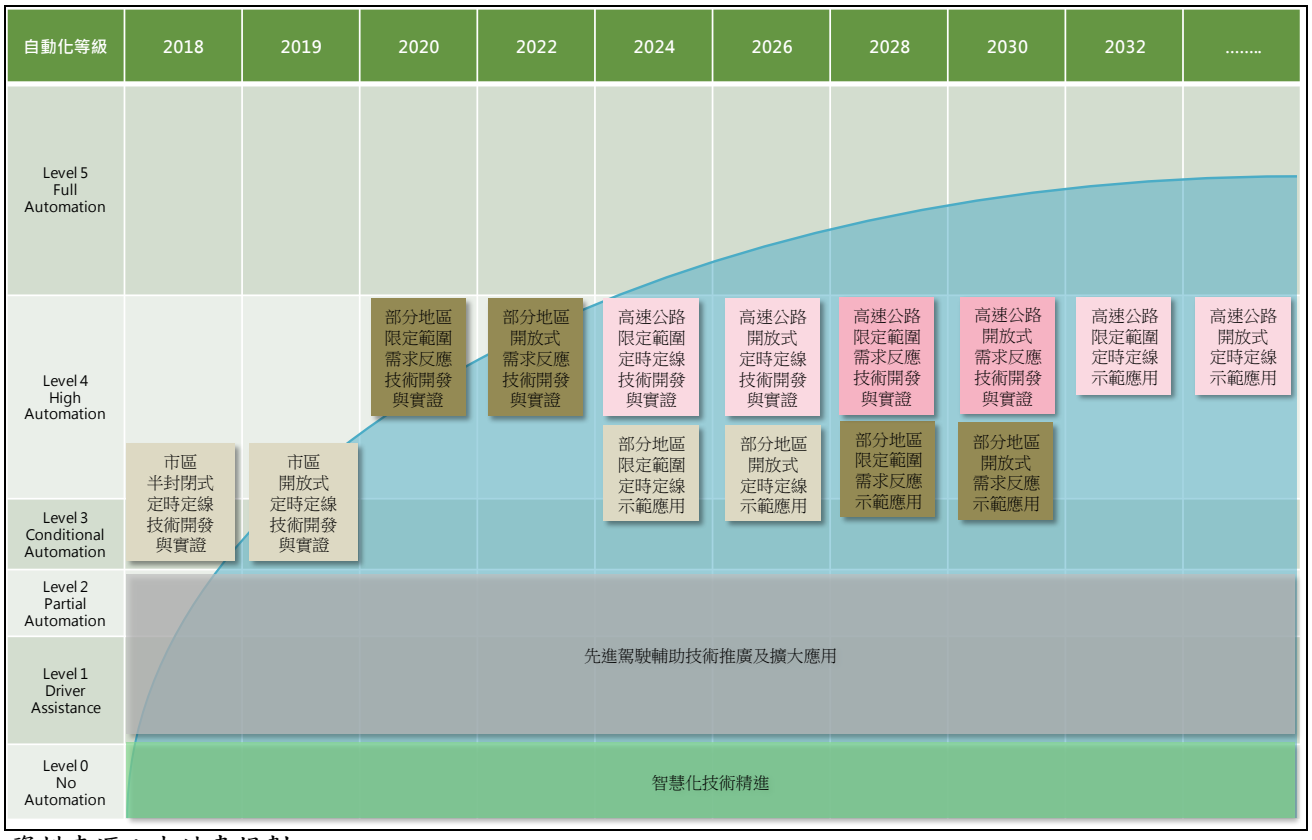
圖 4.3-1 我國未來電動大客車結合自動輔助駕駛技術之目標與策略架構



資料來源：本計畫規劃。

圖 4.3-2 我國未來電動大客車結合自動輔助駕駛技術之策略執行程序

3. 推動時程初步研議，如圖 4.3-3。



資料來源：本計畫規劃。

圖 4.3-3 自動駕駛電動大客車自動化智慧化推動時程

4. 旅運情境規劃之考量

在於考量使用者對於電動大客車的移動需求類型、以及運具行駛所在的道路環境特性而建立旅運情境，分別說明如下：

(1) 使用者移動需求之類型

可考量使用者旅運特性而加以區分，例如城際長途旅運、市區定時定線/蛙躍式公車、大眾運輸場站聯外接駁、通勤通學定時定點接送、偏鄉需求反應式運輸、弱勢用路人需求反應式運輸、主題觀光路線旅運、客製化觀光遊程旅運、校園/產業園區/遊憩區內巡迴接駁等。

(2) 道路環境特性之變化

前述旅運行為所在空間之道路環境特性可考量包括交通流(例如運具混合、流量、速度等)、道路等級(例如國道(高速公路)、省道(一般道路、快速道路)、縣道、鄉道、市區道路、產業道路等)、道路型式(例如立體、平面、隧道、實體或標線分隔)、路權型式(例如A、B、C型等)、以及號誌化程度(例如號誌化、非號誌化或開閃光等)。

道路環境條件可依據車流特性及道路功能而粗略區分為 5 個等級，最單純者為 Geo 1，最複雜者為 Geo 5，若道路環境條件愈複雜則代表自駕巴士應用情境愈複雜，且自駕巴士路權優先性也較低，道路環境複雜度與適用路權分級對應關係彙整如表 4.3-1，包括 A、B、C 等三種路權型式，分別說明如下：

①A 型路權：採用與外界交通完全隔離的車道或軌道，無平交道且不與其它車輛混合行駛，可為平面、高架、或地下之型式。

②B 型路權：採用部份與外界隔離之車道或軌道及部份與外界交通混合行駛的車道。

③C 型路權：與一般之交通混合行駛的車道或軌道。

表 4.3-1 道路環境與可應用路權分級對應關係彙整表

環境特性	簡單環境 → 複雜環境				
環境等級	Geo 1	Geo 2	Geo 3	Geo 4	Geo 5
特性說明	無人低速車流少	少人低速車流少 無人高速車流少	少人低速車流大 無人高速車流大	少人高速車流大 人多低速車流大	人多雜亂交通環境
適用路權	A	B	C	C	C

資料來源：1.易建成(2018 年 7 月 9 日)。“限定场景”的自动驾驶是自动驾驶吗？。雷峰網。檢自https://www.leiphone.com/news/201807/BQGfjnZuSVTw4bEL.html。2.本計畫整理。

5. 技術研發清單之建立

配合 108 年申請電動大客車，建議優先納入自動化及智慧化之相關技術，分別說明如下：

(1) 配合推動非燃油公車普及化，期非燃油公車亦能同時達到智慧化及自動化目標，經依照現行車輛安全檢測基準及參考交通部 106 年 1 月 25 日、9 月 15 日召開 2 次大客車安全車載設備技術與應用研討會產官學研各界意見資訊，建議申請電動大客車示範計畫的車輛，應具備較一般電動大客車補助計畫的車輛，或是符合登檢領照規定的車輛，有較高的智慧化及自動化要求。

(2) 自動化部分，現行車輛安全檢測基準已有緊急煞車輔助系統(AEBS)、車道偏離警示輔助系統(LDWS)等強制法規要求，實施時間如表 4.3-2，建議可要求 108 年申請案提前 1~2 年符合，或列為評選加分項目；另現行亦有技術成熟商用化但尚非法規強制產品，建議可要求 108 年申請案車輛應安裝。惟申請業者應進一步考量自動輔助駕駛技術對應電動大客車之車種、使用特性與行駛條件之適用性(如設有立位區域之大客車裝設緊急煞車輔助系統(AEBS)之運作機制與風險應變)再行配置。

(3) 智慧化部分，現行車輛安全檢測基準已有數位式行車紀錄器等強制法規要求實施時間，另現行亦有技術成熟商用化但尚非法規強制產品，建議可要求 108 年申請案車輛應安裝，或可列為評選加分項目。

表 4.3-2 電動大客車智慧化與自動化建議應配備與列為評選加分項目表

	項目	實施時間	應配備／加分項目
智慧化	數位式行車記錄器	110 年新型式實施 112 年各型式實施	應配備
	防瞌睡系統	非檢測基準項目	應配備
	酒精鎖	非檢測基準項目	應配備
	環景(全週)顯示系統	非檢測基準項目	應配備
	盲點警示系統(BLIS)	非檢測基準項目	評選加分
	胎壓偵測系統(TPMS)	非檢測基準項目	評選加分
自動化	適路性巡航系統(ACC)	非檢測基準項目	評選加分
	車道維持輔助系統(LKA)	UN/ECE 討論中	評選加分
	自動停車輔助系統(AP)	UN/ECE 討論中	評選加分
	緊急煞車輔助系統(AEBS)[註]	108 年新型式實施 110 年各型式實施	評選加分
	車道偏離警示輔助系統(LDWS)	108 年新型式實施 110 年各型式實施	評選加分

註：依據車輛安全檢驗基準七十二、緊急煞車輔助系統規定，「設有立位區域之甲乙類大客車」得免符合該項規定，故建議考量車種與行駛條件之適用性再行配置。
資料來源：車安中心(2018 年 11 月 13 日)提供資料。

自動駕駛大客車相關技術除了考量研發一般自駕車相關核心關鍵技術，包括感測(資訊蒐集)、決策(資訊分析)、操作(控制執行)、以及決策所需之 3D 數據地圖等四大類，也必須結合車聯網 V2X 技術，從鄰近車輛、路側設備、雲端等多重來源，增加對於交通環境之感測，彌補車輛感測系統、車道偏移警示及車道維持系統、以及盲點偵測系統未盡之處；同時，也必須考量大客車本身特性、以及因應自動駕駛大客車旅運情境而衍生出的特殊技術研發需求，例如車身各處死角感測、加速/減速性能差異、行駛路線導航、停靠站位、需求反應式接送停靠等。

因此，本計畫彙整電動大客車自動化及智慧化所需技術，如表 4.3-3，再依據旅運情境複雜度之適用性，區分為基本功能及進階功能等兩類，前述之 108 年申請電動大客車建議納入之自動化及智慧化相關技術則列入基本功能。

表 4.3-3 電動大客車智慧化及自動化技術需求清單

(1)自動化技術		(2)智慧化技術	
①基本功能	②進階功能	①基本功能	②進階功能
a.適路性巡航(ACC) b.車道維持輔助(LKA) c.自動停車輔助(AP) d.緊急煞車輔助(AEBS) e.車道偏離警示輔助(LDWS) f.固定行駛路線(含回場充電)導航 g.路邊站牌精確定點停靠/離站 h.車門自動開啟/關閉 i.乘客上下車偵測 j.無障礙自動化設施 k.內輪差偵測/警示/防撞	a.路外車站精準進站停靠 b.需求反應式接送停靠 c.迴避繞行障礙物或靜止車輛 d.變換車道繞越同向慢車 e.交通偵測與預測 f.車聯網 V2X(含路側號誌溝通與連動) g.自動行駛穿越隧道 h.車隊間距控制及列隊 i.遠端駕駛	a.數位式行車記錄器 b.防瞌睡系統 c.酒精鎖 d.環景(全週)顯示系統 e.盲點警示系統(BLIS) f.胎壓偵測系統(TPMS) g.車輛行駛路線與位置即時動態資訊 h.電子收(付)費 i.智慧電池管理	a.駕駛管理 b.緊急安全 c.駕駛行為分析與教練 d.車隊管理 e.資訊娛樂 f.大數據分析 g.車輛診斷 h.行動化管理

資料來源：本計畫規劃。

6. 營運模式之發展

一般大客車營運模式通常可區分為政府自營、政府委外經營、公私合作經營、民間自營等類型，國內公路客運或市區公車目前大多由民間運輸業者提出申請營運路線，分別由公路總局、以及各縣市政府依照權責劃分而進行審議，經核定後開始營運，例如公路客運係由交通部公路總局作為主管機關，完全由政府自營者較少，例如基隆市公車處、金門車船管理處；另外，非營利性質的復康巴士，則是由各縣市政府自行辦理，車輛供應來源包括租用車輛、民間捐贈車輛、自行採購車輛，經營方式大多委託社會福利團體經營。

在限定場景中發展自動駕駛電動大客車，例如工業園區、大專院校校園、主題遊樂園，通常是作為園區基礎設施，解決內部運輸接駁問題，以及創造良好服務品質與建立形象，主要目的不在於盈利。

對於非營利性質的旅運服務而言，例如復康巴士，政府編列預算租用自動駕駛電動巴士及委託社會福利團體經營仍是較為可行的營運模式。

對於營利性質的公路客運、市區公車、以及出租遊覽車而言，則可能會有較多的營運模式變化情形，例如自動駕駛電動巴士技術提供者可以透過租、售、流量分成等不同形式而獲得收入，運輸業者可以不需要自行購置車輛而藉此降低初期投入與後續維修成本，而政府則可減輕公共運輸補貼的財政負擔壓力，進而創造多贏的局面。

另外，作為未來移動新地標的自駕聯網電動大客車，除了作為住宅、工作、休憩場所之間旅運所需運具之外，還可思考以汽車作為平台，產生延伸的商業價值，包括結合移動商店、移動 KTV、移動辦公室、移動圖書館等多樣業種，以及發展從自動駕駛移動服務轉型至以數據、廣告或娛樂為中心的“數位車經濟”商業模式。

7. 配套措施之研擬與執行

(1) 法規研擬與修訂：包括測試及試運行規範與發照、監理、車輛安全檢驗、道路交通安全、汽車運輸業管理、道路交通標誌標線號誌設置等。

(2) 技術標準：包括自動駕駛大客車系統、場域系統、高精地圖、系統資料回傳、後端資料儲存分享等。

(3) 技術研發與實證測試：包括各種自動化及智慧化技術，含基本功能與進階功能。

(4) 示範、推廣、擴大應用：包括應用情境規劃、場域選擇、測試及試運行監管。

(5) 車輛型式及功能驗證：包括車輛型式安全審驗及車輛安全檢驗、查察與鑑定等。

(6) 保險與肇事歸責：包括人及車輛強制保險、強制要求自駕車架設事件紀錄裝置。

(7) 資安保護：包括準確的資訊技術安全標準、車輛認證、道路交通網路安全的相關標準、以及安全更新機制等。

(8) 隱私權保障：包括限制警方提取犯罪資料、數據加密、去識別化等。

(9) 道路基礎設施配合及調整：包括道路標誌、標線、號誌、以及路測設備。

8. 政府部門之合作協調

前述相關配套措施之研擬與執行，有賴相關部會之合作協調，各部門分工建議如下：

(1) 國家發展委員會：包括上層總體戰略訂定、政府部門資源整合、系統及資料規格通用標準訂定(包括自動駕駛大客車系統、場域系統、系統資料回傳、後端資料儲存分享、資安保護、隱私權保障等)。

(2) 經濟部：包括技術缺口盤點、促進法人團體及業界合作研發、國際標準制定趨勢觀測、技術實證測試、自駕功能驗證、法規驗證、透過法人團體參與國際車輛法規調和及交流等。

(3) 科技部：包括學界科研方向引導、技術缺口彌補支援。

(4) 交通部：自駕車測試及上路相關交通法規修訂與研擬、測試計畫審核與執照發放、測試車輛監管、場域道路基礎設施配合及調整、車輛型式驗證、場域情境示範/推廣/擴大應用。

(5) 內政部：高精地圖通用標準訂定、資料蒐集與整合製作。

本計畫綜整國內、外自動輔助駕駛與智慧化之發展狀況，作為後續電動大客車整合趨勢參考。

(1) 國內 ADAS 發展上，ADAS 分析與決策主要平台由國際大廠把持，臺灣尚缺乏 ADAS 執行系統相關資源和廠商；考量 ADAS 帶動大量感測器需求，將是臺灣廠商可著墨的產業發展重點。

(2) 國內外公路公共運輸自動駕駛的實測部分，目前仍以電動小巴為主，測試先從專用道或封閉園區開始，再至開放道路；電動中大型巴士案例較少，目前僅部分國家進行測試及國際大廠投入研發，例如 Benz、SCANIA、Proterra、Volvo、ADL。

(3) 就智慧化車隊管理技術發展趨勢而言，國內現況主要著重於車隊管理、資訊整合服務、電子收(付)費；未來趨勢則朝向多元技術整合與加值應用。

4.4 市區公車電動化推廣計畫構想

4.4.1 發展願景與目標

1. 發展願景

本計畫延續民國 101 年「綠運輸白皮書」，以「低碳永續綠運輸」作為推動願景。

2. 政策目標

本計畫擬達成 3 項政策目標：

(1) 2030 年市區公車全面電動化

透過市區柴油公車全面電動化，達到公車運行過程零排放，改善城市空污；配合前瞻計畫軌道建設進行路網重整，提高公車服務營運效能。市區公車因此而更環保，達到城市空污與溫室氣體減量，打造綠色宜居之生活環境。

(2) 自動化與智慧化技術整合

結合智慧化、自動化設備，提升公車營運的效率與安全性，市區公車因此而更安全、更可靠，提供國內公共運輸業者更安全可靠的運輸工具選項，進而讓民眾享受更高品質的公共運輸服務。

(3) 電動大客車關鍵零組件在台落地

透過市區公車電動化的持續發展，循序累積電動大客車車隊規模，扶植相關產業在地化，如車體打造、關鍵零組件、自動化智能設備等，提升國內電動大客車產業技術水準與自主性，帶動電動大客車產業在台深耕布局，進而具備供應全球電動大客車關鍵零組件之能力，成為全球供應鏈之一環。

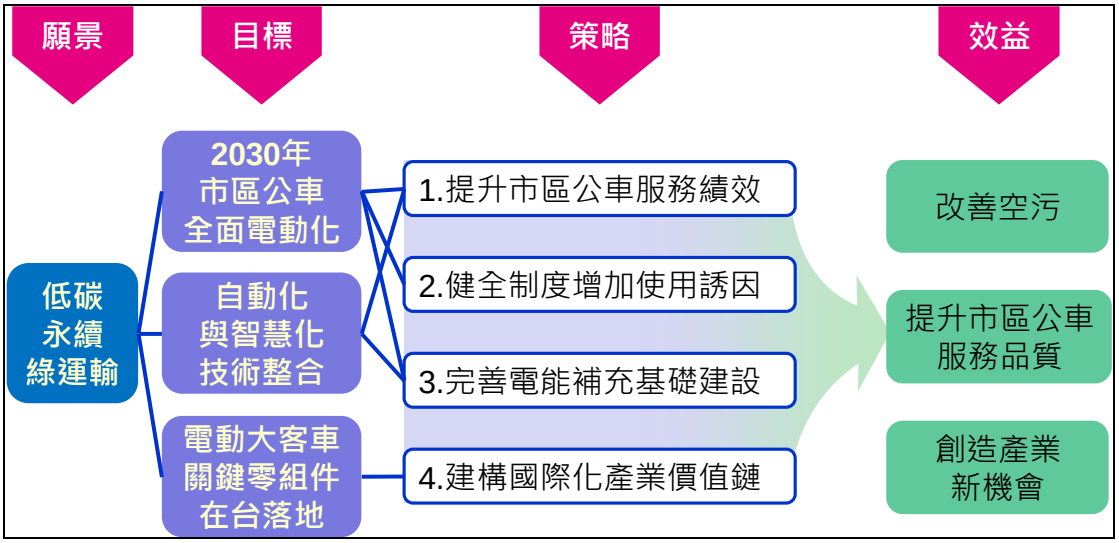


圖 4.4-1 發展願景、目標策略與預期效益

3. 車隊規模

欲達到 2030 年計畫目標，本計畫勾勒未來 12 年電動大客車發展藍圖，在時程規劃上，以 4 年 1 期、分 3 期循序發展，並設定為示範期、推廣期與普及期。各期間的推動重點與車隊規模如圖 4.4-2，說明如下：

(1) 分期引進數量與車隊規模

考量車隊規模至少須滿足一般車廠設廠營運門檻，並採取分階段循序擴大車隊建置方式，建議示範期引進 1,600 輛(平均每年 400 輛)、推廣期引進3,600 輛(平均每年 900 輛)、普及期引進5,000 輛(平均每年 1,250 輛)之車隊規模。

其中示範期間，綜合考量配合技術發展、公共運輸計畫預算經費及示範計畫執行進程，推動引進數量預期採階梯式提升，前兩年(108、109 年)規劃提供引進 200 輛/年之補助經費，後兩年(110、111 年)則擴大至 600 輛/年。

目前既有電巴車隊已達 300 餘輛，結合後續各期引進車隊規模，預期每階段累積電巴車隊分別為示範期 1,900 輛、推廣期 5,500 輛、普及期 10,500 輛。

(2) 柴車汰換比例與電車達成率

根據公總提供市區公車車齡可推估每期的柴油公車屆齡汰換需求數量，配合上述規劃引進電巴數量，預期每期的電巴占擬汰換柴車比例為示範期 59%、推廣期 87%、普及期 100%；以「萬輛電車」總目標之達成率為：示範期達 20%、推廣期達 55%、普及期達 100%。

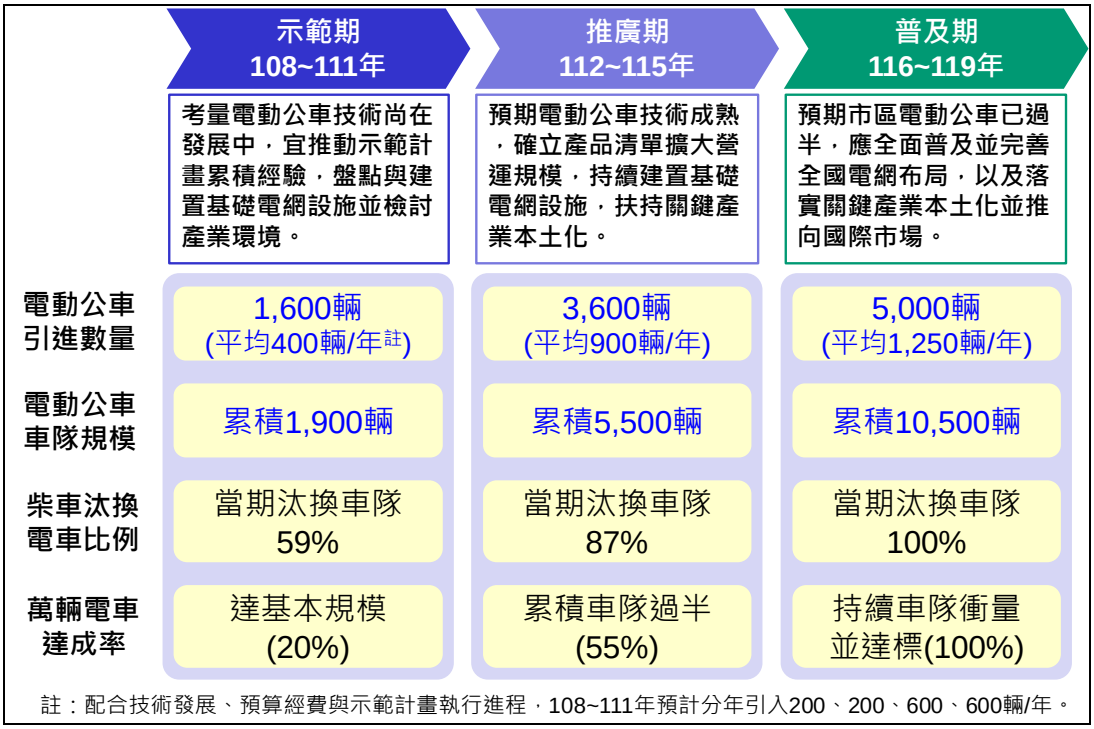


圖 4.4-2 分期推動重點與車隊規模

4.4.2 預期效益

如圖 4.4-1 所示，本計畫可達到改善空污、提升市區公車服務品質、創造產業新機會等效益，預期可達成之量化指標說明如下。

1. 改善空污

市區公車以電動車取代柴油車，可減少公車的尾氣排放，改善空氣品質。量化指標包含 CO_2 與 $PM_{2.5}$ 之減量：

(1) CO_2 減量

①計算公式

CO_2 減量=柴油公車年度總耗油量×CO_2 排放係數

②計算參數與來源

a. 2017 年市區公車柴油車隊總耗油量為 326,581 公秉(運輸部門排放清冊，交通部運研所)

b. CO_2 排放係數為 2.60603 公克/公升(運輸部門排放清冊，交通部運研所)

③計算結果

282,878 公秉x2.60603 公克/公升=85.1 萬噸/年

(2) $PM_{2.5}$ 減量

①計算公式

$PM_{2.5}$ 減量=車輛數x車行里程x$PM_{2.5}$ 排放係數x尾氣占比

②計算參數

a. 車輛數為 10,500 輛(目標值)

b. 2017 年平均車行里程為每年 48,360 公里/輛(運輸部門排放清冊，交通部運研所)

c. $PM_{2.5}$ 排放係數為 0.343475 克/車公里，尾氣排放占比為 47%(線源資料庫 TEDS9.0 版，環保署)

③計算結果

10,500 輛x48,360 公里/輛x0.343475 克/車公里x47%
=77.94 噸/年

2. 提升市區公車服務品質

結合智慧化與自動化技術，例如緊急煞車輔助(AEBS)、車道偏移警示(LDWS)、車道維持輔助(LKAS)等，可提高公車安全性。量化指標為減少市區公車涉入交通事故之傷亡。

(1) 計算公式

減少公車肇事中人為事故傷亡
=市區公車肇事成本x人為事故占比x改善程度
=車輛數x行駛里程x載客數x肇事成本x人為事故占比x改善程度

(2) 計算參數

①車輛數為 10,500 輛(目標值)

②市區公車 2017 年平均車行里程為 48,360 公里/輛(運輸部門排放清冊，交通部運研所)

③市區公車 2017 年平均載客數為 19 人/車(運輸部門排放清冊，交通部運研所)

④公車肇事成本：20,344 元/百萬延人公里(如表 4.4-1 所示)

⑤人為事故占比：80%(臺北市統計值)

⑥人為事故因智慧化自動化可改善程度：30%(歐盟文獻資料)

表 4.4-1 市區公車肇事成本

單位：元/百萬延人公里

次類別	死亡成本	受傷成本	財損成本	合計
市區公車肇事成本	2,654	5,217	12,473	20,344

資料來源：105 年版交通建設計畫經濟效益評估手冊，交通部運研所。

(3) 計算結果

10,500 輛×48,360 公里×19 人/車×20,344 元/百萬延人公里×80%×30%=4,479 萬元/年

3. 創造產業新機會

結合市區公車全面電動化需求，可帶動國內相關產業發展，包括電動大客車整車產業、電動大客車關鍵零組件產業、車載資通訊產業、電動公車交通智慧管理服務產業等。量化指標為提升電動公車產業產值與附加價值。

(1)提升產值

①計算公式

提升電動公車產業產值
=電動公車平均車價×車輛數×產業關聯係數

②計算參數

a. 電動公車平均車價為 1000 萬/輛(現況平均值)

b. 車輛數為 10,500 輛(目標值)

c. 產業關聯係數：整車 1、零組件 1.2、衍生服務業 0.36，合計為 2.56(經濟部工業局)

③計算結果

1,000 萬元/輛×10,500 輛×2.56=2,688 億元

(2)提升附加價值

①計算公式

提升電動公車附加價值
=電動公車平均車價×附加價值率×車輛數×產業關聯係數

②計算參數

a. 電動公車平均車價為 1000 萬/輛(現況平均值)

b. 附加價值率為 50%(經濟部工業局)

c. 車輛數為 10,500 輛(目標值)

d. 產業關聯係數：整車 1、零組件 1.2、衍生服務業 0.36，合計為 2.56(經濟部工業局)

③計算結果

1,000 萬元/輛×50%×10,500 輛×2.56=1,344 億元

綜整各項指標之量化效益結果，如表 4.4-2 所示。

表 4.4-2 市區公車全面電動化之量化效益

面向	指標	量化效益
減少空污	CO_2 減量	73.7 萬噸/年
	PM2.5 減量	85.72 噸/年
提升服務品質	減少人為事故傷亡	4,667 萬元/年
創造產業新機會	提升電動公車產業產值	2,688 億
	提升電動公車附加價值	1,344 億

資料來源：本計畫估算。

4.4.3 分期推動構想

本計畫推動時程自民國 108~119 年共 12 年，擬以 4 年為一期，分三期推動，分別是示範期(民國 108~111 年)、推廣期(民國 112~115 年)與普及期(民國 116~119 年)。對於分期執行重點說明如下：

1. 示範期

規劃自民國 108~111 年，此階段考量現階段國際上電動公車技術尚在發展中，對各國產品不宜設限，以推廣使用累積本土經驗值。建議以推動示範計畫促成縣市政府與客運業合作，提升電巴服務績效與完善配套措施，盤點與建置基礎電網設施並檢討產業環境，評估創新租賃保修模式，以利後續推動發展。

2. 推廣期

規劃自民國 112~115 年，透過示範期之營運實績可建立本土適用車輛性能案例，作為購車補助滾動檢討之依據，並可加嚴購車補貼條件，並擴大營運縣市與規模。同時持續建置基礎電網設施，輔導車廠改善充電介面，評估儲能設施供電可行性，以及扶植關鍵產業本土化。

3. 普及期

規劃自民國 115~118 年，預期此階段國內市區公車電巴規模已過半，應全面普及，並完善全國電網，以及落實關鍵產業本土化並成為國際供應鏈之一環。

4.4.4 發展策略與作法

由前述政策目標可知，本計畫執行重點首要條件為導入先進成熟之電動大客車以及智慧化、自動化技術，透過制度規範確保車輛設備之性能與安全，藉以提升服務績效。在配套措施方面，具有足夠誘因之補貼制度與電能補充設施環境，為確保電動大客車永續營運之關鍵因素。除了引進車隊與永續經營外，透過電動大客車對之推廣，創造相關產業在台落地更能創造產業新機會。綜此，將執行策略歸納為四大策略方向，說明如下：

1. 策略一：提升市區公車服務績效(交通部主導推動)

(1) 檢討研議車輛、電池性能與安全之審驗法規與制度，建構檢測能量，建立測試和資料公開制度。權責單位包含路政司、車安中心、車測中心。

(2) 進行 Level2plus 之自動化、智慧化技術研發與實證測試，並研議國內適合導入之相關規範。有關技術研發與測試之權責單位為車測中心、工研院、資策會；研議規範之權責單位為路政司、車安中心。

(3) 建立並運作智慧營運監控平台，蒐集車輛、電池、充電站之營運績效，並回饋發展課題供主管機關檢討。與車輛營運相關之權責單位包含公路總局、路政司、運研所、地方政府；與充電環境相關之權責單位包含工業局、台電。

(4) 研擬電動公車導入指南並持續精進檢討更新，提供地方政府借鏡。權責單位包含運研所、路政司、公路總局、工業局。

(5) 評估全國市區公車電動化空污排放與減量成效。權責單位包含運研所、環保署。

2. 策略二：健全制度增加使用誘因(交通部主導推動)

(1) 推動電動公車示範計畫，累積營運經驗與本土適用車輛性能，提高地方政府與客運業引進意願。權責單位包含路政司、公路總局、運研所、工業局。

(2) 確立電動公車補貼制度，使其具有彌補電動車相較於柴油車之購車價差與永續營運之誘因。權責單位包含路政司、公路總局、環保署。

(3) 檢討柴油公車補貼制度，逐步調降至退場。權責單位包含公路總局、路政司、地方政府。

(4) 與地方政府之主責機關，共同檢討研訂柴、電公車營運虧損補貼調整制度。權責單位包含公路總局、路政司、地方政府。

3. 策略三：完善電能補充基礎設施(經濟部主導推動)

(1) 盤點全國電動公車電力需求與檢討充電設施相關課題。權責單位包含公路總局、運研所、路政司。

(2) 規劃智慧電網發展藍圖與改善措施。權責單位為能源局。

(3) 因應供電調度彈性制定電動公車供電作業基準，並持續健全充電基礎設施。前者權責單位為台電；後者為地方政府、台電。

(4) 檢討充電介面相容性課題(工業局)，參考國際法規標準調和修訂共通能源補充介面(標檢局)並輔導車廠改善(工業局)，評估充電系統(含車輛端)納入自願性或強制性產品驗證管理之可行性(標檢局)。相關權責單位分工：充電介面課題權責單位為工業局；國際法規調和與修訂充電介面為標檢局；輔導車廠改善為工業局；充電系統管理為標檢局。

(5) 評估儲能設施供電可行性並提高供電價值。權責單位為能源局。

4. 策略四：建構國際化產業價值鏈(經濟部主導推動)

(1) 推動車廠開發創新外型設計及配備駕駛輔助系統等智慧化及自動化電動大客車，滿足營運及安全需求。權責單位為工業局。

(2) 研議產品及零件技術規範(技術處)，推動開發國產化動力、電能、電控等關鍵零組件(工業局)，並建置汰役電池再利用技術(科技部)與規範(環保署)。權責單位分工為：技術規範為技術處；開發關鍵零組件為工業局；汰役電池再利用技術為科技部；汰役電池規範為環保署。

(3) 推動建置分級保養機制、在地即時維修體系、培養檢修及駕駛人員，提升妥善率。權責單位包含工業局、公路總局。

(4) 持續觀察國際電動公車營運模式案例，評估車廠與客運業者異業結盟，發展租賃保修等創新應用服務之可行性。權責單位為工業局。

表 4.4-3 分期執行內容與權責單位

策略一：提升市區公車服務績效(交通部主導推動)			
編號	示範期(108~111 年)	推廣期(112~115 年)	普及期(116~119 年)
1-1	檢討研議車輛、電池性能與安全之審驗法規及測試程序，並建構檢測能量	建立定期測試和資料公開制度	持續進行
單位	路政司、車安中心、車測中心	路政司、車安中心、車測中心	
1-2	開發自動化/智慧化技術並研議規範	持續進行	持續進行
單位	車測中心、工研院、資策會、路政司、車安中心		
1-3	建立電動公車智慧營運監控平台		
單位	運研所、路政司、公路總局		
1-4	運作電動公車智慧營運監控平台	持續進行	持續進行
單位	公路總局、路政司		
1-5	取得平台資訊進行課題檢討改善	持續進行	持續進行
單位	公路總局、路政司、運研所、地方政府、工業局、台電		
1-6	研提並精進電動公車導入指南	蒐集示範計畫營運實績更新導入指南	持續進行
單位	運研所、路政司、公路總局、工業局	運研所、路政司、公路總局、工業局	
1-7	評估市區公車空污排放與減量成效	持續檢討	持續檢討
單位	運研所、環保署		
策略二：健全制度增加使用誘因(交通部主導推動)			
編號	示範期(108~111 年)	推廣期(112~115 年)	普及期(116~119 年)
2-1	推動電動公車示範計畫，累積本土適用車輛性能與案例借鏡	研議制度精進方向(補助差異化、補助額度因應成本調降)	持續進行
單位	路政司、公路總局、地方政府	路政司、公路總局、運研所、工業局	
2-2	調整電動公車補貼制度，確保可彌補購車價差，並提供永續營運誘因	持續分析 18 項成本並滾動檢討補貼制度	持續進行
單位	公路總局、路政司、環保署	公路總局、路政司、環保署	

資料來源：本計畫彙整。

表 4.4-3 分期執行內容與權責單位(續)

策略二：健全制度增加使用誘因(交通部主導推動)			
編號	示範期(108~111 年)	推廣期(112~115 年)	普及期(116~119 年)
2-3	檢討柴油公車補貼退場制度	實施柴油公車購車補助調降/退場	
單位	公路總局、路政司、地方政府	公路總局、路政司	
策略三：完善電能補充基礎建設(經濟部主導推動)			
編號	示範期(108~111 年)	推廣期(112~115 年)	普及期(116~119 年)
3-1	評估電動公車用電需求與充電設施課題	持續進行	持續進行
單位	公路總局、運研所、路政司		
3-2	電動公車供電體系盤點與規劃	建立電動公車之智慧電網應用與發展藍圖	持續檢討
單位	能源局、台電	台電、能源局	
3-3	因應供電調度彈性制定建立電動公車供電作業基準	持續健全充電基礎設施	持續進行
單位	台電	地方政府、台電	
3-4	推動共通充電介面並參考國際法規標準調和修訂國家標準	輔導車廠改善充電介面	評估充電系統(含車輛端)納入自願性或強制性產品驗證管理之可行性
單位	標檢局、工業局	工業局	標檢局
3-5	評析儲能設施供電案例	評估儲能設施供電可行性	持續提高儲能設施供電價值
單位	能源局	能源局	能源局
策略四：建構國際化產業價值鏈(經濟部主導推動)			
編號	示範期(108~111 年)	推廣期(112~115 年)	普及期(116~119 年)
4-1	研議產品及零件技術規範	持續進行	持續進行
單位	技術處		
4-2	投入資源支持並輔導產業技術升級轉型	持續進行	持續進行
單位	工業局、技術處		
4-3	研議大客車動力電池回收再利用(汰役電池)規範	推動汰役電池再利用示範商業運行模式	回饋汰役電池價值作為購車補助額度調整參考
單位	環保署	環保署	環保署、路政司、公路總局
4-4	研發汰役電池回收再利用技術	持續進行	持續進行
單位	科技部		

資料來源：本計畫彙整。

表 4.4-3 分期執行內容與權責單位(續)

策略四：建構國際化產業價值鏈(經濟部主導推動)			
編號	示範期(108~111 年)	推廣期(112~115 年)	普及期(116~119 年)
4-5	輔導關鍵零組件自主開發及系統整合能力	持續進行	推動國產技術及產品整場整案出口產業生態系
單位	工業局、技術處		國貿局、工業局
4-6	建置分級保養機制及在地即時維修體系	納入汽車駕駛員、檢驗員訓練課程	持續進行
單位	工業局	公路總局/工業局	
4-7	評估創新租賃保修模式可行性	持續觀察並研議推動	持續進行
單位	工業局	工業局	

資料來源：本計畫彙整。

表 4.4-4 執行計畫甘特圖

分類	工作內容	主要權責單位	前置作業期								示範期				推廣期	普及期
			107年								108年	109年	110年	111年	112~115年	116~119年
			5	6	7	8	9	10	11	12						
政策說帖	研擬電動大客車推廣策略與執行計畫	交通部/經濟部/環保署			■	■	■	■	■	■						
審驗制度 (1-1)	檢討研議車輛、電池性能與安全審驗法規及測試程序	路政司/車安中心/車測中心									■	■	■	■	■	■
	建構車輛、電池安全檢測能量	車安中心/車測中心									■	■	■	■	■	■
	建立定期測試和資料公開體制	路政司/車安中心/車測中心													■	■
輔助技術 (1-2)	開發自動化/智慧化技術	車測中心/工研院/資策會									■	■	■	■	■	■
	研議適合導入之技術規範	路政司/車安中心									■	■	■	■	■	■
監控平台 (1-3、1-4、1-5)	建立電動公車智慧營運監控平台	運研所/路政司/公路總局									■	■	■	■		
	運作電動公車智慧營運監控平台	公路總局/路政司									■	■	■	■	■	■
	取得平台資訊進行課題檢討改善	公路總局/路政司/運研所/地方政府/工業局/台電									■	■	■	■	■	■
示範計畫 (2-1)	規劃電動公車示範計畫執行方式	路政司/運研所			■	■	■	■	■	■						
	電動公車示範計畫執行草案公布	路政司/公路總局								▲						
	電動公車示範計畫執行	路政司/公路總局/地方政府									■	■	■	■		
	研議制度精進方向	路政司/公路總局/運研所/工業局													■	■
導入指南 (1-6、1-7)	研擬電動公車導入指南	運研所								▲						
	精進電動公車導入指南(含營運案例)	運研所/路政司/公路總局/工業局									■	■	■	■		
	蒐集示範計畫營運實績並更新導入指南	運研所/路政司/公路總局/工業局													■	■
	評估市區公車空汙排放與減量成效	運研所/環保署									■	■	■	■	■	■
車輛補貼 (2-2、2-3)	調整並確立電動公車補貼制度	公路總局/路政司/環保署			■	■	■	■	■	■						
	電動公車補助新制公告並執行	公路總局/路政司/環保署								▲	■	■	■	■		
	持續分析18項成本並滾動檢討補貼制度	公路總局/路政司/環保署													■	■
	檢討柴油公車補貼退場制度	公路總局/路政司/地方政府									■	■	■	■		
	實施柴油公車購車補助調降/退場	公路總局/路政司													■	■
	實施柴油公車營運補助調降/退場	公路總局/路政司/地方政府													■ (與地方政府另行檢討研訂)	■

表 4.4-4 執行計畫甘特圖(續)

分類	工作內容	主要權責單位	前置作業期								示範期				推廣期	普及期
			107年								108年	109年	110年	111年	112~115年	116~119年
			5	6	7	8	9	10	11	12						
電能補充 (3-1、3-2、3-3、3-4、3-5)	評估電動公車用電需求與充電設施課題	公路總局/運研所/路政司														
	電動公車供電體系盤點與規劃	能源局/台電														
	建立電動公車之智慧電網應用與發展藍圖	台電/能源局														
	建立電動公車供電作業基準	台電														
	持續健全充電基礎設施	地方政府/台電														
	推動共通充電介面並調和國際法規	標檢局/工業局														
	輔導車廠改善充電介面	工業局														
	評估充電系統(含車輛端)納入自願性或強制性產品驗證管理之可行性	標檢局														
	評析儲能設施供電案例	能源局														
	評估儲能設施供電可行性	能源局														
	持續提高儲能設施供電價值	能源局														
產業落地 (4-1、4-2、4-5、4-6、4-7)	研議產品及零件技術規範	技術處														
	投入資源支持及輔導產業技術升級轉型	工業局/技術處														
	輔導關鍵零組件自主開發及系統整合能力	工業局/技術處														
	推動國產技術及產品整場整案出口產業生態系	國貿局/工業局														
	建置分級保養機制及在地即時維修體系	工業局														
	納入汽車駕駛員、檢驗員訓練課程	公路總局/工業局														
	評估創新租賃保修模式可行性再研議推動	工業局														
電池再利用 (4-3、4-4)	研議大客車動力電池回收再利用(汰役電池)規範	環保署														
	推動汰役電池再利用示範商業運行模式	環保署														
	回饋汰役電池價值供購車補助調整參考	環保署/路政司/公路總局														
	研發汰役電池回收再利用技術	科技部														

4.4.5 推動機制與經費需求

1. 推動機制

有關市區公車全面電動化之推動作業，建議整合交通部、經濟部及環保署之跨部會資源，為利計畫執行，預計於 107 年底前配合本計畫執行成果，研擬「2030 年市區公車電動化推廣策略與執行計畫」，提報行政院核備確認。

為累積電動大客車營運經驗值與回饋建立營運導入模式，推動方式除由公路總局運用公路公共運輸多元推升計畫(以下簡稱公運計畫)之電動大客車補助項目(以下簡稱一般型計畫)持續推動電動公車汰換外，於示範期(民國 108~111 年)將規劃辦理示範計畫，由路政司與公路總局主責，與一般型計畫併行辦理。

執行計畫推動由行政院交辦交通部主導辦理，推動期間每年定期、不定期召開執行策略檢討會議，稽核控管各單位推動進度及成效，並適時調整推動策略及作法，相關推動成果適時陳報行政院或於行政院會報告。

2. 經費需求

根據 4.1 節之分析估算，考量現況電動公車相對柴油公車尚具有成本差距，為提升電動公車競爭力，塑造鼓勵客運業者將電動公車納入營運車隊之誘因，需要提供車輛及能源補充設施之補助，縮小電動公車與柴油公車使用成本差距。

為達到執行計畫目標，規劃持續提供電動公車執行經費補助，另為鼓勵業者提升車輛供應品質與穩定服務，將補助經費調整為購置補助與營運費用補助兩項，期能帶動客運業者與車廠建立正向合作模式，維持導入車輛完整延續服務至 8 年營運期。

依據 4.4.1 節車輛規模，至 2030 年電動公車引進規模預計約 10,200 輛，就前述考量下，預估汰換補助經費需求如表 4.4-5 所示，12 年之經費需求總計約 551.8 億元，其中示範計畫經費總計約 18.0 億元、一般型計畫經費總計約 533.8 億元。有關補助經費細節規劃考量，將於 5.4 節進一步說明。

表 4.4-5 電動公車汰換補助經費需求

單位：千元

推動期程	示範期				推廣期				普及期				總計
年度	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	
示範計畫													
購置補助-交通部	330,000	440,000	220,000	110,000									1,100,000
購置補助-環保署	90,000	120,000	60,000	30,000									300,000
營運費用補助	25,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	50,000	25,000				400,000
小計	445,000	610,000	330,000	190,000	50,000	50,000	50,000	50,000	25,000				**1,800,000**
一般型計畫													
購置補助-交通部	73,520	128,660	551,400	827,100	2,315,880	1,985,040	1,654,200	1,654,200	2,297,500	2,297,500	2,297,500	2,297,500	18,380,000
購置補助-環保署	60,000	105,000	450,000	675,000	1,890,000	1,620,000	1,350,000	1,350,000	1,875,000	1,875,000	1,875,000	1,875,000	15,000,000
營運費用補助	25,000	50,000	200,000	350,000	2,150,000	2,150,000	2,150,000	2,150,000	2,825,000	2,800,000	2,650,000	2,500,000	20,000,000
小計	158,520	283,660	1,201,400	1,852,100	6,355,880	5,755,040	5,154,200	5,154,200	6,997,500	6,972,500	6,822,500	6,672,500	**53,380,000**
分年經費總計	603,520	893,660	1,531,400	2,042,100	6,405,880	5,805,040	5,204,200	5,204,200	7,022,500	6,972,500	6,822,500	6,672,500	**55,180,000**

註 1：優先考量市區公車一次汰換規模(約 10,200 輛)之經費需求，後續可視車輛補貼單價調降剩餘經費作為二次汰換經費。

註 2：示範計畫預估補助車輛數為 108、109 年各 100 輛/年；一般型計畫為 108、109 年各 100 輛/年，110、111 年各 600 輛/年，112~115 年各 900 輛/年，116~119 年各 1,250 輛/年。

註 3：示範計畫與一般型計畫購置補助金額設定為 700 萬元/輛、333.8 萬元/輛，營運補助設定 5 元/車公里(上限 25 萬元/年)。

註 4：示範期(民國 108~111 年)購置補助配合後續推動機制設計採分階段給付，推廣期、普及期為保留推動機制運作彈性，購置補助以當年度對應購置總數估算(不分階段)。

資料來源：本計畫彙整。

4.4.6 跨部門推動小組作業

本計畫為行政院宣示政策，並牽涉跨部門之權責與分工，需成立跨部門推動小組，以利政策推動。推動小組之組織架構建議如下：

1.召集人

由交通部長任電動大客車推動專案召集人，交通部次長/經濟部次長/環保署副署長任副召集人。

2.工作小組

包括路政司、公路總局、車安中心、車測中心、運研所、工業局、能源局、台電、工研院、資策會、標檢局、技術處、科技部、國貿局、環保署等，組織分工職責如下：

(1)健全需求制度

交通部從使用端需求角度切入，藉由推動示範計畫建立電動公車導入指南及適用商品清單，同步健全審驗、檢測及補助制度，建構電動公車導入環境與提高使用端意願。

(2)帶動產業發展

經濟部從產業端輔導角度切入，負責建構電能補充環境、技術研發資源與產業輔導策略，帶動國產技術升級與提高產業經濟效益。

(3)引導空汙減量

環保署從降低空汙角度切入，鼓勵推廣乾淨能源車輛使用、落實減排策略進程與建立汰役電池再利用規範與實證，刺激市場與產業正向發展。

第五章 電動大客車示範計畫規劃

依 4.4 節市區公車電動化推廣計畫構想，分期發展第一階段為“先導期(民國 108~111 年)”，此階段考量電動公車技術尚在發展中，宜**推動示範計畫累積經驗**，盤點與建置基礎電網設施並檢討產業環境。爰此，本章節將就先導期階段之示範計畫，研擬執行目的、推動運作架構、示範場域與執行計畫及預算，並研提營運端排班調度管理規劃原則及作業方式架構，以利作為後續示範計畫推動及營運監管平台規劃參酌。

5.1 示範計畫執行目的

先導期(民國 108~111 年)示範計畫之執行目的：

1. 結合示範城市綠色運輸政策，降低客運業者購車與營運成本，提供民眾乾淨、友善且便捷的電動大客車服務；
2. 蒐集電動大客車不同車廠、不同營運情境下之妥善率、續航力、用電效率等關鍵數據；
3. 塑造國內電動大客車關聯產業發展與升級機會，並提供電動大客車產品開發妥善提升之參考依據；
4. 檢討電動大客車經營環境與基礎設施缺口；
5. 累積電動大客車營運經驗值，擬定電動大客車導入手冊。

5.2 示範計畫目標訴求

示範計畫推動運作架構將以過去國內導入經驗為基礎，路線全車隊為基本訴求，朝向大尺度、資源整合方向規劃，以開放擂台方式，鼓勵優質車廠加入臺灣市場並朝向國產化推動。故推動示範計畫有以下三項主要目標訴求：

1. 引進好的車隊-增加業者選擇；
2. 引導車輛長期有效運用成功案例；
3. 提升營運績效與產業發展價值。

期藉由示範計畫之條件設計，達成上述目標訴求，包含：“補助金額加碼”，吸引更多優質電動大客車車廠參與示範計畫(電動大客車擂台賽)，增加客運業者的選擇，另外透過“補助分期撥付”與“分期檢核條件”方式，鼓勵車廠將技術國產化，及激勵車廠與客運業者有效發揮車輛性能與提升可靠度，最後經由示範計畫各車廠車輛回傳之營運數據，結合路線特性，彙整出屬於臺灣本土之電動大客車導入手冊，引領業者選擇與使用電動大客車。示範計畫目標訴求與條件訂定如圖 5.2-1 所示。

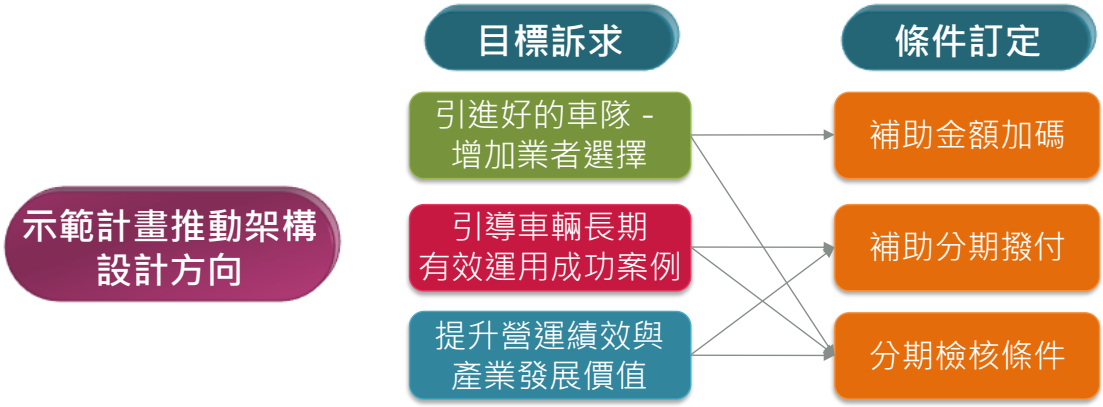


圖 5.2-1 示範計畫目標訴求

5.3 示範路線動力型式與組成

純電系統(電池動力，Battery)是目前的推動主流，產品成熟且規格多元(單層、雙層、單節、雙節、中型…)，相對地，燃料電池(Fuel Cell)是發展焦點，如美國(New Flyer)、日本(豐田)、德國(Daimler AG)、中國大陸(鄭州宇通)等。

不過，參酌國際相關案例，可發現在推動電動大客車上，對於動力型式所持態度皆為“技術中立”，意謂「允許多元技術並存發展」；另依據經濟部與財政部相關會議與函文[1]，非純電(增程插電式)電動大客車經認定係屬完全以電能為動力之電動車輛。

[1] 經濟部 104 年 11 月 27 日召開該部協助民間投資案件排除投資障礙第 10 次協調會議紀錄，有關增程插電式電動大客車經認定係屬「智慧電動車輛發展策略與行動方案」補助適用對象，與財政部 107 年 5 月 24 日台財稅字第 10600717960 號令示「交通部核發車輛型式安全審驗合格證明登載能源種類為『電能(增程)』之車輛，屬貨物稅條例第 12 條之 3 第 2 項所稱完全以電能為動力之電動車輛。」

因此，示範計畫之路線動力型式，除純電動大客車為推動目標外，建議非燃油車輛亦可納入推動之範圍（即車輛型式安全審驗合格證明登載能源種類為「電能」、「電能(增程)」、「電能(氫燃料電池)」、「氫燃料電池」、「氫燃料電池(增程)」、「氫燃料電池（電能）」之車輛）；但無論採何種型式，單一路線全車隊需採單一動力型式組成營運，且示範路線不得與柴油或其他動力型式大客車混用。

5.4 示範運作架構

在示範計畫目標訴求下，示範計畫之運作架構大致可有示範計畫與場域、申請單位、申請規定與評選/分期規定等 4 大運作構面，如圖 5.4-1 所示，以下分別敘述各運作構面內容：

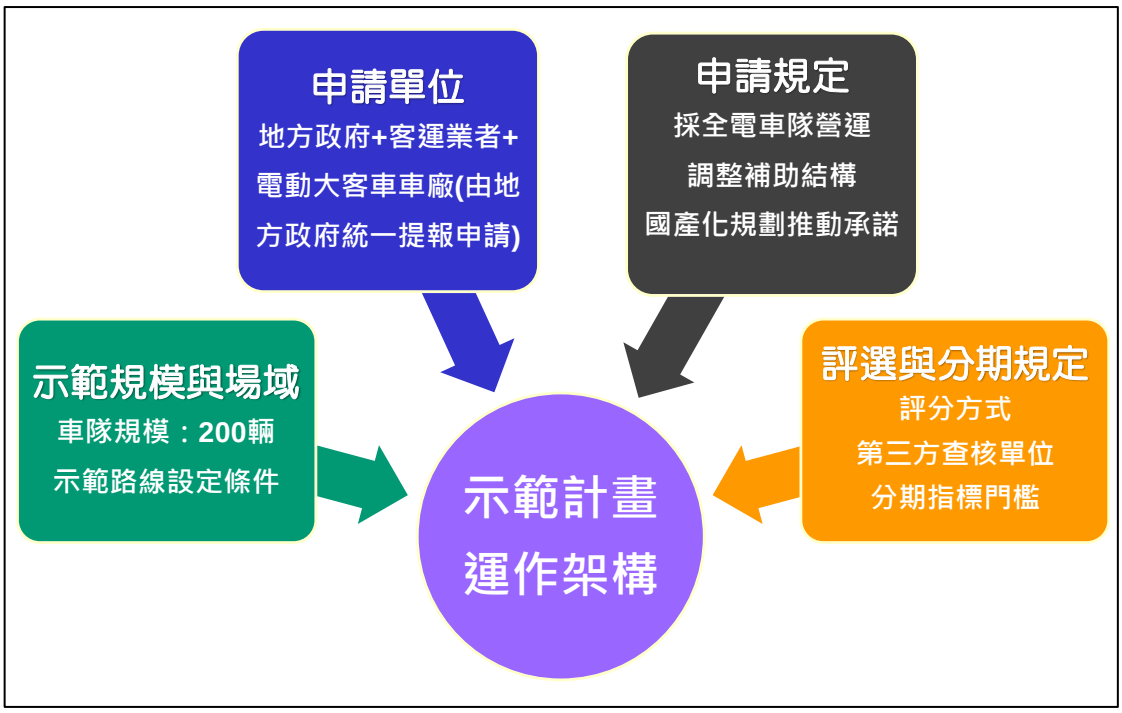


圖 5.4-1 示範計畫運作架構

1. 示範規模與場域

(1) 示範計畫預算來源

示範計畫之預算來源，初期先由民國 108-109 年度公路公共運輸多元推升計畫(以下簡稱 “公運計畫”)支應，後續再爭取預算擴編。

(2) 示範車隊規模

依據目前民國 108-109 年度公運計畫預算規模每年大致可補助 200 輛電動大客車，2 年共計 400 輛。由於公運計畫已有電動大客車補助項目(以下稱 “一般型計畫”)，為避免無法參加示範計畫之縣市客運業者，失去利用一般型計畫申請補助電動大客車機會，間接降低示範期間對業者投入汰舊換新電動公車之衝擊，因此，示範計畫與一般型計畫電動大客車補助數量將均分，即每年申請補助規模皆為 100 輛，兩年(民國 108-109 年度)示範計畫規模將達 200 輛。

(3) 示範期間

為掌握不同車廠之電動大客車性能，示範期間將維持 4 年，民國 108 年申請示範計畫補助之車輛，示範期間為民國 108-111 年，民國 109 年申請示範計畫補助之車輛，示範期間為民國 109-112 年。

示範期間雖為 4 年，但受補助之電動大客車仍需依規定營運 8 年，即民國 108 年申請投入之營運車輛，需至少營運到民國 115 年；民國 109 年申請投入之營運車輛，需至少營運到民國 116 年，如圖 5.4-2 所示。

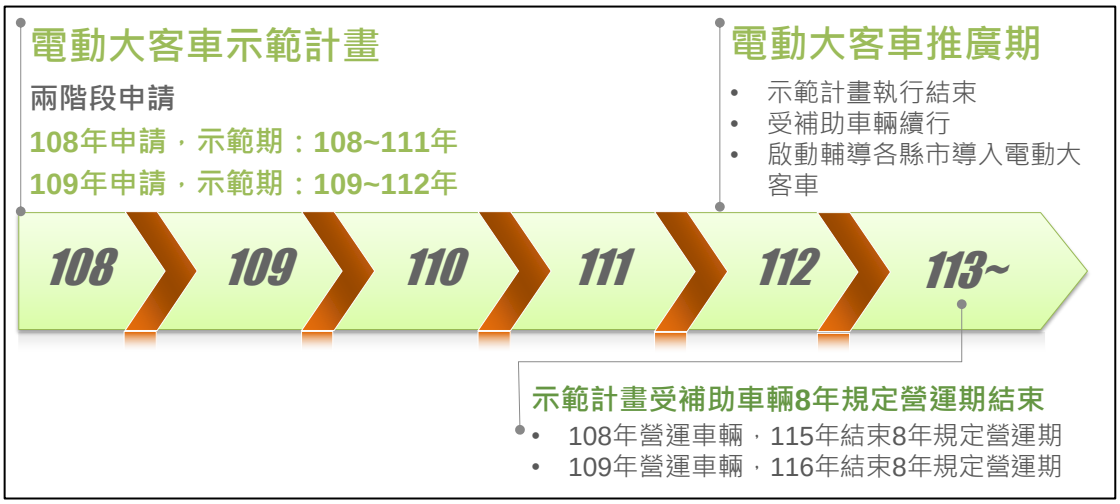


圖 5.4-2 示範期間

(4) 示範路線場域

為發揮示範計畫電動大客車之運轉效能，示範路線場域至少需滿足以下條件之一：

①屬幹線型、班次密集、運量大之市區公車路線；或

②行經空污嚴重區域；或

③行駛於公車專用道；或

④串連重要運輸場站(如：台高鐵車站、捷運車站、轉運站)之路線。

2. 申請單位

示範計畫申請單位包含地方政府(統一提報申請)、客運業者、及電動大客車車廠等三方共同申請(如圖 5.4-3)，希冀藉此可結合地方政府綠能發展政策、客運業者維運規劃、與電動大客車廠商產品效能展示等，使示範計畫有效且順利地執行與發揮效益。

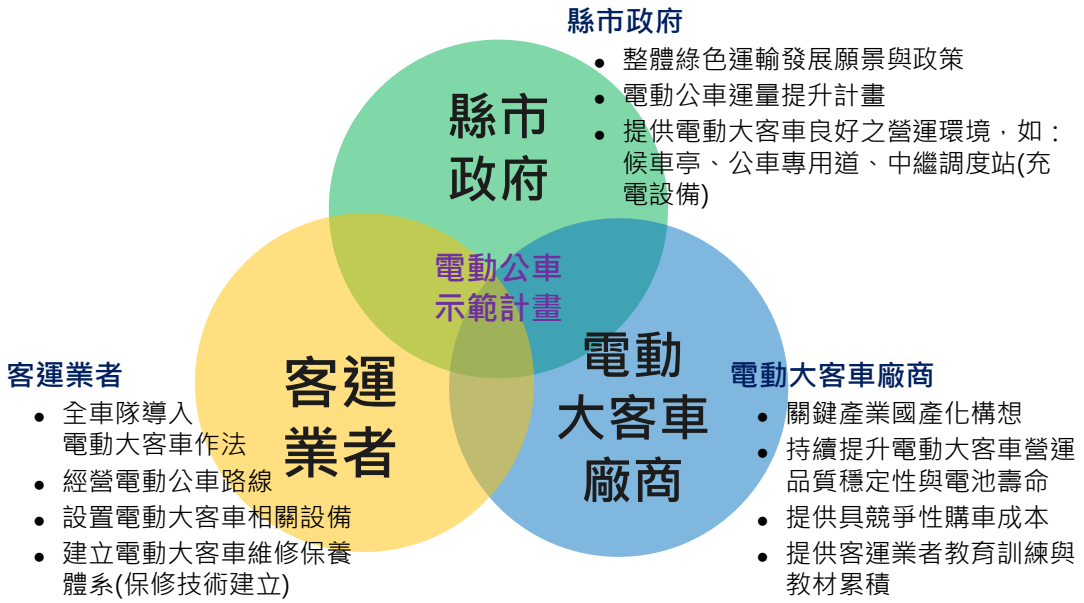


圖 5.4-3 示範計畫申請團隊結構

3. 申請規定

(1) 申請時間：民國 108 年與民國 109 年

(2) 申請單位規定

①單一縣市可與多家客運業者合作申請，不同組合(縣市政府與客運業者)視為不同申請案。

②單一廠商至多可參與 2 個申請案，國內外汽車集團旗下不同品牌，以及所授權之國內不同生產製造或打造車廠，得視為同一申請廠商。

③申請廠商是否為單一廠商之認定，由經濟部與車安中心書審申請資料及車輛審驗相關技術文件確認。

(3) 自動化/智慧化車隊營運構想

配合推動電動大客車普及化，期電動大客車亦能同時達到智慧化及自動化目標。故建議相較一般電動大客車補助計畫或是符合登檢領照規定的車輛，申請示範計畫之車輛應具備較高的智慧化及自動化要求。

①自動化部分，現行車輛安全檢測基準已有緊急煞車輔助系統(AEBS)、車道偏離警示輔助系統(LDWS)等強制法規要求，建議示範計畫提前 1~2 年符合，或列為評選加分項目。

②智慧化部分，現行車輛安全檢測基準已有數位式行車紀錄器等強制法規要求實施時間，另現行亦有技術成熟商用化但尚非法規強制產品，可列為評選加分項目。鼓勵智慧化技術多元整合運用，包括車輛軟硬體與管理模式加值。

示範計畫電動大客車自動化與智慧化設備建議應配備或列為評選加分項目彙整如表 5.4-1 所示。

(4) 電動大客車車廠提出國產化推動規劃與承諾

①要求國外技術母廠應提出整車及關鍵零組件逐期國產化具體規劃與承諾；

②第 1 年需落實在台投資或技術引進，第 2 年需落實國內產製；

③至少應於 2 年內技術移轉與國內整車打造及關鍵零組件在台生產。

④國產化推動承諾達成度之認定，由經濟部召集交通部、產業公會及專家等委員，依車廠規劃及承諾事項進行審查認定。

表 5.4-1 自動化/智慧化車隊營運構想

項目		實施時間	應配備/加分項目
智慧化	數位式行車記錄器	民國 110 年新型式實施/民國 112 年各型式實施	應配備
	防瞌睡系統	非檢測基準項目	應配備
	酒精鎖	非檢測基準項目	應配備
	環景(全週)顯示系統	非檢測基準項目	應配備
	盲點警示系統(BLIS)	非檢測基準項目	評選加分
	胎壓偵測系統(TPMS)	非檢測基準項目	評選加分
自動化	適路性巡航系統(ACC)	非檢測基準項目	評選加分
	車道維持輔助系統(LKA)	UN/ECE 討論中	評選加分
	自動停車輔助系統(AP)	UN/ECE 討論中	評選加分
	緊急煞車輔助系統(AEBS)	民國 108 年新型式實施/民國 110 年各型式實施	評選加分
	車道偏離警示輔助系統(LDWS)	民國 108 年新型式實施/民國 110 年各型式實施	評選加分

資料來源：本計畫彙整。

4. 評選與分期規定

(1) 示範計畫評選

①評選方式比照競爭型計畫，納入評分制，設定評比最低門檻；

②國產化推動規劃與承諾為評比必要項目。

③評分項目初步規劃如表 5.4-2。

(2) 分期補助條件

①提供營運紀錄：要求客運業者、車廠及充電整合商提供電動公車與充電設備之電子化資料紀錄

a. 要求業者提供車載機及車電資訊整合系統之電子化資料紀錄，降低人工操作錯誤率；

b. 據了解，國內車廠結合充電設備商多數可提供車輛電池與充電監控系統，可滿足電子化資料紀錄需求；

c. 就執行面角度，後續政府須訂定資料傳輸之通訊協定與資料格式等規範，並建置後端資訊介面平台，作為資料上傳與分析之用。

表 5.4-2 評分項目初步規劃

項目	占比
一. 計畫認知與規劃理念 1. 縣市政府整體綠色運輸發展願景與政策，及與本示範計畫的關聯 2. 提升電動大客車運營效率與增加電動大客車運量策略規劃	20%
二. 計畫可執行性 1. 車輛資料 2. 電動大客車營運規劃 3. 電動大客車自主維運規劃 4. 電動大客車自主配套承諾	30%
三. 電動大客車車廠實績與國產化承諾 1. 電動大客車車廠實績 2. 電動大客車自動化與智慧化設備 3. 產品售後服務與安全保障能力 4. 電動大客車國產化具體規劃與承諾	30%
四、電動大客車永續發展承諾 1. 電動大客車財務、營運、維修永續發展構想 2. 自主增列示範計畫年度 KPI 3. 創意構想與回饋項目	20%

②營運績效指標門檻

a. 年營運里程：設定為 **40,000 公里/車/年**。

依照 3.2.2 節分析，參考國內市場普遍採用的電池容量與使用情形，初步建議以 140 公里作為車輛每日行駛里程平均值門檻。

然考量各縣市公車路線班次有所差異，避免排除部分縣市公車路線參與示範計畫的機會，年營運里程門檻調降採低於平均值之 120 公里/日作為估算基礎，並預留車輛每月 2 日的維修時間，規劃年營運里程要求為 40,000 公里/車/年。

b. 班次妥善率(表定發車班次達成情形)：車隊平均班次妥善率設定為 **98%**。

依據交通部運輸研究所(民 105)研究成果，當時之電動公車妥善率(91.25%)，然因多數客運業者乃紀錄故障日期與天數，妥善率的估算採營運日為計算單位，即：

$$妥善率(\%) = \frac{正常營運車日總數(日)}{應營運車日總數(日)}$$

考量路線服務以班次為營運單元，採用營運車日數方式易產生低估現象，且未真實反映路線實際車班服務情形；故就妥善率指標計算公式，建議檢討調整採用「班次」為單位，即：

$$班次妥善率(\%) = \frac{正常營運行駛班次總數(班次/月)}{應營運行駛班次總數(班次/月)}$$

就班次妥善率門檻值設定，目前就柴油公車服務妥善率已可達 99.83%，考量對於示範計畫建立擂台賽之概念，期以增加補助形式引進品質與穩定性高之車輛投入市場，或提升車廠對後續維運追蹤及技術提升的作為，班次妥善率建議可提高至 98%。

③國產化推動承諾達成度

對應申請階段承諾事項，逐期判斷國產化推動之達成狀況，因國產化事宜涵蓋面向較廣，且產業推動，後續建請經濟部召集交通部、產業公會及專家等委員進行審查會議進行審核。

5.5 示範計畫補助內容

本計畫經過多次工作小組會議，與交通部路政司、運輸研究所、公路總局、經濟部工業局、車輛安全審驗中心等單位，針對示範計畫補助內容進行討論，凝聚各方共識後研提示範計畫補助內容，如表 5.5-1 所示。

考量國內現況發展以純電動大客車為主力，產品化程度較高，因此示範計畫補助額度仍以純電動大客車為規劃對象，故表中補助金額以純電甲類大客車為例計算，若有引進其他車種，建議再依實際售價比例調整。

「含電池成本之電動大客車車體」補助金額為定額 700 萬元/輛，無補助車價百分比規定，採分期(4 期)撥付規定，撥付條件除需達到上述營運績效指標門檻值外，還需“提供營運紀錄”與“達成國產化推動承諾達成度(對應申請階段承諾與規劃內容)”。

另為鼓勵車廠與客運業者維持電動大客車良好之妥善率，及發揮車輛每日行駛里程，將增加營運里程補助，採 5 元/公里，每年上限 25 萬元(每年行駛里程 5 萬公里)，補助 8 年，估計 8 年補助總額可達 200 萬元。

表 5.5-1 示範計畫補助內容

補助項目	示範計畫(民國 108 年~)
含電池成本之 電動大客車車體	• 不限汰換或新闢類型：定額 700 萬元(取消補助車價百分比規定) • 分期撥付：40%(簽約)、20%(營運第 1 年期滿後)、20%(第 2 年期滿後)、20%(第 3 年期滿後)
補助條件	• 提供營運紀錄：電子化資料傳輸(即時或批次傳輸) • 績效指標門檻：年營運里程、班次妥善率 • 國產化推動承諾達成度(對應申請階段承諾與規劃內容)
其他補助	• 補助營運費用$5/里程，每年上限 25 萬元，每年平均行駛里程 5 萬公里，8 年補助總額 200 萬元 • 補助 8 年[註]
總補助金額	900 萬元

註：以完全核定之日(確認各項證明文件均符合規定時)開始起算營運費用補助，並自申請補助之車輛營運日起算 8 年，不溯及既往與展延。
資料來源：本計畫整理。

為提高客運業者參與示範計畫意願，建議調整現行一般型計畫補助電動大客車內容(如表 5.5-2)。將汰舊換新或新闢路線車體補助金額一致，車體補助採分期(3 期)支付，部分車體補助金額(200 萬/輛)改為營運里程補助。

其中，分期支付條件除要滿足一般型計畫申請補助辦法“附加價值率”規定外，還需提供營運紀錄，且班次妥善率同樣要達到 98%之門檻值，才得領取分期補助金額。

表 5.5-2 一般型計畫補助內容

補助項目	現行補助內容	民國 108 年一般型計畫補助內容
含電池成本之電動大客車車體	汰舊換新：503.8 萬元 新闢路線：670 萬元 一次撥付	• 不限汰換或新闢：補助車體(含電池)總價之 49%，最高補助以 333.8 萬元為上限 • 分期撥付：40%(簽約)、30%(營運第 2 年期滿後)、30%(第 3 年期滿後)
補助條件	附加價值率	• 附加價值率 • 提供營運紀錄：建議以電子化資料傳輸 • 績效指標門檻：班次妥善率
其他補助	充電場站每輛 30 萬元	• 配合電子化資料傳輸(即時或批次傳輸)，享補助營運費用$5/里程，每年上限 25 萬元 • 補助 8 年[註]
總補助金額	533.8~700 萬元	533.8 萬元

註：以完全核定之日(確認各項證明文件均符合規定時)開始起算營運費用補助，並自申請補助之車輛營運日起算 8 年，不溯及既往與展延。
資料來源：本計畫整理。

5.6 執行計畫期程、流程與預算

1. 示範計畫期程

考量相關作業時程，初步提出示範計畫期程規劃。示範計畫期程大致可分為「申請階段」與「運行與檢驗查核階段」等兩階段，如圖 5.6-1 所示，以下就兩階段內容說明：

(1) 申請階段

申請階段預計民國 108 年 1 月公布示範計畫申請要點，各縣市申請示範計畫期間為民國 108 年 1~3 月，申請案由交通部路政司受理，公路總局初審，以及車測中心進行性能驗證、並由經濟部與車安中心就申請廠商進行認定。

民國 108 年 4 月就申請案進行審查，將由交通部(路政司與公路總局)邀集經濟部與環保署代表進行審查，審查後公布示範計畫縣市、市區公車路線與電動大客車車廠，之後業者有 6 個月籌備期，預計 108 年 11 月示範路線電動大客車可正式上路。

(2) 運行與檢驗查核階段

此階段獲選示範計畫的路線與車輛將進入 4 年示範期間，此期間主要是蒐集與監管示範路線車輛之營運數據，因此預計於民國 108 年 6 月由運研所負責建置「電動大客車營運數據監管平台」。

4 年示範期間，示範路線與車輛需每年提供營運紀錄，且需達到營運績效指標門檻(由運研所透過前述平台回饋指標數據)，以及達成國產化推動承諾達成度(由經濟部召集交通部、產業公會及專家等委員，依車廠規劃及承諾事項進行審查認定)，才可獲得示範期間車體分期補助金額。

示範期間「電動大客車營運數據監管平台」除蒐集與監管示範路線車輛之營運數據外，將結合車輛性能與路線屬性，擬定電動大客車導入指南，供後續推廣期階段，提供給各客運業者選擇與維運電動大客車之參考。

2. 先導期經費估算

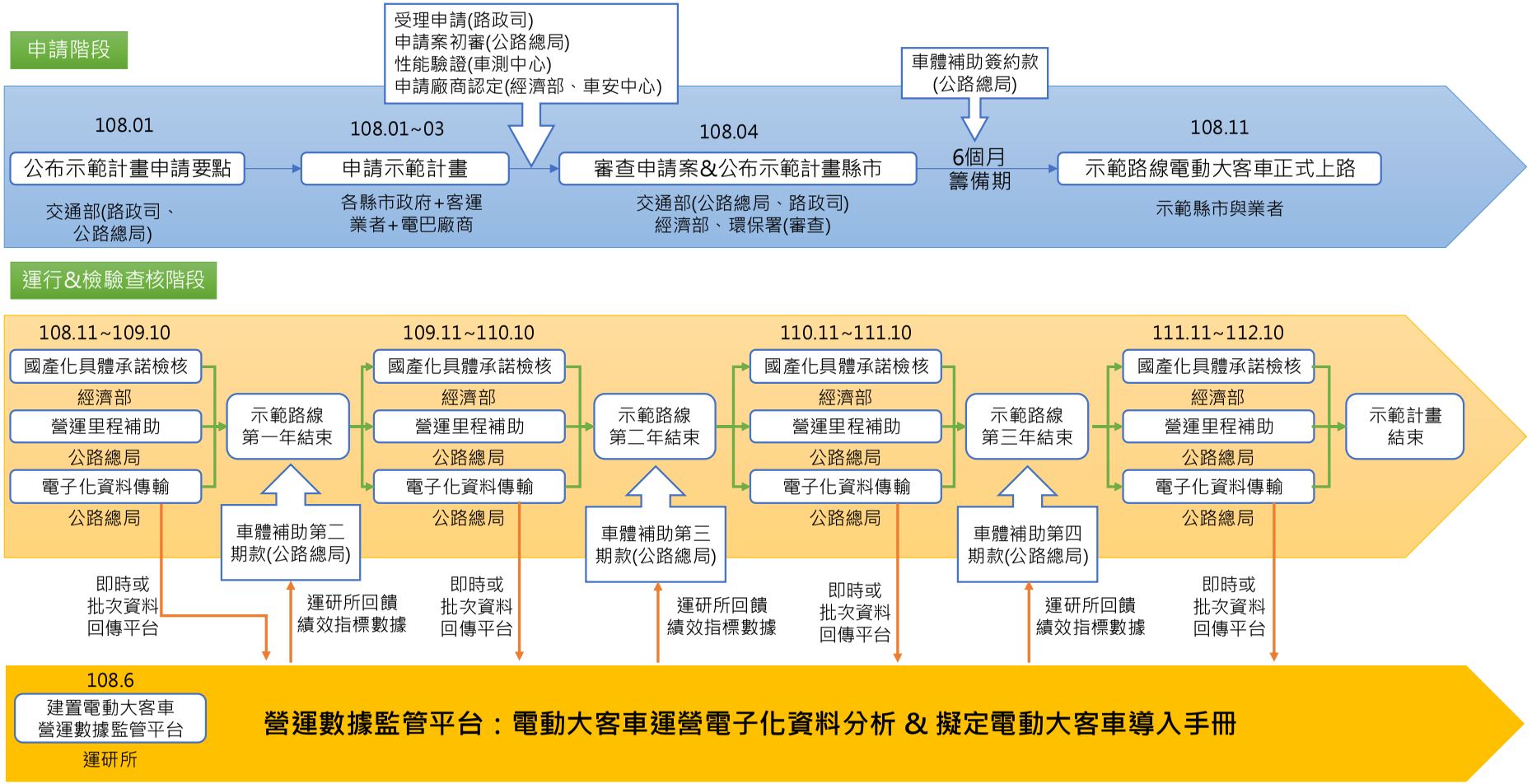
(1) 示範計畫經費估算

示範計畫民國 108 與民國 109 年將各補助 100 輛電動大客車，依表 5.5-1 補助內容與金額，示範計畫分年經費初步預估如表 5.6-1，示範計畫總經費為 18 億元，其中，包含 14 億元車體補助金額(含環保署補助車體及電池 150 萬元/輛，總計 3 億元)與 4 億元營運補助金額。

(2) 一般型計畫(先導期)經費估算

先導期預計推動 1,600 輛電動公車，扣除示範計畫 200 輛，一般型計畫預計推動 1,400 輛，民國 108~111 年各年期依序推動 100 輛(108 年)、100 輛(109 年)、600 輛(110 年)與 600 輛(111 年)。

一般型計畫車體補助 333.8 萬元/輛，交通部負擔 183.8 萬元/輛，環保署補助車體及電池 150 萬元/輛。分年經費初步預估如表 5.6-1，先導期一般型計畫經費預估約 414 億元，包含：車體補助金額 296.2 億元與營運補助金額 117.8 億元。



資料來源：本計畫整理。

圖 5.6-1 示範計畫期程

表 5.6-1 先導期(示範計畫與一般型計畫)分年經費

單位：萬元

年度	民 108	民 109	民 110	民 111	民 112	民 113	民 114	民 115	民 116	民 117	民 118	民 119	總計
示範計畫													
車體補助-交通部	33,000	44,000	22,000	11,000	-	-	-	-	-	-	-	-	110,000
車體補助-環保署	9,000	12,000	6,000	3,000	-	-	-	-	-	-	-	-	30,000
營運費用補助	2,500	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	2,500	-	-	-	40,000
小計	44,500	61,000	33,000	19,000	5,000	5,000	5,000	5,000	2,500	-	-	-	180,000
一般型計畫													
車體補助-交通部	7,352	12,866	55,140	82,710	132,336	148,878	165,420	165,420	191,152	210,451	229,750	229,750	1,631,225
車體補助-環保署	6,000	10,500	45,000	67,500	108,000	121,500	135,000	135,000	156,000	171,750	187,500	187,500	1,331,250
營運費用補助	2,500	5,000	20,000	35,000	57,500	80,000	102,500	125,000	153,750	182,500	198,750	215,000	1,177,500
小計	15,852	28,366	120,140	185,210	297,836	350,378	402,920	425,420	500,902	564,701	616,000	632,250	4,139,975
分年經費-交通部	45,352	66,866	102,140	133,710	194,836	233,878	272,920	295,420	347,402	392,951	428,500	444,750	2,958,725
分年經費-環保署	15,000	22,500	51,000	70,500	108,000	121,500	135,000	135,000	156,000	171,750	187,500	187,500	1,361,250
分年經費總計	60,352	89,366	153,140	204,210	302,836	355,378	407,920	430,420	503,402	564,701	616,000	632,250	4,319,975

資料來源：本計畫整理。

5.7 排班調度管理規劃原則

依據第三章與客運業者訪談掌握電動大客車使用經驗可知，在成本與穩定性可掌控之情況下，客運業者仍有意願繼續選用電動大客車。在車款選擇評估方面，重視品質穩定性，以期能達到營運排班調度需求，且期望電機、電控、電池等重要零組件的生命周期及維護費用應公開透明，以利進行財務評估，避免使用期間產生無法預期的營運成本以降低營運風險。

為因應後續示範計畫執行與電動大客車推動，本計畫初步研擬排班調度流程與注意要點，建議客運業者優先考量營運需求，選擇適合營運條件之車款，並進行財務評估，若自付額超過預算額度，則可調整營運需求或選擇其他適合車款，再進行一次流程檢核，提供客運業者在選用電動大客車之參考原則，詳如圖 5.7-1 所示，並說明如下。

1. 擬定營運計畫

營運計畫建議至少包含下列項目：

(1) 路線及停靠站位規劃，確立車輛每日之行駛里程及尖離峰行駛時間，作為電池容量需求估算之基礎資料。此外，不同道路速限環境下有不同的用電效率(公里/度)，亦應納入電池容量需求估算之考量項目。

(2) 停車場規劃，確立車輛每日之空駛里程，作為電池容量需求估算之基礎資料。

(3) 載客量預估，包含總搭乘人次及尖峰站間車上人次，作為車型、班次、班距規劃之基礎資料。

(4) 營運時間、班次、班距規劃，作為車輛數需求估算之基礎資料。

(5) 車型規劃，目前國內大客車常見的車身長度有 8、10 及 12 公尺，不同車型有不同的最大載客量，且影響班次、班距規劃，以及車輛數需求、電池容量需求估算。

(6) 充電時間規劃，包含收班後充電及休息期間充電，作為電池容量需求、充電機(槍)數量需求、用電成本估算之基礎資料。

2. 營運需求估算

依據前述營運計畫內容，估算維持營運需要配置之車輛數、電池容量、充電機(槍)數量。

(1) 車輛數需求估算(含備用車輛)

除依據班次、班距估算車輛數外，並應考量維修排程、加班車班次等營運需求估算備用車輛數。

(2) 電池容量需求估算

①收班後充電：

電池容量(kwh)＞日總行駛里程(公里)÷用電效率(公里/kwh)

÷[1-電池保護電量(建議設定20%)]

÷電池殘餘容量(建議設定85%)

日累計充電時間(h)×充電機輸出功率(kw)＞電池容量(kwh)

註：可依不同道路速限及用電效率分列計算

②休息期間充電：

電池容量(kwh)＞單趟最高行駛里程(公里)÷用電效率(公里/kwh)

÷[1-電池保護電量(建議設定20%)]

÷電池殘餘容量(建議設定85%)

休息期間累計充電時間(h)×充電機輸出功率(kw)＞電池容量(kwh)

註：可依不同道路速限及用電效率分列計算

(3) 充電機(槍)數量需求估算

充電機(槍)數量=車輛數　或

=[車輛數×電池容量÷充電機輸出功率]÷可利用充電時間

3. 評估是否有適合營運條件之車款

若有適合營運條件之車款，則可繼續進行財務評估，確認所選擇車款是否符合預算額度。若無適合營運條件之車款，則可調整營運需求後，重新進行評估。

4. 財務評估

依據前述營運需求數量，估算購置成本及後續營運維護成本，並依據政府補助經費額度，估算自付額額度。

(1) 車輛成本估算

(2) 電池成本估算

(3) 充電機(槍)成本估算(含建置成本)

(4) 用電成本估算

$$\begin{aligned} 用電成本(元) = [&尖峰電價(元/kwh) \times 尖峰累計充電時間(h) \\ &+離峰電價(元/kwh) \times 尖峰累計充電時間(h)] \\ &\times 充電機輸出功率(kw) \end{aligned}$$

(5) 車輛維護成本估算，以影響車輛正常運轉之關鍵零件-電機、電控、電池為主要考量項目

$$\begin{aligned} &車輛維護成本 = \\ &\sum_{電機、電控、電池} \{[車輛使用年限(依補助要點規定) - 零件保固年限] \\ &\div 零件生命週期(或保固年限) \times 零件新品成本\} \end{aligned}$$

(6) 政府補助經費額度

5. 評估自付額是否符合預算額度

若自付額符合預算額度，表示所選擇車款符合營運需求，並可依規劃原則評估所有適合營運條件之車款後，再選擇對公司營運最有利之一種或多種車款。若自付額不符合預算額度，則可調整營運需求或選擇其他適合營運條件之車款，重新進行評估。

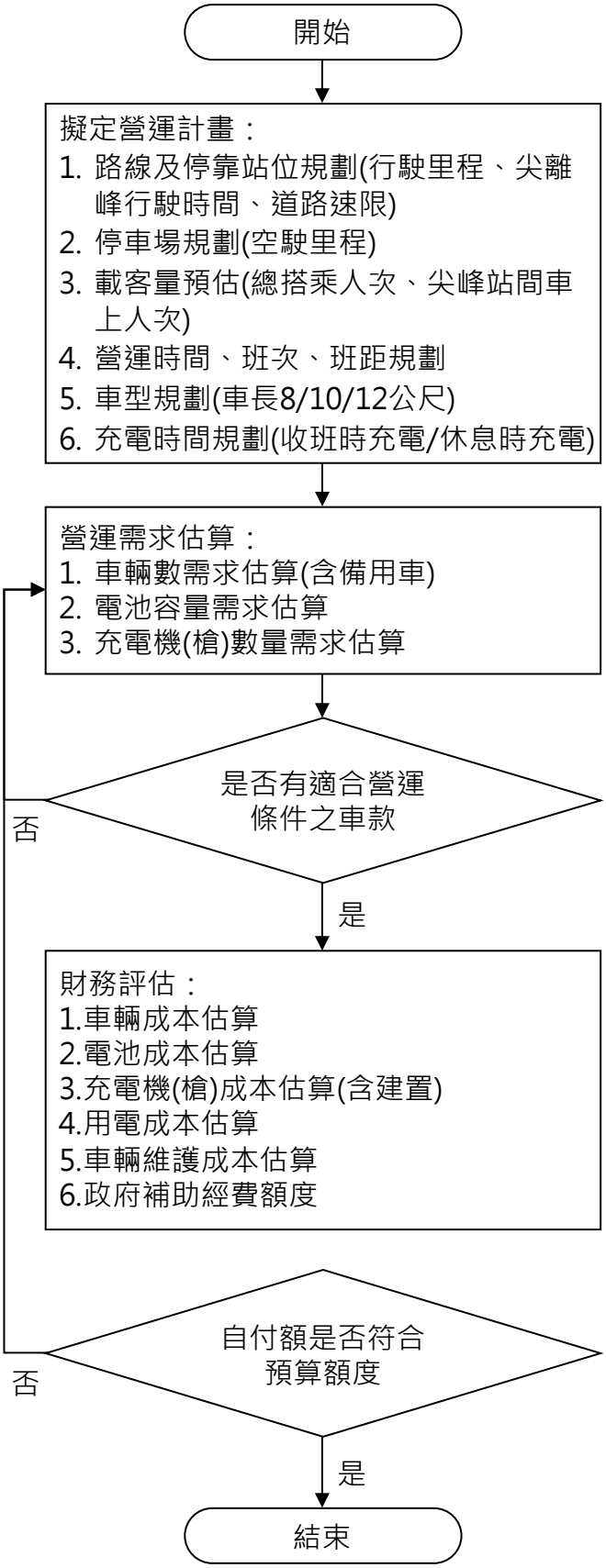


圖 5.7-1 排班調度管理規劃原則

5.8 示範計畫資料蒐集項目與方式規劃

為掌握電動大客車不同車廠、不同營運情境下之妥善率、續航力、用電效率等關鍵數據資料，本計畫規劃在示範計畫期間，建置電動大客車智慧營運監控平台，以電子化方式蒐集電動大客車營運資料，並進行大數據資料分析，累積電動大客車營運經驗值，並作為後續擬定電動大客車導入手冊之參據，供消費者選擇最適合營運條件之電動大客車之參考。

智慧營運監控平台初步規劃分析營運環境特性、班次妥善率、續航力、用電效率、駕駛行為等項目，預計蒐集資料項目及取得方式如圖 5.8-1 所示，並說明如下。

1. 營運環境特性：蒐集資料項目包含車號、路線編號、單趟里程(含空駛程)、單趟行車時間、停靠站數、是否行駛高速/快速道路等。
2. 班次妥善率：蒐集資料項目包含表定發車班次、實際發車班次等。
3. 續航力：蒐集資料項目包含車齡、新出廠時之續航力、每日行駛里程等。
4. 用電效率：蒐集資料項目包含充電前里程、充電時間、充電度數等。
5. 駕駛行為：蒐集資料項目包含(急)加速、(急)減數次數等。

營運環境特性						班次妥善率		續航力			用電效率			駕駛行為
車號	路線編號	單趟里程(公里)	單趟行車時間(分鐘)	停靠站數	是否行駛高速/快速道路	表定發車班次	實際發車班次	車齡(月)	日行駛里程(公里)		充電前里程(km)	充電時間(分鐘)	充電度數(kwh)	加速/減速次數
									新出廠	現況				
靜態資料			車機紀錄		靜態資料		班表與出車紀錄	靜態資料			車機/充電機紀錄			車機紀錄

圖 5.8-1 智慧營運監控平台資料蒐集規劃

第六章 結論與建議

因應節能減碳趨勢，並為改善空氣汙染，交通部、經濟部與環保署自 100 年至今持續推動電動大客車運行，另行政院已於 106 年底宣布，2030 年前逐步達到 1 萬輛市區公車全面電動化之政策目標。故本計畫配合國內電動大客車推展政策，蒐集國內外電動大客車與自動輔助駕駛發展狀況與關鍵技術，並盤點掌握市區公車經營環境與國內電動大客車營運情形，針對電動大客車特性，規劃示範計畫俾利後續掌握關鍵議題，同時分析電動大客車結合自動輔助駕駛輔助技術之發展情境及研擬推動策略。主要研究成果可做為後續推動電動大客車政策之參考依據。以下就本計畫研究成果提出結論與建議。

6.1 結論

有關主要工作項目之研究成果說明如下：

1. 市區公車經營環境

本計畫蒐集市區公車路線營運特性與調度場站資料，對應電動大客車特性，分析掌握六都市區公車(合計 9,003 輛，約占總車輛數 9 成)經營環境概況。

(1) 路線里程部分，六都有近 9 成的市區公車營運路線里程(單程)低於 30 公里，以單趟往返用電需求之 60 公里(單程 30 公里)為基準，電巴電池容量建議至少需 200kwh 以上；而以目前市售最低電池容量 71.5kwh 之車款為例，在配合調度站日間補電，單次充放電約可符合單趟往返里程 40 公里(單程 20 公里)之營運條件路線。

(2) 車輛每日行駛里程部分，參考國內市場普遍採用的電池容量與使用情形，以電池容量 200kwh 為例，電池保固後殘餘容量為 80%，當電量剩餘 20kwh 應立即充電，且用電效率設定為每度電可行駛 1 公里，每次充放電預計約可行駛 140 公里；約可服務 73%的路線需求及 59%的營運車輛數需求。

(3) 調度場站區位分布與核定停車輛數，以雙北包括臺北市之內湖區、南港區及文山區、新北市之新店區、蘆洲區及淡水區等行政區集中度高，且分區核定車輛數高達 300 席；桃園市集中度較高之區域則包括桃園區 270 輛、蘆竹區 229 輛；相對於雙北市與桃園市，臺南市和高雄市分區之核定停車輛數較少(均低於 200 輛)，已核定車輛數高於 100 輛為門檻值，集中度較高之行政區位為高雄市之仁武區(174 輛)及大樹區(152 輛)，臺南市之新營區(120 輛)及南區(100 輛)。

(4) 根據各調度場站核定車輛數，本計畫初步估算各調度若調整為充電站時，台電配給電量與尖離峰負載電量需求。預估供電容量最高的行政區為新北市新店區(146,740 度/日)，占五都前 3 名預估供電量之 16%；依據縣市別來看，預估供電容量最高的城市為新北市(306,460 度/日)，占五都前 3 名預估供電量之 33%。

2. 電動大客車營運績效分析

綜整本計畫透過不同管道取得之資訊，分析國內業者使用電動大客車之營運績效影響因素：

(1) 用電效率：初步判斷用電效率與路線特性、日行駛里程、各別駕駛行為或季節性變化有關，並受電池種類與使用年期(電池衰退)影響；同家車廠車輛不同業者營運狀態，用電效率之表現不一。

(2) 里程續航力及電池使用衰退程度：以殘餘電容量(現況里程續航力/新出廠里程續航力)來判斷，初步判斷電池衰退情形與行駛路線特性、使用年期有關。

(3) 維護成本：由於每家客運業者計算累積維護水準的基準不一，綜合就電巴與柴巴之不同處－三電(電機、電控與電池)來看，因多數業者尚在 5 年保固期內，無論是換電池還是維修保養皆免費。然業者擔心的是，電巴使用年限規定 8 年營運期，在保固期結束後之電池維護或汰換成本將是一大問題。

3. 國內外自動輔助駕駛與智慧化應用趨勢掌握

綜整國內、外自動輔助駕駛與智慧化之發展狀況，做為後續電動大客車整合趨勢參考。

(1) 國內 ADAS 發展上，ADAS 分析與決策主要平台由國際大廠把持，臺灣尚缺乏 ADAS 執行系統相關資源和廠商；考量 ADAS 帶動大量感測器需求，將是臺灣廠商可著墨的產業發展重點。

(2) 國內外公路公共運輸自動駕駛的實測部分，目前仍以電動小巴為主，測試先從專用道或封閉園區開始，再至開放道路；電動中大型巴士案例較少，目前僅部分國家進行測試及國際大廠投入研發，例如 Benz、SCANIA、Proterra、Volvo、ADL。

(3) 就智慧化車隊管理技術發展趨勢而言，國內現況主要著重於車隊管理、資訊整合服務、電子收(付)費；未來趨勢則朝向多元技術整合與加值應用。

4. 推動課題分析

歸納國內製造廠商、客運業者、技術研發與政府單位等訪談結果，彙整國內推動電動大客車面臨之關鍵課題，區分為產業面、營運面及能源面進行課題。

(1) 產業面

①電動大客車技術發展尚未成熟穩定

②禁止輸入規定及附加價值率限制產能

③市場規模影響車廠投入生產意願

(2) 營運面

①業者對電動大客車購買信心度不足

②電動大客車價格競爭力待提升

③電動大客車營運調度管理資訊不完善

④需對應電動大客車特性納入駕駛訓練

⑤因應地目與用電類型，充電站設置申請受限制

⑥補助作業申請時程與程序複雜

(3) 能源面

①區域電網供應與尖/離峰負載，未必能因應全面電動化

②電動公車充電無共通介面

5. 推廣計畫議題評析

為配合後續 2030 年市區公車全面電動化推動，透過國外電動大客車主要推動議題借鏡與評析，以做為國內制訂相關政策內容之參考。

(1) 縮小使用成本差距對策：現階段在增加業者購買電動公車誘因方面，縮小業者面臨柴、電車實際成本之差異確有效果，就補助內容與金額來說，可考慮研議調整方向：①擴大電動公車與柴油公車購車補助差距；②汰舊與新闢補助一致化；③增加電動公車營運補助；④滾動檢討車價、油價、電價變化；⑤柴油公車補助退場；⑥持續觀察汰役電池之價值。

(2) 績效運籌租賃模式制度：績效運籌租賃模式制度乃因應電動大客車所發展的新模式，現階段於國內推動此制度尚存之潛在議題包括:①技術穩定性與產品績效是否符合符需求是先決條件;② 既往經驗僅為延遲付款效果甚於營運模式實質創新;③供需方的資訊不對稱，需求方難以掌握產品特性與價格；④租賃經營者之資格要求；⑤租賃模式是否牴觸公路法對運輸業之風險承擔能力要求。

(3) 結合自動輔助駕駛技術發展策略

本計畫彙整電動大客車自動化及智慧化所需技術，建議配合 108 年申請電動大客車，優先納入自動化及智慧化之相關技術：

①自動化部分，現行車輛安全檢測基準已有緊急煞車輔助系統(AEBS)、車道偏離警示輔助系統(LDWS)等強制法規要求，建議可要求 108 年申請案提前 1~2 年符合，或列為評選加分項目；另現行針對適路性巡航系統(ACC)、車道維持輔助系統(LKA)、自動停車輔助系統(AP)等亦有技術成熟商用化但尚非法規強制產品，建議可考量列為評選加分項目。

②智慧化部分，現行車輛安全檢測基準已有數位式行車紀錄器等強制法規要求實施時間，另現行亦有技術成熟商用化但尚非法規強制產品，建議可要求 108 年申請案車輛應安裝，或可列為評選加分項目。

6. 市區公車電動化推廣計畫構想

(1) 推動進程建議配合技術成熟度、市場需求與預算執行度，以 4 年 1 期、分 3 期循序發展，設定先導期(民國 108~111 年)、推廣期(民國 112~115 年)與普及期(民國 115~118 年)逐步導入。

(2) 執行四大策略包括提升市區公車服務績效(交通部主導推動)、健全制度增加使用誘因(交通部主導推動)、完善電能補充基礎設施(經濟部主導推動)、建構國際化產業價值鏈(經濟部主導推動)。

(3) 市區公車全面電動化之推動具體效益，減少公車尾氣排放，預期 CO_2 減少達 73.7 萬噸/年與 $PM_{2.5}$ 減少達 85.72 噸/年；結合智慧化與自動化技術提高公車安全性並減少市區公車涉入交通事故之肇事成本達 4,667 萬元/年；帶動國內相關產業發展，提升電動公車產業產值達 2,688 億元與附加價值達 1,344 億元。

(4) 推廣計畫執行牽涉跨部門之權責與分工，需成立跨部門推動小組，以利政策推動。由交通部長任電動大客車推動專案召集人，交通部次長/經濟部次長/環保署副署長任副召集人，各部會相關權責單位成立工作小組，持續追蹤策略推動進度與檢討修正。

7. 電動大客車示範計畫導入

本計畫配合電動大客車推動執行計畫，與相關部會密切討論，就先導期階段之示範計畫，研擬推動運作架構、示範場域與執行計畫及預算，並研提營運端排班調度管理規劃原則及作業方式架構，以利做為後續示範計畫推動及營運監管平台規劃參酌。

示範計畫期程大致可分為「申請階段」與「運行與檢驗查核階段」等兩階段，執行作業與分工如圖 5.6-1 所示。

6.2 建議

1. 有關電動大客車資料蒐集經驗回饋，因現況客運業者紀錄營運資料項目採人工紀錄為主，且主要因應個別需求考量，各家資料記錄呈現方式不盡相同，完整性與一致性不足；建議後續配合示範計畫推動，統一構建數據資料整合平台，做為電巴營運資料電子化蒐集介面，訂定資料蒐集傳輸項目與格式，且持續性累積電動大客車營運績效，達到電動大客車智慧化管理做為。
2. 因應示範計畫營運資料蒐集與測試資訊公開，後續機關執行時，建議注意智慧營運監控平台資料之公開制度與適法性，兼顧資料管理與智財保護之責，初期可先作機關內部檢視，再視情況公布消費者掌握。
3. 後續推動機制上，應進一步就補助機制評估納入維修能量及車型尺寸之適宜性，亦視執行情形，持續進行滾動檢討，縮小柴油及電動大客車使用成本差距，進而提高電動大客車的競爭力。
4. 為達到示範計畫具體推動效益，後續可參考經濟部執行經驗，建立完整績效管考與防守機制，使其具有正面推動成效。
5. 考量未來公共運輸可能需要共用充電站，除充電標準與相關轉接頭之外，不同規格間之通訊應列入考慮，建議業者討論產業規格統一與配套，如充電介面標準化。
6. 除營運資料蒐集外，藉由補助計畫，可納入如交通壅塞、空氣品質監測等衍生數據蒐集，供交通部建立與累積相關數據，協助後續智慧交通之發展。
7. 自動駕駛發展勢在必行，後續可以公車智慧化及當前熱門的 ADAS 為基礎，擴大發展 V2X 車聯網，配合電動公車示範計畫申請，優先結合導入較高階的智慧化及自動化技術；另先在特定地區、限制車道或專用路權上開始運行自動駕駛車輛，逐步擴展運行空間範圍及產生各種多樣的應用情境。

8. 有關電動大客車自動駕駛後續發展考量，應用情境建構可參考各國(或地區)因應政策目標、社經情況以及市場差異所發展出之應用情境；實施場域選擇以模擬測試場域及封閉測試區為優先；技術研究發展運用市場上自駕開發平台，快速結合既有車輛和硬體系統，搭建適合國內交通環境所需的大客車自動駕駛系統，降低運輸業者與合作夥伴的研發門檻；訓練資料庫建立應考量異質資料來源特性及整合之議題；電動車輛營運須整體考量營運、法規以及補助等議題，尤其是妥善率及續航力問題；上路測試及試運行則可參考各國(或地區)經驗掌握執照核發、安全防護、技術問題、肇事責任釐清、保險賠償等議題，研擬國內具體作法。
9. 就法規制訂面，思考面向除因應自動駕駛車輛測試，也應考量納入未來正式上路議題，例如車輛審驗、資訊安全、交通管理、道安執法、肇事歸責、保險、產業研發、隱私保障等，法規的訂定應具有適應性、靈活性，以因應未來科技發展而有所調整。
10. 因應自駕車進行測試或實際上路，建議對於道路上行駛車輛標準、以及道路(含相關設施)規範應有所調整；未來對應測試計畫執行，可明定測試計畫之審核與監管事宜，要求測試廠商提出測試目的、地點及突發事件之因應對策，以確保測試期間的道路使用安全。

參考文獻

外文

1. 【EV バス】最新の EV バスの実証&導入状況，2018/02/19，https://ev.gogo.gs/news/detail/1517969036/
2. Abdulah, Aida. (2017). Putting electric buses at the core of public transport. Presentation, Civitas Forum, Torres Vedras, 27th Sep 2017. (http://civitas.eu/sites/default/files/3._putting_electric_buses_at_the_core_of_public_transport_-_a.abdulah.pdf,2017/10/23 擷取)
3. Aber, Judah. (2016). Electric Bus Analysis for New York City Transit. Columbia University. May 2016. http://www.columbia.edu/~ja3041/Electric%20Bus%20Analysis%20for%20NYC%20Transit%20by%20J%20Aber%20Columbia%20University%20-%20May%202016.pdf, last visited in 2018/8/10. Aber, Judah. (2016). Electric Bus Analysis for New York City Transit. Columbia University. May 2016. http://www.columbia.edu/~ja3041/Electric%20Bus%20Analysis%20for%20NYC%20Transit%20by%20J%20Aber%20Columbia%20University%20-%20May%202016.pdf, last visited in 2018/8/10.
4. Canis, Bill, and Mallet, William J. (2018). Buy America and the Electric Bus Market. Informing the Legislative debate since 1914. Congressional Research Service. 2018/8/6. https://fas.org/sgp/crs/misc/IF10941.pdf, last visited in 2018/11/12.
5. Christofa, Eleni, et al. (2017). Zero-Emission Transit Bus and Refueling Technologies and Deployment Status. December 2017. http://www.umasstransportationcenter.org/Document.asp?DocID=495, last visited in 2018/8/10.
6. D’ Appolonia S.p.A., Ramboll, and TM Leuven. (2016). Clean Transport - Support to the Member States for the Implementation of the Directive on the Deployment of Alternative Fuels Infrastructure Good Practice Examples（http://ec.europa.eu/transport/themes/urban/studies/doc/2016-01-alternative-fuels-implementation-good-practices.pdf,last visited in 2016/06/19）
7. D’Appolonia S.p.A., Ramboll, and TM Leuven. (2016). Clean Transport-Support to the Member States for the Implementation of the Directive on the Deployment of Alternative Fuels Infrastructure Good Practice Examples.

https://ec.europa.eu/transport/sites/transport/files/themes/urban/studies/doc/2016-01-alternative-fuels-implementation-good-practices.pdf, last visited in 2016/6/19.

8. ERTRAC (2017). European Roadmap Electrification of Road Transport. Status: Final for publication. 3rd Edition, version10. June 2017. EPOSS. http://egvi.eu/uploads/Modules/Publications/ertrac_electrificationroadmap 2017.pdf, last visited in 2017/11/2.
9. ERTRAC (2017). European Roadmap Electrification of Road Transport. Status: Final for publication. 3rd Edition, version10. June 2017. EPOSS. http://egvi.eu/uploads/Modules/Publications/ertrac_electrificationroadmap 2017.pdf, last visited in 2017/11/2.
10. EUROPEAN ALTERNATIVE FUELS OBSERVATORY, http://www.eafo.eu/content/buses, last visited in 2018/11/11.
11. Federal Transit Administration，Fiscal Year 2013-14 Low or No Emission Vehicle Deployment Program Project Selections。(http://www.fta.dot.gov/grants/15926_16268.html，2015)
12. Fred Lambert(2017),electrek,BYD delivers first massive 60-ft all-electric bus in the US: 275 miles range on 547 kWh battery pack(https://electrek.co/2017/05/04/byd-all-electric-bus/, last visited in 2017/11/4.)
13. Fred Silver，Best Practices: Deploying Low or No Emission Buses - Getting ready for the FTA Low or No Emission Vehicle Deployment Program，last visited in 2018/6/27.
14. Graphic News. (2018). Europe's Electric Bus Fleets. 04/25/2018. https://www.graphicnews.com/en/pages/37271/TRANSPORT-Europe%E2%80%99s-electric-bus-fleets, last visited in 2018/11/11.
15. Guida, Umberto. (2018). State of the European Battery Electric Buses. Presentation at the US ZEB Conference, 2018, 11-12 September 2018, Los Angeles. http://zebconference.com/wp-content/uploads/2018/04/3_Guida.pdf, last visited in 2018/11/11.
16. Hayes, Dan. (2016). The Low Emission Bus Showcase Seminar. Presentation at LCV2016, 15th Sep 2016. http://cenex-lcv.co.uk/2016/assets/downloads/lcv2016-presentations/seminar-dome/day2/daniel-hayes.pdf, accessed in 2016/10/31.
17. Iliou, Danny. (2018). All-Electric Bus Program. Presentation to AEC Advanced Energy Conference. March 2018. https://www.stonybrook.edu/commcms/aertc/conference2018/conference/presentations/Ilioiu_Dan_powerpoint.pdf, last visited in 2018/8/10.

18. InsideEVs.(https://insideevs.com/avta-to-become-nations-first-100-electric-bus-fleet-by-2018-up-to-85-byd-buses/, last visited in 2017/11/4.)

19. Leslie Eudy and Matthew Jeffers，Foothill Transit Agency Battery Electric Bus Progress Report，2018.05。
20. LowCVP (2015). Local Transport Authority Toolkit for Low Carbon Bus. A guide to encourage and increase local government interest in developing low carbon bus strategies. (http://www.lowcvp.org.uk/initiatives/lceb/local-policy.htm, accessed in 2015/09/06.)
21. Meyer, Gereon. (2017). European Roadmap Electrification of Road Transportation. Presentation, 8 March 2017. https://www.ertrac.org/uploads/images/5.%20Electrification%20Roadmap%20ERTRAC2017.pdf, last visited in 2018/11/12.
22. MTA(2017). Finance Committee Meeting, April 2017. Metropolitan Transportation Authority. http://web.mta.info/mta/news/books/pdf/180423_1215_Finance.pdf, last visited in 2018/8/10.
23. PROTERRA EV OVERVIEW DISCUSSION(https://www.naseo.org/Data/Sites/1/ev_naseo-presentation.pdf，last visited in 2018/07/24.)
24. Toyota Launches Production Model "Sora" FC Bus，2018/05/28，https://newsroom.toyota.co.jp/en/corporate/21863761.html，2018/07/23 擷取。
25. Transport for London，BUS FLEET AUDIT(2017)。(https://tfl.gov.uk/corporate/publications-and-reports/bus-fleet-data-and-audits, last visited in 2018/7/12)
26. US Department of Transportation ，Zero Emissions Bus Operators(https://cms.dot.gov/r2ze/fleets-zero-emission-buses-us-and-china, last visited in 2018/6/28.)
27. US Transportation Data Book Edition 32, Oakridge National Laboratory, 2013。
28. W. Kulyk, PE, Advanced Bus Concepts: Perspectives from FTA Programs, Director of Mobility Innovation, Federal Transit Administration, May, 2012。
29. W. Kulyk, PE, Advanced Bus Concepts: Perspectives from FTA Programs, Director of Mobility Innovation, Federal Transit Administration, May, 2012。

30. Westenskow, Alan. (2017). Current State Of Public Transit Funding Options For Electric Vehicles And Charging Systems. Proterra Presentation At The ApTA 2017 Sustainability & Multimodal Planning Workshop. August 9, 2017. https://www.apta.com/mc/sustainability/previous/2017sustainability/presentations/Presentations/Current%20State%20of%20Public%20Transit%20Funding%20Options%20for%20Electric%20Vehicles%20and%20Charging%20Systems%20-%20Alan%20Westenskow.pdf, last visited in 2018/8/10.
31. Westonskow, Alan. (2017). Proterra Battery Service Agreement Financing Product Overview. Presnetaton to Senate Banking Committee Roundtable "innovative Procurement Opportunities for Public Transportation." June 2, 2017. Proterra. https://www.alexandriava.gov/uploadedFiles/tes/oeq/info/DOC004.pdf, last visited in 2018/8/10.(3) https://files.nc.gov/ncdeq/Air%20Quality/motor/grants/files/VW/Web-comments/Transit-Related-Comments.pdf, last visited in 2018/8/11.
32. ZeEUS (2017). ZeEUS eBus Report #2. An updated overivew of electric buses in Europe. http://zeeus.eu/uploads/publications/documents/zeeus-report2017-2018-final.pdf, last visited in 2018/6/28.
33. ZeEUS (2018). Leaflets-ZeEUS Local Brochure Demo Series. 30.04.2018. http://zeeus.eu/uploads/publications/documents/zeeus-local-demo-brochures-mergedcompressed.pdf, last visited in 2018/8/14.
34. ZeEUS eBus Report(http://zeeus.eu/uploads/publications/documents/zeeus-ebus-report-internet.pdf, last visited in 2018/07/21.)
35. 日本國土交通省，「電動大客車導入指導手冊」。
36. 日本經濟新聞朝刊，2017/05/27，オリパラで「バス」も電気に　さいたまと池袋で新路線 (https://style.nikkei.com/article/DGXLASFB26H73_W7A420C1L72001?channel =DF220420167266, last visited in 2017/11/8.)
37. 西野浩介（2018）世界の自動車燃費規制の進展と電動化の展望。2018 年 3 月 15 日。財務総合政策研究所簡報。
38. 国土交通省(2012)電気バス導入ガイドライン。国土交通省都市局・自動車局，平成 24 年 6 月。 http://www.mlit.go.jp/common/000213732.pdf, last visited in 2018/4/9.
39. 国土交通省(2013)平成 25 年度低公害車普及促進対策費補助金(環境対応車の導入事業)制度一覧表(http://www.mlit.go.jp/common/000998816.pdf，2014/01/20 擷取)。

中文

1. 交通部運輸研究所(105 年)，公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查。
2. 中華民國公共汽車客運商業同業公會全國聯合會(107 年 6 月 14 日)，電動大客車運行經驗與發展趨勢高峰論壇會議手冊。
3. 朱高弘(107 年 7 月 5 日)，電動車輛充電簡介簡報資料。
4. FOURIN 中國汽車調查月報(2014-2017 各年)，中國分車種、車型月度汽車出廠匯總表。
5. FOURIN 中國汽車調查月報，2015 年 2 月號(No. 95)。
6. FOURIN 中國汽車調查月報，2016 年 12 月號(No.117)。
7. FOURIN 中國汽車調查月報，2016 年 2 月號(No. 107)。
8. FOURIN 中國汽車調查月報，2017 年 2 月號(No. 119)。
9. FOURIN 中國汽車調查月報，2018 年 2 月號(No. 131)。
10. FOURIN（2018）德國戴姆勒商用車：強化 CASE 研發，計畫量產電動車型，廂式車挺進共享出行領域，FOURIN 世界汽車調查月報，No.118，P54-55。
11. FOURIN（2018）沃爾沃集團：致力於電動、智能網聯、自動駕駛技術，與戴姆勒的合作引關注，FOURIN 世界汽車調查月報，No.118，P56-57。
12. 工信部(2016)大陆新能源汽车扶持政策体系。2016.12.14。(https://www.polyu.edu.hk/cee/MOVE2016/1-02-MENG.pdf, last visited 2017/6/22)。
13. 工信部（2018）「2018 年第 5 批推荐目录・新能源客车配套企业信息表」（5 月 22 日發布）。
14. 財政部、工業和信息化部、交通運輸部，《關於完善城市公車成品油價格補助政策 加快新能源汽車推廣應用的通知》。
15. 深圳市财政委员会深圳市交通运输委员会，《深圳市 2017 年新能源公車示範推廣期運營補貼辦法》。(http://www.sz.gov.cn/zfgb/2017/gb1007/201706/t20170612_6992333.htm，2018/06/15 擷取。)
16. 深圳市财政委员会深圳市交通运输委员会，《深圳市 2017 年新能源汽車推廣應用財政支持政策》。(http://www.sz.gov.cn/zfgb/2017/gb1016/201708/t20170816_8142020.htm，2018/06/15 擷取。)
17. 温蓓章(2015)＜借鏡英國公車車隊改造作法：創造公車改革的共效益面向＞。《經濟前瞻》162：108-112。

18. 溫蓓章等(2014)智慧電動車工業技術輔導推廣計畫—智慧電動車電動創新營運模式之研究：以電動大客車為例探討車電分離營運模式與補助政策。經濟部工業局 103 年度專案計畫期末研究報告。財團法人車輛研究測試中心受委託，中華經濟研究院執行。
19. 溫蓓章等(2015)智慧電動車產業輔導推廣計畫-以營運模式分析探討電動大客車技術發展藍圖。經濟部工業局 104 年度專業計畫期末研究報告。車輛中心受委託，中華經濟研究院執行。
20. 溫蓓章等(2016)智慧電動車產業輔導計畫-電動大客車創新採購階段性技術指標研訂。經濟部工業局 105 年度專案計畫期末研究報告。車輛研究測試中心委託，中華經濟研究院執行。
21. 溫蓓章等(2017)國際電動大客車產業發展與政策研析。經濟部工業局 106 年度專案計畫期末研究報告。財團法人車輛研究測試中心受委託，中華經濟研究院執行。
22. 溫蓓章（2017）國際大客車電動化推進概況。簡報。2017/10/24 發表於交通部運輸研究所。
23. 財政部、科技部、工信部、發展改革委，《關於調整完善新能源汽車推廣應用財政補貼政策的通知》附件「新能源汽車推廣補貼方案及產品技術要求」，財建[2018]18 號，2018/02/12，http://www.mof.gov.cn/mofhome/jinjijianshesi/zhengwuxinxi/zhengcefagui/201802/t20180213_2815574.html。
24. 財政部、科技部、工信部、發展改革委，《關於調整新能源汽車推廣應用財政補貼政策的通知》附件「新能源汽車推廣補貼方案及產品技術要求」，財建[2016]958 號，2016/12/30，http://www.mof.gov.cn/mofhome/jinjijianshesi/zhengwuxinxi/zhengcefagui/201802/t20180213_2815574.html。
25. 溫蓓章等(2018)智慧電動車產業輔導推廣計畫-國際電動車輛營運模式商機研析，經濟部工業局 107 年度專案計畫期末研究報告，財團法人車輛研究測試中心受委託，中華經濟研究院執行。
26. 深圳市 2018 年新能源汽車推廣應用財政支持政策，《深圳市 2018 年新能源汽車推廣應用財政支持政策》附件「2018 年新能源汽車推廣應用深圳市財政補貼標準」，2018/08/27 公告，http://www.szfb.gov.cn/xwzx/tzgg/201808/t20180829_14042248.htm，最後擷取 2018/11/05。
27. 深圳市交通運輸委員會(2017)《深圳市 2015 年-2019 年城市公車成品油價格補助及新能源運營補助辦法(試行)》政策解讀。2017-12-29。http://www.sztb.gov.cn/zwgk/xxgkml/zcfgjjd/zcjd/201801/t20180102_10635644.htm, last visited in 2018/10/5.

28. 深圳市 2018 年新能源汽車推廣應用財政支持政策》附件「2018 年新能源汽車推廣應用深圳市財政補貼標準」，2018/08/27 公告，http://www.szfb.gov.cn/xwzx/tzgg/201808/t20180829_14042248.htm，最後擷取 2018/11/05。
29. 車輛研究測試中心(2017 年 10 月)。「智慧車輛自動駕駛系統發展趨勢」。
30. 財團法人車輛研究測試中心(民國 106 年)。中興新村「智慧運輸－車聯網」示範場域規劃建置。交通部運輸研究所委託辦理。計畫編號:MOTC-IOT-105-IEB036。
31. 李夏新(2018 年 4 月 26 日)。台灣自動駕駛巴士發展現況。【Mobility Asia 2018】未來自駕車與車聯網應用研討會。
32. 鄭安凱(2018 年 7 月 6 日)。台灣自動駕駛巴士發展現況。2018 自動駕駛暨車用電子安規研討會。
33. 經濟部(2015 年)。智慧車載資通訊技術暨服務發展計畫。
34. 經濟部(2015 年)。V2V Mandate 產品與安心服務驗証場域計畫。
35. 財團法人工業技術研究院(民國 106 年)。我國智慧型運輸系統車路整合應用模式探討與先期模擬測試。交通部運輸研究所委託辦理。計畫編號: MOTC-IOT-105-IDB001。
36. 臺南市政府都市發展局(民國 106 年 12 月 28 日)。配合自駕車場域都市計畫變更完成。臺南市政府網站。檢自 http://ud.tainan.gov.tw/UPBUD_sys/NewsDetail?Id=c52e070f-9c99-4757-a534-10a550218a23 (July 18, 2018)。
37. 財團法人車輛安全審驗中心(民國 107 年 2 月)。智慧車輛法規技術諮詢與管理計畫(1/4)。交通部委託之專題研究成果報告(報告編號：MOTC-STAO-106-04)。臺北市：國家圖書館。
38. 李維斌(民國 106 年 11 月 6 日)。北士科自駕車實證場域計畫。臺北市政府資訊局簡報。
39. 楊安琪(2018 年 3 月 14 日)。從信義路到北士科實證場域，無人自駕巴士 EZ10 要跟交通號誌「溝通」。科技新報 TechNews。檢自 https://technews.tw/2018/03/14/ez10-v2i-test-is-held-at-autonomous-vehicle-test-field-of-beitou-shilin-technology-park/ (July 18, 2018)。
40. 財團法人車輛研究測試中心(2016 年)。國際自動駕駛測試場域介紹。檢自 https://www.artc.org.tw/chinese/03_service/03_02detail.aspx?pid=2977 (July 25, 2018)。
41. 楊安琪(2015 年 11 月 16 日)。福特無人自駕車搶先眾大廠，於美國密西根模擬城市進行測試。科技新報 TechNews。檢自 https://technews.tw/2015/11/16/ford-is-the-first-automaker-to-test-self-driving-cars-at-mcity/ (July 25, 2018)。

42. 國家智慧網聯汽車(上海)試點示範區 A NICE CITY。檢自 http://www.anicecity.org (July 18, 2018)。
43. 李玉忠(2017 年 10 月)。「智慧車輛自動駕駛系統發展趨勢」簡報資料。財團法人車輛測試研究中心。
44. 臺中市政府(民國 104 年 6 月)。變更臺中市都市計畫（水湳機場原址整體開發區）細部計畫書。
45. 劉朱松(2018 年 06 月 20 日)。自駕中巴台中花博試運行。工商時報。檢自 http://www.chinatimes.com/newspapers/20180620000355-260204 (July 23, 2018)。
46. 交通部(民國 107 年 4 月 25 日)。車輛安全檢測基準。中華民國 107 年 4 月 25 日交通部交路字第 10750036901 號令修正發布。
47. 鄒鎮陽。自駕車法制的十字路口—論台灣當前自駕車立法方向與展望（台灣）。理慈國際科技法律事務所。2018 年 3 月 20 日。檢自 https://www.leetsai.com/ (July 18, 2018)。
48. 范仁志(September 5, 2017)。日本宅配事業危機 盼以 IT 科技解決。DIGITIMES。檢自 https://www.digitimes.com.tw/iot/ (July 24, 2018)。
49. 曾志超(2017 年 10 月 3 日)。發展自駕車法規應先行。國家政策研究基金會。檢自 https://www.npf.org.tw/1/17477 (July 24, 20118)。
50. 謝汶均編譯(2018 年 4 月 1 日)。日本擬讓車主擔責 加速自駕車商業化。聯合新聞網。檢自 https://udn.com/news/story/11316/3063233 (July 24, 2018)。
51. 藍立晴(2018 年 4 月 12 日)。中國釋出新規則 下月開始各省可展開自駕車道路測試。YAHOO 奇摩匯流新聞網。檢自 https://tw.news.yahoo.com/ (July 24, 2018)。
52. 台灣車聯網產業協會(2012 年 11 月 5 日)。營業大客車車載機產業標準(1.61 版本)。
53. 經濟部工業局，智慧電動車工業技術輔導推廣計畫—智慧電動車電能創新營運模式之研究：以電動大客車為例探討車電分離營運模式與補助政策規劃，2014。
54. 電動公車營運指標、財務效益分析與發展策略之研究，賴文泰，運輸計劃季刊第 46 卷第 4 期，106 年 12 月。
55. 財團法人車輛安全審驗中心車安通訊季刊，第 106-1 期。

附件一 調度場站與供電估算表

客運業者	縣市	行政區	地號或座標	面積 (m^2)	核定車數	預估供電容量	日間尖峰負載	夜間離峰負載(2 小時充滿電)	夜間離峰負載(5 小時充滿電)
光華巴士	臺北市	士林區	中洲段 785、786、787、788 地號	2,050	31	6,820	744	3,720	1,860
光華巴士	新北市	汐止區	北山段 270、272 地號	4,034	61	13,420	1,464	7,320	3,660
光華巴士	臺北市	內湖區	潭美街 557 號東側	4,490	68	14,960	1,632	8,160	4,080
光華巴士	臺北市	士林區	延平北路 6 段 410 號	3,092	46	10,120	1,104	5,520	2,760
光華巴士	臺北市	士林區	陽明段四小段 200-7 號	3,607	54	11,880	1,296	6,480	3,240
光華巴士	臺北市	士林區	東山路 110 巷 2 號對面	2,985	45	9,900	1,080	5,400	2,700
首都客運	新北市	蘆洲區	中山段 893、894、895、896、897 地號	4,641	70	15,400	1,680	8,400	4,200
首都客運	臺北市	內湖區	舊宗段 18 地號	5,190	78	17,160	1,872	9,360	4,680
首都客運	臺北市	南港區	向陽段 27-2 地號	2,192	33	7,260	792	3,960	1,980
首都客運	臺北市	南港區	南港段 1 小段 935-3、936、937-2 地號	1,983	30	6,600	720	3,600	1,800
首都客運	臺北市	南港區	向陽段 9 地號	2,022	30	6,600	720	3,600	1,800
首都客運	臺北市	內湖區	安康段 15-1 地號	2,581	39	8,580	936	4,680	2,340
首都客運	臺北市	內湖區	安康段 7-1 地號	1,681	25	5,500	600	3,000	1,500
首都客運	臺北市	士林區	中洲段 798、799、800、801 地號	3,275	49	10,780	1,176	5,880	2,940
東南客運	臺北市	內湖區	舊宗段 34-5 地號	12,239	22	4,840	528	2,640	1,320
東南客運	臺北市	內湖區	舊宗段 34、34-7 地號	1,168	42	9,240	1,008	5,040	2,520
東南客運	臺北市	內湖區	安康段 0005-0005 地號	935	12	2,640	288	1,440	720
東南客運	臺北市	文山區	萬美街一段 17 號	264	4	880	96	480	240
東南客運	臺北市	文山區	富德段 3 小段 295-4 地號	3,757	56	12,320	1,344	6,720	3,360

客運業者	縣市	行政區	地號或座標	面積 (m^2)	核定車數	預估供電容量	日間尖峰負載	夜間離峰負載(2 小時充滿電)	夜間離峰負載(5 小時充滿電)
東南客運	臺北市	信義區	信義段 5 小段 3 地號	1,464	21	4,620	504	2,520	1,260
臺北客運	臺北市	松山區	濱江段 1 小段 401、402、402-2 地號	3,497	52	11,440	1,248	6,240	3,120
大都會客運	臺北市	北投區	紗帽路 143 號	2,512	31	6,820	744	3,720	1,860
大都會客運	臺北市	信義區	松山路 654 號	5,597	73	16,060	1,752	8,760	4,380
大都會客運	臺北市	信義區	松德路 300 號	5,280	67	14,740	1,608	8,040	4,020
大都會客運	臺北市	信義區	和平東路 3 段 530 巷	2,975	48	10,560	1,152	5,760	2,880
大都會客運	臺北市	萬華區	萬大路底與環河南路 3 段與堤外停車場	2,249	34	7,480	816	4,080	2,040
大都會客運	臺北市	文山區	萬美街 1 段 17 號	4,825	61	13,420	1,464	7,320	3,660
大都會客運	臺北市	內湖區	康樂街 210 號對面(忠三街交叉口)	2,910	44	9,680	1,056	5,280	2,640
大都會客運	臺北市	南港區	舊莊街 1 段 199 巷 16 弄 12 號	3,869	50	11,000	1,200	6,000	3,000
大都會客運	臺北市	中山區	民族東路松江路口	2,777	41	9,020	984	4,920	2,460
大都會客運	臺北市	北投區	石牌路 2 段 115 號	2,443	34	7,480	816	4,080	2,040
大都會客運	臺北市	信義區	吳興街 497 號	1,090	19	4,180	456	2,280	1,140
大都會客運	臺北市	南港區	研究院路 3 段 50 號	3,343	25	5,500	600	3,000	1,500
大都會客運	臺北市	內湖區	民權東路 6 段 11 巷 6 號	18,387	65	14,300	1,560	7,800	3,900
大都會客運	臺北市	南港區	25.038991,121.623514	4,353	47	10,340	1,128	5,640	2,820
欣欣客運	臺北市	文山區	萬隆段二小段 606、607-1、613 及 614 地號	1,855	46	10,120	1,104	5,520	2,760
欣欣客運	臺北市	文山區	富德段三小段 284、287、288、289、293、294 及 310 地號	9,643	62	13,640	1,488	7,440	3,720

客運業者	縣市	行政區	地號或座標	面積 (m^2)	核定車數	預估供電容量	日間尖峰負載	夜間離峰負載(2 小時充滿電)	夜間離峰負載(5 小時充滿電)
欣欣客運	臺北市	文山區	萬慶段二小段 924-3、924-4、926-4、929-4 地號	1,964	49	10,780	1,176	5,880	2,940
欣欣客運	臺北市	萬華區	華江段二小段 453 地號	3,928	45	9,900	1,080	5,400	2,700
三重客運	臺北市	南港區	向陽段 013-4 及 013-7 地號	1,896	28	6,160	672	3,360	1,680
三重客運	臺北市	南港區	南港段三小段 52-3、53、53-10 地號	1,718	26	5,720	624	3,120	1,560
大都會客運	臺北市	士林區	陽明段 711、712 地號	1,587	23	5,060	552	2,760	1,380
大南汽車	臺北市	北投區	關渡段一小段 376-1、379-1 地號	4,949	74	16,280	1,776	8,880	4,440
大南汽車	臺北市	北投區	秀山段二小段 1022 地號	6,902	104	22,880	2,496	12,480	6,240
大南汽車	臺北市	士林區	陽明段四小段 711 地號	13,615	46	10,120	1,104	5,520	2,760
大南汽車	臺北市	內湖區	舊宗段 16-8 地號	9,073	52	11,440	1,248	6,240	3,120
新北客運	臺北市	士林區	延平北路 6 段 410 號	3,092	6	1,320	144	720	360
指南客運	臺北市	文山區	木柵路 5 段 64 號	3,620	40	8,800	960	4,800	2,400
指南客運	臺北市	文山區	木柵路 5 段 110 號	4,979	68	14,960	1,632	8,160	4,080
指南客運	臺北市	淡水區	淡海路 245 號	1,656	25	5,500	600	3,000	1,500
指南客運	臺北市	信義區	和平東路 3 段	2,876	25	5,500	600	3,000	1,500
大有巴士	臺北市	南港區	"大豐段三小段	3,634	55	12,100	1,320	6,600	3,300
大有巴士	臺北市	南港區	9、10、11、12、13 地號"	6,639	100	22,000	2,400	12,000	6,000
光華巴士	臺北市	中山區	"中南段 5 小段	1,690	25	5,500	600	3,000	1,500
首都客運	臺北市	士林區	447 地號"	13,615	74	16,280	1,776	8,880	4,440
臺北客運	臺北市	士林區	樂群三路臨一號	13,615	46	10,120	1,104	5,520	2,760

客運業者	縣市	行政區	地號或座標	面積 (m^2)	核定車數	預估供電容量	日間尖峰負載	夜間離峰負載(2 小時充滿電)	夜間離峰負載(5 小時充滿電)
大南汽車	新北市	土城區	陽明段 711、712 地號	2,792	42	9,240	1,008	5,040	2,520
新店客運	新北市	新店區	陽明段 711、712 地號	12,786	186	40,920	4,464	22,320	11,160
新店客運(新店站)	新北市	新店區	石門段 740 地號	10,392	112	24,640	2,688	13,440	6,720
新店客運(錦繡站)	新北市	新店區	安康路 3 段 567 號	13,120	186	40,920	4,464	22,320	11,160
新店客運(坪林站)	新北市	坪林區	183、184、190、191、192	1,040	7	1,540	168	840	420
光華巴士	新北市	土城區	錦繡段 770、772、774、799、803、804、958、959、960、963、964、967、968、969、975	3,466	57	12,540	1,368	6,840	3,420
光華巴士	新北市	汐止區	20、17-3、17-23、17-24	4,034	61	13,420	1,464	7,320	3,660
首都客運	新北市	汐止區	土城區安和段 130、130-1 號	3,140	47	10,340	1,128	5,640	2,820
首都客運	新北市	汐止區	新北市汐止區北山段 270、272 地號	5,033	76	16,720	1,824	9,120	4,560
大都會客運	新北市	中和區	環河段 38 地號	4,679	54	11,880	1,296	6,480	3,240
大都會客運	新北市	蘆洲區	北山段 1116 地號	4,601	54	11,880	1,296	6,480	3,240
臺北客運	新北市	板橋區	中山路 2 段 378 號	3,580	54	11,880	1,296	6,480	3,240
臺北客運	新北市	板橋區	中山二路 301-1 號	5,390	81	17,820	1,944	9,720	4,860
皇家客運	新北市	萬里區	永翠段 36、37 地號	6,639	100	22,000	2,400	12,000	6,000
大都會客運	新北市	新莊區	和平段 967 地號、信義段 325 地號	3,788	21	4,620	504	2,520	1,260
大都會客運	新北市	新莊區	大鵬段 40 地號	6,474	98	21,560	2,352	11,760	5,880

客運業者	縣市	行政區	地號或座標	面積 (m^2)	核定車數	預估供電容量	日間尖峰負載	夜間離峰負載(2 小時充滿電)	夜間離峰負載(5 小時充滿電)
大都會客運	新北市	林口區	新北大道 4 段 348 號	1,665	45	9,900	1,080	5,400	2,700
大都會客運	新北市	蘆洲區	25.055981,121.440753	4,598	69	15,180	1,656	8,280	4,140
欣欣客運	新北市	深坑區	25.080385,121.368906	9,223	139	30,580	3,336	16,680	8,340
欣欣客運	新北市	中和區	25.078165,121.469148	2,789	48	10,560	1,152	5,760	2,880
欣欣客運	新北市	新店區	永安段 284、285、230、231 地號	3,636	55	12,100	1,320	6,600	3,300
三重客運	新北市	土城區	橫路段 323、323-1、323-2、355、475 地號	5,012	42	9,240	1,008	5,040	2,520
三重客運	新北市	泰山區	寶元段 7 地號	3,505	53	11,660	1,272	6,360	3,180
三重客運	新北市	五股區	員和段 384、388 地號	4,562	37	8,140	888	4,440	2,220
三重客運	新北市	新莊區	太山段一小段 681、682 地號	7,934	45	9,900	1,080	5,400	2,700
三重客運	新北市	新莊區	五股坑段五股坑小段 516-4 地號	2,380	20	4,400	480	2,400	1,200
三重客運	新北市	蘆洲區	建國段 213 地號	5,053	76	16,720	1,824	9,120	4,560
三重客運	新北市	蘆洲區	安泰段 0851 地號	3,371	51	11,220	1,224	6,120	3,060
三重客運	新北市	樹林區	正義段 004、104、105 地號	1,983	22	4,840	528	2,640	1,320
三重客運	新北市	五股區	正義段 147、147-1、148、149、159 地號	2,713	45	9,900	1,080	5,400	2,700
三重客運	新北市	淡水區	樹林區山仔腳小段 371、348、349、423(1/3)地號	5,375	70	15,400	1,680	8,400	4,200
三重客運	新北市	八里區	五股區五股坑段五股坑小段 575-3 地號	2,764	70	15,400	1,680	8,400	4,200
指南客運	新北市	新店區	淡水鎮望高樓段 535、536、537、537-1、538、611、612 地號	3,500	64	14,080	1,536	7,680	3,840

客運業者	縣市	行政區	地號或座標	面積 (m^2)	核定車數	預估供電容量	日間尖峰負載	夜間離峰負載(2 小時充滿電)	夜間離峰負載(5 小時充滿電)
指南客運	新北市	新店區	八里區下罟子段長通坑口小段 31-4 號	2,975	38	8,360	912	4,560	2,280
指南客運	新北市	樹林區	安業街 4 號	4,970	82	18,040	1,968	9,840	4,920
指南客運	新北市	淡水區	錦秀路 1 號	1,798	34	7,480	816	4,080	2,040
指南客運	新北市	淡水區	新興段 621.624 號	2,882	28	6,160	672	3,360	1,680
指南客運	新北市	淡水區	淡海段 27 號	1,625	23	5,060	552	2,760	1,380
指南客運	新北市	新店區	淡水區望高樓段 568、568-2、637-1、638-1、638-2、639-2	1,765	26	5,720	624	3,120	1,560
臺北客運	新北市	中和區	淡水區望高樓段 636、637、638 等 3 筆地號	2,709	41	9,020	984	4,920	2,460
三重客運	新北市	林口區	新店區錦繡段 249、266 及 267 地號	4,001	60	13,200	1,440	7,200	3,600
欣欣客運	新北市	汐止區	中坑段(無此段??)牛埔小段 0037 地號	2,266	37	8,140	888	4,440	2,220
淡水客運	新北市	淡水區	25.08,121.38	4,870	10	2,200	240	1,200	600
淡水客運	新北市	淡水區	社后段社后下小段 4-6 地號	2,738	40	8,800	960	4,800	2,400
淡水客運	新北市	淡水區	崁頂三路 149 號	12,156	121	26,620	2,904	14,520	7,260
淡水客運	新北市	八里區	淡海段 25 號	4,627	35	7,700	840	4,200	2,100
淡水客運	新北市	三芝站	新興段 781.782.545 號	1,190	15	3,300	360	1,800	900
指南客運	新北市	士林區	下罟子段下罟子小段第 24-7 地號(部分)、第 24-12 地號(無此段??)	1,851	9	1,980	216	1,080	540
大有巴士	新北市	泰山區	三芝區基隆段埔頭坑 55-2 地號	3,068	46	10,120	1,104	5,520	2,760
中興巴士	新北市	汐止區	故宮路 7 巷 14 號	3,606	67	14,740	1,608	8,040	4,020

客運業者	縣市	行政區	地號或座標	面積 (m^2)	核定車數	預估供電容量	日間尖峰負載	夜間離峰負載(2 小時充滿電)	夜間離峰負載(5 小時充滿電)
中興巴士	新北市	蘆洲區	泰山段一小段 749、749-2、750、750-2 地號	6,939	57	12,540	1,368	6,840	3,420
中興巴士	新北市	泰山區	汐止區長安段 655、663、664、669、675、677、678、681、685、689、703、718、729 等 13 筆地號之 31/32 持分	3,147	37	8,140	888	4,440	2,220
基隆市公車管理處	新北市	瑞芳區	新北市蘆洲區中山段 989-1、900、900-1、901、901-1、908、908-1 等 7 筆	1,517	11	2,420	264	1,320	660
桃園客運	新北市	三峽區	泰山路 33 號	2,294	36	7,920	864	4,320	2,160
三重客運	桃園市	龜山區	新北市瑞芳區粗坑口路 12 號	4,017	69	15,180	1,656	8,280	4,140
三重客運	桃園市	龜山區	新北市三峽區礁溪段 232-1、232-16 地號	2,386	36	7,920	864	4,320	2,160
三重客運	桃園市	龜山區	桃園市龜山區華亞段 118 地號	2,386	36	7,920	864	4,320	2,160
桃園客運	桃園市	大園區	龜山區龍華段 1165 地號	520	26	5,720	624	3,120	1,560
桃園客運	桃園市	桃園區	龍華段 1165 地號	4,526	70	15,400	1,680	8,400	4,200
桃園客運	桃園市	桃園區	竹圍段海口小段 3869 之 1 建號之建築基地地號	4,628	72	15,840	1,728	8,640	4,320
桃園客運	桃園市	大園區	桃園市桃園區大樹林段 2107、2108、2109 地號	5,964	92	20,240	2,208	11,040	5,520
桃園客運	桃園市	大園區	桃園市桃園區大樹林段 2097 地號	2,069	33	7,260	792	3,960	1,980
桃園客運	桃園市	龍潭區	桃園市大園區橫山段尖山小段 8-0 地號等 2 筆	3,045	48	10,560	1,152	5,760	2,880
桃園客運	桃園市	觀音區	桃園市大園區竹圍段海口小段 41-2 地號等 6 筆	2,711	42	9,240	1,008	5,040	2,520
桃園客運	桃園市	新屋區	桃園市龍潭區黃泥塘段 443-13 地號	1,964	32	7,040	768	3,840	1,920
桃園客運	桃園市	大溪區	桃園市觀音區觀新段 1061 至 1064 地號等 4 筆	4,350	68	14,960	1,632	8,160	4,080

客運業者	縣市	行政區	地號或座標	面積 (m^2)	核定車數	預估供電容量	日間尖峰負載	夜間離峰負載(2 小時充滿電)	夜間離峰負載(5 小時充滿電)
桃園客運	桃園市	平鎮區	桃園市新屋區中興段 333 地號	1,365	18	3,960	432	2,160	1,080
桃園客運	桃園市	平鎮區	桃園市大溪區田心子段下田心子小段 289-19 地號	3,246	34	7,480	816	4,080	2,040
桃園客運	桃園市	八德區	桃園市平鎮區廣仁段 253、255 地號	7,055	110	24,200	2,640	13,200	6,600
中壢客運	桃園市	桃園區	桃園市平鎮區北興段 435、435-3 地號	4,747	43	9,460	1,032	5,160	2,580
捷順交通	桃園市	蘆竹區	桃園市八德區新宵理段 735 地號	7,036	229	50,380	5,496	27,480	13,740
指南客運	桃園市	桃園區	大樹林段 2093 號	4,959	70	15,400	1,680	8,400	4,200
統聯客運	桃園市	桃園區	南青段 506、507、543 及 544 地號	1,235	15	3,300	360	1,800	900
統聯客運	桃園市	大園區	大樹林段 9-9 地號	4,130	35	7,700	840	4,200	2,100
統聯客運	桃園市	大溪區	桃園市桃園區大樹林段 2094 地號	1,712	25	5,500	600	3,000	1,500
新竹客運	桃園市	楊梅區	桃園市大園區橫山段湳子小段 355、355-1 地號	2,879	25	5,500	600	3,000	1,500
新竹客運	桃園市	龍潭區	桃園市大溪區松樹段 147 地號	740	11	2,420	264	1,320	660
興南客運	臺南市	佳里區	二重溪段 7、7-32、7-42 地號	4,130	51	11,220	1,224	6,120	3,060
興南客運	臺南市	南區	黃龍段 1025、1125、1127 地號	18,308	100	22,000	2,400	12,000	6,000
興南客運	臺南市	麻豆區	建南段 1087 及 1089	522	12	2,640	288	1,440	720
興南客運	臺南市	玉井區	鹽埕段 3083 及 3084	3,566	42	9,240	1,008	5,040	2,520
興南客運	臺南市	學甲區	東角段 538	756	17	3,740	408	2,040	1,020
新營客運	臺南市	新營區	芒子芒段 231-12	8,647	120	26,400	2,880	14,400	7,200
府城客運	臺南市	北區	慈濟段 878.879.880.881.882.883.884.885.886	6,180	90	19,800	2,160	10,800	5,400

客運業者	縣市	行政區	地號或座標	面積 (m^2)	核定車數	預估供電容量	日間尖峰負載	夜間離峰負載(2小時充滿電)	夜間離峰負載(5小時充滿電)
府城客運	臺南市	仁德區	"新卯舍段	860	13	2,860	312	1,560	780
府城客運	臺南市	安南區	1078、1079"	966	12	2,640	288	1,440	720
府城客運	臺南市	安平區	臺南市北區公園南路 152 巷 30 弄 46 號	1,770	13	2,860	312	1,560	780
四方客運	臺南市	安平區	"臺南市仁德區崁腳北段	101	9	1,980	216	1,080	540
統聯客運	高雄市	苓雅區	1260、1261 地號及 1267-1 地號部分"	6,868	79	17,380	1,896	9,480	4,740
統聯客運	高雄市	前鎮區	"臺南市安南區長和段	5,177	59	12,980	1,416	7,080	3,540
東南客運	高雄市	鳳山區	595-2、595-28 地號"	12,239	145	31,900	3,480	17,400	8,700
東南客運	高雄市	苓雅區	臺南市安平區漁光段 880、895、897 地號	1,168	10	2,200	240	1,200	600
港都客運	高雄市	楠梓區	育平七街 72 號	13,983	140	30,800	3,360	16,800	8,400
港都客運	高雄市	左營區	衛武段 81 地號	2,167	30	6,600	720	3,600	1,800
港都客運	高雄市	前鎮區	瑞隆段二小段 2-2 地號	2,522	26	5,720	624	3,120	1,560
港都客運	高雄市	小港區	建軍段 175-4 號	7,956	87	19,140	2,088	10,440	5,220
南台灣客運	高雄市	仁武區	衛武段 0081-0000 號	8,926	90	19,800	2,160	10,800	5,400
南台灣客運	高雄市	仁武區	加昌段 0943-0000	9,061	84	18,480	2,016	10,080	5,040
漢程客運	高雄市	三民區	興隆段 0737-0005、0737-0010、0742-0001、0743-0001、0743-0003、0747-0001、0737-0004	12,956	97	21,340	2,328	11,640	5,820
義大客運	高雄市	大樹區	新生段 1677-0000	1,309	152	33,440	3,648	18,240	9,120
府城客運	高雄市	茄萣區	港和段 0040-0000、0044-0001、0045-0000、0046-0000、0048-0004、0052-0006	1,237	10	2,200	240	1,200	600

客運業者	縣市	行政區	地號或座標	面積 (m^2)	核定車數	預估供電容量	日間尖峰負載	夜間離峰負載(2 小時充滿電)	夜間離峰負載(5 小時充滿電)
高雄客運(林園站)	高雄市	林園區	高楠公路 95 號	2,613	88	19,360	2,112	10,560	5,280
高雄客運(六龜站)	高雄市	六龜區	善德段 447、448、449 停車場	1,939	47	10,340	1,128	5,640	2,820

附件二 國內電動大客車廠及零組件技術單位交流紀錄

電動大客車製造車廠參訪記錄

採購案編號：MOTC-IOT-107-IEB017

採購案標的名稱：我國電動大客車推動策略規劃與自動輔助駕駛技術導入初探

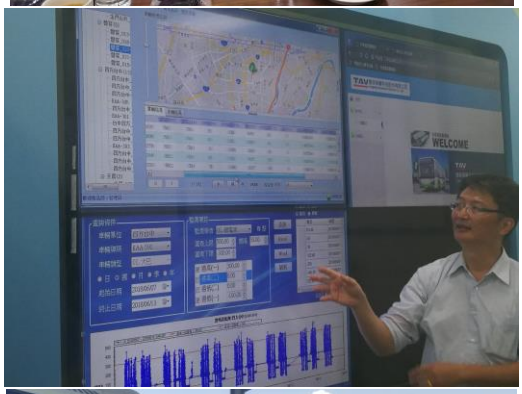
時間	參訪單位	出席單位
107 年 6 月 11 日 (星期一)	順益汽車股份有限公司	交通部次長、路政司、公路總局、車安中心、金屬中心、運研所、鼎漢
	華德動能科技股份有限公司	
107 年 6 月 13 日 (星期三)	總盈汽車股份有限公司	交通部次長、路政司、公路總局、車安中心、金屬中心、運研所、鼎漢
	唐榮車輛科技股份有限公司	
107 年 6 月 29 日 (星期五)	凱勝綠能科技股份有限公司	運研所、鼎漢

一、參訪照片













二、參訪議題與回覆如後簡報



交通部 祁文中 常務次長 一行參訪流程

- 順益在台灣概況說明
- 議題座談
- 建議事項
- 工廠參觀
- Q & A



一、順益在台灣概況說明

一、順益關係企業簡介

- 創立時間：1947年(目前關係企業員工數：2,881人)
- 創業初期以進口汽車相關零件及銷售為主要業務
- 台灣《中華徵信所》經濟產業報告：

  台灣前10大貿易集團No.5
- 連續26年(1992～2017)

  台灣3.49噸(含)以上商用車

  市場銷售No.1





一、順益關係企業簡介

◆核心競爭力：

(1)台灣唯一可以提供全方位服務的公司



(2)台灣最多及最完備商用車據點

通路	營業	服務
乘用車	57	49
3.49t貨車	33	71
3.49t以上 貨車&巴士	33	24
Total	67	71

一、順益關係企業簡介

◆主要代理/經銷產品：

車輛類

品牌	主要產品
FUSO	日本三菱FUSO各式貨車及大客車
Mercedes-Benz	德國賓士 ACTROS重型商用車系列 德國賓士 O500大客車系列
FOTON	中國AUMARK小型/中型貨車系列
MITSUBISHI MOTORS	日本三菱各式轎車及休旅車
中華汽車	臺灣中華汽車各式轎車、休旅車

產業類

品牌	主要產品
三菱重工	日本三菱重工引擎、發電機、冷凍機、大客車冷氣及重工產品
JXTG能源	日本JXTG潤滑油脂產品
JOHN DEERE	美國JOHNDEERE柴油引擎
STAMFORD AvK	英國STAMFORD及德國AVK發電機頭
JOST	德國JOST曳引車第五輪

一、順益關係企業簡介

◆集團成員：

國際貿易	順益貿易(股)公司	◆ 產品代理、進出口貿易業務、關係企業管理協調作業。 ◆ 持續榮獲貿易進出口優異獎勵近30年的國際性企業。
銷售推展售後服務	裕益汽車(股)公司	◆ FUSO、M-BENZ ACTROS/O500銷售推展及售後服務。 ◆ J.D. Power 乘用車2014年台灣客戶滿意度調查No.1。 ◆ 天下雜誌2018年2000大服務業：104名，汽車類：14名。
	順益汽車(股)公司	◆ MITSUBISHI MOTORS 各式轎車銷售推展及售後服務 ◆ 天下雜誌2018年2000大服務業：184名，汽車類：20名。
	安德順企業(股)公司	◆ 各式汽、柴油引擎，汽、柴油發電機，發電機頭等及相關之售後服務及零件銷售業務。
	安爾富企業(股)公司	◆ 順心優質車商聯盟(Car ok)，各式優質中古車經營，全省直營保修通路連鎖服務。
	台灣戴姆勒亞洲商車(股)公司	◆ 與戴姆勒集團合資設立，順益 49%，日本三菱FUSO 51%。 ◆ 負責FUSO車輛及零件在台灣總代理業務推展。

一、順益關係企業簡介

◆集團成員：

生產製造	健益汽車工業(股)公司	◆ M-BENZ ACTROS組裝、各式車體及特種車，巴士冷氣，曳引車第五輪 ◆ 天下雜誌2018年2000大製造業：1231名，汽車/零件類：60名。
	順益車輛工業(股)公司	◆ FUSO重型貨車/曳引車/大客車、Mercedes-Benz大客車組裝 ◆ 與戴姆勒集團合資設立，順益 66.6%，日本FUSO 33.4%。
全方位服務	順益租賃(股)公司	◆ 各式車輛(商用車/乘用車)相關租賃用車業務。
	聯晟汽車(股)公司	◆ 各式車輛(商用車/乘用車)相關分期貸款業務。
	順益財產保險代理人(股)公司	◆ 各式車輛(商用車/乘用車)相關保險代理業務。
社會回饋	財團法人林迺翁文教基金會	◆ 1985年，社會回饋/本土文化/公益/文藝活動推展。
	順益台灣原住民博物館	◆ 1994年，文化保存相關事務。
	台北市私立天鵝堡幼兒園	◆ 2006年，教育推展相關事務。

一、順益關係企業簡介　◆完整的商用車陣容：

區分	小型貨車	中型貨車	大型貨車	重型貨車	曳引車	觀光巴士
FUSO		 	 			
	3.49t 150ps 2,500mm 2,800mm 3,400mm	6.5t (BU) 150ps 2,800mm 175ps 3,400mm 3,850mm 7.5t 150ps 2,800mm 6.9 / 7.7t 175ps 3,400mm 3,850mm 8.0t 175ps 3,400mm 3,850mm 8.55t (BU) 175ps 3,400mm 3,850mm	10.4t(BU) 240ps 3,810mm 4,570mm 4,870mm 5,540mm 11.0t 240ps 3,810mm 4,570mm 4,870mm 5,540mm 15.6t 270ps 4,280mm 17.0t 270ps 5,080mm 5,850mm 6,080mm	21.5t 360ps 4,520mm 25.0t 401ps 6,030mm 24.0t(BU) 360ps 5,520mm 26.0t 401ps 6,530mm	35.0t 360ps 401ps 3,160mm 43.0t 455ps 4,520mm	5.5t 150ps 3,995mm 16.1t(底盤車) 247ps 278ps 6,000mm 16.1t(完成車) 278ps 5,800mm
FOTON						
	3.49t 141ps 2,800mm 3,360mm	6.4 / 6.9t 152ps 3,360mm 7.9t 152ps 3,360mm 3,800mm 8.5t 152ps 3,360mm 3,800mm				
Mercedes-Benz						
				26.0t 449ps 510ps 6,850mm	35.0t 421ps 3,300mm 449ps 3,600mm 43.0t 449ps 510ps 3,900mm 4,650mm	17t(底盤車) 428ps 6,000mm 17t(完成車) 428ps 6,000mm

一、順益關係企業簡介

◆深耕台灣通路：

■ 台灣最多直營商用車 營業&服務據點：

廠牌	銷售據點	服務據點
FUSO / MB	33	24 / 71(sLDT)
TOYOTA/HINO	17	17
ISUZU	9	6
UD	4	4
SCANIA	4	10
VOLVO	5	5
DAF	4	6
IVECO	1	1

❖ 韓系DAEWOO巴士主要為客運業，KIA/HYUNDAI小型貨車以經銷及委託民間一般維修廠代工為主。

❖ 陸系車及台灣組裝車服務主要委託民間一般維修廠代工。

預定新增及遷移據點



一、順益關係企業簡介

◆深耕台灣通路：

- 台灣最多直營商用車 營業據點&人員。

區分		據點數	人員數
商用車	貨車 & 巴士	33	268
乘用車	轎車 & 休旅車	57	286



- 台灣最多直營商用車 服務據點&人員。

區分		據點數	修車位數	人員數
商用車	貨車&巴士	24 (sLDT 71)	586	489
乘用車	轎車 & 休旅車	49	863	460

❖ 裕益汽車擁有近500名的商用車技師，其中一半以上擁有專業技師執照。

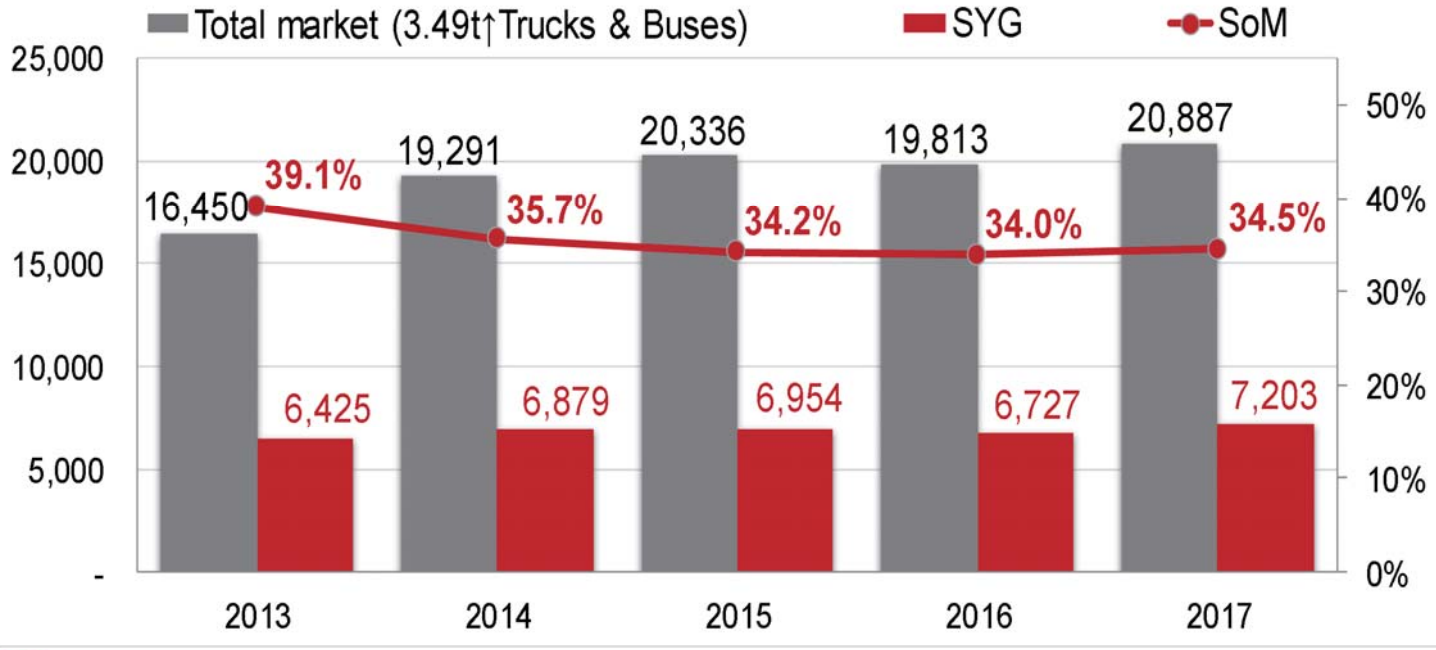
- 365天全年無休服務，原廠零件充足供應。

區分	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年
零件供應率	95.70%	96.50%	96.70%	96.20%	95.90%	95.20%	95.30%

一、順益關係企業簡介

◆我們的努力與肯定：

- 台灣3.49噸(含)以上商用車市場連續26年(1992～2017)銷售No.1



一、順益關係企業簡介

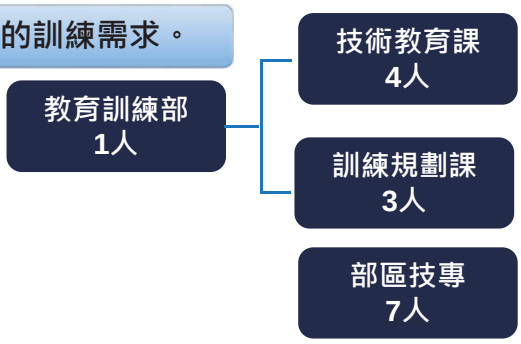
◆我們的努力與肯定：專業教育訓練-訓練部門組織&專業講師群

部區：全省分七大部區，每區配置技術專員一人提供客戶端車輛技術支援。

- 業界唯一編制經由公司內部及原廠專業訓練之專業技術專員
- 需取得職業聯結車(大客車)駕照並經原廠實施駕駛訓練
- 需取得原廠駕駛訓練講師認證及定期接受原廠回訓(例：新車型和新技術)

總公司：教育訓練部配置內部講師四人，滿足客戶端大型講習的訓練需求。

- 內部講師均有豐富的服務廠維修經驗
- 內部講師均是由FUSO及MB原廠授權講師進行訓練及認證
- 三人具有聯結車(大客車)職業駕照；一人具有大客車駕照



一、順益關係企業簡介

◆我們的努力與肯定：專業教育訓練-企業內部人才培育&人員專業能力提升

- 加強營業/服務專業訓練：
  - 提升技師專業知識/診斷能力
  - 加強營業人員專業知識/銷售技巧
  - 新進人員招募(產學訓合作)入職前訓練
- 2013～2018/5年累計總訓練人次及時數：

區分	營業	服務
人次	1,261	3,902
總人時	8,001	53,122









一、順益關係企業簡介

◆我們的努力與肯定：專業教育訓練-原廠技術訓練課程與認證

- 原廠講師來台授課。
- 派種子講師前往國外受訓(新加坡、印尼、日本..等)。

※2013～2018/5年累計總訓練人次及時數：

區分	營業	服務
人次	340	611
總人時	2,316	3,470









一、順益關係企業簡介

◆我們的努力與肯定：專業教育訓練-客戶車輛講習及駕駛訓練

交車時:

司機端車輛駕駛操作說明

- ◆儀表操作講講
- ◆車輛功能介紹
- ◆安全駕駛說明

交車後依客戶需求辦理

1. **動態課程:**
   駕駛訓練(業界唯一編制由專業技術專員實施)
2. **靜態課程:**
   - ◆日常車輛檢查及保養說明(底盤、車體、功能性說明)
   - ◆機械常識及後排氣處理系統說明(DPF、SCR)
   - ◆故障碼判讀及簡易故障排除
   - ◆經濟駕駛(省油駕駛)及防禦駕駛(安全駕駛)說明

※2013～2018/5年累計總訓練人次及時數：

區分	訓練總人次	總人時
靜態駕駛講習	7,922	4,360
動態道路駕駛	624	2,558






一、順益關係企業簡介

◆我們的努力與肯定：人才培育-產學合作、專案技師招募(高中職44間及大學6間)

高中職						大學
大成商工	立志中學	協和高中	海山高工	台南高工	陽明工商	台北科技大學
大明高中	光啟高中	岡山農工	高英工商	協志工商	慈幼工商	台北城市科大
大慶商工	光復高中	東海高中	啟英高中	桃園農工	達德商工	亞東技術學院
大興高中	成功工商	東勢高工	培德工家	華德工家	僑泰高中	虎尾科技大學
中山工商	西螺農工	花蓮高工	惇敘高中	永平工商	嘉陽高中	南開科技大學
中正高工	沙鹿高工	青年高中	鹿港高中	協志高職	嘉義高工	高苑科技大學
世界高中	育德工家	屏東高工	曾文農工	泰山高中	旗山農工	
開南商工	羅東高工					







一、順益關係企業簡介

◆我們的努力與肯定：獲獎紀錄

頒獎單位	獲獎單位
優良納稅人獎	創辦人林迺翁先生
優良商人獎	創辦人林迺翁先生
行政院文建會文馨獎	創辦人林迺翁先生
金商獎服務業職業訓練績優單位獎	裕益汽車股份有限公司
行政院文建會第五屆文馨獎	順益台灣原住民博物館
美國通用動力C4系統公司感謝狀	裕益汽車股份有限公司
進出口績效優異獎	順益貿易股份有限公司
台北市開立統一發票績優營業人表揚	順益車輛工業股份有限公司
財政部開立統一發票績優營業人表揚	順益貿易股份有限公司



一、順益關係企業簡介

◆我們的努力與肯定：原廠肯定

獲獎時間	獲獎事蹟
2009/08/05	2009 FUSO AWARD FOR MARKET SHARE
2009/08/05	2009 FUSO AWARD FOR QUICK PQR
2011/02/24	2011 FUSO AWARD FOR SPECIAL ACHIEVEMENT
2013/03/25	2013 FUSO AWARD FOR MARKET SHARE
2013/03/25	2013 FUSO AWRAD FOR BEST PARTS SALES
2013/11/20	FUSO AWARD FOR MARKET SHARE 2013 Nov.
2013/12/06	TRUCK ASIA TOS AWARDS 2013 SAFETY









一、順益關係企業簡介

◆我們的努力與肯定：社會責任：「取之社會、用之社會」

- 《財團法人林迺翁文教基金會》，推展本土文化藝術及公益/文藝活動。
- 《順益台灣原住民博物館》中華民國第一座私人民族學博物館，台灣原住民和本土藝術文化的推展和研究。
- 《天鵝堡幼兒園》幼兒教育推展。

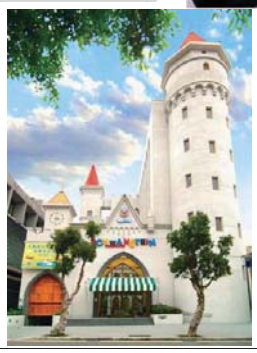
















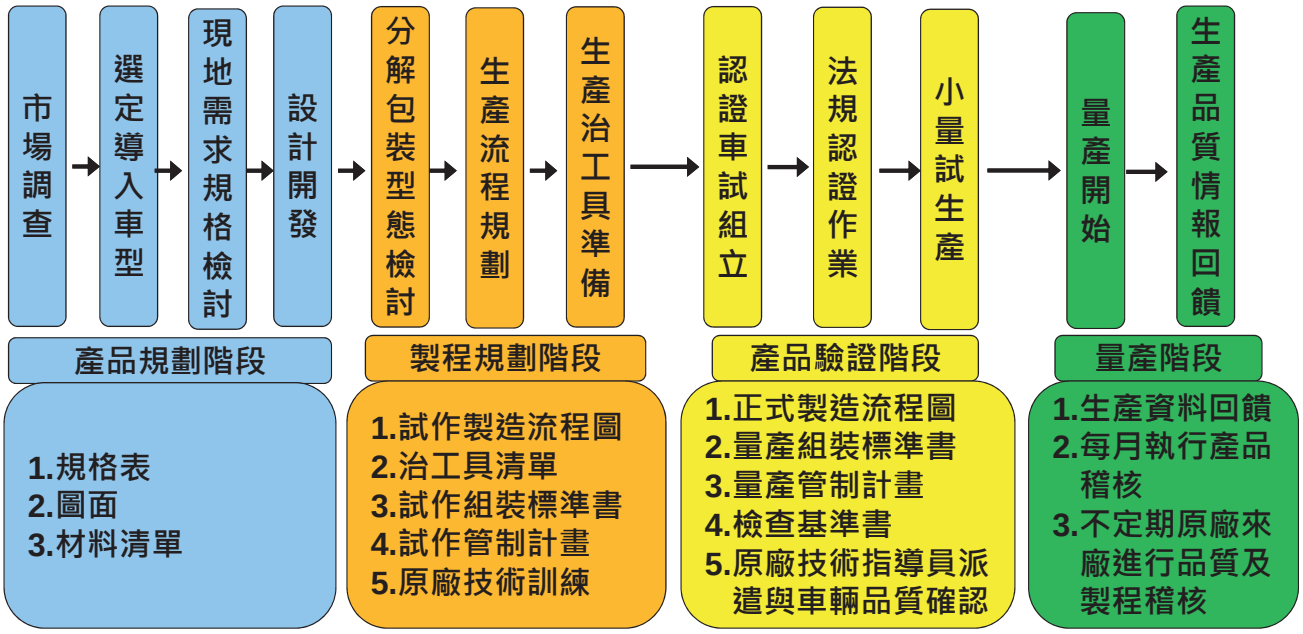
二、議題座談：

1. 原廠在設計開發車型時之程序為何?

   取得國外技術原廠授權組裝底盤車/完成車，原廠如何進行要求，生產之車輛原廠如何進行驗證確認品質符合規範?

二、議題座談-1：

◆巴士底盤開發導入程序：



二、議題座談-1：

◆戴姆勒賓士原廠製程控管、品質保證：

以Mercedes-Benz大客車底盤結合車體打造之品質控管為例

※車體廠須取得Quality-Gates認證才能使用Mercedes-Benz大客車底盤進行車體打造架裝。

Quality Gates C

評估車身與底盤之間結合面的設計以及是否符合車體打造指示書的概念，主要為設計圖面的審核。

Quality Gates B

車體和底盤的調整，評估車身底盤結合面的焊接質量，材料的運用等，重點為圖面與實際打造是否一致。

Quality Gates A

評估整個車輛的適用性，安全性以及是否符合車體打造的指示。

二、議題座談-1：

◆國際品質認證：

ISO 9001及ISO/TS 16949





二、議題座談-1：

◆順益車輛一貫化產線式生產車體：

治具定位分件組立



六面體結合工程



骨架全焊工程



外板點焊,溶接,組立



塗裝工程



全車配線工程



內部艤裝工程



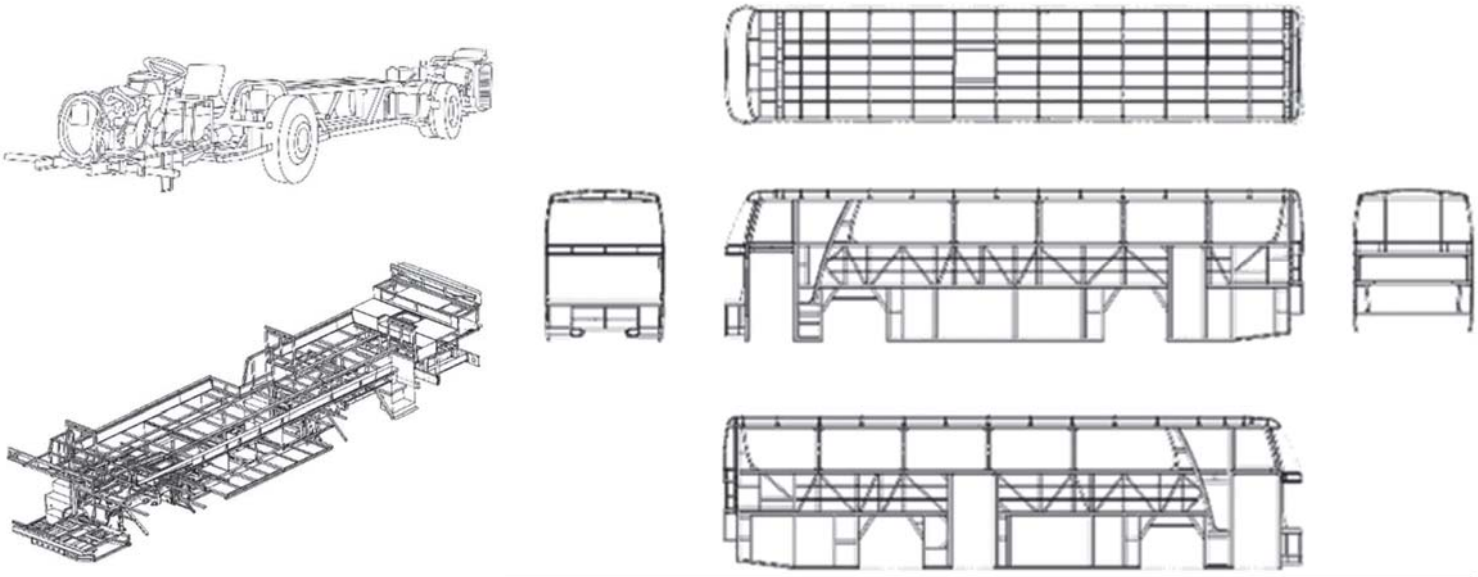
品管檢查、漏水試驗



二、議題座談-1：

◆順益車輛一貫化產線式生產車體組裝流程：

使用大型治具輔助製造之車身六面體構造



二、議題座談-1：

◆治具標準化生產線骨架組立製程：



全新製作可調整生產多種車型治具



二、議題座談-1：

◆治具標準化生產線骨架組立製程：



全台唯一高精度巴士車身六面體組立治具



二、議題座談-1：

◆安全標準化電氣配線作業：



防脫落端子膠盒



模組化保險絲盒

優　點

- 整體化電路設計
- 使用標準電氣防脫落接頭確保連接品質
- 電線附加保護管
- 模組化保險絲盒安全性高體積小

二、議題座談-1：

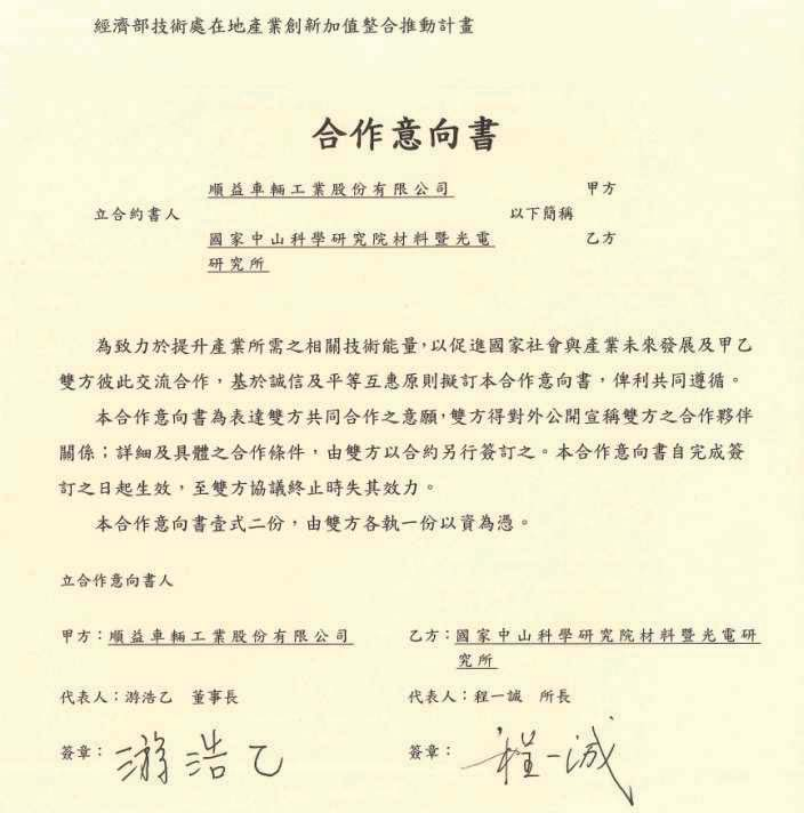
◆國內專業研發機構技術合作：

經濟部技術部在地產業

創新加值整合計畫

※2017年10月31日

『順益車輛工業』與『國家中山科學研究院材料暨光電研究所』簽訂合作意向書，將針對大客車相關輕量化及安全性進行合作。



經濟部技術處在地產業創新加值整合推動計畫

合作意向書

立合約書人　順益車輛工業股份有限公司　甲方　以下簡稱

國家中山科學研究院材料暨光電研究所　乙方

為致力於提升產業所需之相關技術能量，以促進國家社會與產業未來發展及甲乙雙方彼此交流合作，基於誠信及平等互惠原則擬訂本合作意向書，俾利共同遵循。

本合作意向書為表達雙方共同合作之意願，雙方得對外公開宣稱雙方之合作夥伴關係；詳細及具體之合作條件，由雙方以合約另行簽訂之。本合作意向書自完成簽訂之日起生效，至雙方協議終止時失其效力。

本合作意向書壹式二份，由雙方各執一份以資為憑。

立合作意向書人

甲方：順益車輛工業股份有限公司　乙方：國家中山科學研究院材料暨光電研究所

代表人：游浩乙　董事長　代表人：程一誠　所長

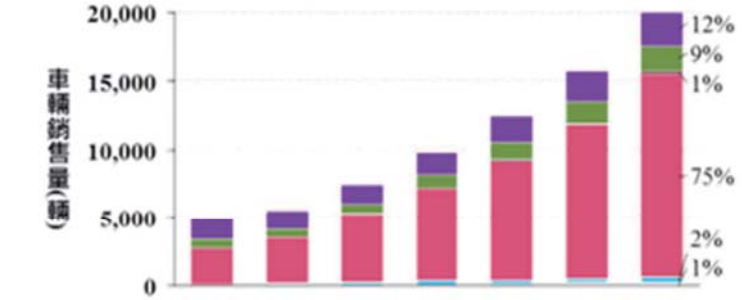
簽章：游浩乙　簽章：程一誠

二、議題座談：

2. 一般傳統燃油大客車之車廠，如何對應2030年市區公車電動化之政策，國外原廠有無意願投入國內市場生產電動大客車?

二、議題座談-2：

◆全球電動巴士區域市場概況：



	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
北美	1,536	1,301	1,360	1,653	1,950	2,187	2,423
西歐	650	650	708	945	1,241	1,653	1,831
東歐	-	-	59	59	59	59	178
亞太地區	2,623	3,427	5,023	6,795	8,805	11,343	14,949
拉丁美洲	97	118	236	355	355	355	473
中東及非洲	-	-	-	-	59	119	119
合計	4,906	5,555	7,386	9,807	12,528	15,835	20,091

資料來源：PikeResearch.（2012）- Hybrid, Battery Electric, Plug-In Hybrid, and Fuel Cell Buses:Global Market Analysis and Forecasts for Heavy Duty and Medium Duty Segments；台經院彙整與重製

二、議題座談-2：

◆全球電動巴士區域市場概況：

歐美客車業者重視妥善率與安全性；中國大陸業者強調豐富導入經驗伴隨強力政策推動成最大市場

- Volvo：HEV出貨為主，統一車型搭配不同技術因應不同運輸用途所需
- New Flyer: 美國當地巴士第一大業者；仰賴多元化電池供應提高性價比
- Hino: 與Toyota合作緊密，同樣以混合動力技術優先投入



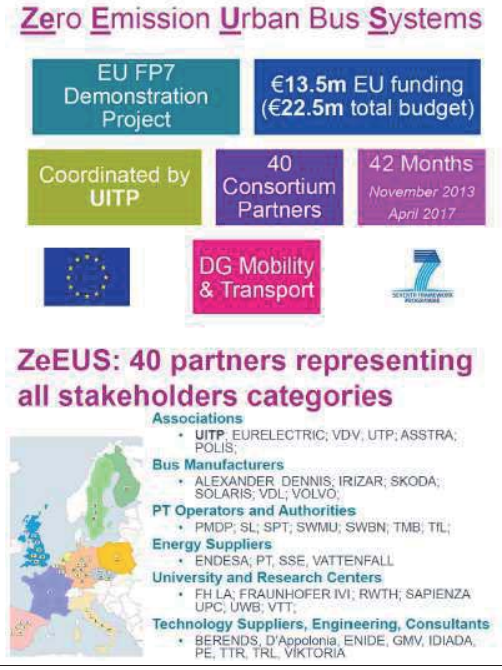
二、議題座談-2：

◆歐美日電動巴士業者產品及電池技術：

車廠品牌	分類	型號	電池供應廠商	電池技術	電容量kWh
Volvo	HEV Bus	7700, 7900, B5LH	A123萬向	LIB	4.8
	HEV Bus	Nova Bus 475LFS	PEVE	NiMH	2.57
New Flyer	HEV Bus	DE40LF, DE60LF	PEVE	NiMH	6.27
	BEV Bus	XE40	MHI	LIB	300
New Flyer-GILLIG	HEV Bus	EP40	PEVE	NMH	20.6
	HEV Bus	EP40(2014版)	EnerDel	LIB	22
Alison	HEV Bus	EP40, EP50	PEVE	NiMH	2.57
	HEV Bus	EP40, EP50 (2015版)	EnerDel	LIB	2.57
Alexander Dennis	HEV Bus	250H, 350H, 400H, 500H	A123萬向	LIB	32
Daimler-Orion	HEV Bus	V2	A123萬向	LIB	
Daimler-Mercedes Benz	HEV Bus	Citaro G	A123萬向	LIB	19.4
Daimler-Thomas Bult	HEV Bus	Saf-T Liner	HVE	LIB	1.9
Hino-Selega	HEV Bus		PEVE	NiMH	1.78
Hino-Blue Ribbon City	HEV Bus		PEVE	NiMH	6.27
Navistar	HEV Bus	PB10500	Valence	LIB	3.9
	PHEV Bus	IC Bus LLC	Valence	LIB	10.1
Isuzu	HEV Bus	ERGA QQG-LV234L3	HVE	LIB	3.9
Smith	BEV Bus	Edison MiniBus	A123萬向	LIB	51
PROTERRA	BEV Bus	EcoRide BE35	AltairNano	LIB	90
	BEV Bus	All New 40	Toshiba	LIB	108
Solaris	BEV Bus	Urbino12	EnerDel	LIB	210
	BEV Bus	Urbino18	EnerDel	LIB	90
Hyundai	BEV Bus	Elec city	EnerDel	LIB	95

二、議題座談-2：

◆歐洲跨國示範巴士運行專案ZeEUS：



表、ZeEUS 計畫示範運行國家、城市

國家	城市	導入車種	導入數量(輛)
瑞典	斯德哥爾摩	插電式混合動力巴士 (Plug-in)	8
英國	格拉斯哥		4
	倫敦		4
德國	波昂	純電動巴士	4
	明斯特		5
捷克	皮爾森		2
西班牙	巴塞隆納		4
義大利	卡拉里	規劃中	

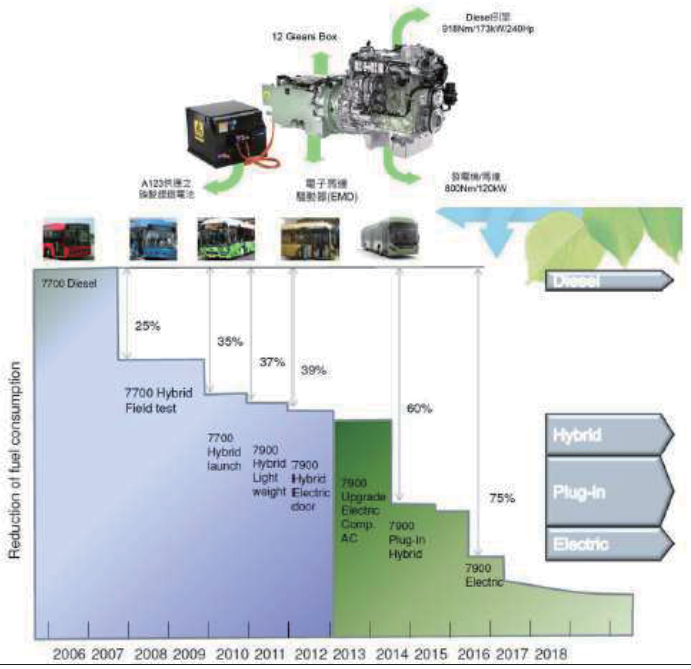


二、議題座談-2：

◆歐系品牌對應概況：VOLVO

- 集團在 “7900”系列中擁有HEV巴士和PHEV巴士陣容
  - “7900 Hybrid“自2010年推出以來已售出超過2000台。此外，與上汽在中國的合資企業
- 建立公司(申沃)並生產HEV巴士。
- 與ABB合作開發巴士快速充電系統，並在盧森堡啟動示範項目
- 2015年，示範項目作為“ZeEUS”的一部分在德國，瑞典等地啟動，2016年擴大至比利時，盧森堡等國運營。

已分別接到來自丹麥及挪威的訂單，將在2019年作為公車上路營運



二、議題座談-2：

◆歐系品牌對應概況：

SCANIA CITYWIDE LF

2017年8月上路實測，以6輛電動巴士測試行駛14公里里程的公車路線。

2018年2月完成測試。

2017年有報導指出將於2018上市銷售。



VDL THE E-WORKER

歐洲主要電動巴士生產廠商之一，電動巴士產品於2017年接獲Connexxion多達100台的訂單。





二、議題座談-2：

◆美系廠牌對應概況：

- 以公共運輸、校車等用途為主
- 包括加州洛杉磯郡大都會交通局、紐約長灘島等地方政府因推動電動汽車引入作為政府主導的環境政策的一部分，如洛杉磯郡目標為實現2030年公交大巴100%電動化的目標
- 2014年下半年以來市場開始出現，主要有北美本地公交公司New Flyer和中國BYD間競爭，2014年比亞迪也宣布至加州設廠
- 電動汽車公共汽車的市場推廣政策: 根據“低排放車輛計劃”的支持措施進行預測，持續到2020年。

比亞迪於美國洛杉磯交付車輛投入公共交通運輸服務



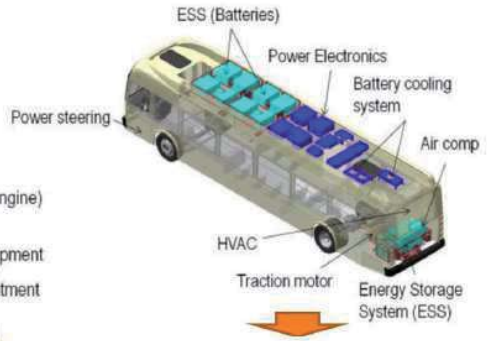
二、議題座談-2：

◆美系廠牌對應概況：New Flyer

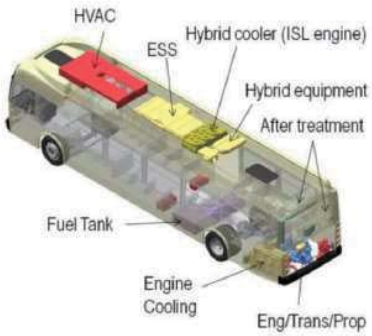
New Flyer：美國當地巴士第一大業者；仰賴多元化電池供應提高性價比

NEW FLYER

Battery-Electric



Hybrid-Electric





二、議題座談-2：

◆日系廠牌對應概況：

- 主導推廣政策: 地域交通綠化工程(支持EV卡車·公共汽車價格1/2以上)
- 主導推廣政策: “加快推進卡車和客車的先進環境項目” (主要為促進廠商間合作與規範示範運行)
- 目標: 預計到2020年，HEV / EV / FC卡車和客車的年銷量達65000輛，佔大型車輛總銷量的6%，包括Hino、Fuso等正考慮恢復HEV巴士產品線，搭配2020年舉辦東京奧運會。
- 地方自治體: 市政府推動電動汽車卡車和客車普及的措施也在增加
  - 秋田市 “秋田EV巴士示範財團”
  - 五十鈴 “ERGA Mio”在 “大阪府的示範
  - 京都市 “京都市汽車環境計劃（2011-2020）
  - 東京都港區示範項目: Toshiba
- 在日本，充電基礎設施的維護延遲和成本高仍為問題。

二、議題座談-2：

◆日系廠牌對應概況：FUSO、HINO、ISUZU

車型：PONCHO

「PONCHO」為日本唯一的輕型低入口電動巴士，已運行於日本東京墨田區 / 羽村市及石川縣小松市。



FUSO Hybrid巴士



車型：SORA

2018年3月，TOYOTA的燃料電池巴士於東京都上路營運。



二、議題座談-2：

◆德國賓士對應概況：氫燃料電池巴士(Fuel cell Electric Bus)

- 優點：行駛噪音小，無廢氣排放，動力系統設計容易，能源使用效率較佳，低轉速高扭力輸出特性(適合市區大客車)，續航力較純電動大客車優異，燃料補充較快速，傳動效率佳。
- 缺點：車輛妥善率較低，氫氣充填站設置不易，車身安全性較差(因有高壓鋼瓶 700bar 以上)，車輛成本及加氫設備成本高。



Mercedes-Benz-Citaro燃料電池大客車	
功率輸出	燃料電池：250千瓦 電動機：205千瓦
扭力	-
0-100公里	
最高速度	80公里/小時
範圍	200公里

二、議題座談-2：

◆德國賓士對應概況：電動巴士Citaro

以Citaro單層巴士為基礎，打造純電原型車(Citaro Electric prototype)，這款車已經完成道路測試以及在北極圈以及美國內華達山脈通過了車輛的耐候測試。

這款全新純電巴士將會在本月德國登場，邀請全球代理商及媒體參加事前發表。並在九月的德國漢諾威商務汽車展(IAA Commercial Vehicles)正式發表，且不久之後就會真正步入量產階段！而在設計方面，這款純電大巴將會配有模組化鋰鐵電池組，且由後軸上的電動馬達負責動力輸出。

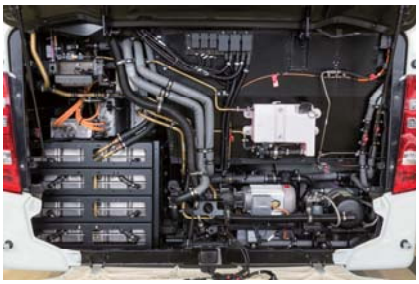
而所謂的模組化就是指未來電池組可在不同尺碼的車身上直接應用而不受車輛型號影響。再者，這款純電巴士的另一項特色就是搭載了獨特的熱能管理系統，其可有效監控車輛的駕駛狀態以及恆溫空調系統以避免能源過度浪費，能有效讓車輛持續更長的行駛里程。





二、議題座談-2：

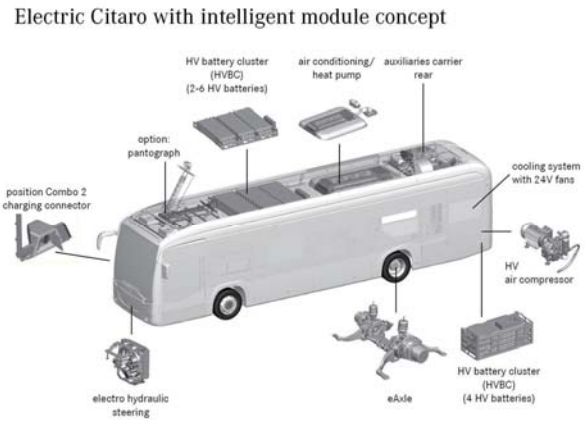
◆德國賓士對應概況：電動巴士Citaro Cell







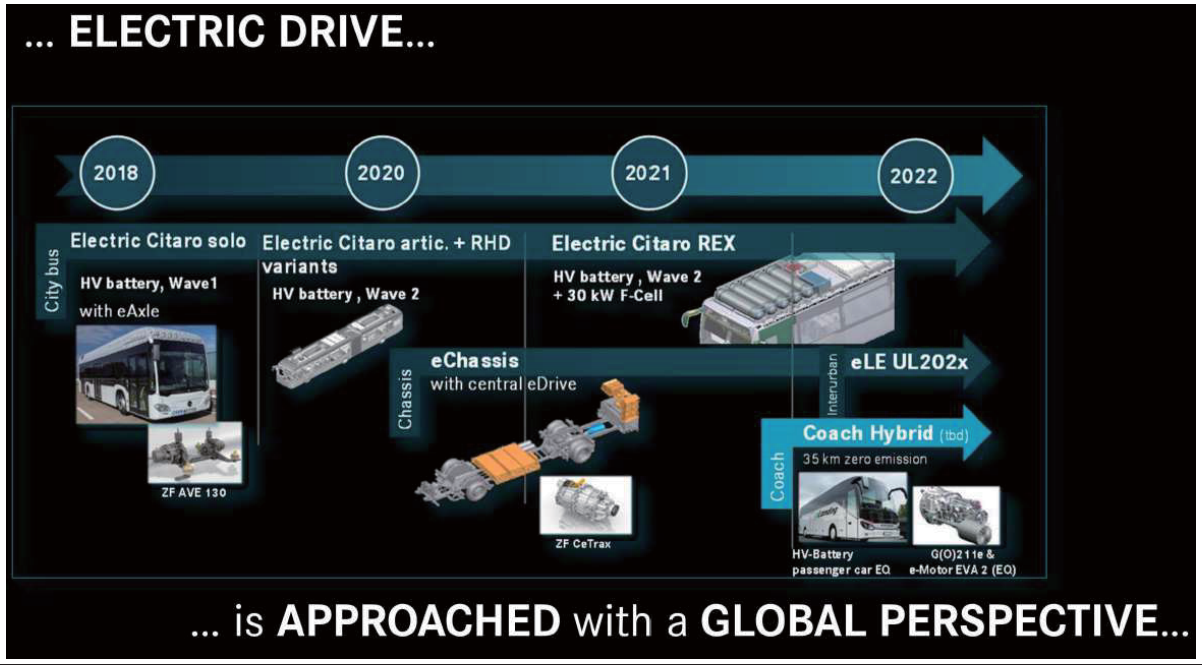




- **Mercedes-Benz總裁Dieter Zetsche 表示，2018年底， Citaro E-Cell 即會量產上市**
- **接受德國Hamburger Hochbahn AG公司20輛純電池電動巴士訂單，預計於2018年底交付2台車輛。**

二、議題座談-2：

◆德國賓士對應概況：電動巴士開發時間軸





三、建議事項：

法規制定效率化

- 目前台灣法規的公布日期與實施日期太短，而國內車輛開發業者在法規對應上大都仰賴國外技術母廠協助，但因對應時間太短，對業者在車輛開發上有很大的壓力，且車輛使用者也沒有足夠的時間調整經營策略，對運輸產業有負面影響。
- 例如：「小型車駕照由3.5噸提升至5噸」與「710.行車視野輔助裝置」等法案。

車輛製造廠評核制度化

- 近年來台灣國內新成立的車輛製造廠，因部份廠商採取短線操作，工廠設置簡陋軟硬體設備不佳，製程無一定之標準規範，製造工法落後未達一定水平，造成車輛品質一致性不佳。
- 部份業者為降低經營成本，加以不願大規模投資，欠缺完善的售後服務體系，以致讓外界對整體交通運輸產業產生負面觀感。

三、建議事項：

法規制定效率化

- 目前台灣實施的車輛型式安全審驗，已逐步與歐盟、日本等多數先進國家調和，但相關法規之推動項目/時程仍易受外界輿論(媒體/民代)而影響原規劃之時程，致業者對應及車輛使用者遵循及經營規劃充滿阻礙。例如：「小型車駕照由3.5噸提升至5噸」與「710.行車視野輔助裝置」等法案。
- 在市場規模小變動因素大，現況要業者自主對應法規尚有困難度，仍需由國外技術母廠協助對應，為現況台灣業者及車輛使用者雙贏的最佳作法，法規實施的功效才能合預期設定的目標。

車輛製造廠評核制度化

- 近年來台灣國內新成立的車輛製造廠，因部份廠商採取短線操作，工廠設置簡陋軟硬體設備不佳，製程無一定之標準規範，製造工法落後未達一定水平，造成車輛品質一致性不佳。
- 並在經營成本問題及市場規模等因素考量下，欠缺完善的售後服務體系建立，以致讓外界產生對整體交通運輸產業的負面觀感及經營質疑等問題。





THANK YOU

RAC Electric Vehicles Inc.

Powering the Car of Tomorrow

電動大客車車廠
參訪座談議題



TAIWAN EXCELLENCE 2013

電動大客車車廠參訪座談議題--車輛生產製造技術

車輛規格	請提供如附件一之車輛規格表。	附件: 車輛規格表
車輛生產研發程序	上述車型設計開發程序為何？	附件:車輛自主設計能力簡介
	請介紹現況車輛製造流程及方式。(包含國外進口、部件國內生產及整車組裝等等)	附件:華德生產與製程能量
	電動大客車各總成/部件參考附件二，請說明哪些為自主研發、國外進口或國內合作生產等方式，以及各部件相關廠牌。	附件:外部採購－外購零組件
	請介紹現況生產規模。(包含人力、廠房設備及產能)	附件:華德生產與製程能量
國外原廠技術授權內容與合作模式	若為國外原廠授權，其授權內容為何？與原廠之合作模式為何？原廠如何提供技術轉移或協助？	華德為台灣唯一交通部車安中心核准「自主開發設計」電動巴士廠
國內關鍵組件國產化	請介紹車輛中哪些為國產零部件	附件:外部採購－外購零組件
	關鍵零組件(電池、電機、電控)使用國產件之可行性，現況電動大客車國產化過程，哪些部件之產業需要政府協助輔導？	附件:關鍵系統與零組件

2

電動大客車車廠參訪座談議題--車輛性能

性能設計	車輛性能規格之設計考量為何？(如電池容量) 設計車款時是否設定行駛國內何種環境？(如低速市區、高速國快速道路或山區爬坡路段)	1.電池能量:在不需要中退充電的情況下，滿足客運業者一天至少200公里的里程數。 2.電池功率:滿足車輛性能規格中，加速及爬坡時所需要的功率。 3.主馬達轉速:滿足車輛性能規格中的最高時速。 4.主馬達轉矩:滿足車輛性能規格中的爬坡能力
車輛適用環境與營運方式	請說明車輛最適營運方式。(包含車隊規模、行駛里程、調度及充電方式等)	1.台灣地形多變，因此車輛設計時並不設定只能行駛於特定道路。 2.充電方式:採夜間離峰時一般速度充電
	電池使用建議保留多少殘餘電量？ 若到達保留電量臨界值車輛將如何反應？ 車輛使用後正常電池衰退表現為何？ 若實際使用衰退程度嚴重，其可能原因為何？	1.建議10%，實際運用時依電池品牌而異。 2.電量低於警戒值時，將出現警告訊息，電量低於危險值時，將對車輛限制動力。 3.電池的衰退會依車輛的使用情況及充電狀況而異。 4.電池的衰退嚴重，主要可能的原因有，過度放電、過度充電及工作溫度超過規定範圍。
	電動大客車最適駕駛行為與柴油車有否不同？若為不同如何協助客運業者訓練駕駛？	附件:教育與培訓計劃
	充電站建置位置、配置方式及數量(充電機與車輛比)之建議？以往協助客運業者建置充電站遭遇之問題。	附件:充電場站規劃 附件:充電(站)遭遇問題與建議
業者使用經驗與數據蒐集	請提供如附件三之客運業者使用數據表。 如何監測管理售出之車輛？可監測項目有哪些？ 有無數據監測平台進行即時管理及數據蒐集？ 若公部門設計管理平台，車輛數據可否自動接入蒐集？	附件: 天眼後台管理系統 附件: 後台管理系統升級規劃
自動輔助駕駛技術發展與整合	車輛出廠標準配備哪些輔助駕駛功能？出廠可否選配其他功能？ 有否建議除現有法規要求外，哪些項目自動輔助駕駛建議可列為標準配備？ 若非出廠配備，出廠後外加有無系統整合之問題？	1.車道偏移，人車防撞預警，速限警示，車距警示功能 2.先進緊急制動系統(Advanced emergency braking)，酒精鎖車裝置輔助系統(Alcohol interlock installation facilitation)，疲勞檢測及注視感知系統(Drowsiness and attention detection)，事件(事故)資料記錄系統(Event (accident) data recorder)，車道保持輔助系統(Lane keeping assist)

3

電動大客車車廠參訪座談議題--銷售、保固與後勤保養支援

銷售方式與實績	車輛、電池及充電機為購買或租用方式？	附件:統包式維護保用方案
	國內銷售車輛數。	附件: 台灣電動巴士市占率第一
	充電站建置如何提供支援協助？	附件: 場站建置要求 附件:充電場站規劃
保固內容	請說明整車及各部件保固範圍、年期及內容。	1.電機馬達、電控、動力電池(維持全載有效續航力200 Km以上)，及其他各系統及設(施)備，自全數車輛完成領牌之日次日起保固6年。 2.保固期間內接到電話或書面通知後24小時內，完成故障排除或檢修，至維持裝備正常使用為止。
	電池保固內若未達保證殘餘電量，如何協助業者處理？(如更換全新電池)	以達到有效續航為標準,方式得以「維修」,「抽換組件」,「整組更新」為之。
後勤保養	請介紹全台維修保養之據點數量、分布情形及維修人力。	附件:售服據點遍佈台灣
	是否有使用手冊及教學訓練？(如駕駛方式、充放電等) 如何協助業者技工維修保養電動大客車？ 請說明緊急事故協助處理方式	附件:技術移轉服務計畫書 附件:後勤維保服務企劃書 附件:教育訓練服務企劃書 附件:緊急應變標準作業流程

4

電動大客車車廠參訪座談議題--未來技術發展與推動策略之建議與看法

技術發展	電動大客車未來發展之關鍵因素或組件為何？	附件:關鍵系統與零組件
	未來中長期技術發展更成熟且市場規模變大，車價是否有機會與柴油車拉近？	附件:鋰電池價格趨勢
推動策略建議與看法	大客車相關補助政策之建議。 電動大客車生產製造相關法規建議。 國內車輛認證與審驗法規之建議。	附件:華德公司的建議
	訂定充電機國內統一規格或接口之看法。	提高安全性及減少重覆投資

其他議題	自主設計電動大客車之優勢為何？	附件:三贏商業模式
	自主設計從零部件採購至全車系統整合之具體做法?	附件:車輛自主設計能力簡介 附件:產品設計開發作業辦法

5

電動大客車車廠參訪座談議題

一、車輛生產製造技術

(一)車輛規格

車輛廠牌：　　車輛型號：			備註
基本參數	全長(cm)	862.0	
	全寬(cm)	250.0	
	全高(cm)	336.7	
	軸距(cm)	470.0	
	車輛空重(公噸)	9.41	
	核定總重(公噸)	12.00	
	座位數	18	
	立位數	10	
性能參數	最大馬力	271.9HP	
	最高車速(km/h)	70	
	最大爬坡度(%)	>20% 通過六項性能驗證測試	
	最小轉彎半徑(m)	≤8.5m	
	續航里程(km)	單次>80km	採用快充式，不受續航里程限制
電池	電池類型	鋰三元	
	電池容量(kwh)	71	
電機	電機類型	永磁同步直驅電機	
	最大功率(kw)	200	
	最大扭矩(N.m)	2350	
充電機	輸入電壓	3 相 4 線 380VAC	
	輸入電流	---	
	輸出功率	120KW	
	輸出介面	依據 CNS15511-23,24	
	防護等級	IP44	
	保固(年)	5	
費用	車輛-含電池(萬元)	820	

	充電機(萬元)	96	
	充電站建置成本(萬元)	1500(可供設置八支充電機)	
保固年期	整車(年)	1 年或 10 萬公里	
	動力電池(年, 殘餘電量)	6000 次≥70%	
	電機系統(年)	3 年	
	充電機(年)	5 年	

(二)車輛生產研發程序

1. 上述車型設計開發程序為何？

A：依照台灣道路使用情況，與廈門金龍客車原廠電動車實務經驗配合，設計開發出一款專為台灣使用的電動公車，包含動力輸出性能、電池載運容量、車輛尺寸、輪胎尺寸、離尖峰載運乘客數量考量等因素，提供一款體積小、高載運量及節能效益高的電動車供客運業者使用。

2. 請介紹現況車輛製造流程及方式。

(包含國外進口、部件國內生產及整車組裝等等)

A：依照簡報內容，提供施工流程圖

3. 電動大客車各總成/部件參考**附件二**，

請說明哪些為自主研發、國外進口或國內合作生產等方式，以及各部件相關廠牌。

總成名稱	關鍵件或分總成名稱	進口/國產
車身總成	頂蓋、側圍、車身骨架、前圍、車門、後圍、地板	進口
電能總成	電池芯封裝、正極材料、電池管理系統(BMS)、隔離膜、負極材料、銅箔、鋁箔、電解液	進口
	整車能源控制器(VMS)、模組組裝	國產
動力總成	動力控制器含 IGBT(PCU)、馬達矽鋼片、馬達定子(含繞線)、國產:馬達轉子、馬達殼體、漆包線、軸承	國產

變速器總成	殼體、齒輪、換檔機構組件	（無此配件）
驅動/非驅動軸總成	半軸、傳動軸、轉向節、前軸、橋殼、輪殼、軸承、減振器、懸架彈簧、差速器	進口
車架總成	縱梁(或前副車架及動力系統托架)、橫樑(或後副車架)	進口
制動系統	防鎖死煞車系統(ABS)的閥體和 ECU 總成、制動主缸(或氣制動閥)、助力器總成、前制動器總成、後制動器總成	進口
轉向系統、動力轉向	轉向器總成、轉向控制閥總成、轉向助力油泵(或電動輔助轉向系統 EPS)、轉向軸及萬向節、傳向盤(含氣囊)	進口
車載資通訊	車載機、3G 無線通訊、車用電腦、數位監控系統、行車紀錄器、GPS 定位導航、車後及車側攝影	國產
	車用電腦、數位監控系統、行車紀錄器、GPS 定位導航、車後及車側攝影	國產
其他零部件	前擋玻璃、儀錶板、內飾件(車門內護板、遮陽板）	進口
	頭燈組、尾燈組、內飾件(座椅)	國產

4. 請介紹現況生產規模。(包含人力、廠房設備及產能)

A：總盈汽車是目前全台擁有最多客車品牌代理權車輛製造廠，包含義大利 IVECO、荷蘭 DAF、韓國 HYUNDAI、中國廈門 KING LONG、中國合肥 ANKAI，並已於 2018 年取得卡車中國陝西 SHACMAN 代理權，總體人力資源含行政、會計、品管、生產及外包工程人員約為 80 人，合法廠房面積共 23801 M^2，並於 2019 投入第四廠房建設面積達 23140 M^2，合計可達 46941 M^2成為全台最大「合法」商用客卡車生產基地，於 2017 年開始投入半自動化生產設備，包含巨型日本進口半自動焊接設備 OTC ROBOT、巨型德國進口雷射切割機、巨型德國進口折鈑機、大型半自動烤漆設備，現行最大產能約為每年組裝底盤車 80 輛、豪華遊覽車 100 輛，柴油公車 150 輛或電動公車 200 輛(公車數量為允許進口車身總成

時的產量)，但若無法進行車身總成進口時，柴油公車將降至每年 50 輛、電動公車產能將降至每年 30 輛。

(三)國外原廠技術授權內容與合作模式

1. 若為國外原廠授權，其授權內容為何？

A：目前總盈所有國外原廠授權內容含括客車、卡車及底盤車

電動車：授權組裝底盤或車身總成組裝

2. 與原廠之合作模式為何？原廠如何提供技術轉移或協助？

A：目前與原廠合作模式包含在台組裝、銷售、製造及售後服務，原廠於車輛前期開發階段，大量派駐設計開發人員駐廠包含底盤、電器、結構、整車等，並於認證階段提供國際、國內專家工程資源，於生產組裝階段派員 KD 人員協助現場組裝品質，並於組裝完畢後協同原廠工程團隊及品管團隊會同我司試車及品管人員進行調教包含原地測試、道路測試。

售後服務分為兩個系統，客運業者為交付後依照車輛數提供至少一名售後工程師駐廠協助客運業者售後服務包含培訓客運業者維修團隊等，遊覽車售後服務系統為原廠售後工程師長期駐員於總盈廠內提供技術轉移，為全台售後服務保養體系長期進行技術支援及技術培訓，並每周提報統計資料回報原廠售後部門，以確保下批車輛能提供更符合客戶需求產品，售後零件則統一由我司廠內提供超過 400 M^2 庫存空間備存易損零件及消耗品。

(四)國內關鍵組件國產化

1. 請介紹車輛中哪些為國產零部件

A：同附件二

2. 關鍵零組件(電池、電機、電控)使用國產件之可行性？

綜觀電動車總量及推行速度，目前中國為全球電動車產業龍頭，電動車總量占比全球達「99%」以上，提供現行全球電動車輛經驗及整體產業鏈。

現行電池組，無百分之百國產大型車輛使用動力電池，主要係因動力電池電池芯無法國產，台灣目前電池廠僅能進行電池Pack(包)及 Module(模組)，現行電池控制系統(BMS)也都是透過中國生產廠協助建構，但由於台灣大型車輛 BMS 人才短缺及斷層等緣故，BMS 現階段皆為學習階段，尚無法達到國產經濟可行性。

現行外掛式電機已可以國產，目前我司使用晟昌機電生產電機系統及馬達控制系統(MCU)除國產無法生產之少部分零部件其餘皆採用國產品，國產已達到 90%以上，妥善率經客運業者實積結果可達 99%以上。

現行電控系統，電控系統為車輛大腦，由於控制車輛電能及馬達等輸出直接影響車輛安全，加上電控系統驗證邏輯 V-Mode 時間及人員設備等需有大量資訊數據支援，現行大部分為中國廠商協助台灣在地廠商進行電控系統架設，技術移轉，台灣廠商現行可以生產電控系統硬體架構，軟體部分從僅能進行修改進化到可以更優化，實現整體設計開發。

現在需要市場的驗證，而驗證過程中需要有大量的車在市場運營台灣的車身結構生產經濟規模無法撐起一家或數家電動車製造業者完成三電國產化的運營驗證的工作。

電池的部分，由於動力電池是由電池芯組成，而每個電池芯的優劣決定了整車的電池表現。大陸有許多國際知名的電池廠如CATL，微宏等，其對安全、製程穩定的這些管控，投入了數百億的金額，這些投注不僅僅是因為中國市場內需，也達成國際車廠的配合電池廠。諸如「BMW、VW」這些大廠。

依目前台灣情況看來電機及電控都已經有複製且有優化的能力，車身若無法進口，產能不提升就沒有機會讓國產的電機電控有更多的運營數據再優化，若要迅速發展電動車，勢必要借助大陸車廠的經驗方能迅速發展！畢竟除了安全，產品穩定度也是非常關

鍵。目前大陸這些電動車有市場來驗證、車廠有足夠技術人員收集訊息改善。這些正是發展車輛工業最重要的一環。

電動車的技術在三電的設計需有一致關聯性以及鏈接，更大的重點是實車的運作經驗值。電池重點在於電芯及 BMS，BMS 需與整車控制系統 ECU(VCU)搭配，電機馬達的製造台灣擁有世界級的實力，但電動車的馬達需與馬達控制器搭配，馬達控制器也受整車 ECU(VCU)控管。也就是說三電的技術除了硬體外，韌體(軟體)更是重要的一環，因此現行電動車技術機密也就是這些韌體，更重要的是大客車是民眾的乘坐工具，任何一個改變都有影響車輛安全以及品質穩定性。

故建議先培養市場接受度並一方面學習現行車輛的優點，不做附加價值率調整應繼續維持 50%，直到政府預定政策推行達 20%也就是 2000 台電動車之後，再逐一規劃三電部分國產化可能性，此時台灣零組件也有一定的經驗累積，將會加速整體開發進度且降低設計成本。

3. 現況電動大客車國產化過程，哪些部件之產業需要政府協助輔導？

A：先不提政府可以提供哪些電動車國產化協助輔導，就依現行大客車產業現況，目前生產大客車總成的生產人力，嚴重老化且無新進人員，人才培育嚴重斷層，全台大型柴油客車(含遊覽車及市區公車)產能已由原先每年最高產量約 2000 輛減至 300 輛，由於電動車輛內部佈線繁雜，若僅是生產電動車輛可能全台每年最高產輛不達百輛，會直接讓政府 2030 年柴油車電動化政策宣布無法達成。目前台灣面臨大客車產業整體打造技術斷層，關於電動車更是面臨電動車維修技術人員的缺乏。因牽涉高壓電佈線的部分，打造電動車車體，與傳統柴油車迥異，加上國內相關電動車打造法規也不夠嚴謹。與國外相比，國外車廠打造品質一致性的管控、每一部車輛的測試程序，均優於國內任何一家大客車車廠。

若單對電動大客車要國產化，則是希望政府能全面考量國內柴油大客車的生態，**應重新審視現行經濟部禁止進口大客車車身之惡法，建議繼續沿用先前大客車車身進口方式，先讓國內有好的產品後，再逐步要求國產化**。畢竟台灣經濟規模不足以撐起大型商用車產業，一開始若要強迫開發國產部件，車廠面臨的先是投資大量金額，但政府單位現行僅補助營運端，在禁止車身之惡法狀況又無政府大力投入資源，雖交通部努力推行電動車政策，但經濟部卻一再扯交通部後腿，無疑對車輛產業是雪上加霜更是一種扼殺產業的作為。

二、車輛性能

(一)性能設計

1. 車輛性能規格之設計考量為何？(如電池容量)

A：本公司現款電動車輛主要為快充式設計，電池容量為 71 度，可於 15 分鐘內 S.O.C 由 20%充電至 80%，減少站內充電站設置成本。

2. 設計車款時是否設定行駛國內何種環境？(如低速市區、高速國快速道路或山區爬坡路段)

A：低速市區使用(≦70km/hr)

(二)車輛適用環境與營運方式

1. 請說明車輛最適營運方式。

(包含車隊規模、行駛里程、調度及充電方式等)

A：應依據客運業者的使用條件，應給予不同的電動車使用。依照台灣六都公車路線，單趟 40 公里以下路線占比 85%以上，因此建議採用電池容量小且有快速充電功能之電池，若像單趟里程容易塞車或單趟里程高的路線，則應考量容量較大之長續駛里程電池。

2. 電池使用建議保留多少殘餘電量？

A：電池的壽命是以循環計，且盡量不低於總電的 30%為佳。

若到達保留電量臨界值車輛將如何反應？

A：警示或降低輸出功率，若 BMS 偵測過低電量則會出現保護作用不輸出電，警示或降低輸出功率均可由系統設定。

3. 車輛使用後正常電池衰退表現為何？

A：針對不同的電池有不同的衰退特性。磷酸鐵鋰八年約尚有 65%的電量，鋰三元壽命於充電次數 6000 次後尚有 70%的電量，**稀土鋰鈦壽命約兩年不到，電池電量降至 65%以下。**

若實際使用衰退程度嚴重，其可能原因為何？

A：電池過放、溫度過高(殺手級)、整組電池芯中有單顆或少部分電池芯損壞將導致整組的衰退嚴重（老鼠屎型）、BMS 管理系統差、BMS 與 VCU 韌體溝通不佳(華德動能、立凱綠能、唐榮車電)

4. 電動大客車最適駕駛行為與柴油車有否不同？

A：充電或加油的模式不同，影響客運業者排班調度，若電動車輛帶有煞車回充電能之功能，踩踏油門踏板及煞車時機不同，電動車扭力輸出曲線大多與柴油車不同，加上產生噪音分貝數低，當駕駛者加速油門過多時，易導致乘客因未察覺而驚嚇或站姿重心不穩。

若為不同，如何協助客運業者訓練駕駛？

A：客運業者須與製造廠長期配合，從初始駕駛教育訓練至簡易道路故障排除都須整體培訓。

5. 充電站建置位置、配置方式及數量(充電機與車輛比)之建議？

A：依據車輛特性與車隊管理給予不同配置。

總盈金龍的快充式電動巴士則採用快速充電，一充電樁提供 4-6 車使用。

凱勝綠能或馨盛金旅的巴士為利用夜間充電，一充電樁提供 1 車使用。

6. 以往協助客運業者建置充電站遭遇之問題。

A：政府推行電動車以超過六年，但申請大容量額定電量時間少則

長達半年左右，多則超過一年半，台電目前電網設置對整體電動車產業只有扣分作用，就已總盈新廠為例，由 2016 年中通過營業執照後開始申請大容量額定電量，截至 2018 年中共兩年時間，台電尚無法供電給總盈，況且總盈工廠還在**合法工業區**內，目前所有交付電動車量皆是由「**柴油**」發電機給電動車充電，試問政府推行電動車決心和在?

(三)業者使用經驗與數據蒐集

1. 請提供如**附件三**之客運業者使用數據表。

客運業者	行駛路線	配置車輛數(輛)	路線里程(公里)	是否行駛高快速道路	每日總行駛里程(公里)	每日行駛班次數(車次)	累積總行駛里程(公里)
港都客運	全區彈性	55	10-50KM	否	約150KM/輛	4-8	667,600
妥善率(%)	用電效率(公里/kwh)	電費(元/公里)	維護費(元/公里)	已上線時間(年)	現況使用後殘餘電量(%)		
98.47	1.463			<0.5	≥98		

2. 如何監測管理售出之車輛？可監測項目有哪些？

A： 可透過 WIFI/4G 等傳送到雲端做監測管理，油門、轉速、輸出電壓、輸出電流、SOC、電機溫度、電池溫度...等。

3. 有無數據監測平台進行即時管理及數據蒐集？

A：目前沒有即時，儘透過行車紀錄器蒐集，已計畫建構即時管理及數據蒐集系統。

4. 若公部門設計管理平台，車輛使用數據可否自動接入進行蒐集？

A：依實際狀況討論

(四)自動輔助駕駛技術發展與整合

1. 車輛出廠標準配備哪些輔助駕駛功能？出廠可否選配其他功能？

A：目前公車採用輔助駕駛系統在車輛上大多僅有煞車(ABS)、液力轉向動力輔助、轉彎及倒車監視系統輔助，巴士有別於一般小轎車，出廠後若要選配或加裝輔助系統，大多皆因採用系統電壓不同及大車尺寸與小車大相逕庭，因此大部分額外加裝的東西都須重新進行測試或標定，因此僅有少數系統商願意開發大車輔助系統。

2. 有否建議除現有法規要求外，哪些項目自動輔助駕駛建議可列為標準配備？

A：就以目前 AUDI 推出最新 A8 小轎車為例，市售自動輔助駕駛系統僅能達到 LEVEL 3，一般歐系小轎車車廠也僅能達到 LEVEL 2，若以大客車整體經濟規模評估，現行大客車還尚未有足夠能量配備高度自動輔助駕駛系統，大客車載運人數與小客車相差甚遠，加上台灣市區道路設計及駕駛習慣多與國外不同，容易造成系統誤判導致人員或車輛傷亡，若要推行自動輔助駕駛系統應使用於半封閉道路或者特定時段及偏鄉地區。

3. 若非出廠配備，出廠後外加有無系統整合之問題？

A：同第一個回覆，部分控制車輛層級較低設備或可外掛式產品可進行安裝，但牽涉較高層級的控制系統必須進行系統整體整合，因可能牽涉發動機、變速箱、油門或煞車層級的設備，無採用外加可能性。

三、銷售、保固與後勤保養支援

(一)銷售方式與實績

1. 車輛、電池及充電機為購買或租用方式？

A：依照客戶需求提供不同方案，部分業者提拱買斷服務，部分業者提供租用服務。

2. 國內銷售車輛數。

A：目前我司在台銷售電動車總額 77 輛(初始第一年內)，許多客運業者願意購買但因受經濟部禁令，已取消多筆訂單減緩銷售數量。

3. 充電站建置如何提供支援協助？

A：應請台電專案針對電動車充電站建置優先處理，並建議充電費率皆採離峰費率。

(二)保固內容

1. 請說明整車及各部件保固範圍、年期及內容。

A：整車一年或 10 萬公里，電池 6000 次≥70%，電機 3 年，充電機 5 年

2. 電池保固內若未達保證殘餘電量，如何協助業者處理？
(如更換全新電池)

A：更換全新電池或進行損壞電芯更換，依照與客戶合約保固條款訂定。

(三)後勤保養

1. 請介紹全台維修保養之據點數量、分布情形及維修人力。

A：目前我司全台維修保養體系，柴油車輛維修站達 25 個(含直營及特約)，電動車輛維修站達 3 個，柴油車輛維修站佈及全台，電動車輛維修站依照交付客戶地點持續培訓及新增在各客運業者內部。

2. 是否有使用手冊及教學訓練？(如駕駛方式、充放電等)

A：有提供駕駛訓練方式及充放電教學，以及省電駕駛教育訓練

3. 如何協助業者技工維修保養電動大客車？

A：此部分應由政府部門在各大技職院校開立相關人才培育課程，否則單純依靠現行電動車生產或客運業者很難大規模建立電動車維修產業鏈。

4. 請說明緊急事故協助處理方式。

A：依照故障等級判定，利用 app 建立隨時溝通群組，在事故發生當下先行由後台判定可否立即處理，若可以簡易處理或者因操作不當引起之緣由，可由群組後台隨時指揮，若故障層級較高或無法排除時，先行疏散車上乘客並派車前往支援，最後由派員現場工程師前往處理或拖回至指定保養地點。

四、未來技術發展與推動策略之建議與看法

(一)技術發展

1. 電動大客車未來發展之關鍵因素或組件為何？

A：電動大客車未來發展關鍵因素取決於整體補助政策及國家電網架設，若補助政策在電動車尚未有大突破前終止補助將導致購買客運業者購買意願嚴重降低，若補助政策不進行修改，僅補助營運端而不補助生產端，將造成生產端無法開發及提供更高品質的產品給營運端，且長期所影響將造成生產端長期虧損，將造成生產端停止製造意願提高。

目前台灣電網在電動車總數 350 輛以下，已面臨夏季供電不足及時常跳電問題產生，若後續推行電動車但無電可用的情況下，將造成所有電動車整體營運停擺。

2. 未來中長期技術發展更成熟且市場規模變大，車價是否有機會與柴油車拉近？

A：電動車現行主要成本取決於電池成本佔比整車成本，若電池容量及體積密度能在未來有大突破，且價格穩定下降，將有機會降低電動車整車車價。

(二)推動策略建議與看法

1. 大客車相關補助政策之建議。

A：台灣現行大客車補助政策皆偏向後端使用者(客運業者)，但長期以來**客運業者只願意以政府補助最高金額購買電動車輛**，對電動車產業未來發展角度並不樂觀，政府應投入更多補助

資源給車輛製造廠、三電製造廠及關鍵零組件製造廠，讓製造端能提高生產水平並造出更多物美價廉的產品，相對可讓使用者購買到更經濟實惠的車輛，也可以落實減少政府補助金額，加速電動車普及化可能性。

2. 電動大客車生產製造相關法規建議

A：目前中國擁有高達 99%的電動車數量，因此法規訂定標準也是世界先驅，因此建議電動車生產製造相關法規可參考中國標準，並配合台灣實際使用情形調整法規。

3. 國內車輛認證與審驗法規之建議。

A：目前台灣車輛認證與審驗法規緊跟歐盟法規，雖以安全提升為首要考量，但**實際使用民情與人民生活水平**，就購買使用端已無法負荷逐年法規更新所造成成本的提升，因此建議法規訂定時程應考量實際人民生活水平，減緩與歐盟法規調合的時程。

4. 訂定充電機國內統一規格或接口之看法。

A：交通部應整合訂定國內**統一接口**充電機，但因充電規格不同，可允許不同規格之充電設備，目前已有 CNS 標準。

五、其他議題

1. 經濟部自 106 年 12 月 22 日公告禁止輸入中國大陸製「供載客十人及以上（包括駕駛人）之大客車車身」後，對國內電動大客車生產之影響(成本、產能)？

A：本禁令已直接讓剛取得合格證的車款夭折，合格證也將變成走立歷史的廢紙，後續為配合 VSCC 法規新增及調整，整車得重新進行車輛認證，重新上市預估時間最快也是 108 年底，將有一年多的時間造成目前客運業者願意購買的電動車產生空窗期，加上電動車為符合更高能源使用效益因此都追求輕量化，就舉例電動大客車車身採用全鋁合金結構為例，由於鋁合金車身採用的是國內沒有量產技術的鋁合金骨架，加上鋁合金焊接人才也是大量缺乏，材料及新技術得從其他國家引進，無禁令限制下原年產能預計可以達到

200 台，但由於禁令實行後成本將激增至少 20%，且將造成產能可能未能達到預期 200 輛的 50%，原訂量產降價的計畫反而變成逆向漲價，對客運業者購買電動巴士意願雪上加霜，將導致電動車政策推行嚴重落後。

2. 與原廠的合作模式，受上揭規定限制後，原廠如何對應?

A：據悉部份原廠不認同車身轉台灣打造，因為無法確保高壓電迴路能與原廠產出一致，畢竟整車電氣安全及保固都必須在原廠認可生產控管下去確保。也有少數原廠有條件同意配合車商之因應對策，但上述都仍需重新配合原廠進行生產資格及車輛資格的建置與評估。然而審視國內目前電動大客車廠大多是國外原廠技術授權，此禁令之執行，已經可見今年至明年之間須交付車輛銳減，而這兩年正是全世界電動車發的是蓬勃期，政府一意孤行且沒給緩衝期的禁令，無疑是造成台灣電動大客車產業的發展停滯。

問題回覆與分享

唐榮車輛科技

2018/06/13

車型設計開發程序為何？

- 整車車型，為瑞典Volvo原廠與合資之上海申沃公司共同研發。
- 底盤車車型，為瑞典Volvo B7RLE之獨家授權生產製造。
- 車身車型，為上海申沃授權開發。

請介紹現況車輛製造流程及方式。

整車(一階)製造流程中，區分為以下五大部分，品質一致性宜依此標準統一規範，而非自行宣告：

① KD件與本地件之進料檢驗
② 底盤車KD生產線組裝
③ 車身生產線組裝
④ 總裝生產線組裝
⑤ 整車靜態與動態測試

電動大客車各總成部件，請說明哪些為自主研發、國內合作生產等方式。

- 自主研發部分：

① 電池模組雷射高精度封裝
② BMS電池管理系統
③ 整車控制系統
④ 整車車型優化設計
⑤ 車身車架整體輕量化設計

- 國內合作生產部分：

1) 台塑電池芯正極材料
2) 台塑電池芯銅箔
3) 台塑電池芯電解液
4) 利通電池模組雷射封裝
5) 利通馬達模組組裝
6) 元富車身骨架金屬件
7) 祥讚車身金屬件
8) 北圜車載路線器資通訊
9) 銓鼎車載公車動態系統等
10) 其他行車紀錄器等資通訊

請介紹現況生產規模。

- 生產規模包括如下:

① 生產用地2公頃。
② 人力約150人。
③ 第一廠房路科廠為車輛製造廠，第二廠房中科廠為電池模組製造廠。
④ 電動大客車年產能約600輛(一班制)、電聯車約300輛；電池模組廠年產能200,000,000wh。

若為國外原廠授權，其授權內容為何？

- 底盤車部分

  獲Volvo B7RLE獨家授權在台生產。

- 電池模組部分

  與中國大陸前三大電池廠國軒高科合資生產，但電池模組之電芯原材料，其正極材料與銅箔等關鍵材料為台塑鋰鐵之國產材料。

與原廠之合作模式為何？原廠如何提供技術轉移或協助？

- 雙方全球化與區域化的合作
- 車輛原廠與電池原廠，有海外通路之資源
- 原廠有車輛與電池之單一技術
- 本公司有車輛與電池電機及儲能電站之系統整合技術
- 雙方資源互補與整合

請介紹車輛中哪些為國產零部件

- 底盤車國產零部件
  主要是電池模組與電芯材料。
- 車身國產零部件
  主要是車身金屬件、車身總裝件、車載資通訊等。

關鍵零組件(電池、電機、電控)使用國產件之可行性？

- 動力電池電芯之自動化設備投資金額大，電芯封裝安全性與第三方安全驗證，尚待克服。



現況電動大客車國產化過程，哪些部件之產業需要政府協助輔導？

- 電池模組的電芯部分。

車輛性能規格之設計考量為何？

- 長續航力(電池容量)。
- 高妥善率(出車率與準點率)。
- 高安全性(各式測試驗證，包括電池安全測試)。

設計車款時是否設定行駛國內何種環境？(如低速市區、高速國快速道路或山區爬坡路段)

- 基本上區分市區與高速二種。
- 山區爬坡較耗電而已。

請說明車輛最適營運方式。

- 電動公車在速率40km/h之能耗最低，續航力最長，最適合營運路線是市區公車路線。
- 電動公車若行駛在幹線主要道路或專用道，具有快速、大量、準點之次捷運特性最好，類似台中台灣大道最佳，但路權拿不出來公開競爭。
- 中央政府核准購車補助時之路線審核權，非常重要，行駛在郊區或次要道路，較不是政府推動電動公車降低汙染的亮點，因此路線招標評選與審核之中央購車補助事前同意，非常重要，而事後審核同意，是來不及的否決的。
- 高雄市港都客運電動公車低電量設計之載客量不足而移轉至離峰時段行駛，尖峰時刻用柴油公車行駛，與取得路權不符；以及苗栗客運之電動公車行駛郊區山區路線之案例，似有浪費資源之情。

電池使用建議保留多少殘餘電量？若到達保留電量臨界值車輛將如何反應？

- 因電池設計容量kwh高低不一，SOC剩餘電輛比例高低不一，也代表剩餘里程不一，因此建議以50公里為定值，為剩餘電量比例與剩餘里程之共同標準。
- 若到達保留電量臨界值，車輛將會自動降低功率與降載，來延長里程行駛。

車輛使用後正常電池衰退表現為何？若實際使用衰退程度嚴重，其可能原因為何？

- 依監控平台資訊顯示，正常班與固定駕駛不會嚴重衰退，AB班重度使用與非固定駕駛則衰退情況較嚴重，因此營運強度與駕駛行為，為電池是否正常衰退之2個非常重要的因素。
- 依本公司5年前產品電池容量215kwh，可行駛里程為150-180公里。
- 新一代電池容量達350kwh，可行駛里程數250-300公里。

電動大客車最適駕駛行為與柴油車有否不同？若為不同，如何協助客運業者訓練駕駛？

- 沒有不同，只是客運公司的管理問題，強化教育訓練，已有節油獎金的制度，增加發放節電獎金較為激勵。

充電站建置位置、配置方式及數量(充電機與車輛比)之建議？

- 目前補助辦法只有每車30萬元的土建補助，對於充電站之供電成本、配電成本、充電成本(充電機等)均無納入。
- 以台北市欣欣客運12輛電動公車充電站之建置成本超過3000萬元，但補助僅有360萬元，差額2640萬元轉嫁由電動公車製造商負擔，其分攤12輛車換算每車220萬額外成本，且無建物與電錶，恐有後續時程上的履約風險與糾紛。

以往協助客運業者建置充電站遭遇之問題。

- 有建管單位的問題、台電單位的問題等，時程上非常不容易克服。

業者使用經驗與數據蒐集

客運業者	行駛路線	配置車輛數(輛)	路線里程(公里)	是否行駛高快速道路	每日總行駛里程(公里)	每日行駛班次數(車次)	累積總行駛里程(公里)
四方:台中	352	4	21.1	無	633	30	309990
	354	7	10.2	無	591.6	58	2413322
	355	6	9.5	無	456	48	625296
	東海接駁	3	2.2	無	231	105	76970
四方:台南	77	6	11.2	無	649.6	58	500979
	77-1	3	9	無	252	28	55239
妥善率(%)	用電效率(公里/kwh)	電費(元/公里)	維護費(元/公里)	已上線時間(年)	現況使用後殘餘電量(%)		
99	0.85~0.9	4~4.5	3	0.8~2.5	40~45		

銷售方式與實績

- 車輛、電池及充電機為購買或租用方式？
  均為購買方式。
- 國內銷售與營運車輛數。
  71輛。
- 充電站建置如何提供支援協助？
  整體設計、施工與建置。

請說明保固內容。

- 請說明整車及各部件保固範圍、年期及內容。
  整車一年，電池五年，電機馬達三年，充電機一年。
- 電池保固內若未達保證殘餘電量，如何協助業者處理？
  更換部分電池模組，協助提升電量。

請說明後勤保養內容。

- 請介紹全台維修保養之據點數量、分布情形及維修人力。
  成立維修學院，北區在桃園、中區在台中、南區在高雄。
- 是否有使用手冊及教學訓練？(如駕駛方式、充放電等)
  有。
- 如何協助業者技工維修保養電動大客車？
  保證駕駛員訓練時數、維修人員訓練時數。
- 請說明緊急事故協助處理方式。
  依據標準作業規定，並實施演練。

電動大客車未來發展之關鍵因素或組件為何？

- 電動大客車之生產資質與生產監理，現階段存在以下漏洞。

① 合格證外包、**貿易商B行為**取得A客戶銷售合約，外包C第三方取得合格證。

② 部分業者進口底盤車KD散件(底盤車禁止進口)，組裝車身，但合格證登錄為車身總成件進口之不一致性。





電動大客車未來發展之關鍵因素或組件為何？

- 十年1萬輛政策，一年1000輛，唐榮年產能600輛，可分攤60%達成率。
- 但是，附加價值率審查時效很差，資金積壓嚴重，影響產業發展非常巨大。
- 附加價值率審查之作業時程， 宜收件後10個工作天內，以書面一次性告知申請人需要補正之全部內容，宜與柴油車同樣，三個月完成審查的時效。
- 龐大約70%購車補助款，客運業者已將責任轉嫁電動大客車製造商企業，鉅額應收帳款審查費時長達一年，購車補助款審查通過後，宜指定帳戶直接撥付電動大客車製造商企業，避免移作他用造成風險與糾紛。
- 傳統客運業者以電動公車爭取路權，但取得路權後，常發生歸責於電動大客車製造商企業不同因素，未完成路線履約，即以柴油公車替代，此均為不正常之普遍現象，桃園市、台中市、高雄市等均常發生，宜在路線審查之前、中、後期，有效規範與導正。

未來中長期技術發展更成熟且市場規模變大，車價是否有機會與柴油車拉近？

- 是的。

大客車相關補助政策之建議。

- 前三年給與新路線之營運補助，鼓勵新專業電動公車營運商加入競爭，使數量快速達到1000輛以上。
- 盡速於補助要點附件中，訂定電動大客車車輛廠之「**生產審查**」要求，事前審查資格、輔以中間生產監理要求自主回報，最後審驗之三階段流程，可以導正亂象。
- 盡速於補助要點附件中，訂定附加價值率審查作業要點。
- 附加價值率之國產化項目，宜將電池與車身金屬件2個項目，列入附加價值率之基本實質項目審查，提升電池產業與金屬產業之巨大產值。
- 第二套電池之電池成本，核實補助49%。
- 充電站之供電與配電及充電成本，核實補助49%。

電動大客車生產製造相關法規建議(一)。

- 電動大客車完全不同於傳統柴油大客車，危險性更高，存在公共安全、人身健康、生命財產安全等3大顧慮隱憂，應同時強化生產的監理與營運的監理。
- 客運業者之營運監控功能，僅為產品使用後才發覺異常，新竹客運即是一負面使用之案例，甚至完全退出使用某一電動大客車產品。
- 因此除了車輛合格證外，更應從電動大客車產品之使用前，即生產製造商企業溯源管理，訂定強制性**「生產審查要求」**，並比對現行生產製造商是否符合要求，確保出合格證及其資訊與實際產品之生產要求唯一對應保持一致。
- 因此，主管單位宜對強制性之「生產審查要求」，重新訂出標準進行檢視，並列入相關補助要點之內，避免製造商企業品質良莠不一，其產品責任將可能衍生公共安全、人身健康、生命財產安全等重大問題。

電動大客車生產製造相關法規建議(二)。

強制性「**生產審查要求**」之具體條文，包含生產能力與售後服務及產品安全保障能力二大項：

(一)生產能力

1. 應具備保證電動大客車產品品質之生產能力所必需的生產組裝設備、以及測試設備等。
2. 應具備保證電動大客車產品品質之電池模組檢測設備、電機馬達檢測設備、及整車控制檢測設備等。
3. 應建立整車出廠的完整產品可追溯體系，及建立整車產品資訊與出廠檢測資料紀錄與存儲系統，存檔期限不低於產品生命週期，當產品出現品質、安全與環保等方面重大共通性問題和設計缺失時，方能迅速查明原因，確定召回範圍，並採取必要保全措施。

電動大客車生產製造相關法規建議(三)。

(二)產品售後服務與安全保障能力

1. 主管單位應對電動大客車製造商企業之強制性「生產審查要求」，進行生產一致性與監測平台運行情況進行監督檢查，檢查方式包括資料審查、實地查核、市場抽樣、性能檢測等。
2. 應按照與使用者的協議，對已銷售的全部電動大客車的運行安全狀態進行監測，直至停止使用或報廢。監測資料應至少包括車輛運行安全、故障、充電、能耗情況等方面，應對監測資料進行分析，並能為車輛改進提供資料支援；監測資料保存期應不低於產品的生命週期；電動大客車製造商企業之監測平臺應與地方和中央相關單位之監測平臺對接與負責。
3. 應建立零部件（如電池）回收及再利用的管道，與有關各方簽訂相關協定，確保回收及再利用的順利實施。
4. 應建立完整的銷售和售後服務管理體系，包括人員培訓、銷售和售後服務網路建設、維修服務提供、備件提供、索賠處理、資訊回饋、整車產品召回、零部件（如電池）回收及再利用、客戶管理等內容，並有能力實施。
5. 售後服務體系除能獨立完成整車售後服務項目外，還應具備整車及電池系統、驅動電機馬達系統、控制系統及相關部件的故障診斷專用儀器和軟體，具備相應的維修服務能力和更換能力。
6. 應建立相應的技術資料體系，包括銷售技術培訓手冊、整車/電池/馬達電機/電氣系統的維修手冊、備件目錄、專用工具和儀器清單、產品使用說明書、售後服務承諾、應急措施等。

國內車輛認證與審驗法規之建議。

- 增加電動大客車動力電池之ECE R100-2電池安全測試。

訂定充電機國內統一規格或接口之看法。

- 同意。

小結語

- 雖遇艱難，雖有愁苦，仍在他手裡
- 他必叫萬事互相效力，使你福杯滿溢
- 永遠不要忘記，你仍要*忠心*走到底

電動大客車車廠參訪座談議題-凱勝綠能

一、車輛生產製造技術

(一)車輛規格

請提供如**附件一**之車輛規格表。

K9A：請參考附件一

K9F：請參考附件一

(二)車輛生產研發程序

1. 上述車型設計開發程序為何？

本公司於 101 年度開始發展電動大客車相關業務，由於本公司自身無工廠也無車輛製造廠 M3 資格，經過多方洽談篩選具有 M3 資格的數家車體廠，馨盛汽車除具備車體打造以及底盤廠等主管機關認定之資格外，重點是馨盛汽車在各種大型巴士之生產製造有數十年經驗，對電動大客車開發也具備相當強的意願，在本公司主導下建立一個台灣大巴供應鏈少見的三方合作模式。

本公司委託馨盛汽車生產組裝港商比亞迪公司設計之低地板純電動公車。並以比亞迪公司為技術原廠，凱勝進口鋁合金車身、前後橋及輪邊電機驅動系統等，再採購國內其他零組件然後委託馨盛汽車組裝生產成車，取得安審驗證，然後由本公司負責銷售及售後服務，有別以往大客車在車體製造廠交車後，交由底盤原廠的服務廠做後續維修的模式，而是產銷分離由從事銷售主體-本公司提供售後保固及維修服務。

然自 105 年起，為落實政府政策將電動車國產化，也更進一步想降低成本、開發其他純電動運具並進一步開發及掌控各關鍵零組件技術，凱勝成立研發部以及購地建廠。為逐步實現這些公司發展之近程規劃， 105 年 5 月承租太平工廠研發新車型，招攬電動巴士技術工程師，105 年底再標購嘉義馬稠後園區土地籌建純電動大客車及電動小客車生產研發中心。106 年起著手於廠區設計規畫，並於年底前取得建照。開始分期興建計畫中，預計趕 108 年取得使用執照。現今本公司已成為整車之生產製造商，從事電動車輛研發設計、製造、銷售、車輛售服維修、新技術研發等，過往之比亞迪汽車及馨盛汽車都將成為零部件供應商之一，本公司也規劃更進一步成為純電動自小客車製造廠，能在台灣眾協力廠商之強力支援下打入國際市場。

2. 請介紹現況車輛製造流程及方式。



現況凱勝電動大客車生產製造流程如上圖，凱勝進口鋁合金骨架車身、前橋、後橋、轉向、電機電控等系統，在國內採購部分電池、冷氣、空壓機、車燈、玻璃、車載資通訊、座椅...等，交與馨盛組裝，並設計打造車輛隔板、內裝、線路配線、外觀塗裝等，最後交予凱勝整車調教測試、安裝各項車載資通訊配備等後交車銷售與客戶。由馨盛生產的車款為 K9A，凱勝自行生產的為 K9F。

3. 電動大客車各總成/部件

請說明哪些為自主研發、國外進口或國內合作生產等方式，以及各部件相關廠牌。進口部件：

號碼	總成名稱	零件名稱	進口商
1	車身總成	低地板車身 (含頂蓋、側圍、車身骨架、前圍、車門、後圍、地板、駕駛座椅、縱樑、橫樑、前擋玻璃、頭燈組、尾燈組、儀錶板、內飾件<含車門內護板、頂棚、地墊、遮陽板>、VMS 整車能源系統<車用電腦>、輔助動力電池、BMS 電池管理系統、轉向器系統<動力轉向之轉向器總成、轉向軸及萬向節、轉向節等)	凱勝綠能
2	驅動/非驅動總成	前橋總成(含半軸、轉向節、前軸、橋殼、輪轂、軸承、減振器、空氣懸吊、制動主缸、助力氣總成、前制動器總成、後制動器總成、防鎖死煞車系統<ABS>的閥體、ABS 控制器<ECU總成>)	凱勝綠能
3	驅動/非驅動總成	後橋總成 (含半軸、傳動軸、橋殼、輪轂、軸承、減振器、空氣懸吊、減速器、減速器*2<含殼體、齒輪、換檔機構組件，無差速器，電動大客車無變速器，只有減速機構>、輪邊馬達<包含馬達矽鋼片、馬達定子、馬達轉子、馬達殼體、漆包線、軸承>等)	凱勝綠能
4	驅動/非驅動總成	輪胎 (含鋁圈)	凱勝綠能
5	轉向器系統	轉向器總成 (含轉向控制閥總成、轉向助力油泵)	凱勝綠能
6	動力轉向	方向盤	凱勝綠能
7	動力總成	電機控制器	銓盛電子
8	動力總成	空壓機控制器	銓盛電子
9	動力總成	DC-DC 轉換器	銓盛電子
10	動力總成	動力轉向電機控制器	銓盛電子

國內合作生產：

	總成名稱	零件名稱	廠商
	車身總成	車身打造部分工程材料費(地板革、隔音材、整車噴漆、扶手欄杆、配線、玻璃...)	馨盛汽車企業股份有限公司 (國內廠商合作車輛打造)
	車身總成	車輛代工組裝	馨盛汽車企業股份有限公司 (國內廠商合作車輛組裝)
	電能總成	動力電池模組	長利科技股份有限公司 (原廠技術授權)
	車載資通訊	車前 1LED 顯示器 24*32*8 6144 點(前路線機)、車後 LED 顯示器 24*32*8 614 點(後路線機)、車側 LED 顯示器 24*64*10 15360 點(側路線機)	北圜實業有限公司
	其他零部件	下車鈴組	北圜實業有限公司
	其他零部件	上下車收票	北圜實業有限公司
	其他零部件	立柱下車鈴	北圜實業有限公司
	車載資通訊	數位行車記錄器	凱勝/用新科技整合有限公司 (國內廠商合作)
	車載資通訊	數位錄影機 (數位錄影視訊系統)	凱勝/用新科技整合有限公司 (國內廠商合作)
	車載資通訊	錄影系統螢幕	凱勝/用新科技整合有限公司 (國內廠商合作)
	車載資通訊	前方自動防碰撞系統	凱勝/研華股份有限公司 (國內廠商合作)
	車載資通訊	駕駛行為監控	凱勝/研華股份有限公司 (國內廠商合作)
	車載資通訊	行車資訊車載整合	凱勝/研華股份有限公司 (國內廠商合作)
	空調系統	車用冷氣 (含冷氣壓縮機、空調控制系統、冷媒管路、冷凝器、蒸發器、儲液桶、冷媒、膨脹閥等)	新舒車企業(股)
	其他零部件	前轉向燈	宇敦工業有限公司

	其他 零部件	側方向燈	宇敦工業有限公司
	其他 零部件	側標誌燈	宇敦工業有限公司
	其他 零部件	圓形反光片	宇敦工業有限公司
	其他 零部件	前視廓燈	宇敦工業有限公司
	其他 零部件	後視廓燈	宇敦工業有限公司
	其他 零部件	逃生口指示燈	宇敦工業有限公司
	其他 零部件	豪華型後視鏡組	宇敦工業有限公司
	其他 零部件	固定座椅 (一車 27 座)	金華汽車座椅廠
	其他 零部件	摺疊椅	金華汽車座椅廠
	其他 零部件	三點回收安全帶	金華汽車座椅廠
	其他 零部件	活動扶手	金華汽車座椅廠
	其他 零部件	嬰兒區檔板	金華汽車座椅廠
	車載 資通訊	動態系統站名播報器(GPS 車機含語音、3G 無線通訊、GPS 定位)	銓鼎科技股份有限公司
	其他 零部件	輪椅區約束裝置總成(手動式輪椅固定帶)	台灣福祉
	其他 零部件	低音喇叭	今仙電機股份有限公司
	其他 零部件	高音喇叭	今仙電機股份有限公司

4. 請介紹現況生產規模。(包含人力、廠房設備及產能)

K9A (委託馨盛生產)

馨盛銅鑼廠：詳見 附件、車輛生產組裝流程照

銅鑼廠為標準大客車製造廠，工廠面積約為 2 千坪，由於馨盛同時有被委託生產凱勝 k9A 車型及創奕車款，總產能估計為 200 台/年

K9F (凱勝自行生產)

凱勝太平廠：

凱勝於 106 年 11 月底取得 K9F 安審合格證後，隨即遇到經濟部禁止大陸車身進口，VSCC 依凱勝現有生產 COP 模式與禁令違背，故車輛安審合格證立即成為廢紙，故不做產能分析。

凱勝嘉義新廠：

凱勝於 105 年購得馬稠後園區一筆 10850 坪場地，並於 106 年取得建照，預計於 108 年底前投產，產能將可達到 300 台/年以上

(三)國外原廠技術授權內容與合作模式

1. 若為國外原廠授權，其授權內容為何？

原廠授權凱勝在台灣進行原廠品牌電動客車 k9 系列之整車型式、底盤型式之認證、組裝、售後服務等作業。原廠同意提供必要的電動客車之零部件給凱勝認證、組裝等技術移轉。

2. 與原廠之合作模式為何？原廠如何提供技術轉移或協助？

凱勝依客戶採購訂單交期，向原廠提出採購電動客車車身及組裝成車所需之部分零組件，原廠接受訂金後隨即排程設計、備料、上線生產…等，交期規定 5~6 個月發運各項零部件，交與凱勝進行整車生產。

原廠初期以提供組裝技術及售後維修技術為主，各項技術手冊及必要之檢測儀器均有工程師到台做足教育訓練，保養維修也固定有派駐協助長期技術移轉，原廠依售後反饋量化故障訊息，傾其整體研發部進行研究改修，再無償提供改善部件給凱勝進行全市場整改，以避免影響客戶車輛營運。

(四)國內關鍵組件國產化

1. 請介紹車輛中哪些為國產零部件

詳見第(二)條第三點之國內採購件，主要為車身內部工程、外部工程、資通訊、冷氣、資通訊、防碰撞，智慧雲端車載管理系統等。

2. 關鍵零組件(電池、電機、電控)使用國產件之可行性？

四輪以上之電動車輛主要部件應為四電，電池含 bms、電機、電機控制器、整車控制系統。就是以整車控制器之通訊串聯整合電池、電機、電控等，這四電台灣雖然都有可能找到廠商生產，但各自都是需要車商提供設計規範來開模生產，然而全世界在這四電的整合經驗值都還在持續摸索中，台灣現有 317 台不到兩三年的量體數，根本不足以形成經驗值，若再扣除國外原廠授權的品牌不算，量體數不到 60 台，上路運行時間不足四年，能每天跑足營運里程的車應該更少。

原廠就算願意開放三電之中的部份給國產件套用，就算不考慮高壓電安全問題，也馬上會先遇到原廠不保固的問題，整車保固若由車商自行負責，就前幾年情況來看，早先幾家前輩公司，已經收掉兩家了，而更倒楣的是客運業者。

台灣存在數十年的大客車製造業都是車體製造業，要車體業了解並設計四電，恐有強烈技術門檻，就算有很多電子大廠能設計電機電控，但整合到車子上之後，誰負責保固 ？ 尤其現在客運業者都要求 5 年 8 年的保固，即時的維修，恐無法要這些車體業者一跨到位。

台灣的確擁有三電開發之能力，時間、資金、程序等缺一不可，電動大巴客戶就是客運業者，滿足客運業者基本要求做為推展電動巴士的最大因素，以三年以上時間開放各種電動車款進來(撇除與對岸的成見)，量體數達 2000 台後，以這些車輛運行數據及可確認的市場份額，吸引四電整合人才及廠商，在逐漸限縮補助三電台灣製，才有機會達到高品質國產國造大巴。別現在就限縮，再高補助也難以讓客運業者冒險換電動車。

3. 現況電動大客車國產化過程，哪些部件之產業需要政府協助輔導？

現階段電動大客車較明顯有國產能力的部件，應該是資通訊、車載系統、防碰撞警示、充電站及電力來源等。

例如，明明研華的防碰撞警示系統是國家重點發展項目，但某個國外 M 品牌的系統卻已大量銷售至各客運公司。

二、車輛性能

(一)性能設計

1. 車輛性能規格之設計考量為何？(如電池容量)

   以客戶需求做最根本的思考，客運業者買車幾個要求：

   a. 車輛價格　b. 營運成本(攤提、公里能源費)　c. 低故障率　d. 維修後勤

   以此架構思考，凱勝就有自己的設計考量了：

   a. 充飽電滿足一天的客運營運里程(100~250km)，進行夜間離峰充電，達到最低電費目的-----電池容量配置要達到至少 250 度以上

   b. 電池壽命最好能夠達到政府要求之汰舊換新年份，更好是電池衰退後還能達到每天營運里程需求----電池壽命主要為充放電次數，使用鋰鐵電池壽命較長，而避免衰退後無法滿足一次充電的續航里程，電池容量得再加上至少 35%，故配置得上修到 330 度以上。而且得保固 8 年。

   c. 充電站架設要簡單便宜又耐用-----台電一般饋線為 380v 交流，就以交流充電器充電往車上，車上還可使用穩定便宜的交流馬達。

   d. 電池容量配置這麼高，重量無法降，故改採鋁合金車體降低重量，且不會鏽蝕，強度又更高。

   e. 搭配輕量化的目的，採用輪邊馬達直接驅動，省掉變速箱、差速器、傳動軸的重量又能減少動力耗損。

2. 設計車款時是否設定行駛國內何種環境？(如低速市區、高速國快速道路或山區爬坡路段)

   K9 系列車款係以市區低速作為運營的目標，但台灣市區客運有太多嚴苛路線，本車款仍在調適各種市區路線特性。

(二)車輛適用環境與營運方式

1. 請說明車輛最適營運方式。

   (包含車隊規模、行駛里程、調度及充電方式等)

   以凱勝 k9 系列而言，最適當的營運方式：

   a. 每日營運里程 150~250km

   b. 一次充電滿足一天營運里程，夜間離峰充電，調度方式就會跟油車一樣。

   c. 正常而言車隊規模是客戶路線車輛數配置問題，車商無法要求。但若以台電低壓電力額度 499kwh 來算，7 台車或其倍數最適當。



2. 電池使用建議保留多少殘餘電量？

   以駕駛使用而言，保留路線一趟來回的殘餘電量最好，目前最長來回里程為 140km，其它最長為 70 公里，故 k9 是設定殘電為 20%可跑超過 60 公里。另一個考量層面則是 0%以下還有保留，避免過放對電池的傷害。

   若到達保留電量臨界值車輛將如何反應？

   正常電池若平衡一致性夠，正常行駛到 0%才會停止供電，但低於 20%時儀表會一直警示駕駛。若電池一致性出現異常，則可能在 20%以下有出現加速掉電的情況。

3. 車輛使用後正常電池衰退表現為何？

   以鋰鐵電池之正常使用，充放電次數約有 4500 次以上，仍有 70%以上剩餘率

大致上可以第一年衰退 8%，第二年 4%，第三年 2%，第四年起每年衰退 1%

若實際使用衰退程度嚴重，其可能原因為何？

影響鋰鐵電池衰退率主要有幾個原因：

a. 快充方式，電池循環充放電次數除以三

b. 過放電，充放電次數除以三

c. 電池工作環境溫度過高，充放電次數再除以三。

4. 電動大客車最適駕駛行為與柴油車有否不同？

經過四年的經驗，電動車若以電池效能或續航力作為要求，駕駛行為與油車相近。起步切忌重踩油門、油門不深踩、車輛使用一段時間要電掉電源讓車輛回溫休息

若以行駛舒適性安全性考量，電動車起步力道大，放掉油門又有煞車回充電的輔助煞車力，起步油門及突然煞車都會造成車輛頓挫感加重。

若為不同，如何協助客運業者訓練駕駛？

交車給客戶時都需配合客戶舉辦多場駕駛教育訓練，並設有通訊群組及時提供駕駛正確操控車輛及故障判別。

5. 充電站建置位置、配置方式及數量(充電機與車輛比)之建議？

參考 附件、充電場站建置規劃建議

6. 以往協助客運業者建置充電站遭遇之問題。

a. 客運業者自行申請電力，時間超過半年，由我方負責則只有兩個月

b. 都市區較無可設立充電站之停車場，導致充電站設置位置都離發車點太遠

c. 台電饋線不足，一次側拉電有難度。

d. 補助計畫要求充電場站須有租約達 8 年，不論私人或公家機關出租合約都難有 8 年約，不易滿足補助計畫要求。

(三)業者使用經驗與數據蒐集

1. 請提供如**附件三**之客運業者使用數據表。

請參考凱勝製作之 附件、捷順能耗效率分析

2. 如何監測管理售出之車輛？可監測項目有哪些？

先前銷售之車輛因成本及開發進度關係尚未全面安裝智慧車載系統，先前車輛監測方式主要為充電運行數據，以及每次保養時以檢測電腦檢查所有電芯一致性狀態(電壓 電流 溫度)及異常資訊歷史資料瀏覽。

3. 有無數據監測平台進行即時管理及數據蒐集？

凱勝與研華、用新科際、能海等廠商聯合開發電動車管理平台，自小客部分已經上路使用及改修中(詳見連結)，大客車部分因成本問題尚未全面性，已裝車測試兩台，預定今年後半年將安裝進所有捷順之車輛。

4. 若公部門設計管理平台，車輛使用數據可否自動接入進行蒐集？

   應可處理，但通訊規範須檢討，數據項目也得有共識。但更好的方式是比照公總動態系統，以補助系統硬體方式統一相關通訊規範、資料交換內容。

(四)自動輔助駕駛技術發展與整合

1. 車輛出廠標準配備哪些輔助駕駛功能？出廠可否選配其他功能？

   目前原廠及凱勝都尚未將防碰撞警示及駕駛行為監測列為標配，但有打算列為選配，或者若客戶要求安裝非凱勝指定品牌之防碰撞系統，也會以客戶選擇為主，只是統合功能就會受限。

2. 有否建議除現有法規要求外，哪些項目自動輔助駕駛建議可列為標準配備？

   無建議。

3. 若非出廠配備，出廠後外加有無系統整合之問題？

   若以類似緊急煞車輔助系統，需要主動切入煞車作用，原廠恐難以接受，因為責任歸屬會很複雜。但凱勝打算將防碰撞及駕駛行為間監測與行車資訊、監視器資訊等做整合監測系統，以大數據研究方式做安全駕駛及省電駕駛之主題式套裝方案。

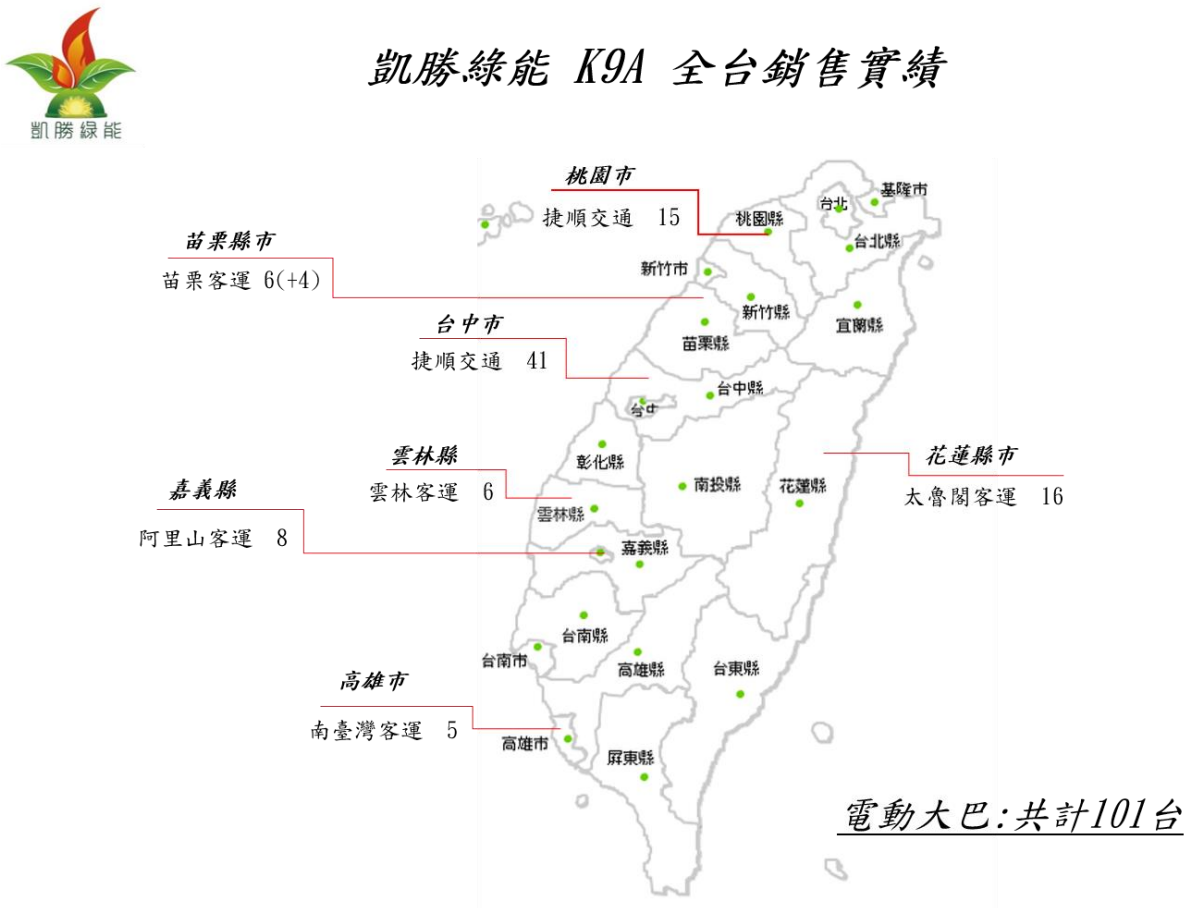
三、銷售、保固與後勤保養支援

(一)銷售方式與實績

1. 車輛、電池及充電機為購買或租用方式？

   上述僅部分電池採租賃方式提供客運業者，純電動自小客則賣給路得寶做共享租賃

2. 國內銷售車輛數。



3. 充電站建置如何提供支援協助？

   a. 停車場充電及停車格動線等設計規劃

   b. 充電系統電力設備依車輛數設計規劃

   c. 台電電力一次測申請

   d. 機電技師簽證

   上述由能海電能負責支援

(二)保固內容

1. 請說明整車及各部件保固範圍、年期及內容。

K9A 保固期限		
整車	1 年/8 萬公里	除易損件外
車身	3 年/25 萬公里	包括車身骨架、油漆、車門、玻璃、車窗
電池	8 年	>65%(磷酸鋰鐵電池)
電機系統	5 年/35 萬公里	輪邊電機驅動
高壓電控系統	5 年/35 萬公里	驅動電機控制器、轉向電機、空壓機控制器、漏電感測器、動力電池管理器、DC-DC 變換器、高壓配電箱、快速充電口、維修開關
底盤結構	3 年/25 萬公里	底盤結構骨架、輪圈
前橋、後橋、懸掛系統	2 年/16 萬公里	前橋、後橋、 減震器、穩定杆
制動、冷卻、轉向系統	1 年/8 萬公里	散熱器、空氣壓縮機、乾燥器、轉向電機、動力轉向器
空調系統	3 年/25 萬公里	壓縮機、變頻器
耗損件	常規磨損件，非正常使用等不保修	來令片、雨刷片、燈泡、保險、各種油液、空濾器、制冷劑等

2. 電池保固內若未達保證殘餘電量，如何協助業者處理？

   (如更換全新電池)

   a. 檢查測試所有電池芯充放電過程之一致性

   b. 更換異常衰退之模組，並重新平衡整組 pack

   c. 藉由各項用電資料及營運資料進行分析，提出建議客運改善方案

(三)後勤保養

1. 請介紹全台維修保養之據點數量、分布情形及維修人力。

地點	服務客戶	服務車輛數	維修人力
花蓮	太魯閣客運	16	3
桃園	捷順交通	15	3
苗栗	苗栗客運	10	2
台中	捷順交通	30	3
豐原	捷順交通	11	2
雲林	雲林客運	6	3
嘉義	阿里山客運	8	
高雄	南台灣客運	5	

2. 是否有使用手冊及教學訓練？(如駕駛方式、充放電等)

提供客戶駕駛手冊、維修手冊、一~四級保養明細表、充電器使用手冊...等

請參考印刷實品

3. 如何協助業者技工維修保養電動大客車？

凱勝與客戶簽有技術移轉暨售後服務協議，請參閱印刷實品

4. 請說明緊急事故協助處理方式。

凱勝有提供緊急應變手冊，請參閱印刷實品

四、未來技術發展與推動策略之建議與看法

(一)技術發展

1. 電動大客車未來發展之關鍵因素或組件為何？

電池以及電池管理系統：惜全世界電動車產業都還在摸索中

整車控制系統：目前都是車電分離管理或區塊鏈管理，最後會能整合

2. 未來中長期技術發展更成熟且市場規模變大，車價是否有機會與柴油車拉近？

有機會，關鍵如上述，但若沒有足夠量體數，等各大品牌推出成熟商品，就沒機會競爭了。

(二)推動策略建議與看法

1. 大客車相關補助政策之建議。

2000 台以內無條件取消附加價值率，以 2000 台培養維修人才，深入理解電動車

開放市場，別以有色眼光看待大陸品牌，把大陸當工廠，取得低價歐洲零組件

補助給客運業者跟補助給製造業者的，應有不同項目補助方式

建議增加電動車營運里程補助

2. 電動大客車生產製造相關法規建議。

台灣車體廠係架構在柴油底盤車上，幾十年來都底盤車品牌負責車輛維修，車體廠只負責打車，電動車因高壓電設計跟整車設計息息相關，還無法完全跟柴油車一樣底盤跟車身分開生產。建議別用車體廠想法去規範電動車製造廠。

台灣時常法規跑得比電動車發展速度快太多，建議降慢法規修正速度

3. 國內車輛認證與審驗法規之建議。

4. 訂定充電機國內統一規格或接口之看法。

建議先別定義統一標準，因為都還在發展中，舉例 ：cns 5 孔交流充電介面

五、其他分單位議題(由特定廠商回覆)

- **凱勝綠能**

1. 經濟部自 106 年 12 月 22 日公告禁止輸入中國大陸製「供載客十人及以上（包括駕駛人）之大客車車身」後，對國內電動大客車生產之影響(成本、產能)？

電動車都追求輕量化，凱勝的電動大客車車身為全鋁合金，鋁合金車身國內並無量產，本禁令已直接讓剛取得 VSCC　ARTC 合格證的新車款變成夭折，合格證也將變成廢紙，後續配合 VSCC 依法修正之新法規，完全得重新認證車輛，再上市也是 108 年底的事了，也就是說將有一年多的時間，車商將無車可賣也無法為政策提供貢獻了。車商年產能預計可以達到 200 台。另外由於國內沒有量產的鋁合金骨架甚至鋁合金焊接人才也是大量缺乏之下，車商得從其他國家引進新技術及骨材，成本將激增至少 20%，原訂量產降價的計畫反而變成得漲價，對客運業者購買電動巴士意願雪上加霜。

- 與原廠的合作模式，受上揭規定限制後，原廠如何對應?

據悉部份原廠不認同車身轉台灣打造，因為無法確保高壓電迴路能與原廠產出一致，畢竟整車電氣安全及保固都必須在生產控管下去確保。也有少數原廠有條件同意配合車商之因應對策，但上述都仍需重新認證廠資格及車輛資格。然而國內目前電動大客車廠大多是國外原廠技術授權，此禁令之執行，已經可見今年至明年之間可交之車輛銳減，而全世界電動車的發展這兩年是蓬勃發展期，這個沒給緩衝期的禁令，應該會讓台灣電動大客車的發展造成停滯，此消彼漲對台灣不是好事。

附件一、車輛規格表(K9A)

車輛廠牌： 馨盛比亞迪　車輛型號：SYCITY8E-K9			備註
基本參數	全長(cm)	1,200	
	全寬(cm)	250	
	全高(cm)	337	
	軸距(cm)	595	
	車輛空重(公噸)	14,000	
	核定總重(公噸)	16,300	
	座位數	29	
	立位數	10	
性能參數	最大馬力	242 hp	
	最高車速(km/h)	75	
	最大爬坡度(%)	>20%	
	最小轉彎半徑(m)	≤12m	
	續航里程(km)	租賃電池容量可擴充超過 250KM	
電池	電池類型	磷酸鋰鐵電池	
	電池容量(kwh)	108kwh，租賃電池 216kwh	
電機	電機類型	輪邊驅動交流馬達	
	最大功率(kw)	90kw x2	
	最大扭矩(N.m)	350Nm x2	
充電器	輸入電壓	三相 three phase AC 380V/400V	
	輸入電流	≤126A	
	輸出功率	40kwh x 2	
	輸出介面	CNS 15700、CNS 15511-3	
	防護等級	IP 65	
	保固(年)	1 年	
費用	車輛-含電池(萬元)	車身: 11,025,000 元(含營業稅) 電池: 1,575,000 元(含營業稅)+租賃電池	
	充電機(萬元)	30 萬	
	充電站建置成本(萬元)	65 萬/座 (不含一次側費用)	
保固年期	整車(年)	1 年/8 萬公里(除易損件外)	
	動力電池(年, 殘餘電量)	8 年，殘餘電量>65%	
	電機系統(年)	5 年/35 萬公里(輪邊電機驅動)	
	充電機(年)	1 年	

車輛規格表(K9F)

車輛廠牌：凱勝比亞迪 車輛型號：KGETM3EV-K9F			備註
基本參數	全長(cm)	1,200	
	全寬(cm)	250	
	全高(cm)	333.4	
	軸距(cm)	588	
	車輛空重(公噸)	13,100	
	核定總重(公噸)	16,300	
	座位數	30	
	立位數	28	
性能參數	最大馬力	242 HP	
	最高車速(km/h)	75	
	最大爬坡度(%)	>20%	
	最小轉彎半徑(m)	≤12m	
	續航里程(km)	租賃電池容量可擴充超過 250KM	
電池	電池類型	磷酸鋰鐵電池	
	電池容量(kwh)	108kwh，租賃電池 216kwh	
電機	電機類型	輪邊驅動電機	
	最大功率(kw)	90kw x2	
	最大扭矩(N.m)	350Nm x2	
充電器	輸入電壓	三相 three phase AC 380V/400V	
	輸入電流	≤126A	
	輸出功率	40kwh x 2	
	輸出介面	CNS 15700、CNS 15511-3	
	防護等級	IP 65	
	保固(年)	1 年	
費用	車輛-含電池(萬元)	車身: 10,489,500 元(含營業稅)電池租賃	
	充電機(萬元)	30 萬	
	充電站建置成本(萬元)	65 萬/座 (不含一次側費用)	
保固年期	整車(年)	1 年/8 萬公里(除易損件外)	
	動力電池(年,殘餘電)	8 年，殘餘電量>65%(採租賃方式)	
	電機系統(年)	5 年/35 萬公里(輪邊電機驅動)	
	充電機(年)	1 年	

附件三 客運業者使用數據表

客運業者	行駛路線	配置車輛數 (輛)	路線里程 (公里)	是否行駛 高快速道路	每日 總行駛里程 (公里)	每日 行駛班次數 (車次)	累積 總行駛里程 (公里)
妥善率 (%)	用電效率 (公里/kwh)	電費 (元/公里)	維護費 (元/公里)	已上線時間 (年)	現況使用後 殘餘電量 (%)		

註：依業者與行駛路線別填寫。

車廠訪談紀錄－東元電機

訪談日期：107 年 8 月 6 日(星期一)14 時 00 分

訪談地點：東元電機公司 508 會議室

受訪對象：黃立聰特助

訪談人員：

1. 運研所：陳國岳研究員
2. 鼎漢公司：曹晉瑜經理、廖建韋、蔡秉承

訪談內容：

一、 東元電機具馬達自主研發設計能力，可滿足國內、外客戶不同規格及需求，搭配自行設計的 Gel-Bus 系統，讓馬達在各種情況下皆能有高工作效能，並且已通過 CNS、IEC、NEMA、GB、JIS、CE、UL 等多國標準認證。

二、 永磁馬達無電刷轉子，可減少轉子功率損失，提升運轉效能，且體積較感應馬達小約 1/3，但因扭力相對較小，需額外增加齒輪箱與控制器來增加扭力值。

三、 東元電機有規劃自主研發電控系統，初步構想擬採併購相關類型公司(義大利某家減速機公司)之方式。

四、 因應電動大客車附加價值率要求，可建立國產化生產認證，如 TS16949，確保生產地與生產能力。

五、 電動大客車性能測試，建議可訂定功能別或效能別，如高速能力、爬坡能力(一般訂定坡度為 20%)，非規格別。

六、 東元與華德目前是以 case by case 方式合作，無為華德專屬設計製造馬達。

充電廠訪談紀錄－能海電能

訪談日期：107 年 8 月 16 日(星期四)下午 02 時 00 分

訪談地點：鼎漢公司 405 會議室

受訪對象：

訪談人員：曹晉瑜經理、廖建韋、蔡秉承、黃品慈

訪談內容：

一、 能海電能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，協助阿里山客運、捷順交通、雲林客運、太魯閣客運、南台灣客運、苗栗客運...等等客運業者建置充電裝設備。

二、 目前全台有 328 支能海電能所建置的充電樁，又以台中市 75 支最多，其次為臺南市 54 支。充電樁有兩種規格，分別為 40kw 壁掛/立式交流充電器以及 22kw 雙插座輸出壁掛/立式充電器，兩者皆提供三相交流電源供電模式，輸出接口採歐規雙插座，可與歐/美規電動車相容。

三、 建有後台運營管理系統(大數據+物聯網+APP)，可將充電相關資料於後台做數據分析。

四、 提及台灣歷年的排碳量日漸增加，但 2030 年排碳量目標要減半，所以台灣在能源使用上一定要有所變化，政府目前有「五加二」產業政策，其中綠能產業是核心，如此顯示儲能和系統整合很重要。

五、 此次參訪的目的除了推薦自家產品外，另一方面也希望鼎漢公司在協助運研所制定 2030 年市區公車全面電動化時，能建議政府將充電接口的標準統一，使得業者在購買電動車或電動巴士後，能自由選擇要車廠原配的充電樁還是找充電製造廠商製造充電樁。

相關單位訪談-國家中山科學研究院

訪談日期：107 年 8 月 27 日(星期一)下午 3 時 00 分

訪談地點：交通部運研所 6F 運資組會議室

受訪對象：中科院飛彈火箭研究所　黃引生博士、游國輝博士

訪談人員：

1. 運研所：陳其華組長、陳國岳
2. 鼎漢公司：曹晉瑜經理、宋彥青、廖建韋

訪談內容：

一、 目前包括工研院材化所以及中科院均有在進行研究鋰電池壽命之研究開發，工研院材化所主要著重在材料開發與靜態儲能系統開發測試，中科院則著重在電池管理系統(BMS)開發及因應大客車的動態儲能系統開發測試。

二、 過去中科院有跟成運合作整合三洋的鋰鐵電池，做了 4 個電池組，但最後未正式乘車；目前申請取得國內 A+計畫，結合國產品電池、電機以及自主開發電控介面整合，目前以進行到 BMS 系統整合階段，並結合總盈車廠，預計明年度能夠完成裝車測試，後年度依據測試經驗調整提升性能，3 年成型販售車款。

三、 針對電芯部分，過去台達電採用日本技轉生產的電芯能量密度不夠，以日本 Panasonic 技術可提供 200 瓦時/公斤，但台達電技術(三元鋰)目前僅可達到 150 瓦時/公斤；工研院結合有量生產的電芯則在性能表現較差。

四、 就電池技術而言，國內目前自產電芯的能力有限，但電池組(pack)是有自產能力的。

五、 中科院以過去測試飛彈等火工地安全測試場域，預計會於今年建構完成符合 ECE R100 電池安全性測試場域，有助於提升電池模組測試能量。除可作為研發測試使用外，亦可提供作為政府端開放審驗機構選項，善加利用投入經費所建置的場域。

六、 就後續電動大客車推動補助與認定上，建議針對國產業者與國外技轉業者設定差異化條件；另外由於國內現階段缺乏研發人才及設計代工(ODM)角色，如何針對國外技術引進的方式與促成產業落地亦為重點。

七、 感謝中科院投入電動大客車電池整合系統推動之角色，若有相關合適資料可再提供，可納入報告中，呈現國內產製能量與相關單位投入的努力。另會將電池安全檢測場域資訊轉達給車輛安全審驗中心(VSCC)，掌握所建置之系統在未來有機會提供檢測能量，後續可持續交流提供電池檢驗條件與合理績效值設定經驗值建議，亦不排除在推動階段進行技術研發合作，將計畫執行資料蒐集作為驗證分析，提升國內產品能量。

車廠訪談紀錄－台達電子

訪談日期：107 年 8 月 30 日(星期四)14 時 00 分

訪談地點：台達電子公司桃二廠 2F 會議室

受訪對象：陳錦明協理、袁興智經理、李雅蓉經理、鄭羽榛

訪談人員：

1. 運研所：吳東凌副組長、陳國岳研究員
2. 鼎漢公司：廖建韋、黃品慈

訪談內容：

一、 台達電主要著重於充電設備與鋰離子電池之開發與生產，可滿足國內、外客戶不同規格及需求，另也致力於開發再生能源利用與儲能設備，可協助客戶節電及區域電力穩定供電。

二、 鋰離子電池充放電速度可達3 C-rate，循環使用次數可達4,000次，搭配自行設計的電池管理系統（BMS），智能化監控電池芯的電壓、溫度及電池平衡管理，另透過 CANopen 通信介面，提供電池充電狀態（SOC）和健康狀況（SOH）資訊，讓電池能夠發揮最佳運行效率，並可在異常情況(如過溫、過充電、過放電)發生時保護電池。

三、 充電設備包含交流充電器及直流充電器(20~50 kw，因應客戶需求研發 150 kw)，已符合 UL、CE、CHAdeMO、IEC、SAE 等多國充電標準認證。另搭配自行設計的充電站管理系統（SMS），透過網路通訊功能及圖形化操作介面，進行遠端設定、控制、管理與維護充電設備及充電站，提供使用者及管理者多項應用，包含：充電站及電動車充電資料歷史紀錄分析、及時充電資訊、可搭配電價優惠時段充電等，方便充電場站管理與維護。

四、 台達電若進行三電系統（電池、電機、電控）整合研發，以現有電池模組與電池管理系統為基礎，接下來需進行系統整合預計 1 年、性能測試 1 年、優化 1 年，最快 2021 年方能上市。另亦可藉由與中科院、工研院等單位共同合作，或技術移轉等方式進行研發。

車廠訪談紀錄－聯華聚能

訪談日期：107 年 10 月 15 日(星期一)上午 10 時 00 分

訪談地點：運研所 6F 會議室

受訪對象：官俊博董事長、林漢卿總經理

訪談人員：

1. 運研所：吳東凌副組長、陳國岳研究員
2. 鼎漢公司：廖建韋、黃品慈

訪談內容：

一、 聯華聚能主要從事設計開發新能源電動車的整車控制器（VCU）、電機驅控器（MCU）、及電池管理系統（BMS）等系統整合技術與關鍵零部件方案，期望能提供一個產業平台，將自身對於三電及底盤打造的技術，結合台灣的優勢(車身打造)及陸廠的技術，節省台灣廠研發技術的時間及經費，共同建立一個台灣的品牌進軍中國大陸、東南亞、國際市場。

二、 聯華聚能的優勢技術在於電動車控制系統的集成與設計，可針對不同車種進行客製化及控制調教能力，如 VCU 整車控制及電機控制，並以整車需求，提供整車佈置、整車控制、馬達系統及電池管理系統的技術服務相關產品。

三、 聯華聚能可針對不同的電巴行駛路線長度，設計最佳供電系統及電池容量，相對於電動小汽車，電巴的技術門檻對他們來說不是問題，而是投入的生產製造成本比較多。

四、 運研所提問說電池組都是自己設計的嗎？聯華聚能回應，最初每個零組件的規格設定及電池內部的規劃皆是由他們設計，再交由合作廠商進行生產，故電池及電池模組是由別的廠商製作，聯華聚能表示，他們有很嚴格的品質管控機制，認為只要規格制定出來，廠商也照著生產，整個電池組就不會有什麼問題。

五、 聯華聚能的電池管理使用分散式架構，具被動式平衡、過壓過流過溫保護、系統診斷及整車介面功能，且具高壓絕緣特性，可彈性擴充模組並簡化配線及維護，同時依循 UL 2580 Construction（國際電池安規標準）、ISO 26262 ASIL D（產品安全週期標準最高等級）、ECE R100.02（電池標準及電動車電氣安全法規）設計；BSC 部分，使用 CAN 通訊網路將相關控制器資料連結起來，例如電池充電的過程中，也可透過 CAN 通訊網路實現 BMS 和充電器之間的通訊，使得充電器能充分的了解電池當前的狀態，並採用合理的充電模式以及提供適當的充電電流，確保充電時的安全。另外，充電頭型式初步會以 GB/T 交直流充電充電頭規格為規劃方向。

六、 對於政府示範運行計畫的時程，聯華聚能表示要在明年初將電巴生產出來是不可能的事，他們目前還處於籌備、投資(ex.找底盤廠投資)階段，明年初才會開始著手電巴的製造，另外，認為車安中心的認證周期太長，最快也要 4 個月才能通過所有的認證。

七、 至於電巴售價部分，目前粗估一台背載 250 度電容量的電巴，要價 950 萬左右。

附件三 專家座談會會議紀錄

我國電動大客車推動策略規劃與自動輔助駕駛技術導入初探

第一次專家座談會會議記錄

壹、會議時間：107 年 06 月 20 日（星期三）14:00~16:00

貳、會議地點：台北市松山區敦化北路 240 號 10 樓會議室

參、主持人：交通部運輸研究所　陳其華組長、鼎漢公司 林幸加總經理

肆、出席單位與人員：如簽到表

伍、記錄：蔡秉承

陸、座談記錄：

一、交通部運輸研究所運資組陳其華組長

1. 交通部很早就在推動電動大客車，但多年來推動成效不章，目前僅 300 餘輛。而在 2030 全面電動化的目標下，部長想法在於不應只單純考慮電動化，希望透過電動化的過程，達到以下 3 個目標：

   (1) 解決移動汙染源:柴油公車尾氣排放產升的微粒已被驗證為致癌物質，對健康有害。

   (2) 推動電動化的過程中導入智慧化，並強化 ADAS 應用，提升整體公共運輸品質與相關產業發展。

   (3) 讓國內部分關鍵技術及零組件能有落地發展的機會,成為國際產業大廠或者供應鏈的一環。

2. 目前看到得很多問題，包含客運業者、車輛製造廠與基礎用電相關疑慮，若無法在現階段解決，政策目標就不容易成功，問題始終無法解決，故部內共識為以階段性方式來推動，12 年分 3 個階段：

   (1) 第一階段示範期間先解除限制，讓所有車廠都能進來參與示範，目的為完整記錄使用情形，將相關使用參數資料回饋給車廠端，做為產品研發參考，並讓客運業者慢慢信任產品。

   (2) 第二階段為鼓勵方式，如取消柴油車補助或調整相關補貼機制。

   (3) 第三階段最後四年為加速推動期間，就過去階段以掌握國內產業

的定位與機會，且電動大客車性價比已慢慢與柴油車拉近，對於客運業者來說也更願意配合政策導入電動車，且產業發展與車價有降低的趨勢，補貼款也可慢慢降低。

(1) 歸納鼎漢簡報說明重點，幾個問題需要被關注：附加價值率設定部分應與國內產業發展連結，不應訂死。

(2) 因應禁止中國車身進口之規定，國內產能問題，雖業者持悲觀想法，但在政策已訂狀況下，引導車廠發展為後續檢討方向。

(3) 車輛性價比方面，可透過補貼方式降低業者成本，但就技術面來說，就看未來發展趨勢。

(4) 部長提出公路客運路線是否有機會重整，對於慢充、快充營運模式做介入。

(5) 充電規格部分，經濟部初步回應為目前市面上有 4 種標準，且較尊重市場機制，由業者自行做選擇，但在公共運輸推動方面，未來利用轉運站做連結部分，可能需要配置共用充電站，除充電標準與相關轉接頭設備之外，不同設備之間的通訊應列入考量。

(6) 用電基礎設施部分，用直流電充 10 輛車等於用掉整個社區 300 度電，瞬間電壓會很大，建議臺電審慎評估。

二、金屬工業研究中心 江進豐副處長

1. 推動電動大客車普及，首先需先考慮到如何提供優質電動大客車讓使用者(如客運業者)接受、如何產出優質電動客車是值得深入研究的議題。

2. 電動客車涉及嚴謹的三電整合控制問題，不能用已發展成熟生產柴油車方式來製造。

3. 電動客車的動力電池目前價格仍貴且重量非常重，不應該一味的追求續航力而設計使用大容量電池，如此易導致耗能且電池重置需支付大筆資金。

4. 有關自動輔助駕駛，目前國內產業已逐漸成熟，若不介入自動駕駛，國內產業應可自主供應。

三、工業局 童建強科長

1. 交通部受理各縣市政府電動大客車計畫時，請業者事先向地方政府及臺電地區營業單位發文確認預定充電站設置之工地合適性(能否設充電站)、用電申請可能性、用電量評估及因應對策，另有施工上管路問題，建議交通部計畫核定時，應賦予地方政府交通單位應主

導協調管路單位，如建管單位(建/雜照)、公用事業單位(用電)、道路養護單位(工務局)等，加速業者依計畫執行。

2. 機制面：導入電動大客車司機 ID 卡，避免過勞，全程監控。
建議電動大客車應思考將行車資訊、GPS、電池電容量、司機狀態，即時回到交通管理機關，另外電池部分應納入溫度、電流、電壓、等感測器加上紀錄器(防火)，作為後續安全所需(可納入安審制度)

3. 上位政策

(1) 油車補貼與電動車補貼宜有論述。

(2) 國內有關附加價值率議題，經濟部目前正討論改採關鍵材料(電池組(含控制版)、馬達、控制器(含驅動器))取代附加價值率為產業扶持所需。

(3) 選取示範運行場域、數量示範。

4. 充電站用電事宜，可先向臺電洽詢(發文)，可避免計畫難以執行。
申請補助部分，公路總局(交通部)已納入營運補貼項目與用油成本補貼方式一致。經濟部幫公總表達意見？
另電動車(大客車)介面部分，CNS 國家標準內有數個介面，仍建議由業者(客運業)討論統一規格及配套措施。

5. 缺乏國際產產業情況及發展趨勢，以及各國在公共運輸公車上之政策，煩情團隊再補充。如國外是否有在補助燃油車？目的為何？針對電動大客車之推廣作為？

四、VSCC

1. 目前車輛性能驗證標準有 6 項，其中 2 項已實施，目前有兩種聲音，一是希望將相關測試數據做公告，二是提高驗證標準，包含續航力提高，中心會再評估。

2. 已有規劃引進 ECE-R100-2 車輛安全檢測標準，且與車輛檢測單位(如 ARTC)確認檢測能量，後續會再評估引進法規。

五、路政司

1. 建議因應不同客運業者使用需求，依照不同使用環境之車輛性能制定不同的車輛驗證標準，以及討論未來不同性能車輛之補助差異，讓業者自行選擇產品。

2. 現況電動大客車車價越來越高，建議經濟部能夠描述什麼樣的電池容量或性能應該落在何種價格範圍？

- 童科長回覆：材料、價格、利潤，在市場規模與廠商未來走向等差異很大，這部分可能需與車體公會或製造商一起討論，以及與政策規定收放皆有關係，不太容易一步到位就訂死。

3. 關於引進 ECE-R100-2 法規標準，建議從業者方面做輔導機構建立，主要是基於現有法規應與國際做調合，並檢討強制性納入國內法規要求。

五、電池協會 呂學隆秘書長

1. 所有的政策面重點，請圍繞政策目的出發，目前主席提到行政院的政策目標有三點，第一是抑制移動汙染源問題，第二是提升公共運輸品質，第三才是考量產業化的可能性，但以上的目標其實已經有部分衝突，因此建議仍然要排定以上的目標何者為優先？

2. 衡量國際電動大客車目前市場來說，其實僅有中國大陸因政策要求直接創造出市場，其他國家仍然在示範運行階段，因此若以示範運行構想出發也為周全的構想，但是此示範運行是要搭 PK 擂台?還是台灣業者的練兵場?或者是第三百輛到第一千輛的需求擴充?目標與執行作法會有很大差距，需要進一步明確。

3. 國內目前車廠的產品確實有一定程度區隔，因此也可以部份滿足國內不同之公共運輸路線的需求，想要服務百公里/趟的中長程運輸，或是以單趟次運行後充電的車型目前均有投入。對於交通部是否需要重新盤點公共運輸的路線，來搭配不同車型的想法，個人覺得樂觀其成,但也提醒其實這也可以讓客運業者/市場機制直接自行選擇，還有比較出較為容易/快速導入的路線與車型即可(與其一直規劃要做到一萬輛，還不如先考量在短期內先快速弄出一千輛的規模。

4. 確實在中國大陸的作法上是針對快充客車與非快充客車進行區隔不同補貼的作法，且會以電池密度、單位載質量能量消耗(Ekg)等來設定補貼的級距(其實廠商提這些建議就是中國大陸現行政策拿來講!)

5. 但要求非快充客車續航力要幾百公里，這叫作是利己優先的建議，仍然建議要回歸到客運業者的路線規劃，客運業者不見得每輛非快充客車都要幾百公里續航力

6. 20 萬公里耐久測試報告部分，個人確實建議要求車型應在台灣完成測試而非拿他國測試結果(總不能拿明朝的劍斬清朝的官吧…..出事找中國負責?)

7. 有關於關鍵零組件的國產化能力認定，並非由單一家車廠說了算，(EX: BMS 別人就可以用但單一廠商不能用?)，而是要請業者提出”該項零組件所需要的技術規格”後，比較出台灣無法達到的規格項目與目前差距，之後再決定此項零組件的國產化要求期程(滾動式檢

討)，或者是願意導入國產化零件時可多取得若干比例/金額之補貼鼓勵(請聯想現有電動機車國產化推廣政策)

8. 車廠各部件來源部分，要小心的事情是廠商現在所寫的已國產項目，實際上的認定原則與現實狀況仍有出入。

9. 好的車型車款如何認定? 坦白說仍然回歸到目的為何? 如果說單純以產品品質考量出發，只需要做全球市場的車款與廠商調查後就可以比較出可採購的車型選項，但若還要納入其他目的，比如說要有台灣產業或廠商的生產供應，狀況就會較為複雜，(又需要回歸到哪個政策目標才是最重要的)另外在認定的作法上，有被動等待廠商/客運業者採購後送審，以及主動審查出”可取得補貼的產品/車型清單”兩種，中國大陸之作法屬於後者，可提供相關參考。

五、中華經濟研究院 溫蓓章副所長

1. 電動大客車市場並非「自由市場」，寡占車廠與使用者(客運業者)的市場結構，使廠商採取策略定價行為。故應由政府給定標準、規格，引導車廠提供優質產品，客運業者提供優質服務。

2. 確認「示範計畫」的目的性，建議是測試商業應用的效果，討論共通標準及導入手冊。

六、臺北科技大學車輛工程系 黃國修教授

1. 電動車全球趨勢已訂，電動公車是個很好的切入點。

2. 電動車技術快速發展，設置方面尚需保留後續進步的彈性，不能訂死。

3. 三電：電控與馬達臺灣有較佳的發展機會，電芯材料需再加強，電池管理技術管理電巴的可能性仍存在。

4. 電巴的電池成本、重量、體積之降低為首要目標，但在現有技術不足的情況下，應做行駛環境分類，如市區長短程、高速、山區等，依照不同道路特性做電池不同配置量身設計，直到未來能與柴油車接近為止。

5. 就過去經驗，車廠多考量自身短期獲利，故較大的格局與發展目標應由政府來主導推動。

6. 示範期建議結合地方政府，在新興重劃區較傳統市區為佳。

7. 工業局應強力要求廠商產品的可靠度、耐久度，並適當介入輔導。

8. 就過去經驗，參與示範的團隊不能單由車廠或客運業者來主導，應

設立相關的聯盟，結合技術面與產業面，且並由地方政府與財團適當介入，口袋要深。

9. 推動示範計畫，相關法規標準與路線設計應一併進行，團隊可包含運研所、路政司、公總、臺電、中油、工業局、技術處、標檢局、公保處等。

10. 充電站技術，國內台達電、華成、裕隆電能等都有不錯的基礎，但建議考量後續智慧化後的調整模式。

11. 目前推動電動公車是不錯的時機，挑戰較大，但時機成熟成功機率也較高。

七、公路總局

1. 車輛規格技術與意見之看法

   (1) 本研究可將高容量電池、低容量電池之適用路線進行初探，以利客運業者於車輛購置時，有一車型選擇依據。

   (2) 高容量：多短路線使用?

   (3) 低容量：多長路線使用?

2. 如何驗証車廠宣稱數據

   (1) 透過電子監控設備比對業者使用狀況與車廠宣稱之差距。

   (2) 利用訓練合格駕駛員駕車，以「實驗解」了解業者使用及車廠宣稱之差異。

3. 市場政策限制

   (1) 附加價值率:關鍵組件國產似有難度,且車輛妥善率仍有待加強,使用信心仍不足之狀況下，不宜訂定太高之附加價值率。

   (2) 禁止大陸車身進口：雖有創造國內車身使用之利基,但在車輛均為大陸產製的狀況下是否有安全整合疑慮。若有相關研究可以確認無虞則可以推動,但有整合疑慮則不建議再進大陸車輛，否則就要放寬禁止大陸進口法令。

2. 2030 數量達標之推廣做法

   (1) 示範計畫可參考 ZeEUS 計畫結合業者、車廠一起進行，也可以透過「實驗」了解路線最適車型。

   (2) 尊重市場機制，由業者決定性價比符合自己的車輛。

   (3) 將補助分級，國產化比例高的補助金額較高(購車補助)。

(4) 提高使用信心，由業者逼車廠重視後勤，再依使用里程給補助。

3. 關於柴油車補助部分，目前初步規劃於 108 年降低補助，110 年正式退場。

柒、總結：

一、後續研究將明訂各單位於第一階段示範期之工作項目與應分擔之責任，以及擬定跨部會合作之模式，並盤點所有會面臨的課題。
二、第一階段完成後會藉由成功經驗之累積，提出導入手冊。
三、後續會持續請教各專家學者更深入議題，蒐集各方專家學者之意見。

我國電動大客車推動策略規劃與自動輔助駕駛技術導入初探

【第一次專家座談會議】

簽到表

會議時間：107 年 06 月 20 日（星期三）14:00~16:00

會議地點：台北市松山區敦化北路 240 號 10 樓會議室

主持人：交通部運輸研究所　陳其華組長

鼎漢國際工程顧問股份有限公司　林幸加總經理

出席單位	簽到處
金屬工業研究發展中心 江進豐副處長	
經濟部工業局 童建強科長	
工業技術研究院 呂學隆研究員	
中華經濟研究院 溫蓓章副所長	林筱翊
北科大車輛工程系 黃國修教授	
港都客運 賴文泰董事長	請假

出席單位	簽到處
交通部路政司	李榕芳 劉信宏
交通部公路總局	郭重佑 黃彥斐
財團法人 車輛安全審驗中心	沒陳華 許進發
交通部運輸研究所	陳明華 連欣
鼎漢國際工程顧問 股份有限公司	林堯如 陳柏君 蔡秉坤 曹家瑜

我國電動大客車推動策略規劃
與自動輔助駕駛技術導入初探
第二次專家座談會議會議記錄

壹、 會議時間：107 年 07 月 05 日（星期四）14:30~16:30

貳、會議地點：台北市松山區敦化北路 240 號 10 樓會議室

參、主持人：交通部運輸研究所　陳其華組長

肆、出席單位與人員：如簽到表

伍、記錄：吳冠樺

陸、座談記錄：

一、工業技術研究院機械所張念慈組長

3. 空汙法 10 年以上車輛將加嚴標準，會影響車輛產業的發展，尤其是二行程機車及柴油車這一部分。

4. 臺灣大客車國產化應為三電，車體、底盤屬高度汙染產業，可在中國大陸製作；如現況華德與國內富田與東元合作電機系統，國內產品可達高水準及省電之零組件，並有機會更進一步外銷。電動車能效與傳統汽油車能效比較：

(4) 燃油車(ICV)總能源效率 18.1%，電動車(EV)為 23.6%，電動車略高於燃油車；但以排碳量來看，燃油車(ICV)總排放為 154.2g/km，電動車(EV)為 72.4g/km。依照我國電力結構，推動電動車的確會降低移動汙染源 CO2 排放達 50%。

(5) 電動車未來應該要推動耗能管制而非追逐高性能，經濟部能源局有在思考能源標章。

(6) 在臺灣都會環境下，機車與公車電動化，可降低移動汙染源，大幅改善都會空汙。

6. 臺灣電力供給是否足夠：

(1) 如圖，市區公車 1 萬輛全面電動化，以每公里耗能 1 度電計算，一年用電量約 7.3 億度，僅佔全台用電量 0.28%，為可推動之電動化政策。

	電動機車	電動汽車	電動公車	合計
目標總數量(萬輛)	1,376	795	1	
每輛車每公里耗電量(度/公里)	0.024[註1]	0.23[註2]	1.000[註3]	
每輛車平均每日行駛里程(公里/日)	13.3[註4]	41.1[註5]	200[註3]	
每輛車平均每日用電量(度/日)	0.32	9.44	200	
全部車輛每日用電量(萬度/日)	439.2	7,508.6	200	8,147.8
全部車輛每年用電量(億度/年)	16.0	274.1	7.3	297.4
占全台用電量[註6]的比例(%)	0.61%	10.49%	0.28%	11.38%

註：
1. 以GOGORO為例
2. 以2017 Tesla Model X AWD - 90D為例
3. 依據桃園環保局資料
4. 依據交通部105年機車使用狀況調查報告
5. 依據本局106年車輛油耗指南
6. 以本局能源統計月報所公布之國內106年電力消費 (約2614億度)作為分母

(2) 然市區公車全面電動化問題不在於總用電量，而是尖峰用電及區域電網的負荷。但若公車都採收班後夜間充電，則較不會影響尖峰時段之用電供給；區域電網則要靠交通部門與台電區域性的電力檢討。

(3) 電動汽車占全台用電量 10.49%，負荷相對較大，且電動汽車較有續航里程之疑慮，因此現階段是較不適合推動全面汽車電動化。

7. 現況電池壽命：

(1) 早期電動汽車業者電池反映僅能使用 2 年，是因為是大陸電池或技術尚不成熟，現階段車用電池壽命設定條件在正常使用情況下，均可達到 8 至 10 年以上。

(2) 三電系統須測試驗證，由電池模組廠提供耐用壽命保證。

(3) 車廠必須作整體設計及出廠後的完善管理，才能讓消費者實際使用結果與其預期相近，甚至在消費者使用歷程建立同步監控，才能預防微小故障衍生成嚴重失效。

(4) 車用電池失效約仍有 80%能量儲存，可作為再生能源儲能設備，將車用電池再利用。

8. 外掛式移動充電站可能為區域電網不足之解決辦法，在離峰時先至負荷較小之區域充飽電，再於業者電力需求時段分擔台電電力容量。

二、工業技術研究院機械所朱高弘博士

1. 電動車充電方式，目前多為傳導式充電，無線充電仍在研發中。國際上充電模式可以分為 1~4，充電模式 1~3 為交流充電，4 則為直流快充。

2. 電動汽車充電介面規格：

(1) 交流充電：國內交流標準為 Type I，Type II 源頭為中國大陸，Type II d 為歐洲在使用之介面。

(2) 直流充電：直流充電可稱快充，國內直流至今尚無法訂定標準，Type AA、BB、EE、FF 皆算符合國內規範之介面。

3. 電動機車現況充電介面為各廠牌專用，102~103 年有嘗試政府由上往下要求業者配合，但受到業者反彈而無法執行，在這兩年為由業者整合共識，要求政府訂定共通標準，未來 1~2 年將整合共通充電。

4. 臺灣雖為機車產業大國，但為與國際規範接軌，國內車廠共識制訂之產業標準亦修正與更新至對應 2018-05 版國際低功率電動車輛之規範草案。

5. 工研院從 101 年開始針對電動車充電進行推動，並不局限於充電標準，整體推動內容亦包括充電服務雲端平台等。汽機車電動畫推廣並不是只有數量上的增加，而應將電動車視為一個生態圈，建構電動車運作環境與監控平台。

6. 因應未來電動車輛大量使用，解決電力調度問題，並擴大電動車輛車載電源的彈性運用，建議導入 V2H、V2G 技術。

7. 臺灣現況台電夏季備用容量已所剩不多，台電希望電動汽機車能於離峰時段充電，而台電離峰時間的定義為 23:00~06:00。

8. 推廣大量電動車之電力問題，假設離峰可負荷，則問題主要為尖峰與區域饋線電力供給是否足夠，在台電可能無法擴充容量改善饋線網路時，可能的解決方案為佈建一棟視之大型儲能系統，如客運業者停車場站佈建貨櫃儲能設備。

9. 儲能設備可於離峰時充電，以作為尖峰時饋線容量不足之用，以分擔台電尖峰容量負荷。

10. 夜間同時充電可用快充方式，以人力及車輛調度輪流充電方式，降低同時間用電需求，如桃園機場電動航勤車 100 輛，就建議不需設置 100 座充電柱，而是以調度充電方式降低充電柱需求，但仍需增加人力及運轉空間。

三、交通部運輸研究所運資組吳東凌副組長

1. 以新店客運錦繡站為例，200 輛車一天需供應 4 萬度電，以台灣區域供應電力而言，是否可以滿足客運業者之需要，需要台電審慎檢視。

2. 電動公車廠商建議 1 台車須配置 1 座充電柱，業者充電環境建置成本高且空間需要比原本使用柴油公車高，公車電動化對於業者停放空間之需求也需要納入考量。

3. 電動公車與電動汽車/機車為不一樣之充電模式，充電技術可能類似，但公車空間需求、集中充電需求及場站問題等等，電動公車充電問題可能較其他電動運具來得複雜。

4. 充電站有無可能以大型充電設備一對多之方式(如 1 對 10 或 1 對 10)，以智能排程管理方式，針對出車班表順序，提供不同功率進行排程充電。

   專家回覆：

   (1) 目前有 1 對多及智能排程充電之設備，如西雅圖機場有 1 對 10。

   (2) 工研院有相關非均質充電之專利，並有再發展充電蛇之充電模式。

5. 若充電規格訂為中國 GB，因充電頭與通訊協定之差異，是否將會排除歐規車輛之使用。

   專家回覆：

   (1) 中國與歐洲通訊協定不相同，訂定中國規格則現況歐洲車款將無法對應使用。

   (2) 但若中國市場夠大，歐洲車廠亦會針對中國規格進行調整。

四、交通部運輸研究所運資組陳國岳

1. 台電針對推廣電動公車之電力解決方案就是排程充電，可在補助標準內納入智慧充電排程之規範。

五、鼎漢公司

1. 假設現況電動公車技術為可信任的，使用成本業者也可接受，則充電環境與使用空間等為業者將公車電動化較大之疑慮。

2. 現況具電動公車使用經驗之業者，對於電池壽命多與車廠有糾紛，車廠表示車輛電池壽命衰退嚴重為客運業者駕駛行為不佳所導致，請教專家以市區公車走走停停及常須加減速之商用狀況，會否影響電動公車之使用壽命。

   專家回覆：

   (3) 衰退應不至於歸咎於駕駛行為急煞等原因，因煞車回充視正常之電池行為。

   (4) 電池較怕大功率放電，放電曲線高高低低倒不是問題。

   (5) 主要還是早期電動公車為大陸版控制器及電池之問題，現在新一批車輛就較無問題。

3. 大型儲能系統，如部分車廠有提到汰役電池，此技術是否已成熟，足以商業使用？

專家回覆：

(1) 汰役電池為因應電動車輛使用後，剩餘至七成電量不敷車輛使用而發展的，目前仍為研究階段，而現況也無足夠之電動車輛汰役電池。

(2) 現階段儲能系統為全新電池。

4. 以電池壽命而言，充放電保留電量比率應為多少？

專家回覆：

(1) 鋰電池放電應保留 20~25%殘留電量，充電亦建議 90~95%不要充滿。

(2) 電池可用電量去頭去尾約僅剩 70%，故電池續航力可依電池容量之 70%預估續航力。

我國電動大客車推動策略規劃與自動輔助駕駛技術導入初探

【專家座談會議】

簽到表

會議時間：107 年 07 月 05 日（星期四）14:30~16:30

會議地點：台北市松山區敦化北路 240 號 10 樓會議室

主持人：交通部運輸研究所　陳其華組長

出席單位	簽到處
工業技術研究院 張念慈組長	張念慈
工業技術研究院 朱高弘博士	朱高弘
交通部路政司	請假
交通部公路總局	請假
交通部運輸研究所	陳其華 陳可兒
鼎漢國際工程顧問 股份有限公司	鄭秀雲

附件四 國內相關產業單位交流紀錄

相關單位訪談-工研院

訪談日期：107 年 10 月 18 日(星期四)下午 3 時 00 分

訪談地點：工研院 IEK10 館 102 室

受訪對象：石育賢經理

訪談人員：曹晉瑜經理、劉定一高級規劃師、蔡秉承

訪談內容：

一、自動化與智慧化發展策略與推動進程

1. 就大客車導入自動化與智慧化的議題，建議就推動理由為切入觀點，就現況討論掌握，主要考量為提升安全性(降低人為因素事故發生)、服務穩定性(降低人因影響營運)與勞動力變化(高齡化社會)。

2. 有關使用者移動需求導向之旅運情境規劃，建議可朝整合載運型態類型，單純化考量固定範圍(特定區域/定班定線)及不固定範圍(觀光旅遊/需求反應)類型。

3. 道路環境旅運情境因道路複雜程度與交通流複雜程度彼此有關連性，建議可採矩陣形式整合呈現考量面向，以利區分旅運情境之複雜度與導入優先順序。

4. 現況大客車營運模式主要以政府核定路線委由民間營運為主力，未來自動化車輛之營運模式可對應服務需求類型，或許有更多發展的可能性。

5. 以目前自動化技術發展而言，就使用者端考量，Level3 等級主要考量駕駛操作安全性，Level4 等級則提升至乘客搭乘安全性。

6. 對於自動化與智慧化關鍵產業技術發展的呈現，建議可對應行駛情境中需要對應的技術項目，如自動迴車控制對應端點站返程、精準進站停靠對應路邊/場站停靠，較容易掌握是否足夠或尚有缺口及提升方向。

7. 現況智慧化相關技術著重在即時動態資訊、駕駛管理與駕駛行為分析與教練，後續對應自駕車導入，對於駕駛行為分析之相關資料蒐集將轉為自駕特性數據分析，作為自駕車運行模式精進。

8. 有關配套政策部分建議考量有哪些是針對大客車的必要性項目，包括自駕車法規(運行執照發放與檢核項目等)、車輛型式及功能驗證(自駕車之控制系統操控油門加減速能力)、未來道路基礎設施是否需配合有特殊規定(如標線塑料須可被偵測)等。

9. 國內自動化與智慧化推動進程主要仍參考國外推動進程，建議考量國際發展趨勢，尋找標竿對象來參考制定；惟目前就國際整體發展進程來看，尚以限定區域為測試與實證場域，故整體進程建議以限定區域優先，以免過度樂觀訂定。

二、電動大客車推動策略方向建議

1. 對於 2030 年市區公車全面電動化之執行策略面向大致表示認同，尤其藉由執行經驗累積彙整電動公車導入指南，供業者與相關單位參考借鏡，此項目若可達成為為重要貢獻；不過在執行面可能需要確認如何蒐集數據，以及是否能夠對應不同營運環境下的三電表現狀況，可能會影響執行成果對於後續推動的可參考性。

2. 若確可藉客運業者使用經驗，持續累積掌握三電系統對應國內不同道路環境的特性表現，有助於依據國內使用需求訂定國產化技術落實政策；若產品技術可適應環境程度高，經濟部可加速推動國產化或外銷，若產品技術在道路環境上仍有限制，則需要朝向產業輔導方式設定階段進程，提升業者技術能量。

3. 電動公車目前於國內僅有 300 多輛，若要加速電動公車與柴油公車的使用車輛數產生交叉的時間點，就政府端角色而言可能需要從補助角度著手，逐步調降柴油公車補助，使電動公車價格競爭力提升。

4. 由於依據不同的營運路線限制，客運業者會評估導入車輛數、營運場域、充電調度站、建置營運成本預算等議題，對應到政府補助的經費額度，才會選擇哪些路線優先申請以電動車隊導入。

5. 為增加電動公車對於環境改善的效果，若推動在空汙嚴重區域或專用道廊帶，效果會相對顯著並讓民眾有感。

6. 針對充電介面統一規格議題，建議可參考電動機車或智慧公車的推動經驗，從自主聯盟方式建立產業標準，再逐步轉向國家標準，執行可行性較高。

相關單位訪談-科技部

訪談日期：107 年 11 月 7 日(星期三)下午 3 時 30 分

訪談地點：科技部工程司(科技大樓 16 樓)

受訪對象：阮榮昌研究員、杜青駿副研究員、陳柏全教授、
林昱成教授(遠端連線)

訪談人員：曹晉瑜經理、劉定一高級規劃師

訪談內容：

二、 自駕車推動課題

1. 針對電動化與自動化的推動，建議確認政府投入角度為導入數量達標或建立國內整體產業供應鏈，定位落差為影響推動進程與發展的關鍵因素之一。

2. 自駕車輛法規訂定議題影響很大，目前就國內廠商具備自主研發能力的部分主要為轉向對應警示系統，煞車系統要結合制動器，目前國外廠商提供整體服務(total solution)，不開放協定(protocol)，國內廠商無法自行研發；未來法規訂定後，恐無法帶動國內產業發展目標，僅能進口國外廠商整套零組件，故以現況要國內廠商自主開發緊急煞車輔助系統(AEBS)，已經有其困難存在。

3. 目前國內自駕車輛尚在特定場域測試階段，須等待相關法令通過，使車輛可取得一般道路測試執照，才有機會在開放道路中進行實測。

4. 國內電動大客車市場小，以開發整車或 ADAS 系統會面臨財務面的問題；以電動機車的推動經驗，即使目前已較有成效，但包含 GOGORO 等主力電動機車業者的投入仍均未達到損益平衡。

三、 自動化與智慧化推動進程

1. 國內在車輛相關法規推動上原則是以調和國際法規為主，參考國際法規推動進程，在檢視國內環境條件與適用性，訂定納入法規的時程；以自駕技術而言，國外尚未有明確進程，主要仍以開發測試為主。

2. 以單一技術而言，從累積研發能量到技術成熟，至少要設定 5~10 年進程，因此建議國內推動上不要躁進，若技術成熟度不足，可能會衍生負面效果。

3. 就自動化與智慧化發展策略進程考量，建議將法規現況已訂定或已確定進程的項目列為短期研發技術目標，其餘的項目列為中長期。

4. 針對自動輔助駕駛系統(ADAS)部分，雖然國內廠商較有發展機會，但仍需掌握國外發展標竿(benchmark)，才能知道自身能力與市場機會所在；以目前交通部預期就電動大客車導入 Level2 plus 自動化系統，可能仍過於樂觀，建議優先符合已納入法規的項目即可。

四、 政策推動權責分工

1. 目前有國發會、經濟部、交通部、科技部等多個單位同時探討自駕車相關發展與技術議題，各部會的分工權責應有所定位，如以科技部角度主要是站在學術界研究觀點，解決點的單一面向技術突破，再由經濟部結合產業界，建立線、面的技術模組開發與導入產品，最終投入市場發展。

2. 大客車相關應用計畫，今年度針對自駕大巴旗艦計畫由經濟部主導測試運行，中巴與 CPV 物流車由工研院資通所主導測試運行。

3. 有關車輛自動化駕駛技術探討，工研院資通所主要研究智慧大客車相關議題，機械所則是研究自駕技術相關議題，而科技部主要是從各單位研提之政策發展趨勢與技術缺口中，探詢學術界可操作研討的議題，對外徵案(call for paper)，透過學術界的研究能量，尋求技術突破的可能性。

4. 行政院科技會報可提供研發資源經費，但過去申請單位並無交通部門，建議交通部門可考量提送申請，擴充研發資源加速技術推動。

五、 實務執行面議題

1. 導入自動駕駛或自動輔助駕駛系統的出發點，目的是在減輕駕駛壓力、提升乘客與行車安全，因此探討導入選項應該要判斷是否確能減輕駕駛壓力。

2. 大客車與一般乘用車的商業模式不同，大客車的使用者(客運業者)與製造者(車廠)不同，除了需透過 VSCC 審驗與認證，就車輛安全與品質把關，後續營運階段，需要建立使用者與製造者的使用經驗回饋關係，對於後續 ADAS 產品發展才有正向循環。

3. 針對智慧營運監控平台的運作，就政府端角度以提供補助經費向業者取得資料，但後續若要納入公開資訊，可能會有資料所有權的議題產生，需要再作釐清與因應。

附件五 客運業者與地方政府訪談紀錄

客運業者訪談紀錄－桃園客運

訪談日期：107 年 10 月 19 日(星期五)下午 02 時 00 分

訪談地點：桃園汽車客運股份有限公司

受訪對象：簡誌良主任、曾慶斌副廠長

訪談人員：曹晉瑜經理、廖建韋

訪談內容：

一、電動大客車使用經驗

(一)電動中巴 18 輛。

(二)唐榮電動大巴 16 輛：第一批(400 安時)6 輛已無法使用，第二批(480 安時)及第三批(390 安時)10 輛，充電時間約 2~3 小時，可行駛約 100~110 公里，鎖電量 30%(低電壓 3V 降速)。

(三)華德電動大巴 6 輛：700 安時，充電時間約 5~6 小時，可行駛約 100~110 公里，無鎖電量，電壓低於 3.1V 會於儀表板警示提醒。

(四)主要充電時間為夜間，中間休息期間亦會再補電。

(五)唐榮上午 2~3 個班次、下午 2~3 個班次，華德全日行駛 5 個班次(每趟次約 20 公里)。

(六)上游廠商綁死下游廠商，導致零件無替代用品，且無法隨技術提升而升級，增為維護成本及營運風險。

(七)存在許多不確定性的隱藏成本，如電池品質風險、需增加備用車數量因應電巴故障時使用、充電站空間難尋、充電站夜間調度人員、拖班罰金等，增加營運風險。

二、保固內容：

(一)電池保固 5 年，但保固條件不明確，只要車能動即未達電池損壞標準，而續航力降低則指向駕駛操作不良，不適合急加、減速。

(二)續航力：新車 180 公里，使用 2~3 年後降為 100~110 公里，使用 4~5 年後降為 40~50 公里。

三、相同營運環境下，電動與柴油大客車營運成本差異：

(一)柴巴：41 元/車公里、電巴：50~60 元/車公里。

(二)電池組：約 300 萬元/組，5 年保固

(三)折舊費：柴巴 6 元/車公里、電巴 10 元/車公里以上。

四、市區公車多採用車輛混合排班調度，建議以調度站為申請基準，一處調度站約停放 30~100 輛車。

五、建議車廠、政府皆應共同承擔風險，

六、建議政府擬定電動大客車定型化契約。

七、願意配合政策裝設車道偏移警示系統(LDWS)、緊急剎車輔助系統(AEBS)等駕駛輔助設備，但建議設備應可紀錄駕駛行為數據，以利公司內部進行管理與作為，方能達到成效。

客運業者訪談紀錄－南台灣

訪談日期：107 年 10 月 31 日(星期三)上午 10 時 00 分

訪談地點：南台灣客運仁武區調度場站

受訪對象：戴智恒經理

訪談人員：曹晉瑜經理、廖建韋、黃品慈

訪談內容：

一、電動大客車使用經驗

(一)營運績效(電池衰退情形、用電效能、耗電成本)

103 年購置的第一批華德電巴,用到第四年電池狀況明顯下降，凱勝也是第四年電池狀況衰退下來。就營運角度預期配套方式為，購買車輛時預先考量電池衰退可能程度下之電池容量，若電池衰退到無法完成既定班表排班，再使用預備車(柴巴)進行調度。

(二)車輛/人員排班調度規劃方式

1. 因電池衰退情形嚴重，加上充電站到發車站空駛里程 20 公里,使得電巴需時常充電(慢充),車輛調度周轉不過來(柴巴不夠)，易產生脫班情形。

2. 過去南台灣人員排班採雙班制，薪水是依據班次之多寡而定，故減班會造成駕駛員的薪資下降，爾後已調整為單班制，增加調度彈性。

(三)車輛充電排程規劃方式

現況因續航力不足無法依照原訂規劃於特定時段排程充電。一般來說華德的電巴全天候只要電量不足或待班時就會充電;凱勝的車因為只向台電申請離峰時段(夜間)充電的額度，非核定時段超收費用太高，故只會於夜間進行充電。

(四)車輛故障緊急應變 SOP

1. 當電巴內電池組溫度過高(尤其裝載於車底的電池)，或電量低於 SOC 規定之 20%時，會自動切換至保護機制，只能停到路邊，等待拖車拉回調度站檢修。

2. 原廠維修人員建議若電池溫度過高時，應冷卻約 20 分鐘後再上路行駛。

(五)電巴與柴巴之差異處(營運/購車/燃料/電費/維修保養成本、使用年限)

1. 維修保養處理方式：電巴之車體維修是客運業者自行與各廠商接洽，電控及空壓機則是車廠負責處理。

2. 燃料成本：穩定情況下，電巴電費低於柴巴，但因電池衰退，無法達到發車穩定性影響大。

3. 維修成本：保固內電巴成本低於柴巴，但保固後尚無法確定維修價格，預期會高於柴巴很多。目前電池在保固期間內，故無法得知維修保養費用，只知道凱勝電池組更換費用報價約600萬元左右。另外，目前已知車體內冷氣(8萬，目前已損壞)、空壓機(已過保固期，無法使用 8 年，中途得付費更換，10 至 20 萬)...等耗損性零件的更換維修價格，且因為電巴零件不如柴車副牌選擇多，受制於特定廠商，缺乏議價空間。

4. 使用年限：建議以電池衰退設定退役車年限及相關規定，不應與柴巴相同(8 年)。

(六)營運數據紀錄方式及紀錄項目

華德電巴有系統紀錄並回傳電腦(3 秒至 1 分鐘回傳間距)，業者需自行負擔加裝設備(有特定車機)及數據傳輸費用；凱勝目前沒有建置系統，為人工手抄作業。

(七)曾面臨問題及解決方式

電巴電池衰退後時較常因故障而中途中斷行駛，故針對電巴跑行班次部分有申請減班或必要時以柴巴代駛。若無法提升車輛穩定性，有搭乘到中斷行駛車輛的民眾，會降低再次搭乘之意願。

二、與車廠之合作模式

(一)與車廠合作模式

車輛為整車購買，電池部分也是採購買。

(二)保固內容

當初是透過經濟部介入，車廠才願意出面協助處理保固事宜，如要求出車未達班次要罰款，但車廠仍會溝通不採罰款處理。除電池提供 4~5 年保固外，部分零組件保固期程短(如冷氣、空壓機等)。

(三)後勤支援

除電控之維修保養技術外，其餘像是充電操作、車輛故障排除...等皆可由車廠維修人員做技術移轉。另外，針對駕駛員之教育訓練部分，除增加滑行距離之宣導，及有提供種子教練外，別無其他特別的教導。

三、對於政府推動市區公車電動化之建議

(一)推動電動大客車示範運行計畫之參與意願及建議

1. 示範運行計畫參與意願低，因示範運行僅四年，無法知道產品實際品質，建議政府不要再浪費四年，而是輔導現況使用者去改善車輛使用四年後的車況，以及提升產業水準，制定一些配套措施，以因應電池過保後該如何繼續確保電巴穩定運行之問題。

2. 建議政府應開放國外車廠，並利用其他方式扶植台灣在地產業，而不是訂定一堆附加價值率只為保護在地產業，設定限制國外車廠進入台灣市場的門檻，但國內產業無法到位，讓客運業者承擔營運不佳的壓力。

3. 希望政府能透過過去業者使用電巴的經驗，及他們所提供的營運相關數據紀錄平台(ARTC)，整理出各電動車廠之車輛性能、零件廠牌之來源及品質、各項零組件保固年期及壽命有多長...等等資訊，或直接訂定各零組件應保固之年現要求，以確保品質，最重要的是要公開哪些車廠有補貼哪些沒有，讓客運業有更準確且透明的資訊，以作為購車時的考量依據。

(二)相關政府補助制度之建議

現況國內產品技術下電池壽命無法達到 8 年營運期，希望政府能站在協助業者提供乘客穩定服務角度，提供第二組電池補貼，使業者不會一開始為了考量後續衰退情形而採購大電量的電池組。之後電池衰退情形嚴重又需重新購買一組，業者將無法負擔增加之購置成本。

(三)訂定充電統一規格或接口之建議

1. 建議統一充電規格，讓各調度場站都成為充電站以利互用。
2. 市區路線電動巴士未必需要搭載大電量，電池多故障機率也大，少量電池組又能降低整體車價。若可達到統一規格，各業者充電站可互用或搭配公共充電站設置，或許以市區路線服務特性，適合快充模式，且可降低電池衰退更換電池組之成本。

客運業者訪談紀錄－港都

訪談日期：107 年 10 月 31 日(星期三)下午 02 時 00 分

訪談地點：港都客運楠梓區

受訪對象：黃建逢經理、鄧永仁運務

訪談人員：曹晉瑜經理、廖建韋、黃品慈

訪談內容：

一、電動大客車使用經驗

(一)電營運績效(電池衰退情形、用電效能、耗電成本)

1. 目前總盈金龍電巴使用約 1.5 年(含測試)，電池衰率不到 1%。聽高雄客運分享使用華德的電巴，約使用 2 年後開始出現明顯衰退情形。

2. 用電效能實測能跑 1.3~1.4km/kwh，開空調或載客多情況至少能維持 1.1km/kwh 以上。

3. 每日總營運里程 250km 為長里程，150km 則為短里程，80%市區公車單趟里程在 40 公里內，港都實際使用上總營運里程每月約跑 30 萬公里，平均 150~200km/車/日。

4. 與車體打造廠溝通，請對方依照自身實際需求，打造 8.6m 車身長的電巴。最初預計購買 122 台電巴，第一批交貨 68 台後，因政府對電巴有新的規範制度，故後續的 54 台電巴遲遲無法交貨。

5. 根據使用經驗，急煞或急停並不會影響到電池使用壽命，只會影響它功率的輸出，電池壽命的損耗是由於充電時過充或過放電的頻率太高所致。

6. 總盈金龍的電池放置於車頂，故散熱狀況較好，先前高雄淹水時也正常行駛。

(二)車輛/人員排班調度規劃方式

1. 目前電動巴士跟柴巴的排班方是都一樣，都是總調度長先依照每個路線的班表，把單班雙班排好，指定好車輛規格(中巴、電巴)，再輸入到銓鼎系統，銓鼎系統會自動預排車輛與人員對應。港都目前有參與 A+計畫，後續 A+計畫預計於系統中針對電巴增加考量充電之排班設計。

2. 目前每日總路線營運班次 1,200，其中有 50 班次為尖峰時刻發班，因港都使用快充，故能在尖峰時段有效的調度電巴以縮短發車間距。

(三)車輛充電排程規劃方式

目前是駕駛休息時間充電，沒有特殊針對衝電排程進行規劃，之後 A+計畫的排班系統預計會針對這部分設計。

(四)車輛故障緊急應變 SOP

1. 出車前車子故障或電量不足時，會去找待命中可運用的車輛，請駕駛換車，並於出車前進系統更改出車紀錄。

2. 出車後，當車輛遇到故障時，系統會先判定是幾級故障，級數是針對影響程度而設定。一級故障通常為充電過度所致，三級故障電機溫度過高或出電不穩定，一~三級電巴不會斷電，駕駛員可以跛行模式(20km/hr)開回車廠；四級故障通常為高壓控制和控制異常所致，四級以上故障會斷電，駕駛員只能利用殘餘動力緩行至路邊等拖吊。

(五)電巴與柴巴之差異處(營運/購車/燃料/電費/維修保養成本、使用年限)

1. 與柴巴相同：耗損性設備。

2. 與柴巴不同：

(1) 4 組充電樁(8 座充電槍)約 3 百萬元，整座充電場站 5 百萬元。

(2) 燃料/用電成本：柴巴約 15 元/km(約 28 元/公升)，電巴約 9 元/km (約 3.7 元/度)，故使用電巴約省 6 元/km，每月每輛車約省 4 萬元。

(3) 使用年限：每組電池約可充 1 萬次，以每日充 3 次估計約可使用 8 年。

(六)營運數據紀錄方式及紀錄項目

有部分電池資料會從 BMS 直接回傳(充電度數、行駛里程….)，其餘皆是人工登記，再打成電子檔來計算用電耗損。藉由人工及電腦記錄比對發現電池殘餘量部分有數據上的落差，推估是由於充電時熱發散導致的。

(七)曾面臨問題及解決方式

1. 當初在建置充電場站時，請電至少花了半年申請，時程太慢(地目變更程序、管線科審核、充電設備安全審核、建照申請、台電接電...等等)。

2. 因用電需求被歸類為民生用電，故台電在分配停電地區時，往往造成電巴無法充電，得啟動發電機因應。

二、與車廠之合作模式

(一)與車廠合作模式為何

整車購買約 1 千萬元/台，其中馬達由晟昌機電股份有限公司生產，電池由有量科技股份有限公司生產，充電設備則由銥智監控科技有限公司開發。

(二)保固內容

車體保固 3 年，電池保固 5 年(合約上保證 8 年內殘餘電容量不低於 85%)，馬達保固 2 年(10 萬公里需保養)，冷氣(分離式)保固 2 年。

(三)後勤支援

1. 充電操作訓練

初期由原廠教學整套程序，後續由種子教練持續引導訓練，使每位駕駛員均熟練操作程序。

2. 保養與維修操作

車廠工程師駐廠 2 年，提供電巴故障時基本及初步排除技術教學，港都也將所有電巴遇到的問題做成 SOP，並建立耗材大數據，提早準備備品。兩年後駐廠人員離去，便可根據這些 SOP 初步找出可能的問題原因，若是自己能排除或從備品中更換零組件的就自行處理，若需要車廠協助時再通知對方。

3. 駕駛方式訓練

教育訓練部分，公司內部有編列課程及測驗(紙筆及操作)來培訓電巴的駕駛員及技術維修人員。

4. 車輛故障協助方式

車內系統會出現 senser 訊息，並由電腦判斷危險等級，做出相對應的應變措施。

三、對於政府推動市區公車電動化之建議

(一)電動取代柴油大客車應考量面向及建議

應考量購車成本、續航力、安全性，實際上續航力及安全性目前可達到電巴與柴巴都差不多，營運成本部分電巴遠遠低於柴巴，故主要因素在讓業者購買電巴時的自備款與購買柴巴差不多。

(二)電動大客車最適營運模式之建議

建議政府應先廣設公共充電站，並協助各業者建置充電場站，再針對市區內站間運量、班距、路源特性建議客運業者選用合適之車型及電池容量，汰換市區公車路線用車從柴巴為電巴，另外，針對長途旅遊業者，也可結合於各大旅遊景點或停車場設置充電場站，提升各業者購買電巴之意願。

(三)相關政府政策及補助制度之建議。

1. 用電方面：

(1) 電價比照工業用電(不要分尖離峰)。

(2) 能協助建立申請電力標準作業程序並縮短申請時程。

(3) 協助將電巴充電站之用電類型比照工業用地，避免因地區性輪流停電所造成的不便。

(4) 建立節電獎金制度。

(5) 夜間儲能設備配套，希望政府端(如台電)協助業者設立儲電設施，以增加離峰用電運用效率。

(6) 加強台電的供電穩定度，有暫停供電必要時應提前說明與縮短暫停供電時段，讓業者提早因應準備。以港都來說，充電場站配置的發電機僅能因應 2 小時斷電，若暫停供電時間過長會影響發車服務。若有時段調整也須告知，以免業者無從準備。

2. 購車建議及補助方面：

(1) 建議：政府推動電巴就是為了降低空汙提升環保，但政府為了提高附加價值率，讓台灣車廠打造車體電鍍及焊接，這樣反而是大大提高台灣的空汙值，故建議政府能開放車體進口。

(2) 補助：購車補助採一次性定額，建議去除 49%補助比例，並同時列出各細項之補助金額，並隨著市場放大而逐漸減少補助金額。

3. 提升服務價值：

(1) 針對8年營運期滿之車輛,建議可進行結構強度驗證,讓電巴仍有機會延長使用年限。

(2) 希望政府協助使電巴汰役電池組變成儲能廠，以供後續利用。

(3) 建議政府能於市區內、各大觀光旅遊景點、遊客數較多之伴手禮商店外...等地方，廣設充電樁，提升民間其他業者(遊覽車業者)之購買意願。

(四)訂定充電統一規格或接口之建議

配合國際趨勢制定國家標準的統一規格及接口，且要規定材質及容載率(容流率區間),使不同車廠生產的電巴充電場站能夠互相使用，增加充電柱運用效率。

(五)除現有法規要求外，建議哪些自動輔助駕駛可列為標準配備

建議可研發更完善的行車視野輔助配備，但考量國內市區公車行駛環境車種混雜(尤其機車會鑽行),自動輔助駕駛配備過多會影響駕駛判斷與感受疲乏,反而無法提升行車安全。

政府單位訪談-桃園交通局

訪談日期：107 年 10 月 25 日(星期四)上午 10 時 00 分

訪談地點：桃園市政府交通局(8F 交通局討論區)

受訪對象：黃俊澤科員

訪談人員：曹晉瑜經理、廖建韋、李思葦

訪談內容：

一、導入電動大客車執行經驗與遭遇問題

1. 過去桃園市政府配合中央政策導入電動大客車，於新闢路線時要求業者採用電動大客車，並協助客運業者申請公運計畫補助；過程中業者因應電動大客車技術尚未成熟而導致路線營運服務不穩定下，以柴巴代駛、另行採購新款電巴之因應作為，交通局站在協助業者角度，與公路總局協調車輛提前汰舊換新之補助款申請，以降低業者重新採購車輛負擔。

2. 以電巴提供市區公車服務、降低市區空污立意良善，就交通局的立場採支持，但公車服務重點在穩定度，現況電巴技術發展是否已可達到 8 年營運期的穩定品質保證為重點。

3. 站在交通單位立場，重點在要求 8 年公車營運期提供穩定服務，與經濟部推動車輛產業發展目標不完全一致；在實際推動的過程中，接收到業者面臨因國內車廠提供電巴品質不穩定而衍生的營運問題，對於業者對於投入電巴作為新闢路現或汰舊換新車輛反彈大，影響交通局於市區公車導入電巴之要求力度。

二、現況電動大客車申請補助作業執行經驗分享

1. 桃園市為很早期配合中央政策導入電巴示範運行的城市，101 年即協調業者配合於 GR 線導入電巴，並協助業者向公路總局申請補助。後續於過程中因應交通部配合政策增加之檢核規定，衍生申請補助核撥認定議題，亦造成機關與客運業者協調執行的影響。

2. 目前電動大客車補助申請窗口為公運計畫執行辦公室，因電動大客車推動涉及中央部會層面廣，策略與規定亦持續變動更新，公運辦公室雖為申請窗口，但對於執行細節未能全盤掌握，在申請過程中，反需由交通局主動向各部會了解執行程序與審驗狀況，對於作業資料亦無標準格式，增加相關執行作業負擔。

3. 補助計畫將補助車輛之執行檢核委由地方政府辦理並非不可行，但現況補助及檢核規定尚不夠明確，地方政府須擔負檢核責任，即使協調人力至營運現場檢核也未能反映實際狀況，在執行配合上確有困難。

4. 公路總局就電巴補助經費核撥，現況因應預算執行度考量，採兩年期撥付方式(第一年 70%、第二年 30%)，並無對應實際營運期間的執行狀況；目前遭遇的狀況為業者因為車廠車輛品質不到位而無法營運滿 8 年，而被要求將全部補助金額繳回，但業者於初期建置及營運期經費投入之情況下有失公平，故交通局於過程中扮演雙邊協調角色。

5. 充電站之補助申請過去於桃園市客運業者執行時，是與車輛拆開申請的，車輛是申請公路總局公運計畫補助，充電站另有補助申請管道(經濟部/環保署)，因當時未參與，對於充電站用地與使用年期等相關事項的認定較不清楚。

三、桃園市後續推動電動大客車之態度與看法

1. 地方政府願意支持中央政策推動，但在過去配合執行經驗下，提出相關執行建議，供上位計畫推動參考。

   (1) 提高車廠對車輛穩定品質保證，應對應要求客運業者續航營運期 8 年，要求車廠提供三電關鍵零組件保固 8 年，建議可採繳交保固保證金方式，加強對保固承諾之重視度。

   (2) 地方政府對應的電動大客車補助核撥與檢核作業單位能夠統一窗口，由一個單位統籌掌握執行程序與細節。

   (3) 補助與檢核規則訂定能更加明確，且可簡化地方政府檢核作業，降低地方政府承擔不確定性與執行成敗的壓力。

   (4) 由中央單位協助訂定合約或定型化契約範本，保障客運業者不要在資訊不透明的情況下自行承擔後果。

2. 對交通局角度，希望客運業者能將重點放在穩定營運服務，若中央政府推動主要訴求為扶持產業推動，建議參考經濟部過去對電動汽車、電動機車等相關計畫，由經濟部辦理相關執行計畫輔導與補助提供車輛與硬體設備，地方政府配合協調客運業者導入路線經營，就營運服務與狀況掌握，回饋使用經驗給經濟部，作為車廠技術提升的依據，朝向正向運作機制。

四、示範計畫推動執行意見看法

1. 現況主要因為客運業者對過往使用經驗及車輛品質不確定性，交通局較難著力要求業者大力配合政策投入電巴提供服務。
2. 就交通局而言的職掌權責範圍為公車營運與監管，若要配合示範計畫整合業者與車廠申請尚屬可行，但無法整合整體市府政策推動。
3. 建議將執行層級拉高至府級長官，統籌跨局處政策整合與協調作業，至少須納入環保局、經發局等單位，方有可能達成示範計畫對地方政府角色之要求。
4. 希望中央能夠預先溝通後續推動計畫執行方向，讓地方政府執行單位能夠掌握與因應。

政府單位訪談-高雄交通局

訪談日期：107 年 11 月 21 日(星期三)下午 02 時 00 分

訪談地點：高雄市政府交通局(17F 綠屋會議室)

受訪對象：

1. 高雄交通局運管科：溫股長哲欽、黃技士祖揚
2. 客運業者：高雄客運張招輝經理、漢程客運卞興強專員、統聯客運謝耀霆課長、東南客運李孟岳組長、南台灣客運戴智恒經理、港都客運鄧永仁運務

訪談人員：曹晉瑜經理、黃品慈

訪談內容：

針對 2030 年市區公車全面電動化之政策，將與會單位提出之意見統整如下：

一、 政策執行面

1. 溫哲欽股長

(1) 政府單位在推行柴油巴士汰舊換新成電巴的政策至礙難行，是由於電巴車價太高，電池穩定度也不佳，另外一個原因是，目前經濟部針對電巴有設自製率的門檻，並禁止中國大陸整車進口，某些客運業者認為此舉會影響電巴車體結構上(防鏽)的不穩，行駛效能也會降低。

(2) 建議中央政府能及早統一充電規格，並投入資金規劃建置公共充電站。

2. 黃祖揚技士

(1) 建議政府公開通過附加價值率之車廠名單，避免客運業者跟車廠簽約並付完訂金後，車廠還在審附加價值率。因此建議政府將車體補助金分級，有通過且附加價值率高的車廠，補助金高，反之亦然；另外給予沒通過附加價值率車廠較少的補助金，讓客運業者自行評估財務狀況後再做選擇。

(2) 不管充電站規模大小為何，建議未來能以快充為主要發展方向。

(3) 若經濟部認為車廠有能力給業者 8 年電池保固的保證，那就應該強制要求車廠與業者簽約 8 年。

3. 高雄客運

各項土地之地目不同，是否能用電也不一定，故認為未來客運業者自行設置充電站之用地取得會是一大問題。

4. 南臺灣客運

認為電巴營運期限不該設為 8 年，因為目前電池技術無法支撐那麼久的營運年限。

5. 港都客運

(1) 認為經濟部工業局應以車輛中各項零組件加總後之成本金額，幾趴為國產、幾趴為進口來審附加價值率，而不是針對各零組件分別一項一項去審，因為零組件資料為廠商機密，有些資訊不宜公開送審。

(2) 建議台電在電網供電方面，其一是要確保電椿能穩定供電；其二是電網饋線區域於停電時段，公共運輸用地(如充電廠站)要最後斷電，恢復供電時也要最先供電。另外，建議其他客運業者可與台電簽開口合約，找好發電廠機供應商以因應斷電時的電巴發車需求。

二、 實際營運情況

1. 漢程客運卞興強專員

目前使用創奕能源 1 年多，根據營運數據顯示，創奕能源電池容量為 160 度電，若單趟行駛里程 32 公里約消耗 20%的電量，照常理行駛到第 3 趟應尚有 40%電量，然現況只剩下 25%電量，顯示電池已逐漸出現衰退情形(殘餘電容量為 85%)。

2. 高雄客運

(1) 因電巴規定為低地板，然高雄部分路線為山區路線，電巴難以行駛，建議政府應於路線申請公告內容開放某些電巴難以行駛的路線可柴油/電巴混合調度。

(2) 部分些路線大於 200 公里，新出廠之電巴還能應付長里程路線，不過對電池有衰退現象之電巴，於行駛上便會出現困難。

(3) 早期採購之電巴，電池組是跟車廠用租約方式簽約五年，因此於路線經營上未出現無法如期發車之問題，然簽約期滿後，車廠宣稱電池技術更新，故成本相對增加了許多。

3. 南臺灣客運

(1) 華德宣稱 8 年電池續航力不會衰退，但合約若簽 8 年，會增加購車成本，另外電池的發展技術日新月異，若營運到了第 7 或 8 年，會發生沒有舊電池無法維修的狀況。

(2) 綠 2 路線，客運業者已於招標時簽約購買 14 台電巴以因應發車班次數，然政府單位回應不考慮電池衰退的問題，因此最後只被核定購買 8 台電巴，導致客運業者得自行付毀約金，且將難以因應未來車輛營運調度需求。

三、 電巴補助建議

1. 溫哲欽股長：

(1) 電巴及柴油車的補助建議採取差別對待，在每車公里補助方面，應降低柴油車的補助額，提高電巴的補助額，增加誘因使客運業者願意使用電巴。

(2) 認為政府對於電巴採購程序不太恰當，理論上應是先採購再審核，最後公開招標(簽約)，並於招標時附上審議通過之各車廠的規格及補助金額，然現況政府的做法是先招標(簽約)後才審查，導致一旦審查未通過，客運業者若有意毀約得自行付毀約金，因此建議政府應先明定對車廠的規格要求，等車廠審核都通過了再讓客運業者與車廠簽約。

2. 黃祖揚技士

(1) 對於現況電動大客車申請補助作業，規定從申請到結案需在兩年內完成，然申請程序繁瑣(審查→車體打造完成→送交經濟部工業局做附加價值率認證)，申請時程又無法掌，故認為不該把公部門的審查時間含在申請單位的時程內。

(2) 建議政府公開通過附加價值率之車廠名單，避免客運業者跟車廠簽約並付完訂金後，車廠還在審附加價值率。因此建議政府將車體補助金分級，有通過且附加價值率高的車廠，補助金高，反之亦然；另外給予沒通過附加價值率車廠較少的補助金，讓客運業者自行評估財務狀況後再做選擇。

3. 高雄客運

建議政府因將目前的用油補貼逐漸改為用電成本補貼，增加客運業者使用電巴之誘因。

4. 南臺灣客運

政府應將電池補助分成兩階段，以因應目前電池技術不足而衰退，得再買第二組電池的情況。

四、 電巴維修管理建議

1. 南臺灣客運

未來若每家客運業者有 100-150 台電巴在營運，光是電池平衡就會耗費很多時間，車輛維修故障問題也會不斷出現，則車廠維修人員不足將會是一大問題。

2. 港都客運

各家客運業者應派人跟隨車廠維修人員學習如何維修電巴，並且學會判斷問題，建立一個維修電巴的 SOP，以因應未來大量電巴之維修需求缺口。

客運業者訪談紀錄－豐原客運

訪談日期：107 年 11 月 22 日(星期四)下午 02 時 00 分

訪談地點：豐原客運

受訪對象：羅乙棋經理

訪談人員：曹晉瑜經理、廖建韋

訪談內容：

四、電動大客車使用經驗

(八)營運績效

7. 豐原客運於民國 102 年購入唐榮電巴 10 輛，民國 107 年購入凱盛電巴 4 輛。

8. 唐榮電巴可行駛里程衰退程度：使用 2 年後減少約 7%，3 年後減少約 30%，4 年後減少約 46%。因電池效能即將無法達到營運需求，目前正在規劃更換第二套電池。

9. 唐榮電巴購入至今之平均用電效能約 0.70km/kwh，冬季約 0.74km/kwh，夏季約 0.67km/kwh，冷氣負載及載重越大用電效能越差。

10. 以 12 路及 55 路之使用經驗，放電次數多及速度快會縮短電池使用壽命。

(九)車輛/人員排班調度規劃方式

3. 主要以電巴可行駛里程、路線里程及行車時間、充電站距離(空駛里程)衡量班次安排。

4. 為避免電巴故障或電量不足無法使用，故以 1 輛電巴搭配 1 輛柴巴進行混合排班調度。

(十)車輛充電排程規劃方式

主要利用每日收班後進行夜間充電，儲備次日所需電能。部分路線因應營運需求，增加日間補電，以 55 路為例，每日上午行駛後，利用中午運輸離峰時段進行日間補電，儲備下午所需電能。

(十一) 車輛故障緊急應變 SOP

3. 當電巴發生故障時，若車輛仍可行駛，則由駕駛員緩行開回停車場；若斷電無法行駛，則由拖車拖吊回停車場。

4. 若因停電或電量不足時，則使用柴巴替代發車。

(十二) 電動與柴油大客車營運成本差異處

3. 18 項成本：柴巴約 42 元/車公里，電巴約 74 元/車公里，差異為電巴之折舊高、可行駛里程低，另需考量電池更換、夜間調度人力等成本。

4. 油電成本：柴巴約 9~12 元/車公里，電巴約 7 元/車公里。

(十三) 營運數據紀錄方式及紀錄項目

目前 BMS 可回傳相關車輛資訊，但僅能閱覽，車廠未提供資料儲存，用電效能、用電成本等營運數據則由豐原客運自行紀錄。

五、與車廠之合作模式

(四)與車廠合作模式為何

車輛、電池、充電機皆採用購買方式。

(五)保固內容

因保固條件涉及價格，暫不提供。

(六)後勤支援

5. 保養與維修操作

車廠有提供基礎保養與維修 SOP 及技術移轉，專業性或更換三電等零組件則是請車廠協助。

6. 駕駛方式訓練

公司內部有編列教育訓練課程，培訓電巴駕駛員。

六、對於政府推動市區公車電動化之建議

(六)電動取代柴油大客車應考量面向及建議

1. 因電巴營運數據可能具有機密性,影響車廠及客運業者是否願意參與示範計畫,建議公部門應先規範蒐集資料項目,及公開資訊項目。

2. 建議車廠應提供 BMS 資料,並提供或協助客運業者進行大數據分析應用,提供駕駛行為監控、車況監控、故障預防、預測維修等建議。

3. 公部門應規範廢電池後續處理方式。

(七)電動大客車最適營運模式之建議

客運業者重視電巴之續航力、妥善率、整體使用成本、維護技術培育及充電場站取得與設置,以提升購買電巴意願。

(八)相關政府政策及補助制度之建議。

4. 建議汰舊換新補助額度與新闢路線相同。

5. 考量電巴有續航力限制,建議電巴不要限定營運路線,可採限定行駛里程數,車輛跨路線使用可增加調度彈性及使用率,避免運能閒置無營收。

(九)訂定充電統一規格或接口之建議

公部門可規範統一的充電規格及接口,讓車廠及客運業者遵循,並公告公共充電站地點、使用辦法及收費標準,只要符合統一規格及接口的客運業者或電巴即會去使用。

附件六 專家顧問訪談紀錄

明志科技大學

專家學者訪談

訪談日期：107 年 5 月 8 日(星期二)上午 10 時 00 分

訪談地點：明志科技大學黃道易教授辦公室

受訪對象：黃道易教授

訪談人員：曹晉瑜經理、吳冠樺副理、蔡秉承分析師

訪談內容：

一、電動大客車使用狀況與看法

1. 由於國內使用純電車業者不多，考量本研究採量數不足問題，建議一併掌握目前國內油電混合車運行狀況，但本研究還是以純電車為主。
2. 停靠站充電型式為增程設計，其使用超級電容技術，可利用上下客時間進行快充，提供車輛起步時瞬間動力之電能，但建置成本較高。
3. 華德幕後為車王電子，其為車輛電子零組件製造商。
4. 華德於竹科南寮漁港線才交車 3 個月就衰退，原規劃 4 輛出勤 1 輛備用，改成 3 輛出勤 2 輛備用，因充飽電需要 12 小時，不利調度，探究原因為空氣懸吊儲氣筒及煞車系統為小貨車用，電動馬達帶動空壓機長時間以最大輸出做動，以及冷氣系統為柴油車設計，夏天行駛光冷氣就耗掉電池 30%~40%電力(整台車架構為柴油車設計，不利電池消耗)。而國內其他車廠多是進口大陸車身及底盤於車體廠組裝，情況是否與華德相同待確認。
5. 業者除考量車價本身與使用年限外,也應掌握廠站充電設備與配電限制,小客車充電站多為 220V 三相電可於露天裝設，而大客車充電需使用 380V~420V 工業用電且要求防水(室內或雨遮)，拉線成本高且台電需做地區評估，並非所有場站都能裝。
6. 因現況車體底盤為拆解後進口臺灣，再進行組裝打造，時程較長，據了解港都賴董希望國內法規可開放，不限制全承載整車進口。
7. 國內造車工業發展較慢，因市場有限以及較少年輕人願意投入此行業，故無法比照國外投入大量資源進行研發，加上法令不夠嚴格，仍停留在早期鐵工廠時代，且無法推動造車稽查制度，使得送驗車輛之成分、材

質、板件厚度等與後續生產車輛不一致以降低成本。但進口大陸全承載車身價格更低更具市場優勢，政府也應想辦法因應競爭以及扶持國內產業。

8. 示範計劃路線應考量站間距，因電動車瞬間啟動放電率高，巡航時較為省電，故起步頻率過高會不利於電池壽命，但行駛高快速道路亦會有安全性問題，故建議可選擇站數較少之中程路線或跳蛙路線。

9. 目前參與工研院團隊進行電動巴士自動駕駛系統的設計，後續可提供工研院資通所之聯絡管道，供進一步了解細節跟看法。

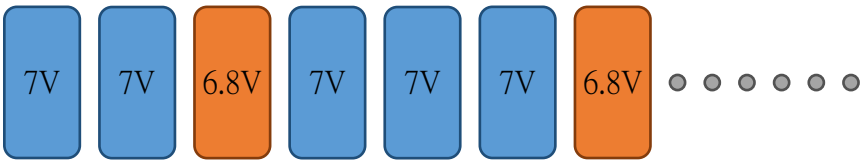
二、電池技術技術

10. 大部分鋰電池壽命以千次計，且並非每次充電都算一次，應為電池容量低於某個水準值時進行充電才算一次，而在水準值之上充電不會計算，此水準值取決於電池管理系統(BMS)與電芯材料設計。故車輛廠商應於駕駛座儀表設置電量警示並告知充電時機，避免電量過低時進行充電而降低電池壽命。

11. 影響電池壽命有過充、過放、穿刺(破壞)三種狀況，使用中電池遭穿刺破壞時瞬間溫度可達攝氏 600~700 度，危險性高，故電動小客車電池通常放置於後座與後行李箱之間，此為車輛設計之較為安全的位置；而大客車車廠通常放置後方或側邊，利用較高的車體鋼性保護，使用環境應較適合速度慢之市區公車，發生危害機率較低。

12. 華德僅組裝車輛，電池組來自大陸，並使用國內技術製造 BMS，但國內廠商並未針對單一電池芯進行量測。

13. 電池平衡：

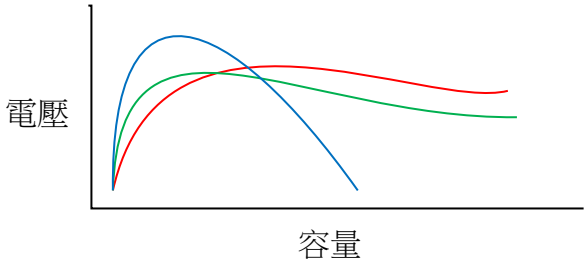


若電池組中有部分電池衰退，為保護整組電池，電量會大幅降低，而電池廠商就會利用 BMS 篩選出已衰退電池進行深層充放電(如 0.2A 小電流充 2 天)，看能否回復到正常狀態。

14. 電池衰退程度與材料有關，目前主流為磷酸鋰鐵與三元複合鋰，三元為三種不同金屬調和而成，三種金屬比例依照不同廠商而有所差異。三元能量密度高，重量較輕，磷酸裡鐵穩定性高，但體積較大，兩者各有優缺。

15. 華德採用的電池控制器供應商為利佳，需要訪談可再麻煩老師介紹。

16. 通常電池價格為車價 1/4 至 1/3，價格很高。
17. 放電曲線圖車重/馬力比，但最佳化數據應為馬達性能曲線、電池放電曲線、車重互相搭配，且由於各家電池廠商所設計的功能與訴求不同，放電曲線圖亦會有所差異(如下圖)，此為車廠機密較難取得，但後續拜訪利佳可再更進一步討論。



18. 美國 Proterra 使用 3 年只衰退 1%，比亞迪也號稱無衰退...以電池來說，18650 電池價差可達 10 倍之多，現在多使用美國 AA123，Panasonic、Samsung、西門子也都有生產，但不同批號會有性能與相容性之差異，充放電次數與良率都會有正負%之差別，不會是固定的 7,000 次、10,000 次，且數據僅供參考。

三、車輛審驗及規範

19. 特斯拉價格貴在於強調安全，有針對每顆電池裝設溫度感測器，偵測出異狀即時感應；亦有以兩顆電池為一組裝設，搭配 BMS 程式判斷過熱點位置。可進一步了解國內廠商針對電池溫度感測器之設置位置、數量與 BMS 判斷邏輯，若設計不佳， BMS 對於電池危機偵測與處理的反應時間就會延長，降低穩定性及安全性。
20. 現況自動斷電保護裝置僅測試單一電池，未針對整車進行撞擊測試，若後續國內要推動自主設計與組裝，相關安全法規如電池放置位置及逃生規範應更明確。
21. 交通部、運研所訂測試規範僅針對性能，建議對電動大客車安全性及逃生部分做加強。

四、自動輔助駕駛

22. 輔助駕駛 level0~2 之主動式巡航定速(ACC)僅定速，level3~5 之 ACC 多了方向盤控制。
23. 小車及大車之煞車系統義異

    A. 小車：液壓煞車＞做動速度快＞敏感性高

    B. 大車：氣壓煞車＞反應速度慢＞舒適度高

24. ABS(剎車防鎖死系統)須搭配 4 輪碟煞，但很多大客車車為前輪碟煞後輪鼓煞，其標榜有 ABS 但實際上只有半套。另 ASR(加速防滑控制系統)分為電子式與機械式，需搭配全套 ABS 才會產生作用。

25. BAS(煞車輔助系統)各家車廠定義不同，有些會自動煞車，有些是煞車力道分布，電磁煞車、排氣煞車也屬 BAS，建議蒐集各廠商提供之功能數據再做彙整。

26. 大車轉彎可能會壓線，故 LDWS(車道偏移警示系統)對於偏移多少程度才算異常可再定義，否則警報沿路叫，就失去真正的警示效果。

27. 因國內大客車為多為底盤拼裝車，自動輔助駕駛系統需外加，而適用性取決於車廠是否開放車輛通訊協定，若外裝系統與車輛主控台介面不 match，功能會打折。

28. 老師建議自動輔助駕駛必要性可加的為 DVAS(行車視野輔助系統)、ESC(車輛穩定電子控制系統)、FCW(前方碰撞警示)、HMW(前方車距監測與預警系統)、PCW(行人探測與防撞系統)，這些技術目前都已成熟。

臺北科技大學

專家學者訪談

訪談日期：107 年 5 月 14 日(星期一)下午 05 時 30 分

訪談地點：捷運忠孝新生站附近餐廳

受訪對象：黃國修教授

訪談人員：曹晉瑜經理、吳冠樺副理、蔡秉承分析師

訪談內容：

一、經濟部先前推動兩期電動車計畫但成效未達預期，廠商僅拿補助但產品並未成熟，相較於之前委員多屬交通運輸及環保領域，本次委員組成較偏向經濟部與產業面，對於車輛研發領域或技術方面涉略較深，我們需要考量這些委員是否會一路跟隨本案至未來期中、期末審查，他們的觀點會更較交通運輸及環保領域委員在意研發是否能落實到產業界。

二、談扶植國內產業前應先了解交通部的觀點為何？利用本研究能得到什麼成果，與國外接觸的目的是什麼？蒐集國外技術是要合作或是直接引進，除了參考能源局推動測試結果及相關合約內容外，對於國內要探討哪種層次應先掌握。

三、國內關鍵零組件目前著重在三電技術，三電分別是電動馬達、電池、機電控制系統。電動車與柴油車基礎最大的不同在於三電的核心直接影響到車輛配重、體積大小、車內空間布置，包含自駕車或自動輔助駕駛技術。

四、自動輔助駕駛設備外加容易，但部分系統需要車輛電腦開放支援，若在原本設計時就一併整合為佳。

五、國內附加價值率部分，電動馬達國內廠商已有相當自主性，故經濟部會希望直接使用國內產品，但若考量能量密度等因素需引進國外產品，也希望使用合作的模式，如華德新車合作之東元電機，為芬蘭廠商技轉產品；電池系統技術較難突破，車廠都還是採用大陸產品；機電控制系統國內有廠商在做，但技術尚未成熟，也希望廠商能夠與國外合作提升自主性。

六、柏君在備標時有與老師提到，先前有很多計畫一直投入資源但未落實是很可惜的，國內對於電動車輛研發已有累積一些能量，但以前技術多投入在自行車、機車及小客車，但對於大客車製造基礎較弱，都是有需要才進口底盤打造車身，故華德初期在推動時較為辛苦，這次的推動模式也很重要，希望未來地方政府也能一起參與推動，能夠將技術扎根在國內。

七、電池主要是以不同材料做成電池芯，再將多顆電池組合成電池系統(BMS)。鋰三元電池就是以鋰、錳、鈷為材料製成，能量密度較大，反應也較快，但好的材料多仰賴國外進口，而國內部分對鋰鐵掌握較多，像一般 18650 電池有一定自主性，只是在品質一致性部分需再精進，但最大問題依然在 BMS 系統。

八、以往國內的自行車外銷產品通常未達要求保固期兩年就已衰退，電池衰退並非電池本身衰退，而是受電池老化程度不一致而降低 BMS 整體效能。

九、電動車的電池芯與運轉情境會影響到電動車壽命，從客運業者的觀點，每部車都要能夠因應各種不同的環境狀況，但現階段技術成熟度不高，若要因應不同狀況讓電動車發揮得更好，以目前技術，建議將行駛高快速公路及市區道路車輛依照成本、性能、設計不同做適當分類。

十、目前市區公車走走停停對於目前放電技術是沒有問題，主要是電池系統做得不好，要用新的技術來調校，老師邀請我們有機會可以去參觀他的技術。

十一、 電池在全新時狀況都很好，但在多次充放過程中每顆電池老化程度不一樣，TESLA 花了很多心思去管控電池的一致性，一般電動車重量越重，耗電量越大，相較於柴油車，每度電的使用都必須錙銖必較，故需更要求電池重量輕、體積小，一方面也考量車內空間提高舒適度，為此 TESLA 花了很多成本在設計電池，使車價無法降低。

十二、 為達到車重輕，電池體積小，很多車輛會使用快充快放，但電池的天性為慢充慢放，若使用大電流快充快放，會造成每顆電池充放電的均勻度、溫度、老化程度不一致，造成電池衰需整顆換掉，而電動機車因電池數量少，有利於換電模式，但小客車與大客車電池數量多、體積大，較不適合換電。

十三、 充放電倍率(C)=充放電電流/額定容量，通常 3C 可稱為快充(較無明確定義快慢充)

十四、 相較於一般電池，超級電容特性適合快充快放，但容量小且容易自放電為其缺點，現在有些電池廠商為增加電池快充效率，會把電容設計在電池內部進行緩衝，先快速將電充到電容，在電池內部由電容對電池進行慢速充電，對電池是比較健康的模式。

十五、 電池容量 0%至 100%之間，每個階段的電流進出耐受度不同，每家車廠電池設計與充電方式、效率亦不同，且通常快充都僅部分充電，不會將電池充滿，故車廠要跟客運業者說明剩餘殘電與充電時機的充電最佳效率落在哪個階段。

十六、 車重與輸出功率曲線需再與電池做匹配可計算出最佳解，理論上電池越大，車重越重，成本越高，不同配置行駛於平路、上下坡等，效率都算能得出來，但實務上車輛成本、車重與體積應考量車輛用途來設定，包含後續妥善率與後續維修才是營運上主要在乎的部分。

十七、 應先掌握交通部如何定義關鍵零組件，可拜訪製造三電技術之國內廠商可參考以下名單：

1. 馬達：大同、東元
2. 電池：有量、能元
3. 電控：利佳

附件七 國外電動大客車車廠交流紀錄

車廠訪談紀錄－HINO(日野自動車株式會社)

訪談日期：107 年 8 月 21 日(星期二)下午 03 時 00 分

訪談地點：經濟部工業局 203 會議室

受訪對象：

1. 中澤晃一專務役員
2. 高坂知典車輛企劃部

訪談人員：

1. 運研所：陳研究員國岳
2. 路政司：李科員榕芳、劉科員信宏
3. 鼎漢公司：吳副理冠樺、黃品慈

訪談內容：

一、 HINO 此行的目的主要是想了解台灣政府對於 2030 年市區公車電動化的執行細節及法令規章，另外，從商業化角度切入，他們也迫切的想知道我們確切推動電動化市區公車的數目為多少？他們是否可以進入此市場競爭？

二、 HINO 主要為柴油貨車、巴士和其它車輛的製造商，目前只有三台油柴油引擎車款改造的純電動車，長寬高分別為 699cm*208cm*310cm，約 7,700kg，最高輸出功率為 175kw，電池容量為 30kwh 並裝載於車頂，可載 36 名乘客，缺點為「短距離行駛，高頻充電」(約 8 次/日充電次數)，然都只是測試款還未上市，計劃於 2019 年、2020 年發表量產型電動車。

三、 HINO 較為成熟的產品為油電複合動力(HV)的商用車，使用 Hybrid 並聯式油電複合動力系統，透過引擎與馬達的複合動力搭配，視行車狀況，系統自動選擇最佳動力輸出模式，達到低油耗及低排放的效能。HINO 以 HV(引擎驅動電能)技術做為基礎，去開發 PHV(可單使用引擎或單使用電力去運行)、EV(單純用電力去運行)及 FCV 之其他車款。

四、 PHV 的缺點為載客容量的問題，因一輛車要同時裝在馬達及引擎很佔空間，因此會減少載客數量。

五、 HINO 希望台灣政府未來能降低自製率比例，並一再強調拼湊車的安全性不佳，希望日產的電動車能整車進口，以確保電動車在運行時的安全及效能最佳化，HINO 並未有任何想與台灣車廠合作生產電動巴士的意願。

六、 HINO 詢問我方政府有關示範運行的執行目的，以及所蒐集來的電巴營運數據資料，是要保存於政府端(或鼎漢公司)？還是提供給客運業者做採購電巴的參考？並進一步表示，若 HINO 車款符合示範運行的門檻(希望能整車進口)，便有意量產參與示範計畫。

七、 HINO 對於我國政府設定自製率的做法提出疑問，不認同台灣將底盤和車體分開製造後再拼裝的做法，認為此舉會影響電動車行車的安全，並進一步追問是否台灣政府已找好合作廠商進行車體及底盤的打造？

八、 HINO 提到在日本，較常遇到的電巴事故通常跟駕駛者的駕駛特性有關，如緊急剎車導致年長者沒站穩而跌倒之事層出不窮；我方人員表示台灣的交通事故，人為因素占絕大部分因素，例如轉彎時因內輪差而撞到甚至壓死人。結論為電巴的設計只是輔助，不能過於依賴電巴上的自動輔助駕駛設備，駕駛者的教育訓練很重要，以提升行車安全。

九、 HINO 表示目前日野 HV(油電混合動力車)車款技術較為成熟，未來公司會朝著純電動車/電巴發展。最後提出一個構想，也許電巴上的三電之一－電控系統可由日野汽車為主要技術生產廠商，其中軟體及 VCU(電動汽車整車控制器)可由台灣廠商供應，已達到自製率的要求。

車廠訪談紀錄－Volvo

訪談日期：107 年 10 月 31 日(星期三)下午 02 時 00 分

訪談地點：交通部運輸研究所

受訪對象：

1. Volvo Buses：Mr. Jeremy Knight (Managing Director)、Julia
2. 太古汽車：陳偉忠總經理、孫天義經理、陳品杰經理、鄭榮宏經理
3. 大吉汽車：蔡昆憲總經理、方柏翔

訪談人員：

1. 運研所：陳其華組長、陳國越
2. 鼎漢公司：陳柏君經理、廖建韋、黃品慈、林筱翊(中經院)

訪談內容：

一、太古汽車

(一)政府如何建構一個平台，讓國外進口與國內組裝的電動大客車公平競爭，如免徵關稅與貨物稅、放寬附加價值率使得進口車也能享有政府補助等。

(二)政府補助能否與車價搭配，即車價越高獲得的補助款越高。

(三)國內有些特有法規與歐盟不同，如何解決讓國外電動大客車順利領牌上路：

1. Volvo 7900 車寬為 2.55 公尺,超過車輛安全檢測基準規定。
2. 車輛安全檢測基準 020：安全窗、安全門數量及位置設置。
3. 充電系統能否增加符合國外 ISO 或 IEC 相關認證。
4. 建議示範期可否放寬規範限制，讓 Volvo 電巴以原車進口進入擂台賽，並藉由示範運行收集營運數據資料，作為後續朝向在台生產之參據。
5. 政府部門能否協助國外電動大客車申請示範計畫的運行路線。

二、Mr. Jeremy Knight (Managing Director)

(一)Volvo 除了 EV 型式，Hybrid 與 PHEV 等型式開發亦非常成熟，且可選擇使用線上、休息中或營運結束後等充電方式，提供多元化選擇。

(二)Volvo 認為在地組裝生產為發展趨勢，故以大吉汽車為 Volvo 在台車體打造的策略夥伴，未來可符合臺灣的車輛安全檢測基準規定。依目前產品線，Hybrid 已可達到在地組裝，底盤搭配大吉汽車車體打造，可符合臺灣法規，而 PHEV 預計要再 1~2 年，EV 要再 3~5 年，目前僅能以 CBU 方式整車進口。

(三)除了電池與馬達，電力管理系統亦非常重要，Volvo 目前已累積豐富的運行經驗與營運數據。

(四)目前 Volvo 底盤零部件，部分是由臺灣廠商生產，未來電巴零組件要在台生產不是問題。

(五)Volvo 電巴在瑞典哥登堡已運行多年，藉由車隊管理系統，建構雲端管理功能，可依據路線特性預先進行設定，如車速限制。該案例已蒐集豐富的運行經驗與營運數據，今年即將於新加坡啟動試運行計畫。

(六)Volvo 亦有研發自動駕駛，目前已在歐洲進行卡車自動駕駛示範運行，未來搭配雲端管理功能，可實現智能排程充電及讓車子自動駕駛去充電。

三、大吉汽車

(一)Hybrid→PHEV→EV 其實是研發演進過程，藉由在每一階段累積的營運數據資料，為演進到下一階段前預先作準備，如何排班、如何充電、最適配置電池容量、台電供電能力等，並進行系統整合，故建議可參考歐洲推動程序及經驗，示範期可評估開放採用 PHEV 型式。

(二)Volvo 電巴運行計畫同時有學術單位共同參與研究，若與 Volvo 合作，除了技術移轉，更可學習如何收集與運用營運數據、教育訓練、維運電巴等經驗，讓本計畫成功推動。此外，Volvo 也願意運用所累積經驗，主動協助篩選示範計畫運行路線。

(三)Volvo 銷售不僅是單一產品，還附帶後端數據中心累積的營運經驗，故售價相對較高，建議政府可協助免徵或降低關稅與貨物稅。現階段的電力管理系統僅限採用 Volve 車款，亦即須採用該公司車款才能導入該系統，尚無將電力管理系統視為獨立產品之可能。

(四)建議以各區域運輸中心為統籌單位，建立體制化管理機制，收集營運數據資料。

(五)分享中國推廣電動巴士之騙補發生原因：(1)各項零組件之供應者非長久合作夥伴，包括電池、CAN 等，因廠商更迭使得資訊與經驗無法整合。(2)車輛營運牽涉的維修，應由車商承擔責任，因此關鍵在於車廠要能提供長久且可靠的維修服務。

附件八 期中報告審查意見回覆表

我國電動大客車推動策略規劃與自動輔助駕駛技術導入初探

期中報告審查意見回覆表

一、 開會時間：107 年 8 月 23 日上午 10 時

二、開會地點：運研所五樓會議室

三、主持人：王副所長新薰　　記錄　陳國岳

四、出席單位及人員：略

五、主席致詞：(略)。

六、簡報：(略)。

七、審查意見：

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
周委員惟果	1. 建議將簡報 P.47 頁後的內容納入期中報告中。	1.遵照辦理，推動構想與執行策略於期中報告中已有呈現，示範計畫內容於期中審查前已有雛型，會將具體成果納入期末報告 Ch7.2 節。	同意承辦單位處理情形
	2. 新加坡產業能力與技術之發展情況與臺灣相近，建議國際推動案例資料蒐集中可增加新加坡。	2.新加坡在電動大客車領域，僅止於技術測試（BYD K9）或是在自駕車測試中使用電動大客車（Volvo7900），且也無電動大客車產業。將在期末報告中補充說明相關資訊，但無論從應用面或產業面來看，均與我國狀況大不相同。	同意承辦單位處理情形
	3. 國內車廠所提供的資料不一定是實際值，建議計畫團隊再進一步檢視資料之正確性，並真實呈現國內產業能力與技術。	3.有關車廠產業能力與技術宣稱值，會再配合使用端實際經驗於報告中補充說明，以免過於樂觀。	同意承辦單位處理情形
	4. 建議可參訪製造重要零組件之傳產廠商，了解國內產業目前的能力與技術水準，以及未來發展動向。	4.本計畫目前與東元電機、台達電、能海電能等零組件廠商及國家中山科學研究院電池技術研發團隊交流，初步掌握國內產業能量，另亦感謝相關單位引薦，與新創廠商聯華聚能進行交流。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	5.在推動2030年市區公車全面電動化時，應同時思考導入後可能衍生之問題，建議可初步點出可能衍生問題及因應方式。	5.有關後續推動可能衍生之議題，建議搭配階段性推動策略加以因應，初步建議至少包括： (1)規劃營運補貼及適用門檻，確保車輛長期穩健運作。 (2)有關公車全電能用電需求，建請經濟部（能源局）及台電預先規劃供電。 (3)有關電動大客車汰役電池之廢棄處理議題，建請環保署與經濟部（工業局）預先規劃所需能量。	同意承辦單位處理情形
	6.建議將國內電動大客車之營運環境及使用狀況，建立公開的資料庫，讓政府單位、客運業者可查詢符合營運需求之廠牌與車型。	6.敬悉，本計畫建議後續於示範期透過示範計畫執行蒐集電動大客車營運與充電之電子化數據資料，可於期末報告中納入公開資料庫之建議事項，供機關後續執行參酌。	同意承辦單位處理情形
	7.若示範計畫與公路公共運輸補助同時併行，當示範計畫要求較嚴格時，客運業者是否會轉向申請公路公共運輸補助，請說明。	7.初步與公路總局達成共識，未來公運計畫除維持附加價值率之要求外，亦會與示範計畫同樣設定購車補助分期撥付及績效門檻要求；另示範計畫補助金額相較公運計畫補助金額高，藉以達到申請誘因。	同意承辦單位處理情形
	8.電動大客車分類，建議可增加外部燃料種類，如油電混合、氫燃料電池等。	8.於報告 P.2-1 至 P.2-2 已整理不同動力型式，於簡報中礙於篇幅未完整呈現。	同意承辦單位處理情形
	9.P.4-13 107年6月11日華德動能科技、順益汽車等參訪係由 VSCC 所安排，請補充於報告中。	9.遵照辦理，會於報告中補充說明。更新於 P.4-14。	同意承辦單位處理情形
江委員進豐	1.目前國內電動大客車生產多由車體打造廠商為主體，建議可改變現況模式，如由三電整合系統模組廠商、底盤	1.敬悉，若市場上已有三電整合系統模組廠商投入主導，將有助於整合管理與系統技術效能提升。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	打造廠商、車體打造廠商等，分別依各自專業領域進行研發，再進行整合，當可有效提升國內產業能力。		
	2. 國內電動大客車資料盤點部分，建議可再進一步探究實際使用數量、未使用原因、使用經驗等，並掌握其優缺點。	2.本計畫初步透過客運業者電話訪談及客運業者高峰論壇之場合掌握使用端經驗，後續將再於期末報告中整理補充實際使用狀況、未使用原因及使用經驗等資料，使內容更加	同意承辦單位處理情形
	3. 目前國內電動大客車生產多由車體打造廠商為主體，建議可改變現況模式，如由三電整合系統模組廠商、底盤打造廠商、車體打造廠商等，分別依各自專業領域進行研發，再進行整合，當可有效提升國內產業能力。	3.敬悉，若市場上已有三電整合系統模組廠商投入主導，將有助於整合管理與系統技術效能提升。	同意承辦單位處理情形
	4. 國內電動大客車資料盤點部分，建議可再進一步探究實際使用數量、未使用原因、使用經驗等，並掌握其優缺點。	4.本計畫初步透過客運業者電話訪談及客運業者高峰論壇之場合掌握使用端經驗，後續將再於期末報告中整理補充實際使用狀況、未使用原因及使用經驗等資料，使內容更加完整。相關論述補充於 Ch4.3 節。	同意承辦單位處理情形
	5. P.4-20 車廠其他意見與建議是指所有或是單一車廠；P.4-30 關鍵課題的附加價值率說明，建議修改用語。	5.P4-20 為彙整參訪之四家車廠提供的意見與建議內容，會再檢視是否為特定車廠表達或共同看法，補充主要意見單位於表 4.2-10；P4-30 附加價值率說明，會再斟酌修改字詞。	同意承辦單位處理情形
	6. 建議可將報告書內各會議出席委員的姓名去識別化。	6.有關計畫報告中提及之委員是否去識別化，會再與主辦單位確認。	同意承辦單位處理情形
童委員建強	1.P.1-4 車輛審驗為車安中心權責，非車輛中心，請更正。	1.遵照辦理，已更正 P.1-4 表 1.3-1 說明。	同意承辦單位處理情形
	2.P.2-4 表 2.1-4 未見快充式之營	2.(1)快充式營運模式列示於表	同意承辦單

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	運模式及內容，另 2.1.1 節未見 EREV 定義，未來 2030 市區公車全面電動化，其電動化定義及型式？請說明。	2.1-4「短程快充式 BEV」，增程式(REEV/EREV)定義內容再行補充於 2.1.1 節。 (2)依據 2030 市區公車全面電動化政策方向及國際推動趨勢，本案以純電車輛為考量，型式不限定，惟國內目前主流為充電式。	位處理情形
	3.P.2-2 表 2.1-1 車輛空重及車輛載重兩者誤植，請更正。	3.遵照辦理，已修正表 2.1-1 說明。	同意承辦單位處理情形
	4.p.2-3。應將採用鈦酸鋰的電巴對我國電網之衝擊影響，納入本計畫的評估項目。	4.因應市區公車 2030 全面電動化之用電需求，本計畫將協助盤點現況各調度站調整設置充電站之用電需求，提供能源局與台電預先評估電網衝擊影響。	同意承辦單位處理情形
	5.P.2-15 本計畫對象為電動大客車，惟表 2.2-4 未見各國對市區公車電動化之措施，且表 2.2-5 彙整主要車廠也是小客車，建議應以大客車為對象。	5.遵照辦理，將刪除此二表格。	同意承辦單位處理情形
	6. P.5-5、P.5-8 建議推動電巴示範計畫時，應將智慧營運監控平台一併納入要求，以蒐集整車控制、動力電池及充電系統相關資訊，並由系統自動擷取數據，以取得後續管理及分析之正確有用資訊。	6.本計畫將於推動策略建議中，提出後續電動大客車輛導入智慧營運監控平台之建議。	同意承辦單位處理情形
	7. P.5-5、P.5-9 對示範期之交通策略擬規劃車輛補助(車體與電池)，提高至柴油車全生命周期相同條件及放寬附加價值率限制等，應先思考制定電巴之基本規格要求，如續航里程在標準測試條件下	7.後續將就相關議題與交通部進行討論，評估制定分級補助之可執行性。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	不低於 XXX 公里(不含快充型式)、單位載重能耗量不高於 XX Wh/kg、每百公里耗電量應滿足 XX 要求等；對於快充型式者，要求快充速率應高於 XX C，對動力電池性能及使用壽命予以規範，進行分級補助，以符合獎優汰劣之原則。		
	8. P.5-4~P.5-6 策略規劃時應將創新之營運模式納入思考，建議跳脫傳統營運方式，以因應新技術之發展，讓政府政策操作空間更加寬廣，並有利推動電動公車產業化。	8.本計畫推動目標除電動化，另將整合自動化與智慧化技術，創造產業新機會，包含電動大客車整車產業/關鍵零組件產業、車載資通訊產業、交通智慧管理服務產業等。短期將透過不同路線場域之營運數據蒐集分析，作為創新或精進營運模式之依據。	同意承辦單位處理情形
	9. P.5-5 為求充電系統相容性及安全性，建議示範計畫及受補助計畫，應統一充電系統介面，並取得標準局認可證明文件。	9.因充電系統介面目前國內尚無統一規格，故未於示範計畫設定相關要求；另示範計畫與受補助計畫內容均已納入充電系統合格證明文件要求。	同意承辦單位處理情形
	10. P.5-5 為驗證車輛身分及進行製造國/生產地鑑別，建議策略規劃時，參採國際相關標準，將汽車導入車輛識別號碼(VIN)管理制度。(目前國內機車已導入 VIN 管理)	10.有關產業策略相關內容將參酌經濟部規劃策略方向進行調整。	同意承辦單位處理情形
	11. P.5-4 建議電巴示範計畫，可將儲能系統及電能管理系統納入充電站一併規劃，以降低對電網之衝擊。	11.國內現況各家業者之儲能系統及電能管理系統發展程度不一，為鼓勵業者積極提升同時保留推動彈性，相關內容將列入評選加分事項。	同意承辦單位處理情形
	12. 附件中車廠參訪座談部分，鑑於國內已有電巴產製能力，且計畫補助款項是人民	12.敬悉，建請工業局就產業升級議題進一步研擬推動策略，持續提升國內車輛產業升級轉	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	所繳的納稅錢，工業局有義務監督及支持將補助款用於扶植國內車輛產業升級之處，亦期望國內相關業者一起攜手努力，讓國內車輛產業一起升級轉型。	型。	
	13. 補助金額是否有分等級？如甲類/乙類/丙類大客車，性能需要達到多少；電動車需要符合整車性能、安全及續航力、爬坡力等，請說明。	13. 簡報中列示之補助金額係針對甲類大客車；有關性能分級或最低要求門檻值議題，後續將進一步與相關單位研議。	同意承辦單位處理情形
	14. 電池安全項目宜納入考量，安全是最基本的要求。	14. 敬悉，據了解現況國內尚無針對電池安全進行檢測，後續推動策略中已將電池安全檢測納入建議方向。	同意承辦單位處理情形
	15. 可洽重要國內廠商等主要品牌，且具品質、維護能力之廠商做法。如國瑞(HINO)、順益(FUSO、BENZ)、歐洲商會(VOLVO、SCANIA)，以及各大車廠政府未來推動的看法，包含營運面、技術面、能源補充面。	15. 本計畫已初步與順益、歐洲商會及日本原廠日野 HINO 進行交流，初步掌握對政府未來推動之看法，後續會將相關單位交流紀錄納入本計畫參考內容。	同意承辦單位處理情形
	16. 有關補助機制方面，建議將地方政府補助機制一併考量。	16. 補助機制主要包含購車與營運兩層面，分屬於中央與地方。建議本計畫著重於購車補助機制，至於營運由地方政府依政策與財政能力主導，中央可適度加碼。	同意承辦單位處理情形
謝委員聰偉	1. 唯有技術母廠具體承諾，方可快速提升國內電控技術與產業落地，建議進一步與技術母廠討論國內的推動策略，並掌握技術母廠的技術發展規劃，以及國際的技術	1. 本計畫藉與國外車廠交流掌握技術發展規劃與對國內推動策略之初步看法。惟技術發展目標屬產業推動方向，建議請經濟部共同訂定推動。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	發展指標，共同訂定發展目標。		
	2. 建議進一步與技術母廠協議產業落地與推向國際市場之發展規劃，除可協助技術母廠產業落地，亦可增加技術母廠之國際競爭力。	2.敬悉，建請由經濟部主導產業落地及推向國際市場之發展規劃。	同意承辦單位處理情形
石委員育賢	1. 電動車的定義及自動輔助駕駛的定義，請再釐清；如無線充電在 P.2-6 使用非傳導式充電及非接觸充電兩種，建議統一用語；另外，ADAS 原意為 Advanced Driver Assist Service，不應與 AD(Autonomous Driving) 混用。	1.非傳導式充電與非接觸充電之用語會再檢視與統一；另會再調整自動輔助駕駛 ADAS 之定義，不與 AD 混用。	同意承辦單位處理情形
	2. Ch4 電動巴士現有 300 多輛，可就現況調查分為產業政策、產品、技術、市場應用等面向綜整歸納後，提供給相關部會參考依據。	2.後續針對電動大客車現況資料蒐集完整後，會再分面向綜整歸納，提供相關單位參考。	同意承辦單位處理情形
	3. P.4-19 國產化項目：車「價」=>車「架」，P.4-21 童建強「科」=>「科長」，請更正。	3.已修正於 P.4-19、P.4-21。	同意承辦單位處理情形
	4. P.4-21 提及產業發展趨勢方面，建議就電動大客車可依據不同場域的應用環境需求，提供不同性能條件，其次再依不同客運使用者需求提供客製服務的特性進行補充。	4.P.4-21 為專家座談會意見綜整，相關產業發展趨勢條件特性補充說明於 4.2.2 節現況產業探討。	同意承辦單位處理情形
	5. P.4-23 台電是否已有相關配套措施協助電動大巴士的推動，建議可與台電討論在 2030 年前預作準備。	5.本計畫已初步與台電洽談，後續將提供各調度場站用電需求盤點成果供台電評估電力供應配套措施。	同意承辦單位處理情形
	6. Ch4 提供國內電動巴士現況與關鍵問題整理得宜，尤其營運	6.敬悉，本計畫期末階段將持續彙整與分析取得之資訊，提供	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	數據分析可做為不同地方政府、客運業者做為後續推動公車電動化政策以及經濟部推動電動大客車產業國產化參據。	相關單位參考。	
	7. P.5-4~P.5-7 分期推動構想的三階段：示範、推廣、普及，所需電動公車數量與充電數量的比例，是否有建議比例？另外，若可考慮充電的app，降低使用者焦慮，或許可逐漸擴大使用，請說明。	7.敬悉。 (1) 公車數量與充電數量，需視廠商規格而定，目前暫無建議比例。建議於示範期間收集相關資料，若電動大客車充電規格朝統一規格，再研議後續階段是否提出規範。 (2) 充電 app 僅為應用工具之一，改善電動大客車使用者(專業駕駛人)焦慮，尚須配合前期教育訓練、每日完善充電管理與行駛途中車上資訊顯示等。	同意承辦單位處理情形
	8. P.2-127，10 萬「撿」少到=>「減」少，請更正。	8.已修正於 P.2-127。	同意承辦單位處理情形
	9. P.2-75(10)車道偏移≠車道維持，所以不能主動控制方向盤返回車道。(12)ISVA 內文提「可以不用等到駕駛者來處理」這句話請再釐清。P.2-73 分類，請再釐清 Level0~Level5。	9.修正 P2-73、P2-75 相關報告說明內容。	同意承辦單位處理情形
	10. 因應國際趨勢發展，是否有不同的電動巴士製造商提出新創模式以因應未來使用需求，屆時也許是自動駕駛(Level2 Plus) +Ebus+IOT 的模式，請說明。	10.敬悉。現況電動大客車於國際實務推動上，無論車廠或政府運輸部門尚無類似討論或驗證可行的案例。建議配合後續推動階段之新創模式測試可行性，滾動修正於推廣期或普及期。	同意承辦單位處理情形
	11. 2018 到 2030 年還有 12 年，若用每 8 年換車，相同路線可能補助兩次，是否考慮將兩次合併加碼補助發揮最	11.敬悉。可考慮規劃依據車輛產品性能分級補貼，但不會將不同年期的 2 次補貼合併。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	佳效益，請說明。		
交通部 路政司	1. P.2-136 提及「目前交通部、經濟部及環保署皆已公告停止實施電動大客車補助申請」，目前電動大客車補助尚未停止，請修正；另所引述之補助要點係引用 106 年 9 月 22 日，考量 107 年 6 月 25 日已發布修正，建請引用新修定之要點日期。	1.遵照辦理，將修正內容描述與更新引述要點時程資訊。	同意承辦單位處理情形
	2. P.2-138 環保署電動大客車示範運行計畫(專案)於何時辦理，建請再確認。	2.將進一步確認後補充說明於 P.2-138。	同意承辦單位處理情形
	3. P.2-139 表 2.4-3 國內電動及柴油大客車補助政策比較表，補助對象部分，電動大客車與柴油大客車並無不同，請修正。	3.已修正表 2.4-3 補助對象內容。	同意承辦單位處理情形
	4. P.4-4~P.4-5 現況電動大客車款廠牌統計部分，提及取得 VSCC 所核發之車輛包括華德、凱勝、立凱、馨盛等…，據瞭解目前客運業者使用之車輛廠牌含馨盛，但表 4.1-3 無該資料，建請再確認及修正。	4.將進一步確認車輛廠牌資訊更新於表 4.1-3。	同意承辦單位處理情形
	5. P.4-9 表 4.2-1 國內現況電動大客車有效合證車型之「車種」及「載運類別」如何區分，請補充說明。	5.表 4.2-1 資料為參考財團法人車輛安全審驗中心合格證車型資料內容，會再進一步確認「車種」及「載運類別」代表意義後調整於表 4.2-1。	同意承辦單位處理情形
交通部 公路總局	1. 報告書第 2-10 頁資料顯示，我國 BEV 之大客車車輛數(317 輛)已高於德國、英國、奧地利等國家，顯示我國推動電動大客車似較歐洲先進國家為快速，建請於報告書中補充相關原因，並客觀評論我國電動大客車發展進程	1.敬悉。 (1) 我國的確較歐洲國家更早起動電動大客車政策，最先係因經濟部扶植智慧電動車輛產業而起動，且因符合減少空污排放的運輸政策目標，而由交通部大客車購車補貼措施呼	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	是否妥適，如 BEV、PHEV、HEV 等替代能源車輛之發展進程與進階門檻等。	應之，推動至今的營運經驗顯示：純電大客車具有市區公車服務的可適用性；另歐美等先進國家也已明確宣示推動零排放車輛的政策方向，使國際車廠積極投入、提升整體的產品性能。綜合來看，我國以 12 年期推動 1 萬輛電動大客車的規劃目標具可執行性。 (2) 替代能源車輛技術（BEV、PHEV、HEV 等）使車輛尾氣排放和充電/續航等技術性能有所差異，適用客運服務情境不一，但無發展進階的必然關係。各國依其政策取向推進應用。	
	2. 三電落地一直是行政院推動電動大客車與無人自駕車之重要產出，報告書雖已提出電動大客車產業分析，但對無人自駕車之產業、產值與自製內容尚未說明，建請於期末報告補充。	2. 本計畫執行內容係針對電動大客車發展及自動輔助駕駛技術導入初探，無人自駕車之議題並非計畫研究範疇。	同意承辦單位處理情形
	3. 報告書第 4-29、4-30 頁均比較業者實際使用及原廠宣稱各類車型電動公車數據，其中同一車商不同業者使用之車輛均顯示車廠宣稱遠高於實際使用，如以電池使用衰竭程度來看，實際電池殘餘容量遠低於原廠保固之殘電量，差距約 23%，建請研究團隊釐清其原因及說明差異關鍵，以利檢討後續改善策略，消除業者疑慮。	3. 本計畫將藉與業者實際使用經驗了解程度，嘗試釐清與說明可能原因，提供相關單位作為後續改善之參考。	同意承辦單位處理情形
	4. 報告書第 4-30 頁提及，「國際車廠觀望台灣市場發展，若有市場規模才可引導國際…」；以目前行政院宣布之	4. 本計畫已持續與包括 VOLVO、日野 HINO 等國際車廠接觸，後續將補充相關交流經驗於報告中，以供相關單位	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	政策目標應有一定之市場規模，建請研究團隊補充是否有與國際車廠實際接觸及國際車廠是否有其他因素考量，如附加價值率、車輛型式及技術轉移條件等。	掌握國際車廠看法。	
	5.報告書第 4-30 頁，相關課題是否已有因應對策或策略，建請補充。	5.有關電動大客車相關課題之因應對策與策略，已納入後續章節策略推動構想說明，期末階段將依據成果補充關聯性。	同意承辦單位處理情形
運研所運資組書面審查意見	1.表 2.1-5 能源補充型式、P.2-7 國際充電規格介紹，相關快慢充電定義、表 2.1-7 圖示及名稱再請檢視。	1.將進一步確認相關內容後修正 P.2-7 介紹內容、表 2.1-5 與表 2.1-7。	同意承辦單位處理情形
	2.表 2.2-4 部分國家資料請參考其他資料、國際車廠市場戰略請依現況更新。	2.遵照辦理。將刪除表 2.2-4。	同意承辦單位處理情形
	3.P.2-21 請依 DOE、SAE 相關官方文件修正。	3.將進一步確認相關內容後修正更新 P.2-21 內容。	同意承辦單位處理情形
	4.P.2-27~P.2-32 請就技術規範檢查相關資料。	4.將進一步確認相關內容後修正更新 P.2-27~P.2-32 內容。	同意承辦單位處理情形
	5.第二章自動輔助駕駛發展現況介紹請增加基礎設施包括高精度電子地圖、感測技術等介紹、圖 2.3-4 請更新，國外案例請就管理制度、責任歸屬、數據資料等進行蒐集。	5.補充蒐集基礎設施、ADS 推進時程、國外案例管理制度、責任歸屬、數據資料等。	同意承辦單位處理情形
	6.充電站資料建議增加輸配電資料，P.3-4 情境設計請更新。	6.相關資料持續蒐集中，取得完成將進一步彙整更新內容，並增加各充電站相關資訊列示。	同意承辦單位處理情形
	7.表 4.2-2 請檢視修正相關數據，並新增技術授權母廠。	7.表 4.2-2 相關性能為車廠提供實驗設計情境數據，將配合相關車輛實際使用回饋資料補充說明可能之落差，並補充列示技術授權母廠。	同意承辦單位處理情形
	8.規劃電動大客車示範計畫請將構想納入交通部、公路總	8.持續整合相關單位意見修正示範計畫執行方向，全力配合期	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	局及車安中心意見，並請於9月底完成。	程規劃作業。	
	9.電動大客車推廣計畫策略研擬工作請配合電動大客車專案報院事宜，於年底前完成。	9.全力配合時程進行推廣計畫策略研擬作業事宜。	同意承辦單位處理情形
主席結論	1. 以 Top-down 方式讓 2030 年市區公車電動化政策論述更加清楚明確，並將安全、性能、產業等面向納入示範計畫中，營造未來良好的營運環境與產業發展。	1.示範計畫訂定將朝向安全、性能與產業面向考量，持續整合交通部、經濟部、地方政府等相關單位意見，使規劃反映政策及具可執行性。	同意承辦單位處理情形
	2. 規劃團隊目前已清楚盤點市區公車營運環境，後續再請訪查客運業者對電動大客車之使用狀況，進一步歸納電動大客車最適營運模式。	2.本計畫初步透過客運業者電話訪談及客運業者高峰論壇之場合掌握使用端經驗，後續將再於期末報告中整理補充實際使用狀況、未使用原因及使用經驗等資料，使內容更加完整。	同意承辦單位處理情形
	3. 請規劃團隊蒐集自動輔助駕駛發展現況與趨勢，分析電動大客車結合自動輔助駕駛技術之發展情況及研擬自動化與智慧化推動策略。	3.將於期末階段納入大客車自動化與智慧化之推動策略建議。	同意承辦單位處理情形
	4. 請規劃團隊蒐整分析電動與柴油大客車全生命周期成本資料後，再檢視補助機制與購車補助金額，並增加補助金額合理性之論述。	4.遵照辦理，期末階段將進一步檢視生命週期成本及補助金額之合理性論述。	同意承辦單位處理情形
	5.本案工作重點為規劃 2030 年市區公車電動化，後續辦理重點應再專案計畫與 108 年開始之示範計畫，請將今日審查會各學者專家與機關代表所提建議及意見參考納入未來規劃。	5.遵照辦理，將彙整相關意見納入規劃方向，進一步與交通部電動大客車推動小組檢討更新規劃內容。	同意承辦單位處理情形
	5. 本次期中審查會議，經審閱本案期中報告內容及進度，符合合約規定，本次期中審	5.敬悉。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	查通過。		

附件九 期末報告審查意見回覆表

我國電動大客車推動策略規劃與自動輔助駕駛技術導入初探

期末報告審查意見回覆表

開會時間：107 年 12 月 12 日(星期三)上午 10 時 00 分

會議地點：本所 10 樓會議室

主持人：黃新薰副所長　　記錄　陳國岳

四、出席單位及人員：略

五、主席致詞：(略)。

六、簡報：(略)。

七、審查意見：

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
周委員惟果	1. 資料及文獻收集非常完整，但呈現方式可更有系統化，有助公部門參考。	1.補充 2.6 節小結，以利掌握文獻回顧重點。	同意承辦單位處理情形
	2. 會議中所提之簡報資料宜納入報告書。	2.遵照辦理。	同意承辦單位處理情形
	3. 三個推動進程、四個執行策略及三個推動策略之間的關聯性及前後排序，宜重新排序使其更具系統及條理，以利報告閱讀。	3.遵照辦理，調整架構編排，增加報告易讀性與對應工項。	同意承辦單位處理情形
	4. 可再增加車廠及客運業者對現行補助方式的困難及建議為何，再去引伸及提出調整建議，較具有說服力。	4.根據訪談得知，業者主要疑慮包括購車成本高、設備妥善率不穩定、設備面臨提前汰換、車廠維修支援不力等，且皆增加營運成本。因此本計畫建議以增加購車與營運補貼、分期撥付等作法，可增加誘因以及營運永續性。	同意承辦單位處理情形
	5. 簡報中 KPI 估算成果與報告中數值不同，請補充說明原因，另可再增加說明各項 KPI 數值推估的計算方式。	5.報告中引用 2016 年運輸部門排放清冊之市區公車車輛數、車公里與碳排量進行效益推估，後因取得 2017 年資料因此更新，已加強說明。	同意承辦單位處理情形
	6. 策略一提到建立定期測試及資料公開制度，建議注意測	6.將納入後續建議事項，提醒機關後續執行時，應注意智慧營	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	試資料數據公開的合法性、合理性及必要性。	運監控平台資料之公開制度與適法性，兼顧資料管理與智財保護之責。	
江委員進豐	1. 從報告書面資料審視，針對全球先進國家發展現況趨勢，到國內產業相關狀況，及後續推動做法皆有相當深入的研究，值得肯定。	1.敬悉。	同意承辦單位處理情形
	2. 依據報告書 P.5-3~P.5-4，電動公車成本明顯高於柴油公車，針對此落差，除現有補助模式外，可思考如何提高客運業者使用誘因，並導引國內商業發展，以達成 2030 市區公車全面電動化之政策。	2.由於現階段仍存有價差，因此短期建議以擴大電動公車購車補貼以及增加營運補貼增加誘因，長期而言，當產業在台落地，預期電動公車車價將可下降且若油價持續上漲，將增加電動公車競爭力。	同意承辦單位處理情形
	3. 建議報告書的內容應明確呼應主辦單位所擬定的工作項目，以滿足主辦單位規劃本計畫執行的目的。	3.遵照辦理，調整架構編排，增加報告易讀性與對應工項。	同意承辦單位處理情形
	4. 簡報書 P.63 提及「單一廠商」至多可參與 2 個申請案，廠商指的是製造車廠還是客運業者。另外，示範路線動力型式以「純電動大客車」為推動目標，是指以單一車種來營運，若以單一路線為例，是否不允許依尖離峰特性使用不同車種進行排班調度。	4.單一廠商係指車廠，國內外汽車集團旗下不同品牌，以及所授權之國內不同生產製造或打造車廠，得視為同一申請廠商。示範計畫規範僅能以單一動力型式組成營運，且不得與柴油或其他動力型式大客車混用，意旨不允許依尖離峰特性使用不同車種進行排班調度。	同意承辦單位處理情形
	5. 營運紀錄蒐集規劃中有列出建議蒐集的項目，未來執行蒐集單位與蒐集對象為何？請說明以利政府單位執行與掌握。	5.智慧營運監控平台之執行蒐集單位為公路總局與路政司，蒐集對象為參與示範計畫之公車路線。	同意承辦單位處理情形
童委員建強	1. 針對報告內容，認為國內外電動大客車相關產業資訊完整，且多次訪談客運業者、車廠、法人及政府機關代	1.敬悉。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	表，計畫成果已滿足計畫規劃目標。		
	2. 本計畫規劃推動2030年市區公車全面電動化政策相關方案務實且具可行性，建議推展時需增加管考機制，以利落實政策推動。	2.本計畫循公路總局之公路公共運輸計畫機制推動，已有相關之管考機制，且本次增加營運補貼,將可落實營運績效管考。	同意承辦單位處理情形
	3. 本計畫推動宜考量最終使用者乘客之感受，包括因應電動公車經營成本增加票價漲幅因應措施，及乘客對政策施行感受之調查，作為政策滾動式修正之重要參考。	3.感謝委員建議。由於市區公車票價調整為縣市政府權責，未來推動應滾動檢討營運績效、乘客感受與政財政容受力等各面向之發展與衝擊。	同意承辦單位處理情形
	4. 報告書 P.4-21，表 4.2-9 國內廠商各部件國產化項目資料來源為各車廠提供，建議應依附加價值率審查結果，以避免誤導。	4.因電動大客車附加價值率審查結果資料並未對外公開，故本計畫係以車廠所提供資料為依據。	同意承辦單位處理情形
	5. 報告書 P.4-23，表 4.2-11 零組件技術開發整合單位意見綜整中，電池檢測部分中科院今年會建置完成符合 ECE R100 電池安全性能測試場域，請確認是否含括所有檢測項目及電池組容許測試規格？避免誤導政策研議及推動。	5.訪談過程中僅提到屬電池安全檢測中較危險的項目，未述明具體可檢測項目；將進一步取得資訊與補充說明。	同意承辦單位處理情形
	6. 報告書 P.6-12，表 6.3-1 分期執行內容與權責單位中，有關「策略二：建全制度增加使用誘因推動項目」，編號 2-3：檢討柴油公車補助退場制度預計 108-111 年執行，112 年起才實施補助調降/退場。為明確政策決心及讓廠商及早因應，建議盡早公布補助柴油公車退場具體時間點。	6.考量提供基本民行之公共運輸服務為政府責任，目前市區公車仍以柴油車為大宗，且多仰賴政府之購車與營運虧損補貼，因此有關退場時機不宜躁進，建議視電動公車示範期之推動成效再行評估。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	7. 報告書 Ch6，市區公車電動化整體推動構想，建議增加評估國內產業效益作法，以取代現行審查附加價值率做法。另外，建議追加依車輛性能(如能耗...)研議差異化補助方案，以誘導車輛廠商開發節能車輛。	7.由於附加價值率審查為既有審查做法，若要調整建議提供跨部會議再行溝通。至於差異化補助，建議待車輛/電池產品更趨穩定後，再行評估。	同意承辦單位處理情形
	8. 報告書 Ch7，電動大客車示範計畫規劃，評分項目建議將下數項目納入補助規定，以誘導客運業者及車廠配合政策推動：(1)使用共通充電介面。(2)明訂全車保固範圍及條件。(3)車輛及設備故障應變處理機制與後勤支援規劃。(4)完整教育訓練計畫。(5)建立完整分級保養維修保養體系規劃。	8.敬悉。其中第(3)、(4)、(5)點已經為申請文件中，申請團隊需要說明的內容，第(2)點依據現行電動大客車補助辦法，受補助車輛至少需營運 8 年，若未營運達 8 年，將收回補助款，而第(1)點，因目前共通充電介面尚不明確且未有共識，就示範計畫而言，將暫不納入規定。	同意承辦單位處理情形
	9. 報告書 P.7-13，圖 7.2-5 示範計畫期程中，運研所預計 108 年 6 月完成建置電動大客車營運數據監控平台，為配合廠商提案及規劃，建議有關須廠商提供資料項目、內容及檔案格式，應於 108 年 1 月併同公布申請要點一起公告。	9.敬悉。電動大客車營運數據監控平台資料項目、內容及檔案格式，將待電動大客車營運數據監控平台委外執行後確定。依目前示範計畫時程，示範計畫示範路線正式上線為 108 年 11 月，平台預計 6 月完成，廠商應有足夠時間準備與提供資料。	同意承辦單位處理情形
許委員文賢	1. 本計畫對於國際在推動電動大客車(包含三電系統與充電介面議題)及自動駕駛(含輔助)進行相當篇幅的文獻探討，先表達肯定。	1.敬悉。	同意承辦單位處理情形
	2. 針對營運監控平台資料蒐集項目及資訊公開構想，可進一步釐清，兼顧管理及智財保護等面向。	2.將納入後續建議事項，提醒機關後續執行時，應注意智慧營運監控平台資料之公開制度與適法性，兼顧資料管理與智財保護之責。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	3. 在自駕車領域的探討方面，建議未來若深入研究要再結合 11/30 立法院三讀通過「無人載具科技創新實驗條例」，應該有助於釐清本文第八章第 2 點(測試及試運行)及第 3 點(法規制定)所提之諸多疑慮。	3 遵照辦理，參照立法院三讀通過「無人載具科技創新實驗條例」，修正報告書本文第六章 6.2.2 第 2 點及第 3 點。	同意承辦單位處理情形
	4. 報告書 P.4-27，表 4.2-13 第二次專家座談會意見：充電介面“質瘤”應為”直流”。	4.已修正。	同意承辦單位處理情形
	5. 報告書 P.4-33，表 4.2-15 營運監控：資訊公開可能涉及資料所有權的議題？是否建議作法，如用特定車種或特定地區表達資訊。	5.將納入後續建議事項，提醒機關後續執行時，應注意智慧營運監控平台資料之公開制度與適法性，兼顧資料管理與智財保護之責。	同意承辦單位處理情形
	6. 簡報 P.24，針對國內電動大客車業者市占率，過去先投入市場的業者，被後進入的業者居上，可能原因為何？	6.由於早期投入市場的電巴廠商之電池技術發展尚未成熟，致使客運業者留下不好的使用經驗，故客運業者在近期的電巴採購，轉而嘗試購買後期進入市場之車廠的車輛。	同意承辦單位處理情形
	7. 依照目前電動公車導入模式，特定地區選用特定廠牌的機率極高，後續示範計畫推動上，若能於相同地區(或路線)，使用不同廠牌車款的分析會更客觀，但產量有限情況下，採購行為較不易達成。	7.因電動公車不同廠牌對應之設備(充電機、零組件)與系統操作有差異，單一業者在營運調度考量下，多數會採單一廠牌車輛，較不易達到相同路廊、路線使用不同廠牌車款的作法。	同意承辦單位處理情形
陳委員俊宏	1. 報告書 P.2-208，公運計畫針對新闢路線及汰舊換新補助已訂為統一標準(均以汰舊換新為標準)，建請修正。	1.已修正。	同意承辦單位處理情形
	2. 報告書 P.2-215，表 2.4-10 有關成本項目比較，行車人員薪資及燃料項目是否有誤？請確認。(ex.燃料成本部分，電動車	2.已修正。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	比柴油車高？)		
	3. 報告書 P.4-28~4-32，電動大客車論壇結論彙整表有許多項目內容均重覆，請檢視修正。	3.已修正。	同意承辦單位處理情形
	4. 報告書 Ch4 市區公車電動化關鍵課題之充電場站設置，現有客運業者之調度場站未來是否能全數轉換為充電場站？建議在報告書中補充說明土地使用相關法令需不需要鬆綁、臺電用電限制有沒有相關課題，及提出相關配套措施之因應。	4. (1)電動大客車充電須使用高壓用電，在申請之土地使用地目上有其限制，即使為可設置用地，在實際運作尚有區域饋電總量限制、周邊民眾反彈等議題，未來要將現況調度場站全數轉換為充電場站有其困難度。 (2)本計畫考量未來市區公車全面電動化下對區域電力需求之影響，進行調度站區域分布、可停放車位等資料盤點，作為參考基礎資訊，後續實際作業仍需由臺電以個案申請方式評估。 (3)將於報告中補充整理充電場站設置申請相關議題說明，供機關進一步掌握作為後續推動參考。	同意承辦單位處理情形
	5. 簡報 P.50，地方政府為市區公車主管機關，未來推行市區公車電動化，地方政府的角色需強化，如未來執行市區公車電動化的相關推動策略是否要把地方政府納入，或電巴相關營運監控平台是否要由地方政府直接對客運業者進行管理。	5.同意此看法，將檢視各項策略，適度納入地方政府角色。惟示範期之營運監控平台需掌握各計畫執行績效，以利政策滾動檢討依據，因此仍建議以交通部為主責機關。	同意承辦單位處理情形
	6. 建議將各廠牌電巴的價格納入做比較分析，判斷是否能與電池價格、用電效能及續航力等技術等級對應。	6.由於目前電動巴士尚無公定價格，且各家車廠與客運業者訂定之契約內容、保固年期不同而異，要統整對應電動車價格有其困難。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	7. 在示範計畫補助策略提到，第一年底補助 20%、第二年底補助 20%....，對應執行情況，應改為營運第一年期滿後再撥付 20%補助，以此類推。	7.敬謝委員意見，相關論述已修正。	同意承辦單位處理情形
	8. 有關營運資料蒐集部分，報告內未說明蒐集項目，期末簡報內有提到，建議再提供相關單位檢視一下蒐集項目合理性，以利未來執行單位在撥付款項時能有所依據。	8.智慧營運監控平台建議蒐集資料項目已新增於報告書 5.8 節。	同意承辦單位處理情形
謝委員聰偉	1. 分析國內電動大客車產業及客運業之關切課題，務實提出電動大客車推廣策略，給予肯定。	1.敬悉。	同意承辦單位處理情形
	2. 以提升電動巴士服務績效以及不設限各國車輛產品之思維規劃示範計畫。	2.敬悉。	同意承辦單位處理情形
	3. 要求國內、外技術母廠提出國產化具體規劃與承諾，提升關鍵零組件國產化推動效率。	3.敬悉。	同意承辦單位處理情形
	4. 報告書 P.6-9「策略四：建構國際化產業價值鏈」部分，其中所研議之產品及零件之技術規範，是否與示範計畫有連結機制。	4.示範計畫旨在建立擂台賽，依路線特性找尋最適電動大客車車廠與車型，“產品及零件之技術規範”不在示範計畫之範疇。	同意承辦單位處理情形
	5. 報告書 P.8-6、P.7-10 及 P.7-11，該結論建議配合 108 年申請電動大客車補助，優先納入自動化及智慧化相關技術，是否適宜納入 P.7-10 及 P.7-11 中之示範計畫及一般型計畫之補助條件？	5.示範計畫自動化與智慧化設備建議應配備或列為評選加分項目彙整如表 5.4-1 所示。	同意承辦單位處理情形
石委員育賢	1. 所內提出本計畫，以及規劃團隊在短時間完成多方資料蒐集、相關訪談與會議，值	1 敬悉。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	得肯定。		
	2. 可先就實際現有之瓶頸，就使用者(客運業者)、供應商(車廠)最迫切的問題，看是否可先解決，如維修能力之培訓，有關維修人才培育可找勞動部與教育部及早作因應。	2.感謝委員建議。考量初期維修能量需仰賴車廠與客運業者透過營運傳承相關經驗，建議未來邀集車輛技術相關之產、關、學界，再行研商推動與培育機制。	同意承辦單位處理情形
	3. 提供之產業策略具有完整全面性，相關策略可進一步跨部會確認分工、主責。	3.目前撰寫方式係以主責機關列為第一排序，建議後續再透過跨部會議確認分工正確性。	同意承辦單位處理情形
	4. 發展策略應先模擬消費者與業者端可能產生的反映。	4.建議後續於政策宣示前，先與縣市政府與業者溝通蒐集相關意見。	同意承辦單位處理情形
	5. 可將簡報內容列入報告書中。	5.遵照辦理。	同意承辦單位處理情形
	6. 電動大客車要提供哪些資料應事先公開，另資料蒐集可先作內部檢視，再視情況公布消費者。	6.將納入後續建議事項，並提醒機關應注意智慧營運監控平台資料之公開制度與適法性，兼顧資料管理與智財保護之責。	同意承辦單位處理情形
	7. 可因應不同客運業者使用需求，依照不同使用環境之車輛性能制定不同的車輛驗證標準，以作為未來不同性能車輛之補助措施，讓營運業者可自行選擇產品。	7.敬悉。	同意承辦單位處理情形
	8. 自動駕駛輔助產品，國內業者都已經具備產製與內、外銷的經驗，建議可逐步納入電動大客車，以增加安全保障之功能。	8.將納入後續建議事項。	同意承辦單位處理情形
	9. 討論未來公共運輸可能需要共用充電站，除充電標準與相關轉接頭之外，不同規格間之通訊應列入考慮，建議業者討論產業規格統一與配套，如充電介面標準化。	9.將納入後續建議事項。	同意承辦單位處理情形
	10. 凡相關補助之車輛，得提供	10.將納入後續建議事項。	同意承辦單

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	行駛過程中所得之資料，如交通壅塞、空氣品質監測等，供交通部建立與累積相關數據，協助後續智慧交通之發展。		位處理情形
	11. 報告書 P.2-106，最後一段中、英文應一致，如無人作業小車不等於 Micro-car，小度車載 OS 車輛不等於 DuerOS Auto。	11.遵照辦理，參照 Apollo 官網訊息，修正該段文字敘述內容。	同意承辦單位處理情形
	12. 報告書 P.4-27，充電介面有錯字，質瘤不等於直流。	12.已修正。	同意承辦單位處理情形
	13. 報告書 P.4-28，表 4-2.14 場次一的 1-10 與 11-20 點內容相同可刪。	13.已修正。	同意承辦單位處理情形
	14. 報告書 P.4-29，表 4-2.14 場次二的 4-8 點內容有重覆可刪。	14.已修正。	同意承辦單位處理情形
	15. 報告書 P.4-31，表 4-2.14 場次五的 1-9 與 10-18 點內容相同可刪。	15.已修正。	同意承辦單位處理情形
交通部路政司	1. 針對營運數據監控平台的建置，請規劃團隊提供所需蒐集的營運資訊及需含哪些車輛資訊，建議可向經濟部詢問過去相關計畫所需蒐集的項目，作為經驗參考。	1.會將擬定項目提供相關單位，並請益相關計畫執行經驗，使後續分析內容具可參考價值。	同意承辦單位處理情形
	2. 報告書 Ch4 各電動車廠相關資訊，有關電動車廠規格及生產技術比較部分，部分內容無創奕金旅的資訊。	2.車廠相關資料主要透過訪談與相關會議蒐集而得，部分資料因為取得創奕金旅部分資料，故僅呈現其他業者資訊。	同意承辦單位處理情形
	3. 每家客運業者使用電巴之電量保留量及電量保留比例都不一樣，規劃團隊能否提供須回廠充電之電池剩餘電量建議？	3.各車廠皆有自己的電池管理系統(BMS)，保留電量建議以車廠設定值為主，使用者端則應嚴守使用規範，避免造成電池損壞，縮短使用壽命。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	4. 簡報 P.18 提到用電效率每度電可行駛 1 公里，不過於計畫書 P.5-12 提到目前每公里電費為 9 元，每度電 3.7 元，計算上似乎有出入，請規劃團隊再行確認。	4.有關營運資料係由業者訪談得知，將再確認資料正確性。	同意承辦單位處理情形
運研所運計組書面審查意見	1. 本報告針對國內外電動大客車發展現況及趨勢資料蒐集完整豐富，盤點關建課題，研擬推動策略、構想，有助於行政院 2030 年 1 萬輛市區公車全面電動化之政策目標。	1.敬悉。	同意承辦單位處理情形
	2. 報告書第四章建議可補充說明目前電動大客車行駛市區客運(國道客運)路線之情形，及對於市區道路(國道)是否衍生影響交通運轉之課題。	2.目前從客運業者回收之電巴營運數據資料，客運業者是依電巴廠牌紀錄營運數據，且會多條路線混合調度電巴，較無法從細部分析各路線行駛電巴之特性。	同意承辦單位處理情形
運研所運安組書面審查意見	1. 報告書 P.5-22~P.5-24，有關建議應配備與列為評選加分項目，應再逐一深入檢驗對電動大客車之適用性，應強化其可執行性例如：是否係是用既有型式加裝 AEBS？另 AEBS 於安檢基準中，設有立位者得免設，本車是否鼓勵設有立位之電動大客車設置？如何控制風險？	1. (1)本計畫主要蒐集國內外自動輔助駕駛技術發展、法令制定等現況與趨勢，並對應市場成熟產品技術初步規劃可考量納入之項目。 (2)建議納入評選加分之自動化與智慧化設備為初步請益車輛安全審驗中心回饋之建議項目，主要對應法規推動時程優先導入示範考量。 (3)依據車輛安全檢測基準，設有立位區域之甲乙類大客車得免符合 AEBS 相關要求，為避免誤解，已於內容中補充說明。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	2. 應補充先前項各項目建議之期望目標，如：安全？效率？舒適性？以及基於何種證據或論述可達此期望目標；另補助後如何評估各項目標之設置？	2. (1)依據國外推動經驗，並對應電動大客車結合自動化與智慧化技術，預期達到「安全、潔能、便捷、舒適」之目標；另依據歐盟文獻，導入整合自動輔助駕駛技術有助於降低人為肇事發生比率。 (2)示範計畫規劃主要補助項目為電動大客車，但鼓勵優先導入自動輔助駕駛相關技術；後續執行時可蒐集裝設車輛之駕駛行為與系統紀錄，進一步對應設置前後影響。	同意承辦單位處理情形
	3. 第 1 點之各項目，提供右列參考文獻供參考，歐洲以針對“安全”相關項目，提出建議。“Saving Lives: Boosting Car Safety in the EV”(2016)。	3.敬謝提供，將參考確認報告內容合理性。	同意承辦單位處理情形
運研所運經組書面審查意見	1. 研究配合政策推動需求，提出具體建議，具有參考及應用價值。	1.敬悉。	同意承辦單位處理情形
	2. 有關妥善率分析部分，需要較長時間數據統計，方能較為客觀表現運行績效，如統計時間過短，容易受單一事件影響而降低妥善率，另新車或運行 2~3 年之車輛妥善率也可能會有所差異，因此報告中僅提出華德及凱勝 12 月份運行資訊，並納入結論中，應謹慎描述，以免造成誤解。另以班表計算妥善率，會受備援車輛調度影響而無法呈現車輛實際運行績效，建議在後續建置平台	2. (1)報告中呈現向業者索取之營運資料，主要目的為反應業者使用經驗與感受，對應報告中彙整車廠提供之車輛出廠數值，避免偏頗。 (2)針對結論建議內容會再調整說法，以免造成誤解。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	時，於績效指標選取上能加以考量更合適及多元的指標。		
	3. P4-63 及 P8-5 有關推動課題中「補助作業申請時程較長」，研究應討論造成申請時程過長之原因，目前交通部為協助業者在通過各項要件及證明後能盡快完成申請程序，因此讓業者先行提送申請文件後再補各項証明文件，也會造成申請時間過長之表象。另地方政府在受理申請補助時如能落實初審，包括如充電場站設置之相關審查等，地方主管單位更能確實掌握實況，也可減少後續由中央審查時補充修正程序，以上建議研究可以納入補充說明。	3. (1)依據與地方政府、客運業者實際訪談彙整結果，「補助作業申請時程較長」之主因在於經濟部附加價值率之審驗程序。由於客運業者為使用者端，對於車輛供應端之相關資訊掌握程度低，相關資料反覆提送與補件、現場檢查等作業，拉長整體作業時程。 (2)地方政府進一步反應補助申請審驗內容項目細節較不明確，地方政府掌握程度低，於申請過程中須個別向相關單位詢問，增加往返作業時程，建議能清楚列明提案項目與表單，以利地方政府協助作業。 (3)相關內容再補充瑜報告中呈現。	同意承辦單位處理情形
	4. 有關後續推動策略，建議對應研究所提出的關鍵課題逐一研擬。	4.簡報中已補充課題與對策之對應，將補充納入報告中說明。	同意承辦單位處理情形
運研所運工組書面審查意見	1. 本計畫主要方向為「市區公車」電動化，但有許多民眾更期待郊區「觀光地區」的空汙減量(維護清新的空氣)，由於臺北與新北地區外，民眾搭乘公車比例並不高，未來本計畫推動是否會有資源皆投注在市區而排擠到郊區的情形。	1. (1)為考量測試運轉效益，第一階段(先導期)示範計畫設定路線運量高、行經空汙影響嚴重區域、行駛公車專用道、連結主要運輸場站等條件。 (2)為降低示範期間對業者投入汰舊換新電動公車之衝擊，運作機制設計上，就無法參加示範計畫之縣市客運業者，可維持一般型計畫申請導入電動	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
		大客車。	
	2. 本計畫所研擬之推廣計畫策略，其中的「提升市區公車服務績效」策略項語意似為目標，建議釐清修改。另此項所提之「策略內容」與「營運管理效能」卻與提升服務績效相關性不大；且所提之計畫效益項「提升市區公車服務績效」似僅與安全性相關(非純電動化效益)，建議若要保留，可直接改為「提升市區公車的安全性」，而此項效益每年僅 4479 萬元，與投入成本相去甚大，建議斟酌修改。	2. (1)推廣計畫策略項目乃與交通部電動大客車推動小組召集多次會議討論後訂定，會再與機關協調確認語意用詞。 (2)有關提升市區公車服務績效之效益項目，主要對應結合電動化導入自動化與智慧化技術，效益包括營運效率與安全性提升；因營運效率主要為經營業者作為，故優先對應安全性提出量化指標。 (3)因肇事發生機率值低，併考量自動輔助駕駛技術減少程度，估算人為肇事成本效益每年 4,479 萬元。雖相對技術投入成本有其落差，但安全性為公共運輸服務主要訴求之一，除財務量化減少效益外，尚有外部社會效益，建議非單純以財務成本效益評估策略執行可行性。	同意承辦單位處理情形
	3. 建議補充說明示範計畫所建議「示範路線場域」(報告 P7-4)之擬訂與評估原則。	3. (1)考量各縣市市區公車路線服務水準差異，就示範路線場域僅提出基本訴求，目的在增加電動大客車運轉效能展示或政策傳達的機會。 (2)因電動大客車購置與營運成本較高，實際運作時，仍建議視提案內容整體評比納入示範計畫合宜性，以免降低示範效益。	同意承辦單位處理情形
	4. 示範計畫規劃之申請規定，其中因以純電動大客車為推動目標而規定「採全車隊單	4.因應示範計畫目的之一為蒐集車隊營運績效與特性，若採用電動、柴油公車混合調度，較	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	一車種營運，示範路線不得與柴油巴士混用」應再考慮業者真正營運需求。	難完整反映，故就示範計畫要求全車隊採電動公車營運。但一般型計畫仍可依汰舊換新需求申請，無規範不得與柴由公車混用。	
運研所綜計組書面審查意見	1. 本報告雖然重視車輛技術，但在電動大客車專案計畫推動中，環保部門亦扮演重要角色，建議後續事項應予說明。	1.於推廣計畫策略與分工中，已有納入環保署角色。	同意承辦單位處理情形
運研所運資組書面審查意見	1. 表 2.1-1~表 2.1-3 電動車電池、動力等技術類型請參考國際標準之定義進行修正、並修正表 2.1-4 之電池種類。	1.進一步參考國際標準定義，再行檢視修正。	同意承辦單位處理情形
	2. 2.1.3 充放電技術型式請依照 SAE 與 IEC 之技術資料修正相關定義，充電型式請參考國際案例。	2.進一步參考國際標準定義，再行檢視修正。	同意承辦單位處理情形
	3. 表 2.2-7 相關技術資料請修正。	3.進一步檢視相關資料再行修正。	同意承辦單位處理情形
	4. 表 2.2-11~12 字體模糊請修正。	4.再行修正更新資料。	同意承辦單位處理情形
	5. P2-41 請直接介紹補貼制度以及相關限制。	5.再行檢視與調整內容。	同意承辦單位處理情形
	6. 2-3 自動輔助駕駛發展現況請就基礎設施包括高精度電子地圖、感測技術等與相關自動輔助駕駛關係進行說明。	6.已補充說明於 P.2-97~P.2-99。	同意承辦單位處理情形
	7. P2-92~P2-94 中部分功能屬於 ADAS 不應與 AD（Autonornous Driving）混用。	7.本計畫就 ADAS 及 AD 項目係依據按照 SAE 定義整理，其中 ADAS 中干預型主動安全系統之防撞功能會與 ADS 重疊，已於表 2.3-1 中彙整三個干預型主動安全系統防撞功能。	同意承辦單位處理情形
	8. P2-104~107 Nvidia 之介紹請依照其技術特性並補充 2017	8.本計畫資料係依據官網發布的最新訊息整理更新，應屬較近	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	以後之相關資料。	期之公開資訊。	
	9. P2-139 美國 Mcity 介紹請補充技術模擬驗證相關程序。	9.本計畫主要蒐集自動輔助駕駛發展趨勢與技術現況，模擬驗證程序若非屬公開資訊，較難掌握。	同意承辦單位處理情形
	10. P3~12~P3-13 所謂彈性調整因子之相關定義應清楚說明，所謂日間尖峰與夜間離峰計算方式基礎應說明，相關附載計算應就技術發展趨勢進行估計。	10. (1)因現況取得資料為客運業者調度場站核定車位數，彈性調整因子主要考量業者車輛停放彈性，設定保留車輛數，參考新店錦繡站業者運用狀況，保守設定 110%，避免估算上低估。 (2)日間尖峰、夜間離峰計算基礎與附載計算主要為參考現況發展初步估算，盤點成果主要價值為提供台電預先掌握各分區場站可能的申請位置與車輛數上限，會再調整說明。	同意承辦單位處理情形
	11. 第四章國內電動大客車現況請增加售價分析，並以趨勢和國際進行比較。	11.由於目前國內電動巴士尚無公定價格，且各家車廠與客運業者訂定之契約內容、保固年期不同而異，要統整對應電動車價格有其困難。	同意承辦單位處理情形
	12. P4-43 電池系統電量定義請依技術標準修正。	12.再行確認與修正內容。	同意承辦單位處理情形
	13. 表 4.4-1 請修正相關技術資料。	13.再行確認與修正內容。	同意承辦單位處理情形
	14. P5-3 生命週期成本分析請說明計算基礎與項目，並加入保固之相關條件。	14.生命週期成本分析一節主要為前期研究評析內容，當時該研究估算以八年作為生命周期試算依據，惟並無具體說明保固條件資訊。	同意承辦單位處理情形
	15. 表 5.1-3 應說明車輛之技術規格。	15.表 5.1-3 為前期研究評析內容，採用之車輛以市售不同類型(較高容量夜間充電、較低容量夜間充電及日間補電)車	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
		款作初估，並無說明具體車輛技術規格。	
	16. P5-5 電動大客車與柴油大客車補助金額比較請補充說明計算方式。	16. 該部分為前期研究評析內容，補助計算方式主要對應車輛生命周期成本及研究當時之電動、柴油大客車補助金額，再行彙整補充說明計算方式。	同意承辦單位處理情形
	17. P5-16 請補充國內目前之電池租賃現況。	17. (1)依據客運訪談，國內過去曾有車輛供應商提供電池租賃服務，現況多數業者已朝向車輛(含電池)採購作法，少部分業者說明採電池租賃的型式，目的為降低初期購車價格。 (2)補充說明相關內容於報告 4.2 節。	同意承辦單位處理情形
會議結論	1. 智慧營運監控平台所要收集的資料項目，敬請規劃團隊再通盤檢視，並就資料公開之適法性作補充論述，另亦請各相關單位協助提供相關執行之實務經驗。	1.將納入後續建議事項，提醒機關後續執行時，應注意智慧營運監控平台資料之公開制度與適法性，兼顧資料管理與智財保護之責。	同意承辦單位處理情形
	2. 補助機制中將會評估納入維修能量及車型尺寸之適宜性，後續亦將視執行情形，持續進行滾動檢討，縮小柴油及電動大客車使用成本差距，進而提高電動大客車的競爭力。	2.將納入後續建議事項。	同意承辦單位處理情形
	3. 敬請規劃團隊將童委員建議的防守機制，列入報告書的建議章節中，作為機關備忘錄，在政策正式執行前，會與路政司共同檢視，屆時亦請工業局協助提供相關執行之實務經驗。	3.將納入後續建議事項。	同意承辦單位處理情形

與會代表 (依發言順序)	審查意見	回覆辦理情形	本所主辦單位審查意見
	4. 敬請規劃團隊增加文獻回顧小結，方便機關快速掌握國內、外推動經驗及借鏡。	4.遵照辦理。	同意承辦單位處理情形
	5. 本次審查會議通過，敬請規劃團隊依委員意見製作回覆對照表及修正，並合約規定日期送定稿報告書。	5.遵照辦理。	同意承辦單位處理情形