105-120-4295
MOTC-IOT-103-MDB002

公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查

交通部運輸研究所

中華民國 105 年 12 月

105

公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查

交通部運輸研究所

ISBN 978-986-05-0878-9

ISBN 條碼

GPN：1010502538

定價 420 元

105-120-4295
MOTC-IOT-103-MDB002

公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查

著者：張朝能、黃國修、張學孔、江芷瑛、沈大維、
陳雅雯、陳永勳、陳維隆、黃子瞻、賴勁丞

交通部運輸研究所

中華民國 105 年 12 月

國家圖書館出版品預行編目資料

公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查 /
張朝能等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所,
民105.12
面 ; 公分
ISBN 978-986-05-0878-9(平裝)

1.運輸管理 2.能源節約

557 105022133

公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查

著　　者：張朝能、黃國修、張學孔、江芷瑛、沈大維、陳雅雯、陳永勳、陳維隆、黃子瞻、賴勁丞

出版機關：交通部運輸研究所

地　　址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網　　址：www.iot.gov.tw (中文版＞圖書服務＞本所出版品)

電　　話：(02)23496789

出版年月：中華民國 105 年 12 月

印 刷 者：承亞興圖文印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 85 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定　　價：420 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496880

國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號•電話：(02)25180207

五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

GPN：1010502538　　ISBN：978-986-05-0878-9 (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：公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查</td></tr>
<tr><td>國際標準書號（或叢刊號）
ISBN 978-986-05-0878-9</td><td>政府出版品統一編號
1010502538</td><td>運輸研究所出版品編號
105-120-4295</td><td>計畫編號
103-MDB002</td></tr>
<tr><td>本所主辦單位：運輸經營管理組
主管：張朝能
計畫主持人：張朝能
研究人員：江芷瑛
聯絡電話：02-23496840
傳真號碼：0225450431</td><td colspan="2">合作研究/共同研究單位：
中華智慧型運輸系統協會
計畫主持人：黃國修、張學孔
研究人員：沈大維、陳雅雯、陳維隆、陳永勳、黃子瞻、賴勁丞
地址：臺北市大安區羅斯福路三段95號10樓之
聯絡電話：02-27712171</td><td>研究期間
自103年2月
至103年11月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：電動大客車、妥善率、能源效率</td></tr>
<tr><td colspan="4">摘要：
在交通部、環保署與經濟部通力推動下，從 100 年至 103 年已有 77 輛甲類、36 輛乙類電動大客車在運行中。行政院更於 103 年 4 月 29 日政務會議訂定 10 年 1 萬輛電動大客車的發展藍圖。對既有車輛營運績效評估與成本分析，成為未來永續發展的重要關鍵課題。
本研究主要內容包括：透過回顧國內外電動大客車技術發展以及營運概況相關文獻，掌握國際電動大客車發展動態，做為我國技術發展參考依據。續而針對國內現有營運中之電動大客車營運情形進行量化與質化分析，蒐集車輛實際營運妥善情形以及能源使用效率資料，並透過訪談瞭解產業環境課題。此外，本研究亦分析電動大客車之內外部成本，釐清其成本結構與特性。
綜整本研究調查及訪談成果，解析經營與產業目前課題，可歸納得到目前電動大客車推動主要瓶頸為妥善率不穩定以及使用成本較高。本研究深入解析其中原因並釐清關鍵課題，提出未來推動策略包括：建立營運績效監管平台、建立跨部會協作機制、強化產業輔導措施、補貼與管制併行政策、強化後勤維修系統以及研擬電動大客車租賃機制，據以提出未來短中長期推動期程，以及後續相關研究課題之建議。</td></tr>
<tr><td>出版日期</td><td>頁數</td><td>定價</td><td>本出版品取得方式</td></tr>
<tr><td>105年12月</td><td>338</td><td>420</td><td>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。</td></tr>
<tr><td colspan="4">機密等級：
□密 □機密 □極機密 □絕對機密
（解密條件：□ 年 月 日解密，□公布後解密，□附件抽存後解密，
□工作完成或會議終了時解密，□另行檢討後辦理解密）
■普通</td></tr>
<tr><td colspan="4">備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。</td></tr>
</table>

PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS

INSTITUTE OF TRANSPORTATION

MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS

TITLE: Operating Investigation and Performance Evaluation on Electric Bus Industry for Public Transportation

ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
ISBN 978-986-05-0878-9	1010502538	105-120-4295	103-MDB002

DIVISION: Operations and Management Division

DIVISION DIRECTOR: Chao-Neng Chang

PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chao-Neng Chang

PROJECT STAFF: Chih-Ying Chiang

PHONE: 886-2-23496840

FAX: 886-2-25450431

PROJECT PERIOD

FROM Feb. 2014

TO Nov.2014

RESEARCH AGENCY: Intelligent Transportation Society of Taiwan

PRINCIPAL INVESTIGATOR**:** K.D. Huang, S. K. Jason Chang

PROJECT STAFF: Ta-Wei Shen, Ya-Wen Chen, Wei-Lung Chen, Yung-Hsun Cheng, Tzu-jan Huang, Jing-Cheng Lai

ADDRESS: 10F.-1, No. 95, Sec. 3, Roosevelt Rd., Taipei 10646, Taiwan, R.O.C.

PHONE: 886-2-27712171

KEY WORDS: Electric Bus, Availability, Energy Efficiency

ABSTRACT:

Electric Bus is a good choice for sustainable development and green transport. In Taiwan, several important central government authorities, such as the Ministry of Transportation and Communications, Environmental Protection Administration, Ministry of Economic Affairs, are working together to support the electric bus industry. Fleet sizes are increasing: since 2011, 12-meter buses 6-meter buses have grown to 77 and 36, respectively. Besides, the Executive Yuan also announced that in the next decade more than 10,000 electric buses will be produced. Therefore, the operational performance assessment of existing vehicles becomes very important. This project proposes a systematic analysis to clarify operating characteristics, technical barriers and policy instruments for the electric bus industry. It begins with a literature review of the development of electric buses, their operational environment, strategic and technical aspects, etc. Then, we have interviewed relevant authorities and bus operators to understand the electric bus industry supply chain model. Moreover, this project also constructed an evaluation process to evaluate benefits, internal cost and external cost of electric buses. It also compared electric buses with buses of other energy types.

The research findings are: the major bottlenecks for developing the electric bus industry are unstable availability rates and high cost. There are several strategic recommendations both in short-term and long-term plan, including: construct a monitoring platform, integrate cross-departmental resources, strengthen the industrial counseling, synchronize subsidies and regulatory instruments, improve logistics service systems, and assess electric bus leasing models. Finally, the electric bus industry still needs continuous long-term monitoring and more evaluation to accelerate its development.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE	CLASSIFICATION
Dec,2016	338	420	☐RESTRICTED ☐CONFIDENTIAL ☐SECRET ☐ TOP SECRET ■UNCLASSIFIED

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

目錄

第一章 緒論 1-1

1.1 計畫緣起 1-1
1.2 計畫目的 1-3
1.3 研究內容與工作項目 1-4
1.4 研究流程 1-5

第二章 文獻回顧與探討 2-1

2.1 電動大客車技術發展概況 2-1
2.1.1 電動大客車種類與特性 2-1
2.1.2 電動大客車電池種類與特性 2-13
2.1.3 能源補充形式與特性 2-15
2.2 國際電動大客車推動現況 2-19
2.2.1 亞洲案例 2-19
2.2.2 歐洲案例 2-32
2.2.3 美國案例 2-38
2.3 國內電動大客車推動現況 2-48
2.3.1 國內電動大客車產業概況 2-48
2.3.2 國內電動大客車營運現況 2-51
2.3.3 國內電動大客車相關補助政策 2-55

第三章 電動大客車經營績效調查 3-1

3.1 績效調查指標研擬 3-1
3.2 調查對象與方式 3-4
3.2.1 調查與分析方法 3-4
3.2.2 調查路線基本資料 3-7
3.3 車輛營運妥善率分析 3-17
3.3.1 隨時間妥善率變化分析 3-17
3.3.2 各車型妥善率比較分析 3-21
3.3.3 氣溫影響妥善率分析 3-22
3.3.4 路線特性影響妥善率分析 3-27
3.3.5 故障類別比較分析 3-30
3.4 車輛營運能源使用效率分析 3-33
3.4.1 隨時間用電效率變化分析 3-33

3.4.2 各車型用電效率比較分析 3-34
3.4.3 氣溫影響用電效率分析 3-35
3.4.4 路線特性影響用電效率分析 3-38
3.4.5 車輛續航里程分析 3-43
3.5 與柴油及油電混合大客車績效比較 3-45

第四章 電動大客車內外部成本探討 4-1

4.1 電動大客車內部成本分析 4-1
4.1.1 現有客運業者路線成本制度探討 4-1
4.1.2 電動大客車內部成本分析方法 4-3
4.1.3 柴油與電動大客車之成本差異分析 4-4
4.1.4 業者間成本差異分析 4-14
4.1.5 電動大客車成本項目修訂建議 4-16
4.2 電動大客車外部成本分析 4-18
4.2.1 電動大客車外部成本分析方法 4-18
4.2.2 外部成本項目界定 4-19
4.2.3 各汙染源排放係數分析 4-20
4.2.4 各汙染源貨幣化價值估算 4-22
4.2.5 柴油與電動大客車外部成本比較 4-24
4.3 電動大客車內外部成本綜合分析 4-25

第五章 電動大客車經營與產業環境解析 5-1

5.1 利害關係人訪談 5-1
5.2 電動大客車經營課題分析 5-6
5.3 電動大客車產業課題分析 5-8
5.4 電動大客車經營與產業環境課題彙整 5-9
5.5 電動大客車安全法規環境分析 5-11
5.5.1 現況電動大客車安全審驗規定 5-11
5.5.2 電動大客車安全標準建議 5-15

第六章 電動大客車推動策略研擬 6-1

6.1 建立營運績效監管平台 6-1
6.2 建立跨部會協作機制 6-5
6.3 強化產業輔導措施 6-11
6.4 補貼與管制排放併行政策 6-13
6.5 強化後勤維修系統 6-15
6.6 研擬電動大客車租賃機制 6-17

第七章 結論與建議 7-1

7.1 結論 7-1
7.2 建議 7-6

參考文獻..... 參-1

附錄

附件 1 審查意見回應及座談會議紀錄
附件 2 行車日誌範例
附件 3 訪談紀錄
附件 4 簡報資料

圖目錄

圖 1-1 歷年臺灣各部門能源消費比例 1-1
圖 1-2 研究流程圖 1-5
圖 2-1 純電動大客車系統架構圖 2-2
圖 2-2 串聯式油電複合動力大客車系統架構圖 2-3
圖 2-3 Orion(BAE)串聯式油電複合動力大客車 2-4
圖 2-4 Orion BAE 串聯式油電複合動力系統架構圖 2-4
圖 2-5 並聯式油電複合動力大客車系統架構圖 2-5
圖 2-6 Volvo 7900(B5LH) 並聯式複合動力大客車 2-6
圖 2-7 Volvo 7900(B5LH) 並聯式複合動力系統架構圖 2-6
圖 2-8 北京福田 BJ6123 並聯式複合動力大客車 2-7
圖 2-9 北京福田 BJ6123 並聯式複合動力系統架構圖 2-7
圖 2-10 氫燃料電池電動大客車系統架構圖 2-8
圖 2-11 Mercedes-Benz 氫燃料電池大客車 2-9
圖 2-12 Mercedes-Benz 氫燃料電池大客車架構圖 2-9
圖 2-13 利用停靠站充電大客車系統架構圖 2-10
圖 2-14 上海停靠站充電大客車案例 2-11
圖 2-15 美國加州 Pomona 停靠站充電大客車 2-11
圖 2-16 電動大客車導入評估流程圖 2-24
圖 2-17 提昇電動大客車運行效益之可行對策 2-25
圖 2-18 ZeEUS 計畫方針 2-33
圖 2-19 ZeEUS 核心示範區域 2-34
圖 2-20 ZeEUS 合作車商 2-34
圖 2-21 ZeEUS 觀察策略 2-35
圖 2-22 ZeEUS 觀測站位置 2-35
圖 2-23 2009 年美國公車之燃料種類比例 2-39
圖 2-24 燃料電池電動大客車之商業化程序 2-44
圖 2-25 NFCBP 每月車輛可靠度及異常事件分析 2-45
圖 2-26 NFCBP 故障影響營運里程分析 2-45
圖 3-1 2012 年上路電動大客車路線各月份妥善率 3-18
圖 3-2 2013 年上路電動大客車路線各月份妥善率 3-19
圖 3-3 2014 年上路電動大客車路線各月份妥善率 3-19
圖 3-4 各路線各月份妥善率 3-20
圖 3-5 電動大客車整體妥善率趨勢 3-21
圖 3-6 各月故障異常件數與車輛數 3-31
圖 3-7 平均每車每月故障件數 3-31
圖 3-8 電動大客車各年度用電效率變化 3-34

圖 3-9 各車型續航里程與電池容量關係 3-43
圖 4-1 內部成本分析流程 4-4
圖 4-2 柴油大客車各項成本占比 4-11
圖 4-3 電動大客車各項成本占比 4-11
圖 4-4 電動大客車外部成本分析流程 4-18
圖 4-5 電動與柴油大客車內外部總成本比較 4-25
圖 5-1 經營與產業環境課題歸納 5-10
圖 6-1 電動大客車課題與推動策略示意圖 6-1
圖 6-2 電動大客車營運績效監管平台系統架構圖 6-2
圖 6-3 電動大客車營運績效監管平台功能定位 6-3
圖 6-4 電動大客車營運績效監管平台與補貼機制勾稽示意圖 6-4
圖 6-5 政策引導機制示意圖 6-6
圖 6-6 計畫申請審查及執行流程建議 6-8
圖 6-7 工作圈運作流程 6-9
圖 6-8 產業輔導策略效益 6-12
圖 6-9 生產與管理品質提昇 6-12
圖 6-10 推動電動大客車補貼與配套管制措施示意圖 6-14
圖 6-11 後勤維修教育訓練課程 6-15
圖 6-12 後勤維修教育訓練機制分工 6-16
圖 6-13 電動大客車租賃架構示意圖 6-18

表目錄

表 1-1 臺灣運輸部門能源消費比例 1-2
表 1-2 計畫工作內容 1-4
表 2-1 各能源動力之大客車比較表 2-12
表 2-2 常見車輛動力電池特性比較表 2-14
表 2-3 傳導式與非傳導式充電比較 2-15
表 2-4 電動大客車常見能源補充形式比較表 2-18
表 2-5 近年日本電動大客車推動情形 (小型) 2-20
表 2-6 近年日本電動大客車推動情形 (大型) 2-21
表 2-7 日本電動大客車示範運行計畫 2-22
表 2-8 中國十城千輛之入選城市與計畫目標與推動狀況 2-26
表 2-9 新能源汽車示範推廣方案(直轄市) 2-28
表 2-10 新能源汽車示範推廣方案(省會城市) 2-28
表 2-11 新能源汽車示範推廣方案(省份城市) 2-29
表 2-12 新能源汽車示範推廣方案(重點城市或區域) 2-29
表 2-13 目前北美燃料電池客車示範計畫 2-41
表 2-14 NFCBP 補助燃料電池客車示範計畫車輛資料 2-42
表 2-15 NFCEB 2013 擴增之示範計畫 2-43
表 2-16 NFCBP 車輛可靠度分析 2-44
表 2-17 NFCBP 能源使用效率分析 2-46
表 2-18 美國燃料電池公車發展目標 2-46
表 2-149 國內通過認證電動乙類大客車 2-48
表 2-20 國內通過認證電動甲類大客車 2-49
表 2-21 國內主要電動大客車廠商營運模式比較 2-50
表 2-22 國內各地電動大客車運行狀況 2-52
表 2-23 交通部補助電動大客車情形 2-53
表 2-24 環保署電動大客車示範運行計畫執行情形 2-54
表 2-25 經濟部及其他補貼專案執行情形 2-54
表 2-26 現況電動大客車相關補助政策一覽表 2-56
表 3-1 車輛妥善情形指標 3-2
表 3-2 車輛能源效率指標 3-3
表 3-3 客運業者行車日誌修訂情形 3-5
表 3-4 內外部影響特性 3-6
表 3-5 金門縣觀光公車基本資料表 3-7
表 3-6 航空城捷運先導公車(GR)基本資料表 3-7
表 3-7 桃園-中壢市公車路汰舊換新(1 路)基本資料表 3-8
表 3-8 桃園市區公車汰舊換新電動大客車路線基本資料表 3-8

表 3-9 中壢市民免費公車電動大客車路線基本資料表 3-9
表 3-10 平鎮免費公車電動大客車路線基本資料表 3-10
表 3-11 桃園縣縣府火車站示範計畫路線基本資料表 3-10
表 3-12 新竹縣市低地板雙位元公車路線基本資料表 3-11
表 3-13 新竹縣市世博臺灣館觀光接駁車路線基本資料表 3-12
表 3-14 竹塹小巴接駁車路線基本資料表 3-13
表 3-15 新竹市快捷 7 號公車路線基本資料表 3-14
表 3-16 新竹市市區公車 81 路公車路線基本資料表 3-14
表 3-17 臺中市市公車 55 路汰舊換新路線基本資料表 3-14
表 3-18 臺中市市公車 12 路汰舊換新路線基本資料表 3-15
表 3-19 旗美快捷公車路線基本資料表 3-15
表 3-20 建功幹線基本資料表 3-16
表 3-21 大鵬灣環灣巴士路線基本資料表 3-16
表 3-22 苗栗縣苑裡-大甲路線基本資料表 3-16
表 3-23 電動大客車各路線異常次數與妥善率一覽表 3-17
表 3-24 電動大客車各年度整體妥善率 3-21
表 3-25 各車型平均妥善率 3-22
表 3-26 各車型妥善率差異檢定 3-22
表 3-27 各地區各月份氣溫變化 3-23
表 3-28 各路線妥善率與氣溫相關性分析 3-24
表 3-29 各車型不同溫度分群平均妥善率 3-25
表 3-30 不同溫度對妥善率差異檢定 3-26
表 3-31 國道 10 旗美快捷與建功幹線平均妥善率 3-27
表 3-32 國道 10 旗美快捷與建功幹線平均妥善率差異檢定 3-27
表 3-33 各車型不同路線長度分組平均妥善率 3-28
表 3-34 不同路線長度對路線妥善率影響檢定 3-28
表 3-35 各車型不同站距分組平均妥善率 3-29
表 3-36 不同平均站距對路線妥善率影響檢定 3-30
表 3-37 故障異常事件依影響營運情形分類 3-32
表 3-38 各車型故障類別分析 3-32
表 3-39 各路線平均用電效率彙整 3-33
表 3-40 電動大客車各年度用電效率變化 3-34
表 3-41 各廠牌車型車輛平均用電效率 3-35
表 3-42 不同廠牌平均用電效率差異檢定 3-35
表 3-43 各路線用電效率與氣溫相關性分析 3-36
表 3-44 各車型不同溫度分群平均用電效率 3-37
表 3-45 不同溫度對用電效率差異檢定 3-38
表 3-46 國道 10 旗美快捷與建功幹線平均用電效率 3-38

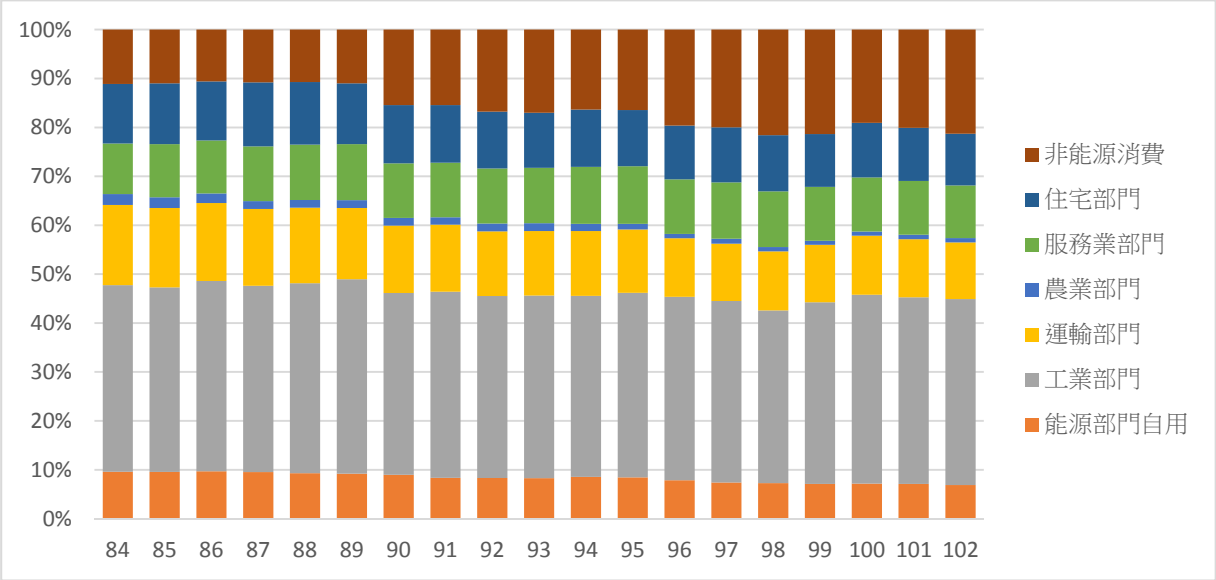
表 3-47 國道 10 旗美快捷與建功幹線平均用電效率差異檢定 3-39
表 3-48 各車型不同路線長度分組平均用電效率 3-39
表 3-49 不同路線長度對路線用電效率影響檢定 3-40
表 3-50 各車型不同站距分組平均用電效率 3-41
表 3-51 不同站距對路線用電效率影響檢定 3-42
表 3-52 各車型續航里程推估 3-43
表 3-53 廠商提供與本研究推估續航里程比較 3-44
表 3-54 電動、柴油、油電混合大客車績效比較 3-45
表 4-1 十八項成本分攤基礎彙總表 4-2
表 4-2 業者之電動大客車路線特性 4-3
表 4-3 各業者柴油與電動大客車之成本差值及相對差異比 4-5
表 4-4 各業者之柴油與電動大客車間成本差異顯著項目 4-6
表 4-5 各業者之柴油與電動大客車間成本差異原因綜整 4-9
表 4-6 柴油與電動大客車主要成本差異項目 4-10
表 4-7 柴油與電動大客車之平均成本占比 4-12
表 4-8 柴油與電動大客車之固定及變動成本比例 4-13
表 4-9 電動大客車主要成本業者間差異比較 4-14
表 4-10 電動大客車主要成本項業者間差異因素綜整 4-15
表 4-11 成本項目修訂建議及計算方式說明 4-17
表 4-12 雙北地區柴油大客車排放係數 4-20
表 4-13 市區公車行駛車速比例 4-21
表 4-14 柴油大客車空氣汙染源排放係數 4-21
表 4-15 電動大客車空氣汙染源排放係數 4-21
表 4-16 空氣污染致病機率及健康成本 4-23
表 4-17 空氣污染源貨幣化價值 4-23
表 4-18 都市中各運具噪音汙染貢獻比例 4-24
表 4-19 柴油與電動大客車單位外部成本比較 4-24
表 4-20 電動、柴油大客車固定成本比較 4-26
表 5-1 訪談對象與時程 5-1
表 5-2 營運業者與製造商訪談議題 5-2
表 5-3 電動大客車應符合車輛安全檢測項目彙整表 5-12
表 5-4 電動大客車性能驗證規範 5-14
表 5-5 電動小客車動力電池安全標準 5-15
表 5-6 電動小客車充電設施安全標準 5-19
表 6-1 工作圈群組建議 6-10
表 7-1 後續研究計畫建議-電動大客車營運績效監管資訊平台研究 7-7
表 7-2 後續研究計畫建議-電動大客車租賃模式研究與實施方案評估 .. 7-10
表 7-3 後續研究計畫建議-電動大客車駕駛行為分析 7-12

第一章 緒論

本章針對本研究之計畫背景、計畫內容以及計畫內容進行說明。

1.1 計畫緣起

隨著工商業發展與土地開發，近年來全球環境面臨劇烈變遷，國際能源短缺、空氣品質惡化與溫室效應加劇等現象，已成為世界各國都必須面對的重要課題。大部分國家的運輸部門是僅次於能源及工業部門的溫室氣體排放部門。以我國為例，根據 2014 年經濟部能源局統計月報，我國運輸部門的能源消費佔我國總能源消費約 12%。有鑑於此，世界各國皆紛紛訂定運輸部門節能減碳的政策方針。



資料來源：經濟部能源局統計月報(2014 年 6 月)

圖 1-1 歷年臺灣各部門能源消費比例

根據能源局統計月報中，運輸部門能源消費中以公路運輸佔最大部分，約佔 96%，若能對此提出有效的改善對策，將能對整體節能減碳之政策目標作出明顯貢獻。各國針對運輸部門之減碳措施不外乎發展公共運輸抑制私有運具成長，亦或改善交通工具之能源效率與污染排放，而推動潔淨能源的公共運輸工具則成為結合兩者之政策方向，因此，世界各國皆積極投入替代能源運輸工具的研發與製造，美國研究調查機構 Pike Research 預測調查報告指出，全球在 2015 年時，以替代石油能源驅動的公車數量將從 2010 年的 28%快速成長至 50%，其中增加幅度最大區域為亞洲及北美地

區。2011 年大陸工信部進行各車款種類佔比調查，巴士款式約佔 56%，比一般乘用車高出 34%，其中又以純電動巴士與混合動力巴士所佔比例最高。

表 1-1 臺灣運輸部門能源消費比例

運輸工具	能源消費量	能源消費比例
	公秉油當量	%
國內航空	9,125	0.79%
公路	1,103,085	95.76%
鐵路	26,742	2.32%
管線運輸	-	0.00%
國內水運	12,937	1.12%
合計	**1,151,889**	**100.00%**

資料來源：經濟部能源局統計月報(2014 年 6 月)

我國推動電動大客車也是不遺餘力，自 100 年起，國內開始有電動大客車正式上路，臺北、新北、桃園、新竹、臺南、高雄等各地皆陸陸續續以不同形式推動電動大客車運行，截至 2014 年底約有 113 輛電動大客車通過補助，實際運行。包含交通部、環保署及經濟部在內的部會也都紛紛訂定相關政策補助措施與推廣專案。交通部於「公路公共運輸補助電動大客車作業要點」中核定，由地方縣市申請補助客運業者購置電動大客車；經濟部以提昇產業競爭力為目標推動「智慧電動車先導運行計畫」；而環保署則補助各地方辦理電動大客車推廣示範計畫；行政院更於 2014 年 4 月指示經濟部、交通部及環保署加速補助地方政府淘汰柴油大客車採購電動大客車，期望在 10 年內汰換 6,750 市區公車為電動大客車，同時將遊覽車、接駁車等納入推動目標，訂定 10 年 1 萬輛電動大客車的發展藍圖。

在政府政策大力支持下，近年來國內電動大客車產業可謂蓬勃發展，然而在快速推動的背後，相關營運監理問題逐漸浮現。從現階段著眼未來，過去上路運行的車輛營運績效評估與成本效益分析成為未來永續發展的重要關鍵課題。在主管機關權責劃分與補貼政策部分，過去由不同部會各自執行的模式，也在 2013 年交通部召開的協商會議中取得共識，未來將朝向資源整合的方式進行。因此，若能透過本案執行檢視過去營運績效，訂定相關的評估準則，建立成本效益分析的基礎，並利用部會政策整合的契機重新檢討跨部會合作的機制，將能為我國未來推動電動大客車奠定良好基礎。

1.2 計畫目的

本研究之目的係透過國內外文獻回顧、產業技術分析、客運業者及主管機關實際訪談、電動大客車實際運行狀況調查以及成本效益分析等方式，釐清電動大客車經營環境、使用特性以及產業發展概況，進一步提出政策改善建議，具體的計畫目的包括：

- 透過國內外文獻回顧，掌握國內外技術發展概況，研提車輛安全審驗標準之建議。
- 透過現況路線營運績效調查，提供未來政府、業者選擇車輛時參考依據。
- 檢討電動大客車使用內外部成本，作為制定各項政策的基礎。
- 檢討現況各部會補貼政策與資源，提出跨部會整合機制與權責劃分建議。

1.3 研究內容與工作項目

依據前述計畫背景與目的，本研究訂定六大工作項目，各細項工作內容如下表：

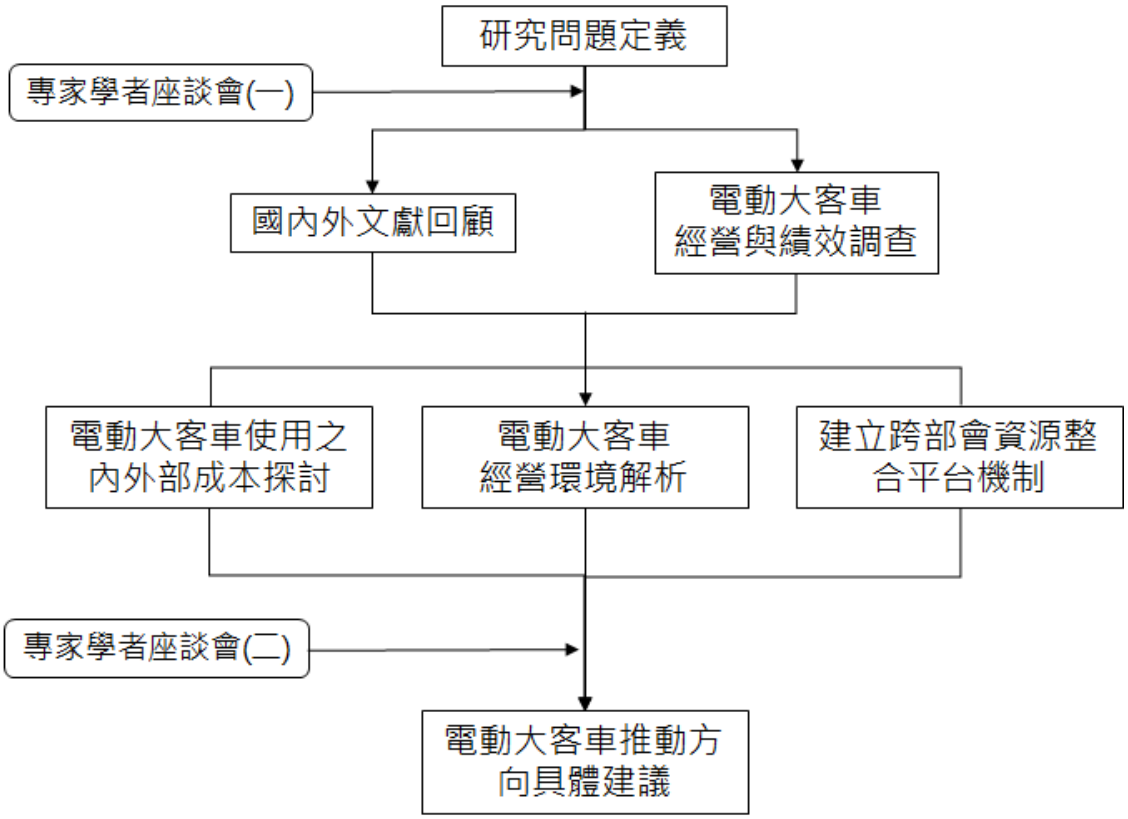
表 1-2 計畫工作內容

工作項目	工作細項內容
國內外文獻回顧	● 國內外電動大客車發展概況回顧與分析 ● 新能源電動大客車技術發展回顧與分析 ● 國內外電動大客車安全規範回顧與分析
電動大客車使用內外部成本探討	● 電動大客車內外部成本項目研訂 ● 內外部成本分析與比較 ● 研提電動大客車汽車客運業路線別成本制度建議
電動大客車經營環境解析	● 營運業者、製造廠商、主管機關訪談 ● 電動大客車營運環境檢討分析 ● 電動大客車補助政策檢討分析 ● 電動大客車安全規範檢討
電動大客車經營績效調查	● 研訂績效評估指標 ● 電動大客車路線營運績效調查 ● 績效調查結果分析
建立跨部會資源整合平台機制	● 辦理跨部會訪談及座談會 ● 建立電動大客車補助政策資源整合機制 ● 研提電動大客車營運管理權責劃分建議 ● 電動大客車資訊整合暨營運監管平台雛型架構
電動大客車推動方向具體改善建議	● 車輛及電池安全環境建議 ● 電動大客車成本計算制度建議 ● 電動大客車產業輔導政策建議 ● 電動大客車維修後勤制度建議 ● 電動大客車補貼政策建議

資料來源：本研究整理

1.4 研究流程

為達成本研究的目的，本研究採用文獻回顧、利害關係人訪談、專家學者座談、績效調查、歸納整理等方式執行本研究各工作項目。而依照前述工作項目，本案執行流程如下所示：



資料來源：本研究整理

圖 1-2 研究流程圖

第二章 文獻回顧與探討

本研究將回顧國內外電動大客車技術發展概況以及各國電動大客車推動情形，做為我國未來擬定策略之參考。另外本章亦彙整國內電動大客車產業概況、實際營運現況以及補助政策及執行概況。

2.1 電動大客車技術發展概況

本節將回顧電動大客車輛種類與特性、電池種類與特性以及能源補充形式與特性之發展概況。除了純電池電力之電動大客車外，本研究亦蒐集包括油電混合動力、氫燃料電池動力等不同能源形式之大客車進行比較。

2.1.1 電動大客車種類與特性

電動車屬於發展中產業，目前尚未有統一標準之定義，廣義來說，所有以電能驅動之車輛皆可歸屬於電動車之一環。工研院（98 年）定義電動車(Electric Vehicle)為：泛指以電能來驅動的車種，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。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）。陳品潔、張學孔(2012 年)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。

「電動大客車」則參考前述電動車定義，泛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。而大客車則參考交通部大型客車定義，指座位在 10 座以上或總重量逾 3500 公斤之大型客車，並進一步依照軸距分為甲類(4 米以上)及乙類(4 米以下)大客車。若依照電力來源運作機制可進一步分類為：

- 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
- 油電複合式大客車(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)。

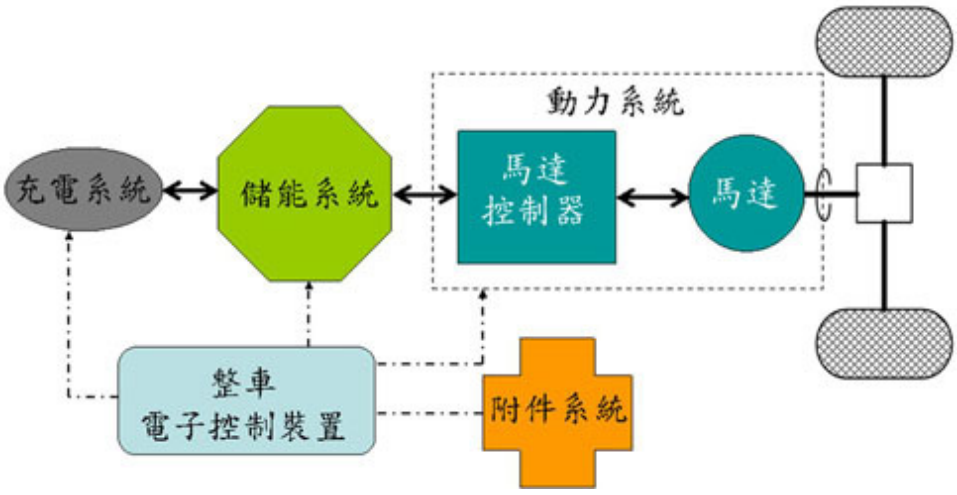
- 燃料電池大客車(Fuel Cell Electric Bus)- 電力來源為蓄電池，並透過車上燃料電池發電，透過電力讓馬達驅動車輛之大客車(燃料電池並非蓄電裝置而為發電裝置，主要結構是一層合成電極膜，藉由氫和負極接觸後釋放出電子，產生電能；剩下的氫離子則到正極與空氣中的氧結合，變成水蒸汽) 。
- 無軌電車(Trolly)- 電力來源為純外部電源，外部電力來源供電，透過電力讓馬達驅動車輛

以下內容茲就前述不同電動大客車種類之技術特性說明：

1.電池電動大客車(Battery Electric Bus)

系統架構由儲能系統、動力系統，以及控制系統所組成，主要由電池提供電能讓馬達驅動車輛，其系統特性如下：

- 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，傳動效率佳。
- 缺點：行駛續航力取決於電池容量，電池容量則受限於車輛空間，若安裝較多電池則增加車體重量降低用電效率。目前電池充電時間長(平均約 2-3 小時，故部分廠商提出電池交換替代方案)，且充電站設置不易。現階段車輛成本較高(電池佔 30%以上) 。



資料來源：江益賢（2011）

圖 2-1 純電動大客車系統架構圖

2.油電複合動力大客車(Hybrid Electric Bus)

油電混合動力大客車由引擎(內燃機)、電動馬達、蓄電池等單元組成。蓄電池提供電力驅動馬達讓車輛行駛，引擎則依照系統架構不同，扮演提供動力以及發電兩種腳色，區分為串聯式油電複合動力大客車以及並聯式油電複合動力大客車，以下進一步說明之。

(1)串聯式油電複合動力大客車

主要由電動馬達驅動車輛，引擎僅作為發電與充電使用。通常搭載的引擎功率比馬達小，僅用於帶動發電機發電，供應馬達運轉所需電力，同時為電池充電，這種設計的原則係以增加電池續航力為出發點，故又可稱為增程型電動大客車。其特色如下：

- 優點：系統架構簡單，車輛空間設計容易，引擎容易控制於最佳效率區域運轉，行駛噪音小，傳動效率佳。
- 缺點：引擎無法發揮原有的性能特性、驅動馬達在高轉速行駛時效率較低，車輛整體能源效率不佳，仍有廢氣排放等問題。

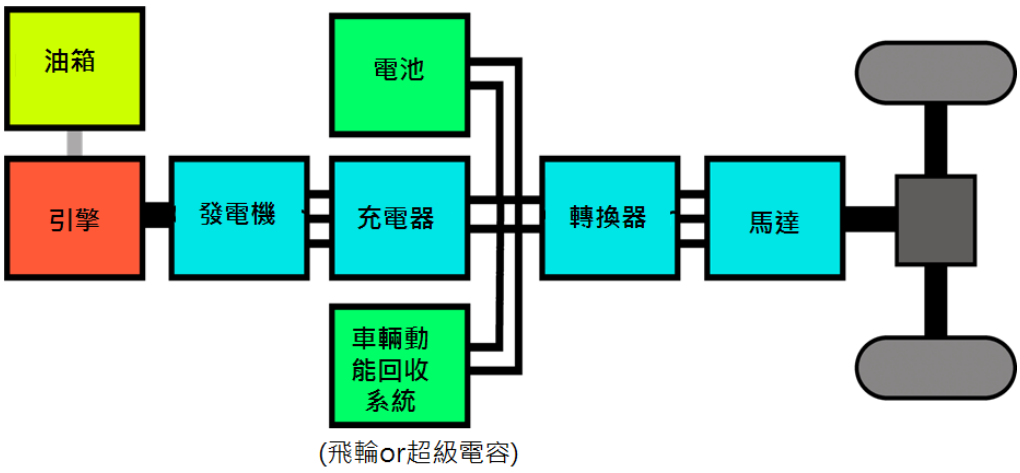


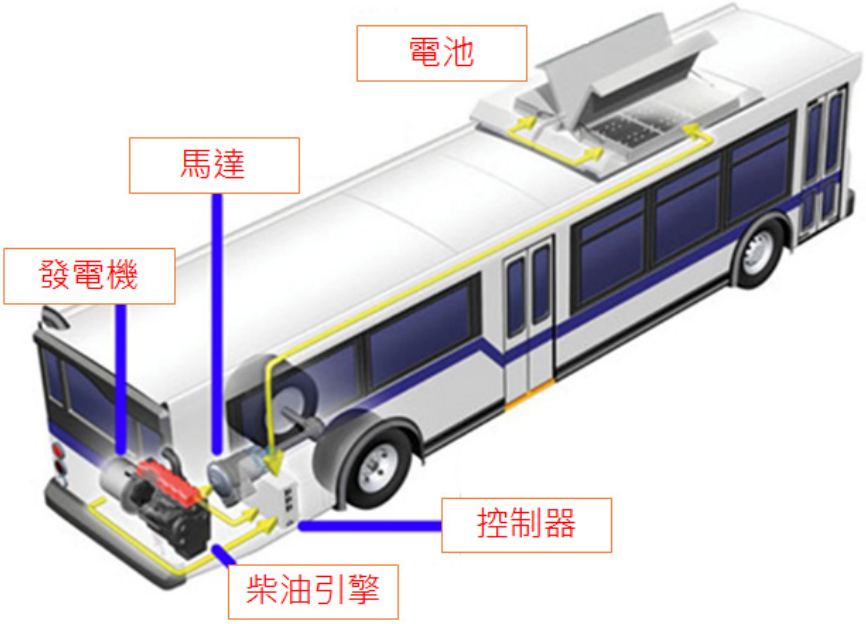
圖 2-2 串聯式油電複合動力大客車系統架構圖

串聯式油電複合動力大客車之實際案例為美國 Orion International 公司開發之 BAE 車型，實車照片及系統架構如下所示。



資料來源：http://www.orionbus.com

圖 2-3 Orion(BAE)串聯式油電複合動力大客車



資料來源：http://www.orionbus.com

圖 2-4 Orion BAE 串聯式油電複合動力系統架構圖

(2)並聯式油電複合動力大客車

引擎與電動馬達藉由動力整合機構，將動力輸出在同一軸，讓馬達與引擎皆可做為驅動車輛的動力來源，通常以內燃機作為主要動力來源，電動機作為輔助動力系統。系統中並無專為電池充電用的發電機，行駛中，電池充電來源只有兩項：一是靠再生制動系統在車輛減速、停止時，將動能轉為電能。其二是是當內燃機仍有餘力時，帶動電動機轉動而發電。該系統特色如下：

- 優點：系統架構複雜，引擎與馬達可以發揮原有的動力特性相互輔助(多軸並聯式)，控制策略多元化，系統能源效率較高
- 缺點：需使用動力整合機構、系統成本較高、車輛空間較不易設計，仍有廢氣排放等問題，傳動效率較差

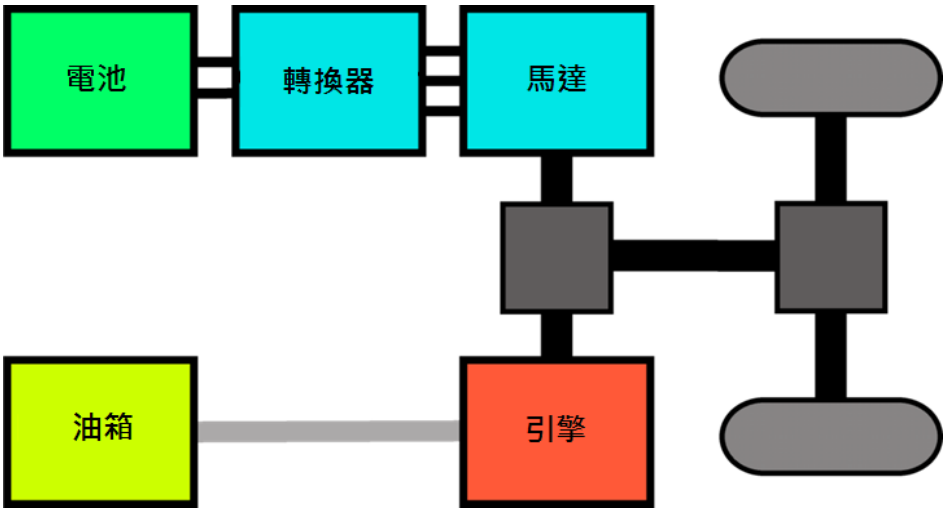


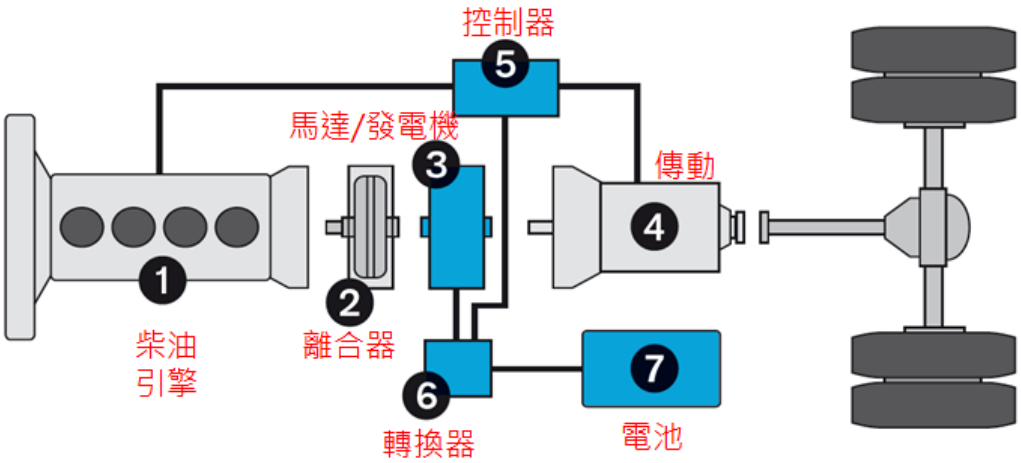
圖 2-5 並聯式油電複合動力大客車系統架構圖

並聯式油電複合動力大客車實際案例包括 Volvo B5LH 油電複合動力大客車以及北京福田 BJ6123 油電複合動力大客車(即首都客運引進之油電複合動力大客車)。



資料來源：http://www.volvobuses.com/

圖 2-6 Volvo 7900(B5LH) 並聯式複合動力大客車



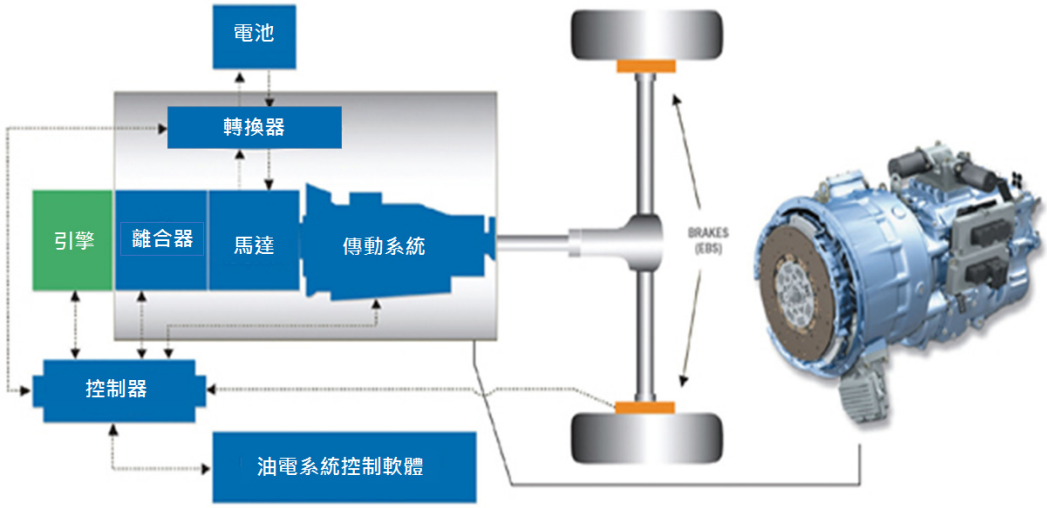
資料來源：http://www.volvobuses.com/

圖 2-7 Volvo 7900(B5LH) 並聯式複合動力系統架構圖



資料來源：wikipedia

圖 2-8 北京福田 BJ6123 並聯式複合動力大客車



資料來源：www.eaton.com

圖 2-9 北京福田 BJ6123 並聯式複合動力系統架構圖

3.氫燃料電池大客車(Fuel cell Electric Bus)

氫燃料電池作用原理是以氫氣為燃料，和氧氣經電化學反應後透過質子交換膜產生電能，因此嚴格來說，氫燃料電池(Fuel Cell)應為發電裝置，而非儲能裝置。其具備的優點為發電效益高，且最終副產品只有熱能與純水，不會對環境造成任何威脅，相當符合環保

交通工具的需求。燃料電池與一般電池最大的不同就在燃料電池本身並不儲存電力，它的電能供給來自燃料中的化學能，也就是說，只要有燃料不斷地供應，燃料電池便源源不絕的發出電力。換言之，燃料電池的特性與一般的發電機一樣，此特性可應用於增程式複合動力車輛，改善傳統電池續航力不佳之缺陷，而氫燃料電池目前成本仍然過高，主要原因為其觸媒轉化器需使用貴金屬鉑(白金)，這也是氫燃料電池現階段無法普及之主因。

其主要運作機制係由燃料電池組發電提供蓄電池電力，並以馬達驅動車輛，其系統特性如下：

- 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。

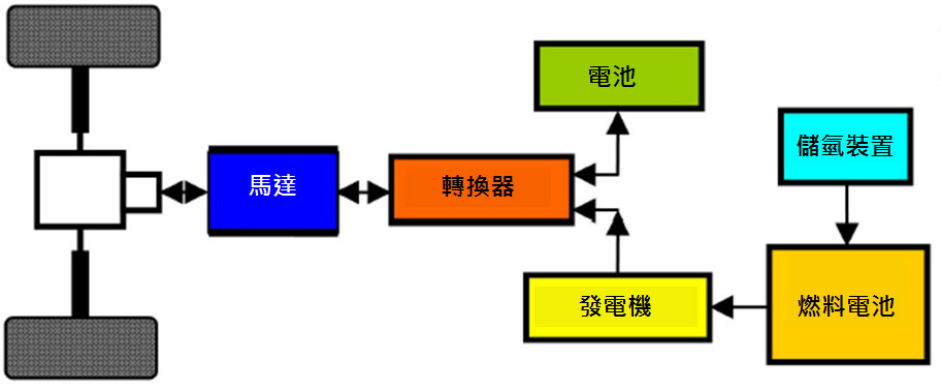


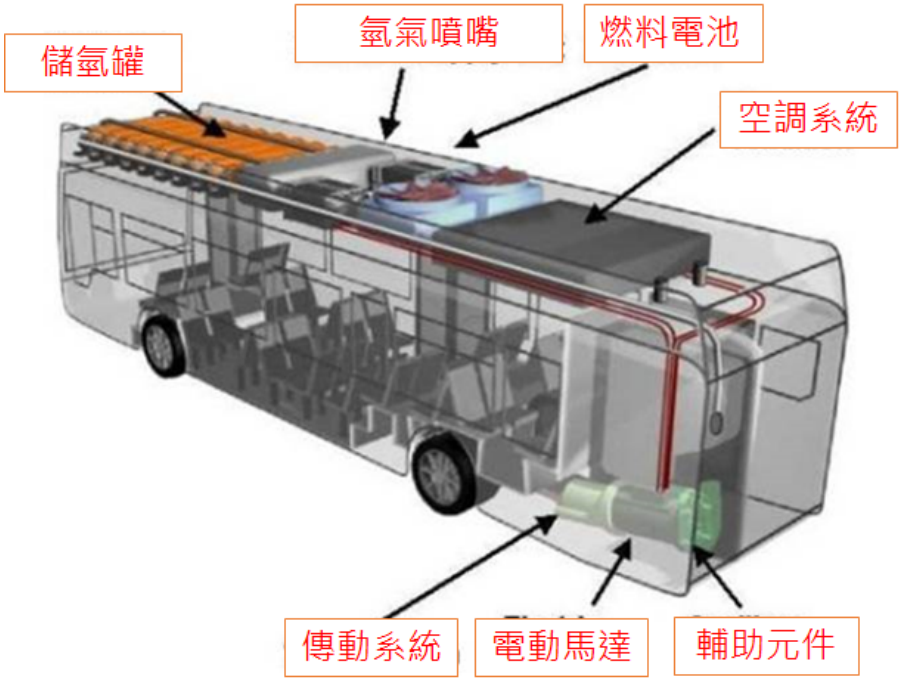
圖 2-10 氫燃料電池電動大客車系統架構圖

氫燃料電池大客車實際案例為 Mercedes-Benz Citaro，該車輛採氫燃料電池系統發電與鋰鐵電池儲能，實車照片以及系統架構如下所示。



資料來源:http://www5.mercedes-benz.com/

圖 2-11 Mercedes-Benz 氫燃料電池大客車



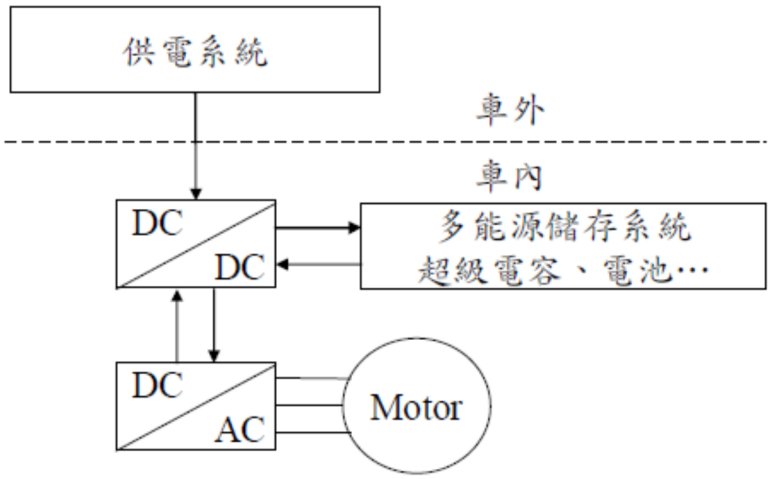
資料來源：www.mercedes-benz.com

圖 2-12 Mercedes-Benz 氫燃料電池大客車架構圖

4.無軌電車(Trolly)

透過外部電源驅動電動馬達使車輛行駛之大客車，外部供電設施普遍為架空電線方式，近年因都市景觀以及增加車輛泛用性等原因，由過去路線全線佈設架空線轉為部分架空線之形式(通常設於停靠站)。為了維持車輛脫離架空線範圍之電力需求，車輛須備載蓄電裝置，且蓄電裝置需擁有短時間大電流快速充電之特性，目前主流為超級電容。超級電容的優點係可於短時間快速充電，缺點是容量極小，無法做大量電能儲存。綜合上述內容，停靠站充電電動大客車之特性如下：

- 優點：超級電容可以在數十秒到數分鐘內快速充電，充放電壽命很長，可達 50 萬次。車內無需裝設大容量蓄電裝置，車身可較一般電池電動大客車車輕。利用外部電源供電，解決電池電動大客車續航力限制問題
- 缺點：超級電容的能量密度僅為 5—8 小時瓦/升，能量密度較低，對於道路路況壅塞之容忍度較低。基礎設施建置成本高



資料來源：ARTC(2012)

圖 2-13 利用停靠站充電大客車系統架構圖

停靠站充電的實際案例包括美國加州 Pomona 示範運行路線，以及上海老城廂 11 路公車。實車照片如下所示。



資料來源：ARTC(2012)

圖 2-14 上海停靠站充電大客車案例



資料來源：ARTC(2012)

圖 2-15 美國加州 Pomona 停靠站充電大客車

本研究針對前述各種新能源車輛：電動大客車、油電大客車以、超級電容大客車、氫燃料電池大客車以及傳統柴油大客車做比較，如下表所示：

表 2-1 各能源動力之大客車比較表

項目	油電 大客車	柴油 大客車	電池電動 大客車	停靠站充 電大客車	燃料電池 大客車
能源效率	3.15 km/l	2.51 km/l	0.75 km/KWH	1.07 km/ KWH	2.9 km/l
CO_2排放量	2.7 kg/l	2.7 kg/l	依發電廠而定	依發電廠 而定	依氫氣製 程而定
購車成本(萬元)	950~1,700	450~600	750~1,000	3,000	6,000
能源成本 (元/km)	9.2	13	3	3.5	29
行駛噪音	中	高	低	低	低
最大馬力 (ps)	285	230	244	27.3	200
爬坡能力(%)	>20%	>20%	>20%	>20%	>18%
行駛極速 (km/h)	110	110	75	48	88
續航力(km)	700	500	80~300 (視電池容量)	無限制	320
能源補充時間 (min)	5	5	120~180 (指電池充電)	0.5	0.5
車身重量 (kg)	17,900	16,500	16,300	13,000	15,400
空車重量 (kg)	12,000	12,500	14,000	NA	11,400

資料來源：本研究彙整自 HINO、Mercedes-Benz、Volvo、立凱、華德

2.1.2 電動大客車電池種類與特性

適合電動車的電池，主要須具備高功率密度和高能量密度，高功率促使爬坡力強、加速度快及載重量大，高能量密度則使里程數加長，目前純電動車輛的電池主要分為鉛酸電池(Lead/Acid)、鎳鎘電池(Ni-Cd)、鎳氫電池(Ni-MH)以及鋰電池(Li-ion)。鉛酸電池為目前用最普遍的電池，但其效率不佳；鎳鎘電池雖可進行快速充電，但具記憶效應；鎳氫電池則具高效率、可快速充電且能量密度高；而鋰電池特性則因為離子活性較低，安全性較高，因此普遍為各電動車廠使用。以下茲就較常見的電動車電池特性件要概述。

1.鉛酸電池

鉛酸蓄電池，又稱為鉛蓄電池，是二次電池[1]的一種，電極主要由鉛製成，電解液為稀硫酸溶液。一般分為開口型電池以及閥控型電池兩種，前者需要定期維護，後者為免維護型蓄電池，而目前車輛上的 12V、24V 蓄電池皆以鉛酸電池為主。

2.鎳氫電池

鎳氫電池（NiMH）是由鎳鎘電池（NiCd）改良而來，其以能吸收氫的金屬代替鎘（Cd）。以相同的價格提供比鎳鎘電池更高的電容量、記憶效應較輕微以及減少環境污染(不含重金屬鎘)。其材料回收率比鋰離子電池好，被稱為是環保電池。但是與鋰離子電池比較時，卻有較嚴重的記憶效應。過去的鎳氫電池有較高的自放電率，現今的鎳氫電池已具有相當低的自放電率，而且可於低溫環境下工作（-20℃）。鎳氫電池的大輸出電流特性，較適合用於車輛用之動力電池等大功率產品。

3.鋰離子電池

鋰離子電池即以鋰或其合金為負極的一系列電池系統，種類繁多，它們的主要優點包括：開路電壓高可達 3.9 V、能量密度高、無記憶效應、自放電率小、工作溫度範圍廣、高 C- rate[2]及儲存壽命長約為 5 年。

常見的鋰離子電池包括：鋰鈷、鋰錳、鋰三元(鈷、鎳、錳)、鋰

1 二次電(Secondary Battery)在電力用完之後，經過充電即可再次使用，這種電池是透過化學反應轉換電能，再以相反方式從外部補充電能，稱為可逆化學反應（許家興，2009）

2 充放電速率(C-rate)：電池充電與放電電流(A)佔電池容量(AH)比例

鐵等。鋰鈷電池是其中能量密度最高的電池，具有體積小、重量輕的優點，一般 3C 產品如手機、筆記型電腦電池皆屬此類，但其安全性較差，在過充或過放電的情形下會有爆炸燃燒的問題。鋰錳電池能量密度沒有鋰鈷系電池高，稍微改善鋰鈷電池安全性，但其耐高溫特性較差，高溫時會有電容量下降的問題。鋰三元電池結合鋰鈷與鋰錳電池的特性，能量密度高且體積小，但仍存有不安定的風險。考量車用動力電池對安全與能量密度的嚴格要求，磷酸鋰鐵電池成為目前動力電池技術發展的主要方向，其特性是能量密度不如鋰鈷，但遇到高溫或過充過放電時不會有燃燒爆炸問題。

鑒於本研究針對電動大客車系統做為技術主軸之探討，下表為車輛常用動力電池與氫燃料電池之特性比較表：

表 2-2 常見車輛動力電池特性比較表

電池種類	鉛酸電池	鎳氫電池	鋰鈷電池	鋰錳電池	鋰鎳鈷錳電池(鋰三元)	磷酸鋰鐵
產品價格(元/瓦時)	1.67-4.28	10.9	8-10	8-10	8-12	8-12
安全性	佳	優	差	尚可	尚可	優
環保產品	否	是	是	是	是	是
記憶效應	否	是	否	否	否	否
能量密度(Wh/kg)	30	80	167	110	160-180	90-120
能量效率(%)	60	60	90	90	95	95
充電循環壽命(次)	400	>500	>500	>500	>1000	>1,000
充電時間(hr)	8	6-8	2~4	2~4	2~4	<2

資料來源：本研究彙整自立凱電能、能元科技、必翔、ARTC

2.1.3 能源補充形式與特性

從電力傳導的形式分類，目前電動車充電技術可大致分為傳導式充電及感應式充電兩類,兩者主要的差異性為充電效率、方便性、安全性等，下列將針對此兩種技術各別簡介與說明。

1.傳導式充電

傳導式充電包含交流電力與直流電力，由於其充電過程中有高壓電與大電流傳輸，故傳導式充電設施必須通過相關的安全檢驗與測試規範，進而保障使用者的生命財產安全。而一般的傳導式充電主要是由市電(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，而充電設施會依據車輛上BMS(Battery Manager System)所提供的訊息作為充電狀態的監控，一般而言 BMS 會提供的資訊有電池電壓(電池芯、電池模組、總電壓)、殘電量以及電池溫度(電池模組、電池芯)等數據提供充電站，並可藉由上述的數據判斷車輛是否確實充飽電。

2.非傳導式充電

非傳導式充電通常是利用電磁感應的方式來進行充電，其充電原理是由法拉第定律[3]推演而來。非傳導式充電不需透過金屬接點與待充電物品連結，只需對應好相對位置即可進行充電，故可提高充電程序的便利性，亦可除去傳導式充電設備連結器的損耗、接觸不良等問題，更可減少觸電機率提昇使用者使用充電站的安全性。而目前非傳導式充電尚無統一規格，故較難普及於大眾市場。

表 2-3 傳導式與非傳導式充電比較

項目	傳導式充電	非傳導式充電
安全性	好	一般
充電效率	高	低
成本	低	高

資料來源：EG Infrastructure Installation Guide, PG&E

3 法拉第定律：當通過迴路所包圍的面積的磁通量發生變化時，在迴路中所產生的感應電動勢(E)與磁通變化率(ΔΦ)成正比

前述充電技術實際在電動車輛上應用，依照其運作的模式則可分為傳導式(充電式、電池交換式、停靠站充電)與非傳導式充電等不同模式。其分別的特性如下：

1.充電式

又可進一步分為快充及慢充，慢充係以較小交流電流進行充電(約為 0.5C- rate 以下電流)，充電時間通常為 3~6 小時，常規充電方式一般利用晚間進行充電，充電時可以採用夜間離峰電價，有利降低充電成本，可提高充電效率和延長電池的使用壽命。其特性如下：

- 優點：充電電流低、所用功率的額定值較低，因此充電器和安裝成本比較低；可充分利用離峰電力時段進行充電，降低充電成本；亦可提高充電效率和延長電池的使用壽命
- 缺點：充電時間過長，當車輛有緊急行駛需求時難以滿足

快速充電顧名思義是以較大直流電流(0.5 C-rate 以上)在 20 分至 1 小時內，為電動車提供短時充電服務，快速充電方式可以解續航里程不足時電能補給問題，但是對電池壽命有影響，因電流較大，對技術、安全性要求也較高。快速充電在電動汽車運行的空檔進行快速充電，相對應的大電流需求可能會對電網產生的影響，因此快速充電模式只適用於專用的充電站。其特性如下：

- 優點：充電時間短；電池壽命會受影響，以大電流充電，在 10-15 分鐘內就可充 70%-80%的電；由於充電在短時間內就能使電池儲電量達到 80%-90%，與加油時間雷同，因此，建置充電站時可不需配備大面積停車場
- 缺點：需要高功率之充電器，成本較高；由於採用快速充電，充電電流大，這就對充電技術方法及充電的安全性提出了更高的要求，同時計量收費設計也需特別考慮

2.電池交換式

電池交換則是目前電動車因應電池續航力不足及充電時間較長等問題下的產物，通過直接更換車載電池的方式補充電能，換電時間與燃油汽車加油時間相近，大約需要 5~10 分鐘。快換方式最為便捷，但是需要電動汽車和車載電池實現標準化，而且快換過程中需要專業人員進行操作。快換可以在充電站也可以在專用電池更換站完成。其特性如下：

- 優點：電動車使用者可租用充滿電的鋰電池組，更換已經耗盡

的鋰電池，有利於提高電動機車的使用效率，也提高使用者的方便性和快捷性。對更換下來的鋰電池可以利用離峰時段進行充電，降低充電成本，提高行駛經濟性。從另一個角度來看，也解決了充電時間乃至蓄存電量、電池品、續駛里程及價格等難題，並可以及時發現電池組中單電池的問題，進行維修工作，對於電池的維護工作將具有正面意義，有利於提高電池組的壽命

- 缺點：換電設備設置成本昂貴，且需要增加備用電池數量。衍伸電池組與車輛的標準化、充電站的設置和管理，以及電池組的流通與管理等議題

3.停靠站充電

電動大客車為了達到續航力與車輛性能需求，以致於裝載大量電池，造成整車重量增加、成本提高以及充電時間長等問題，除了利用前述電池交換方式解決外，近年來各國電動車廠商提出停靠站充電概念，係結合超級電容可以快速大電流充放電的特性，利用公車每站停靠時乘客上下客的短暫時間，以車頂集電弓進行快速充電。其特性在於：

- 優點：同時具備軌道電車與電動大客車優點，利用停靠站進行由車載外部提供補給能源。可善用車輛運行時間進行能量補充。且與電池電動大客車相比，車輛上可減少搭載儲能容量，相較於軌道電車則具有高機動性與建設成本較低等優勢。

- 缺點：需要停靠站電力設施之佈設，由於公車停靠站普遍位於市區核心地段，施工期間影響營運，且各站周邊電力供應狀況變動大。此外，若遭遇路線上車流較多導致壅塞，礙於此類車輛儲能容量普遍較低之特性，存在電力不足以抵達下一停靠站風險。

4. 非傳導式充電

就是前述非傳導式充電技術的應用，利用近場感應，也就是電感耦合，由充電器將能量傳送至車內電池，由於充電器與用電裝置之間以電感耦合傳送能量，兩者之間不用電線連接，因此充電器及用電的裝置都可以做到無導電接點外露。其特性如下：

- 優點：電力傳送元件無外露，因此不會被空氣中的水份、氧氣等侵蝕； 無接點的存在，也因此不會在連接與分離時的機械磨損及跳火等做成的損耗。

- 缺點：充電效率低，在同樣的輸入功率下，充電速度較慢於接觸式充電。且在充電器需要有推動線圈的電子線路，而在車輛上也需要有電力轉換的置，因此設備的建置成本較高。

表 2-4 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

2.2 國際電動大客車推動現況

本節將回顧包括亞洲、歐洲及美國電動客車推動狀況，作為後續研提我國未來推動策略建議之參考。

2.2.1 亞洲案例

亞洲地區以日本及中國大陸推動較為積極，兩者皆以國內既有汽車工業基礎結合動力電池技術，在國內建立示範運行據點，並逐步導向商業化運行，以下分別介紹兩國目前推動情形。

日本電動大客車推動狀況：

日本有關新能源車輛的開發，主要集中於小客車領域，且主要由各大車廠主導，以發展低廢氣排放且可以商業運行的車輛為目標，此間政府亦大力投資，提昇車商發展新能源車輛之誘因。從 2009 年三菱「i-MiEV」電動車首度大規模量產至全球後，接下來三年日本各大廠牌也紛紛投入開發。

在電動大客車發展部分，最早係 2008 年三菱扶桑卡車公司(Mitsubishi Fuso)以旗下知名乙類大客車產品"ROSA"作為原型車開發出純電池版本的電動乙類大客車，搭載 52 kWh 鋰離子電池，充滿電後約可行駛 100 公里，於 2008 年北海道洞爺湖 G8 高峰會作為接駁車使用。爾後日野汽車、川崎重工等車廠以及早稻田大學、慶應義塾大學等研究單位也紛紛投入電動大客車的研發與製造。根據 2012 年日本國土交通省彙編的「電動大客車導入守則」中，彙整日本目前使用的大型與小型電動大客車[4]如表。

4 日本大型中型大客車之定義為如下

- 大型：車輛總重 11,000kg 以上，最大載重 6,500kg 以上，乘載 30 人以上之四輪以上車輛
- 小型：車輛總重 5,000~11,000kg 以上，最大載重 3,000~6,500kg 以上，乘載 11~29 人以上之四輪以上車輛

表 2-5 近年日本電動大客車推動情形 (小型)

車型	中型電動大客車						
開發商	日野汽車	株式會社 平場	早稻田大學 昭和飛機	北陸電力 ジェイ巴士 東京 R&D	早稻田大學 昭和飛機	早稻田大學 昭和飛機	北陸電力 三菱扶桑巴士 東京 R&D
運行都市 運行區域 【運行時間】	・東京都羽村市 【2012.3.10~】 ・東京都墨田區 【2012.3.20～】	・青森縣七戶町 【2011.9~】	・埼玉縣本庄市 【2010.10.9~23】 ・埼玉縣熊谷市 【2010.11.8.~12.6.】 ・佐賀縣唐津市 【2011.4.21~24.】	・富山縣富山市 【2010.3.~2011.3】	・奈良縣奈良市 【2009.11.8.~11.10】 ・千葉縣佐倉市 【2009.4.24~6.24】 ・埼玉縣本庄市 【2009.9.7~9.30】 ・奈良縣奈良市 【2011.2.8~2.14】	・大阪府堺市 【2009.10.15.~11.14】 ・千葉縣佐倉市 【2009.4.24~6.24】 ・奈良縣奈良市 【2009.10.31~11.2】	・洞爺湖サミット 【2008.7.7~7.9】 ・奈良縣奈良市 【2009.11.8~11.10】
車輛外型							
用車	日野汽車 「ポンチョロング」	日野汽車 「リエッセ」	日野汽車 「ポンチョ ロング」	日野汽車 「ポンチョロング」	日野汽車 「ポンチョ」	日野汽車 「ポンチョ」	三菱扶桑巴士 「ローザ」
充電方式	插充式	插充式	非接觸式	非接觸式	非接觸式	插充式	插充式
電池容量	30 kWh	47 kWh	44 kWh	48.8 kWh	18.9 kWh	21.2 kWh	52 kWh
載客數	31 名	25 名	25 名	29 名	13 名	13 名	28 名
長×寬×高	7.0×2.1×3.1 m	7.0×2.0×2.8 m	5.8×2.0×2.8 m	7.0×2.1×3.1 m	5.8×2.0×2.8 m	5.8×2.0×2.8 m	7.0×2.0×2.6 m

資料來源：本研究彙整自日本國土交通省「電動大客車導入守則」

表 2-6 近年日本電動大客車推動情形 (大型)

車型	大型電動大客車			
開發商	慶應義塾大學 いすゞ汽車 東京電力 東芝 日本輕金屬 普利司通公司 東京 R&D	三菱扶桑 三菱重工 東京 R&D	日野汽車 國土交通省 交通安全環境研究所	產業研究咖發機構(NIRO) 川崎重工 東京 D&D
運行都市 【運行時間】	・神奈川縣藤沢市 【2011.8.23】 ・神奈川縣横兵市 【2011.8.27】	・京都府京都市 【2011.2.10~16】 ・青森縣青森市 【2011.3.5~ 3.7】	・長野縣松本市 【2008.10.15~17】 ・東京都 【2009.4.13~2011.2.14】	・富山縣富山市 【2010.3.8.~3.21、 2010.8.26~2011.3】
車輛外型				
用車	いすにるボデイ開發	三菱扶桑 航空之星環保混合動力	日野汽車	UD 卡車 「SPACERUNNER」
充電方式	插充式	插充式	非接觸式	插充式
電池容量	120 kWh	-	23.8 kWh	50 kWh
載客數	69 名	64 名	63 名	47 名
長×寬×高	9.0×2.4×2.7 m	11.0×2.5×3.1 m	10.9×2.5×3.3 m	11.5×2.5×3.0 m

資料來源：本研究彙整自日本國土交通省「電動大客車導入守則」

官方主導的示範計畫則始於 2010 年，國土交通省選取青森縣青森市、東京都、京都市、奈良縣四個地點，辦理「社區更新使用環境友善車輛之驗證測試(Verification Test of Community Renovation Using Environmentally Friendly Vehicles)」計畫，計畫目的係驗證電動大客車的技術與商業可行性，計畫分為前置規畫、實務運行、事後績效評估等階段。在 2011 年 1 月份由東京都率先開始營運，接著 2 月奈良縣與京都市開始營運，3 月份青森市上路營運，有關各計劃運行車輛規格、商業模式、路線規劃以及示範期間載客量等資訊彙整如下。

表 2-7 日本電動大客車示範運行計畫

示範地區		青森市 青森縣	京都市	東京都	奈良縣
示範內容	車輛 充電方式	大型大客車(63 人) 插充式	大型大客車(63 人) 插充式	大型大客車(66 人) 非接觸式	小型大客車(12 人) 非接觸式
	車輛大小	11.0×2.5×3.1 m	11.0×2.5×3.1 m	10.9×2.5×3.3 m	5.8×2.0×2.8 m
	車輛總重	11,850 kg	11,850 kg	12,580 kg	3,240 kg
	服務對象	一般民眾付費	一般民眾付費	一般民眾付費	高齡、身障者免費
	路線規劃	青森駅~新青森駅	雙順時針單向循環	東京站丸之內南口 ~ 晴海碼頭	春日大社~新公会堂 ~春日大社~三月堂~ 春日大社
	路線長	7.6 km	5.5 km , 6.9 km	5.1 km	3.2 km
	班次	4 趟/日	2 圈/日 , 3 圈/日	5 趟/日	6 趟/日
	實際載客量	平均 15 人/單趟	平均 19 人/單趟	平均 21 人/單趟	平均 4 人/單趟
	示範期間	2011.03.05, 03.07	2011.02.10~02.16	2011.01.31~02.14	2011.02.08~02.14

資料來源：本研究彙整自日本國土交通省「電動大客車導入守則」

因應國內高齡、少子化的現象日益嚴重，國際對於二氧化碳等溫室氣體排放控制相關條約，以及政府部門財政緊縮等議題。日本政府認知到在新能源車輛的推動策略上必須更加系統化與制度化，因此提出「環保型車輛普及與低碳都市發展」國家整體發展計畫，並細分成「超小型車輛導入準則」、「電動大客車導入守則」以及「場站充電設施之安裝方針」三個方向進行。其中「超小型車輛導入準則」主要係針對電動小客車、電動機車的導入準則；「場站充電設施之安裝方針」主要係有關充電設施佈設準則，但出發點以小型電動車為主，規範「充電設施之便捷性」、「充電設施之安裝與空間」、「充電設施之標示與信息提供」三大重點。係先由分析需求端，瞭解充電用戶群及其充電性質、充電頻率、充電時間及行走距離等。而充電設施之安裝與空間，則針對現有日本電

動車車種及充電設備，針對用戶操作空間、施工及維護空間以及充電器之機械運作空間等逐一規範。有關充電設施之標示與信息提供，則提出充電場站路面標示與立牌設計範例，並建議可藉由問卷瞭解其設計優良與否；有關電動大客車系統評估、路線選擇、場站規劃、營運計畫等，則在「電動大客車導入守則」進行規範。以下針對該準則之內容進行回顧。

該守則提到日本推動電動大客車之背景與目的，除了希望帶來的環境效益外，也提及電動大客車的社會效益，希望透過電動大客車路線的推展，解決居高不下的小客車市占率等日本的都市交通議題，對國內部分城市都市機能分散的情形，希望利用電動大客車路線的串聯予以改善，期待透過電動大客車所帶來環境與社會的效益，進一步做到都市再造、都市綠化、建物低碳化(綠建築)、都市機能集約化和促進公共運輸發展等目標。

依據前述背景，電動大客車導入守則中建立一套標準程序，作為各縣市推動時的參考準則，其中包含了電動大客車的特性分析、路線選定、車輛種類的選用、車輛運行計畫的建立、相關交通對策，以及充電設備的設置及安全考量等，將電動大客車的導入各階段應注意事項做一詳盡的規範。

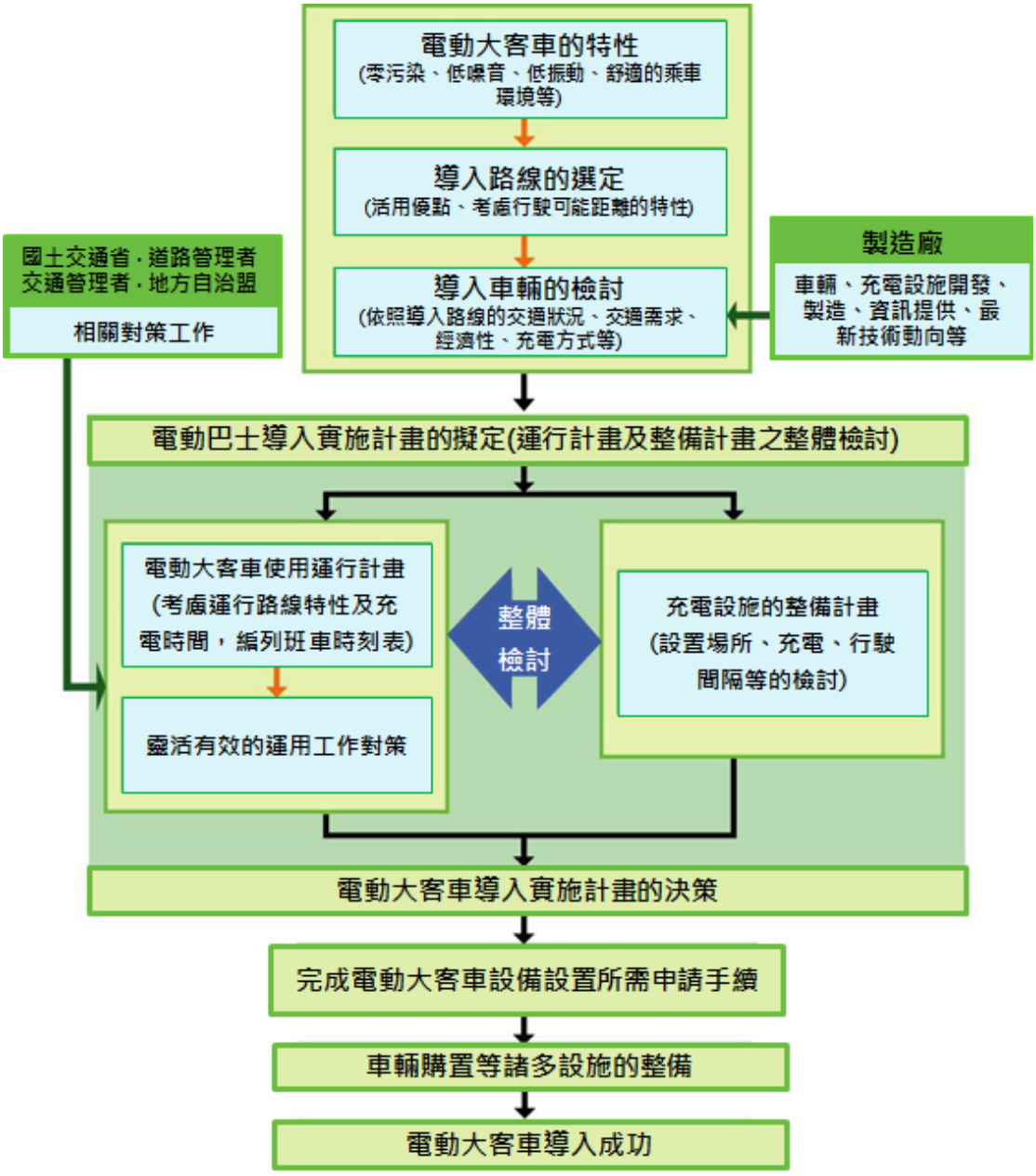
首先，針對電動大客車特性說明推動電動大客車所帶來的效益，內容包括碳氧及氮氧化物排放減量、噪音及振動減量測試之結果，以及乘車舒適度，包括加減速感受、安靜度、車內舒適度、車外噪音度等優點。作為各縣市再導入時量化政策效益的參考。

再來根據目前電動大客車的續航力限制、充電設備設置地點取得容易程度、以及場站能否能提供充電設施設置等因素，挑選合適的導入路線。其中因為電動大客車的零排放、低噪音、震動小等優點，該守則建議可優先導入具有歷史意義街道、擁有良好自然環境的區域。

選定路線後，根據該路線的交通狀況、運輸需求、票價收入、補貼經費等因素，決定合適的車種以及充電方式。在這個階段中，車輛廠商應提供充分的技術支援，包括提供車輛規格、預計生產時程、充電技術等資料。

待路線車種選定後，根據路線及車輛特性，規劃營運班表以及回場充電時間。並提出具體的充電設施整備計畫，包括場址、行車動線、充電設施佈設規劃、電力設施申請、施工及安全管理計畫等。

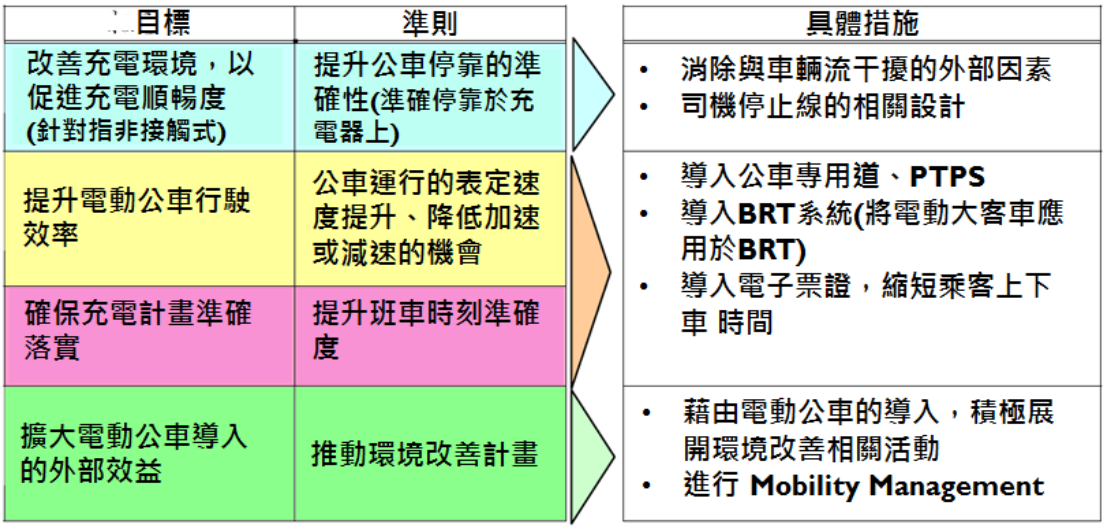
電動大客車導入守則中建立之導入流程及步驟如下圖所示。



資料來源：本研究彙整自日本國土交通省「電動大客車導入守則」

圖 2-16 電動大客車導入評估流程圖

該守則也提出，政府機關可透過配套措施，提昇電動大客車的使用效益，策略的目標包括：改善充地環境、提昇公車行駛效率、確保充電計畫準確執行、擴大電動大客車導入外部效益等幾個目標，並提出相對應的準則與配套作為。



資料來源：本研究彙整自日本國土交通省「電動大客車導入守則」

註：PTPS：大眾運輸優先系統（Public Transportation Priority System ）

BRT：公車捷運化系統（Bus Rapid Transit）

圖 2-17 提昇電動大客車運行效益之可行對策

綜觀日本於新能源車輛政策的發展，在環境背景上，日本與臺灣近似，同樣遭遇高齡化社會、私有運具持有比例高、都市化程度高等特性，成為推動電動車輛的動機。而日本發展電動車輛的主要優勢在於有國內成熟的汽車工業技術作為基礎，過去案例可發現係由各大品牌的車廠率先投入市場進行電動小客車以及電動大客車的研發。

而日本政府所採取的立場，是希望可以審慎地透過示範運行掌握技術與商業可行性後再逐步導入。由文獻回顧可發現，日本目前在於電動大客車的推動仍位於試辦階段，其政策推動歷程係由國土交通省主導，結合車輛廠商與學術機構辦理重點區域的示範計畫，待收集一定運行成果，針對示範計畫的成果建議一套完整的電動大客車導入守則，其中包含了路線選定、車輛選定、營運計畫安排、充電設施安全等規範準則，期望為後續大規模推廣奠定一致的標準。

中國大陸電動客車推動概況：

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，推出了 2009~2011 為期 3 年的「十城千輛」大規模示範運行計畫，於 2009 年選定北京、上海、重慶、長春、大連、杭州、濟南、武漢、深圳、合肥、長沙、昆明、南昌等 13 個城市作為第一批示範城市，又於 2010 挑選天津、海口、鄭州、廈門、蘇州、唐山、廣州等 7 個第二批城市，同年又選定瀋陽、成都、呼和浩特、南通、襄樊等 5 個第三批城市，共計 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。其補貼車輛包含混合動力、純電動以及燃料電池等形式，補貼政策如下：

- 針對轎車和小型商用車：混合動力形式根據混合程度和燃油效率，最高每車補貼 5 萬人民幣；純電動每車 6 萬人民幣；燃料電池每輛 25 萬人民幣。
- 針對 10 米以上客車：混合動力形式每車 5-24 萬人民幣；純電動或燃料電池形式，每車補貼 50 萬人民幣；燃料電池形式 60 萬人民幣。

表 2-8 中國十城千輛之入選城市與計畫目標與推動狀況

單位：輛

城市	計畫目標	實際推廣數 (至 2010)	城市	計畫目標	實際推廣數 (至 2010)
北京	5000	2025	天津	1500	160
深圳	9000	1639	海口	1050	7
上海	4517	1300	廈門	1010	4
長沙	4000	752	鄭州	1500	346
杭州	3000	800	唐山	1600	10
武漢	2500	500	廣州	2600	200
大連	2400	300	蘇州	1000	10

濟南	1610	100	成都	1900	6
合肥	1400	700	瀋陽	1100	3
昆明	1000	135	南通	1100	100
南昌	1000	300	襄樊	1070	12
長春	1000	220	呼和浩特	1050	0
重慶	1150	156	合計	53697	9806

資料來源：財團法人車輛研究測試中心，2014 年。

又根據 2012 年整體計畫成效統計結果顯示，25 個十城千輛工程之進度相當緩慢，截至 2011 年底之新能源車輛數量統計，總計約 11,949 輛，遠遠低於該計畫預計於 2012 年底前所要規畫完成之 52,621 輛，完成率僅達 22.70%；而截至 2012 年年底統計，則總計約有 27,800 輛新能源車輛，相較於該年中國全國之汽車銷售量 1,900 萬輛而言，新能源車之營運規模佔汽車市場總額的 1%不到，與「十城千輛」當初所預計達成之目標實有相當大之落差。細究其原因，因為該計畫補貼方式係透過示範城市將補助款補助款給車廠，地方政府為了保護在地汽車製造廠，排斥其他省分技術較為成熟的車款。此外，部分地方政府因為無法兌現最初承諾的地方配合款或是配套措施，最後導致此計畫無法達成預期目標。

繼上述的「十城千輛」新能源車輛推廣計畫，中國財政部於 2013 年 11 月公布「新能源汽車示範推廣方案」，一改過去補貼模式，由中央直接補助車輛廠商，期望以示範城市為核心，擴大輻射範圍，加速區域電動車推廣。這個階段的計畫包含 4 個直轄市、5 個省份城市、10 個省會城市、9 個重點城市或區域，共計 28 個城市或區域。

表 2-9 新能源汽車示範推廣方案(直轄市)

地點	北京		天津		上海		重慶	
目標內容	公共 出租車 租賃 私人購買	5,000 輛 10,000 輛 10,000 輛 10,000 輛	公共 私人購買	11,500 輛 500 輛	公共 私人購買	3,200 輛 6,800 輛	公共	10,000 輛
	總計	35,000 輛	總計	12,000 輛	總計	10,000 輛	總計	10,000 輛
資金投入	中央財政補貼基礎建設總投資額之 30%		7.14 億元		9.00 億元		9.00 億元	

資料來源：本研究彙整

表 2-10 新能源汽車示範推廣方案(省會城市)

地點	合肥		太原		鄭州		武漢		海口	
目標內容	公共	1,220 輛	公共	3,900 輛	公共	4,900 輛	公共	4,300 輛	公共	3,000 輛
	私人	4,500 輛	私人	1,100 輛	私人	600 輛	私人	6,200 輛	私人	2,000 輛
	總計	5,720 輛	總計	5,000 輛	總計	5,500 輛	總計	10,500 輛	總計	5,000 輛
資金投入	補貼： 購車 3.1 億元 設施 850 萬元 電池回收 380 萬元		NA		補貼： 購車 2.0 億元 設施 4.9 億元 市財政 26.4 億元		NA		省市投入 2.0 億元 企業投入 4.9 億元	
地點	成都		西安		蘭州		昆明		廣州	
目標內容	公共	5000 輛	公共	5700 輛	公共	3750 輛	NA		公共	6000 輛
	私人		私人	5300 輛	私人	1250 輛			私人	4000 輛
	總計	5000 輛	總計	11000 輛	總計	5000 輛			總計	10000 輛
資金投入	NA		地方補貼 8.2 億元 車輛購置 434 萬元 設施 31.8 萬元		地方投入 4.7 億元 企業投入 7.0 億元 設施 2.6 億元		市財政補貼 1.3 億元		20.26 億元	

資料來源：本研究彙整

表 2-11 新能源汽車示範推廣方案(省份城市)

地點	河北省		浙江省	福建省		江西省		廣東省	
目標內容	公共 私人購買	9,000 輛 4,000 輛	總計 10,100 輛	公共 私人購買	6,950 輛 3,050 輛	公共 私人購買	5,100 輛 200 輛	公共 私人購買	6,000 輛 4,000 輛
	總計	13,000 輛		總計	10,000 輛	總計	5,300 輛	總計	10,000 輛
資金投入	市財政補貼 15.8 億元		NA	《新購置城市公交車輛省及補助資金管理暫行辦法》		地方補貼 3.29 億元		15 億元	

資料來源：本研究彙整

表 2-12 新能源汽車示範推廣方案(重點城市或區域)

地點	深圳		晉城	新鄉		襄陽		大連	
目標內容	公共 私人	19000 輛 16000 輛	皇城相府集團 年產 5000 輛	公共 私人	3000 輛 2000 輛	公共 私人	1190 輛 3810 輛	公共 私人	3600 輛 1400 輛
	總計	35000 輛		總計	5000 輛	總計	5000 輛	總計	5000 輛
資金投入	按中央財政標準補貼購車成本 (1:1 補貼)		集團投資 30 億元	補貼： 購車 1100 萬元 設施 2.47 億元		補貼： 購車 4.39 億元 設施 4.00 億元		地方投入 3.0 億元	
地點	**寧波**		**青島**	**蕪湖**		**長株潭地區**			
目標內容	公共 私人	2900 輛 2100 輛	公共 5200 輛	公共 私人	3460 輛 1650 輛	公共 私人	4650 輛 1450 輛		
	總計	5000 輛	總計 5200 輛	總計	5110 輛	總計	6100 輛		
資金投入	1.82 億元		地方投入 10.8 億元 基礎設施 電池購置 36 億元	車輛補貼 電費補貼 電池回收 基礎設施 3.2 億元		市財政補貼 1.3 億元			

資料來源：本研究彙整

由大陸公布之「第 52 批節能與新能源汽車示範推廣應用工程推薦車型目錄」，其中節能與新能源汽車示範推廣應用工程推薦的 40 個車型中，純電池電動車占 33 個席位，占比達 83%。由近 5 期之名單可以看出，大陸新能源車輛的推動政策逐漸導向純電池電動車。幾個主要都市在電動大客車之推廣情形如下：

1.北京市

自 2011 年即有 50 輛電池電動大客車上路，採用京華汽車之換電式系統，惟受限於充電場地不足，造成許多電動大客車無法上路。該市於 2013 年購入 40 輛第二代換電式電動大客車，採用北汽福田之產品，可搭乘 80 人，電力馬達直接驅動車輪而不透過變速箱。於 2014 年將持續購入 700 輛電動大客車(其中含 50 輛充電式電動大客車，充電時間從 3 個小時縮短到 2 小時左右，一次充電後的行駛里程也延長至 120 公里，推估每百公里耗電量約為 95 度(kWh)。

此外，北京市也在 2014 年進一步提出為期 4 年(2014-2017)的「北京市電動汽車推廣應用行動計畫」，由北京市交通委員會科技處所執行，宣稱將公交全面電動化。在市場導向結合政府推動的大方向下，以政策服務創新為由，透過重點應用示範，創造市場對於電動車的全面開放，並預期將北京設為全國電動大客車示範應用的標竿城市、應用規模領先全球的目標。該計畫將預計第一階段投入 900 輛電動大客車，同時訂定 2017 年將投入不低於 4,500 輛的總體目標，詳細執行內容如下：

- 由市交通委員會主導，市發展改革委員會、市規劃委員會、北京市電力公司等負責執行，於北京市長安街沿線、三環路環線等重點公交路線投入電動大客車，以達公車路線全面電動化之目標。
- 由市交通委員會主導，市發展改革委員會、市規劃委員會負責執行，實現城市 BRT 路線電動化，將現有 4 條 BRT 全數更新為電動大客車。
- 由市交通委員會主導，市發展改革委員會、市規劃委員會、北京市電力公司等負責執行，實現全部軌道交通接駁公車路線電動化。
- 由市交通委員會主導，北京市電力公司、各區政府、縣政府、北京經濟技術開發區管委會等負責執行，推動新城城區之主要公車路線全面採用電動大客車。
- 由首都機場集團公司主導，市經濟信息化委員會、市環保局、北京市電力公司等負責執行，推動機場運營車輛全面電動化。

截至 2014 年 5 月，北京僅有 18 個公共快速充電樁以及 88 個慢充電樁，

充電基礎設施不足，阻礙電動大客車的推廣。駕駛員對於電動大客車的「里程焦慮」使得業者汰換意願低落，「北京市電動汽車推廣應用行動計畫」對此提出未來北京市充電樁建置規劃。針對首都機場、南苑機場、北京站、北京南站、北京西站等交通樞紐，以及公共停車場、高速公路服務區等公共場所制定充電設施規範，規劃建設 1000 個快速充電樁，目標於 2017 年，北京將完成建設 1 萬個快速充電樁和 3 座大型充換電站。

2.南京市

南京市於 2013 年投入 20 輛換電式電動大客車進行測試營運，續航力 90 至 120 公里。該市並於 2014 年投入新的充電式電動大客車營運，在不開空調情況下，續航力達 200 公里，開空調則可達 150~170 公里。每次充電 3~4 小時，總電量 100 度，每公里約耗電 0.5 度。

3.唐山市

該市於 2010 年由電池製造業者中國鋰源投資集團投資，引進英國車體技術，打造換電式電動大客車。唐山市公車業者並於 2013 年花費 1,800 萬人民幣購入 10 輛電動大客車上路進行測試，續航力 100 公里。

4.青島市

該市目前的電動大客車營運規模約達 500 輛，並採用換電式電動客車，並由電力公司負責充換電站建設和動力電池租賃，為電動大客車提供換電服務，公車業者則繳納換電服務費每公里 0.05 元人民幣。2014 年將再購入 550 輛電動大客車。其充電站設計具備儲放功能，可儲放電能 11,628 度，可在離峰充電及尖峰放電，滿足電網調峰需要。

5.太原市

該市於 2013 年 10 月投入 20 輛電動大客車試營運。該市採用之電動大客車續航力達 300 公里，不開空調情況下每公里耗電 0.8 度，開空調則為 1 度。

6.重慶市

該市自 2011 年開始陸續投入 31 輛電動大客車上路測試營運，測試路線部分路段坡度達 15%至 20%，以測試車輛是否符合該市道路特性，預計 2014 年車隊規模達 1,000 輛(含插電式油電大客車)。該市電動大客車動力為 90kw 馬達，電池採用磷酸鐵鋰電池，兩把充電槍能在 10 分鐘充滿，續航力 60 公里，平均每公里耗電為 1 度，且該車具備煞車回充電力功能。惟該車為保留 20%電力以免電池受損，實際每行駛 40 公里即需再次充電。為避免電動大客車在路上電力耗盡無法行駛，業者並備有緊急供電車，可在 5 分鐘內將車輛

恢復電力行駛。其充電設施係由國營電力公司進行建設與營運，6 套 450kw 充電機可同步充電 6 輛電動大客車，服務車隊規模可達 50 輛，充電電流 500A，可在 10 分鐘內完成充電。

7.武漢市

該市的電動大客車於 2011 年上路，由東風揚子江汽車公司製造，極速每小時 80 公里，充電時間 4 小時，續航力 280 公里。該市並於 2013 年購入東風揚子江汽車公司 5 輛線上充電式電動大客車，該車在未有線上充電情況下的續航力達 120 公里。惟經過測試，該市認為效益不佳，因此在降低了後續電動大客車的推動比例，進一步考量使用插電式油電混合動力大客車。

8.深圳市

廣東省深圳市於 2009 年開始推動油電大客車，並於 2012 年開始主推電池電動大客車。在 2013 年，其油電公車數量已達 1,800 輛，電池電動大客車車隊規模則達到 1,200 多輛。該市之電動大客車營運採用車電分離方式，客車營運業者購置或租賃空車(不含電池)，充電維護則由專任的充電營運商負責。

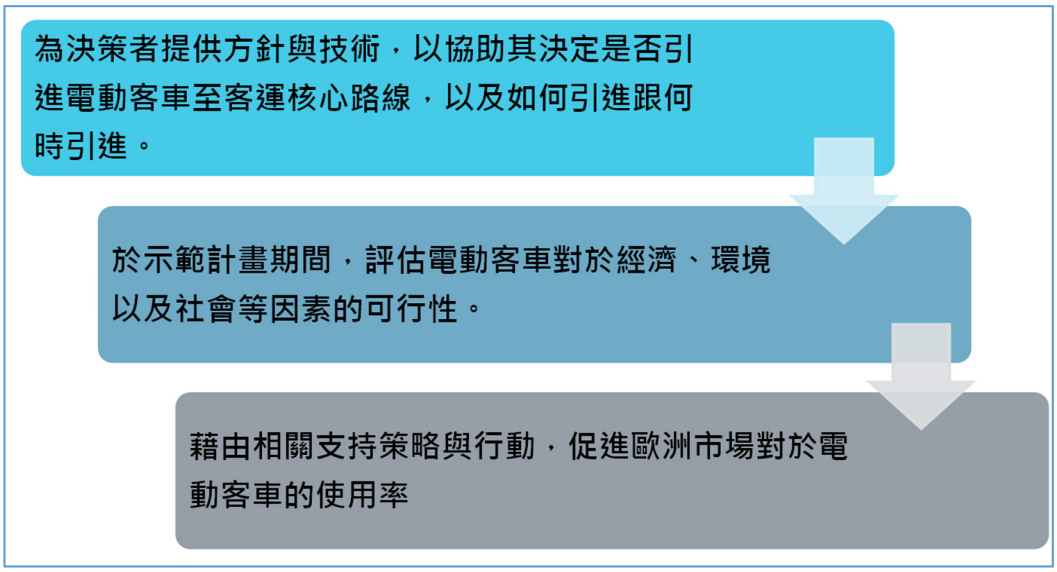
從前述文獻得知，中國大陸對於新能源車輛的推動不遺餘力，由「十城千輛」足見其欲改革國內燃料使用的魄力。然而，截至 2012 年統計，該計畫總計推動約 11,949 輛，遠遠低於該計畫預計之 52,621 輛，完成率僅達 22.70%。實際推廣成功之案例多集中於合肥、杭州、深圳、北京等少數大城市，其餘城市發展不如預期。推究其因，跟地方政府的配套補助以及政策配合度不一致有關。在經過十城千輛計畫的失敗後，業者、學界及政府已體認到國內發展新能源車輛所真正面臨的問題，並開始轉向謹慎推廣，未來推廣計畫除繼續著重在車體補貼外，亦加入電池安全性以及充電便利性等層面，期望在數量推廣的同時亦能健全整體環境。綜觀中國大陸國去的十城千輛計畫，比照臺灣所推出的「十年萬輛」策略，皆以推廣數量作為計畫指標。然而我國應記取大陸失敗經驗，在訂定數量目標的同時，也應該健全營運環境以及各項配套措施，穩健的達成目標。

2.2.2 歐洲案例

能源效率提昇與節能減碳一直為歐盟所重視之議題。歐盟能源政策整體目標為「20-20-20」，亦即到 2020 年，減少溫室氣體排放量至 1990 年的 20%、20%歐盟能源消耗來自再生能源、減少 20%原生能源使用。2011 年「歐盟交通白皮書(White Paper on Transport)」中則進一步指出，石油化燃料的價格於未來十年中將大幅上漲，據估計，於 2020 年石油燃料進口成本將高達 2,100 億歐元。故如何解決石油燃料的過度依賴問題，將攸關歐盟整體經濟安全性與競爭

性。而針對溫室氣體排放方面，歐盟亦於白皮書中揭示，目標維持全球氣候變化低於 2 度 C，並於 2050 年達成「減少 60%的二氧化碳排放量」之目標。

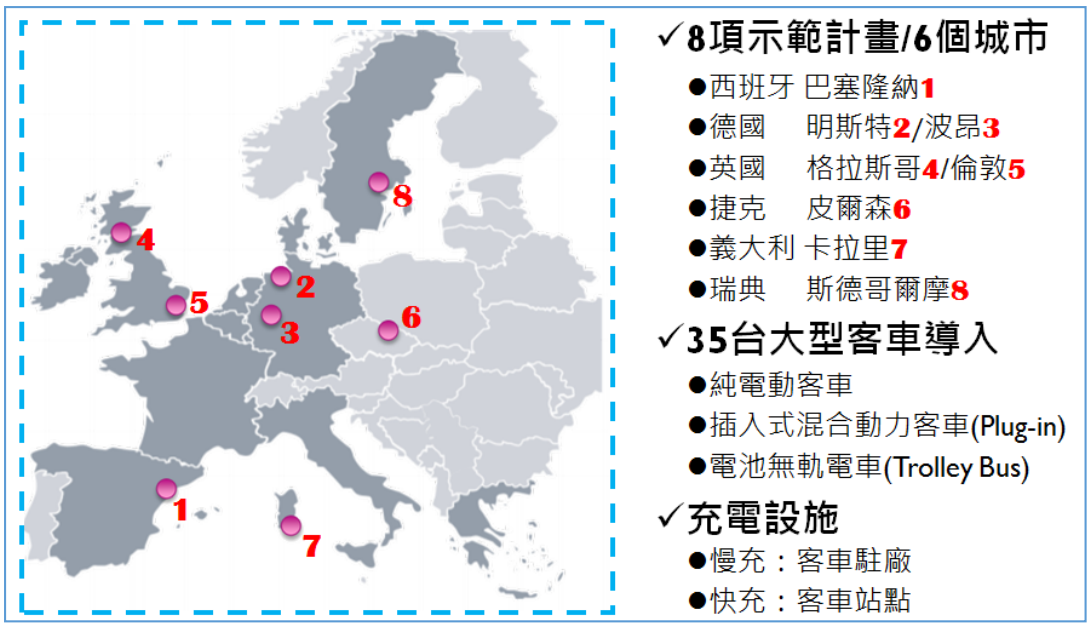
在前述整體能源政策的發展背景下，其中一項具體的對策便是積極發展替代能源之公共運輸工具。「ZeEUS」，全名為「Zero Emission Urban Bus System」，便是歐盟 FP7(Seventh Framework Programme)中為期 42 個月 (2013.11-2017.04)，預算 2,250 萬歐元的新能源公共運輸工具發展計畫。該計畫目標係驗證包含電池電動大客車、油電複合大客車以及無軌電車等新能源車輛在成本、技術、營運、環境效益等面向可行性。並希望透過核心都會區導入示範計畫，達到示範推廣目的。



資料來源：本研究彙整自 ZeEUS project description

圖 2-18 ZeEUS 計畫方針

ZeEUS 計畫將核心示範區域設於西班牙、德國、英國、捷克、義大利及瑞典等國家挑選 6 個城市，投入 35 輛電池電動大客車、油電混合大客車以及無軌電車，並建置相關之充電場站及設施。參與該計畫之車輛廠商則如圖 2-20 所示。



資料來源：本研究彙整自 ZeEUS project description

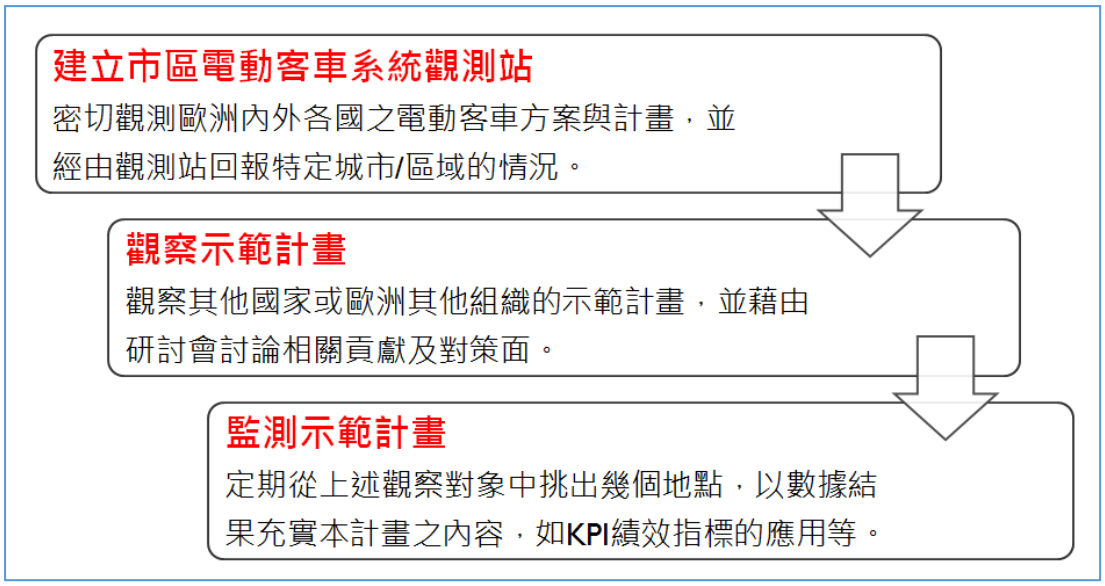
圖 2-19 ZeEUS 核心示範區域



資料來源：本研究彙整自 ZeEUS project description

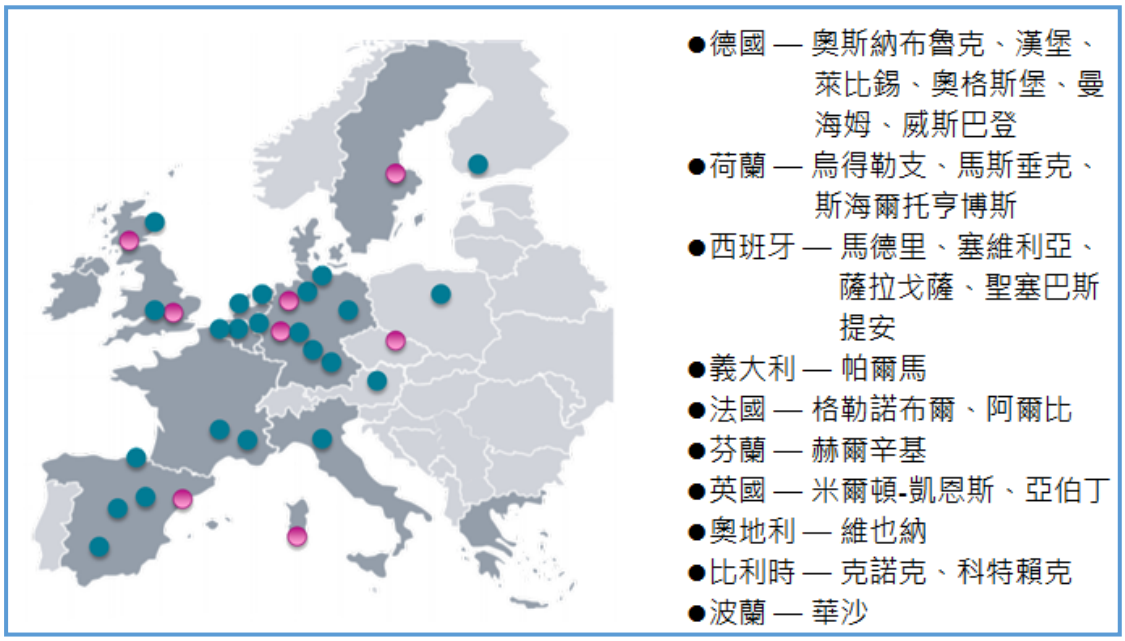
圖 2-20 ZeEUS 合作車商

為了監測示範計畫成效， ZeEUS 計畫亦提出一套觀察策略，期望透過觀測點的設置，在蒐集本示範計畫營運數據的同時，同時觀測其他國家或其他組織推動相關計畫的數據及資訊，除了掌握最新的技術動態之外，也做為 ZeEUS 計畫參考用。



資料來源：本研究彙整自 ZeEUS project description

圖 2-21 ZeEUS 觀察策略



資料來源：本研究彙整自 ZeEUS project description

圖 2-22 ZeEUS 觀測站位置

除了由歐盟主導的整體示範計畫之外，歐洲各國以自身車輛工業技術為基礎，紛紛投入新能源車輛的研發與測試。以下針對法國、英國、奧地利、德國、瑞士等國家，於新能源車輛推動的重要案例進行說明。

1.法國

於過去十年中，法國對於電動大客車的研發亦有所成果，其中一項則為被稱作「Montmartrobus」的電動大客車服務路線。該路線營運於巴黎的'Butte de Montmartre'市區，行經 33 個站點，涵蓋約 3 公里的服務距離，使用車輛則為「OREOS 55」的電動大客車，可承載 89 名乘客(50 座位、39 站位)，優點眾多諸如安靜、行車舒適、高引擎輸出及扭力(利於起步)以及零排放等。但基於車體價格相當高昂(約為2.5倍的柴油車車體價格)，外加電池價格亦相當驚人，該車種於 2005 年便停產。

2.英國

英國方面，於 2014 年初加入 8 輛新型電動大客車車隊投入營運，為英國第一批正式投入營運的電動大客車車隊，並行駛於 Milton Keynes 市區中最繁忙的路線。該新式電動大客車號稱能藉由路線頭尾端的路面無線加速充電設施，使行駛時間更長。無線充電功能利用司機在終點站休息的 10 分鐘內充入足以行駛 10 英里的電力。因此，目前在該 15 英里的測試路線上，僅設有兩處無線充電設備；充電功率達 120 千瓦，電能轉換效率 90%以上；電池則採用水冷設計的鋰離子電池;底盤為自印度進口的賓士底盤。該車隊服務於 Number 7 路線，行駛距離約 25 公里，年承載約 80 萬名乘客。預估該計畫將有每年減少 CO2 排放 500 噸的效益，同時減少 1 萬 2 千至 1 萬 5 千英鎊的營運成本。

該電動大客車由 The Wright Group 位於北愛爾蘭的工廠製造，相關技術係採用 Conductix-Wampfler 公司與紐西蘭奧克蘭大學合作研發的無線電力傳輸(IPT)科技，類似的系統亦正在義大利的都靈(Turin)與熱那亞(Genoa)、荷蘭的烏得勒支(Utrecht)、德國的曼海姆(Mannheim)進行測試中。

此外，英國的綠色公車基金(Green bus fund)在 2013 年投入 1 千 2 百萬英鎊購買 213 輛低碳客車，這是該基金第 4 期的計畫，1 至 4 期計畫合計花費 8 千 7 百萬英鎊，購入的低碳客車超過 1,200 輛。在第 4 期所購入的低碳客車中，電動大客車計有 31 輛，油電公車計有 153 輛，其餘為生質能源客車，如下所示。

除此之外，英國於蘇格蘭的亞伯丁(Aberdeen)進行氫燃料電池大客車計畫，在 2014 年 3 月起自比利時陸續引進 10 輛氫燃料電池大客車，政府部門並將結合私人企業建造氫氣的基礎設施，包括一間百萬瓦的氫氣電解廠，以及一座先進的氫氣加氣站。

3.奧地利

奧地利方面，其首都維也納於去年宣示，將有效減少車輛的氣體排放，因而提出「ElectriCityBusse」的電動大客車服務，並由市區公共交通局負責營運，目前編號 12-E 的電動大客車已於維也納市中心的兩條路線運行，亦為市中心第一個全以電動大客車服務的路線。而在眾多輿論抨擊電動大客車的充電問題下，該車型則從中脫穎而出，其利用終點站駐車廠中的充電弓，進行短短 15 分鐘的充電，便足以提供其回程所需用電，行駛距離約 150 公里。而在夜間車輛停止服務時段，則進行完全充電。於今年夏天，維也納則預計投入 12 輛該電動大客車，達到時段內能同時服務 528 名乘客的車隊規模。

4.德國

德國在 2013 年 2 月及 9 月，分別於曼海姆(Mannheim)的 63 公車路線與布倫瑞克(Braunschweig)的 M19 公車路線進行無線充電電動大客車測試計畫。兩個計畫均採用加拿大 Bombardier 公司的 200 千瓦快速無線充電技術；該計畫與布倫瑞克科技大學、能源局以及德國聯邦運輸部合作推動。

在油電客車方面，德國聯邦環境部 2013 年補助漢堡市 51 萬歐元購買 15 輛油電大客車，這補助額相當於車價的三分之二。德累斯頓(Dresden)自 2006 年起即已透過測試計畫試運行油電大客車，而在 2011 年後採購了 8 輛賓士集團開發的油電大客車，並於 2011 年 5 月先試行 3 輛；盧貝克(Lübeck)亦於 2011 年購入 5 輛油電大客車運行；幕尼黑(Munich)則於 2011 年購入油電大客車，且純電行駛里程可達 10 公里；紐倫堡(Nuremberg)自 2007 年即已購入油電大客車進行測試，該市測試的油電大客車是由西門子與 MAN 集團所打造的，並採用超級電容作為儲能裝置。

在氫燃料電池大客車部分，德國的卡爾斯魯爾理工學院(Karlsruhe Institute of Technology)在 2013 年 6 月完成其氫氣加氣站的建置，並由 2 輛賓士集團打造的氫燃料電池公車開始提供接駁服務，連接該校各區校園的接駁路線長 15 公里，提供每 30 分鐘一班的服務。該車上裝配有 27 千瓦小時的鋰電池，由於發電效率的提高，該車使用 7 個氫儲存筒裝載 35 公斤的氫氣，較前一代產品減少 2 個，但仍可行駛長達 300 公里。

5.瑞士

瑞士於日內瓦採用瑞士-瑞典跨國公司(ABB)集團所開發的快充式電動大

客車，每次充電僅需 15 秒，每秒傳送 400 千瓦的電力。該車型為兩節式，可乘載 133 位乘客，並於 2013 年公共運輸國際協會(International Association of Public Transport, UITP)全球大會期間(5/26~5/30)作為日內瓦機場與相距約 1 公里之國際展覽中心間進行接駁展示。

6.比利時

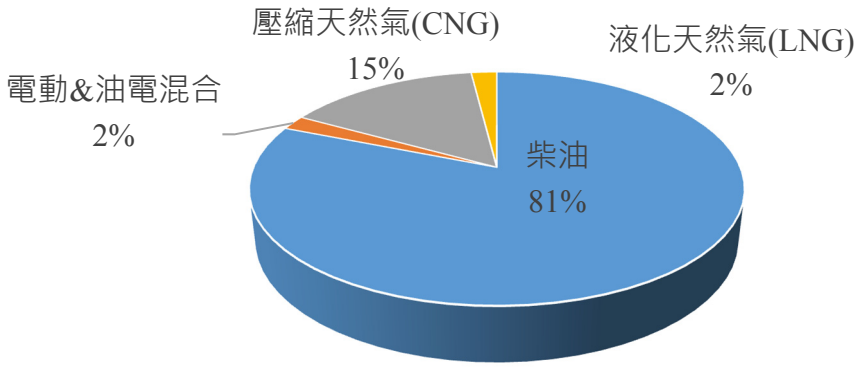
比利時的 Van Hool 公司為歐洲第 4 大的公車製造業者，近年與加拿大的巴拉德(Ballard)公司持續合作生產氫燃料電池公車，預估在 2014 年將會有 27 輛氫燃料電池公車在歐洲地區營運，其中有 5 輛在挪威的奧斯陸(Oslo)，2 輛在德國的科隆(Cologne)，5 輛在義大利的聖雷莫(San Remo)，5 輛在比利時的法蘭德斯(Flanders)，10 輛在蘇格蘭的亞伯丁(Aberdeen)。歐洲委員會於 2008 年至 2017 年之間將陸續投入 4.7 億歐元作為燃料電池與氫能研究基金，之後並將在 2020 年之前增額投入 7 億歐元。

由前述案例可以歸納，歐洲對於新能源車輛種類的選擇處於開放狀態，不論是歐盟整體 ZeEUS 計畫還是各國推動的示範計畫，皆開放不同系統形式的車輛參與試運行。這也跟歐洲成熟的車輛工業技術有關，各家車廠無論在車體、動力、電池技術上皆各有所長，考量到技術演進日新月異的可能性，政府把現階段推動策略的重點放在提供試運行場域為主，尚未落實到大規模的補助客運業者購車。

2.2.3 美國案例

美國在新能源車輛的發展主要由各大車廠主導，過去主要集中在一般大眾使用的小客車為主，在國家政策上也是直接補助民眾購買。在大客車的推動部分，最早緣起於 2008 年美國環保署提出之「柴油減量法案(Diesel Emissions Reduction Act, DERA)」。該法案補助各州改善其柴油車輛之排放，補助項目包括引擎改裝、改用壓縮天然氣、改用生質柴油等，補助車種包括校車、工程車、港埠機械、大眾運輸之鐵路柴油動力車頭與公車等。該法案於 2008 至 2012 年間共計補助近 300 項計畫，其中約有四分之一涉及校車之改善，約有 4 項計畫採用壓縮天然(CNG)，涉及公車的改善計畫約有 17 項，其中有 2 項採用生質柴油，2 項計畫採用油電混合公車；另約有六分之一涉及貨車的改善；惟上述大多計畫均以主要為老舊引擎的更換或其它機件的改裝為主，替代能源之採用比例很低。

根據美國聯邦運輸管理局(FTA)的統計數據，截至 2009 年，美國營運的公車車輛使用燃料種類仍以柴油為大宗，其次則為壓縮天然氣(CNG)，僅有少部分的油電混合及液化天然氣，純電動大客車僅有零星的示範計畫。



資料來源：Environmental Benefits of Alternative Fuels and Advanced Technology in Transit, FTA-WV-26-7003-07.2

圖 2-23 2009 年美國公車之燃料種類比例

華盛頓特區於 2009 年 10 月即有該國自製的 Proterra 電動公車進行展示，該電動公車具備快速充電功能，透過車頂的充電介面，在路線上的快充站可以在 5 至 10 分鐘內充飽電。在滿載 68 名乘客的情況下，該車之能源效率轉換計算後相當於每加崙柴油(當量)可行駛 18 至 29 英里。

芝加哥於 2012 年 7 月決定引進美加地區公車大廠 New Flyer Industries 公司生產的電動公車，該車採用西門子(Siemens)動力系統之永磁式馬達與相關應用軟體，並於 2013 年進行測試；為因應芝加哥嚴寒的天候，公車的暖氣將耗費大量能源，因此該車輛另外在電動公車上安裝了生質柴油暖氣。

南加州的塞內卡市(City of Seneca)在 2011 年 11 月決定引進 4 輛美國自製的 Proterra 電動公車，並建置 2 處充電站，於 2013 年夏季取代其中一條原由 3 輛柴油公車行駛的路線。

麻薩諸塞州(Massachusetts)伍斯特(Worcester)縣自 2013 年夏季起引進電動公車，目前有 6 輛美國自製的 Proterra 電動公車。

考量美國地理幅員廣闊，且都市彼此距離較長的環境特性，加上大客出主要用途集中在於長途城際運輸的使用特性，使得美國對於新能源大客車的續航力及電池循環壽命的要求相對嚴苛。因此，美國近年來將電動大客車的能源技術發展轉向氫燃料電池，其理由係認為目前電動大客車之電池為仍須透過電網供電，而電網電力來源不外乎火力、核能、風力等既有發電方式，氫燃料電池則可以實現完全零排放的終極目標。此外，美國認為投入燃料電池技術上之研究發展，將連帶加速各種電動及混合動力系統的技術推進，帶動產業鏈成長，並創造大量就業機會，因而積極發展該領域。

根據美國能源部再生能源實驗室 NREL(National Renewable Energy

Laboratory) 2013 年的官方報告，美國聯邦交通管理局 FTA (Federal Transit Administration)在 2006 年起編列 4.9 千萬美金(14.7 億台幣)，提出 NFCBP(National Fuel Cell Bus Program)，透過與業者之間的技術合作及示範計畫執行，以發展及示範具商業可行性之氫燃料電池技術為目標。並在接下來的 4 年中持續投入經費，補助金額共計 9 千萬美金(約 27 億台幣)。在政府出資不超過 50%的計畫原則下，估計 NFCBP 包括客運業者及車輛廠商在內的總計畫金額超過 1.8 億美元(54 億台幣)。目前受 NFCBP 補助運行中的燃料電池示範計畫內容如表 2-13 所示。

表 2-13 目前北美燃料電池客車示範計畫

客運業者	示範區域	公車總數	實際運行	技術應用
ZEBA (led by AC Transit)	San Francisco Bay Area, CA	12	12	●Van Hool 車輛 混合動力系統整合 ●Clearedge 燃料電池
CTTRANSIT, Nutmeg	Hartford, CT; Flint, MI	4	1	●Van Hool 車輛 混合動力系統 ●Clearedge 燃料電池
SunLine Transit Agency, AT FCEB	Thousand Palms, CA	1	1	●New Flyer 車輛 ●Bluways 混合動力 ●Ballard 燃料電池
SunLine Transit Agency, AFCB	Thousand Palms, CA	1	1	ElDorado/BAE/Ballard 新一代改進設計
BC Transit, FCEB	Whistler, BC, Canada	20	20	●New Flyer 車輛 ●Bluways 混合動力 ●Ballard 燃料電池
Capital Metro/University of Texas	Austin, TX	1	0	●Proterra 插充式 混合動力 ●氫燃料電池
BurbankBus	Burbank, CA	1	0	●Proterra 插充式 混合動力 ●氫燃料電池
SFMTA	San Francisco, CA	1	0	●Daimler/BAE 油電混合 ●氫燃料電池輔助 動力裝置
University of Delaware (Phase 1 & 2)	Newark, DE	2	2	●Ebus 插充式 混合動力 ●Ballard 燃料電池 (22-ft)
GNHTD	New Haven, CT	1	1	●Ebus 插充式 混合動力 ●Ballard 燃料電池 (22-ft)
總計	**44**	**38**		

註：上表中反白者為受 NFCBP 補助之計畫

資料來源：Fuel Cell Buses in U.S. Transit Fleets: Current Status 2013，NREL，2013

前述北美燃料電池客車示範運行計畫中，受 NFCBP 補助的 5 個計畫所使用的車輛包括純燃料電池及混合化學電池之形式，各車型資料彙整如表 2-14。

表 2-14 NFCBP 補助燃料電池客車示範計畫車輛資料

示範計畫	ACT ZEBA	CTT Nutmeg	SL AT	SL AFCB	TX Proterra
客運業者	AC Transit	CTTRANSIT	SunLine	SunLine	Capital Metro
車輛數	12	4	1	1	1
車商	Van Hool	Van Hool	New Flyer	ElDorado	Proterra
型號/年份	A300L/2010	A300L/2010	H40LFR/2010	Axcess/2011	HFC-35/2009
車長	40 ft	40 ft	40 ft	40 ft	35 ft
車輛總重	39,350 lb	39,350 lb	44,530 lb	43,420 lb	36,000 lb
燃料電池商	ClearEdge Power	ClearEdge Power	Ballard	Ballard	Hydrogenics
燃料電池型號	Puremotion 120	Puremotion 120	HD6	HD6	HyPM 16
燃料電池功率(kW)	120	120	150	150	12 (x2)
混合動力系統	Van Hool	Van Hool	Bluways	BAE Systems	Proterra
設計策略	FC dominant	FC dominant	FC dominant	FC dominant	Battery dominant
儲電商	EnerDel	EnerDel	Valence	A123	Altairnano
儲電型式	Li-ion	Li-ion	Li-ion	Li-ion	Li-titanate
儲電量	21 kWh	21 kWh	47 kWh	11 kWh	54 kWh
儲氫壓(psi)	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
氫氣瓶	8	8	6	8	4
氫氣儲量(kg)	7	7	7	7	6

資料來源： Fuel Cell Buses in U.S. Transit Fleets: Current Status 2013，NREL，2013

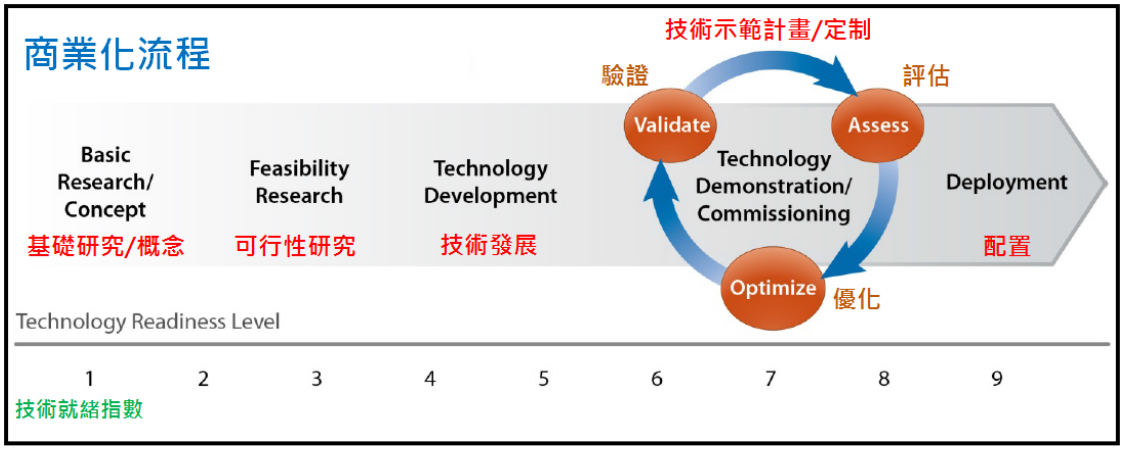
由於示範運行效果卓越，FTA 於 2013 年 9 月宣布，將增加 1.3 千萬美金(4 億台幣)補助，再增加 10 個示範計畫如表 2-15，並分別由 CTE (Center for Transportation and the Environment)、NAVC (Northeast Advanced Vehicle Consortium)及 NREL (National Renewable Energy Laboratory)三家非營利組織負責營運。

表 2-15 NFCEB 2013 擴增之示範計畫

示範計畫	示範區域	公車總數	技術應用
Lightweight FCEB Demo (NAVC)	Newark, DE	1	●GE 混合動力 ●Ballard 燃料電池
Massachusetts FCEB Demo (NAVC)	Boston, MA	1	●ElDorado/BAE 系統 ●Ballard 燃料電池
Advanced Composite FCEB (CTE)	Austin, TX; Washington, DC	1	●Proterra 混合動力 ●氫燃料電池
Birmingham FCEB Demo (CTE)	Birmingham, AL	1	●EVAmerica 車輛 ●鋰鐵電池技術 ●Ballard 燃料電池
Chicago Transit Authority FCEB Demo (CALSTART)	Chicago, IL	1	●ElDorado/BAE 系統 ●Ballard 燃料電池
EcoSaver IV FCEB Demo (CTE)	Columbus, OH	1	●DesignLine 燃料電池公車 ●Ballard 燃料電池
Advanced Generation FCEB (CALSTART)	Hartford, CT	1	●New Flyer 車輛 ●BAE 系統
American Fuel Cell Bus (CALSTART)	Cleveland, OH	1	●ElDorado/BAE 系統 ●Ballard 燃料電池
Battery Dominant FCEB (CALSTART)	Palm Springs, CA	1	●ElDorado 燃料電池公車 ●BAE 系統 ●Ballard 燃料電池
Central NY Fuel Cell Transportation Program (CTE)	Ithaca, NY	1	●ElDorado/BAE 系統 ●Ballard 燃料電池

資料來源： Fuel Cell Buses in U.S. Transit Fleets: Current Status 2013，NREL，2013

該計畫也針對燃料電池巴士的技術發展，制定一套評估流程。主要根據美國能源部於 2011 年 9 月所發行之「技術就緒評估指南」，NREL 進一步提出專為燃料電池電動大客車之商業化所設計的 TRL (Technology Readiness Level)指南。



資料來源： Fuel Cell Buses in U.S. Transit Fleets: Current Status 2013，NREL，2013

圖 2-24 燃料電池電動大客車之商業化程序

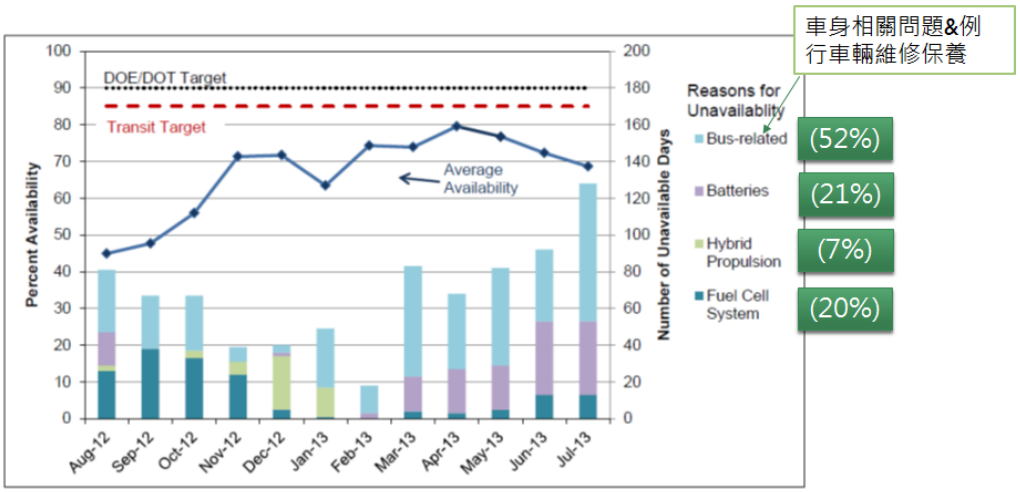
在 NREL 這份分析報告中，挑選了其中 5 個受 NFCBP 補助的計畫，進行效益評估。由表 2-16 可知，其運行之可靠度介在 31%~81%之間。

表 2-16 NFCBP 車輛可靠度分析

計畫名稱	紀錄期間	紀錄時間長度（月）	車輛數	預計使用天數（days）	實際使用天數（days）	% Avail.
ACT ZEBA	3/13 - 7/13	5	12	1,486	1,209	81%
CTT Nutmeg	8/12–1/13	6	4	437	222	51%
SL AT	8/12–7/13	12	1	280	88	31%
SL AFCB	8/12–7/13	12	1	331	247	75%
TX Proterra	10/12–3/13	6	1	82	46	56%

資料來源： Fuel Cell Buses in U.S. Transit Fleets: Current Status 2013，NREL，2013

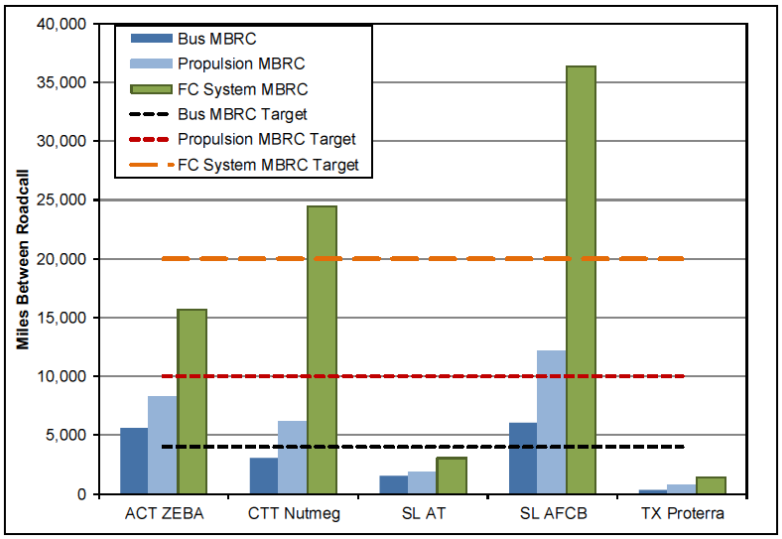
NREL 也進一步分析每個月的故障事件統計，以及其故障原因。其中超過五成的事件來自車體及例行車輛維修保養的停駛。



資料來源： Fuel Cell Buses in U.S. Transit Fleets: Current Status 2013，NREL，2013

圖 2-25 NFCBP 每月車輛可靠度及異常事件分析

除了可靠度百分比之外，該計畫使用另一項指標作為妥善率的依據，即 MBRC(Miles Between Road Calls)。由下圖可發現，目前燃料電池公車故障影響營運的里程數，明顯高於同路線上的柴油公車及油電混合公車。



資料來源： Fuel Cell Buses in U.S. Transit Fleets: Current Status 2013，NREL，2013

圖 2-26 NFCBP 故障影響營運里程分析

該計畫亦針對示範計畫車輛的能源效率進行分析。與原路線上的柴油車或天然氣公車相比，燃料電池車的能源效率明顯較高。

表 2-17 NFCBP 能源使用效率分析

計畫名稱	能源效率 (Miles/kg)	能源效率柴油當量 (miles/gallon)	能源效率優於柴油車倍率
ACT ZEBA (fuel cell)	6.49	7.34	1.91x
ACT (diesel)	–	3.85	–
CTT Nutmeg(fuel cell)	6.29	7.10	1.82x
CTT (diesel)	–	3.89	–
SL AT (fuel cell)	5.15	5.82	1.87x
SL AFCB (fuel cell)	6.38	7.20	2.31x
SL (CNG)	2.79	3.12	–
TX Proterra(fuel cell)	5.88	6.65	–

資料來源：Fuel Cell Buses in U.S. Transit Fleets: Current Status 2013，NREL，2013

根據目前示範計畫運行成果，美國能源部及聯邦交通管理局也於 2012 年，提出了短中長期包括技術發展及成本等面向的未來發展目標。

表 2-18 美國燃料電池公車發展目標

項目	單位	2012 現況	2016 年目標	最終目標
車輛壽命	年/英里	5/100,000	12/500,000	12/500,000
燃料電池與電池系統壽命	小時	12,000	18,000	25,000
車輛使用率	%	60	85	90
燃料填充	每日	1	1(<10min)	1(<10min)
車購置成本	$	2000000	1,000,000	600,000
故障頻率 (bus/fuel cell system)	故障影響營運里程	2500/10000	3,500/15,000	4,000/20,000
營運時間	每日小時/每周天數	19/7	20/7	20/7
計畫中及意外維護成本	$/英里	1.20	0.75	0.40
行走距離	英里	270	300	300
燃料經濟性	英里/加侖當量	7	8	8

資料來源：Fuel Cell Buses in U.S. Transit Fleets: Current Status 2013，NREL，2013

美國因為地理環境以及對於大客車的使用需求特性因素，將新能源車輛發展的重點直接進程至氫燃料電池大客車的研發。然而就文獻回顧蒐集到的資訊顯示，現階段氫燃料電池大客車仍有技術門檻待克服，從氫氣產製、運送、儲存以及攜帶都有較高的風險與成本。除此之外，加氫站的建置需要高壓儲氫設備，使得其基礎設施的佈設難度遠比電動大客車充電站困難。我國目前無論電動小客車亦或大客車的推動政策以電池電動車為主，從產業觀點推論，除了技術門檻較低之外，係因為我國具有電池材料以及電池模組產業的基礎，因而選擇從電池電動車發展。在評估發展氫燃料電池大客車的同時，除了前述安全風險及成本因素外，亦應審慎評估我國產業面的優勢為何，避免落入須仰賴國外技術之窘境。

2.3 國內電動大客車推動現況

本節係彙整國內電動大客車產業發展現況以及各地推動情形，以掌握國內產業動態，並作為後續績效調查執行及各項分析工作之參考依據。

2.3.1 國內電動大客車產業概況

截至 2014 年底，國內已取得交通部車輛安全審驗中心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(以下簡稱華德動能)、臺灣立凱綠能移動股份有限公司(以下簡稱立凱綠能)、馨盛汽車企業股份有限公司(以下簡稱馨盛)、唐榮車輛科技股份有限公司(以下簡稱唐榮車輛)及必翔電動汽車公司等 5 家公司。本研究彙整各公司乙類及甲類電動大客車車輛規格參數如表 2-139 及表 2-20 所示。

表 2-149 國內通過認證電動乙類大客車

廠商	華德動能	立凱綠能	必翔
車型	RACE75	AEVB-R2S	Achensa S200
空重(KG)	6,010	9,000	5,115
總重(KG)	7,700	11,000	6,315
座/立位數(人)	19/10	19/15	15/0
馬達形式	AC 感應	AC 感應	AC 感應
馬達功率(KW)	75	122	40
能源型式	純電動	純電動	純電動
電池型態	稀土鋰釔	磷酸鋰鐵	磷酸鋰鐵
電池容量(KWH)	110	100	54
充電模式	充電式	換電式	充電式
充(換)電時間	5-7hr	15min	5-7hr
續航力(km)	150~200	80~100	120

資料來源：本研究彙整各業者提供規格

表 2-20 國內通過認證電動甲類大客車

廠商	華德動能	立凱綠能	唐榮車輛	馨盛	馨盛
車型	RACE150	AEVB-A1S	TE400EV	N/A	K9
空重(KG)	13,080	11,500	13,900	13,000	14,000
總重(KG)	15,350	16,300	18,000	16,000	16,300
座/立位數(人)	26/15	22/23	26/15	22/23	25/15
馬達形式	AC 感應	AC 感應	永磁同步	AC 感應	輪邊 永磁同步
馬達功率(KW)	150	122	180	120	180
能源型式	純電動	純電動	純電動	電池/電容混合	純電動
電池型態	稀土鋰釔	磷酸鋰鐵	磷酸鋰鐵	磷酸鋰鐵	磷酸鋰鐵
電池容量(KWH)	250	100	215	175	324
充電模式	充電式	換電式	充電式	充電式	充電式
充(換)電時間	5-7hr	15min	0.5-2.5hr	4-6hr	5hr
續航力(km)	200~250	80~100	140~160	100	250~300

資料來源：本研究彙整各業者提供規格

前述國內電動大客車廠商中又以華德、立凱、唐榮三家車廠規模最大，且皆有受交通部、環保署、經濟部等補助實際運行之案例。其中以唐榮成立最早，其技術支援來自上海申沃，車體技術優異，整體巴士產業鏈最為完整，但目前國內技術及後勤資源需仰賴上海申沃提供技術協助。其營運模式採車輛銷售、電池銷售，並提供充電站建置及充電服務；華德公司則是臺灣最早通過技術認證，整體而言國產比例最高，售價較低，續航力高，但存在電池衰退率快，充電時間長之問題。其營運模式採車輛銷售、電池銷售/租用及充電設備銷售之一次性賣斷模式；立凱公司為臺灣唯一採車電分離模式者，其換電架構完整，缺點為單次續航里程短導致換電次數頻繁，且電池交換站成本高昂且土地取得不易。其營運模式採車輛銷售，電池及交換站皆由立凱公司維運並收取服務費。針對前述三家主要電動大客車廠，本研究進一步彙整其基本資料及營運模式如表 2-21。

表 2-21 國內主要電動大客車廠商營運模式比較

車廠	華德動能	立凱綠能	唐榮車輛
基本資料	• 公司成立：2005 年 • 資本額：4 億 • 首先通過認證	• 公司成立：2009 • 資本額：5 億 • 2013 年上櫃	• 公司成立：2002 • 資本額：3.3 億 • 傳統車體廠
銷售項目	• 電動甲乙類大客車 • 電動 3.5 噸貨車	• 電動甲乙類大客車 • 電動資源回收車	• 柴油甲乙類大客車 • 電動甲乙類大客車 • 捷運軌道車輛
營運模式	• 裸車銷售 • 電池租/售 • 充電設備租/售	• 裸車銷售 • 提供電池交換服務	• 裸車銷售 • 電池租/售 • 提供充電服務
車輛價格 (萬元)	甲類：550~650 乙類：500~600	甲類：750~850 乙類：550~650	甲類：600~700
電池價格 (元/KWH)	約 1.4 萬/KWH	無銷售(含與電池交換服務費中)	約 1 萬/KWH
充電設施價格	60~70 萬	無銷售(含在電池交換服務費中)	無銷售(含在充電服務費中)
能源費用	使用者給付契約容量電費及流動電費，約每公里 2.5~3 元	使用者給付換電服務費，約每公里 11~12 元	使用者給付換電服務費，約每公里 10 元
電池管理	電池管理系統監控電池狀態顯示於儀表，目前無遠端監控機制。(現正與工研院開發雲端監控系統)	電池管理系統與車上通訊架構。透過車輛進入交換站讀取電池資訊，透過各交換站回拋資訊方式監控各電池狀態	電池管理系統與通訊架構。並利用雲端將即時資訊回傳後端平台監控中心

資料來源：本研究彙整

2.3.2 國內電動大客車營運現況

截至 2014 年底，國內開始採用電動大客車的業者包括臺北客運、光華巴士、桃園客運、中壢客運、長榮儲運、新竹客運、科技之星、豐原客運、高雄客運與金門縣車船處等業者，此外仍有許多業者在申請規劃中，包括南投客運、臺南府城客運等。國內最早開始使用電動大客車者，為 2011 年新北市臺北客運所行駛之 850 路線。目前 850 路線之電動大客車配置於捷運三鶯線先導公車。

爾後在交通部政策大力推動下，電動大客車在高雄地區與新竹地區快速推廣。高雄受交通部補助，由高雄客運購置了 11 輛甲類電動大客車，行駛國道 10 號由高鐵左營-旗山-美濃之快捷公車路線。為國內首度電動大客車營運高快速公路之案例。由新竹客運前後分三個計畫購置甲類 13 輛、乙類 11 輛之電動大客車，也是第一個充/換電系統並行的地區。

由於國內目前生產電動大客車之製造業者集中於桃園地區，因此結合業者與桃園縣政府資源，於桃園首度開辦電動大客車示範營運計畫。透過車輛租賃方式，由客運業者、製造廠商共同參與分攤風險，由縣府以空汙基金辦理示範計畫方式，評估驗證電動大客車性能、營運模式、成本結構等特性。由於示範運行成效卓著，因此環保署也由空汙基金挹注，補助有意願參與示範計畫的縣市提案，並分別於臺北、金門兩地實際辦理示範運行。

因為示範計畫的推動起了成效，截至 2014 年底，桃園地區、臺南地區以及臺中地區紛紛受交通部補助，分別購置了 16 輛以及 10 輛的電動大客車。其中桃園地區除了受交通部補助外，縣政府環保局亦透過空汙基金加碼補助每輛車 150 萬，分別行駛桃園捷運綠線先導公車以及桃園地區數條市區客運路線。臺中豐原客運則採購電動大客車行駛豐原至臺中，期望以低碳運輸工具作為 BRT 的延伸。

除了前述計畫之外，透過經濟部智慧電動車計畫的提案以及地方政府自辦專案，各地仍有許多電動大客車路線將紛紛上路。截至 2014 年底，各地方業者電動大客車營運現況如下表表 2-22。

表 2-22 國內各地電動大客車運行狀況

地點	業者	營運路線	廠牌	補助來源	車輛數		備註
					甲類	乙類	
臺北市	光華巴士	聯營公車 246	立凱	環保署	[2]		計畫結束
新北市	臺北客運	三鶯線捷運先導公車	華德	交通部 新北市府	2		
金門縣	金門車船處	觀光公車 A,B 線	立凱	環保署	2		計畫至 2014 年 12 月
新竹市	新竹客運	免費公車 55,56	華德	交通部	6		
		世博 1,2,3,5 號	立凱	交通部	7		
		竹塹小巴 70,71,72,73,75,76, 77,78,79,80	立凱	交通部		11	
	科技之星	市區公車 81 路	華德	交通部		2	
	國慶通運	台積電接駁車	華德	經濟部		9	
新竹縣	科技之星	高鐵快捷接駁 7 號	華德	經濟部	2	1(18)	計畫分二階段籌備營運
高雄市	高雄客運	國道 10 號快捷公車	華德	交通部	11		
	南臺灣客運	火車站澄清湖接駁	華德	經濟部	9		
桃園縣	桃園客運	捷運綠線先導公車	立凱	交通部	6		與長榮聯營
		市區公車 1 路	唐榮	交通部	6		
		市公車 101,102,103,105, 107,113(混合調度)	立凱	交通部	6		
		桃園縣府-火車站示範計畫	唐榮	桃園縣府	3		原使用立凱車輛，2014 年改為唐榮
		中壢、大溪示範計畫	立凱	桃園縣府	[2]		計畫結束
		中壢、平鎮公所免費巴士	華德	桃園縣府		18	
	長榮儲運	捷運綠線先導公車	立凱	交通部	4		與桃客聯營
	大溪鎮公所	大溪鎮民接駁車	華德	-		2	
臺中市	豐原客運	市區公車 55 路	唐榮	交通部	7		
		市區公車 12 路	唐榮	臺中市府	1		
		BRT 接駁車	唐榮	交通部	2		
	全航客運	藍 2	華德	交通部	2		

臺南市	府城客運	安平大彎線	-	-	(8)	(2)	籌備中
屏東縣	屏東客運	大鵬灣環灣公車	華德	經濟部		2	
苗栗縣	苗栗客運	苑裡至大甲	馨盛	-	3		籌備中
合計					77(8)	36(20)	

註：[ ]表已無繼續營運車輛。( )表尚未開始營運車輛。

資料來源：本研究整理

前述各營運車輛分別受交通部、環保署及經濟部等不同補貼政策補助，本研究分別依交通部公路公共運輸補助電動大客車案例、環保署電動巴士示範運行計畫以及經濟部與其他補助來源案例彙整補貼概況如下。

表 2-23 交通部補助電動大客車情形

時間	地點	業者	車輛數	廠商	補助來源	補助金額(萬)	備註
100	新北市	臺北客運	甲類 2	華德	交通部(非電動大客車補助) 新北市政府	884	計畫結束
2012	新竹市	新竹客運	甲類 6	華德	交通部新闢路線補助 新竹市府營運補助	13,493	運行中
			甲類 7	立凱			
			乙類 11	立凱			
	高雄市	高雄客運	甲類 11	華德	交通部新闢路線補助	4,840	運行中
2013	桃園縣	桃園客運	甲類 6	立凱	交通部新闢路線補助 桃園縣空汙基金	4,020	運行中
			甲類 6	立凱	桃園縣空汙基金	3,210	運行中
			甲類 6	唐榮	桃園縣空汙基金	3,210	運行中
		長榮儲運	甲類 4	立凱	交通部新闢路線補助 桃園縣空汙基金	4,020	運行中
	新竹縣	科技之星	乙類 2	華德	交通部新闢路線補助	1,020	運行中
	臺南市	府城客運	甲類 8；乙類 2	立凱	-	4,660	籌設中
	臺中市	豐原客運	甲類 9	唐榮	交通部汰舊換新補助	2,998	運行中
2014	臺中市	全航客運	甲類 2	華德	交通部汰舊換新補助	750	運行中
	苗栗縣	苗栗客運	甲類 3	馨盛	交通部汰舊換新補助	-	運行中

資料來源：本研究整理

表 2-24 環保署電動大客車示範運行計畫執行情形

時間	地點	業者	車輛數	廠商	補助來源	補助金額(萬)	備註
2012.10~2013.6	臺北市	光華巴士	甲類 2	立凱	環保署	900	已結案
2012.10~2014.8	金門縣	金門車船處	甲類 2	立凱	環保署 金門縣環保局	1,572	運行中
2014.2~105.2	日月潭	南投客運	甲類 3	華德	環保署	2,500	已取得環保署補助

資料來源：本研究整理

表 2-25 經濟部及其他補貼專案執行情形

時間	地點	業者	車輛數	廠商	補助來源	補助金額(萬)	備註
2012.2~2013.2	桃園縣	桃園客運 中壢客運	甲類 2	立凱	桃園環保局	198	已結案
2012.6~2013.6	桃園縣	桃園客運 中壢客運	甲類 2 甲類 1	立凱	桃園環保局	830	已結案
2013.2~2014.2	桃園縣	桃園客運	甲類 3	唐榮	桃園環保局	1,950	運行中
2013	新竹市	科技之星	甲類 1； 乙類 2	華德	經濟部電動車計畫	1,200	運行中
2014	新竹市	國慶通運	乙類 9	華德	經濟部電動車計畫	-	運行中
2014	屏東縣 高雄市	屏東客運 南臺灣客運 高雄客運	甲類 11 乙類 2	華德	經濟部電動車計畫	7,000	運行中
2014	桃園縣 大溪鎮	大溪鎮公所 自營	乙類 2	華德	桃園環保局	700	運行中
	桃園縣 中壢市	桃園客運	乙類 9	華德		3,960	運行中
	桃園縣 平鎮市		乙類 7	華德		3,080	運行中

資料來源：本研究整理

2.3.3 國內電動大客車相關補助政策

由於目前電動大客車的購置成本仍較一般柴油公車高出許多，而公車係屬公共服務，其票價接受主管機關管制，以致業者無法將高出之購車成本轉嫁予消費者，因此在實務經營成本考量下，現階段推動電動大客車仍須仰賴政府政策補助。國內目前在推動電動大客車大致上分為交通部、環保署以及經濟部三個體系，交通部以補助新闢電動大客車路線或既有路線汰換電動車之購車補助為主；環保署則為短期示範運行之專案補助；而經濟部則以促進產業發展為目標，鼓勵業者或政府機關提出可行的電動車商業運行模式予以補助。各體系目前推動情形如下：

交通部「公路公共運輸補助電動大客車作業要點」為目前國內電動大客車最主要之補貼政策，由地方政府偕同客運業者依照此作業要點附件之「電動大客車申請補助營運計畫書」提出申請，由交通部依需要邀集專家學者及相關機關審查，在補貼項目係以購車補助為主，分為競爭型(新闢路線)以及一般型(既有路線汰舊換新)兩類，競爭型計畫補助車價 80%，並以甲類不超過 375 萬為上限，乙類不超過 250 萬為上限；一般型補助車價 49%，並以甲類不超過 267.2 萬為上限，乙類不超過 200 萬為上限。另外環保署在此補貼專案中加碼補助每輛車體 50 萬、電池 150 萬元。在補貼路線及業種部份係以市區公車路線及非山區之一班公路客運路線為主，原則上要求業者必須保證受補貼車輛營運至少八年，且不得移作其他路線使用，唯交通部目前在受理業者營運計畫申請時允許業者提出混合調度計畫，但需於營運計畫中清楚說明。

經濟部「智慧電動車先導運行計畫」經費來自環保署空汙基金以及經濟部能源局石油基金，宗旨係為建構智慧電動車良好使用環境，提昇產業競爭力，並落實臺灣實現低碳島政策目標。受理補助對象泛及政府機關、國內依法設立登記之公司等，以該計畫所訂定之申請辦法提書計畫申請書，由經濟部工業局召集相關專家學者審查。補助項目包括先導運行計劃期間電動車輛折舊、各項軟硬體設備折舊、營運人員、研發研究、技術引進費用等類目，其中申請車輛須符合交通部車輛型式安全審驗合格，充電設備則須符合「電動車輛傳導式充電系統實務規範」或中華民國國家標準 CNS 15511-2 及 CNS 15511-3 規範。補貼金額係為計劃期間各項設備費用折舊、營運費用等金額之 50%以內為原則。申請計畫期則以兩年以內為原則。

環保署電動大客車示範運行計畫係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，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，每車月 25 萬為原

則，並編列其他配套計畫管理之費用。

其他地方政府補貼來源，以桃園縣政府推動最為積極，配合交通部電動大客車補助桃園捷運綠線先導公車新闢路線(10 輛甲類電動大客車)以及桃園縣市區公車汰舊換新(12 輛甲類電動大客車)，加碼補助每車 150 萬。另外鄉鎮市公所免費公車汰換電動車計畫，提供大溪、中壢以及平鎮等公所購車補助，再由公所辦理路線營運勞務委託招標，再補助得標客運業者購置電動大客車，補貼金額充電式為每車 350 萬、換電式每輛 440 萬。

表 2-26 現況電動大客車相關補助政策一覽表

補貼政策	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)	桃園縣政府 空汙基金(專案)	
申請單位	縣市政府	政府機關 國內依法設立登記之公司	縣市政府	縣內鄉鎮市公所	桃園縣客運業者(通過交通部補助者)
補助類別	市區客運 一般公路客運	不得與交通部購車補貼重複	市區路線或新申請之接駁路線	公所免費接駁公車	市區客運
補助項目	甲乙類低地板電動大客車車體及電池	車輛折舊 營運模式軟體 營運模式硬體	電動巴士租金 換電設備租用 示範營運費用	甲乙類低地板電動大客車(不含電池)	交通部電動大客車補助加碼補助
補貼原則	**1.甲類車輛補貼** 競爭型 375 萬 一般型 267.2 萬 **2.乙類車輛補貼** 競爭型 250 萬 一般型 200 萬 **3.車體加碼(環保署)** 每車 50 萬 **4.電池補貼(環保署)** 每車 100 萬	計畫金額之 49%為上限	**1.車輛租金** 25 萬/車月 **2.駕駛薪資** 5 萬/人月 **3.行銷宣傳** 約總金額 10%	**車輛補貼：** 充電式：350 萬/輛 換電式：440 萬/輛	**車輛補貼：** 150 萬/輛
補貼車輛限制	車輛型式安全審驗合格之**全新**電動甲類乙類大客車，甲類大客車並應符合「低地板大客車規格規定」安全檢測基準。並須通過「電動大客車性能驗證規範」	四輪以上經交通部車輛型式安全審驗合格，並已取得正式牌照者	車輛型式安全審驗合格之甲乙類大客車	車輛型式安全審驗合格之乙類大客車	車輛型式安全審驗合格之甲乙類大客車

資料來源：本研究整理

2013 年度以前電動大客車係由交通部、環保署與經濟部分別訂定不通之補貼政策與申請管道，雖然個案送件審查時皆會避免重複補貼情事，但仍存在資訊及資源分散之狀況。因此交通部於 2013 年起邀集環保署及經濟部召開多次協調會議，期望促成跨部會資源整合。協商決議由交通部公共運輸補助計畫補助電動大客車車體、由環保署加碼補助車體、電池及電池交換站建置、經濟部負責附加價值率審議。研提新版「交通部公路公共運輸補助電動大客車作業要點」，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」。交通部新舊補助辦法之修改內容如下：

1 審查方式修改：

- 原提案申請時由地方政府提出申請，並檢附客運業者之電動大客車申請補助營運計畫書及初審意見說明函報交通部，交通部依需要得邀集專家學者及相關機關審查之。修正後改為由交通部會同經濟部、行政院環境保護署及邀集專家學者及相關機關審查。

2 補助金額修改：

- 由原本一般型計畫補助 49%(上限 385 萬)、競爭型計畫 80%(上限 520 萬)、乙類大客車上限 250 萬。修改為一般型 49%(上限 267.2 萬)、競爭型 80%(上限 375 萬)，乙類大客車一般型上限 200 萬、競爭型上限 250 萬。

- 環保署針對前述補助金額加碼補助車體及電池(購置或租賃)。車體部分加碼補助每輛 50 萬元；電池購置或租賃每輛車補助 100 萬元

3.提送申請計畫須增列說明項目：

- 業者提送計畫時必須增加說明購置或租賃電池之價格，並說明電池充電站或電池交換站之規劃建置，以及與一般柴油大客車之營運成本比較分析。

- 為確保各地方提送電動大客車計畫的完整性與延續性，修正草案中增列：提報申請計畫時得就客運業者全部車輛或其一路線之全部車輛研提分年整體性計畫書，逐年將柴油大客車汰換為電動大客車；計畫分年自 2014 年至 2015 年期為限，且汰換車輛數至少應達 10 輛以上。直轄市、縣市政府依前項規定研提之分年整體性計畫，得優先辦理審查，核定後並優先補助之。

4.補助車輛限制：

- 原補助車輛限制為車輛型式安全審驗合格之全新電動甲類乙類大客

車，甲類大客車並應符合「低地板大客車規格規定」安全檢測基準。修改後增加須符合財團法人車輛安全審驗中心之「電動大客車性能驗證規範」，並取得證明文件，並取得經濟部或其委託之專業機構「電動大客車附加價值率」證明文件。

5.附加價值率規定：

為符合經濟部鼓勵產業發展的目標，訂定電動大客車國產率之標準規定，個年度電動大客車要求標準如下：

年度	電動大客車附加價值率要求標準
2014	至少 30%
2015	至少 40%
2016	至少 50%
2017	至少 70%
2018 以後	視產業情況再行檢討公布

電動大客車附加價值率符合性驗證作業，由車輛製造廠、車身打造廠或代理商檢附相關文件向經濟部或其委託專業機構申請辦理。

附加價值率之計算公式如下：

$$\text{附加價值率} = \frac{\text{貨品出廠價格} - \text{進口材料及零件價格}}{\text{貨品出廠價格}} \times 100\%$$

其中貨品出廠價格包含成本、業務費及利潤。

第三章 電動大客車經營績效調查

自民國 100 年起，透過交通部、經濟部、環保署以及各地方政府的努力，至今已有百餘台電動大客車實際運行，推動已具初步規模。而行政院也進一步指示未來的推動方向，將朝向 10 年 1 萬輛的發展願景。本章首先定義調查之績效指標，其次說明本調查執行與分析方式，最後呈現調查結果與績效分析，並與柴油、油電混合大客車進行比較。

3.1 調查績效指標研擬

有關電動大客車營運績效之課題，不外乎車輛妥善率、車輛續航力以及使用成本等。因此，本研究調查與分析重點亦著重於前述重要議題。為使調查績效指標符合實務需要，本研究於 2014 年 4 月 25 日召開專家學者座談會，邀請專家學者，交通部、經濟部、環保署等相關部會，使用電動大客車客運業者，以及車輛製造廠商等各單位與會，就調查指標及細項進行研討。會議中指出，除了營運績效資料的蒐集之外，亦應針對影響績效之因素進行探討(會議紀錄詳如附件 1)。因此本研究將績效調查指標分為兩大類：車輛妥善情形及車輛能源效率。而有關成本資料的蒐集與分析，則於第五章電動大客車內外部成本分析章節探討。以下則針對前述兩大類指標進行說明。

車輛妥善情形類別之調查指標，可進一步再分為故障異常事件次數以及妥善率指標。其中故障異常事件次數，本研究將蒐集各路線車輛營運中故障維修紀錄，紀錄之內容應包括：故障日期、車號、原因及嚴重程度(影響營運與否)，目的係用故障件數作為計算車輛妥善率之資料，並透過故障事件紀錄判斷目前電動大客車故障類別。

描述車輛妥善情形的另一量化指標係妥善率百分比，用以表示車輛正常運作之比例，本研究妥善率計算公式為：

$$\text{妥善率}(\%)=\frac{\text{正常營運總車日數(車日)}}{\text{應營運營運總車日數(車日)}}$$

參考國內外相關研究，對於車輛妥善率計算方式眾多，可以正常行駛之里程與總應行駛里程對應關係表示，或以正常發車班次與核定發車班次之關係計算，而本研究採取的是以一段期間內正常營運的車日總數佔實際應營運的車日總數比例來表示。選擇以營運車日數作為計算妥善率之原因，乃因本研究有關車輛故障資料主要來自各客運業者之維修紀錄，經本研究實際洽訪各業者，各家所使用紀錄資料之格式不一，僅少數業者有詳細記

錄電動大客車故障期間影響之班次、里程，然而大部分業者僅記錄故障之時間(日期)、故障因素，並無修復時間或影響營運班次之紀錄，若欲以里程或班次計算在目前實務上將無法執行。

選擇以營運車日數作為計算基礎的特性是，會呈現較保守的妥善率數據。舉例而言，假設某路線有 10 輛營運車輛，若有車輛發生故障事件，處理過程中影響了 3 個班次，該路線當日核定之班次數應為 100 班，若以班次計算妥善率，以正常班次 97 班除以核定班次 100 班則妥善率為 97%。若以本研究所使用營運車日數之計算方式，則該車輛視為當日無正常營運，因此正常營運車日數為 9 車日，分母係應營運車日數為 10 車日，計算得妥善率為 90%。因此本研究所使用之妥善率計算方式除了因為受限於現實資料取得限制外，也將呈現較為保守(略低於實際情況)的數據。

妥善情形類之指標內容與計算所需資料如下表所示。

表 3-1 車輛妥善情形指標

分類	指標	指標定義	所需資料內容
車輛妥善情形	故障異常事件次數	用以分析故障類別，並作為妥善率分析資料來源	● 故障日期 ● 故障車號 ● 故障原因 ● 影響營運與否
	妥善率	用以表示車輛正常運作之比例，妥善率計算公式為： ● 妥善率=$\frac{\text{正常營運總車日數(車日)}}{\text{應營運營運總車日數(車日)}}$ ● 單位為%	● 核定出車班次、營運計畫 ● 故障異常清單 ● 各路線配車數

在車輛能源效率部分，使用者普遍在意的議題乃是車輛運行的續航里程，亦即車輛從滿電至耗盡可行駛之最大距離，然而在實際營運上，鮮少出現將電力耗盡之狀況，因此在實務上，續航里程資料通常缺乏實際數據來分析。考量此情況，本研究將改以蒐集各路線耗電與行駛里程之關係，分析車輛用電效率，透過蒐集各路線行駛之里程以及耗電度數資料來計算，計算方式為：

$$\text{用電效率(KM/KWH)}=\frac{\text{行駛里程(KM)}}{\text{消耗電力(KWH)}}$$

而續航里程部分，則以推估方式，係以各車輛所裝配的電池容量(KWH)乘上前數計算得知用電效率(KM/KWH)，用以計算車輛在電池滿電至耗盡情況下可行駛之里程。能源效率類指標及計算方式彙整如下表。

表 3-2 車輛能源效率指標

分類	指標	指標定義	所需資料內容
車輛能源效率	用電效率	用以分析車輛使用電力之效率，計算公式為： ● 用電效率 $=\frac{\text{行駛里程(KM)}}{\text{消耗電力(KWH)}}$ ● 單位為 KM/KWH	● 各路線每車每月行駛里程 ● 各路線每車每月消耗電力
	續航里程	用以分析車輛由滿電行駛至無電之行駛里程，由於車輛正常營運過程中並無行駛至完全沒電狀態，故本指標係由用電效率及電池容量推估，計算公式為： ● 續航里程(km)= 用電效率(km/kWh) x 電池容量(kWh)	● 各路線車輛用電效率 ● 各車輛型式電池容量規格

3.2 調查對象與方式

本研究預計調查之對象，係針對目前營運中之受交通部、經濟部、環保署以及地方政府所補助電動大客車路線，包括金門觀光公車路線、新竹市世博接駁車、新竹市公車 55,57 路、竹塹小巴接駁路線、新竹市公車 81 路、新竹縣高鐵快捷 7 號、高雄國道 10 號旗美快捷公車、高雄建功幹線、桃園縣捷運綠線先導公車(GR)、桃園市公車 1 路、桃園市公車 151,152,105 路、桃園縣府火車站接駁車、中壢平鎮市民免費公車、臺中市市公車 55 路、臺中市公車 12 路、屏東縣大鵬灣環灣公車、苗栗縣苑裡至大甲公車等。而調查方式依照資料取得形式，主要為駕駛行車日誌、資料調查等。以下將針對本研究之調查與分析方法，以及調查路線基本資料進行說明。

3.2.1 調查與分析方法

本研究調查方式依照指標類別與特性，有行車日誌及資料調查 2 種來源。以下分別敘述各調查方式執行方式：

1.行車日誌：

目的係記錄車輛能源使用效率資料，包括車輛運行里程、耗電記錄、故障狀況等。本研究原始構想係製作統一紀錄表格請各路線駕駛協助填寫(行車日誌表格範例如附件 2)，然而經過本研究與各業者實際接觸後瞭解，業者為配合各地主管機關要求或相關補助計畫要求，本身已有製作相關紀錄表格，因此業者反應，配合本研究增加填表將加重駕駛負擔。

爰此，本研究決議以沿用各業者既有紀錄表單方式進行調查，若業者既有表單無本研究需求之欄位，則協調業者於既有表格擴增修正。承上所述，本研究要求行車日誌欄位須包括：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)。

下表為本研究檢視各客運業者既有行車記錄表，並依照本研究所需資料進行調整之狀況。

表 3-3 客運業者行車日誌修訂情形

業者	既有表格紀錄內容	增補欄位
金門車船處	車號、里程、用電%、故障日期、故障原因	無
新竹客運	車號、里程、用電%、故障日期、故障原因、載客數	無
高雄客運	車號、里程、用電%、故障日期、故障原因、載客數	無
桃園客運	車號、故障日期、故障原因	里程、用電%
長榮儲運	車號、故障日期、故障原因	里程、用電%
科技之星	車號、里程、用電%、故障日期、故障原因	無
豐原客運	車號、故障日期、故障原因	里程、用電%
屏東客運	車號、里程、用電%、故障日期、故障原因	無
南臺灣客運	車號、里程、故障日期、故障原因	用電%

2.資料調查：

主要目的係蒐集車輛故障事件以及內外部影響特性兩大類資料。在車輛故障事件部分，本研究請業者提供之維修記錄資料包括：故障日期、故障車號、故障原因等。資料來源主要由客運公司、車輛廠商提供維修紀錄，並與行車日誌上標註故障次數進行交叉檢核。

此外，本研究將蒐集潛在影響電動大客車績效之內外部因子，據以釐清影響電動大客車妥善率與能源效率之變數。因此本研究亦透過資料調查蒐集影響特性資料，主要調查內容包括：路線基本資料(班次、里程、平均站距、行駛路線)、各路線每月氣溫、各路線車輛規格等。資料來源為客運公司網站、各縣市公車動態資訊、車輛製造廠商、中央氣象局等，詳細說明如下表 3-4 所示。

表 3-4 內外部影響特性

分類	影響因子	目的	資料內容
外部影響特性	路線特性	用以分析影響車輛妥善率及能源效率之路線特性，包含：里程、停靠頻率、行駛高快速道路與否等	● 路線單趟里程 ● 路線平均站距 ● 有無行駛平面/高速公路
	室外溫度	用以分析氣溫對車輛妥善率、能源效率之影響程度	● 當月平均氣溫
內部影響特性	車輛型式	用以分析不同廠牌、甲乙類車型在妥善率、能源效率之差異	● 車輛廠牌 ● 車輛規格 ● 車輛型式

本研究為了比較電動大客車與柴油、油電混合大客車之績效差異，本研究亦透過訪談，取得首都客運油電混合大客車妥善率及能源效率資料。並由新竹客運取得 2013 年度柴油大客車妥善率資料。

在資料分析內容部分，將分析妥善情形以及能源使用效率敘述性統計結果，以及前述各種影響特性因素對妥善情形以及能源使用效率兩大類指標的影響分析。以下簡述本研究分析內容。

1.車輛妥善情形分析部分

敘述性統計部分包括各路線妥善率之平均數、標準差以及變異係數，並呈現各月份變化情形。影響因素分析部分包括分析各路線妥善率與氣溫之相關性、不同車型對妥善率之影響分析、路線特性對妥善率之影響分析、故障事件分類分析。

2.車輛能源使用效率分析部分

敘述性統計部分包括各路線用電效率之平均數、標準差以及變異係數並呈現各月份變化情形。影響因素分析部分包括分析各路線用電效率與氣溫之相關性、不同車型對用電效率之影響分析、路線特性對用電效率之影響分析、車輛續航里程分析等。

分析結果將於第 3.3 節車輛營運妥善率分析、第 3.4 節車輛營運用電效率分析以及第 3.5 節與柴油及油電混合大客車績效比較詳細說明。

3.2.2 調查路線基本資料

依照前節所述，本研究將分析各種不同影響特性對車輛妥善率以及用電效率之影響情形，有關各廠牌車輛之規格，已彙整於第二章 2.3 節，因此本節將針對各營運路線之路線特性以及使用車型進行彙整。以下便針對本研究調查範圍內之路線逐一說明。

1.金門縣：觀光公車

營運業者：金門車船處

配車數：甲類 x2

是否與柴油車混合調度：是

車輛廠牌：立凱

表 3-5 金門縣觀光公車基本資料表

路線名稱	起訖	路線長度(km)	電動大客車行駛班次數(班/日)	停靠站數站
A 線	水頭-翟山	15	1	14
B 線	古寧頭戰場線	20	1	16

2.桃園縣：航空城捷運先導公車(GR)

營運業者：桃園客運(6 輛)、長榮儲運(4 輛)

配車數：甲類 x10

車輛廠牌：立凱

表 3-6 航空城捷運先導公車(GR)基本資料表

路線名稱	起訖	路線長度(km)	電動大客車行駛班次數(班/日)	停靠站數站
GR	桃園總站-捷運坑口站	17	80	25

3.桃園縣：桃園-中壢市公車路汰舊換新(1 路)

營運業者：桃園客運

配車數：甲類 x6

是否與柴油車混合調度：是

車輛廠牌：唐榮

表 3-7 桃園-中壢市公車路汰舊換新(1 路)基本資料表

路線名稱	起訖	路線長度(KM)	電動大客車行駛班次數(班/日)	停靠站數站
1 路	中壢-桃園	24.6	40	43

4.桃園縣：市區公車汰舊換新

營運業者：桃園客運

配車數：甲類 x6

是否與柴油車混合調度：是

車輛廠牌：立凱

表 3-8 桃園市區公車汰舊換新電動大客車路線基本資料表

路線名稱	起訖	路線長度(KM)	電動大客車行駛班次數(班/日)	停靠站數站
151	桃園-同安街	9	-	32
152	桃園-同安街	9.1	-	32
105	桃園大有路	10.4	-	41

5.桃園縣：中壢市民免費公車

營運業者：桃園客運

配車數：乙類 x11

是否與柴油車混合調度：否

車輛廠牌：華德

表 3-9 中壢市民免費公車電動大客車路線基本資料表

路線名稱	起訖	路線長度(km)	電動大客車行駛班次數(班/日)		停靠站
			平日	假日	
外環紅線	中壢公所-中壢公所	18.5	13	9	40
外環藍線	中壢公所-中壢公所	18.5	13	9	40
內壢龍岡綠線	內壢龍岡	26.0	10	7	40
內壢龍岡棕線	內壢龍岡	26.0	10	7	40
大崙橘線	中壢-大崙	27.0	6	5	64
大崙紫線	中壢-大崙	27.0	6	5	64
內環黃線	中壢公所-中壢公所	8.0	23	13	20
內定青埔甲線	內定-青埔	27.5	5	2	40
內定青埔乙線	內定-青埔	27.5	5	2	40

6.桃園縣：平鎮免費公車

營運業者：桃園客運

配車數：乙類 x7

是否與柴油車混合調度：否

車輛廠牌：華德

表 3-10 平鎮免費公車電動大客車路線基本資料表

路線名稱	起訖	路線長度(KM)	電動大客車行駛班次數(班/日)		停靠站數
			平日	假日	
東勢紅線	平鎮公所-平鎮公所	34.1	5	4	17
東勢藍線	平鎮公所-平鎮公所	34.1	5	4	17
山子頂紅線	平鎮公所-平鎮公所	27.5	5	4	15
山子頂藍線	平鎮公所-平鎮公所	27.5	5	4	15
平南紅線	平鎮公所-平鎮公所	32.2	5	4	17
平南藍線	平鎮公所-平鎮公所	32.2	5	4	17
高連紅線	平鎮公所-平鎮公所	29.5	8	6	16
高連藍線	平鎮公所-平鎮公所	29.5	8	6	16

7.桃園縣：縣府火車站示範計畫

營運業者：桃園客運

配車數：甲類 x3

是否與柴油車混合調度：否

車輛廠牌：唐榮

表 3-11 桃園縣縣府火車站示範計畫路線基本資料表

路線名稱	**起訖**	**路線長度(KM)**	**電動大客車行駛班次數(班/日)**	**停靠站數**
縣府火車站示範計畫	縣政府-火車站	3.6	120	6

8.新竹縣市：低地板雙位元公車

營運業者：新竹客運

配車數：甲類 x6

是否與柴油車混合調度：否

車輛廠牌：華德

表 3-12 新竹縣市低地板雙位元公車路線基本資料表

路線名稱	起訖	路線長度(KM)	電動大客車行駛班次數(班/日)	停靠站數
55 路	南寮-竹科	18.45	平日 10/假日 3	39
55 路	南寮-竹科 (經荷蘭村)	20.35	4	39
55 路(區)	南寮-新莊車站	14.65	8	29
57 路	城隍廟-竹科	25.80	平日 10/假日 6	58
57 路(區)	城隍廟-新莊車站	18.0	9	48

9.新竹縣市：世博臺灣館觀光接駁車

營運業者：新竹客運

配車數：甲類 x7

是否與柴油車混合調度：否

車輛廠牌：立凱

表 3-13 新竹縣市世博臺灣館觀光接駁車路線基本資料表

路線名稱	起訖	路線長度 (KM)	電動大客車行駛班次數(班/日)	停靠站數
世博 1 號	世博館-世博館 (先經北大路)	10.4	平日 9/假日 11	24
世博 1 號	世博館-世博館 (先經中華路)	10.4	平日 9/假日 11	24
世博 2 號	馬偕醫院-經國橋下	2.9	平日 19/假日 20	9
世博 2 號 (區)	馬偕醫院-靈安宮	2.8	平日 2/假日 4	6
世博 3 號	後火車站-後火車站	18.0	21	43
世博 5 號	聖公宮-世博館	11.7	24	24

10.新竹縣市：竹塹小巴接駁車

營運業者：新竹客運

配車數：乙類 x11

是否與柴油車混合調度：否

車輛廠牌：立凱

表 3-14 竹塹小巴接駁車路線基本資料表

路線名稱	起訖	路線長度(KM)	電動大客車行駛班次數(班/日)	停靠站數
70 路	新莊-金山線	7.8	8	26
71 路	後站-財神廟線	6.5	18	17
72 路	大潤發 2 站-富群線	9.2	平日 18/假日 16	24
73 路	大潤發 2 站-花園新城線	7.1	16	23
75 路	北區區公所-金竹線	7.1	6	21
76 路	北區區公所-前溪線(經經國路)	12.3	4	25
77 路	香山區公所-中華大學線(先經香村路)	18.9	5	38
77 路	香山區公所-中華大學線(先經東香路)	18.9	5	37
78 路	香山區公所-樹下浸水線	7.3	7	18
79 路	香山區公所-南隘線	31	4	48
80 路	香山區公所-南港線	9.95	6	21

11.新竹縣市：快捷 7 號公車

營運業者：科技之星

配車數：甲類 x2；乙類 x1

是否與柴油車混合調度：否

車輛廠牌：華德

表 3-15 新竹市快捷 7 號公車路線基本資料表

路線名稱	起訖	路線長度(KM)	電動大客車行駛班次數(班/日)	停靠站數
快捷七號	竹北市公所-高鐵新竹站	17.5	52	11

12.新竹縣市：市區公車 81 路

營運業者：科技之星

配車數：乙類 x2

是否與柴油車混合調度：否

車輛廠牌：華德

表 3-16 新竹市市區公車 81 路公車路線基本資料表

路線名稱	起訖	路線長度(KM)	電動大客車行駛班次數(班/日)	停靠站數
市公車 81 路	新莊車站-科學園區	16.25	平日：22 假日 20	46

13.臺中市：市公車 55 路汰舊換新

營運業者：豐原客運

配車數：甲類 x7

是否與柴油車混合調度：是

車輛廠牌：唐榮

表 3-17 臺中市市公車 55 路汰舊換新路線基本資料表

路線名稱	起訖	路線長度(KM)	電動大客車行駛班次數(班/日)	停靠站數
55 路	臺中-豐原	17	54	49

14.臺中市：市公車 12 路汰舊換新

營運業者：豐原客運

配車數：甲類 x3

是否與柴油車混合調度：是

車輛廠牌：唐榮

表 3-18 臺中市市公車 12 路汰舊換新路線基本資料表

路線名稱	起訖	路線長度 (KM)	電動大客車行駛班次數(班/日)	停靠站數
12 路	明德高中-豐原高中	23	50	49

15.高雄市：國道 10 號旗美快捷公車

營運業者：高雄客運

配車數：甲類 x11

是否與柴油車混合調度：否

車輛廠牌：華德

表 3-19 旗美快捷公車路線基本資料表

路線名稱	起訖	路線長度 (KM)	電動大客車行駛班次數 (班/日)	停靠站數
國道 10 號快捷公車	高鐵左營站-旗山轉運站	37.8 (國道 32)	80	3

16.高雄市：建功幹線

營運業者：南臺灣客運

配車數：甲類 x9

是否與柴油車混合調度：否

車輛廠牌：華德

表 3-20 建功幹線基本資料表

路線名稱	起訖	路線長度 (KM)	電動大客車行駛班次數 (班/日)	停靠站數
建功幹線	忠誠路口 -- 高雄火車站	24.4	60	27

17.屏東縣：大鵬灣環灣巴士

營運業者：屏東客運

配車數：乙類 x2

是否與柴油車混合調度：否

車輛廠牌：華德

表 3-21 大鵬灣環灣巴士路線基本資料表

路線名稱	起訖	路線長度 (KM)	電動大客車行駛班次數 (班/日)	停靠站數
環灣公車	東港碼頭-林邊車站	17.3	16	11

18.苗栗縣：苑裡-大甲市區公車汰舊換新

營運業者：苗栗客運

是否與柴油車混合調度：否

車輛廠牌：馨盛

表 3-22 苗栗縣苑裡-大甲路線基本資料表

路線名稱	起訖	路線長度 (KM)	電動大客車行駛班次數 (班/日)	停靠站數
181 路	苑裡-大甲	18.5	8	40

3.3 車輛營運妥善率分析

本節將說明妥善率分析成果，包括隨時間妥善率變化、氣溫對妥善率影響、不同車型妥善率差異、路線特性影響以及故障事件的判別。

3.3.1 隨時間妥善率變化分析

本研究共計取得 18 條路線故障異常資料，總計取得 2,909 筆的故障異常資料。在資料區間部分，起始時間依照各路線的開始營運或是啟動紀錄的時間點 (最早為新竹市公車 55、57 由 2012 年 1 月開始)，各路線統計皆截至 2014 年 8 月，共蒐集 32 個月妥善率資料，各路線資料長度則下表所示。依照前述妥善率計算公式，各路線各月平均妥善率彙整如下表。

表 3-23 電動大客車各路線異常次數與妥善率一覽表

路線	車型	配車數（輛）	資料起始年月	資料長度(月)	異常件數(次)	月平均妥善率	標準差	變異係數
金門觀光公車	立凱甲	2	2012.12	21	21	98.44%	0.02	2.46%
新竹市 55、57	華德甲	6	2012.1	32	703	88.00%	0.18	20.89%
新竹世博接駁	立凱甲	7	2013.2	19	480	88.13%	0.12	13.22%
竹塹小巴	立凱乙	11	2013.4	17	434	92.38%	0.07	7.19%
新竹市 81	華德乙	2	2013.12	9	174	68.98%	0.38	54.65%
新竹縣 7(甲)	華德甲	2	2013.12	9	109	80.35%	0.27	33.61%
新竹縣 7(乙)	華德乙	1	2013.12	9	83	70.42%	0.40	57.27%
高雄國道 10	華德甲	11	2013.9	12	71	96.74%	0.03	3.37%
南臺灣建功幹線	華德甲	9	2014.4	5	267	80.60%	0.09	10.85%
桃客 GR	立凱甲	6	2013.11	10	103	94.31%	0.08	8.76%
桃園市 151、152、105	立凱甲	6	2013.8	13	132	93.70%	0.10	10.52%
桃園市 1	唐榮甲	6	2014.3	6	27	97.54%	0.03	3.56%
桃園縣府火車站	唐榮甲	3	2014.3	6	11	97.97%	0.04	4.08%
桃園中平免	華德乙	18	2014.7	2	8	99.28%	0.01	0.77%
長榮 GR	立凱甲	4	2013.11	10	123	89.84%	0.04	3.95%
豐客市 55	唐榮甲	7	2013.12	9	19	99.01%	0.01	0.94%
豐客市 12	唐榮甲	3	2013.12	9	8	99.03%	0.01	1.38%
大鵬灣接駁	華德乙	2	2014.3	6	136	62.86%	0.49	77.71%
苑裡至大甲	馨盛甲	3	2014.6	3	0	100.00%	0.00	0.00%
合計	-	109	-	32	2,909	91.25%	0.17	18.28%

由上表可得知，目前電動大客車整體妥善率平均為 91.25%，各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變異係數為 18.28%，顯示主要問題乃是妥善率不穩定，造成營運上的不便。

進一步分析各路線妥善率隨時間變化情形，考量不同年份上路運行車輛在系統設計上有所差異，因此以 2012、2013、2014 三個年度來區分。首先 2012 年上路的金門觀光公車以及新竹市 55,57 路線，由下圖可發現，新竹市 55,57 路線營運初期妥善率偏低，主要原因係遇到剛上路電池平衡問題。因電池組各電池芯彼此存在電壓差，無法順利充放電，經過一段時間調校之後方趨穩定，2013 年 8 月份期間又遭遇電池平衡問題，無法有效充電導致影響營運，隨後又漸趨穩定。而金門觀光公車因為道路環境較單純且使用頻次不若其他路線頻繁，營運自始至終妥善率皆屬穩定，且 21 起故障事件中有 11 起是屬於非電動大客車特有的故障，即一般電器設備及機械類之故障。

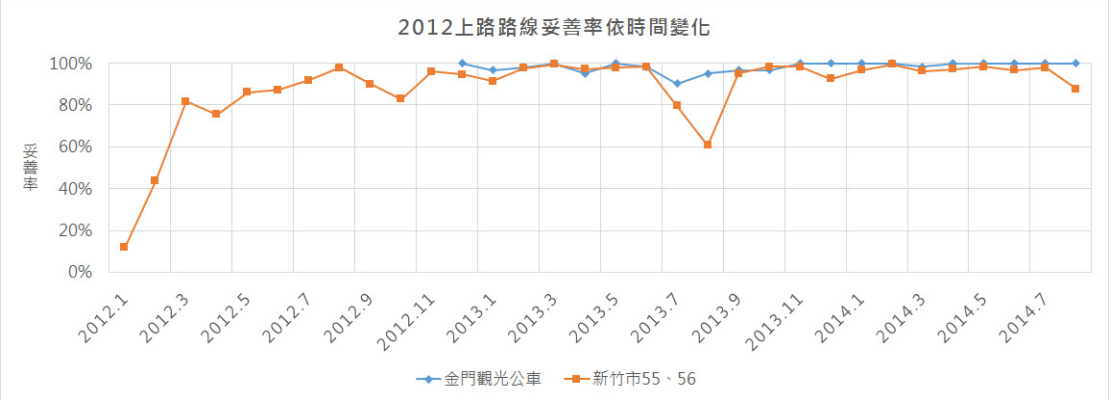


圖 3-1 2012 年上路電動大客車路線各月份妥善率

2013 年則共有 11 條路線上路營運，其中新竹世博館接駁車，在 2013 年 8、9 月期間，遭遇電池平衡問題，電池組中部分電芯衰退，產生電壓差，無法順利充電，大幅影響營運；新竹竹塹小巴路線採用乙類電動大客車，此乃第一條採用中型巴士的路線，由於缺乏充分的測試期間，車輛營運初期包含電池電壓異常、自動門故障、車身傾斜、空壓機漏油等各種異常事件頻傳，經過兩個月的調校後方趨穩定；桃園客運與長榮客運聯營之捷運先導公車(GR)以及桃園客運市公車 151,152,105 線，在 2014 年 6 月份時因為電池平衡問題，無法有效充電，電池交換之供應不及，導致影響營運；科技之星之高鐵快捷 7 號、市公車 81 路，在 7、8 月份時遇到電池衰退，常遇到行駛中低電壓狀況，而車廠後勤維修能量無法支應，因此嚴重影響營運。豐原客運 55 路及 12 路上路至今妥善率穩定。

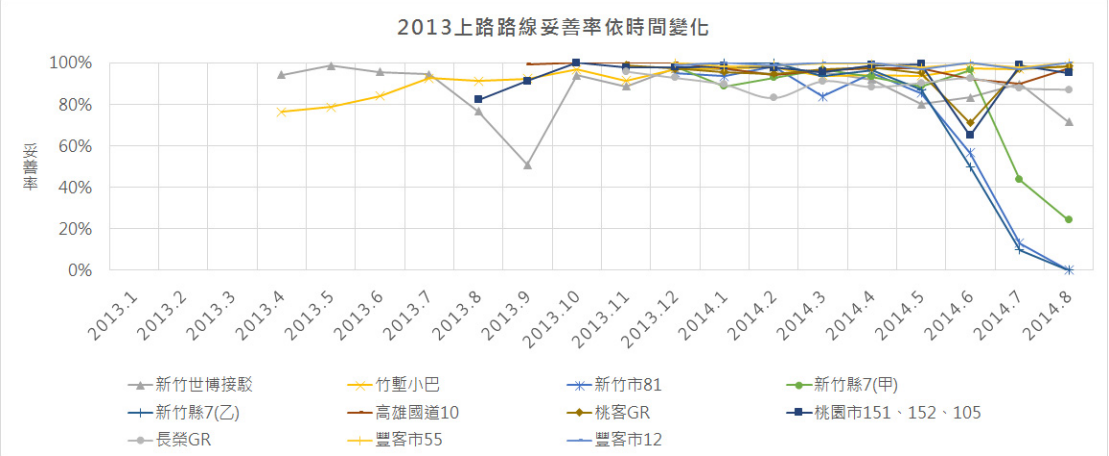


圖 3-2 2013 年上路電動大客車路線各月份妥善率

2014 年上路路線有 6 條，桃園市公車 1 路與縣府火車站接駁車營運大致穩定。南臺灣客運建功幹線營運自營運起始便因為電池平衡問題，妥善率不佳，而製造廠商同一時間面對新竹也發生電池平衡問題，後勤人力供應不及，導致妥善率一直未能穩定。而 6 月份時，桃園中壢平鎮的免費公車考量過去電池平衡問題頻傳，首次裝設電池管理系統(BMS)於電池內，然而因為測試期間尚未完整，甫一上路便發生電路短路，發生冒煙事件，也因此，屏東客運用在大鵬灣路線之同款車型，也於 6 月份一併召回檢修，因此 6、7 兩個月妥善率計算上為 0。

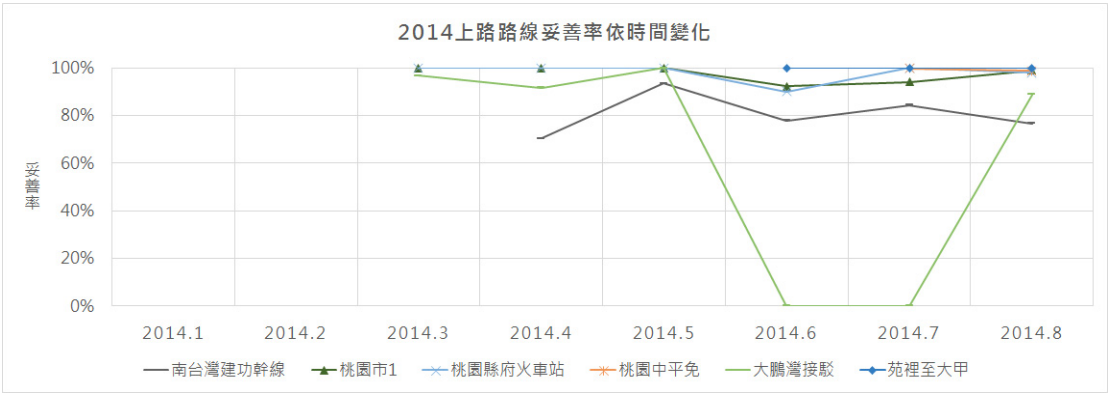


圖 3-3 2014 年上路電動大客車路線各月份妥善率

各路線各月份妥善率變化則彙整如圖 3-4。

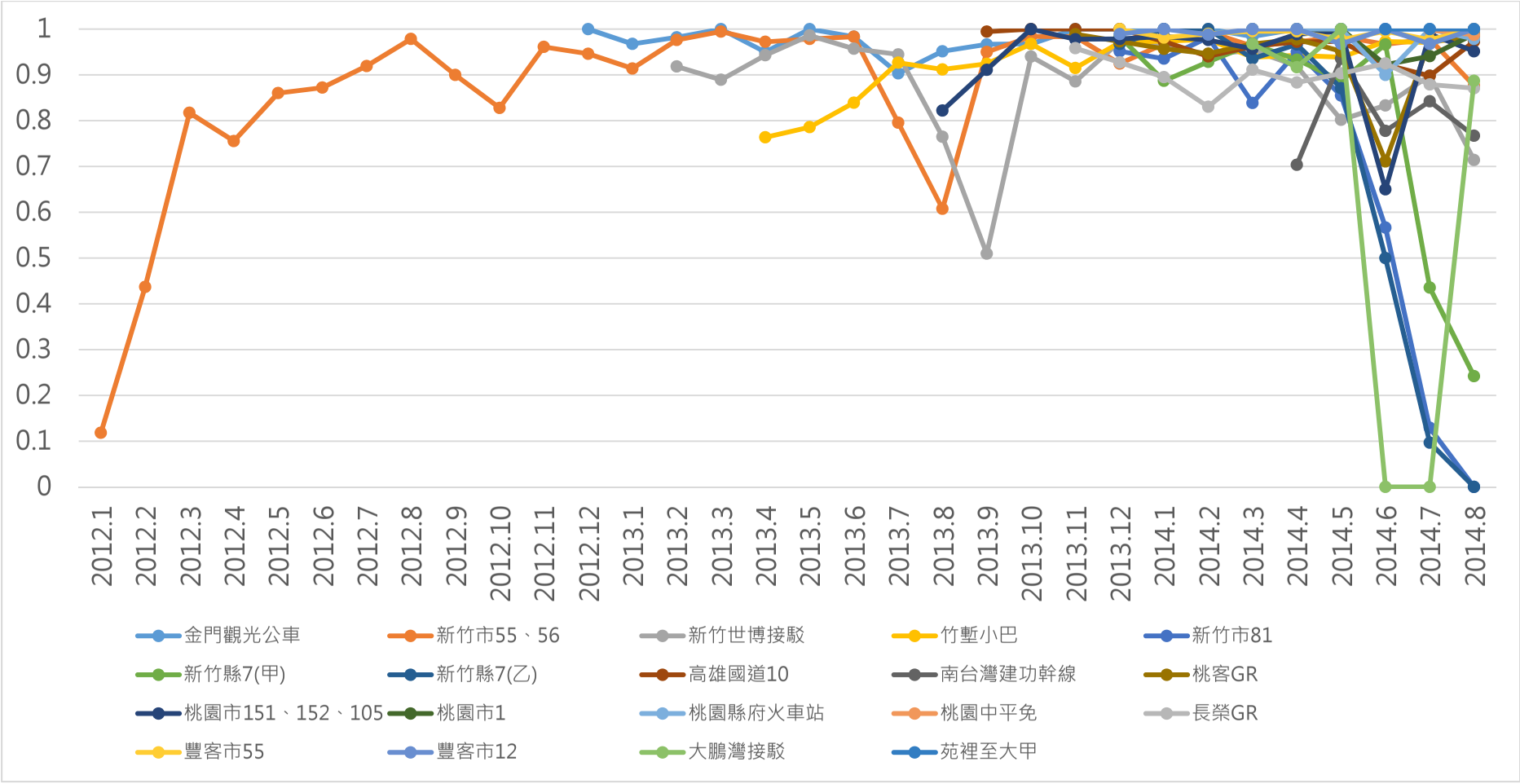


圖 3-4 各路線各月份妥善率

然而，本研究進一步分析整體妥善率每個年度的變化，發現 2012 年整體妥善率為 78.67%、2013 年為 92.06%、2014 年為 92.21%。顯示在 2012 到 2013 年間，隨著營運經驗漸增，車廠陸續針對異常因素改善系統，妥善率有顯著提昇，而 2013 至 2014 年初，妥善率亦為微幅成長趨勢，至 6、7 月因為新竹、高雄兩處同時發生電池平衡問題，車廠後勤人力接應不暇，導致妥善率下降。然而整體而言，隨著營運經驗累積，車輛廠商技術演進，妥善率有逐漸改善之趨勢，對於電動大客車的未來發展具有正面之意義。

表 3-24 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
2012	475	78.67%	0.24	30.94%
2013	867	92.06%	0.05	5.17%
2014	1,567	92.21%	0.04	4.10%
合計	2,909	91.25%	0.17	18.28%

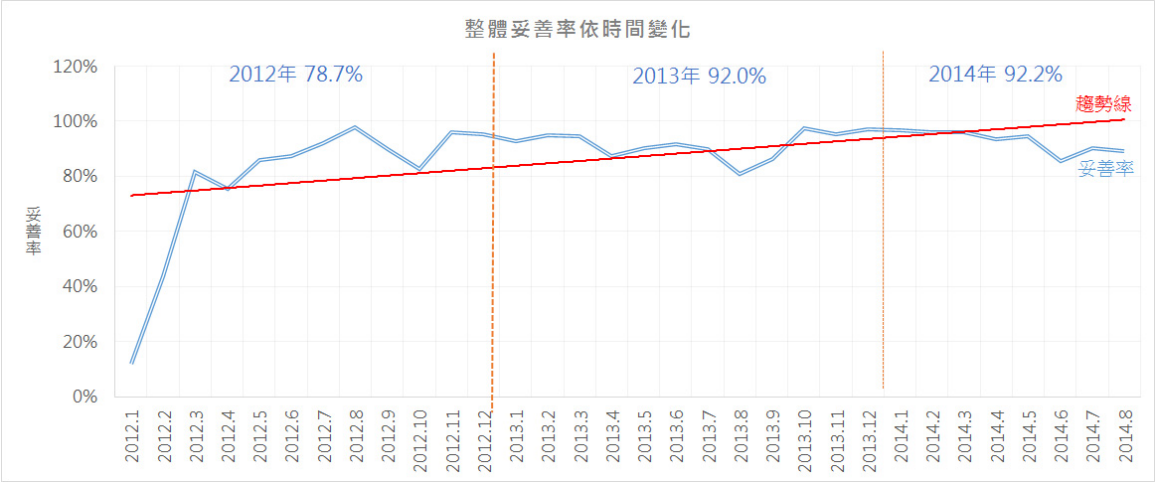


圖 3-5 電動大客車整體妥善率趨勢

3.3.2 各車型妥善率比較分析

在各車型妥善率比較部分，本研究比較不同廠牌車型平均妥善率是否存在差異，先依據廠牌再根據甲、乙類大客車車型區分，共分為 6 群，下表為 6 群組的平均用電效率。

表 3-25 各車型平均妥善率

廠牌/車型	樣本個數	平均數	標準差	平均數的 95% 信賴區間		最小值	最大值
				下界	上界		
立凱甲類	73	0.93	0.09	0.91	0.95	0.51	1.00
立凱乙類	17	0.92	0.07	0.89	0.96	0.76	0.99
華德甲類	58	0.88	0.18	0.83	0.93	0.12	1.00
華德乙類	26	0.70	0.39	0.55	0.86	0.00	1.00
唐榮甲類	30	0.99	0.02	0.98	0.99	0.90	1.00
馨盛甲類	3	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
總和	207	0.90	0.19	0.87	0.92	0.00	1.00

接著以單一因子 ANOVA 檢定比較各組平均妥善率是否存在顯著差異。檢定結果顯示，F 值為 8.569，p=0<0.05。顯示在 95%信心水準下，不同車輛型式的妥善率存在顯著差異。

表 3-26 各車型妥善率差異檢定

	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
組間	1.350	5	0.270	8.569	0.000
組內	6.332	201	0.032		
總和	7.682	206			

3.3.3 氣溫影響妥善率分析

為瞭解環境溫度對於電動大客車的妥善率影響，本研究蒐集各營運路線所在地氣象站統計各月份之平均氣溫(表 3-27)，分析氣溫與妥善率的相關性，並依照相關係數分為高中低(低度相關：相關係數<0.4、中度相關：0.4≦相關係數<0.7、高度相關：0.7≦相關係數<1)。分析結果顯示，低度相關的共有 10 條路線，其中正相關 2 條、負相關 8 條；中度相關的有 5 條，皆為負相關；高度相關 3 條，1 條為正相關、2 調為負相關。顯示氣溫普遍對妥善率沒有太高度的關係，與客運業者認知產生落差，推測原因可能係夏季車輛較耗電，將續航里程較短情形歸類為車況不佳。

表 3-27 各地區各月份氣溫變化

單位：攝氏˚C

地區		金門	桃園	新竹	臺中	高雄	屏東
氣象站		金門氣象站	新屋氣象站	新竹氣象站	臺中氣象站	高雄氣象站	恆春氣象站
月份	2012.1	12.1	15.8	15.3	16.6	19.3	21
	2012.2	11.8	16.2	14.9	16.7	20	21.3
	2012.3	15.1	18.4	17.4	19.7	23.6	23.9
	2012.4	20.1	22.9	23.3	24.6	26.6	25.8
	2012.5	23.6	25.8	25.8	26.9	28	27.4
	2012.6	26.4	27.7	27.8	27.8	28.5	28.2
	2012.7	29	30.2	29.7	29.1	29.5	28.6
	2012.8	29.1	28.9	28.6	28	28.1	28
	2012.9	27.1	26.9	26.8	27.6	28.7	28.1
	2012.10	23.5	23.8	23.9	24.9	26.6	26
	2012.11	19.8	21.1	21	22.3	24.9	24.5
	2012.12	15.2	17.7	17.3	18.4	21.1	22.2
	2013.1	13.4	16.5	15.8	16.9	19.7	21.4
	2013.2	14.7	18.6	17.3	19.4	22.3	23.5
	2013.3	16.3	19.7	19.2	21	23.9	24.3
	2013.4	18.3	21	20.9	22.2	25.1	25
	2013.5	23.4	25.8	26	26.4	27.6	27.1
	2013.6	26.7	29	28.9	28.8	29.8	29.1
	2013.7	27.9	28.8	28.9	28.1	29.7	28.6
	2013.8	27.7	28.8	28.9	28.2	29	28.2
	2013.9	26.9	27.2	27.7	27.8	28.6	28
	2013.10	24.1	24.3	24.2	24.9	26.6	26.2
	2013.11	19.8	20.7	21	22.1	24.3	24.2
	2013.12	14.4	16.2	16.1	17.1	19.9	21.1
	2014.1	13.7	15.5	15.6	16.4	19.5	20.5
	2014.2	12.8	15.2	15.4	17	20.3	21.2
	2014.3	15.3	17.4	18	19.8	22.6	22.4
	2014.4	19.3	21.5	22.3	24.1	25.9	25.2
	2014.5	22.2	24.4	25.3	25.8	27.8	27.8
	2014.6	26.5	27.5	28.3	28.6	29.2	28.8
	2014.7	29.8	29.8	30.4	30.1	30.3	29.9
	2014.8	28.9	29.3	29.9	28.9	29.1	28.7

表 3-28 各路線妥善率與氣溫相關性分析

路線	廠牌	配車數	資料長度（月）	變數	2012												2013												2014								相關係數	正/負相關	相關程度
					1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月			
金門觀光公車	立凱甲類	2	21	妥善率												1.00	0.97	0.98	1.00	0.95	1.00	0.98	0.90	0.95	0.97	0.97	1.00	1.00	1.00	1.00	0.98	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-0.29	負	低
				當月溫度												15.20	13.40	14.70	16.30	18.30	23.40	26.70	27.90	27.70	26.90	24.10	19.80	14.40	13.70	12.80	15.30	19.30	22.20	26.50	29.80	28.90			
新竹市55、56	華德甲類	6	32	妥善率	0.12	0.44	0.82	0.76	0.86	0.87	0.92	0.98	0.90	0.83	0.96	0.95	0.91	0.98	0.99	0.97	0.98	0.98	0.80	0.61	0.95	0.98	0.98	0.92	0.97	0.99	0.96	0.97	0.98	0.97	0.98	0.88	0.22	正	低
				當月溫度	15.30	14.90	17.40	23.30	25.80	27.80	29.70	28.60	26.80	23.90	21.00	17.30	15.80	17.30	19.20	20.90	26.00	28.90	28.90	28.90	27.70	24.20	21.00	16.10	15.60	15.40	18.00	22.30	25.30	28.30	30.40	29.90			
新竹世博接駁	立凱甲類	7	19	妥善率														0.92	0.89	0.94	0.99	0.96	0.94	0.76	0.51	0.94	0.89	0.97	0.97	0.94	0.95	0.92	0.80	0.83	0.90	0.71	-0.47	負	中
				當月溫度														17.30	19.20	20.90	26.00	28.90	28.90	28.90	27.70	24.20	21.00	16.10	15.60	15.40	18.00	22.30	25.30	28.30	30.40	29.90			
竹塹小巴	立凱乙類	11	17	妥善率																0.76	0.79	0.84	0.93	0.91	0.92	0.97	0.92	0.97	0.97	0.98	0.94	0.94	0.94	0.97	0.97	0.99	-0.12	負	低
				當月溫度																20.90	26.00	28.90	28.90	28.90	27.70	24.20	21.00	16.10	15.60	15.40	18.00	22.30	25.30	28.30	30.40	29.90			
新竹市81	華德乙類	2	9	妥善率																								0.95	0.94	0.98	0.84	0.95	0.85	0.57	0.13	0.00	-0.84	負	高
				當月溫度																								16.10	15.60	15.40	18.00	22.30	25.30	28.30	30.40	29.90			
新竹縣7(甲)	華德甲類	2	9	妥善率																								0.98	0.89	0.93	0.97	0.93	0.89	0.97	0.44	0.24	-0.68	負	中
				當月溫度																								16.10	15.60	15.40	18.00	22.30	25.30	28.30	30.40	29.90			
新竹縣7(乙)	華德乙類	1	9	妥善率																								0.97	1.00	1.00	0.94	0.97	0.87	0.50	0.10	0.00	-0.87	負	高
				當月溫度																								16.10	15.60	15.40	18.00	22.30	25.30	28.30	30.40	29.90			
高雄國道10	華德甲類	11	12	妥善率																					0.99	1.00	1.00	1.00	0.97	0.94	0.96	0.97	0.97	0.92	0.90	0.97	-0.32	負	低
				當月溫度																					28.60	26.60	24.30	19.90	19.50	20.30	22.60	25.90	27.80	29.20	30.30	29.10			
南台灣建功幹線	華德甲類	9	5	妥善率																												0.70	0.94	0.78	0.84	0.77	0.33	正	低
				當月溫度																												25.90	27.80	29.20	30.30	29.10			
桃客GR	立凱甲類	6	10	妥善率																							0.99	0.97	0.96	0.95	0.97	0.98	0.95	0.71	0.97	0.98	-0.28	負	低
				當月溫度																							20.70	16.20	15.50	15.20	17.40	21.50	24.40	27.50	29.80	29.30			
桃園市151、152、105	立凱甲類	6	13	妥善率																				0.82	0.91	1.00	0.98	0.98	0.98	0.98	0.96	0.99	0.99	0.65	0.99	0.95	-0.41	負	中
				當月溫度																				28.80	27.20	24.30	20.70	16.20	15.50	15.20	17.40	21.50	24.40	27.50	29.80	29.30			
桃園市1	唐榮甲類	6	6	妥善率																											1.00	1.00	1.00	0.92	0.94	0.99	-0.62	負	中
				當月溫度																											17.40	21.50	24.40	27.50	29.80	29.30			
桃園縣府火車站	唐榮甲類	3	6	妥善率																											1.00	1.00	1.00	0.90	1.00	0.98	-0.35	負	低
				當月溫度																											17.40	21.50	24.40	27.50	29.80	29.30			
桃園中平免	華德乙類	18	2	妥善率																															1.00	0.99	1.00	正	高
				當月溫度																															29.80	29.30			
長榮GR	立凱甲類	4	10	妥善率																							0.96	0.93	0.90	0.83	0.91	0.88	0.90	0.93	0.88	0.87	0.00	負	低
				當月溫度																							20.70	16.20	15.50	15.20	17.40	21.50	24.40	27.50	29.80	29.30			
豐客市55	唐榮甲類	7	9	妥善率																								1.00	0.98	0.99	1.00	1.00	0.98	1.00	0.98	1.00	-0.13	負	低
				當月溫度																								17.10	16.40	17.00	19.80	24.10	25.80	28.60	30.10	28.90			
豐客市12	唐榮甲類	3	9	妥善率																								0.99	1.00	0.99	1.00	1.00	0.97	1.00	0.97	1.00	-0.29	負	低
				當月溫度																								17.10	16.40	17.00	19.80	24.10	25.80	28.60	30.10	28.90			
大鵬灣接駁	華德乙類	2	6	妥善率																											0.97	0.92	1.00	0.00	0.00	0.89	-0.63	負	中
				當月溫度																											22.40	25.20	27.80	28.80	29.90	28.70			
苑裡至大甲	馨盛甲類	3	3	妥善率																														1.00	1.00	1.00	N/A	N/A	N/A
				當月溫度																														28.30	30.40	29.90			

低度相關：相關係數<0.4、中度相關：0.4≦相關係數<0.7、高度相關：0.7≦相關係數<1

本研究進一步將溫度分組，比較不同溫度分群下妥善率是否存在差異。將溫度分為 23 度以下、23 至 27 度、27 度以上三個群組。由於前述車型影響妥善率之分析顯示，不同車型之妥善率存在顯著差異，因此本研究係檢定各不同車型在不同溫度群組下的妥善率差異。其中馨盛甲類車輛，目前並無不同溫度分群下的妥善率資料，故無法分析差異。各車型在不同溫度群組下的平均妥善率如下：

表 3-29 各車型不同溫度分群平均妥善率

車型	項目	個數	平均數	標準差	平均數的 95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
立凱甲	23 度以下	39	0.96	0.04	0.94	0.97	0.83	1.00
	23 至 27 度	12	0.96	0.06	0.92	0.99	0.80	1.00
	27 度以上	22	0.87	0.13	0.81	0.93	0.51	1.00
	總和	73	0.93	0.09	0.91	0.95	0.51	1.00
立凱乙	23 度以下	7	0.93	0.08	0.86	1.00	0.76	0.98
	23 至 27 度	3	0.90	0.10	0.65	1.14	0.79	0.97
	27 度以上	7	0.93	0.05	0.89	0.98	0.84	0.99
	總和	17	0.92	0.07	0.89	0.96	0.76	0.99
華德甲	23 度以下	24	0.90	0.20	0.81	0.98	0.12	1.00
	23 至 27 度	12	0.90	0.10	0.84	0.97	0.70	1.00
	27 度以上	22	0.85	0.19	0.76	0.93	0.24	0.99
	總和	58	0.88	0.18	0.83	0.93	0.12	1.00
華德乙	23 度以下	11	0.95	0.04	0.92	0.98	0.84	1.00
	23 至 27 度	3	0.88	0.03	0.80	0.96	0.85	0.92
	27 度以上	12	0.43	0.44	0.15	0.71	0.00	1.00
	總和	26	0.70	0.39	0.55	0.86	0.00	1.00
唐榮甲	23 度以下	12	1.00	0.01	0.99	1.00	0.98	1.00
	23 至 27 度	6	0.99	0.01	0.98	1.00	0.97	1.00
	27 度以上	12	0.97	0.03	0.95	0.99	0.90	1.00
	總和	30	0.99	0.02	0.98	0.99	0.90	1.00

接著依各車型檢定不同溫度分群下平均妥善率差異，結果顯示立凱甲類大客車在不同溫度下，妥善率存在顯著差異、立凱乙類無差異、華德甲類無差異、華德乙類有顯著差異，唐榮甲類無顯著差異

表 3-30 不同溫度對妥善率差異檢定

車型	項目	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
立凱甲類	組間	0.118	2	0.059	9.265	0.000
	組內	0.446	70	0.006		
	總和	0.564	72			
立凱乙類	組間	0.003	2	0.001	0.281	0.760
	組內	0.068	14	0.005		
	總和	0.071	16			
華德甲類	組間	0.036	2	0.018	0.551	0.579
	組內	1.810	55	0.033		
	總和	1.846	57			
華德乙類	組間	1.680	2	0.840	8.971	0.001
	組內	2.154	23	0.094		
	總和	3.834	25			
唐榮甲類	組間	0.003	2	0.002	3.139	0.059
	組內	0.014	27	0.001		
	總和	0.017	29			

3.3.4 路線特性影響妥善率分析

本研究亦比較路線特性對妥善率的影響，主要分析路線特性影響因子包括：行駛國道或平面、路線里程、平均站距等 3 項。以下分別說明分析結果。

在行駛國道對妥善率的影響程度部分，為了使比較基礎盡可能一致，本研究挑選同為華德甲類車型且在高雄的兩條路線,其一為行駛國道 10 號的旗美快捷公車，其二為行駛平面市區道路的建功幹線。兩條路線的平均妥善率如下表。

表 3-31 國道 10 旗美快捷與建功幹線平均妥善率

路線	車輛型式	配車數(輛)	資料長度(月)	妥善率	標準差
國道 10 號快捷	華德甲類	11	12	96.76%	0.03
建功幹線	華德甲類	9	5	80.68%	0.08

接著進行平均妥善率差異檢定，首先檢定兩者變異數是否相等，結果顯示變異數不等,故採用變異數不相等之平均數 t 檢定。檢定結果顯示 t 值為 4.013，p=0.013<0.05。表示在 95%信心水準下，行駛國道路線與平面路線的妥善率存在顯著差異。而由結果顯示，國道路線的妥善率是優於建功幹線，歸結原因是國道之行駛條件較為單純，且該路線上路前規劃長達半年的測試營運期，因此上路後發生故障件次較少。

表 3-32 國道 10 旗美快捷與建功幹線平均妥善率差異檢定

檢定變數	變異數相等檢定		變異數不相等情況下 平均數 t 檢定		
	F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性 (雙尾)
國道 10 號 vs .建功幹線 妥善率	7.093	0.018	4.013	4.470	0.013

在路線里程長度對於妥善率是否有影響部分，本研究首先將路線依照里程長度分為：10km 以下、10~15km、15~20km、20~25km、25km 以上等 5 個群組。由於前述車型影響妥善率分析顯示不同車型之妥善率存在顯著差異，因此本研究係檢定各不同車型在不同路線長度群組下的妥善率差異。其中立凱乙類、馨盛甲類車輛目前並無營運不同路線長度分群下的妥善率資料，故無法分析差異。各不同車型在不同路線長度分群下之平均妥善率如下。

表 3-33 各車型不同路線長度分組平均妥善率

車型	項目	個數	平均數	標準差	平均數的 95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
立凱甲	10km 以下	19	0.88	0.12	0.83	0.94	0.51	0.99
	10~15km	13	0.94	0.10	0.88	1.00	0.65	1.00
	15~20km	41	0.95	0.06	0.93	0.97	0.71	1.00
	總和	73	0.93	0.09	0.91	0.95	0.51	1.00
華德甲	15~20km	9	0.80	0.27	0.60	1.01	0.24	0.98
	20~25km	37	0.87	0.18	0.81	0.93	0.12	0.99
	25km 以上	12	0.97	0.03	0.95	0.99	0.90	1.00
	總和	58	0.88	0.18	0.83	0.93	0.12	1.00
華德乙	15~20km	24	0.68	0.40	0.51	0.85	0.00	1.00
	25km 以上	2	0.99	0.01	0.92	1.06	0.99	1.00
	總和	26	0.70	0.39	0.55	0.86	0.00	1.00
唐榮甲	10km 以下	6	0.98	0.04	0.94	1.02	0.90	1.00
	15~20km	9	0.99	0.01	0.98	1.00	0.98	1.00
	20~25km	15	0.98	0.02	0.97	1.00	0.92	1.00
	總和	30	0.99	0.02	0.98	0.99	0.90	1.00

接著分別檢定各車型在不同路線長度分群下平均妥善率差異。結果顯示僅立凱甲類車輛，不同營運路線長度對妥善率有影響，其他皆無影響。

表 3-34 不同路線長度對路線妥善率影響檢定

車型	項目	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
立凱甲	組間	0.067	2	0.034	4.734	0.012
	組內	0.497	70	0.007		
	總和	0.564	72			
華德甲	組間	0.148	2	0.074	2.398	0.100
	組內	1.698	55	0.031		
	總和	1.846	57			
華德乙	組間	0.181	1	0.181	1.188	0.287
	組內	3.653	24	0.152		
	總和	3.834	25			
唐榮甲	組間	0.000	2	0.000	0.323	0.726
	組內	0.017	27	0.001		
	總和	0.017	29			

而在停靠頻率對妥善率的影響情形部分，本研究係以各路線平均站距來假設停靠站頻率，將各路線依照平均站距分為：0.44km 以下、0.44~0.56km、0.56~1.13km、1.13km 以上等四個分群。由於前述車型影響妥善率分析顯示不同車型之妥善率存在顯著差異，因此本研究係檢定各不同車型在不站距群組下的妥善率差異。其中立凱乙類、馨盛甲類車輛目前並無營運不同站距分群下的妥善率資料，故無法分析差異。各不同車型在不同站距分群下之平均妥善率如下。

表 3-35 各車型不同站距分組平均妥善率

車型	項目	個數	平均數	標準差	平均數的 95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
立凱甲	0.44km 以下	13	0.94	0.10	0.88	1.00	0.65	1.00
	0.44~0.56km	19	0.88	0.12	0.83	0.94	0.51	0.99
	0.56~1.13km	20	0.92	0.07	0.89	0.95	0.71	0.99
	1.13km 以上	21	0.98	0.03	0.97	1.00	0.90	1.00
	總和	73	0.93	0.09	0.91	0.95	0.51	1.00
華德甲	0.44~0.56km	32	0.88	0.18	0.81	0.95	0.12	0.99
	0.56~1.13km	5	0.81	0.09	0.70	0.91	0.70	0.94
	1.13km 以上	21	0.90	0.19	0.81	0.98	0.24	1.00
	總和	58	0.88	0.18	0.83	0.93	0.12	1.00
華德乙	0.44km 以下	9	0.69	0.38	0.40	0.98	0.00	0.98
	0.44~0.56km	2	0.99	0.01	0.92	1.06	0.99	1.00
	1.13km 以上	15	0.67	0.42	0.44	0.91	0.00	1.00
	總和	26	0.70	0.39	0.55	0.86	0.00	1.00
唐榮甲	0.44km 以下	9	0.99	0.01	0.98	1.00	0.98	1.00
	0.44~0.56km	15	0.98	0.02	0.97	1.00	0.92	1.00
	0.56~1.13km	6	0.98	0.04	0.94	1.02	0.90	1.00
	總和	30	0.99	0.02	0.98	0.99	0.90	1.00

接著檢定各車型在不同站距分群下妥善率是否存在顯著差異。結果顯示僅立凱甲類車輛在不同站距分群下之妥善率有差異，其他皆無差異。

表 3-36 不同平均站距對路線妥善率影響檢定

車型	項目	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
立凱甲	組間	0.108	3	0.036	5.429	0.002
	組內	0.456	69	0.007		
	總和	0.564	72			
華德甲	組間	0.034	2	0.017	0.518	0.599
	組內	1.812	55	0.033		
	總和	1.846	57			
華德乙	組間	0.182	2	0.091	0.574	0.571
	組內	3.652	23	0.159		
	總和	3.834	25			
唐榮甲	組間	0.000	2	0.000	0.323	0.726
	組內	0.017	27	0.001		
	總和	0.017	29			

3.3.5 故障類別比較分析

本研究針對所蒐集到的故障異常事件進行分類，希望能夠歸納出目前電動大客車主要問題點。根據電動大客車系統組成，依照主要零組件將故障事件依原因分為 5 大類，分別為：

動力系統：動力馬達、控制器、齒輪箱、差速器等

電池系統：電池芯、電池管理系統、電池線路等

空壓機：空壓機馬達、控制器等

其他電器：冷氣、自動門、電子儀器、燈號等其他電器設備

車身機械：底盤、車身、輪胎、轉向、剎車等其他車身機械結構

依照前述分類，將本研究所取得 2,909 筆故障事件，逐一依照其故障原因分類，得到動力系統類故障佔 16.81%、電池系統佔 56.07%、空壓機佔 10.11%、其他電器佔 8.25%、車身機械佔 8.77%。以電池系統的故障比例最高，其中主要的故障原因為電池平衡問題，此問題主要係因為現況電動大客車之動力電池組乃由數百顆電池芯串並聯而成，在充放電過程中，出現電池芯放電反應不一致現象，則使電池芯間產生壓差，當壓差過大則導致整個電池組無法順利充放電之問題。目前解決作法係透過電池管理系

統(BMS)，透過 IC 電路板控制各單元電池芯平衡放(充)電。分析結果顯示，現階段影響車輛妥善率的最關鍵因素仍為電池技術的發展。

若觀察各月份故障異常事件的變化可發現，主要的故障原因還是集中在電池及動力系統兩類，而且可發現電池故障的比例存在一定波動，每營運一段時間或是新車輛上路，便會發生一波電池平衡問題。

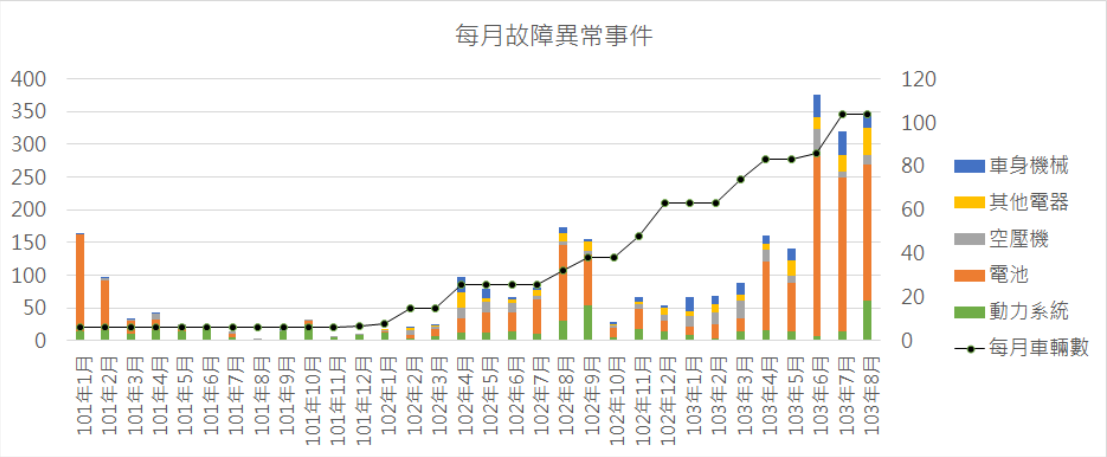


圖 3-6 各月故障異常件數與車輛數

上表顯示隨著整體營運車輛數增加，故障件數也逐漸增加，若進一步考量平均情形，計算平均每車每月故障件次則如下圖所示。

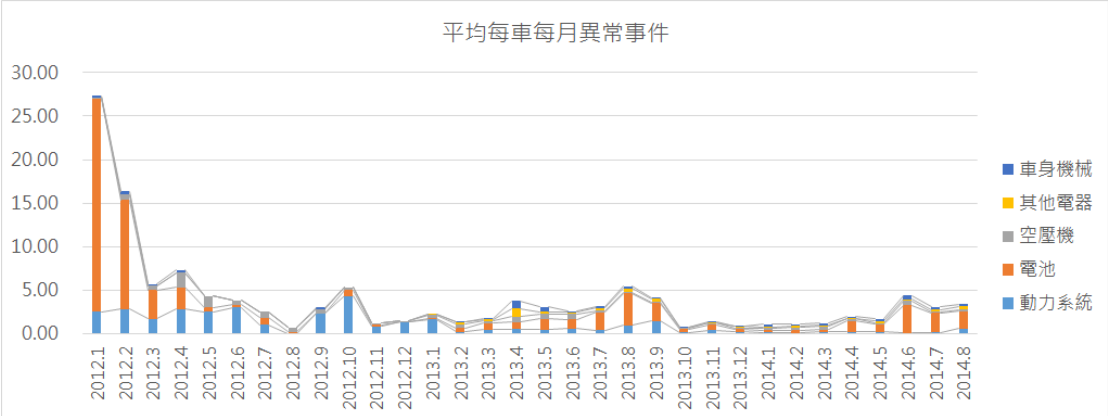


圖 3-7 平均每車每月故障件數

本研究進一步將故障異常事件依其嚴重程度分類，受限於資料來源的紀錄格式，目前僅將嚴重程度分為有無影響班次營運兩個等級。分析結果顯示目前電動大客車 81%的故障事件都有影響到車輛營運，而其中又 59%為電池類別之故障。影響營運的故障異常事件中，次高者為動力系統約佔 18%，第三為空壓機 10%[5]，此 3 項電動大客車特有之零組件便佔了將近 9

5 電動大客車與柴油大客車之空壓機系統結構有所差異。主要係柴油大客車空壓機由引擎帶動，電動大客車空壓機透過電力供應空壓機馬達作動。

成影響營運的因素。

表 3-37 故障異常事件依影響營運情形分類

故障類別	有影響營運(81%)		未影響營運(19%)	
	次數	比例	次數	比例
動力系統	426	18%	63	11%
電池	1,386	59%	245	44%
空壓機	236	10%	58	10%
其他電器	156	7%	84	15%
車身機械	142	6%	113	20%
合計	2,346	100%	563	100%

若依照不同車輛廠牌及形式分析故障類別，可以發現立凱、華德車輛主要故障事件明顯集中在電池類，唐榮車輛則無明顯集中情形，而馨盛根據苗栗客運使用經驗，截至目前尚未出現故障事件。

表 3-38 各車型故障類別分析

故障類別	立凱甲類		立凱乙類		華德甲類		華德乙類		唐榮甲類		馨盛甲類	
	次數	比例	次數	比例	次數	比例	次數	比例	次數	比例	次數	比例
動力系統	184	21%	65	15%	227	20%	7	2%	6	9%	0	N/A
電池	445	52%	170	39%	682	59%	324	81%	10	15%	0	N/A
空壓機	100	12%	69	16%	104	9%	10	2%	11	17%	0	N/A
其他電器	70	8%	58	13%	50	4%	46	11%	16	25%	0	N/A
車身機械	60	7%	72	17%	87	8%	14	3%	22	34%	0	N/A
合計	859	100%	434	100%	1,150	100%	401	100%	65	100%	0	N/A

3.4 車輛營運能源使用效率分析

本節針對車輛能源使用效率進行分析，包括隨時間用電效率之變化、氣溫影響用電效率情形、各車型用電效率比較、路線特性對用電效率之影響，並以用電效率推估各車型可行駛之續航里程。

3.4.1 隨時間用電效率變化分析

本研究共計取得 18 條路線耗電及行駛里程資料，在資料時間長度部分，大部分係依照本研究啟動紀錄的時間點起算(最早金門觀光公車 2012 年 12 月開始，與妥善率資料區間有所差異)，各路線統計皆截至 2014 年 8 月，共計蒐集 21 個月資料。各路線各月平均用電效率彙整如下表。

表 3-39 各路線平均用電效率彙整

路線	車輛型式	配車數(輛)	資料起始年月	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	2	2012.12	21	59,067	36,617	0.62	0.07	10.65%
新竹市 55、56	華德甲	6	2013.3	6	129,333	92,212	0.71	0.07	10.03%
新竹世博接駁	立凱甲	7	2013.6	15	231,179	146,201	0.63	0.04	6.39%
竹塹小巴	立凱乙	11	2013.6	15	499,257	359,300	0.72	0.04	5.14%
新竹市 81	華德乙	2	2013.12	9	51,329	94,352	1.84	0.16	8.65%
新竹縣 7(甲)	華德甲	2	2014.1	8	100,065	89,457	0.89	0.03	3.33%
新竹縣 7(乙)	華德乙	1	2014.1	8	22,406	33,231	1.48	0.23	15.79%
高雄國道 10	華德甲	11	2014.1	7	370,100	309,007	0.83	0.07	8.22%
南臺灣建功幹線	華德甲	9	2014.4	5	162,691	150,574	0.93	0.15	15.79%
桃客 GR	立凱甲	6	2013.10	11	186,972	139,791	0.75	0.06	7.41%
桃園市 151、152、105	立凱甲	6	2013.8	13	175,379	101,694	0.58	0.01	2.41%
桃園市 1	唐榮甲	6	2014.3	6	254,013	162,838	0.64	0.03	4.96%
桃園縣府火車站	唐榮甲	0	2014.3	6	78,177	43,242	0.55	0.04	7.06%
桃園中平免	華德乙	18	無能效資料						
長榮 GR	立凱甲	4	2013.10	11	206,899	135,702	0.66	0.04	6.24%
豐客市 55	唐榮甲	7	2013.12	9	339,561	234,913	0.69	0.03	4.50%
豐客市 12	唐榮甲	3	2013.12	9	144,850	99,550	0.69	0.07	9.49%
大鵬灣接駁	華德乙	2	2014.4	5	11,831	13,118	1.11	0.22	19.79%
苑裡至大甲	馨盛甲	3	2014.6	3	18,277	18,591	1.02	0.00	0.23%
整體	-	106	-	21	3,041,386	2,260,389	0.74	0.05	7.27%

由上表甲類車輛的用電效率平均為 0.72KM/KWH，介於 0.59 ~1.02 KM/KWH 之間；乙類大客車用電效率平均為 0.85 KM/KWH，介於 0.66~1.97 KM/KWH 之間。若進一步分為 2012、2013、2014 三個年度的車輛整體用電效率變化，僅有微幅變化。

表 3-40 電動大客車各年度用電效率變化

年度	總耗電（KHW）	總里程（KM）	能源效率（KM/KWH）	標準差	變異係數
2012	1045	663	0.63	0.00	0.00%
2013	681762.9	493261.8	0.72	0.04	6.19%
2014	2358578	1766465	0.75	0.02	3.26%
總計	3041386	2260389	0.74	0.74	100.00%

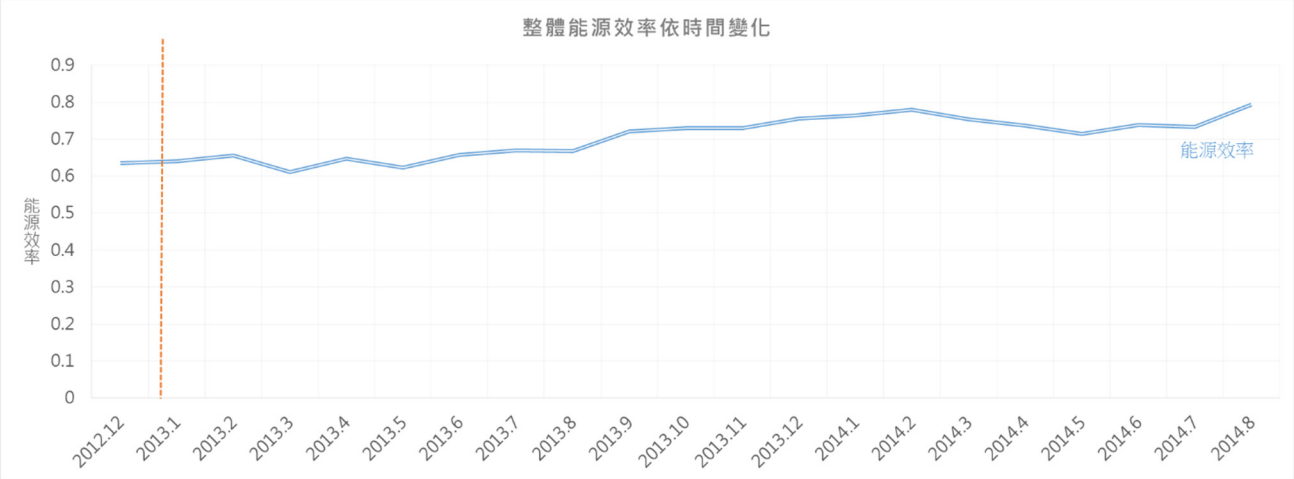


圖 3-8 電動大客車各年度用電效率變化

3.4.2 各車型用電效率比較分析

在各車型用電效率比較部分，本研究比較四家不同廠牌車型平均妥善率是否存在差異，又因為甲、乙類大客車之用電效率有差異應分開比較，是以本研究將用電效率資料分為 6 群，下表為 6 群組的平均用電效率。

表 3-41 各廠牌車型車輛平均用電效率

車型	廠牌	個數	平均數	標準差	平均數的 95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
甲類	立凱	70	0.64	0.07	0.63	0.66	0.48	0.79
	華德	26	0.87	0.11	0.82	0.91	0.64	1.20
	唐榮	30	0.66	0.07	0.63	0.68	0.52	0.86
	馨盛	3	1.02	0.00	1.01	1.02	1.01	1.02
	總和	129	0.70	0.13	0.68	0.72	0.48	1.20
乙類	立凱	15	0.72	0.04	0.70	0.74	0.66	0.78
	華德	20	1.59	0.33	1.44	1.75	0.80	2.01
	總和	35	1.22	0.50	1.05	1.39	0.66	2.01

接著分別比較甲乙類大客車，各不同廠牌之用電效率是否存在顯著差異。結果顯示甲類大客車，各廠牌之用電效率存在差異，乙類大客車各廠牌用電效率亦存在顯著差異。

表 3-42 不同廠牌平均用電效率差異檢定

車型	項目	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
甲類	組間	1.305	3	0.435	70.280	0.000
	組內	0.774	125	0.006		
	總和	2.079	128			
乙類	組間	6.551	1	6.551	104.534	0.000
	組內	2.068	33	0.063		
	總和	8.619	34			

3.4.3 氣溫影響用電效率分析

一般認知氣溫對於用電效率有影響，本研究係分析各路線用電效率與當地各月份溫度之相關性，並依照相關係數分為高中低度相關(低度相關：相關係數<0.4、中度相關：0.4≦相關係數<0.7、高度相關：0.7≦相關係數<1)。分析結果想是，高度相關有 8 條，皆為負相關；中度相關 6 條，皆為負相關；低度相關 4 條，2 條正相關、2 條負相關，如表 3-43 所示。顯示氣溫對用電效率普遍存在影響，溫度越高則用電效率越低。

表 3-43 各路線用電效率與氣溫相關性分析

路線	廠牌	配車數	資料長度（月）	變數	101年												102年												103年								相關係數	正/負相關	相關程度
					1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月			
金門觀光公車	立凱甲類	2	21	能源效率												0.63	0.64	0.66	0.61	0.65	0.62	0.48	0.50	0.54	0.56	0.62	0.56	0.64	0.70	0.69	0.62	0.59	0.60	0.74	0.73	0.59	-0.35	負	低
				當月溫度												15.20	13.40	14.70	16.30	18.30	23.40	26.70	27.90	27.70	26.90	24.10	19.80	14.40	13.70	12.80	15.30	19.30	22.20	26.50	29.80	28.90			
新竹市55、56	華德甲類	6	6	能源效率																											0.82	0.82	0.79	0.67	0.64	0.76	-0.80	負	高
				當月溫度																											18.00	22.30	25.30	28.30	30.40	29.90			
新竹世博接駁	立凱甲類	7	15	能源效率																		0.66	0.71	0.67	0.66	0.65	0.66	0.65	0.68	0.61	0.60	0.59	0.57	0.57	0.64	0.67	0.17	正	低
				當月溫度																		28.90	28.90	28.90	27.70	24.20	21.00	16.10	15.60	15.40	18.00	22.30	25.30	28.30	30.40	29.90			
竹塹小巴	立凱乙類	11	15	能源效率																		0.67	0.68	0.68	0.66	0.68	0.70	0.76	0.74	0.74	0.78	0.74	0.76	0.71	0.75	0.75	-0.45	負	中
				當月溫度																		28.90	28.90	28.90	27.70	24.20	21.00	16.10	15.60	15.40	18.00	22.30	25.30	28.30	30.40	29.90			
新竹市81	華德乙類	2	9	能源效率																								1.97	1.97	1.97	2.01	1.85	1.72	1.71	1.69	1.53	-0.94	負	高
				當月溫度																								16.10	15.60	15.40	18.00	22.30	25.30	28.30	30.40	29.90			
新竹縣7(甲)	華德甲類	2	8	能源效率																									0.92	0.91	0.90	0.90	0.90	0.93	0.85	0.84	-0.59	負	中
				當月溫度																									15.60	15.40	18.00	22.30	25.30	28.30	30.40	29.90			
新竹縣7(乙)	華德乙類	1	8	能源效率																									1.78	1.76	1.80	1.63	1.43	1.27	1.22	1.25	-0.98	負	高
				當月溫度																									15.60	15.40	18.00	22.30	25.30	28.30	30.40	29.90			
高雄國道10	華德甲類	11	7	能源效率																										1.03	0.88	0.86	0.80	0.96	0.88	0.87	-0.50	負	中
				當月溫度																										20.30	22.60	25.90	27.80	29.20	30.30	29.10			
南台灣建功幹線	華德甲類	9	5	能源效率																												0.80	0.85	0.86	0.86	1.20	0.34	正	低
				當月溫度																												25.90	27.80	29.20	30.30	29.10			
桃客GR	立凱甲類	6	11	能源效率																						0.79	0.79	0.79	0.78	0.77	0.77	0.75	0.72	0.69	0.69	0.61	-0.80	負	高
				當月溫度																						24.30	20.70	16.20	15.50	15.20	17.40	21.50	24.40	27.50	29.80	29.30			
桃園市151、152、105	立凱甲類	6	13	能源效率																				0.58	0.58	0.58	0.58	0.57	0.59	0.59	0.59	0.58	0.55	0.61	0.61	0.00	-0.33	負	低
				當月溫度																				28.80	27.20	24.30	20.70	16.20	15.50	15.20	17.40	21.50	24.40	27.50	29.80	29.30			
桃園市1	唐榮甲類	6	6	能源效率																											0.68	0.68	0.65	0.62	0.61	0.61	-0.94	負	高
				當月溫度																											17.40	21.50	24.40	27.50	29.80	29.30			
桃園縣府火車站	華德乙類	3	6	能源效率																											0.61	0.60	0.54	0.52	0.53	0.53	-0.93	負	高
				當月溫度																											17.40	21.50	24.40	27.50	29.80	29.30			
桃園中平免	華德乙類	18	-	能源效率	無紀錄用電效率																																		
				當月溫度																																			
長榮GR	立凱甲類	4	11	能源效率																						0.71	0.70	0.72	0.69	0.68	0.66	0.64	0.60	0.60	0.62	0.62	-0.70	負	中
				當月溫度																						24.30	20.70	16.20	15.50	15.20	17.40	21.50	24.40	27.50	29.80	29.30			
豐客市55	唐榮甲類	7	9	能源效率																								0.73	0.74	0.71	0.74	0.66	0.66	0.67	0.67	0.69	-0.80	負	高
				當月溫度																								17.10	16.40	17.00	19.80	24.10	25.80	28.60	30.10	28.90			
豐客市12	唐榮甲類	3	9	能源效率																								0.86	0.72	0.70	0.69	0.67	0.65	0.63	0.63	0.73	-0.61	負	中
				當月溫度																								17.10	16.40	17.00	19.80	24.10	25.80	28.60	30.10	28.90			
大鵬灣接駁	華德乙類	2	5	能源效率																												1.31	0.80	0.00	0.00	1.21	-0.72	負	高
				當月溫度																												25.20	27.80	28.80	29.90	28.70			
苑裡至大甲	馨盛甲類	3	3	能源效率																														1.02	1.02	1.01	-0.69	負	中
				當月溫度																														28.30	30.40	29.90			

低度相關：相關係數<0.4、中度相關：0.4≦相關係數<0.7、高度相關：0.7≦相關係數<1

本研究進一步將溫度分組，比較不同溫度分群下妥善率是否存在差異。將溫度分為 23 度以下、23 至 27 度、27 度以上 3 個群組。由於前述車型對用電效率之分析顯示不同車型之用電效率存在顯著差異，因此本研究係檢定各不同車型在不同溫度群組下的用電效差異。其中馨盛甲類車輛，目前並無不同溫度分群下的用電效率資料，故無法分析差異。各車型在不同溫度群組下的用電效率如表 3-44 所示。

表 3-44 各車型不同溫度分群平均用電效率

車型	廠牌	個數	平均數	標準差	平均數的 95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
立凱甲	23 度以下	36	0.66	0.07	0.63	0.68	0.56	0.79
	23 至 27 度	13	0.63	0.09	0.58	0.68	0.48	0.79
	27 度以上	21	0.63	0.06	0.60	0.65	0.50	0.73
	總和	70	0.64	0.07	0.63	0.66	0.48	0.79
立凱乙	23 度以下	6	0.74	0.03	0.72	0.77	0.70	0.78
	23 至 27 度	2	0.72	0.05	0.24	1.20	0.68	0.76
	27 度以上	7	0.70	0.04	0.67	0.74	0.66	0.75
	總和	15	0.72	0.04	0.70	0.74	0.66	0.78
華德甲	23 度以下	8	0.90	0.07	0.84	0.95	0.82	1.03
	23 至 27 度	4	0.84	0.05	0.76	0.92	0.79	0.90
	27 度以上	14	0.86	0.13	0.78	0.93	0.64	1.20
	總和	26	0.87	0.11	0.82	0.91	0.64	1.20
華德乙	23 度以下	9	1.86	0.13	1.76	1.96	1.63	2.01
	23 至 27 度	3	1.49	0.21	0.96	2.01	1.31	1.72
	27 度以上	8	1.34	0.30	1.09	1.59	0.80	1.71
	總和	20	1.59	0.33	1.44	1.75	0.80	2.01
唐榮甲	23 度以下	12	0.70	0.06	0.66	0.75	0.60	0.86
	23 至 27 度	6	0.64	0.05	0.59	0.69	0.54	0.67
	27 度以上	12	0.62	0.07	0.58	0.66	0.52	0.73
	總和	30	0.66	0.07	0.63	0.68	0.52	0.86

接著依各車型檢定不同溫度分群下用電效率差異，結果顯示立凱甲類大客車在不同溫度下用電效率不存在顯著差異、立凱乙類無差異、華德甲類無差異、華德乙類有顯著差異，唐榮甲類有顯著差異，如表 3-45 所示。

表 3-45 不同溫度對用電效率差異檢定

車型	項目	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
立凱甲	組間	0.014	2	0.007	1.450	0.242
	組內	0.321	67	0.005		
	總和	0.335	69			
立凱乙	組間	0.005	2	0.003	2.114	0.163
	組內	0.015	12	0.001		
	總和	0.021	14			
華德甲	組間	0.014	2	0.007	0.573	0.572
	組內	0.271	23	0.012		
	總和	0.285	25			
華德乙	組間	1.200	2	0.600	12.028	0.001
	組內	0.848	17	0.050		
	總和	2.047	19			
唐榮甲	組間	0.047	2	0.023	5.909	0.007
	組內	0.107	27	0.004		
	總和	0.154	29			

3.4.4 路線特性影響用電效率分析

本研究比較路線特性對用電效率的影響，主要分析路線特性影響因子包括：行駛國道或平面、路線里程、平均站距等 3 項。以下分別說明分析結果。

在行駛國道對用電效率的影響程度部分，為了使比較基礎儘可能一致，本研究挑選同為華德甲類車型且在高雄的 2 條路線,其一為行駛國道 10 號的旗美快捷公車，其二為行駛平面市區道路的建功幹線。2 條路線的平均妥善率如下表。

表 3-46 國道 10 旗美快捷與建功幹線平均用電效率

路線	車輛型式	配車數(輛)	資料長度(月)	用電效率(KM/KWH)	標準差
國道 10 號	華德甲類	11	7	0.83	0.07
建功幹線	華德甲類	9	5	0.93	0.15

接著進行平均用電效差異檢定，首先檢定兩者變異數是否相等，結果顯示變異數相等，故採用變異數相等之平均數 t 檢定。檢定結果顯示 t 值

為-0.213，p=0.836>0.05。表示在 95%信心水準下，行駛國道路線與平面路線的用電效率並無顯著差異，如表 3-47 所示。

表 3-47 國道 10 旗美快捷與建功幹線平均用電效率差異檢定

檢定變數	變異數相等檢定		變異數不相等情況下 平均數相等 t 檢定		
	F 檢定	顯著性	t	自由度	顯著性 (雙尾)
國道 10 號 vs .建功幹線 用電效率	2.072	0.181	-0.213	10	0.836

在路線里程長度對於用電效率是否有影響部分，本研究首先將路線依照里程長度分為：10km 以下、10~15km、15~20km、20~25km、25km 以上等 5 個群組。由於前述車型影響用電效分析顯示不同車型之用電效率存在顯著差異，因此本研究係檢定各不同車型在不同路線長度群組下的用電效差異。其中立凱乙類、華德乙類、馨盛甲類車輛目前並無使用在不同路線長度群組下的營運資料，故無法分析差異。各不同車型在不同路線長度分群下之用電效率如下。

表 3-48 各車型不同路線長度分組平均用電效率

車型	廠牌	個數	平均數	標準差	平均數的 95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
立凱甲	10km 以下	15	0.64	0.04	0.62	0.66	0.57	0.71
	10~15km	12	0.58	0.01	0.57	0.59	0.55	0.61
	15~20km	43	0.66	0.08	0.64	0.68	0.48	0.79
	總和	70	0.64	0.07	0.63	0.66	0.48	0.79
華德甲	10~15km	8	0.90	0.03	0.87	0.92	0.84	0.93
	15~20km	11	0.82	0.14	0.73	0.92	0.64	1.20
	20~25km	7	0.90	0.07	0.83	0.97	0.80	1.03
	總和	26	0.87	0.11	0.82	0.91	0.64	1.20
唐榮甲	10km 以下	6	0.55	0.04	0.51	0.60	0.52	0.61
	15~20km	9	0.69	0.03	0.67	0.72	0.66	0.74
	20~25km	15	0.68	0.06	0.64	0.71	0.61	0.86
	總和	30	0.66	0.07	0.63	0.68	0.52	0.86

透過統計檢定各車型在不同路線長度分群下平均用電效率差異。檢定結果如表 3-49 所示，立凱甲類車輛、唐榮甲類車輛在不同營運路線長度群組間的用電效率存在顯著差異。然而進一步觀察表 3-48 數據結果，用電效率與路線長度並無絕對的正相關或負相關，立凱甲類車輛在長度為 10~15km 的路線用電效率表現較差；而唐榮甲類車輛則是在長度 10km 以下路線用電效率表現較差，而推測其影響原因可能為電池放電特性所致，然而亦有可能受路線上車流狀況與行駛速率之影響。

表 3-49 不同路線長度對路線用電效率影響檢定

車型	項目	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
立凱甲	組間	0.055	2	0.028	6.591	0.002
	組內	0.280	67	0.004		
	總和	0.335	69			
華德甲	組間	0.035	2	0.017	1.593	0.225
	組內	0.250	23	0.011		
	總和	0.285	25			
唐榮甲	組間	0.081	2	0.040	14.967	0.000
	組內	0.073	27	0.003		
	總和	0.154	29			

而在停靠頻率對用電效率的影響情形部分，本研究係以各路線平均站距來假設停靠站頻率，將各路線依照平均站距分為：0.44km 以下、0.44~0.56km、0.56~1.13km、1.13km 以上等 4 個分群。由於前述車型影響用電效率分析顯示不同車型之用電效率存在顯著差異，因此本研究係檢定各不同車型在不站距群組下的用電效率差異。其中立凱乙類、馨盛甲類車輛目前並無營運不同站距分群下的用電效率資料，故無法分析差異。各不同車型在不同站距分群下之平均妥善率如表 3-50 所示。

表 3-50 各車型不同站距分組平均用電效率

車型	廠牌	個數	平均數	標準差	平均數的 95% 信賴區間		最小值	最大值
					下界	上界		
立凱甲	0.44km 以下	12	0.58	0.01	0.57	0.59	0.55	0.61
	0.44~0.56km	15	0.64	0.04	0.62	0.66	0.57	0.71
	0.56~1.13km	22	0.70	0.07	0.67	0.73	0.60	0.79
	1.13km 以上	21	0.62	0.07	0.59	0.65	0.48	0.74
	總和	70	0.64	0.07	0.63	0.66	0.48	0.79
華德甲	0.44~0.56km	6	0.75	0.08	0.67	0.83	0.64	0.82
	0.56~1.13km	5	0.91	0.16	0.71	1.12	0.80	1.20
	1.13km 以上	15	0.90	0.05	0.87	0.93	0.80	1.03
	總和	26	0.87	0.11	0.82	0.91	0.64	1.20
華德乙	0.44km 以下	9	1.82	0.17	1.69	1.95	1.53	2.01
	1.13km 以上	11	1.41	0.31	1.20	1.61	0.80	1.80
	總和	20	1.59	0.33	1.44	1.75	0.80	2.01
唐榮甲	0.44km 以下	9	0.69	0.03	0.67	0.72	0.66	0.74
	0.44~0.56km	15	0.68	0.06	0.64	0.71	0.61	0.86
	0.56~1.13km	6	0.55	0.04	0.51	0.60	0.52	0.61
	總和	30	0.66	0.07	0.63	0.68	0.52	0.86

接著檢定各車型在不同站距分群下用電效率是否存在顯著差異。結果如表 3-51 所示，立凱甲類、華德甲類、華德乙類、唐榮甲類等車輛在不同站距分群下之用電效率有顯著差異。然而同前述路線長度之分析，站距對各車型之用電效率雖有影響，但並無明顯的正相關或負相關，推測理由亦如同前述，可能係各車廠車輛電池放電特性所致，亦可能受各路線道路交通環境之影響。

表 3-51 不同站距對路線用電效率影響檢定

車型	項目	平方和	自由度	平均平方和	F 檢定	顯著性
立凱甲	組間	0.127	3	0.042	13.400	0.000
	組內	0.208	66	0.003		
	總和	0.335	69			
華德甲	組間	0.107	2	0.054	6.960	0.004
	組內	0.177	23	0.008		
	總和	0.285	25			
華德乙	組間	0.866	1	0.866	13.189	0.002
	組內	1.182	18	0.066		
	總和	2.047	19			
唐榮甲	組間	0.081	2	0.040	14.967	0.000
	組內	0.073	27	0.003		
	總和	0.154	29			

影響電動車用電效率之因素本來就較為複雜，據本研究分析結果，車輛廠牌與車型、溫度為較明確的影響因子，然而路線之長度與站距則顯示雖有影響，但無法歸納明確為正相關或是負相關。 受限於本研究係以每日實際營運之資料作為分析基礎，無法進一步利用實驗與對照組方式避免各種干擾因素，故建議可列為後續研究議題，透過更完整的實驗計畫及測量儀器來進一步分析。

3.4.5 車輛續航里程分析

欲得知車輛真實續航里程，須實際記錄車輛從滿電情形行駛至無殘餘電量之里程，然而此情形只可能在實驗環境測試，較難在實際營運環境操作，因此實驗所得知數據亦無法完全反映車輛在營運情境下之續航里程。而本研究所使用方法，係以實際營運取得的用電效率(KM/KWH)，乘上電池容量(KWH)來推估。依照前述用電效率數據，估算各車型可行駛之續航里程如表 3-52 及圖 3-9 所示。

表 3-52 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	0.6515	100	65.16
立凱乙類	0.7196	100	71.97
華德甲類	0.8413	250	210.33
華德乙類	1.6443	110	94.52
唐榮甲類	0.6619	215	157.38
馨盛甲類	1.0171	324	329.57

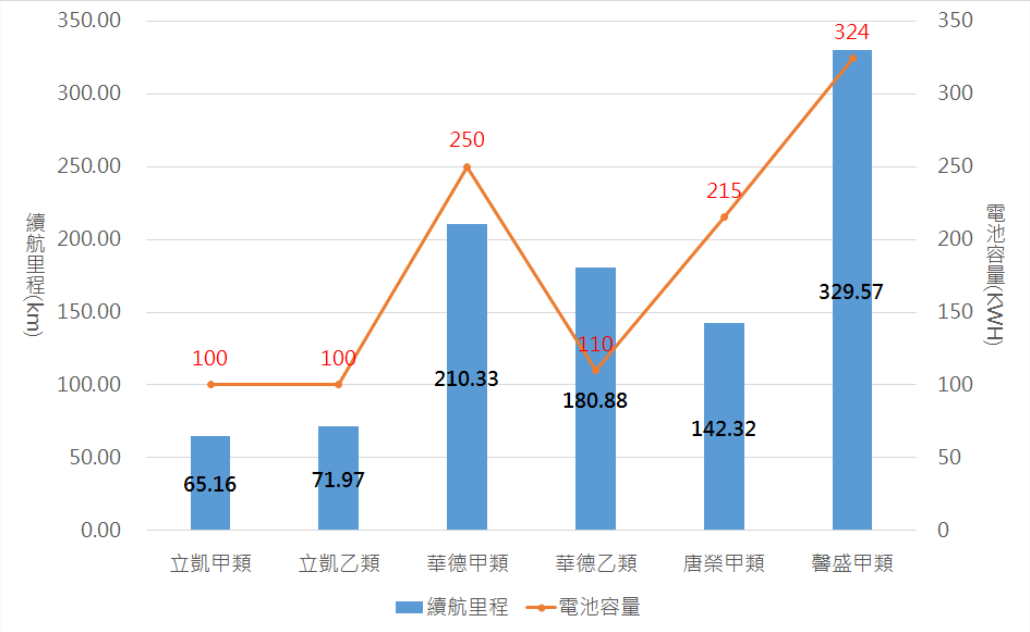


圖 3-9 各車型續航里程與電池容量關係

本研究所推估之續航里程與第二章廠商實際宣稱之續航里程略有出入，係因為廠商提供數據多為實驗環境測試結果，而本研究係透過實際營運載客之用電效率乘電池容量推估。表 3-53 為本研究推估與廠商提供資料

之比較。結果顯示大部分廠商提供數據皆較為理想，此一現象符合本研究訪談客運業者之結果，即客運業者反映對於續航里程認知與實際落差，造成事前規劃營運調度計畫難以執行(詳見第五章電動大客車經營環境解析)。

表 3-53 廠商提供與本研究推估續航里程比較

車型	推估續航里程（KM）	廠商提供續航里程參數（KM）
立凱甲類	65.16	80-100
立凱乙類	71.97	80-100
華德甲類	210.33	200-250
華德乙類	94.52	150-200
唐榮甲類	157.38	100-160
馨盛甲類	329.57	205-300

3.5 與柴油及油電混合大客車績效比較

本節針對電動大客車、柴油及油電混合大客車之績效進行比較，其中電動大客車之妥善率資料為本研究調查結果，在妥善率部分，甲類大客車平均約為 92.43%、乙類為 79.08%;用電效率部分甲類平均為 0.70km/kWh、乙類為 1.22km/kWh。柴油大客車之妥善率及能源效率參考新竹客運 2013 年全年柴油大客車(包含甲乙類)共行駛 18604663.5 公里，因車輛故障由其他車輛代駛 3117.9 公里，整體妥善率為 99.983%。而燃油效率部分，參考首都客運統計花博期間 178 輛柴油大客車行駛情形，甲類大客車燃油效率為 2.13km/l，乙類則為 4km/l。車輛續航資料部分，一般甲類柴油大客車油箱容量為 250 公升，乙類則為 95 公升，乘上燃油效率後得到可行駛之續航里程。油電混合動力大客車之妥善率、能源效率資料參考，首都客運於花博期間購置 72 輛油電混合動力甲類大客車，於 2010 年 10 月至 2011 年 4 月期間行駛 375328 班次，營運期間故障件數為 0。營運期間統計車輛共行駛 3270041 公里，統計燃油效率為 3.15km/l。

為使能源效率可以同一標準比較，本研究統一用貨幣化當量轉換，亦即每單位能源成本可行駛之里程。參考中油柴油價格採以為每公升 27 元，臺電每度電電費(尖離峰平均並包含契約容量)約為 4 元，轉換後得到電動甲類大客車每單位能源成本可行駛里程為 0.175km/元、乙類則為 0.305km/元；柴油甲類大客車為 0.08km/元，乙類為 0.15km/元；油電混合甲類大客車則為 0.12km/元。綜合前述資料，彙整電動、柴油、油電混合大客車之妥善率、能源效率以及續航里程比較如下表。

表 3-54 電動、柴油、油電混合大客車績效比較

項目	車型	妥善率	能源效率			續航里程
			燃油效率	用電效率	當量轉換 (每元行駛里程)	
	單位	%	KM/l	KM/KWH	KM/元	KM
電動大客車	甲類	92.43%		0.70 KM/KWH	0.175	180
	乙類	79.08%		1.22 KM/KWH	0.305	120
柴油大客車	甲類	99.98%	2.13 KM/l		0.08	560
	乙類	99.98%	4.00 KM/l		0.15	380
油電大客車	甲類	100.00%	3.15 KM/l		0.12	600

資料來源：首都客運、新竹客運、本研究整理

第四章 電動大客車內外部成本探討

有鑒於電動大客車成本特性不同於柴油大客車，除了增加電池、充電設備等固定成本項目外，在營運成本方面，也與柴油大客車有所差異。本章節透過實證數值分析方式，釐清目前電動大客車使用成本特性。並透過彙整歸納相關研究，剖析柴油與電動大客車外部成本項目，並估算其外部成本數值。

4.1 電動大客車內部成本分析

本研究蒐集客運業者使用電動大客車之成本，分析其成本結構與特性，從營運業者角度，以汽車客運業路線別成本為基礎分析方式，比較電動與柴油大客車成本結構，以及不同業者在不同成本項目間差異特性，最終歸納出成本項目的調整建議，期望建立一套合理的成本項目歸類方式，未來能持續記錄各項使用成本，作為補貼政策與產業發展政策方向參考。

4.1.1 現有客運業者路線成本制度探討

本研究在成本結構的分析上，主要依據現有汽車客運業路線別成本制度。目前汽車客運業者在成本項目的分類上，主要以「汽車運輸業客貨運運價準則」中所列之 16 項成本（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、稅捐費用、財務費用），加上高速公路通行費及租借保修場暨車站所負擔之租金費用兩項，共計 18 項成本。而在成本歸屬方式方面，主要依據交通部訂頒之「汽車客運業統一會計科目」與 18 項成本之對應關係歸屬各項費用。

18 項成本分攤至各路線別所使用之標的成本及資料、成本累計單位以及其採用之成本分攤基礎彙總如表 4-1 所示。

表 4-1 十八項成本分攤基礎彙總表

十八項成本		標的成本/資料	成本累計單位	成本分攤基礎
1.	燃料	耗油量	車輛	車輛行車里程及時數
2.	附屬油料	附屬油料	維修場（組）	燃料成本
3.	輪胎	輪胎費用	維修場（組）	路面加權燃料成本
4.	車輛折舊	車輛折舊	車輛	車輛行車時數
5.	行車人員薪資	行車員工用人費用	行車員工	行車員工行車時數
6.	行車附支	客車用品費	車站	車輛行車時數
		行車保險/其他費用	車站	車輛行車時數
		行車差旅費	車站	行車人員行車時數
		車輛租金	車輛	車輛行車時數
		肇事費	路線	NA
7.	修車材料	修車配件/委託修理費	車輛	車輛行車里程及時數
		其他修車材料	維修場（組）	燃料成本
8.	修車員工薪資	修車員工用人費用	維修場（組）	修車材料費
9.	修車附支	修車附支	維修場（組）	保修用人費用
10.	業務員工薪資	業務員工用人費用	車站	駕駛員人數及路線別行車時數
11.	業務費用	票證費 售票佣金	全公司	管理員工用人費用
		其他業務費用	車站	業務用人費用
12.	各項設備折舊	保修設備折舊	維修場（組）	保修用人費用
		業務設備折舊	車站	業務用人費用
		管理設備折舊	全公司	管理用人費用
13.	管理員工薪資	管理用人費用	全公司	行車/保修/業務用人費用
14.	管理費用	管理費用	全公司	管理用人費用
15.	稅捐費用	行車稅捐/規費	車輛	車輛行車時數
		保修稅捐/規費	維修場（組）	保修用人費用
		業務稅捐/規費	車站	業務用人費用
		管理稅捐/規費	全公司	管理用人費用
16.	站場租金	保修租金	維修場（組）	保修用人費用
		業務租金	車站	業務用人費用
17.	通行費	通行費	路線	NA
18.	財務費用	利息費用	全公司	固定資產帳面價值
		車輛利息	車輛*	車輛行車時數
		維修場利息	維修場（組）*	保修用人費用
		車站利息	車站*	業務用人費用
		總公司利息	全公司*	管理用人費用

資料來源：交通部運輸研究所(2005)

4.1.2 電動大客車內部成本分析方法

本研究以「汽車客運路線成本制度」做為電動大客車內部成本分析基礎,在分析資料取得部分,由於研究階段國內電動大客車營運路線僅 18 條,其中大多數為新闢路線,受限於電動大客車補助新闢路線不得申請虧損補助之規定,故許多路線並無記錄各月路線別成本資料,在有限的資料下,本研究獲得 5 家客運業者同意,取得其電動大客車路線之 18 項成本資料,並請業者再提供同路線柴油大客車成本資料,以做為比較(既有路線係蒐集電動大客車上路前之成本,新闢路線係請業者提供路線條件接近之柴油大客車路線成本資料),5 條路線的基本資料如表 4-2 所示。

表 4-2 業者之電動大客車路線特性

業者別	車輛數(台)	班次(趟/日)	平均日行駛里程(公里/每車)	路線屬性
A 客運業者	10	80	120.00	市區公車
B 客運業者	13	135	212.99	市區公車
C 客運業者	7	54	200.00	市區公車
D 客運業者	11	80	202.45	國道快捷
E 客運業者	2	16	125.55	市區公車

在分析方法部分,由於受到樣本數不足的限制,單純以統計方法分析成本項目變異恐有偏頗,故本研究輔以業者訪談,以結合量化數值與質化訪談結果做為本案成本分析方法。

本研究內部成本分析的流程為:柴油與電動大客車成本差異分析、業者間電動大客車成本差異分析,並據以提出電動大客車成本項目修訂建議。首先在柴油與電動大客車成本差異分析部分,針對蒐集而得柴、電大客車成本資料進行差異化比較,釐清明顯差異之成本項目,透過訪談方式歸納存在差異之原因,比較柴油大客車與電動大客車成本結構差異;在業者間電動大客車成本差異分析部分,則挑選電動大客車成本結構中,成本佔比較高的主要成本項,分析各業者間存在差異之情形,輔以訪談歸納存在差異之原因;最終釐清業者間成本差異是否是係因成本項目歸屬方式不同所致,並針對電動大客車成本結構特性提出成本項目修訂建議。

本研究電動大客車內部成本分析流程如圖 4-1 所示。

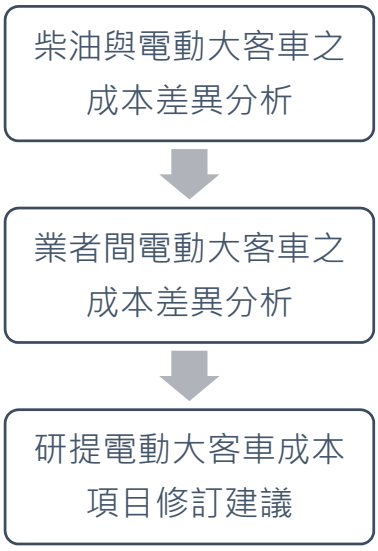


圖 4-1 內部成本分析流程

4.1.3 柴油與電動大客車之成本差異分析

首先本研究透過柴油與電動大客車成本比較，釐清目前柴油與電動大客車成本差異之主要項目。本研究將 5 家客運業者之柴、電大客車之 18 項成本項目羅列，比較各項成本差異情形，計算各成本項目差異值以及相對差異百分比，旨在找出柴油與電動客車之間存在顯著差異的成本項目。相對差異百分比計算方式如下：

$$\text{相對差異百分比}(\%) = \left(\frac{\text{車公里電動大客車成本} - \text{車公里柴油大客車成本}}{\text{兩項成本平均}}\right) \times 100\%$$

計算得 5 家業者柴油與電動大客車 18 項成本差異如表 4-3 所示。

表 4-3 各業者柴油與電動大客車之成本差值及相對差異比

		單位	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	稅捐費用	站場租金	通行費	財務費用	總和
A客運業者	柴油大客車	元/km	8.15	0.19	1.20	0.00	17.60	0.51	0.77	1.40	0.12	1.43	1.87	0.00	1.00	0.40	1.92	0.34	0.00	0.18	37.08
	電動大客車	元/km	8.00	0.00	1.20	5.42	17.60	0.51	0.50	1.40	0.12	1.43	1.00	0.51	1.00	0.40	1.92	0.42	0.00	0.18	41.61
	差異(電-柴)	元/km	-0.15	-0.19	0.00	5.42	0.00	0.00	-0.27	0.00	0.00	0.00	-0.87	0.51	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	4.53
	項目間差異比	%	-1.9%	-200%	0.0%	200%	0.0%	0.0%	-42.3%	0.0%	0.0%	0.0%	-60.8%	200%	0.0%	0.0%	0.0%	21.1%	-	0.0%	11.5%
B客運業者	柴油大客車	元/km	10.83	0.13	0.84	5.29	21.63	0.38	1.47	2.17	0.26	1.95	0.36	3.06	2.35	1.74	2.17	0.42	0.00	0.37	55.42
	電動大客車	元/km	5.86	0.00	1.18	21.96	19.35	0.43	0.72	2.18	0.27	2.35	1.87	4.12	2.57	1.90	2.36	0.45	0.00	0.40	67.95
	差異(電-柴)	元/km	-4.97	-0.13	0.34	16.67	-2.28	0.05	-0.75	0.01	0.01	0.40	1.51	1.06	0.22	0.16	0.19	0.03	0.00	0.03	12.54
	項目間差異比	%	-59.5%	-200%	33.4%	122%	-11.1%	12.4%	-68.9%	0.5%	1.9%	18.5%	135%	29.5%	8.8%	8.7%	8.2%	7.1%	-	8.9%	20.3%
C客運業者	柴油大客車	元/km	12.79	0.07	0.61	12.35	18.98	0.57	0.56	1.42	0.09	1.39	3.75	1.05	2.04	1.24	1.20	0.26	0.00	1.46	59.83
	電動大客車	元/km	7.81	0.04	0.60	18.64	23.66	1.68	0.41	1.33	0.44	2.02	1.87	0.86	1.84	1.49	1.26	0.20	0.00	2.54	66.69
	差異(電-柴)	元/km	-4.98	-0.03	-0.01	6.29	4.68	1.11	-0.15	-0.09	0.35	0.63	-1.88	-0.19	-0.20	0.25	0.06	-0.06	0.00	1.08	6.86
	項目間差異比	%	-48.3%	-59.3%	-1.7%	40.6%	22.0%	98.7%	-30.9%	-6.5%	132%	37.0%	-66.9%	-19.9%	-10.3%	18.3%	4.9%	-26.1%	-	54.0%	10.8%
D客運業者	柴油大客車	元/km	6.55	0.09	0.36	5.34	5.07	1.07	0.54	0.83	0.02	1.14	1.08	0.19	1.20	0.53	0.41	0.01	0.00	0.96	25.39
	電動大客車	元/km	5.51	0.04	0.33	9.56	4.99	4.37	0.64	0.68	0.10	0.95	1.26	1.68	1.36	0.87	0.35	0.01	0.00	1.11	33.80
	差異(電-柴)	元/km	-1.03	-0.05	-0.03	4.21	-0.08	3.30	0.11	-0.16	0.07	-0.19	0.17	1.49	0.16	0.34	-0.06	0.00	0.00	0.14	8.40
	相對差異百分	%	-17.1%	-76.9%	-8.7%	56.6%	-1.6%	121.5%	18.1%	-20.7%	118.7%	-18.4%	14.8%	159.6%	12.3%	49.1%	-16.3%	35.3%	-	13.7%	28.4%
E客運業者	柴油大客車	元/km	10.60	0.13	0.40	5.16	8.48	1.42	0.98	1.98	0.47	2.78	1.25	0.41	1.21	0.76	0.41	0.13	0.00	0.77	37.35
	電動大客車	元/km	5.40	0.07	0.22	20.20	6.41	1.64	0.95	1.96	0.45	3.05	1.94	6.38	1.03	0.74	0.43	0.37	0.00	2.47	53.71
	差異(電-柴)	元/km	-5.20	-0.06	-0.18	15.04	-2.07	0.22	-0.03	-0.02	-0.02	0.27	0.69	5.97	-0.18	-0.02	0.02	0.24	0.00	1.70	16.36
	項目間差異比	%	-65.0%	-58.0%	-57.2%	119%	-27.8%	14.1%	-3.4%	-1.0%	-5.0%	9.1%	43.6%	176%	-16.2%	-3.3%	5.5%	94.1%	-	105.3%	35.9%

其次，標註出柴、電大客車存在明顯差異之成本項目，即根據表 4-3 各項目差異值，挑出柴油、電動大客車成本相對差異百分比絕對值超過 20%之項目，視為存在明顯差異之成本項。結果如表 4-4 所示(打勾者為相對差異百分比絕對值超過 20%以上之項目)：

表 4-4 各業者之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	稅捐費用	站場租金	通行費	財務費用
A		V		V			V				V	V				V		
B	V	V	V	V			V				V	V						
C	V	V		V	V	V	V		V	V	V					V		V
D		V		V		V		V	V			V		V		V		
E	V	V	V	V	V						V	V				V		V

由表 4-4 可看出，A 客運業者之柴油與電動大客車間差異顯著成本項為「附屬油料」、「車輛折舊」、「修車材料」、「各項設備折舊」4 項；B 客運業者之柴油與電動大客車間差異顯著成本項為「燃料」、「附屬油料」、「車輛折舊」、「修車材料」、「各項設備折舊」5 項；C 客運業者之柴油與電動大客車間差異顯著成本項為；D 客運業者之柴油與電動大客車間差異顯著成本項為「附屬油料」、「行車附支」、「修車附支」、「各項設備折舊」4 項；E 客運業者之柴油與電動大客車間差異顯著成本項為「燃料」、「附屬油料」、「輪胎」、「車輛折舊」、「業務費用」、「各項設備折舊」、「站場租金」、「財務費用」8 項。

為了解前述存在顯著差異之成本項目造成差異之因素，本研究透過訪談各客運公司業務單位及會計單位之方式，進一步瞭解各業者成本計算的方式，期望可以歸結出柴油、電動大客車成本項目差異之原因。訪談結果彙整如下：

針對 A 客運業者之顯著差異性成本項目中，電動大客車在於「附屬油料」無成本支出，因該路線在純電動大客車行駛之情況下，無須機油等附屬油料耗用；在「車輛折舊」及「各項設備折舊」部分，該客運業者表示，因該電動大客車路線的原行駛柴油車已全數攤提完畢，故這 2 項已無相關成本，而車公里電動大客車成本則為年總車體(含電池)價格除上年里程，設備折舊部分則涵蓋新購充電設備與相關設施；在「修車材料」部分，因

目前電動大客車仍處保固期，故一切保修費用皆由廠商承擔，相關維修成本相對較柴油大客車低；在「業務費用」部分，主要在於站牌維護費用部分，相較一般柴油大客車路線，站牌數量較少之電動大客車路線，成本較低;「站場租金」部分，則因其充電場站須另行租用鄰近路線之地點，故有衍生的租金成本。

針對 B 客運業者之顯著差異性成本項，在「燃料」部分，該業者將電動大客車之車公里電費歸類於該項，而與電費及油價分別乘上用電效率與耗油效率所得之值不同，致有顯著差異；在「附屬油料」部分，與 A 客運業者同為純電動大客車行駛路線，無機油耗用，故無相關成本支出；在「輪胎」部分，由於該家業者購置較多輛電動大客車，且相較路線數較多之柴油大客車而言，攤提折舊相對較高；在「車輛折舊」部分，該業者目前擁有 13 輛電動大客車(本研究探討之路線車輛數)，折舊以 8 年計為 15,104,311 元，除上年行駛里程約 687,843.5 公里，得車公里成本約為 21.96 元，與柴油大客車的 5.29 元相比，有明顯差異;「修車材料」部分，由於目前各家業者之電動大客車仍處保固期間，即無相關費用支出，故成本相對較柴油大客車低；在「業務費用」部分，由於該業者於電動大客車行駛期間，曾多次因續航力不足等車況不佳的問題，導致班表延誤而被市政府罰金處分，罰金額度為 222,149 元(另有一筆較大罰金並未計入)。此外，應電動大客車之充電需求，該業者亦特別選址架設充電站，由於該土地使用非公司財產，故無法將其成本放至設備折舊中，而歸於業務費用。結合上述兩項成本，共計 717,410 元，計入折舊後約為 1.04 元/車公里，加上一般業務費用共計 1.866 元/車公里，與柴油的 0.36 元相差甚鉅；在「各項設備折舊」部分，則因增加充電設備及相關設施折舊部分，故相較柴油大客車而言，該項成本較高。

針對 C 客運業者之顯著差異性成本項，在「燃料」部分，該業者將電動大客車之車公里電費歸類於該項，而與電費及油價分別乘上用電效率與耗油效率所得之值不同，而有顯著差異；在「附屬油料」部分，該路線採柴電公車混合調度模式，故仍有機油相關成本，但相較純柴油大客車行駛路線而言，相對低許多；在「車輛折舊」部分，該業者電動大客車之總年折舊成本為 14,612,277 元，月折舊為 1,217,689.75 元，除上月行駛里程，車公里成本約為 18.64 元，相較柴油大客車車公里 12.35 元，明顯高出許多；在「行車人員薪資」與「業務員工薪資」部分，因分配之駕駛及業務人員數量差異而致；在「行車附支」部分，由於該業者將部分充電設備及相關設施納入該項，故明顯高於柴油大客車之行車附支成本；在「修車材料」部分差異之原由同 A 與 B 客運業者；在「修車附支」部分，因有臨時充電之成本費用納入該項，故明顯高於柴油大客車之修車附支成本；在「業務費用」及「場站租金」部分，因既有柴油大客車路線共用之情況下，攤

提明顯較低。

針對 D 客運業者之顯著差異性成本項，在「附屬油料」部份，由於柴油大客車常駐支援情況頻繁，故仍有機油耗用情形，但相較一般柴油大客車路線，該項成本仍偏低；在「車輛折舊」部份，由於電池是採租賃方式(月租 4 萬元/每輛，共簽 5 年)，折舊部份則攤提在廠商端，由出租廠商自行承擔，故車體折舊部份明顯較低，但仍高於柴油大客車；在「行車附支」部份，由於上述電池租金，加上充電機租金(月租 1.9 萬/每台)亦歸於該項，故成本明顯高出其柴油大客車路線許多，甚至高於其他業者；在「修車員工薪資」部份，因電動大客車輛保固期間，業者人員派駐較少，多仰賴廠商的故障維修服務，故成本相對較低；在「修車附支」部份則同 C 業者，因有臨時充電之成本費用納入該項，故明顯高於柴油大客車之修車附支成本；在「各項設備折舊」部份，因將充電相關設備(照明 15 萬、雨遮設施 160 萬等)及場站設施(停車場)折舊部份計入該項，故成本相對較柴油大客車路線高；在「管理費用」與「站場租金」部份，該客運業者將充電相關土地、辦公室及用電設備空間等租金計入該兩項，故費用相對柴油大客車路線較高。

針對 E 客運業者之顯著差異性成本項，在「燃料」部份，同樣因電價與油價問題而有差異；在「附屬油料」部分，原因同 D 客運業者; 在「輪胎」部份，由於僅購置兩輛電動大客車，該部分攤提折舊相較低;「車輛折舊」部分，由於宣導用路線，行駛里程也偏低(年平均 91,655 公里)，故相較柴油大客車，攤提折舊之成本高出許多；在「行車人員薪資」部分，如上述班次少、低里程之情況，雇用駕駛人員並不多，故相較柴油大客車路線，成本較低；在「業務費用」部分，因該公司將充電站附屬設施 (如鐵皮屋折舊 3,509 元/月)，以及廣告宣傳等費用，一併納入該項，故相較柴油大客車路線，成本明顯較高；在「各項設備折舊」部份，該業者是將充電設備(快充折舊 23,985 元/月、慢充折舊 17,527 元/月)納入，故整體折舊之車公里成本相較柴油大客車高；在「場站租金」部分，主要新增了充電相關設施放置地的租金部分，故相較原路線柴油大客車站場的租金高。

茲將前述訪分析果彙整如表 4-5。

表 4-5 各業者之柴油與電動大客車間成本差異原因綜整

業者	柴電明顯差異成本項目	原因釐清
A 客運業者	1. 附屬油料 2. 車輛折舊 3. 修車材料 4. 業務費用 5. 各項設備折舊	1. 為純電動大客車行駛之路線，並無機油消耗，故相較柴油定期機油耗用，差異顯著。 2. 原行駛於該路線的柴油大客車已全數攤提完畢，故相較車公里電動大客車 5.42 元，差異顯著。 3. 因現階段電動大客車處於車商保固期間，並無會計項目中的「委託修理費」，故修理經費較低。 4. 針對「站牌維護費用」，因站牌數量關係，相較柴油路線，費用較低。 5. 充電設備之折舊金額雖不多，但相較各項設備已全數攤提完畢之柴油車路線，仍有顯著差異。
B 客運業者	1. 燃料 2. 附屬油料 3. 輪胎 4. 車輛折舊 5. 修車材料 6. 業務費用 7. 各項設備折舊	1. 相較油價與電費各別乘上油耗及用電效率後，前者車公里成本仍高出許多。 2. 因電動大客車並無機油消耗，故相較柴油定期機油耗用，差異顯著。 3. 購置較多輛電動大客車，且相較路線數較多之柴油大客車而言，攤提折舊相對較高。 4. 在含括電池費用一併計入車輛折舊、行駛狀況不佳的情況下，折舊明顯高出柴油大客車許多。 5. 因現階段電動大客車處於車商保固期間，並無會計項目中的「委託修理費」，故修理經費較低。 6. 班次延誤罰金(因車況不佳所致)、充電站架設成本(因非公司財產用地，無法計入相關設備折舊) 7. 歸進充電設備及相關設施折舊部分，故相較柴油大客車而言，成本較高。
C 客運業者	1. 燃料 2. 附屬油料 3. 車輛折舊 4. 行車人員薪資 5. 行車附支 6. 修車材料 7. 修車附支 8. 業務員工薪資 9. 業務費用 10. 站場租金	1. 相較油價與電費各別乘上油耗及用電效率後，前者車公里成本仍高出許多。 2. 該電動大客車路線有柴油大客車之混合調度使用，故有一定機油成本，但仍比純柴油車路線低。 3. 在含括電池費用一併計入車輛折舊，成本明顯高出柴油大客車許多。 4. 因分配之駕駛及業務人員數量差異而致 5. 有部分場站充電相關設施歸進該項，故車公里成本明顯較柴油大客車高。 6. 因現階段電動大客車處於車商保固期間，並無會計項目中的「委託修理費」，故修理經費較低。 7. 有部分臨時充電費用歸進該項，故車公里成本明顯較柴油大客車高。 8. 因分配之駕駛及業務人員數量差異而致 9. 因為既有柴油大客車路線，故共用之情況下攤提明顯較低。 10. 因為既有柴油大客車路線，故共用之情況下攤提明顯較低。
D 客運業者	1. 附屬油料 2. 車輛折舊 3. 行車附支 4. 修車員工薪資 5. 修車附支 6. 各項設備折舊 7. 管理費用	1. 該電動大客車路線有柴油大客車之混合調度使用，故有一定機油成本，但仍比純柴油車路線低。 2. 扣除電池租賃以純車體計算，車公里折舊成本較低，但仍比柴油大客車高。 3. 有部分場站充電相關設施歸進該項，故車公里成本明顯較柴油大客車高。 4. 因多次修車記錄，故除保固內費用，其他相關資源耗用計入該項，車公里成本明顯較柴油大客車高。 5. 有部分臨時充電費用歸進該項，故車公里成本明顯較柴油大客車高。 6. 因充電相關設施及充電設備皆歸進該項(但未計入自有土地成本)，故車公里成本明顯較柴油大客車高。 7. 相較柴油大客車路線，多出了充電相關土地、辦公室及用電設備空間等租金，故管理費用較高。
E 客運業者	1. 燃料 2. 附屬油料 3. 輪胎 4. 車輛折舊 5. 業務費用 6. 各項設備折舊 7. 站場租金	1. 相較油價與電費各別乘上油耗及用電效率後，前者車公里成本仍高出許多。 2. 因多次臨時調派柴油大客車支援，故有一定機油成本，但仍比純柴油車路線低。 3. 僅購置兩輛電動大客車，該部分攤提折舊相較低 4. 在含括電池費用一併計入車輛折舊，成本明顯高出柴油大客車許多。 5. 因宣傳期間的廣告費用歸進該項，故車公里成本明顯較柴油大客車高；充電場站架設費用亦歸進該項。 6. 因充電設備(快充及慢充設備)皆歸進該項，故車公里成本明顯較柴油大客車高。 7. 主要新增了充電相關設施放置地的租金部分，故相較原路線柴油大客車站場的租金高

(資料來源：本研究整理)

另歸納柴油、電動大客車普遍存在差異的成本項目(3 家以上業者在該項目柴油、電動大客車成本差異百分比絕對值超過 20%),分別為:「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 7 項。此即為目前柴油、電動大客車主要差異的成本項目。差異成本項目、5 家業者平均成本差異以及差異原因歸納如表 4-6。

表 4-6 柴油與電動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

其次，探討柴油與電動大客車成本結構差異。首先將 5 家業者柴油、電動大客車各項成本加總平均,得到柴油與電動大客車平均之 18 項成本,分別計算各成本項佔總成本比例，得到柴油及電動大客車成本結構如圖 4-

2、圖 4-3 所示。

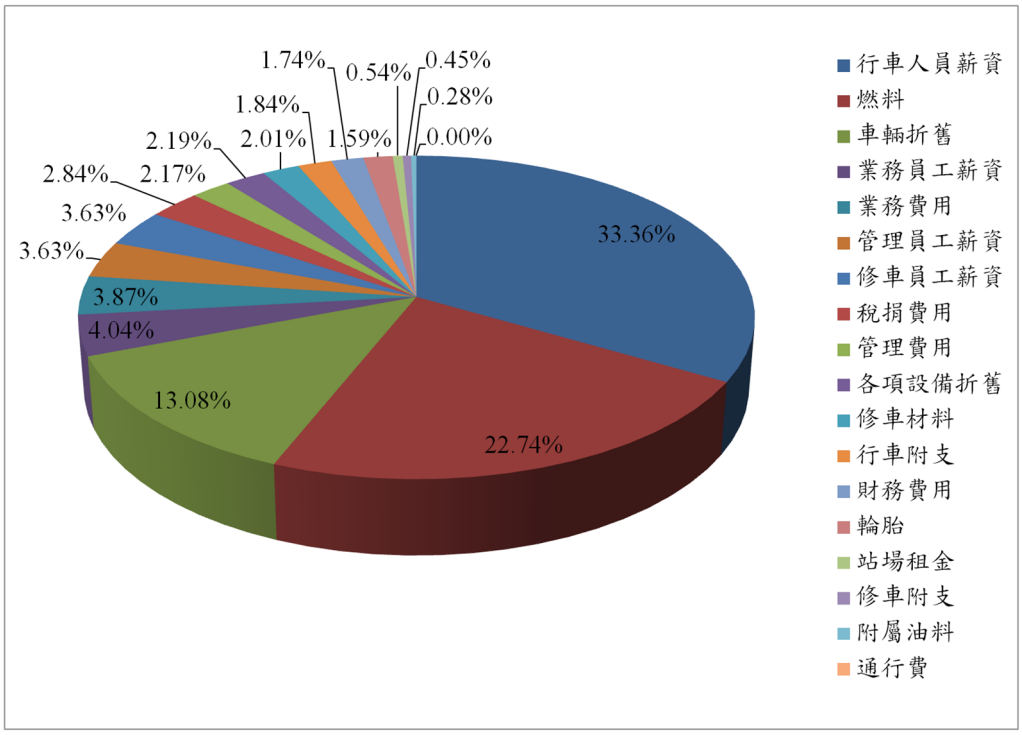


圖 4-2 柴油大客車各項成本占比

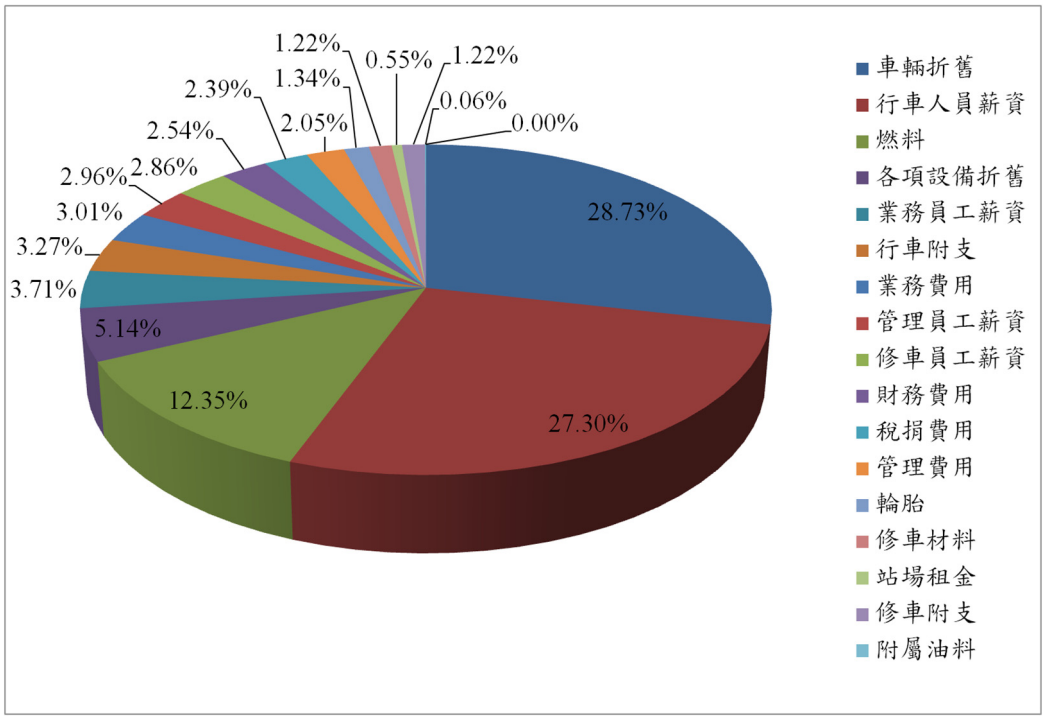


圖 4-3 電動大客車各項成本占比

其次分別將柴油與電動大客車之成本項目，依照佔總成本比例由大至

小排序，得到柴油大客車前 5 大成本項目為：「行車人員薪資」、「燃料」、「車輛折舊」、「業務員工薪資」、「業務費用」；而電動大客車前五大成本項目則為：「車輛折舊」、「行車人員薪資」、「燃料」、「各項折舊」、「業務員工薪資」。

表 4-7 柴油與電動大客車之平均成本占比

柴油大客車		
成本項目	成本值 元/km	成本占比 %
行車人員薪資	14.35	33.36%
燃料	9.78	22.74%
車輛折舊	5.63	13.08%
業務員工薪資	1.74	4.04%
業務費用	1.66	3.87%
管理員工薪資	1.56	3.63%
修車員工薪資	1.56	3.63%
稅捐費用	1.22	2.84%
管理費用	0.93	2.17%
各項設備折舊	0.94	2.19%
修車材料	0.86	2.01%
行車附支	0.79	1.84%
財務費用	0.75	1.74%
輪胎	0.68	1.59%
站場租金	0.23	0.54%
修車附支	0.19	0.45%
附屬油料	0.12	0.28%
通行費	0.00	0.00%
合計	**43.02**	**100.00%**

電動大客車		
成本項目	成本值 元/km	成本占比 %
車輛折舊	15.16	27.30%
行車人員薪資	14.40	12.35%
燃料	6.52	28.73%
各項設備折舊	2.71	3.71%
業務員工薪資	1.96	3.01%
行車附支	1.73	2.96%
業務費用	1.59	2.86%
管理員工薪資	1.56	2.39%
修車員工薪資	1.51	2.05%
財務費用	1.34	5.14%
稅捐費用	1.26	1.22%
管理費用	1.08	3.27%
輪胎	0.71	2.54%
修車材料	0.64	1.34%
站場租金	0.29	0.55%
修車附支	0.28	0.52%
附屬油料	0.03	0.06%
通行費	0.00	0.00%
合計	**52.75**	**100.00%**

結果顯示，無論傳統柴油大客車或電動大客車，人事成本是客運業者的主要成本之一，5 項中即占 2 項(業務及行車人員薪資)，且成本占比皆不低，柴油大客車人事成本約佔總成本 37%，電動大客車則佔 31%；燃料成本亦為重要成本項，然而因為油電價差關係，柴油大客車燃料成本佔 23%，電動大客車僅佔 12%；車輛折舊部份，雖然對柴油與電動大客車而言皆為重要成本項目，但佔其成本結構比例差異卻甚大，對柴油大客車而言，車輛成本約佔 4%，電動大客車則為 29%，為佔比最高之成本項；另外電動大客車的各項設備折舊成本項，進入前 5 大成本項目，佔總成本 5%，相較於柴油大客車此項成本僅佔 2%，存在明顯差異，主要係因為業者普遍將充電設施成本歸類到此項目所致。

若再將柴油及電動大客車之各成本項，依成本類別區分為「初置/固定成本」與「營運/變動成本」，可以發現柴油大客車部份，固定成本占總成本 1 成 5，營運成本則占超過 8 成；電動大客車之固定成本占總成本約 3 成，營運成本則占近 7 成。從成本值來分析，柴油大客車的固定成本遠低於電動大客車，然而電動大客車的變動成本則具有些微成本優勢。此反映電動大客車成本高昂原因，為硬體設備購置成本較高，而營運成本僅略低於柴油大客車，使得總成本高於柴油車一定幅度。

此分析結果符合目前補貼政策方向，主要著重於硬體設施等初置成本補助。未來隨車輛妥善率及車體零件自產率之提昇，電動大客車生產技術提昇且產生規模經濟，硬體設施成本逐漸下降，而柴油大客車隨著國際柴油引擎排放標準漸趨嚴格，購置成本上升，加上國際油價攀升趨勢，電動大客車與柴油大客車硬體設施成本預期出現交叉，而營運成本差異幅度將擴大，未來針對電動大客車的補助則可逐年減少。

表 4-8 柴油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%**

4.1.4 業者間成本差異分析

前節係針對各家業者之柴油與電動大客車之間的成本差異性分析以及成本結構特性分析，本節針對電動大客車主要成本項目，即「車輛折舊」、「行車人員薪資」、「燃料」、「各項折舊」、「業務員工薪資」等五項成本佔比較高之項目，比較各業者間的成本差異性，配合訪談結果，釐清各業者在成本歸屬與計算是否存在差異，並探究存在差異之原因。

表 4-9 為 5 家業者主要項成本項之平均數及變異情形。變異程度由大至小依序為「各項設備折舊」、「行車人員薪資」、「車輛折舊」、「業務員工薪資」，以及「燃料」。

表 4-9 電動大客車主要成本業者間差異比較

業者別	單位	車輛折舊	行車人員薪資	燃料	各項設備折舊	業務員工薪資
A客運業者	元/km	5.42	17.60	8.00	0.51	1.43
B客運業者	元/km	21.96	19.35	5.86	4.12	2.35
C客運業者	元/km	18.64	23.66	7.81	0.86	2.02
D客運業者	元/km	9.56	4.99	5.51	1.68	0.95
E客運業者	元/km	20.20	6.41	5.40	6.38	3.05
平均成本	元/km	15.16	14.40	6.52	2.71	1.96
成本占比	%	13.08%	33.36%	22.74%	5.14%	3.71%
標準差	元/km	6.48	7.39	1.15	2.23	0.73
變異係數	%	42.77%	51.30%	17.58%	82.18%	37.10%

進一步彙整訪談各業者成本歸屬與計算方式，說明如下：

在「各項設備折舊」部分，依據實際探訪及數據核算說明得知，各業者對於充電相關設施之買斷與租用情形不同(牽涉租用不計入折舊等常例)，影響其各自的成本歸類方式，其成本集中於該項或分別計入其他項目(行車附支及業務費用等)，導致變異程度相當大。

在「行車人員薪資」及「業務員工薪資」部份，集中考量區域性物價差距及各業者之雇用情形不同，故判斷該成本項與車種之不同無關。

在「車輛折舊」部份，經實地訪查得知，各家業者對於電池的租賃與買斷情形不同，而有電池單價是否計入該項的差異，因而產生一定的差異程度，但純就車體而言，各廠商提供之車輛價格相差不大。

在「燃料」部份，因成本主要反映於電價與油價，故成本固定、差異程度亦相對較低。但針對電動大客車的用電部份，現階段各家業者仍有買斷或租用兩種情形，在電費計價上有所不同，前者於折舊後，該項僅計入充電費用；後者則以租用(或車公里服務合約)的形式，而有電池、設備折舊等成本反映至該項。

綜整量化數值分析以及訪談結果，電動大客車主要成本項目業者彼此間存在差異的原因如表 4-10。

表 4-10 電動大客車主要成本項業者間差異因素綜整

項目	成本佔比	變異係數	變異因素分析
車輛折舊	28.74%	42.77%	● 單純車體部分價格相近，但就電池是否計入該項，或租賃與否，各家業者不一
行車人員薪資	27.31%	51.30%	● 因地區性薪資水準不同所致，並非電動大客車特性造成
燃料	12.36%	17.58%	● 部分業者買斷充電器、電池，自行負責充電，此項則僅計入電費 ● 部分業者與車廠簽訂車公里服務合約，車廠將電池折舊、充電設施折舊等成本反映在能源費用上
各項設備折舊	5.14%	82.18%	● 部分業者以買斷方式取得充電設備，計入此項目 ● 部分業者採租用(或車公里服務)方式，計入其他項目
業務員工薪資	3.72%	37.10%	● 北部與南部業者薪資水準不同所致，並非電動大客車特性造成

4.1.5 電動大客車成本項目修訂建議

綜整前述分析結果發現，目前客運業者在計算成本時，因為電動大客車成本結構異於柴油大客車，導致部分成本認列方式不一致之情形，主要為電池、充電設施、電費等異於柴油大客車之成本，業者以既有 18 項成本制度歸類及計算，出現標準不一之狀況，這也顯示 18 項成本制度無法反映電動大客車的成本結構，本研究建議應建立一套符合現況的歸類與計算方式，讓各業者以共通標準記錄電動大客車成本，俾利未來持續蒐集各成本項目變化，做為日後各項補助政策制定依據。

根據分析結果，本研究提出 4 項改善建議，包括：

1. 修訂車輛折舊成本項目定義：針對各家業者之電池及充電設備等買斷與租用不一之情形，建議將其相關折舊扣除，而單純計入電動大客車車體價格之折舊。折舊年限部分，由於目前電動大客車之使用年項估算尚未有完整參考資料，建議暫以「公路公共運輸補助電動大客車作業要點」要求車輛營運至少 8 年之規定，將折舊攤提年限設定為 8 年。

2. 修訂燃料成本項目名稱與定義：基於燃料成本差異主要來自油價與電價的不同，但兩者同為「能源」類型成本，故不建議增項，但需修訂該項會計科目之定義(買斷之電費計價，或租用之車廠提供電力單價計算)，必要時修訂該成本項目名稱。計算方式部分，若為自行充電，則以臺電電費計算，並依照車輛用電效率，轉換為每公里電費。若為車廠提供車公里服務費，請車廠提供單價分析，計入每公里電價部分。

3. 新增充電設備、設施折舊/租金成本項目：有鑑於充電設備與相關設施之買斷及租用情形不一，而導致其他設備折舊、行車附支等項目的成本結構複雜，建議將該成本獨立為 1 項。在成本計算上，視該設備採購置或租賃，分別計算攤提至每車公里之成本。折舊攤提年限部分，由於目前尚未有完整參考資料估算設備使用年限，故參考車輛廠商提供充電器分期付款期程及保固合約長度，建議暫時設定為 5 年。若充電設施為租賃，攤提年限則以租約長度為準。若與車廠合約採車公里服務費模式，則計算每公里服務價金中，充電設備租賃單價部分。

4. 新增電池折舊/租金成本項目：針對上述第 1 點，為減少各業者於車體折舊上之差異，而將電池相關成本扣除的部分，本研究建議將該成本亦獨立為 1 項；在成本計算上，視該設備採購置或租賃，

分別計算攤提至每車公里之成本。折舊攤提年限部分，由於目前尚未有完整參考資料估算電池使用年限，故參考現況車輛廠商提供電池保固合約的期程，建議暫時設定為 5 年。若電池為租賃，攤提年限則以租約長度為準。若與車廠合約採車公里服務費模式，則計算每公里服務價金中電池租賃單價部分。

茲將前述修訂建議彙整如表 4-11。

表 4-11 成本項目修訂建議及計算方式說明

調整方式	變更前項目名	變更後項目名	計算方式
項目不變計算方式調整	車輛折舊	–	● 由車體價格(將電池、充電器扣除)，依據折舊年限行車里程數攤提。 ● 折舊年限部分，建議參考公路公共運輸補助電動大客車作業要點要求車輛營運至少 8 年之規定，將折舊攤提年限設定為 8 年。
項目變更計算方式調整	燃料	能源成本	● 若為自行充電，則以台電電費計算，並依照車輛用電效率，轉換為每公里電費。 ● 若為車廠提供車公里服務費，請車廠提供單價分析，計入每公里電價部分。
新增項目	充電設備、設施折舊/租金	–	● 若為購置，由充電器購置價格依據折舊年限行車里程數攤提。折舊年限部分，參考現況車廠提供充電設備保固長度，暫定為 5 年。 ● 若為租賃，由充電設備租賃價格依據租約期間行車里程數攤提。 ● 若為車廠提供車公里服務費模式，則由車廠提供單價分析中，計入充電器租金部分。
	電池折舊/租金	–	● 若為購置，由電池購置價格依據折舊年限行車里程數攤提。折舊年限部分，參考現況車廠提供電池保固長度，暫定為 5 年。 ● 若為租賃，由地纏租賃價格依據租約期間行車里程數攤提。 ● 若為車廠提供車公里服務費模式，則由車廠提供單價分析中，計入電池租金部分。

4.2 電動大客車外部成本分析

在 5.1 節的分析中，係針對客運業者實際使用成本進行分析，並未將其外部成本納入分析，本節將探討電動大客車以及柴油大客車之外部成本特性，並進一步將外部性量化為貨幣價值，分析電動大客車在外部成本上相對於柴油大客車是否具有減量效益，用以檢視補助政策合理性。

4.2.1 電動大客車外部成本分析方法

本研究回顧國內外關於車輛污染排放及外部成本之相關文獻，彙整出外部成本項目以及其量化評估方法，進而推估柴油大客車及電動大客車分別之外部成本貨幣化價值，再進行差異比較。研究分析的流程如圖 4-4，首先界定柴油與電動大客車外部成本項目，係以車輛產生之汙染源作為外部成本。第二步則求得各外部成本項目量化數值，透過彙整相關研究，分別計算柴油、電動大客車各汙染源之排放係數(每行駛車公里排放量)。第三步則將各汙染源量化成貨幣化價值。第四步就柴油、電動大客車汙染源排放量，計算車種別的外部成本。最後則進行柴油與電動大客車外部成本比較。

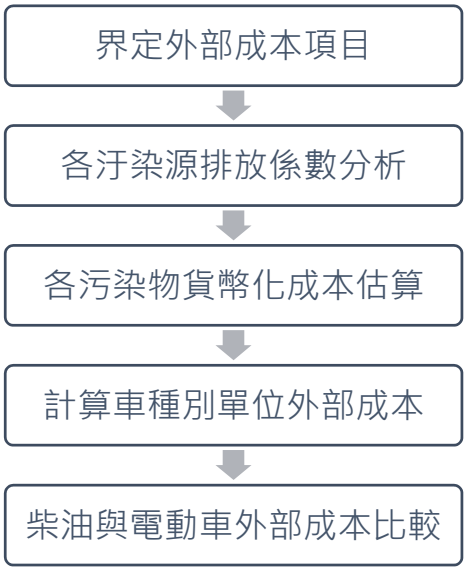


圖 4-4 電動大客車外部成本分析流程

4.2.2 外部成本項目界定

有關運輸工具之外部成本類別眾多，張新宇、陳景艷（1999）按照外部成本的不同來源，將其分為下列 3 類：

1. 與實際運輸活動相關的外部影響，包括空氣污染、氣候變化、水和土壤污染、噪音、振動、交通事故和交通擁擠等。按照其影響範圍又可分為「地方性」(如噪音)、「區域性」(如空氣污染）和「全球性」(如溫室氣體）的外部影響。

2. 與車輛相關的外部影響，包括車輛生產和處置導致的汙染、車輛停放的土地佔用以及停車區的擁擠等。

3. 與運輸基礎設施密切相關的外部影響，包括視覺干擾、對社區的隔離障礙效應、對生態系統的分離效應等。

本研究重點在探討柴油及電動大客車外部成本差異比較，而前述外部成本類別中，第一類成本在不同車輛能源種類間較有明顯之差異。爰此，本研究界定「噪音污染」、「空氣污染」及「溫室氣體」為本研究之外部成本項目。以下茲就外部成本項目具體量化方式進一步說明。

1.噪音污染

在生理層面，噪音會損害人聽覺系統及循環系統，影響心跳速度及血壓。在心理層面，噪音會影響睡眠品質、使工作效率降低，產生厭惡、憤怒等負面情緒。根據余忠和（2005）研究，噪音會使聽覺中樞或其他中樞受到干擾，使得心理機能改變，造成心理的不平衡，導致態度及情緒上的反應。根據世界衛生組織（1999）出版「Guideline for Community Noise」指出，在諸多噪音源中，最嚴重的是交通工具所產生的噪音。本研究以柴油與電動大客車行駛過程中產生之噪音分貝數作為噪音汙染量化依據。

2.空氣污染

依據環保署公布之 2000 年空氣污染排放量統計報告，由交通活動所產生的汙染物 C0 占 98%、No 占 82%、PM10 占 60%、SOx 占 24%。且經文獻回顧歸納出人體影響較大之交通活動所排放之空氣污染物為上述四項。因此本研究選定此 4 種污染物作為推估空氣污染成本項目，並以車輛行駛過程中四種汙染物之排放量作為空氣汙染量化依據。

3.溫室氣體

車輛行駛時所排放之 CO_2，雖未直接造成人體的健康危害，但其仍是造成全球性溫室效應影響最劇之氣體。經建會（2010）「溫室氣體減量法」第 5 條明定運輸部門應研訂「運輸管理、大眾運輸系統發展及其其他運輸部門節能減碳」等工作。因此本研究亦將 CO_2 納入外部成本評估項目。並將車輛行駛過程中產生之 CO_2 排放量作為溫室氣體量化依據。

然而前述外部成本項目的量測方式中，關於電動大客車外部成本的界定，除了車輛行駛產生噪音之量測方式與柴油車相同外，由於電動大客車行駛過程中為零污染排放，故空氣汙染與溫室氣體的量測方式將有所差異。目前電動大客車的電力來源仍以電廠發但為主，因此電動大客車行駛過程中消耗電力，間接在電廠發電過程中產生空氣汙染及溫室氣體，因此本研究將以臺灣電力公司所生產電力過程中所產生之 CO、NO、PM10、SOx 四種空氣污染源，以及溫室氣體 CO_2，作為電動大客車之外部成本。

4.2.3 各汙染源排放係數分析

本節針對前述空氣汙染、噪音汙染以及溫室氣體之各汙染源，透過國內外相關研究彙整柴油及電動大客車各汙染源排放係數。

1.空氣汙染

在柴油大客車空氣汙染源排放係數部分，主要參考行政院環保署（2014）空氣污染排放[TEDS8.1 版]線源排放量推估手冊，該手冊推估雙北地區大客車各速率下污染物排放係數如表 4-12 所示。

表 4-12 雙北地區柴油大客車排放係數

車速（公里/小時）	99 年排放係數（克/公里.輛）			
	PM10	SOx	NOx	CO
5	0.4983	0.0098	15.4100	11.4700
10	0.4983	0.0094	13.5500	8.9600
15	0.4983	0.0090	12.0800	7.1200
20	0.4983	0.0086	10.9200	5.7600
25	0.4983	0.0083	10.0000	4.7400
30	0.4983	0.0080	9.2900	3.9700
40	0.4983	0.0076	8.3500	2.9400

資料來源：行政院環保署（2014）

依據蘇皋群、吳明潤、莊志偉(2012) 之研究，得到市區公車行車速率佔比如表 4-13 所示。

表 4-13 市區公車行駛車速比例

車速 （公里/小時）	佔比%
10~15	13
15~20	13
20~25	11
25~30	14
30~35	18
35~40	31

資料來源：蘇皋群、吳明潤、莊志偉(2012)

彙整前述兩項研究，將各空氣污染係數分別依速率比例加權後，得出柴油大客車空氣污染物排放係數表（如表 4-14 所示）。

表 4-14 柴油大客車空氣汙染源排放係數

汙染源	PM10	CO	SOx	NOx
排放係數(g/km)	0.4983	4.6956	0.0082	9.9226

資料來源：本研究整理

電動大客車空氣汙染源排放係數部分，則參考盧昭輝(2010)提出，電動大客車行駛過程中雖然是零污染排放，但實際上乃是將污染集中在發電廠，從其研究結果得知臺灣電力公司生產每度電的 NOx 平均排放量為 0.53 克，CO 平均排放量為 0.50 克，PM 平均排放量為 0.015 克。又根據本研究調查，國內目前電動大客車平均用電效率為 0.74km/度，將兩數據相乘即可得到電動公車的污染排放係數，如表 4-15 所示。

表 4-15 電動大客車空氣汙染源排放係數

汙染源	**PM10**	**CO**	**SOx**	**NOx**
排放係數(g/km)	0.0203	0.6757	0	0.7162

資料來源：本研究整理

2.溫室氣體

有關柴油大客車 CO_2 排放係數，本研究依據石育岑（2004），柴油車排煙檢測成效分析與污染排放量推估研究成果中柴油公車的二氧化碳排放係數為 1310g/km。

電動大客車 CO_2 排放係數部分，本研究則依據杜悅元（2010）電力業碳足跡研究中指出臺灣電力公司生產每度電的二氧化碳平均排放量為 513 公克。又根據本研究調查，國內目前電動大客車平均用電效率為 0.74km/度，估算得電動大客車 CO_2 排放係數為 693.24 g/km。

3.噪音污染

柴油大客車噪音污染由行政院環保署（2014）噪音管制網提供之資料顯示，大巴士如客運、公車、遊覽車等，其行進間在路邊的音量大約有 80 分貝左右。

電動大客車噪音污染本研究根據臺灣立凱電能科技股份有限公司(2011)針對電動大客車噪音之測試結果，電動公車行駛時之噪音約為 30 分貝。

4.2.4 各汙染源貨幣化價值估算

前節彙整柴油及電動大客車每車公里所產生各種污染源之排放係數，本節則進一步計算各種污染源之貨幣化價值。

1.空氣汙染

依據蕭代基、錢玉蘭、劉錦龍、黃宗煌(2006)研究可獲得國內民眾對於空氣污染物劑量反應函數，並透過統計分析，找出 PM10、SOx、NOx、CO 等汙染源濃度對於急性與慢性病症之致病邊際機率(每單位濃度致病機率)。張國廷(2006)以前述研究為基礎，採用「衝擊路徑法」，主要概念為由下而上的方式進行健康衝擊估算，從污染排放源頭開始，循著污染物擴散流佈，藉由劑量反應分析，評估受體受影響之程度。其利用當時環境監測站偵測各汙染源濃度資料，推估出之污染物排放量與濃度關係式，求得機動車輛排放量變化所造成之濃度變化，再依據各個污染物罹病機率以及當時臺北都會區人口，估算出臺北都會區因為移動性污染源所產生之空氣污染而產生急性與慢性病症人口數。

另參考劉錦天等人（1993）研究之空氣污染改善的健康評估中，民眾每次因急性空氣污染病症支付之醫療平均成本為 429.25 元，慢性病醫療成本為 800 元。依據前述分析之急性、慢性疾病罹病機率及人口，

即可推估空氣汙染所造成的總醫療成本如表 4-16。

表 4-16　空氣污染致病機率及健康成本

污染物	急性疾病		慢性疾病		
	急性疾病罹病機率	急性疾病醫療成本(元)	呼吸道疾病罹病機率	氣喘罹病機率	慢性疾病醫療成本(元)
PM10	0.000436	1,785,985,819	0.003141	0.004994	4,6258,211
SOx	0.001224	3,160130	-	-	-
NOx	-	-	0.001141	-	61,713
CO	-	-	-	0.083539	179,140,919

資料來源：蕭代基、錢玉蘭、劉錦龍、黃宗煌(2006)、張國廷(2006)、劉錦天等人（1993）

依據行政院環保署「空氣污染排放線源排放量推估手冊」計算當年度之各空氣污染排放量，經過換算則可求得各空氣汙染源之單位貨幣化成本。

表 4-17 空氣污染源貨幣化價值

污染源	PM10	CO	SOx	NOx
貨幣化成本(元/克)	0.1103	0.00006	0.0551	0.0136

資料來源：本研究整理

2.溫室氣體

外部成本項目中，溫室氣體二氧化碳採用外部衝擊評估法相對於空氣污染源困難，主要原因在於衝擊情況層次不同，不同於空氣污染屬於區域性且衝擊替代變數可透過實際醫療支出成本作為評估依據，二氧化碳的衝擊屬於全球性，由於影響範圍過大，反應變數不容易去界定與判斷其因果關係，故難以使用衝擊評估法去評估二氧化碳貨幣化外部成本。回顧國外相關研究，主要透過溫室氣體造成之社會成本作為分析基礎(Social cost od carbon)，統計每增加一頓碳排放所造成之經濟損失作為量測標準。美國環保署 EPA(2010)在”social cost of carbon for regular impact analysis”研究中，計算每噸二氧化碳所造成的社會成本為 65 美元，換算台幣約為 2,080 元。本研究係以 0.00208 元/g 作為 CO_2 之單位外部成本。

3.噪音污染

張國廷(2006)噪音污染成本評估模式，以趨避行為法估計臺北都會

地區政府之道路隔音牆設施支出以及民間噪音防制支出，作為估算噪音產生之外部成本。此外 Victoria Transport Policy Institute(2002)彙整美國及歐洲運輸工具噪音相關研究，歸納出各種不同運輸工具在都市中對於噪音的貢獻比例，如表 4-18 所示。

表 4-18 都市中各運具噪音汙染貢獻比例

運具	小客車	機車	計程車	公車	捷運
噪音貢獻比例（%）	0.008	0.08	0.008	0.04	0.024

資料來源：Victoria Transport Policy Institute(2002)

本研究綜合前述兩研究成果可得到柴油大客車每公里產生的噪音成本為 0.214 元/Km。且依據環保署的定義，噪音在 40db 以下為極度定靜，因此本研究將電動公車的噪音貨幣化成本設為 0 元/km。

4.2.5 柴油與電動大客車外部成本比較

將各車種行駛產生空氣污染物 PM10、CO、SOx、NOx 排放係數（g/Km）以及溫室氣體 CO_2 排放係數（g/Km）分別乘上其對應之污染物單位貨幣化成本（元/g），即可得到車公里單位外部成本（元/Km）。最後連同噪音成本彙整成表 4-19。由表 4-19 可知柴油大客車每車公里單位外部成本為 3.129 元/km，然而電動大客車每車公里單位外部成本為 1.454 元/km。

表 4-19 柴油與電動大客車單位外部成本比較

汙染源	空氣汙染				溫室氣體	噪音	**總和**
	PM10	CO	SOx	NOx	CO2		
柴油大客車貨幣化成本（元/km）	0.055	0.00028	0.00045	0.1349	2.725	0.214	**3.129**
電動大客車貨幣化成本（元/km）	0.00224	0.00004	0	0.0097	1.442	0	**1.454**

資料來源：本研究整理

4.3 電動大客車內外部成本綜合分析

綜合比較柴油與電動大客車內外部總成本，電動大客車之外部成本較柴油大客車減少約 1.68 元/km，顯示電動大客車在環境效益面具備優勢。然而內部成本部分，電動大客車成本高於柴油大客車 9.74 元/km，以總成本角度考量，現階段電動大客車之內外部總成本仍是高於柴油大客車，如圖 4-5 所示。

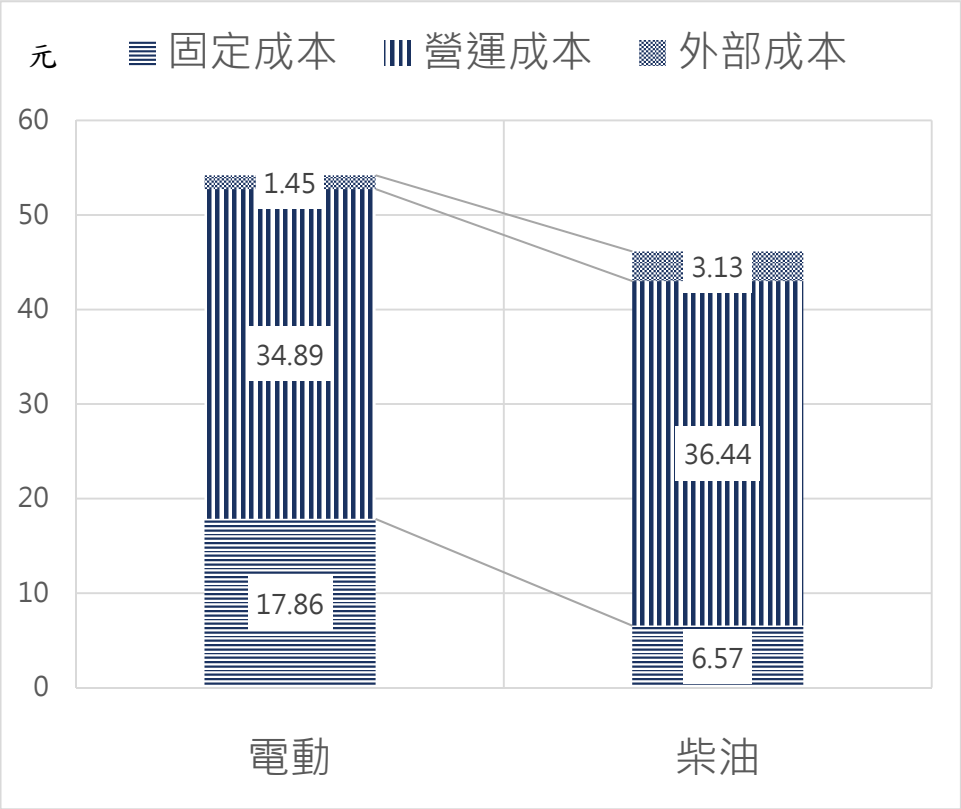


圖 4-5 電動與柴油大客車內外部總成本比較

進一步分析兩者內部成本結構可知，目前電動大客車之營運成本已略低於柴油大客車，若長期趨勢油電價差漸增，則營運成本之優勢將越趨明顯。目前電動大客車成本高昂之原因，係固定成本(車輛折舊、設備折舊)明顯高於柴油大客車。由表 4-23 可看出，電動大客車之購置成本高出柴油大客車接近 2 倍，即便考量補助款(一般型計畫交通部補助車體 267.2 萬元、環保署加碼補助車體 50 萬元、補助電池 100 萬元)，相較於目前柴油大客車，仍存在價差，更何況此概算尚未考量柴油大客車亦享有公路公共運輸提申計畫購車補貼。目前購置成本高昂為電動大客車推動不易的因素之一。

表 4-20 電動、柴油大客車固定成本比較

固定成本項目	電動大客車 (甲類低地板)	柴油大客車 (甲類低地板)
車體成本	650~850 萬	550~650 萬
電池成本	200~300 萬	-
充電設施成本	80~100 萬	-
合計	每車 940~1250 萬	每車 550~650 萬

資料來源：彙整各客運業者訪談

欲使電動大客車在成本面上具有推動優勢，從本質上來看，自然須仰賴技術提昇以及規模經濟帶來的成本降低。惟站在政策推廣角度而言，可透過補貼與管制並行的策略，即降低電動大客車使用成本，並提高柴油大客車使用成本之策略。

在補助策略方面，除了既有的車體、電池補貼外，建議可研議離峰電價優惠措施，讓電動大客車使用者享有優惠的離峰電價優惠措施，降低能源成本，亦可透過此策略，將電動大客車充電時間避開一般民生尖峰用電時間，減輕電網負荷。對於充電場站建置部分，可研擬公有土地租借充電站使用優惠措施，減輕使用者土地成本。此外，有關電力基礎設施布設部分，建議針對電動大客車研擬專屬用電申請程序及費用，簡化申請程序及電力設施成本負擔。

在管制措施部分，可透過逐步提昇柴油引擎排放標準方式，提高未來柴油大客車的購置成本。另外透過特殊地區(風景區、國家公園)路線路權管制，管制柴油大客車進入，亦為有利電動大客車推廣之配套作為。另透過相關租稅管制亦為有效之措施，以法國為例，法國政府於 2008 年設立「電動大客車示範運行基金」鼓勵技術研發，積極使用法令鼓勵及排氣限制方式，如低排放車款可獲得額外獎金，高排放車款須繳納額外稅金。依照規定，CO_2 排放量介於 100g~130g/km 之間的車款，將獲得 200~1,000 歐元之獎勵;如果排放量低於 60g/km 可獲得最高獎勵 5,000 歐元;但若超過其規定標準，將會多被課徵 200~2,600 歐元稅金。

第五章 電動大客車經營與產業環境解析

除了量化營運數據之蒐集外，本研究透過質性訪談，進一步瞭解產業發展情形以及經營環境。本章將彙整訪談結果，歸納使用與經營層面議題以及有關產業發展之課題。

5.1 利害關係人訪談

本研究訪談對象以客運業者以及車輛製造廠商為主，共計完成 8 間客運公司及 4 間車輛製造廠商之訪談，訪談對象及時間如表 5-1，詳細訪談記錄請參考附件。

表 5-1 訪談對象與時程

受訪對象身分	時間	受訪單位
客運業者 (8)	5/14(三) 10:00	豐原客運
	7/2(三) 10:00	桃園客運
	7/7(一) 14:00	科技之星
	7/14(一)08:00	苗栗客運
	7/16(三)14:00	長榮儲運
	8/29(五)09:00	新竹客運
	9/1(一)14:00	高雄客運
	9/1(一)16:00	南臺灣客運/屏東客運
製造廠商 (4)	7/14(一)08:00	馨盛車體(同苗栗客運)
	8/22(五)14:00	立凱綠能移動
	8/26(二)14:00	唐榮車輛
	9/3(三)10:00	華德動能

訪談議題設定則包含營運使用情形以及產業發展層面等兩大主要範疇。針對客運業者部分著重於使用經驗、使用成本、後勤維修、安全標準建議、補助政策建議等；針對製造廠商部分則訪談廠商對於技術發展目標、產業發展政策建議、維修後勤、安全標準建議等議題。訪談議題如表 5-2 所示。

表 5-2 營運業者與製造商訪談議題

議題	細項議題	受訪對象
使用經驗	• 續航力是否符合預期? • 妥善率是否符合預期? • 主要故障原因為何?	客運業者
各項使用成本	• 硬體設施成本(電池、車體、充電設施) • 營運成本(電費、維修) • 周邊設施成本(場站土建、電力設備)	客運業者
選擇車輛評估準則	• 當初選購車輛時的比較因素及標準為何？ • 什麼樣的路線適合使用電動大客車？	客運業者
排班調度模式改變	• 對於既有排班調度的影響？限制？ • 對司機的影響？	客運業者
市場接受度	• 乘客對於電動大客車願付價格、使用意願與一般柴油公車是否有差異? • 客運業者使用電動大客車對於營收是否有影響？	客運業者
後勤維修發展	• 目前維修保養方式為何？ • 未來若比照柴油車建立分級保養制度，由客運公司負責簡易保養及故障排除，是否可行？ • 長期則由政府及專業法人機構規劃技術移轉以及職業訓練課程，搭配核發專業證照，提昇業者自主維運能力及其他民間保修廠技術能量？	客運業者 製造廠商
補貼政策建議	• 對於補貼政策的建議？	客運業者 製造廠商
安全審驗政策建議	• 對於車輛安全審驗規定的建議？ • 對於電池安全規定之建議? • 對於充電設施安全規定之建議？	客運業者 製造廠商
技術發展目標	• 未來技術發展方向? • 國產化目標? • 產品開發布局?	製造廠商
經營方式	• 銷售模式 • 充電場站建置與營運權責劃分?	製造廠商
產業輔導政策建議	• 對於產業研發補助政策之建議? • 對於附加價值率政策建議?配套措施?	製造廠商

在使用經驗部分，有關「續航力是否符合預期」項目，8 家受訪業者中有 4 家表示續航力可符合路線營運需求，4 間業者認為不符預期，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。顯示在車輛續航力部分，雖有半數業者認為與預期不符，但實際營運上可

透過排班調度手段滿足路線要求，因此車輛續航力雖為業者在意重要課題，但並非影響營運的主要問題。

有關「妥善率」項目部分，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關鍵問題。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，充放電過程中若有出現單一電池芯充放電情形不一，則產生電壓差，當壓差過大則造成電池組無法順利運作。

有關使用成本議題，業者普遍反映成本高於一般柴油車。雖車體部分有政府補助，但有許多衍生成本是實際使用後才發現，主要為充電場站的土地取得、土建設施、電力設施之成本，此成本受地理環境與條件影響大，變數較大。

有關業者選購車輛時的參考依據，為早一批使用電動大客車的業者（如新竹客運、高雄客運），唯一參考資訊即為車輛製造廠提供資訊。後續業者則有比較多同業資訊可參考。而業者在採購車輛時的考量指標首重妥善率，再者是成本，續航力部分，有些業者認為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過於理想的數據，導致實際使用時落差太大，放大對車輛妥善率與續航力不足的感受。

對於排班調度的影響部分，僅有苗栗客運認為與原本排班調度模式無異，並無限制。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，增加非營運里程。而部分業者因為車輛妥善率不足，除了電動大客車外，仍需投入備援柴油大客車及駕駛待命，大幅增加排班調度的困難。除了車輛性能對排班調度模式產生影響之外，業者亦反映，受限於電動大客車補貼規定，車輛僅能行駛於特定路線，不得混合行駛於其他路線，限制營運彈性，亦降低車輛的使用率。而對於司機影響的部分，有 3 家業者認為因為電動大客車續航力及妥善率不足關係，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。

市場接受度部分，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，但絕大部分還是認為民眾的選擇取決於路線起迄，與車種無太大關係。對於營收影響，大部分業者認為無差異。其中新竹客運反映其路線採取服務購買模式(市府以勞務委託包車，市民免費搭乘)，由於尚未有完整電動大客車使用成本資訊，故以低於新竹市一般市區客運路線車公里成本的單價包租，造成營收與使用成本不對等。

後勤維修乃客運業者與製造廠商共同關注的重要課題。目前模式參考柴油大客車分級保養機制，並由客運業者及車輛製造廠共同分工。底盤、

燈光系統、輪胎、潤滑油品類由客運公司既有保養廠負責，且參考柴油大客車，依行駛里程安排例行保養；而有關動力系統(馬達、驅動器、齒輪箱、差速器)、電池系統(電池芯、電池管理系統、電池線路)、空壓機、水泵(動力馬達散熱器)等部分則由車輛製造廠負責，然而目前普遍問題是遭遇故障異常後的事後處理，缺乏事前預防性的例行保養機制。此外，客運業者與車廠目前尚屬保固期間，所有故障排除由車廠全權負責，無維修費用問題，客運業者擔心未來的權責劃分以及費用，而製造廠商端普遍也缺乏足夠的資訊(各組件使用年限紀錄)，因此無法提供明確的保養計畫以及費用明細。本研究進一步訪談客運業者及製造廠商，若是未來由政府機關及法人提供技術能量，辦理相關教育訓練課程之可行性，客運業者及製造廠商普遍認為有益於整體發展，客運業者認為可以提昇自有保養人力技術能量，藉以降低保修成本，並可加速故障異常排除。製造廠商則認為可以減輕後勤負擔，可專注於主要零組件的維護，亦不需廣設維修據點。

在補貼政策建議部分，客運業者主要訴求為：電費優惠措施、充電場站優惠措施、路線營運限制鬆綁等 3 項。有 2 家業者建議規劃電價優惠，例如全日比照離峰電價之方式。有 4 間業者認為目前的充電站設置，無論在成本面，還是行政程序面，皆無法精確掌握，其中以土地取得以及用電申請兩個項目差異性最大，建議針對此兩項目規劃配套措施。另外有 2 家業者認為目前電動大客車補助限制營運路線降低車輛使用的彈性，減少車輛利用率，就成本攤提角度，大幅限縮了車輛的效益。

在安全審驗政策部分，客運業者建議可以強化電池安全以及充電設施安全部分，目前車輛安全法規係以整車安全測試為主，並無針對電池單體獨立之測試，客運業者認為若能加強電池獨立檢測，並建立相關標準規格，除了安全訴求外，未來若有新的電池技術產生時，若規格統一則可重置汰換。而充電設備部分，客運業者認為應加強安全測試，降低人員操作風險，且建立標準規格，達到共用充電場站目的。在車輛廠商部分，建議增加的安全檢驗政策，包括電池系統及充電設備兩大範疇，且進一步提出電池檢測的建議方向，包括：散熱、震動、耐熱等；而充電設施部分則建議可朝向：消防認證、電機技師認證、電磁相容、斷電裝置等項目。

有關技術發展方向，華德、立凱等公司在今年參與工業局辦理之共同動力系統開發計畫，與國產馬達製造廠富田電機期望發展國產化之換電液冷式感應馬達以及充電液冷式永磁馬達各一款，目標係提昇動力系統自製率及品質。而在電池系統部分，立凱目前引進 SONY 電池技術於國內設廠，結合自家製造鋰鐵材料，目標發展循環壽命 6000 次以上的動力電池芯。唐榮車輛主要技術來自於上海申沃客車，以自身整車打造廠技術為基礎，著重於車體打造以及系統整合技術，未來將進一步與工業局合作，朝向車用智慧電子系統開發方向，逐步提昇車輛附加價值率。

車輛製造廠商經營模式部分，四家廠商車體部分皆採取賣斷方式銷售，在電池以及充電場站部分則依需求有多元組合。華德的電池與充電設備以賣斷或是租購方式與客運業者簽訂合約，由客運業者自行負責充電作業；立凱則是以電池交換模式，電池及充電場站由立凱持有維運，並以收取車公里服務費方式提供電池交換服務；唐榮則是將電池賣斷，充電場站由唐榮建置維運,向客運業者收取車公里服務費;馨盛目前僅有一筆合約案例,係採取電池、充電設備皆賣斷方式，交由客運業者自行維運。

在產業政策部分，製造廠商普遍認為目前的補助政策，主要針對使用者，鮮有針對產業研發方面補助，若能把部分補貼資源投入產業輔導，並結合政府及相關法人的技術能量,達到提昇品質目標,亦可降低研發成本,直接反映於售價。而對於產業研發補助的項目，除了現正進行中的共同動力系統發展外，車廠也建議可以朝向電池技術的發展，以國內既有電子產品電池的技術為基礎，發展車用動力電池。此外，發展智慧監控系統亦為一可行發展方向，結合智慧運輸系統相關技術，建立電動大客車的智慧監控系統，提供政府及使用者端透明的營運資訊，有利於產業正向發展。

而有關附加價值率政策，車輛廠商普遍抱持正面態度，惟建議針對目前設定每年的附加價值率門檻可有一彈性調整機制，逐年檢討市場及產業動態，滾動式調整目標門檻，並給予差異化補助作為誘因，除了因應國產化目標設定之基礎門檻為申請補助要件外，針對附加價值率優於門檻的產品給予不同補貼額度誘因，進一步達到差異化之目的。

5.2 電動大客車經營課題分析

綜整客運業者訪談結果，彙整出目前業者使用電動大客車遭遇的課題包括：

1.車輛妥善率影響營運

客運業者對於電動大客車的疑慮不外乎妥善率、續航力、成本等 3 個構面。其中續航力，現階段可透過排班調度方式，以滿足路線需求。成本面雖有許多衍生之成本，但仰賴現有補貼機制，若車輛可穩定提供服務，業者仍有使用之意願。因此關鍵因素仍為妥善率，目前因為妥善率不足，使得客運業者排班調度模式受到衝擊，也因為妥善率未達到合理標準，造成使用成本高於合理成本之情形。因此，關鍵的因素還是在於未來如何從補貼審核、車輛審驗等機制來把關車輛品質，並結合產業輔導政策提昇技術水準。

2.車輛使用率低

除了妥善率及續航力問題導致目前電動大客車之使用率低於柴油大客車外，「公路公共運輸補助電動大客車作業要點」規定，受補助車輛須營運滿 8 年且不得移做他用，亦即受補助車輛僅能行駛於特定路線上，不得與其他路線混合調度。此規定之目的係管制電動大客車於適當路線上使用，俾利掌握其營運狀況，然而從成本效益的角度上來看，電動大客車購置成本高昂，若限定於特定路線則可能降低其使用率。業者普遍認為，希望可透過更有效率的排班調度，增加電動大客車使用率。

3.後勤維修模式未成熟

目前各縣市電動大客車路線營運時間不長，且均在保固期間，加上製造廠商為了增加客運業者選擇誘因，因此保固期間故障維修與例行保養大多交由製造廠商全權負責，對於保固期間結束的後勤維修模式，並未有明確共識。對於客運業者而言，其疑慮在於擔心未來的維修技術與特殊零件是否會受列車廠控制，成為未來電動大客車使用的隱憂之一。

4.成本結構不同於柴油車

電動大客車硬體購置成本高於一般柴油車外，許多使用上衍伸之成本項目亦不同於柴油車，包括：充電場站的土建、電力基礎設施、維運人力、電池的重置成本(車輛廠商普遍保固五年)、其他因為電動大客車續航限制產生調度成本、因妥善率限制產生替駛成本等。而電動大客車的成本仍延用柴油車的 18 項成本別會計制度，實有針對電動大客車特

性重新檢討成本結構之必要。

5.充電場站設置不易

充電場站係目前使用電動大客車最難掌握的變因之一，無論是既有場站與路線起迄距離、是否需另尋新場站、場站基礎電力設施、場站土建設施等，皆會影響電動大客車使用特性，也進一步影響充電場站的建置成本。

5.3 電動大客車產業課題分析

從產業角度分析，目前電動大客車主要的問題，在於製造廠商投入研發與銷售比例失衡，以致衍生產品不穩定、後勤支援無法及時跟上等問題。本研究彙整製造業者面臨課題包括：

1.產業輔導資源不足

過去製造廠商大多是依靠自有資金作研發、測試，當市場需求成長時，即便產品尚未完成完整的測試，在研發資金回收壓力的考量下，仍選擇投入銷售，導致常見客運業者反映車輛在交車後，仍需一段時間調校方趨穩定。會產生此現象與國內過去的政策方向有所關連，過去政策係以直接補助使用者為主，鮮少有協助產業研發以及技術提昇的輔導計畫，使得製造廠商選擇壓縮研發測試時程，急於投入市場，或是選擇直接引進國外技術。針對此議題，經濟部工業局已提出相關輔導措施，並辦理共同動力系統開發計畫，試圖發展國產且妥善率高之馬達系統。未來應持續加深產業輔導力度，研擬電池、充電設施、車輛智慧監控系統等面向之產業輔導計畫，逐步健全電動大客車產業技術供應鏈。

2.資金週轉壓力大

由於電動大客車的電池是目前影響其穩定性之關鍵因素，加上成本高昂，佔車輛總價三分之一，為提高客運業者使用意願，製造廠商紛紛提出電池以租代購、以電能補充服務取代電池銷售等方式，這使得電池購置成本積壓在廠商身上，長期而言，壓縮廠商投入研發資源，不利於產業發展。而客運業者端，由於廠商為了加速產品上市，壓縮研發測試期程，導致車輛妥善率不佳，影響營運。在綜合製造廠商與客運業者意見後，形成電動大客車租賃之構想，將現有電池租賃、電池交換服務進一步制度化，導入融資措施，藉由一租賃平台，同時分擔營運業者及製造廠商之風險。建議未來可就此議題進一步深入研究。

3.後勤維修負擔大

推動初期，製造廠商為了維持車輛妥善率，增加客運業者使用誘因，提出駐點服務策略，每日由專人協助車輛例行檢修與能源補充業務。然而，當銷售車輛規模與據點不斷增加，廠商需投入之後勤人力負擔逐漸增加，進而衍生維修不及使影響妥善率的問題。未來除了由製造廠商擴編培養後勤資源外，亦應評估透過技術移轉，增加客運公司自有保修班或民間保修廠的技術能量，完善整體後勤支援體系。

5.4 電動大客車經營與產業環境課題彙整

綜合前述使用者經營與產業發展現況所面對之課題顯示，目前推動電動大客車兩大關鍵瓶頸，為妥善率不穩定及使用成本高昂，如圖 5-1 所示。

造成妥善率不穩定的原因，包括：過去較缺乏產業研發輔導機制、市場發展過快品質管控機制無法因應、後勤維修體系尚未健全等。而這些課題又再進一步衍生出：車廠面臨後勤維修負擔大問題、客運業者因車輛不穩定須承擔營運損失風險等課題。

在產業輔導課題部分，經濟部目前已開始辦理相關產業輔導措施，如目前辦理之共同動力系統開發計畫，輔導國內電機馬達廠商，協助國內電動大客車廠商開發國產動力系統，期望同時提昇國產比例，並提高動力系統之妥善率。

在品質管控部分，經濟部已積極輔導車廠，協助導入 ISO 流程，建立進料檢驗、生產管理、售後服務等標準程序。

在後勤維修部分，目前車輛廠商已開始與客運業者建立維修分工機制，由客運業者負責機械類項目維修保養，廠商負責動力、電池、電控等部分之維修保養。建議未來可進一步結合政府職訓、汽訓相關資源，並善用車輛研究測試中心等專業法人技術能量，開辦官方教育訓練課程，培訓相關專業維修之人力，解決現況瓶頸。

在使用成本高昂部分，細究其原因，包括：未具經濟規模、充電場站成本變動大、使用率低成本攤提不易等。由於目前使用成本較高，車廠為增加使用者購買意願，提出電池租賃、電能補充服務等措施，將電池、充電器等成本內部化，造成資金壓力大，進而影響產品研發、測試等資源。

目前電動大客車之技術仍在發展初期，各項硬體成本高於柴油大客車屬合理現象，交通部「公路公共運輸補助電動大客車作業要點」之精神即在補助業者初期購置成本之差額。

有關充電場站建置問題，除了土地取得成本外，亦包含土建設施、電力基礎設施等成本，未來可建立公有土活化做為充電場站使用之相關機制，並協調電力公司規劃電動大客車專用之用電申請機制。提供使用者在土地取得、土地成本、電力設施建置程序、電力申請成本等協助。

有關車輛使用率問題，除了車輛本身妥善率與續航力限制，導致車輛使用率低於柴油車外，目前補貼機制限制車輛營運路線(公路公共運輸補助電動大客車作業要點限制電動大客車須於特定路線營運至少 8 年)，亦減少車輛調度的彈性。對此，未來客運業者於申請補貼時提出混合調度計畫，

在合理範圍內彈性調度，如此即可增加車輛使用之彈性。

在車輛廠商資金週轉壓力問題，透過完善的產業輔導措施，由政府協助補助相關技術研發，帶動產業正向循環發展。除此之外，建議未來亦可進一步針對廠商提供的租賃機制，進行制度化研究，評估電動大客車租賃機制的可行性，透過第三方租賃平台，減少車輛使用者的風險，也降低製造廠商的資金壓力。

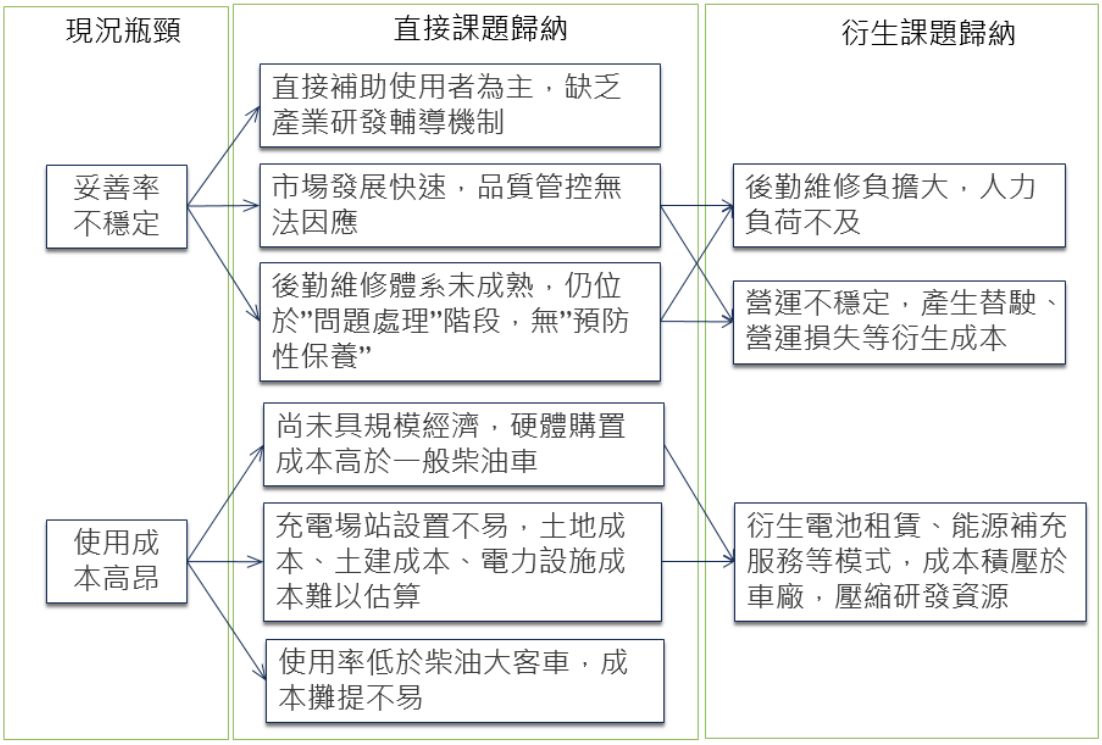


圖 5-1 經營與產業環境課題歸納

5.5 電動大客車安全法規環境分析

除了前述經營與產業課題之外，電動大客車之安全議題，亦為各界關注之重點。電動車之動力系統有別於一般傳統引擎汽車，以電池及馬達取代了油箱及內燃機，所以當系統異常或事故意外發生時，造成的風險也與一般車輛不同。鑒於電動大客車安全為政府、營運業者、製造廠商共同關注之課題，本節將針對國內目前有關電動大客車之安全法規環境進行檢討，並回顧國際及電動汽車、機車之相關標準，提供主管機關未來修訂規範及標準之參考。

5.5.1 現況電動大客車安全審驗規定

世界許多先進國家均已推動「車輛型式安全審驗制度」，俾於車輛量產上市銷售前，對其安全規格進行審驗認證。而車輛型式安全審驗係指車輛申請新領牌照前，對其特定車型之安全及規格符合性所為之審驗。為提昇國內車輛安全管理，並與先進國家管理制度發展接軌，交通部自民國 87 年起推動實施車輛型式安全審驗制度，並依交通部「道路交通安全規則」第 17 條第 3 項之授權，訂定「車輛型式安全及品質一致性審驗作業要點」及「車輛零組件型式安全及品質一致性審驗作業要點」作為審驗作業之依據。為順應國際趨勢，朝向「聯合國歐洲經濟委員會」ECE(Economic Commission for Europe)車輛安全法規之調和發展，期望建立更完善之車輛型式安全審驗制度，交通部爰於 91 年 2 月 6 日增修「公路法」第 63 條第 5 項：『第一項安全檢測基準、審驗、品質一致性、申請資格、技術資料、安全審驗合格證明書有效期限、類別、安全審驗合格證明書格式、查核、檢測機構認可、審驗機構認可、查核及監督管理等事項之辦法，由交通部定之。』之授權依據，俾以提昇車輛型式安全審驗作業規定之法律位階。交通部參考前開兩作業要點之架構、作業程序及實務作業原則，並參酌歐盟等先進國家之作法與考量我國國情，依「公路法」第 63 條第 5 項授權規定，訂定「車輛型式安全審驗管理辦法」，俾作「車輛型式安全審驗」之作業依據。

國內車輛製造廠、底盤車製造廠、車身打造廠、進口商，其製造、打造或進口之車輛，應經檢測機構或審驗機構依交通部訂定之「車輛型式安全審驗管理辦法」及「車輛安全檢測基準」檢測並出具「安全檢測報告」，業者須向審驗機構申請「審查報告」，並辦理車輛型式安全審驗合格後，取得「安全審驗合格證明書」，始得向公路監理機關辦理新領牌照登記、檢驗、領照等相關事宜。國內電動客車之安全審驗標準，大致參照一般內燃機客車之檢驗標準，差別在於因為能源種類的不同，電動大客車須符合電動汽

車之電氣安全(640)及電磁相容性(561)規定。本研究茲將目前國內電動大客車所應符合之車輛安全檢測項目彙整如表 5-3 所示。

表 5-3　電動大客車應符合車輛安全檢測項目彙整表

審驗類別	項目數	檢測項目			
		規格核定	一般安全項目	其他項目(破壞性)	其他項目(消耗性)
多量	43	020. 車輛規格規定	• 030/031/032/033/034(10601) 車輛燈光與標誌檢驗規定 • 040 靜態煞車 • 080 汽車傾斜穩定度規定 • 090/091 聲音警告裝置(喇叭)安裝規定 • 220 速率計 • 230 間接視野裝置安裝規定 • 310 方向燈 • 330 倒車燈 • 340 車寬燈(前位置燈) • 350 尾燈(後位置燈) • 360 停車燈 • 370 煞車燈 • 380 第三煞車燈 • 390 輪廓邊界標識燈 • 400/401 側方標識燈 • 470 轉向系統 • **560/561/562(10501)電磁相容性** • 600 含視野輔助燈之照後鏡 • 630 低地板大客車規格規定 • **640 電動汽車之電氣安全**	• 160 行車紀錄器 • 190 車輛內裝材料難燃性能要求 • 200/201/202 反光識別材料 • 210 聲音警告裝置(喇叭) • 250/251/252(10501)安全玻璃 • 260 安全帶 • 270 間接視野裝置 • 280/281 輪胎 • 290 燈泡 • 300/301/302(10601) 氣體放電式頭燈 • 320/321/322(10601)前霧燈 • 410/411 反光標誌(反光片) • 480/481(10401)/482(10501) 安全帶固定裝置 • 490 座椅強度 • 500/501 頭枕 • 520/521/522(10601) 非氣體放電式頭燈 • 530 後霧燈 • 540/541(10401)/542(10501) 火災防止規定 • 550 大客車車身結構強度 • 590/591(10601)適路性前方照明系統	• 420/421/422/423(10701) 動態煞車 • 430/431 防鎖死煞車系統
少量	43	020. 車輛規格規定	同多量。 另機關、團體、學校或個人進口自行使用之車輛，得免除 310 方向燈、330 倒車燈、340 車寬燈(前位	同多量。	同多量。 同申請者同年度同型式規格之機關、學校進口自行使用之丙、丁類大客

			置燈) 、350 尾燈(後位置燈) 、360 停車燈、370 煞車燈、380 第三煞車燈、390 輪廓邊界標識燈、400/401 側方標識燈及 560/561/562(10501)電磁相容性等十項檢測。 同申請者同年度同型式規格總數未逾 20 輛者，得免 031 水平投射與 032 水平投射及/或 AFS 之規定。		車，得免符合 420/421/422/423(10701) 第二煞車系統性能及能量儲存裝置測試及 430/431 能量消耗試驗及抓地力利用率測試
進口舊車	33	020. 車輛規格規定	同多量。 另機關、團體、學校或個人進口自行使用之車輛，得免除 310 方向燈、330 倒車燈、340 車寬燈(前位置燈) 、350 尾燈(後位置燈) 、360 停車燈、370 煞車燈、380 第三煞車燈、390 輪廓邊界標識燈、400/401 側方標識燈及 560/561/562(10501)電磁相容性等十項檢測。 同申請者同年度同型式規格總數未逾 20 輛者，得免 031 水平投射與 032 水平投射及/或 AFS 之規定。	160 行車紀錄器；190 車輛內裝材料難燃性能要求；200/201/202 反光識別材料；250/251/252(10501)安全玻璃；260 安全帶；480/481(10401)/482(10501)安全帶固定裝置；490 座椅強度；500/501 頭枕；540/541(10401)/542(10501)火災防止規定 另同一申請者同年度同型式規格之車輛總數未逾 20 輛者，得免除 190 車輛內裝材料之檢測。	同多量。 另同一申請者同年度同型式規格之車輛總數未逾 20 輛者，得免除 420/421/422/423(10701) 動態煞車及 430/431 防鎖死煞車系統之檢測。

資料來源：財團法人車輛安全審驗中心提供，本研究彙整

另依交通部「公路公共運輸補助電動大客車作業要點」之交通部公路公共運輸提昇計畫補助電動大客車性能驗證規範，自 2014 年起，申請補助之電動大客車車輛使用性能，須符合之項目及標準彙整如表 5-4。

表 5-4 電動大客車性能驗證規範

性能項目	標準說明
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。
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。
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。
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。
續航性能	在電池組充滿電狀態下，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，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；且此續航性能測試應重複執行至少 20 次。
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。

資料來源：交通部，本研究彙整

由前述內容可知，現階段國內有關電動大客車安全規範大致沿用一般內燃機車輛標準，並增加六項針對電動大客車特性之規範。且係以整車安全測試為主。回顧發展時間較久的電動小客車及電動機車，除了整車安全之外，皆有針對重要的關鍵零組件建立相關安全標準，如此除了使整體安全環境更加健全外，亦可提高各重要組件的品質一致性。以下茲就電動大客車電池、充電設施兩個重要的零組件，參考電動小客車及國外做法，提出安全標準建議。

5.5.2 電動大客車安全標準建議

動力電池為電動車重要組件，其妥善率乃電動車能否穩定運行之重要因素，且目前動力電池容量動輒超過 100KWH，電壓為 500V 以上之高電壓，其安全性係為極其重要的課題。經濟部標檢局比照 ISO(國 International Organization for Standardization) 、 IEC(*International Electrotechnical Commission*)、SAE(Society of Automotive Engineers)、JIS (*Japanese Industrial Standards* Committee)等國際標準，在電動小客車整車部分制定了 9 項 CNS 國家標準，規範電動車動力電池安全如表 5-5 所示。建議未來可逐漸將前述各項電動小客車動力電池安全標準套用至電動大客車。

表 5-5 電動小客車動力電池安全標準

CNS 總號	標準名稱	對應國際標準
15369-1	電動車輛推進用二次電池組－試驗參數	IEC 61982-1
15369-2	電動車輛推進用二次電池組－動態放電性能試驗與動態耐久性試驗	IEC 61982-2
15369-3	電動車輛推進用二次電池組－市區運輸車輛用之性能與壽命測試	IEC 61982-3
15391-1	電動車輛推進用二次電池組－市區運輸車輛用之性能與壽命測試	IEC 62660-1
15391-2	電動車輛推進用二次電池組－鋰離子單電池之可靠度及異常使用效應測試	IEC 62660-2
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－高功率應用	ISO 12405-1
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－高電能量應用	ISO 12405-2
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－安全性能要	ISO 12405-3

	求	
15533-3	二次電池及電池安裝之安全性要求－牽引用電池	IEC 62485-3

資料來源：中華民國經濟部標準檢驗局 CNS

此外，本研究亦蒐集國際組織有關動力電池安全標準，其中以 UL(*Underwriters Laboratories* Inc.)規範項目最多，可供國內未來欲制定電動大客車電池安全檢驗標準參考。UL 電池安全測試包括：

1.電力測試

外部短路測試(External Short Circuit Test)：外部短路測試直接連接電池的陽極和陰極，以檢測電池在無引起爆炸或起火的前提下，抵抗極大電流情況的能力。

異常充電測試(Abnormal Charging Test)：異常充電測試是用大於充電電流以及充電時間的條件，檢測電池是否能在不引起爆炸或火災的前提下抵抗這類情況。

強迫放電測試(Forced Discharge Test)：強迫充電測試檢測當電池以特定數目、同樣類型已充電的電池串接時會出現的行為模式，其主要在於製造失衡的串接電池組，然後將其短路。電池在不會產生爆炸或起火，方可通過本項測試 (BATSO 01 並未要求進行本項測試)。

2.機械測試

壓碎測試(Crush Test)：壓碎測試檢測電池在受到兩個平板(通常透過擠壓方法，如 SAE J2464，包括電池芯以鋼棒擠壓，電池組以條狀平壓)擠壓下 (通常為 13 kN) 的耐受力。電池在不會產生爆炸或起火，方可通過本項測試 (IEC 62281 或 UN 38.3 並未要求進行本項測試)。

衝擊測試(Impact Test)：本衝擊測試由圓柱型鋼棒橫跨在測試電池上，由此檢測電池承受本項特定衝擊的能力。電池在不會產生爆炸或起火，方可通過本項測試 (SAE J2464、JIS C8714 或 BATSO 01 並未要求進行本項測試)。

衝震測試(Shock Test)：衝震測試是把測試電池固定在經過校準的機器，並在一定的測試時間中以特定的平均加速及最大加速進行測試。電池在不會產生爆炸、起火、滲漏或裂縫，方可通過本項測試。

震動測試(Vibration Test)：振動測試是以特定的振幅讓電池承受簡單運

動；在不同的頻率和時間下。電池在不會產生爆炸、起火、滲漏或有裂縫，方可通過本項測試。

3.環境測試

高溫測試(Heating Test)：高溫測試評估電池在一段期間內承受遞增至高溫的能力。電池在不會產生爆炸或起火，方可通過本項測試 (IEC 62281、 UN 38.3 或 BATSO 01 並未要求進行本項測試)。

高度循環測試(Temperature Cycling Test)：溫度循環測試是將每個電池樣本經過若干次溫度循環，以測試電池在高於及低於室溫等特定溫度時的耐受力。電池在不會產生爆炸、起火、裂縫或滲漏，方可通過本項測試。

低壓(高度)測試(Low Pressure (Altitude) Test)：低壓測試在於評估電池暴露在低於標準大氣壓力環境中 (如機艙中忽然失壓) 的耐受力。電池在不會產生爆炸、起火、裂縫或滲漏，方可通過本項測試 (UL 2054 並未要求進行本項測試)。

4.其他特定測試

燒射測試(Projectile (Fire) Test)：依照 UL 1642、UL 2054、UL Subject 2271、IEEE 1625 及 IEEE 1725 規定必須進行本燒射測試。本項測試是將電池樣品置於一個絲網構成的特殊屏內，並在測試爐的火焰中進行測試。若火焰燃燒導致電池爆炸或起火，則電池樣品的任何部份均不可穿透或凸出網屏。

墜落測試(Drop Test)：依照 UL Subject 2271、UL Subject 2580、IEC 62133、IEC 62281、NEMA C18.2M Part 2、JIS C8714 及 BATSO 01 規定須進行本墜落測試。本測試是將每個電池樣品以自由落體掉落至硬表面數次，並於每次掉落後經過一段時間檢查電池樣品。電池不可爆炸或起火，方可通過本項測試。

持續低電流充電測試(Continuous Low Rate Charging Test)：依照 IEC 62133 規定必須進行本持續低電流充電測試。本項測試將已完全充電的電池樣品，以製造商指定的充電速率，採用長時間且不中斷的方式進行充電。電池不會產生爆炸、著火、或漏液，方可通過本項測試。

外殼加熱測試(Mold Stress Test)：依照 NEMA C18.2M Part 2、UL 2054、IEC 62133 及 UL Subject 2271 規定必須進行本外殼加熱測試。本項測試將塑膠外殼的電池組置於持續加熱到一定溫度的環境中，並維持一段固定時間。一旦電池組冷卻到室溫後，即檢查電池組，其外殼的變形不能導致內部元件外漏阻抗，方可通過本項測試。

絕緣阻抗測試(Insulation Resistance Test)：依照 UL Subject 2580、IEC 62133 及 NEMA C18.2M Part 2 規定必須進行本絕緣阻抗測試。本項測試主要針對電池樣品量測每個電池正負極與電池組可接觸金屬之間的電阻。測得的電阻必須超過指定的最低值，方可通過本項測試。

反向充電測試(Reverse Charge Test)：依照 IEC 62133、UL Subject 2271 及 UL Subject 2580 規定必須進行反向充電測試。本項測試將已放電的電池樣品置於反向充電情況下一段時間，並以指定電流充電，以檢測電池的反應。電池在不會產生爆炸或起火，方可通過本項測試。

穿刺測試(Penetration Test)：依照 UL Subject 2271、UL Subject 2580 及 SAE J2464 規定必須進行本穿透測試。本項測試以尖銳的金屬棒刺穿電池，同時檢測金屬棒加速度、電池變形程度、電池溫度、電池的終端電壓及電阻。

電動大客車另一個關鍵設備即充電設備，在進行充電時，充電設備會產生高電壓及大電流輸出至電動車輛之充電座，提供巨大能量給予電池模組充電，而這巨大能量將會衍生出許多技術問題，如充電導線是否足以承受大電流；充電座是否穩固；車輛電池模組是否支援快速充電模式等。

目前經濟部標準檢驗局針對電動小客車充電設施設有 5 項安全標準（如表 5-6）。為確保所有電動車使用充電設施皆能有一致的安全性與可靠度，建議可比照電動小客車制定充電設施相關安全標準與統一充電介面規格，除了提昇充電安全環境外，亦可促成電動大客車充電系統的通用性，實現共用場站的可能。

表 5-6 電動小客車充電設施安全標準

CNS 總號	標準名稱	相對應國際標準
15511-2	電動車輛傳導式充電系統－第 2 部：介面要求	IEC 62916-2 IEC 61851
15511-3	電動車輛傳導式充電系統－第 3 部：安全要求	IEC 61851/ IEC 62196-1
15511-23	電動車輛傳導式充電系統－第 23 部：電動車輛直流充電站	IEC 61851-23
15511-24	電動車輛傳導式充電系統－第 24 部：電動車輛直流充電站與電動車輛間充電控制用數位通訊	IEC 61851-24
15700-3	電源端插頭、電源端插座及車輛端耦合器－電動車輛傳導式充電－第 3 部：直流及交直流綜合型端子與接觸導管類型車輛端耦合器之尺度相容性及互換性要求	IEC 62196-3

資料來源：中華民國經濟部國家標準檢驗局 CNS

第六章 電動大客車推動策略研擬

綜整目前營運績效及經營與產業環境課題，本章將研擬對應之推動策略。有鑒於電動大客車課題涉及跨部會權責，首要任務係建立跨部會作業的機制，並建立營運績效監管之資訊整合工具，作為整體推動之基礎。對應第五章歸納之經營與產業課題，本研究進一步提出：強化後勤維修系統、強化產業輔導措施、補貼與管制併行政策、研擬電動大客車租賃機制等具體策略。各推動策略與課題對應關係如下圖 6-1 所示。

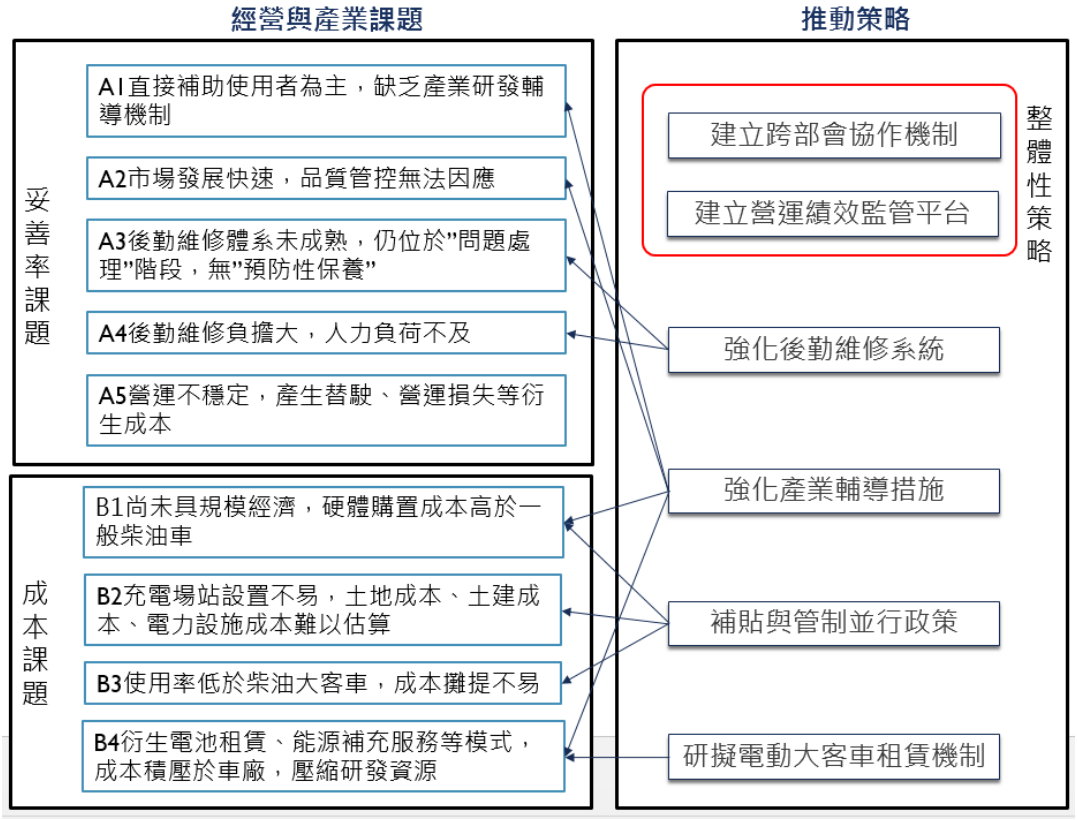


圖 6-1 電動大客車課題與推動策略示意圖

以下便針對各項推動策略進行說明。

6.1 建立營運績效監管平台

為確保各項推動策略能有效改善目前課題，電動大客車營運績效之掌控，為擬訂各項推動政策之基礎參考資訊。受限於目前各家車廠車輛並未裝設紀錄行車數據及電池績效之相關車載設備，須透過人工抄寫行車紀錄，以及協請業者提供維修保養等方式完成調查，在資料的即時性、客觀性及完整性上皆有不足之處。因此，建議以本研究調查成果為基礎，結合相關

車載資通訊技術，進一步建置一套自動化的營運績效監管平台，即時蒐集各項車輛績效資訊，提供主管機關日後核撥電動大客車補貼款及營運績效稽核的重要參考資料，並與現行公路公共運輸提昇計畫勾稽，確保補助款應用成效。此外，此平台應具備跨部會資訊共享功能，並建立跨部會協作的介面與機制，讓各部會皆能清楚掌握電動大實際客車營運績效，作為研擬各項發展政策的決策支援工具。

建議之電動大客車營運績效監管平台系統單元大致分為資料庫系統、管理系統與行車輔助系統三個主要單元，如圖 6-2 所示。

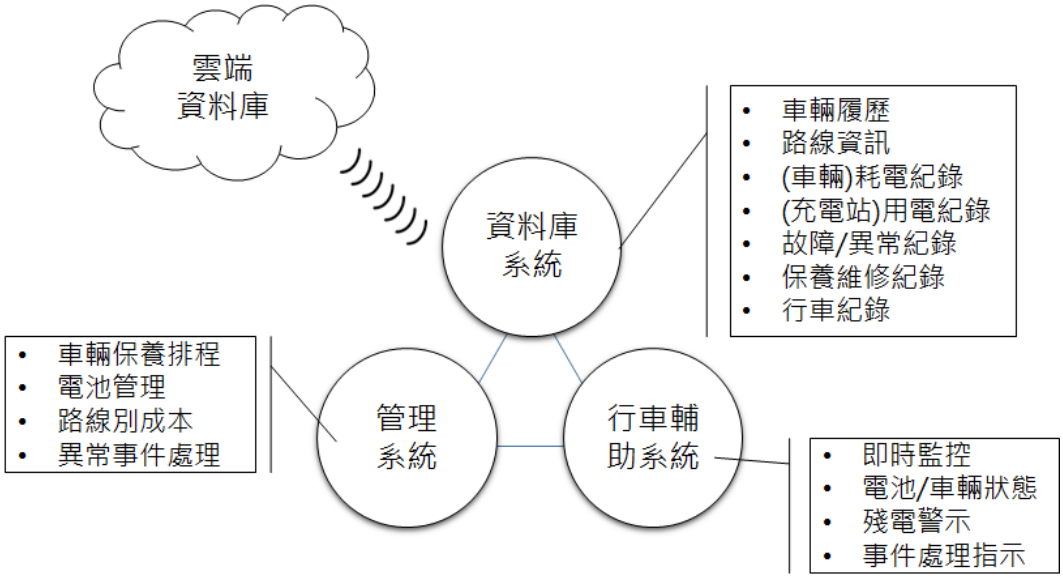


圖 6-2 電動大客車營運績效監管平台系統架構圖

資料庫系統負責記錄各路線車輛與充電站行駛里程、用電資訊、維修或異常紀錄等資料。可依照每秒或更頻繁回傳頻率將數據儲存於雲端資料庫。

車載系統擷取車輛即時動態，並介接電池管理系統(BMS)擷取電池殘電、電壓、溫度等資訊，即時回傳資料庫。另同步管理系統與資料庫系統所產生的資訊，顯示於車內必要位置，讓駕駛員於行車途中能夠得到即時監控與保護、車輛與電池即時狀態、殘電警示與事件處理指示。

管理系統則主要功能為應用資料庫系統所記錄之原始資料，分析出更進一步有價值之資訊。依據主管機關、客運業者、車輛廠商需求開發管理介面。包含供主管機關查詢各路線績效報表、供客運業者填報故障異常事件及成本資料、車輛廠商進行維修保養排程與紀錄等功能。

電動大客車營運績效監管資訊整合平台最重要的功能在於即時且正確地提供各相關單位所需資訊，作為未來主管機關營運管考與各項補貼或

審驗之依據如圖 6-3 所示。對於製造廠商而言，本系統可以協助蒐集各項車內與車外數據，結合各項電池與車輛異常數據，做為未來車輛研發重要實證資料；客運業者可以透過本系統瞭解車輛真實運作情形，分析電動車路線別成本，掌握各項妥善率與營運績效指標並提供車輛保養自動化排程等服務。此平台對各利害關係人之預期效益包括：

- 主管機關：掌握電動大客車實際營運情形，反映車輛實際績效，並與補貼政策勾稽。做為日後補助申請、審核、稽核的決策支援工具。透過平台將電動大客車營運資訊共享給其他部會，結合跨部會協作機制，作為共同決策之重要參考依據。
- 客運業者：提供客運業者填報故障及異常事件，協助主管機關掌握車輛妥善率，並回饋車輛廠商追蹤改善問題。協助業者電子化紀錄車輛妥善率、電池效能，以及維修保養紀錄等資訊，追蹤車輛履歷提昇營運管理效率。此外系統可供業者填報路線成本與營收資料，作為客運業者營收管理分析工具，並供主管機管掌握電動大客車實際成本結構。
- 車輛廠商：讓車輛廠商掌握車輛妥善率及能源使用效率，提供例行保養排程記錄功能，追蹤異常故障事件改善情形，並可回饋作為產品品質及後勤系統改善依據。提供車輛即時動態資訊，即時因應緊急路故事件。
- 駕駛員：即時車輛狀態掌握，以及異常事件處理輔助工具。

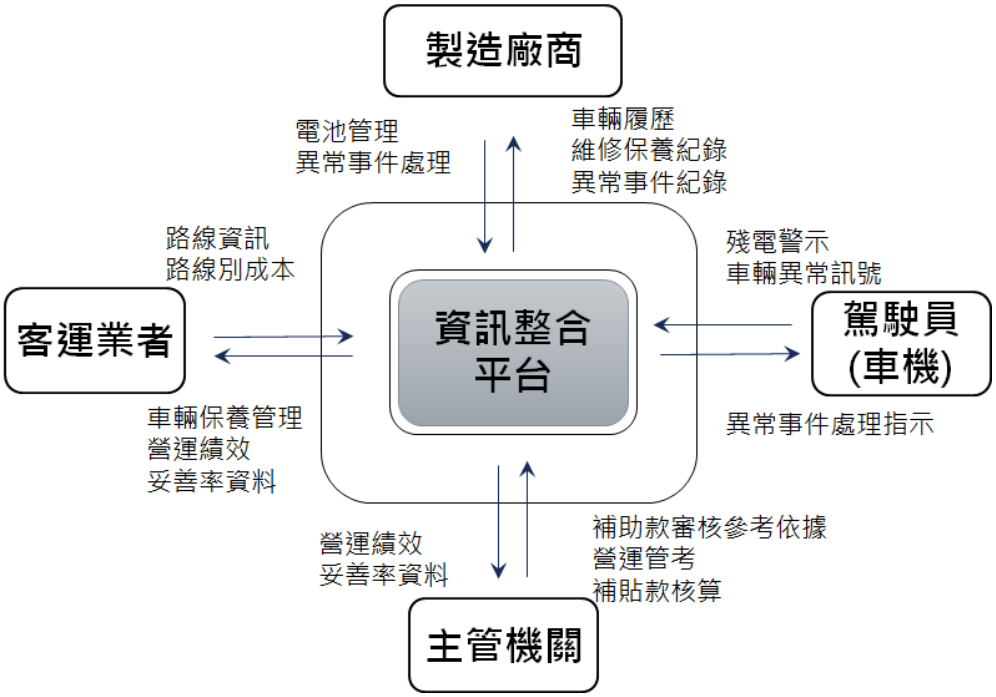


圖 6-3 電動大客車營運績效監管平台功能定位

此平台最主要之功能，係績效追蹤並與補助政策稽核互相勾稽（如圖6-4所示），使未來補助案申請、營運虧損補助申請都有歷年該車款或客運公司實際使用的營運績效，加入績效指標綜合性考量之後，更能幫助跨部會整合機制做出高效率決策。本系統亦可以協助跨部會整合平台進行妥善率、報修率及復原速度的追蹤，藉由科學化與系統化方法來瞭解車輛製造商真正的技術瓶頸，以規畫符合車輛製造商實際需求之科技專案研發主題，藉由協助車輛製造商研發水準來為車輛使用者提供實質車輛品質提昇。同時， 妥善率與復原速度更能進一步追蹤是否單一問題能夠逐步解決並且預防再次發生。

電動大客車營運績效監管資訊整合平台應與公路公共運輸補助電動大客車作業程序互相搭配，故計畫審查時參考過去績效，不同補助計畫可用於車輛購置、技術提昇等面向；同時績效持續追蹤亦能觀察出車輛實際表現，反覆技術提昇後回饋至補助案審查過程，協助審查委員更精確地判斷各申請案之計畫價值。爰此，考量未來此平台作為政策工具的效益，建議將此平台架構在公路總局公路公共運輸推動辦公室下，直接支援補助政策之推展。

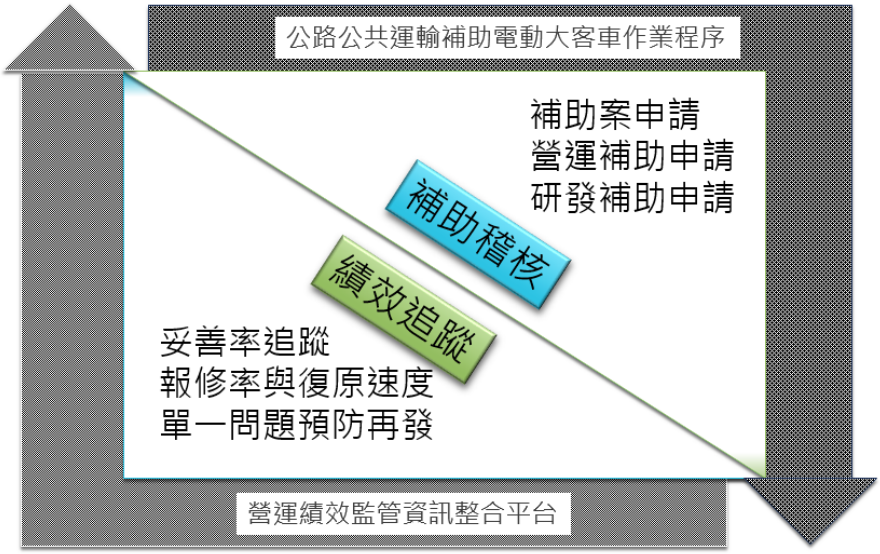


圖 6-4 電動大客車營運績效監管平台與補貼機制勾稽示意圖

6.2 建立跨部會協作機制

過去電動大客車推動係由交通部、經濟部與環保署 3 個部會分別自制定電動大客車相關補助辦法或運行計畫，受補助車輛使用條件、補助項目與經費運用範圍各有不同。交通部訂定「公路公共運輸補助電動大客車作業要點」，依照新闢路線、汰舊換新兩種方式分別補助甲類與乙類電動大客車車體購置經費補助；經濟部則有「智慧電動車先導運行計畫」，針對非公路運輸用車補助車體、電池、充電設施與相關營運費用，旨在驗證電動車可行之商業模式；環保署於過去分別以個案方式核定臺北、桃園、金門與日月潭等地之電動巴士示範運行計畫，透過經費挹注鼓勵各地方政府辦理為期兩年以內的示範運行計畫，其補助經費無明確標準，但以涵蓋電動大客車示範運行期間一切營運費用為原則。

考量過去各部會各自推動，資源無法有效整合，經過 3 個部會多次開會協調，於 2014 年訂定新版「公路公共運輸補助電動大客車作業要點」，建立跨部會合作的基本架構。本次修改的重點如下:

1. 審查機制改為交通部、經濟部與環保署共同審查；
2. 補貼機制結合交通部之車體購置補助與環保署同時補助電池與車體加碼補助；
3. 受補助車輛除原先 ARTC 與 VSCC 審驗標準以外，另外新增六項電動大客車性能驗證規範；
4. 經濟部於本辦法訂定 2014~2018 年附加價值率門檻限制。

本研究則於 2014 年 10 月 21 日召開跨部會協商座談會，邀集交通部、經濟部以及環保署針對未來推動策略分享，並邀請地方政府代表與會，進行跨部會、跨中央地方之政策討論。希望在新版補助作業要點之架構下，提出各部會合作的具體建議。以下針對跨部會座談會之重點進行歸納(詳細會議記錄如附件 5)。

1.釐清各部會權責分工

交通部為需求端推動角色，從交通工具與運輸服務主管機關立場，需要確保民眾有安全可靠的運具可以使用，同時必須兼顧客運公司等用車單位在車輛使用上的各種考量。具體來說，交通部權責範圍包括：

- 從需求觀點，釐清車輛性能需求，包含妥善率、續航力、修復時間等門檻；
- 制定與更新車輛安全法規、性能驗證法規，以確保用車安全；

- 電動大客車補助計畫統籌受理與審查；
- 根據新版補助作業要點，持續提供車體購置補助；
- 車輛實際營運追蹤及計畫管考。

經濟部則扮演產業端輔導角色，著重於產業發展輔導、各式標準制定與檢驗，並以促進產業經濟效益為使命。具體權責範圍包括：

- 研擬產業輔導相關政策，配合經濟部各項科技專案計畫經費，協助車輛製造商提昇研發能力，進而反映在車輛性能提昇或成本下降，並帶動產業技術發展。
- 附加價值率標準制定與審查，促進我國相關產業成長。
- 基於交通部所制定之車輛安全法規下，提供車輛安全測試與性能驗證測試技術服務。
- 參考大眾運輸用油補貼機制，研擬大眾運輸用電之電價優惠措施，使客運公司在成本上獲得有效控制。
- 研擬充電場站用電申請機制與優惠，簡化用電申請程序，並降低使用者設置充電廠站之成本。

環保署則扮演催化劑之角色，基於環境保護立場，積極鼓勵新能源車輛使用，藉此降低空氣、噪音等各種污染。權責範圍包括：

- 就新版補助作業要點，持續提供車體加碼補貼以及電池補貼；
- 透過移動汙染源管制策略推廣新能源車輛。跟進國際柴油引擎排放標準(目前為五期，提昇至國際標準六期)

綜合上述，由交通部代表使用者之需求端、經濟部負責產業發展端，環保署則扮演需求與供給之間的催化劑，透過產業端輔導政策以及需求端的補貼政策，將能有效引導產業與市場正向循環，詳如圖 6-5 所示。

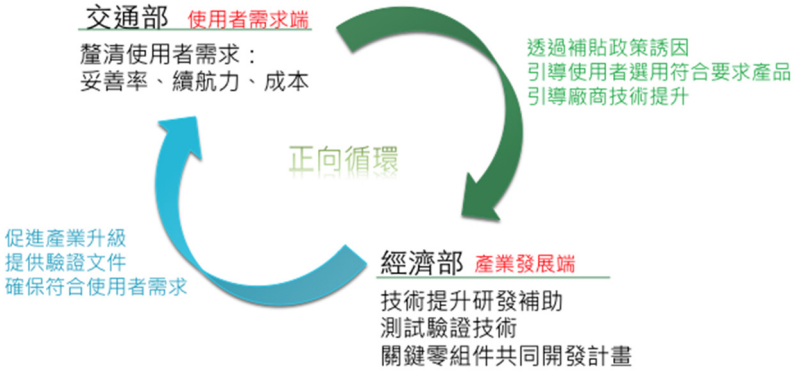


圖 6-5 政策引導機制示意圖

2.計畫申請審查程序調整

「公路公共運輸補助電動大客車作業要點」除未來將跨部會審查外，亦加入 6 項性能驗證以及附加價值率審查，因此計畫申請程序需相對應微調。

目前附加價值率審查流程，係客運業者提出電動大客車購車補貼申請案件後，再由合作之車輛製造廠、車身打造廠或代理商檢附相關文件向經濟部工業局或其委託專業機構申請辦理審查。附加價值率之計算公式如下：

$$\text{附加價值率} = \frac{\text{貨品出廠價格} - \text{進口材料及零件價格}}{\text{貨品出廠價格}} \times 100\%$$

(其中貨品出廠價格包含成本、業務費及利潤)

加入附加價值率審查後，則增加客運業者在申請補助過程中，附加價值率未達標準而無法申請補助之風險。為此，本研究建議未來可要求各製造廠商自行申請附加價值審查，經濟部審核通過後函知交通部，交通部則於每個年度開始受理補助案申請時，公告符合資格之車型(即通過附加價值率門檻、車輛安全審驗規範以及 6 項性能審驗合格之車型)。

此外，依照現行補助審議流程，客運業者申請補助時，必須提出營運計畫書，營運計畫書中需確定採購車輛車型，此情況造成客運業者採購階段尚未確定補貼案件申請成功與否的風險。對此，本研究建議可參考臺南市業者辦理電動大客車採購之作法，於採購合約中加註，未來若無法通過補助案申請，則合約終止。如此可同時兼顧在申請補助時能研提包含車輛型式在內的完整計畫，亦避免補助款未通過的風險。

有關未來補助申請程序建議如圖 6-6 所示：

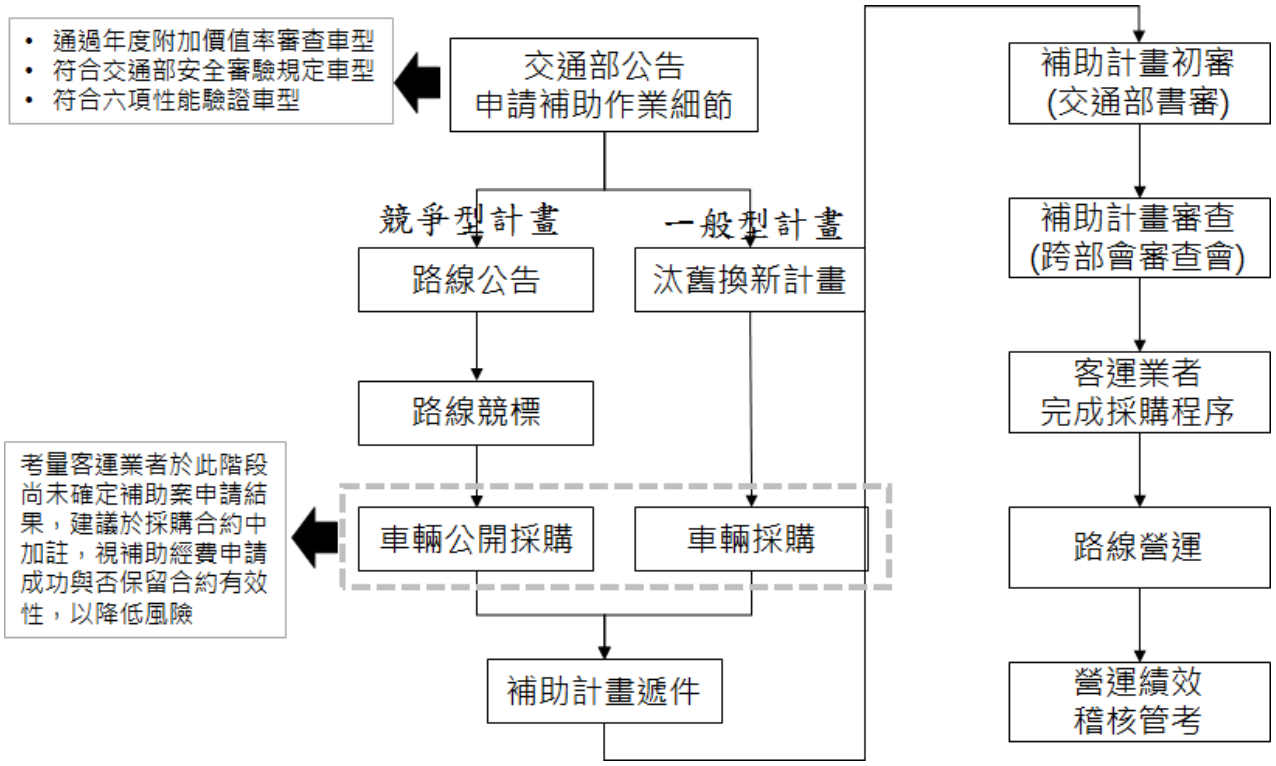


圖 6-6 計畫申請審查及執行流程建議

3.建立共同工作圈機制

電動大客車營運績效監管平台主要資訊產生應分為常態性資料更新以及異常狀態警示兩大類別。常態更新包含週期性產生之營運資料、電量使用資料、車輛維修狀態等資訊，系統得設定門檻值，讓低於門檻的異常數據自動產生警示訊息。無論監管平台產生之常態性更新資料或異常狀態訊息，皆應依照議題屬性不同成立「議題導向式工作圈」，藉以定期檢視各項指標或依照不同主題進行討論進而產出行動方案，如圖 6-7 所示。

除電動大客車營運績效監管平台自動產生之資訊外，臨時性議題來源應包含各政府單位經由各級單位統一向最高單位反應後，形成議題進入問題辨識與分析流程。無論是常態性議題或臨時性議題，皆需進行問題辨識與分析流程，歸納出問題核心與分類後，才進行至籌組工作圈步驟，尋找與本議題相關之各單位代表與外部專家共同組成。

每個議題經過工作圈討論後，皆應產生具體行動方案並由工作圈成員進行後續執行工作。若該議題係由外單位所發起，行動方案的執行成果應再度邀請需求單位共同檢視，若執行成果不符預期，則應重新提出行動方案。

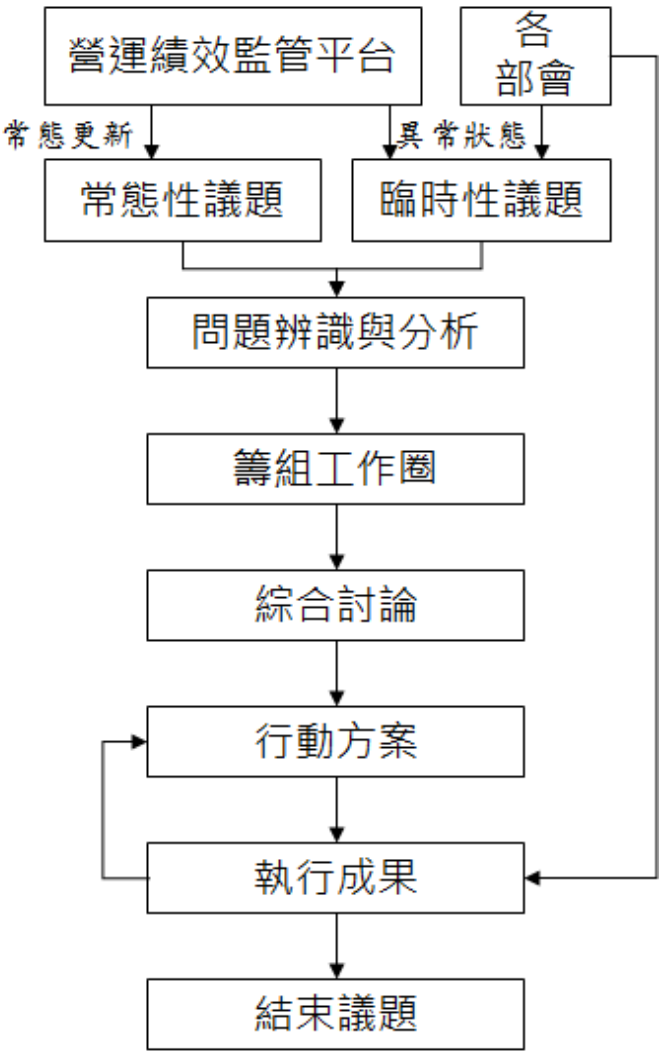

營運績效監管平台
各部會
常態更新
異常狀態
常態性議題
臨時性議題
問題辨識與分析
籌組工作圈
綜合討論
行動方案
執行成果
結束議題

圖 6-7 工作圈運作流程

工作圈成員可在跨部會整合機制下，分別以交通部、經濟部與環保署首長為代表，同時指派所轄各相關單位派員參加，合組成為議題導向式工作圈當然成員。因應臨時性議題，亦可透過工作圈成員邀請該熟知議題內涵之外部學者專家，加入工作圈協助個議題討論。表 6-1 為工作圈成員與相對應議題初步建議：

表 6-1 工作圈群組建議

議題	主要單位	次要單位
營運績效監管平台規劃與建置	公路總局	運輸研究所 電動車推動辦公室
跨部會例行會議	交通部路政司 經濟部工業局 環保署空保處	運輸研究所 電動車推動辦公室
強化後勤維修機制	經濟部工業局 交通部路政司 行政院勞委會 教育部	運輸研究所 電動車推動辦公室
產業輔導措施	經濟部工業局 經濟部技術處	電動車推動辦公室
大客車排放標準制定	環保署空保處	
電動大客車安全法規檢討	交通部路政司 經濟部工業局 經濟部標檢局	電動車推動辦公室 車輛研究測試中心

6.3 強化產業輔導措施

電動大客車的環境除成本需要更有效率以外，對於車輛製造商與使用者都需要不同面向的輔導，才能使整個環境更加完整。車輛製造商在生產技術方面，不管是生產品質的確保或提高以及各項新技術開發與引進，目前大多只能憑廠商自己的力量一步一步慢慢克服。雙面向產業輔導策略係指針對電動大客車製造商的技術提昇與品質控管，分別提供輔導服務，唯有技術與品質同時提昇，才能在兼顧成本以及品質的基礎之下，讓產業發展更加順利。

在產業輔導策略部份，本研究彙整訪談經濟部智慧電動車推動辦公室之結論，歸納出目前經濟部產業輔導政策的方向可概分為：

1. **積極尋找國內具規模的新廠商進入市場**：目前經濟部正積極與國內大型車體製造廠協商，促成與國內大型電池製造廠、BMS 廠商合作。投入電動大客車市場。

2. **持續輔導既有廠商**：有鑑於目前車輛妥善率不符合預期，經濟部已積極介入協助廠商建立進料檢驗、生產管理等相關程序。並重點要求關鍵零組件改善(空壓機、BMS、殘電警示系統)，並媒合國內相關之優良廠商進入供應鏈。

3. **加強附加價值率要求**：為引進海外優良技術，又兼顧國內產業發展，經濟部透過附加價值率要求，漸進式的技術引進，並逐步提高國產比例。

經濟部工業局與技術處已經有多項科技專案計畫，可以協助廠商進行各項技術提昇之研究工作，然而由政府部門整合電動車輛領域各國內外技術來輔導電動大客車製造商，會比單純提供資源讓廠商自行研究發展可更有效率地產生可商品化技術。因此，本研究建議經濟部工業局與技術處應針對電動大客車關鍵技術逐年提出研發重點建議，與相對應之研發資源及諮詢服務。為鼓勵績優技術提昇廠商，各項技術提昇補助都應與電動大客車營運績效監管平台勾稽，若廠商因技術提昇而有明顯的妥善率提昇，則未來再次申請技術提昇輔導計畫時應優先考慮。如此才能確保研發績效較高的團隊可以獲得國家持續性地研發協助，而計畫執行不力而未能將研發成果於妥善率呈現者則需補充說明，證明其研發計畫之可行性。

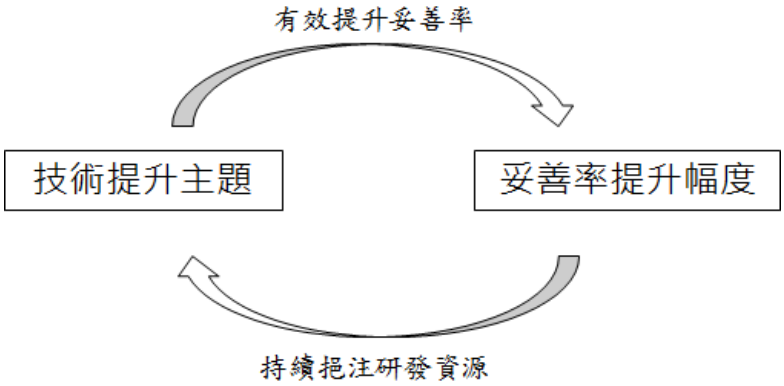


圖 6-8 產業輔導策略效益

有關產業技術提昇計畫，目前已在執行的為共同動力系統的開發，經濟部工業局輔導富田(馬達) 與兩家電動大客車廠商立凱(交換式)、華德(充電式)合作，期望完成兩款以上動力系統試裝匹配。考量客運業者有共用場站的特性，以及於公有轉運站設置充電站的需求，經濟部亦將建立電動大客車充電器標準規格納入未來產業輔導之計畫。目前國際上電動車充電器接頭有三套標準：歐美 combo connect、日本 CHAdeMO、中國大陸 GB，以現在的趨勢而言，未來以中國大陸 GB 為主流。將進一步評估研擬相關標準可行性。

在生產製造品質提昇方面，可分為品質一致性與品質保證計畫兩種課題探討。無論是品質保證計畫或是品質一致性，都需要從料件入庫與驗證到生產製造流程改善每個細節加以檢視，政府部門召集車輛生產學者專家共同檢視國內電動大客車製造商現有生產製造流程，並參考國外先進車輛製造中心所引用之國際共同生產標準，如 ISO 系列，制定適合國內車輛製造商逐年取得認證的項目。此外，公司治理與生產品質息息相關，經濟部商業司可由企業診斷的角度來協助評估電動大客車製造商尋找管理缺口，並且透過導入公司流程品質管理來提昇公司治理品質。

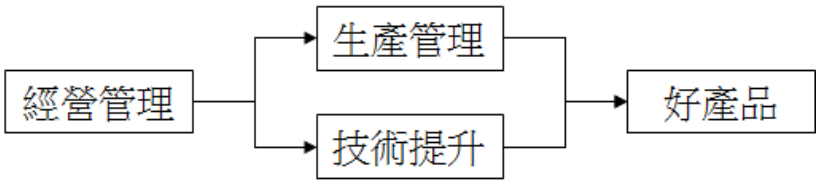


圖 6-9 生產與管理品質提昇

產品品質提昇包含許多面向需要探討，而且需要有計劃性地循序漸進逐步改善才能確實將輔導資源發揮出最大的效益。雙面向產業輔導策略最大的精神在於扶植有意願持續改善各項管理與生產缺口的廠商，將資源有效投入最有機會成為優良電動大客車製造商的團隊。集中資源可以造就優良製造商，而非分散資源造成多家實力不強的製造商。

6.4 補貼與管制排放併行政策

由第四章電動大客車內外部成本分析中可瞭解，目前電動大客車係硬體購置之成本遠高於柴油大客車，因此目前在各項補貼政策的研擬，也都是朝向補助初期購置成本為原則。新版的公路公共運輸補助電動大客車作業要點中，已明定為車體、電池相關補助，並分為一般型計畫(既有路線汰舊換新)與競爭型計畫(新闢路線)。交通部補助競爭型計畫甲類車輛車體(不含電池)每車 375 萬元、乙類 250 萬元；一般型計畫補貼甲類車輛車體 267.2 萬元、乙類 200 萬元。而環保署加碼補助前述各計畫、車種之車體每輛 50 萬元，並補貼電池每車 100 萬元。

惟為有利推廣，電動大客車除既有的車體、電池補貼外，建議可研議離峰電價優惠措施，讓電動大客車使用者享有更優惠的離峰電價優惠措施，降低能源成本，亦可透過此策略，將電動大客車充電時間避開一般民生尖峰用電時間，減輕電網負荷。此外，面對客運業者反映充電場站建置衍生較難掌握的成本，建議可研擬公有土地租借充電站使用優惠措施，減輕使用者土地成本。另有關電力基礎設施布設，建議針對電動大客車研擬專屬用電申請程序及費用，評估簡化申請程序及電力設施成本負擔。

為進一步擴大前述各項補貼政策之效益，研擬相關管制措施將可達到相輔相成效果（如圖 6-10 所示），建議可逐步提昇柴油引擎排放標準，由目前之五期環保逐步提高至六期之國際水準，除了有助於空氣汙染管制外，亦具有提高柴油大客車的購置成本的效果，有利於電動大客車之推動。另外透過特殊地區(風景區、國家公園)路線路權管制，限制柴油大客車進入，或是工業區、人口稠密地區規劃電動大客車專屬路權之路線，亦為有利電動大客車推廣之配套作為。此外，透過提高汙染車輛之租稅亦為有效之管制策略，以法國為例，政府於 2008 年設立電動車示範運行基金鼓勵技術研發，積極使用法令鼓勵及排氣限制，低排放車款可獲得額外獎金，高排放車款須繳納額外稅金。依照規定，CO_2 排放量介於 100g~130g/km 之間的車款，將獲得 200~1,000 歐元之獎勵;如果排放量低於 60g/km 可獲得最高獎勵 5,000 歐元;但若超過其規定標準，將會多被課徵 200~2,600 歐元稅金。



圖 6-10 推動電動大客車補貼與配套管制措施示意圖

6.5 強化後勤維修系統

電動大客車主要使用者為市區客運服務業者，根據公路法對於汽車運輸業的要求，汽車客運業應自有或特約維修車輛的人員與場站設備，以確保車輛於行進間能夠安全無虞地完成任務，可見車輛保修是汽車客運業服務品質的關鍵因素之一。

目前正在使用電動大客車營運的客運業者中，大多自有維修保養人員，可以針對營運車隊當中的柴油車，提供自主性地三級保養服務，並且擁有基本維修能力。然而，這些業者在面對電動大客車這樣的新產品時，卻無相對應的人力可以承接後續的維修保養工作。目前行駛中的電動大客車尚在保固期內，發生大小故障事件都可以由原廠直接排除，但這樣的現象卻對客運業者與車輛製造商都造成不小的壓力。客運業者會擔心未來一旦保固期結束以後，會被車輛製造商予取予求；而車輛製造商卻得要因為客運公司第一線的技工無法處理，而需要針對各種大小的故障情形增加派修人員及成本。

有鑑於此，本研究建議應針對電動大客車的維修保養人員養成有一系列完整地培育計畫，才能夠創造出電動大客車製造商與客運業者都需要的維修保養人才。短期應先提供既有的柴油車維修技工完整地電動大客車維修教育訓練，使其具備完整能力可以自主完成三級保養；其次應針對乙級與丙級的汽修技術士提供模組化的電動大客車訓練課程，使服務其他車輛維修產業的汽修技術士，能夠增加電動大客車維修技能，進而轉入大客車維修產業。中長期而言，教育部與各級學校可因應電動大客車產業開設各式電動大客車技術發展或保養維修學程，從學校開始培養產業所需人力資源才是產業長久發展的成功因素，如圖 6-11 所示。

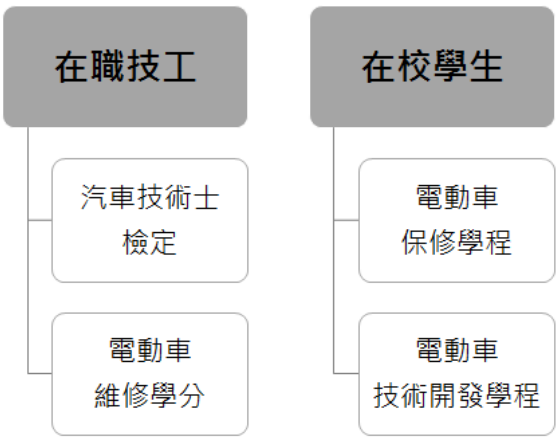


圖 6-11 後勤維修教育訓練課程

上述兩種教育訓練的課程內容或考核機制，都應經由技術擁有者或原廠與國內車輛領域專家學者共同制定，並交由有關單位來進行教育訓練、證照核發、實習輔導等工作，如圖 6-12 所示。

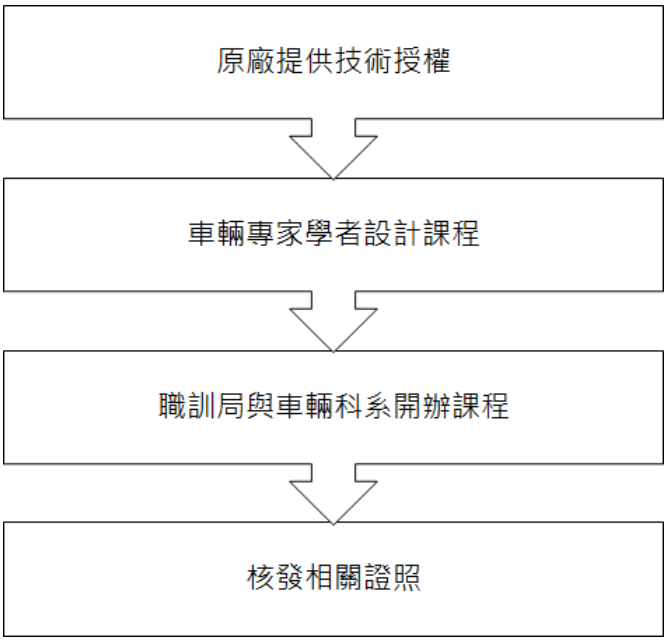


圖 6-12 後勤維修教育訓練機制分工

6.6 研擬電動大客車租賃機制

從觀察 2013、2014 年電動大客車推動狀況可知，2013 年客運業者共計申請交通部補貼 6 件，約 45 輛電動大客車。2014 年截至目前僅全航通運及苗栗客運 5 輛車申請交通部之補助。反觀經濟部先導運行計畫在 2014 年包括新竹、高屏案在內，約補助有 20 輛車。探究其原因，除了新版公路公共運輸補助電動大客車作業要點增加 6 項性能測試以及附加價值率審查導致申請門檻提高外，另一個因素係交通部要求受補助車輛需營運至少 8 年，而經濟部先導運行計畫則無硬性規定，補貼係以 2 年為原則。對於客運業者而言，由於目前因為車輛妥善率不穩定，技術仍在快速演進，選擇較保守、期程較短的方案對自身風險較低。

除電動大客車妥善率問題，另一個影響推動的關鍵問題係目前成本高昂，其中又以電池為最關鍵，約佔車輛總價三分之一。車輛廠商為提高客運業者使用意願，紛紛提出電池以租代購、以電能補充服務取代電池銷售等方式，使得電池購置成本積壓在廠商身上，長期而言壓縮廠商投入研發資源，不利於產業發展。

綜合前述兩項議題，若能規劃一具有彈性的車輛租賃模式，對於電動大客車短期推動將有所助益。以航空運輸業為案例，航空運輸業者為資本密集行業，維持最適規模經濟的機隊是一大負擔，尤其募集資金或向金融機構融資更是一大挑戰，為配合公司成長及快速取得機隊，航空器租賃業乃隨市場需求之成長而蓬勃發展。目前電動大客車對於客運業者而言，車輛購置對營運初期投入資金壓力龐大現象，與航空運輸業相似，若能針對電動大客車之特性，評估租賃之可行性，甚至進一步制度化，將有助於電動大客車推廣。

有關電動大客車租賃之初步構想，係由租賃公司向各車廠採購車輛，並以租賃合約提供車輛給客運公司。對於製造廠商而言，租賃公司一次性給付了車輛價金，減輕製造廠商目前面臨的資金周轉壓力，可將資源集中在產品研發、測試與品質提昇上。對於客運業者而言，租賃公司分期收取租金，減輕其一次性給付車輛價金的壓力，此外，由於租賃合約可視需求彈性調整，當租賃公司規模足夠時，若車輛發生故障問題，可依照租賃合約提供備援車輛銜接，可維持服務不中斷。對於政府部門而言，從過去補助購置硬體的思維，轉而變成服務補貼概念，根據業者路線營運的績效給予補助，如此即可專注於服務品質與營運績效之把關，如圖 6-13 所示。

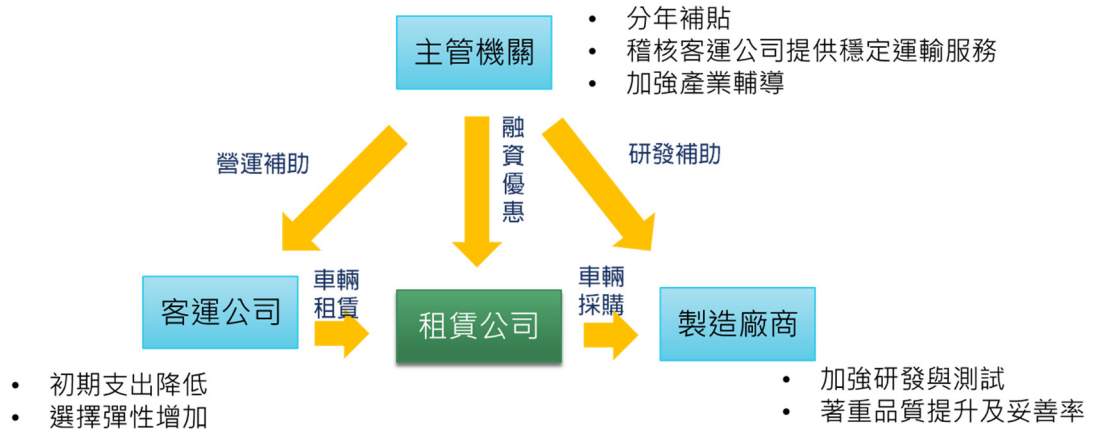


圖 6-13 電動大客車租賃架構示意圖

依據監理法規，車輛領牌時必須證明所有權，顯示大客車租賃仍有許多實務問題必須克服。建議未來可針對電動大客車租賃之架構、可行性進行研討。

電動大客車租賃的另一項關鍵問題是電池的殘餘價值，透過重組(rebuild)及再利用(reuse)等回收電池之技術，提高電池殘值，將會是租賃公司投入大客車租賃業務經營誘因上的重要影響關鍵。此外，政府部門可從原本補助業者購買電動大客車預算，移撥部分資源做為租賃公司融資利息補助，對於租賃公司之投入亦有所助益。

第七章 結論與建議

因應節能減碳的國際趨勢，我國在推動新能源車輛政策上一直不遺餘力。在交通部、環保署、經濟部通力推動下，自 100 年至今已有 77 輛甲類、36 輛乙類電動大客車運行。行政院更於 103 年 4 月 29 日政務會議指示加速補助地方政府汰換柴油大客車，目標將現有 6,750 輛市區公車全部汰換，並逐步將遊覽車、接駁車等納入，訂定 10 年 1 萬輛電動大客車的發展藍圖。現在正是釐清目前問題並放眼未來的關鍵時刻，本研究透過回顧國內外電動大客車技術發展以及營運概況相關文獻，掌握世界電動大客車發展動態，做為我國技術發展參考依據。並針對國內現有營運中之電動大客車營運情形進行了量化與質化分析，蒐集車輛實際營運妥善情形以及能源使用效率資料，並透過訪談瞭解產業環境課題。此外，本研究亦分析電動大客車之內外部成本，釐清其成本結構與特性。期望研究成果能做為未來研擬相關政策之參考依據。以下就本研究成果提出結論與建議。

7.1 結論

1.國內外電動大客車技術發展比較

在亞洲地區，日本憑藉自身完整的汽車工業體系，由各大車廠主導，朝向電動小客車的方向發展，且從本研究所蒐集的資料得知，普遍由車廠與地方政府合作，於各地以示範計畫的方式運行；中國大陸為國際推動新能源車輛最為積極的國家，透過中央與地方政府合作，訂定各城市的發展目標，直接補助客運業者購車，且補助車種不限於純電動，亦包含油電混合以及燃料電池大客車。

歐洲各國對於新能源車輛種類的選擇開放態度，不論是歐盟整體的計畫或是各國推動的示範計畫，皆開放不同系統形式的車輛參與試運行。這跟歐洲成熟的車輛工業技術有關，各家車廠無論在車體、動力、電池技術上皆各有所長，考量技術演進日新月異的可能性，政府把現階段推動策略的重點放在提供試運行場域。

美國因為地理環境以及對於大客車的使用需求特性因素，將新能源車輛發展的重點主要選擇氫燃料電池大客車的研發。

而我國部分，在政府政策大力支持下，近年來國內電動大客車產業快速發展，在交通部、環保署、經濟部通力推動下，自 100 年至 103 年已有 77 輛甲類、36 輛乙類電動大客車受補助實際運行。行政院於 103 年 4 月 29 日訂定將以 10 年 1 萬輛電動大客車做為推動目標願景。

回顧各國電動大客車發展情形，以中國大陸與我國推動較為積極，透過直接補助實際客運業者購車方式推動。考量電動大客車技術快速演進的特性，除了 10 年 1 萬輛的市場推動目標外，亦應更加審慎的擬定配套推動策略，以健全產業發展政策、後勤維修環境、營運監管機制等各面向，確保車輛符合市場需求，務實的達成目標願景。

2.電動大客車營運績效調查成果

本研究透過邀集專家學者，共同研擬本研究績效調查指標與內容，將績效調查指標分為 3 大類：內外部影響特性、車輛妥善情形及車輛能源效率。並藉由分析內外部影響特性對妥善情形以及能源效率的分析，釐清影響電動大客車績效之因子。在調查方式部分，主要透過請駕駛填寫行車日誌以及相關資料蒐集方式取得本研究所需績效分析資料。

在車輛妥善情形部分，本研究取得 18 條電動大客車路線共計 2,909 筆的故障異常資料。分析結果顯示，自 101 年 1 月至 103 年 8 月期間，電動大客車整體平均妥善率為 91.25%，相較柴油大客車 99.83%，仍有提昇之空間。進一步比較 101、102、103 三個年度的妥善率變化，分別為 78.67%、92.06%、92.21%，顯示隨著營運經驗累積，車輛廠商技術提昇，整體妥善率確實有逐漸改善之趨勢。在故障因素部分，主要集中在電池系統，占所有故障事件 56%，其原因主要為電池平衡問題，目前電動大客車之動力電池組乃由數百顆電池芯串並聯而成，在充放電過程中，出現電池芯放電反應不一致現象，致使電池芯間產生壓差，當壓差過大則導致整個電池組無法順利充放電之問題。目前解決作法係應用電池管理系統(BMS)，透過 IC 電路板控制各單元電池芯平衡放(充)電。此結果顯示，現階段電動大客車推動最關鍵因素為電池技術的突破與發展。

在車輛能源使用效率部分，本研究分析車輛用電效率結果顯示，甲類車輛的用電效率平均為 0.70KM/KWH，介於 0.48 ~1.02 KM/KWH 之間；乙類大客車用電效率平均為 1.22 KM/KWH，介於 0.66~2.01 KM/KWH 之間。進一步分析影響用電效率之原因，不論甲乙類車型，各家廠牌車輛的用電效率皆存在顯著差異。氣溫對於電動大客車的用電效率普遍為負相關。在路線特性部分，行駛國道對於用電效率並無顯著影響。另外本研究將路線依照不同路線長及站距分群，透過統計檢定分析不同分群之路線上車輛用電效率是否存在顯著差異，結果顯示不同路線長度分群間有顯著差異，，不同站距分群間之亦存在顯著差異，但結果顯示無論長度或站距皆無明顯正相關或負相關，無法進一步歸納路線長度或站距對用電效率之具體影響。初步推測原因可能與各家車廠電池放電特性有關，導致不同車型在不同的路線特性下有不同的能耗表現，此外，由於本研究係以實際營運資料作為分析基礎，無法進一步利用實驗與對照組方式避免諸如道路交通環境等各

種干擾因素，故建議可列為後續研究議題，未來可透過更完整的實驗計畫及測量儀器來進一步分析用電效率之影響因子。

3.內外部成本分析結果

電動大客車成本特性異於柴油大客車，除了增加電池、充電設備等固定成本項目外，在營運成本方面也與柴油大客車有所差異。本研究透過實際蒐集客運業者使用電動大客車之成本資料輔以訪談方式，以現行汽車客運業路線別成本制度為基礎分析電動大客車成本結構與特性。結果顯示，柴油、電動大客車之成本結構差異主要項目為：「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 7 項。

進一步分析各業者電動大客車成本差異，結果發現許多成本差異之原因乃目前成本制度(18 項成本)無法完全反映電動大客車之特性(如電池、充電設備)，各家業者依主觀認知自行歸類，因而產生差異。本研究提出四項電動大客車成本制度之改善建議，包括：

(1) 「修改車輛折舊成本項目定義」：針對各家業者於電池及充電設備等買斷與租用不一之情形，建議將其相關折舊扣除，而單純計入電動大客車車體價格之折舊。折舊年限部分，由於目前電動大客車之使用年項估算尚未有完整參考資料，建議暫以公路公共運輸補助電動大客車作業要點要求車輛營運至少 8 年之規定，將折舊攤提年限設定為 8 年

(2) 「修改燃料成本項目名稱與定義」：基於其差異主要源自油價與電價的不同，但兩者同為「能源」類型成本，爰不建議增項，但需修訂該項會計科目之定義（買斷之電費計價，或租用之車廠提供電力單價計算），必要時則更改該成本項目名稱。計算方式部分，若為自行充電，則以臺電電費計算，並依照車輛用電效率，轉換為每公里電費。若為車廠提供車公里服務費，請車廠提供單價分析，計入每公里電價部分。

(3) 「新增充電設備、設施折舊/租金成本項目」：有鑑於充電設備與相關設施之買斷或租用情形不一，導致其他設備折舊、行車附支等項目的成本結構混亂，建議將該成本獨立為一項。在成本計算上，視該設備採購置或租賃，分別計算攤提至每車公里之成本。折舊攤提年限部分，由於尚未有完整參考資料估算設備使用年限，爰建議參考車輛廠商提供充電器分期付款期程及保固合約長度，暫定為 5 年。若充電設施為租賃，攤提年限則以租約長度為準。若與車廠合約採車公里服務費模式，則計算每公里服務價金中充電

設備租賃單價部分。

(4) 「新增電池折舊/租金成本項目」：針對減少各業者於車體折舊上之差異，而將電池相關成本扣除的部分，本研究建議將該成本獨立為一項在成本計算上，視該設備採購置或租賃，分別計算攤提至每車公里之成本。折舊攤提年限部分，由於尚未有完整參考資料估算電池使用年限，爰建議參考車輛廠商提供電池保固合約的期程，暫定為 5 年。若電池為租賃，攤提年限則以租約長度為準。若與車廠合約採車公里服務費模式，則計算每公里服務價金中電池租賃單價部分。

除了內部使用成本之外，本研究亦探討電動大客車以及柴油大客車之外部成本特性，並進一步將外部性量化為貨幣價值，分析電動大客車在外部成本上相對於柴油大客車是否具有減量效益，用以檢視補助政策合理性。透過回顧國內外相關文獻，彙整出外部成本項目以及其量化評估方法，進而推估出柴油大客車及電動大客車分別之外部成本貨幣化價值，再進行差異比較。分析結果顯示電動大客車每公里之外部成本為 1.45 元/km、柴油大客車為 3.13 元/km，兩者之外部成本差額為 1.68 元/km，顯示電動大客車在環境效益面具備優勢，然而電動大客車之內部成本為 52.75 元/km、柴油大客車為 43.01 元/km，兩者之內部成本差額為車 9.74 元/km，電動大客車之內外部總成本仍是高於柴油大客車，也顯示電動大客車仍需透過技術提昇以及規模經濟降低使用成本，方能凸顯出外部成本較低之優勢。

4.產業與經營環境課題

歸納客運業者與製造廠商訪談結果，電動大客車推動關鍵瓶頸有 2 項，即妥善率不穩定及使用成本較高。

進一步分析造成妥善率不穩定的原因，包括：

(1) 過去政策以直接補助使用者為主，較缺乏產業研發輔導機制；

(2) 市場發展過快，車輛品質管控機制無法因應；

(3) 後勤維修體系未成熟，仍是「問題處理」階段，而非「預防性保養」；

(4) 車廠面臨後勤維修負擔大問題。

使用成本較高則為目前推動困難的另一個瓶頸，細究其原因，包括：

(1) 尚未具規模經濟，硬體購置成本高；

(2) 充電場站設置不易，土地成本、土建成本、電力設施成本難以估

算；

(3) 使用率低於柴油大客車，成本攤提不易。

5.研擬具體推動策略

綜整目前營運績效及經營與產業環境課題，本研究研擬對應之推動策略。有鑒於電動大客車課題涉及跨部會權責，首要任務係建立跨部會作業的機制，並建立營運績效監管之資訊整合工具，做為整體推動之基礎。對應經營與產業課題，本研究進一步提出具體推動策略包括：

(1) 建立營運績效監管平台；

(2) 建立跨部會協作機制；

(3) 強化產業輔導措施；

(4) 補貼與管制排放併行政策；

(5) 強化後勤維修系統；

(6) 研擬電動大客車租賃機制。

6.推動電動大客車政策所產生之環境效益

根據本研究之推估，柴油大客車每公里各污染排放為 PM10 ：0.4983g、CO：4.6956g、SOx：0.0082g、NOx：9.9226g、CO2：1310g、噪音：80 分貝；電動大客車則為 PM10 ：0.0203g、CO：0.6757g、NOx：0.7162g、CO_2：1310g、噪音：40 分貝。以 10 年汰換 10000 輛之目標進行試算，假設我國大客車平均每日營運里程 150 公里，車輛使用年限為 10 年，則電動大客車政策可貢獻的環境效益包括：減少 CO 排放 21,707 噸、減少 NOx 排放 49,714 噸、減少 PM 排放 2,581 噸、減少 SOx 排放 44 噸、減少 CO_2 排放 330 萬噸。

7.2 建議

綜整國內外技術發展、目前營運績效、內外部成本分析、經營與產業環境課題，本研究對我國 10 年 1 萬輛之推動目標，提出短中長期具體推動策略之建議：

(1) 近期目標(103~104 年)：在考量目前電動大客車技術仍在快速提昇，近期目標不宜貿然擴張，建議先以既有市場為主，在已有電動大客車之縣市，以既有的營運經驗及充電據點為基礎，逐步擴張。產業目標為發展共用之關鍵零組件，目標希望讓妥善率達到 95%[6]，並健全維修後勤機制。

(2) 短期目標(105~107 年)：在車輛妥善率已達到一定水準後，目標市場建議以雙北市為主。透過將車輛導入國內主要的客運路線市場，快速達到規模經濟。此階段目標係將車輛妥善率提高至 99.98%[7]。考量電池為電動大客車核心關鍵技術，於此階段產業目標應設定目標提昇電池循環壽命，同時降低電池成本，並建立電池獨立之安全標準規範。另因應後勤維修議題，建議於此階段規劃政府及相關法人單位，提供技術能量，辦理相關教育訓練課程，培養客運公司既有保養人員以及民間修車廠對於電動大客車之維修技術，藉以健全整個後勤維修體系。

(3) 中程目標(108~110 年)：至此車輛妥善率應達到柴油大客車之標準，此階段目標市場為一般公路客運及國道客運路線，以及非六都縣市之市區客運路線。此階段產業發展目標應強化車輛續航里程，以因應車輛推廣至中長程客運市場之性能需求。另外考量電動大客車充電站的普及為影響下個階段導入非固定路線之遊覽車市場的重要因素，因此於此階段應建立統一充電設施規格。

(4) 長程目標(111~113 年)：最終目標為非固定路線之遊覽車市場。產業目標係縮短充電時間，並健全充電場站的佈設。

6 參考首都客運，內部要求所有車輛妥善率水準應達為 95%以上

7 新竹客運提供資料顯示，柴油車妥善率為 99.983%

本研究針對目前營運績效進行盤點分析，除了可供未來政策推動方向參考外，亦為後續相關延續研究奠定基礎。綜整本研究執行過程中各部會、地方政府、客運業者、車輛廠商、專家學者等各界意見，研提後續具有持續研究價值之議題，包括：電動大客車營運績效監管資訊平台規劃與建置、電動大客車租賃模式研究與實施方案評估、電動大客車駕駛行為分析。各研究計畫之目的、預計工作內容、預期效益如表 7-1 所示。

表 7-1 後續研究計畫建議-電動大客車營運績效監管資訊平台研究

計畫名稱： 電動大客車營運績效監管資訊平台（一）(二)
計畫背景與目的：
因應節能減碳的全球發展趨勢，我國近年來積極投入新能源交通工具的推廣，其中又以電動大客車為重點推動政策。自 2011 年起，在交通部、經濟部、環保署及各地方政府共同努力下，截至 2014 年已有超過百輛電動大客車於各地實際運行。行政院更進一步指示，未來將逐步汰換現有 6,750 輛市區客運柴油大客車，並陸續將公路客運、遊覽車客運用車納入，訂下 10 年 1 萬輛電動大客車的推動目標。 有鑑於受補助運行之電動大客車漸具規模，本所於 2014 年辦理「公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查」計畫，透過蒐集國內電動大客車營運績效資料，檢視目前產業發展概況與營運環境，希望作為日後訂定發展政策的參考依據。受限於目前各家車廠車輛並未裝設紀錄行車數據及電池績效之相關車載設備，係透過人工抄寫行車紀錄，以及協請業者提供維修保養等方式完成調查，因此在資料的即時性、客觀性、完整性上皆有不足之處。 基於前述背景，本研究期望以前期調查為基礎，結合相關車載資通訊技術，進一步建置一套自動化的營運績效監管平台，即時蒐集各項車輛績效資訊，提供主管機關日後核撥電動大客車補貼及營運績效稽核的重要參考資料，與現行公路公共運輸提昇計畫勾稽。此外，本研究規劃之平台應具備跨部會資訊共享功能，並建立跨部會協做的介面與機制。讓各部會皆能清楚掌握電動大實際客車營運績效，作為研擬各項發展政策的決策支援工具。
預期完成的工作項目：
<u>第一年系統開發與測試：</u> 1. 相關資訊管理系統盤點與分析：回顧公路總局既有之公路公共運輸專案管理系統、動態監理系統運作情形與成效，評估系統界接可行性。另回顧經濟部智慧電動車計畫、車輛廠商自主建置以及其他類似之監控系統，分析相容性，提出系統整合之策略。 2. 使用者需求訪談：透過訪談深入瞭解主管機關、客運業者、車輛廠商等不同使用者對於平台功能在監理及營運管理上的實務需求。

3. 系統平台開發：
   (1) 資料庫系統：紀錄各路線車輛與充電站行駛里程、用電資訊、維修或異常紀錄等資料。
   (2) 車載系統：擷取車輛即時動態，並介接電池管理系統(BMS)擷取電池殘電、電壓、溫度等資訊，並即時回傳資料庫。
   (3) 管理介面：依據主管機關、客運業者、車輛廠商需求開發管理介面。應至少包含供主管機關查詢各路線績效報表，供客運業者填報故障異常事件及成本資料，車輛廠商進行維修保養排程與紀錄等功能。
4. 系統測試：挑選至少一條電動大客車路線進行實際測試，並進行系統穩定度及成效評估，據以修正改善。
5. 後續維運方式規劃：因應系統平台建置完成後移交與主管機關，研擬配套教育訓練、維修保固以及售後服務模式，並規劃系統維運所需人力、經費需求、經費籌措機制等。

第二年試辦推廣：

1. 辦理試辦推廣計畫：延續前期系統開發與測試成果，研擬試辦推廣計畫廣邀客運業者、車輛廠商參與。試辦計畫應涵蓋各廠牌電動大客車，驗證系統是否可完整應用於所有電動大客車路線。
2. 試辦計畫成效追蹤與回饋：針對試辦計畫成果回饋資訊，進一步改善修正系統功能。
3. 系統移交與教育訓練：製作系統使用說明書，並針對主管機關、客運業者、車輛廠商分別辦理教育訓練課程。
4. 後續維修客服與保固：為確保系統可靠度及服務品質，廠商應設置客服暨維修專責窗口，提供各項技術支援服務，並接受使用者報修或諮詢設備使用操作或系統相關疑義。廠商應提供產品保固至少一年。
5. 建立跨部會工作平台機制：因應電動大客車之推動，涉及跨部會議題，應建立配套工作平台機制。將系統回饋營運資訊轉換為對應議題，籌組工作小組解析議題並研提行動方案。
6. 制度化推廣策略研擬：探討現有電動大客車補貼機制，評估納入補貼門檻之可行性，並研擬具體制度化推廣策略，將電動大客車路線納管。
7. 辦理成果發表會：邀請主管機關、客運業者、車兩廠商辦理成果發表會說明計畫成果、系統應用之效益，以及未來推廣策略。

預期成果與效益：

預期成果：

應用車載資通訊技術建置電動大客車營運績效監管平台，提供即時客觀的營運數據。透過試辦推廣計畫擴大系統應用範疇，並研擬制度化推廣措施。滿

足主管機關、客運業者、車輛廠商等各關係人於營運管理、監管稽核、異常追蹤等層面之需求。

預期效益：

1. 主管機關：掌握電動大客車實際營運情形，反映車輛實際績效，並與補貼政策勾稽。做為日後補助申請、審核、稽核的決策支援工具。透過平台將電動大客車營運資訊共享給其他部會，結合跨部會協作機制，作為共同決策之重要參考依據。
2. 客運業者：提供客運業者填報故障及異常事件，協助主管機關掌握車輛妥善率，並回饋車輛廠商追蹤改善問題。協助業者電子化紀錄車輛妥善率、電池效能，以及維修保養紀錄等資訊，追蹤車輛履歷提昇營運管理效率。此外系統可供業者填報路線成本與營收資料，作為客運業者營收管理分析工具，並供主管機管掌握電動大客車實際成本結構。
3. 車輛廠商：讓車輛廠商掌握車輛妥善率及能源使用效率，提供例行保養排程記錄功能，追蹤異常故障事件改善情形，並可回饋作為產品品質及後勤系統改善依據。提供車輛即時動態資訊，即時因應緊急路故事件。

表 7-2 後續研究計畫建議-電動大客車租賃模式研究與實施方案評估

計畫名稱：電動大客車租賃模式研究與實施方案評估
計畫背景與目的：
因應節能減碳的全球發展趨勢，我國近年來積極投入新能源交通工具的推廣，其中又以電動大客車為重點推動政策。自 2011 年起，在交通部、經濟部、環保署及各地方政府共同努力下，截至 2014 年已有超過百輛電動大客車於各地實際運行。行政院更進一步指示，未來將逐步汰換現有 6,750 輛市區客運柴油大客車，並陸續將公路客運、遊覽車客運用車納入，訂下 10 年 1 萬輛電動大客車的推動目標。 有鑑於受補助運行之電動大客車漸具規模，本所於 2014 年辦理「公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查」計畫，透過蒐集國內電動大客車營運績效資料，檢視目前產業發展概況與營運環境，希望作為日後訂定發展政策的參考依據。該研究同時討論電動大客車各項補貼政策以及電動大客車製造商及客運公司的財務負擔，發現無論是生產者或使用者在財務操作上都有其風險考量。使用者由於尚未有成熟的電動大客車使用經驗，加上一次性投入的購置成本高於柴油車成本，因此大幅降低使用意願；生產者則因為低於成本販售或需負擔先期基礎建設投入，回收期較傳統柴油車供應商更長。 有鑒於此，由租賃的角度來拉近生產者與使用者的財務負擔差距，參考國內外大型航空器貨船舶的經驗，以租賃模式來取得電動大客車使用權似為一個可行的方法。惟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。大客車租賃無論營業性租賃或資本性租賃，於目前法規或營運慣例都未有案例可循。 本研究主要目的在於從財務面與政策面同時評估電動大客車租賃對於交通主管機關、客運業者、電動大客車製造商以及電動大客車產業發展的影響與可行性。同時評估多項電動大客車租賃行動方案，整合跨部會資源共同提供車輛製造商與客運業者完整的電動大客車使用環境。
預期完成的工作項目：
1. 租賃業法規與產業分析：回顧國內對於各種租賃業之法令規範與產業分析，初步評估租賃業跨足電動大客車租賃之適法性與可行性。 2. 營業用交通載具租賃模式探討：蒐集國內外對於營業用交通載具(如航空器與船舶)案例，並進一步分析其所適用規範、租賃模式設計、財務模式分析等。 3. 電動大客車租賃法規探討：分析國內營業大客車資產取得各項限制條件，解析法規限制以及法規修改建議。

4. 營業性租賃與資本租賃應用於電動大客車效益評估：分別從主管機關、車輛製造商、客運公司、產業發展等面向，探討電動大客車租賃效益。
5. 利害關係人訪談：分別針對各事業主管機關、金融機構、車輛製造商、客運業者與其他相關單位進行訪談，藉以廣納更多產業專家意見。
6. 電動大客車各項補貼辦法調整建議：交通部、經濟部與環保署分別針對車輛購置、營運費用與電池費用皆有多項補助方案，本研究應評估採用租賃模式下的各項補貼辦法調整建議與效益評估。
7. 電動大客車租賃方案研擬：提出多項方案建議與比較分析、資金來源、採用電動大客車租賃財務模型建立、各方案法規與主管機關協調建議。

預期成果與效益：

預期成果：

導入國際營業性交通載具租賃經驗與經營模式於國內電動大客車，可有效降低車輛製造商與使用者的財務負擔及風險。同時，新的資產取得模式更有益於主管機關的補貼資源效率提昇，提供政府扶植電動大客車產業更多政策工具。

預期效益：

1. 主管機關：可以有效提高營運監理效率與政策補貼成果，有效地協助客運業者對於車輛資本支出的負擔以及更完善的產業發展輔導。在電動大客車租賃方案落實之後，可加速 10 年汰換 1 萬輛電動大客車之政策目標與其效益。
2. 客運業者：將車輛、電池及充電設備的資本支出轉為租賃費用計算基礎，除了有效舒緩財務壓力以外，更能提高使用者對於電動大客車的採用意願及分散風險效果。
3. 車輛廠商：由政府出面協助資金取得，可大幅降低車輛製造商於基礎設施的先期投入成本，更能有效地縮短投資回收年限。此外，基於配合國家政策方向，若能取的資金上的融資協助，更能加速技術提昇腳步，早日擁有具有國際競爭力的電動大客車製造商，進而為國內產業爭取更多國外市場機會。

表 7-3 後續研究計畫建議-電動大客車駕駛行為分析

計畫名稱：電動大客車駕駛行為分析
計畫背景與目的：
因應節能減碳的全球發展趨勢，我國近年來積極投入新能源交通工具的推廣，其中又以電動大客車為重點推動政策。自 2011 年起，在交通部、經濟部、環保署及各地方政府共同努力下，截至 2014 年已有超過百輛電動大客車於各地實際運行。行政院更進一步指示，未來將逐步汰換現有 6,750 輛市區客運柴油大客車，並陸續將公路客運、遊覽車客運用車納入，訂下 10 年 1 萬輛電動大客車的推動目標。 有鑒於受補助運行之電動大客車漸具規模，本所於 2014 年辦理「公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查」計畫，透過蒐集國內電動大客車營運績效資料，檢視目前產業發展概況與營運環境，希望作為日後訂定發展政策的參考依據。惟該計畫尚未討論電動大客車駕駛行為於妥善率及營運成本上的影響評估，單純從設備妥善率與肇因分析，尚未能完整評估電動大客車之營運績效。 環保署於 100 年曾辦理「環保駕駛車隊推廣與示範計畫」乙案，透過數位式行車記錄器與多項駕駛員觀察，歸納出各種駕駛行為與車輛排放之因果關係，進一步提出駕駛教育訓練方案，藉以提高柴油車輛能源使用效率，由該計畫可以瞭解駕駛行為與車輛營運績效應有高度相關。 電動大客車為一快速發展中的產品，尚未到達傳統柴油車多年營運的技術成熟與穩定，因此車輛的使用錯誤容忍程度較傳統柴油車更低。本研究之重要目的為探討電動大客車駕駛行為與妥善率之相關性，並進一步探討妥善率的變動帶來各項成本衝擊評估。
預期完成的工作項目：
1. 駕駛行為與車輛營運績效探討：透過文獻蒐集的方式，瞭解國內外對於駕駛行為與車輛營運績效之研究，歸納出駕駛行為對於車輛之影響，同時瞭解駕駛行為各項觀察方法與駕駛教育訓練設計。 2. 電動大客車駕駛行為分析：定義駕駛行為分析項目與資料取得方式，挑選適當營運車輛進行駕駛行為分析，透過數位式行車記錄器車機資料及其他資料來源做駕駛行為分析與分組歸納。 3. 駕駛行為與車輛營運績效分析：比對該車輛營運績效、各項性能數據與故障項目，進一步比對駕駛行為與車輛營運績效指標關聯性。 4. 肇因與失敗成本分析：各項降低車輛妥善率之肇因與失敗成本之影響評估，歸納出車輛營運績效與成本變動關聯性。

5. 教育訓練規劃與試作：基於各項駕駛行為觀察指標與影響程度，分別設計多種教育訓練教材及施教方式，並實際於營運中之電動大客車駕駛實施教育訓練課程，觀察訓練前後的車輛營運績效差異。

預期成果與效益：

預期成果：

應用駕駛行為分析方法進一步觀察車輛營運績效及衍生成本評估，透過教育訓練改善駕駛行為，藉以提高車輛營運效率。本研究將進一步探討駕駛行為導致的失敗成本，提出駕駛行為、妥善率與失敗成本推估模型。

預期效益：

1. 主管機關：與電動大客車營運監管平台連動，掌握電動大客車實際營運情形，反映駕駛行為與車輛實際績效關聯性，實際追蹤營運績效變動之重大因素。透過平台將電動大客車營運資訊共享給其他部會，結合跨部會協作機制，作為共同決策之重要參考依據。
2. 客運業者：透過一系列的駕駛行為監測，可讓客運業者明確提供駕駛改善方向，並且依照設計過的教育訓練教材有效提昇駕駛素質，實質降低應運成本。
3. 車輛廠商：協助廠商瞭解駕駛行為與車輛各項數據之關聯，提供研發方向建議，使電動大客車能夠透過駕駛行為的多樣性來檢視車輛是否足以應付未來更大量更多樣的駕駛習慣。

參考文獻

1. 張學孔(2012)，電動公車外部性評估—以臺北市轄聯營公車為例，2012 海峽兩岸智慧型運輸系統學術論文研討會。
2. 劉祥宇(2013)，市區電動公車換電站之區位選擇研究，臺灣大學土木工程所交通工程組碩士論文。
3. 陳品潔(2012)，電動公車之效益評估，臺灣大學土木工程所交通工程組碩士論文。
4. 盧昭暉(2011)，低污染車輛推動策略，臺中市空氣污染防治策略發展研討會。
5. 蔡篤雄(2000)，電動公車的發展與運用，華德動能科技股份有限公司。
6. 郭瑜堅(2007)，旅次總成本導向之都市運輸政次評估分析。
7. 林成原、藍武王等(2001)，使用中柴油車污染排放管制措施減量推估及成本效益分析專案研究計畫，行政院環境保護署。
8. 林國顯、蘇振維、張舜淵、張瓊文等(2009)，交通建設計畫經濟效益評估作業之研究(1/2)，交通部運輸研究所。
9. 蕭易呈(2005)，燃料電池公車成本結構與市場潛力分析之研究，國立交通大學運輸科技與管理學系碩士班碩士論文。
10. 石育岑(2004)，柴油車排煙檢測成效分析與污染排放量推估，國立中興大學機械工程研究所碩士論文。
11. 陳一昌、朱珮芸、陳賓權、孫以濬等(2000)，低污染公車營運技術評估及其應用之研究，交通部運輸研究所。
12. 電動巴士導入守則，日本國土交通省都市局及交通局。
13. 張新宇、陳景艷（1999），交通運輸外部成本評估及內部化，北方交通大學學報，第三期，第 23 卷
14. 余忠和(2005)，低頻噪音源管制措施及防制方法之建立，行政院環境保護署。
15. 蘇皋群、吳明潤、莊志偉(2012)，車速及引擎轉速對市區公車污染排放的影響與分析，中華民國第十七屆車輛工程學術研討會。
16. 蕭代基、錢玉蘭、劉錦龍、黃宗煌(2006)，臺灣地區綠色國民所得帳環境價值矩陣研究計畫，行政院主計處。
17. 張國廷(2006)，都市旅次外部成本之研究，臺灣大學土木工程所交通工程組碩

士論文。

18. 劉錦添等人（1993），空氣污染改善的健康效益評估-假設市場評價法之應用，蔣經國國際學術交流基金會資助研究計畫。

19. Leslie Eudy & Christina Gikakis (2013),"Fuel Cell Buses in U.S. Transit Fleets:Current Status 2013," National Renewable Energy Laboratory.

20. Umberto Guida(2014), "Zeeus project,"UITP POLIS Conference.

21. FHWA,USDOT(1997 Federal Highway Cost Allocation Study Summary Report)

22. Amos,W.A.(1998) ,"Costs of Storing and Transporting Hydrogen," U.S. Department of Energy, National Renewable Energy Laboratory,

23. Highway administration,U.S. Department of Transportation(2000), Surface Transportation efficiency, Analysis Model(STEAM2.0), UserManual,federal Cambridge Systematics, Inc.

24. California Department ofTransportation (1999), California Life-Cycle Benefit/CostAnalysis Model (Cal-B/C)— User's Guide, Booz-Allen & Hamilton Inc.

25. ToddLitman (2002), Transportation Cost Analysis: techniques, Estimates andImplications Executive Summary, Victoria Transport Policy Institute,page5.10-1、page5.11-11.

26. U.S. EPA (2000), Regulatory Impact Analysis: Control of Emissions of Air Pollution from Highway Heavy-Duty Engines.

27. http://www.orionbus.com

附件 1-1

專家學者座談會議議程及紀錄

公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查專家學者座談會

一、 **主辦單位**：交通部運輸研究所、中華智慧型運輸系統協會

二、 **時間**：2014 年 4 月 25 日(五) 09:30~11:20

三、 **地點**：交通部運輸研究所(臺北市松山區敦化北路 240 號) 5F 會議室

四、 **主持人**：中華智慧型運輸系統協會 黃國修 計畫主持人

五、 **與會貴賓**：詳如簽到表

六、 **會議議程**：

時間	議程	主講人
09:00~09:30	報到	
09:30~09:40	計畫主持人致詞	黃國修 教授
09:40~10:20	計畫預定內容與執行方式說明	沈大維
10:20~11:20	綜合內容討論： (1) 調查執行之流程與方式 (2) 調查項目與配分方式	張學孔 教授
11:20~	散會	

七、 **會議記錄與回應**：

發言單位	意見	回應
高雄客運	1. 本公司現況電動公車行駛國道 10 號路線，營運至今已趨穩定。然而車輛為 26 人座低地板客車，因行駛國道無法有立位，使得營收不符成本。 2. 營運至今，絕大多數的問題發生在電池系統。此外，當電池保固期過後將衍伸電池重置成本。因此電池技術與成本是影響業者使用電動公車意願最大的關鍵。	1. 本案預計提出電動公車適用路線評估準則，未來亦將此載客數限制納入，以期發揮電動公車最大效益。 2. 本計畫將透過客運業者、製造廠商、車測中心以及主管機關等單位訪談，深入了解現況電池技術發展、成本結構以及保固運作方式。從未來使用者與廠商的後勤維修分工、電池檢測規範、電池汰舊換新補助政策等層面提出建議。
桃園客運	1. 有關充電站設置方式，本公司有三種不同模式。建議未來應有比較完整的規範與評估準則，較有利於業者採用電動公車。現況三	1. 在本案調查中會在充電場站周邊設施成本中增列土地租/購成本，反映充電站現況實際營運成本。充電場站設置模式與環境條件息息相

發言單位	意見	回應
	種模式為： ● 立凱自行租借台銀土地建置與遮設施作為換電場所，再以每日載運電池方式更換。 ● 唐榮向本公司修車廠承租空間建置充電站，電費部分與本公司拆帳。 ● 華德未來於中壢平鎮上路之車輛，預計由桃客租地，再交由華德建置充電站方式進行。 2. 後勤維修部分，營運業者普遍缺乏電池相關技術，對於電池系統後續的維護方式比較擔憂。 3. 現況柴油公車享有大眾運輸用油補貼，是否可以比照給予使用電動公車相同之電價補貼，增加業者使用意願。 4. 安全性也應該是電動公車使用的一個重要因素，國內目前普遍缺乏有關電池碰撞、穿刺及溫度的檢測，未來應該建立相關門檻。	關，本案將透過調查執行，比較現況各電動公車營運路線充電場站設置之優劣，歸納在現況技術發展下，何種環境條件較有利於設置充電場站，作為業者、政府部門評估路線是否適用電動公車之依據。有關完整的充電場站設置規範與評估準則，涉及面相繁複，包括路線特性、土地權屬、電力設施、土建設施等，建議做為未來研究主題。 2. 本計畫將透過客運業者、製造廠商、車測中心以及主管機關等單位訪談，深入了解現況電池技術發展、成本結構以及保固運作方式。從未來使用者與廠商的後勤維修分工、電池檢測規範、電池汰舊換新補助政策等層面提出建議。 3. 本計畫電動公車內外部使用成本分析工作項目將比較電動公車與柴油公車能源成本，作為評估是否制訂相關補貼政策之基礎。 4. 本計畫將透過文獻回顧掌握國外對於動力電池檢驗的機制與政策。並透過廠商、車測中心及其他專業研究機構訪談，了解國內對於動力電池安全性檢測發展之現況進度與期望。
豐原客運	1. 本公司電動公車主要行駛 55 路及 12 路，每車每日需行駛 200 公里，因此中間須有一次的充電時間，收班後再充電。中退時間與夜間時間的充電的電價有尖離峰差異，若能給予使用電動公車全日享有離峰電價的優惠，將增加電動公車適應不同里程長度與班次頻率的路線。 2. 電池成本大概佔了車輛總價	1. 本計畫將回顧國外案例，比較其他國家在推動電動車輛時的是否有相關用電優惠措施，提供主管機關參考。 2. 本計畫將透過客運業者、製造廠商、車測中心以及主管機關等單位訪談，深入了解現況電池技術發展、成本結構以及保固運作方式。從未來使用者與廠商的後勤維修分工、電池檢測規範、電池汰舊換新

發言單位	意見	回應
	1/3，未來當電池保固期間結束後，重置成本以及後續維護將成為很大的負擔。	補助政策等層面提出建議。
長榮儲運	關於未來後勤維修問題，未來耗材供應以及技術支援部分是否有其他來源，還是只能從現有電動車廠商取得。這會影響到後續車輛維運的模式以及成本結構。	有關後勤維修後續發展，本計畫初步構想係比照柴油車，建立分級保養的機制，短期透過製造廠商教育訓練，讓營運業者可以自行負擔簡易保養與故障排除。長期則建議由政府及專業法人機構規劃技術移轉以及職業訓練課程，搭配相關專業證照核發，扶植整體產業的技術能量。
科技之星	1. 本公司的經驗是儀表的電池殘電顯示通常與實際有落差，建議同時評估其他用電量蒐集的方法，增加正確性。 2. 建議盡可能減少司機填表，整合既有表單，或透過業者自動化回傳的資料來做分析。 3. 建議未來能有客觀管道取得電動公車真實的續航力資料。以利業者可以正確地進行排班調度。	1. 感謝建議，本計畫將同步蒐集各充電場站用電狀況做為佐證資料。 2. 感謝建議，本計畫使用調查表格將盡可能與業者既有表單整合。 3. 本案所執行調查成果將可提供未來業者選擇車輛時參考。透過本案做為開端，未來若能定期進行相關營運績效調查，或建立持續監測機制，將可持續提供使用者及主管機關選擇時的參考依據。
唐榮車輛	1. 建議可以增加安全類的調查指標，例如除了現況車輛測試中心的檢測基準外，廠商是否能提供額外的檢測資料。 2. 在後勤維修部分，維修保養制度建議檢視是否針對電池有特定的檢修項目。 3. 有關後勤維修模式未來發展，現況限於客運業者既有保修體系普遍缺乏機電、電池技術人員，若技術移轉存在技術對接落差問題，應有更長期的培訓機制搭配階段性的移轉來處理。	1. 感謝建議。本計畫將於管理制度面評估指標中加入，除安審中心基本檢測門檻外是否有額外檢測機構之測試文件。 2. 感謝建議。本計畫將於管理制度面評估指標中加入，保養制度中是否有針對電池例行保養檢修項目。 3. 感謝建議。
華德動能	政府部門站在產業推動的立場，應該更加著重訂定自製率的提升的目標，促進產業供應鏈體系的整合。	現況新版電動大客車補助要點中，已將附加價值率列為重要 KPI，透過補助政策之引導，未來將逐步引導產業往國產

發言單位	意見	回應
		化方向發展。
立凱綠能	針對不同車輛系統不同的技術特性，透過本案執行，建議可以訂定一套電動公車適合市場的評估準則，提供業者、政府部門在採用電動公車時參考。	感謝建議。本案將調查國內目前各電動公車路線營運績效，並比較不同營運路線之道路、路線環境因素，期望歸納出不同環境因素下的營運績效差異，作為未來評估路線適用電動公車與否之依據。
環保署 胡明輝 視察	1. 現況電動車的殘電顯示是偵測各電芯單體電壓後推估的結果，普遍不太準確，建議可以用充電站實際充電量取代。 2. 能源使用效率，即每度電可行駛多少公里，為一重要參數，也是影響成本面分析的重要關鍵，建議研究團隊納入調查分析項目。	1. 感謝建議，本計畫將同步蒐集各充電場站用電狀況做為佐證資料。 2. 本計畫將蒐集電動公車營運里程及用電狀況，可計算得到其能源使用效率，再進一步透過電價換算，則可得到每公里用電之成本，與柴油車每公里油耗成本進行同一基礎比較。
鼎漢顧問 胡以琴 博士	1. 各部會對於推動電動公車應有不同的政策目標以及權責。對交通部而言，應更加著重安全把關課題。 2. 參考國外電動車推動案例，大部分仍位於示範階段。國內訂下10 年汰換 6000 輛電動公車的目標，固然展現政策推動決心，但應同時評估若出現安全問題影響大眾運輸使用意願的風險。 3. 本案應為開端，各項妥善率、續航力的監測應持續進行，並且評估建立績效導向的補貼機制，確保產業正向循環。 4. 本案將與其他能源車輛進行比較，建議應在同一比較基準下，並考量生命週期成本的概念。 5. 有關本案提出將停靠頻率作為一環境因素，但實際的量測方式為何？建議可透過停靠站位數、平均速率等資料分析。 6. 期許未來也可以進行使用電動公	1. 感謝委員建議。 2. 感謝委員建議。 3. 感謝委員建議。 4. 遵照辦理。在成本分析及營運績效分析時，本案將同時蒐集柴油車及油電混合車輛之數據，在成本面分析統一以車公里成本方式分析，而營運績效則以能源效率及妥善率為基礎進行資料蒐集 5. 本案調查停靠站位數的目的係希望初步探討環境因素對於車輛績效的影響，因此設定以概略的停靠站數作為依據。關於委員建議可透過動態資訊資料分析確切停靠頻率，本團隊認為有深入研究之價值，會進一步列入後續研究議題中。 6. 感謝委員建議。本案將蒐集分析電動公車故障情況，可歸納客運業者在使用上會遭遇的風險狀況，然而針對環境、財務、安全等完整面向的風險分析，礙於本案人力物力限制，建議於未來研究中進行探討。

發言單位	意見	回應
	車的風險因素評估。	
健行科大 朱松偉 教授	1. 建議未來在針對客運業者進行訪談時，可以將客運業者選購車輛的比較因素及標準納入。 2. 電動公車仍位於發展階段，因此面對故障問題是不可避免的狀況，然而重點是使用者端與製造商端間是否有完善的問題回饋機制，製造商又是否可以根據實際使用狀況進行改善。 3. 建議可加入乘客感受度、滿意度類的調查。掌握乘客面對於電動公車使用意向。	1. 感謝委員建議。 2. 本計畫將透過訪談了解營運業者與廠商現況對於故障處理的流程與機制。並針對現況的模式與機制提出改善建議。 3. 現況資策會受工業局委託進行智慧電動巴士產業發展策略與行動方案分析工作，其中將針對電動公車之乘客進行滿意度問卷調查，就資源整合角度，本案將與該調查結合，透過該案調查取得乘客面向之意見。
中經院 溫蓓章 博士	1. 在探討電動公車使用成本時應先釐清一個概念，真正的營運成本應為車輛可以穩定營運時的營運時所反映之成本。現況有部分成本理應由政府部門負擔，如各項性能及安全檢測，這部分應由政府部門設立相關規範與門檻，避免使用者在使用時還需承受故障或續航力不足所帶來的風險以及衍伸的成本。 2. 參考國外案例，如英國因應低碳車輛設置公定的檢測規範，國內也應該針對電池安全、真實續航里程以及電磁相容等項目設立門檻，由專業第三方機構協助驗證，並提供使用者客觀的分析數據。 3. 針對政府部門在制定發展電動公車的政策目標時，也應同步制定各項推動配套措施，參考日本電動車導入手則，針對各項導入電動車各項環境要件進行規範，包括教育訓練、路線選定、場站設置等內容，以確保電動車是在合	1. 感謝委員建議。本案將參考國外相關案例，並訪談車輛中心與相關研究機構，於本案提出針對電動公車審驗標準的建議。 2. 感謝委員提供資訊。 3. 感謝委員提供資訊。將列入文獻回顧範疇。

發言單位	意見	回應
	適的環境下運行。	

公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查
專家學者座談會簽到表

出席單位	簽名處
鼎漢國際工程顧問(股)公司 胡以琴 技術長	胡以琴
中華經濟研究院 溫蓓章 博士	溫蓓章
健行科技大學行銷與流通管理系 朱松偉 教授	朱松偉
文藻外語大學國際企業管理系 賴文泰 教授	(請假)
行政院環境保護署空氣品質保護及噪音管制處 胡明輝 視察	胡明輝
經濟部工業局金屬機電組 吳醒非 技正	(請假)
交通部運輸研究所	張朝欽
交通部運輸研究所	江芷瑛

公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查
專家學者座談會簽到表

出席單位	簽名處
交通部路政司	
交通部路政司	
交通部科技顧問室	
交通部科技顧問室	
交通部公路總局	
交通部公路總局	
智慧電動車先導運行計畫推動辦公室	
智慧電動車先導運行計畫推動辦公室	

公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查
專家學者座談會簽到表

出席單位	簽名處
長榮儲運	
科技之星	
科技之星	
南台灣客運	
南台灣客運	
屏東客運	
高雄客運	
高雄客運	

公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查
專家學者座談會簽到表

出席單位	簽名處
台灣立凱綠能(股)公司	
台灣立凱綠能(股)公司	
唐榮車輛科技(股)公司	
唐榮車輛科技(股)公司	
華德動能科技(股)公司	
華德動能科技(股)公司	

公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查
專家學者座談會簽到表

出席單位	簽名處
中華智慧型運輸系統協會 黃國修教授	黃國修
中華智慧型運輸系統協會 張學孔教授	張學孔
中華智慧型運輸系統協會 沈大維	沈大維
中華智慧型運輸系統協會 陳永勳	陳永勳
中華智慧型運輸系統協會 陳雅雯	陳雅雯
中華智慧型運輸系統協會 陳維隆	
中華智慧型運輸系統協會 胡金龍	
中華智慧型運輸系統協會 陳明賢	

附件 1-2

期中報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫

期中報告審查意見處理情形表

一、計畫名稱：公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查

二、執行單位：中華智慧型運輸系統協會

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
主席		同意研究單位處理意見。
1. 動電動公車發展是許多人共同的夢想，夢想實現要思考政策，本人有句名言「冬天不打俄羅斯，等待科技帶來春天」，目前已經漸有融冰，可著力推動，應進一步思考未來的發展架構。	1. 贊同主席之意見。	
2. 電動公車的效能技術進展很快，第一代及第二代績效差很多，應考量應用場域，目前以12至15公里路線、班次需求密集地區，較可展現電動公車效能，調查時應同時考量路線、道路、停靠站等環境特性，就電動公車的技術現況，歸納出現階段合適的運行環境	2. 感謝主席建議，本案將於期末階段，進一步針對路線特性進行歸納分析不同環境上的績效表現。	
3. 本案在做績效分析時應考量不同代技術成長的影響。在研擬推動政策時，也應將此因素考量，制定未來的發展框架。	3. 感謝主席建議，本案將進一步比較不同系統演進對營運績效之影響。	
4. 應規劃營運配套條件，針對不同設備、規格產品需逐漸收斂，請研究團隊釐清深層問題，補助方式是否合理，以及補助之效果。	4. 呈上，本計畫將考量現況技術門檻制定短期發展策略與補貼政策建議，並透過訪談了解廠商對於技術發展的目標願景，作為制定長期發展策略的依據。	
健行科技大學 朱松偉 教授		同意研究單位處理意見。
1. 建議在調查指標的使用上能夠統一。例如妥善率指標設定上	1. 感謝委員建議。指標之名稱與定義已修正。	

有三項：平均每月異常件數、車公里異常件數、正常運作比率，而結果呈現時僅有每月異常件數及正常運作比率，且指標用字上也有所差異，請研究單位補正。 2. 報告中續航里程係以平均值呈現，建議依行駛路線類別分類表現。 3. 在妥善率部分，單一數字無法看出故障原因，應將故障原因分類、歸納，找出故障的原因跟改善狀況。 4. 在計算妥善率應同時蒐集柴油車妥善率資料，予以比較 5. 訪談議題與產業課題彙整的關聯性不足，應加強呈現及彙整訪談意見，再歸納出對應的課題	2. 感謝委員建議。本計畫於期末階段根據路線里程、班次密度予以分群，並分析比較不同路線特性之營運績效。 3. 感謝委員建議。礙於故障資料筆數龐大，本計畫未及於期中階段呈現故障分類結果，將於期末階段依找故障種類進行分類歸納，並釐清其嚴重程度及改善情形。 4. 遵照辦理。 5. 遵照辦理。	
元智大學 陳怡之 教授 1. 本計畫的重要貢獻應該是要能夠歸納出現況運行路線的成功因素，所以在兩個部分可予加強。一是國外案例彙整，應整理當地運行的環境、經濟、社會條件，並歸納其成功因素，做為我國推動參考比較；二是有關本案的調查，應比較不同運行路線、使用環境的差異，檢討出何者的績效較佳，歸納出合適的使用情境。	1. 感謝委員建議。礙於世界各國發展電動車大多仍位於起步階段，大部分有關國際案例之資訊來自該國官方之研究報告，資訊較為有限。本計畫將進一步針對所蒐集之案例，歸納比較其新能源車輛政策方向、運行環境、技術條件、推動政策等幾個面向，以做為我國參考比較；有關本案調查成果，	同意研究單位處理意見。

	依委員建議，依路線特性進行分群，比較不同路線特性之績效差異。	
2. 贊同本計畫提出的跨部會資訊共享議題，建議未來也可嘗試以定期舉辦座談會、研討會方式，作為更新各部會推動成果與展望的平台。	2. 感謝委員認同與建議。	
3. 有關政策效益及永續經營的問題，宜就不同階段訂定目標，例如先導運行之重點在盤點出可行的運作模式與商業機會，或廠商對於政策誘因之回應，並尋求台灣於 iEV 發展之有利優勢條件。補助政策係影響地方政府及使用業者推動電動公車信心的關鍵。同時，地方政府宜發揮營運績效監管與協助的功能，確保補助資源運用的效益。	3. 感謝委員建議。本計畫於後續研提政策改善建議時，會納入不同階段之政策目標，以及補貼政策配套之監管機制建議。	
4. 各項計畫(不同地區、不同車型、不同路線、不同使用情境)的進行，如果能輔以問題檢視分析及知識管理之綜合平台，並定期歸納檢討，有利於政策之持續精進及進入下一個階段決策之參考。	4. 感謝委員建議。本計畫將於後續提出資訊共享及營運績效監管平台雛型建議，期望作為各部會資訊分享以及永續營運監管之機制。	
交通部路政司 王穆衡 副司長		同意研究單位處理意見。
1. 本報告應從交通部使用者的立場，為目前電動公車發展提出針砭。	1. 感謝委員建議，將納入報告檢討分析。	
2. 現階段調查各項績效、成本之結果乃技術尚未成熟時的產出，若據以做為制定各項補助政策、成本制度的基礎，恐有失真情形，恐將技術不成熟所衍生的不合理成本納入。建議	2. 感謝委員建議。本計畫將考量技術演進特性，就現況技術門檻提出階段性建議。並就廠商訪談彙整技術發展目標，據以訂定長期的政策方針。	

應訂定階段性的目標，把現況重點放在適合運行環境的檢討。		
3. 應將故障類別依照嚴重性分類，並記錄改善情形，探討依時間的變化。	3. 感謝委員建議。本計畫將進一步針對故障類別進行分類，並比較各類別於系統演進及營運時間的變化。	
4. 在比較甲乙類車輛能源效率差異時，應進一步細究其原因，是因為路線特性、技術的變化、車身重量還是其他因素造成的影響。	4. 乙類大客車無論柴油或電動，能源效率皆較甲類客車為優。其主要原因係因為車輛重量差異所致。以立凱系統為例，其甲乙類電動客車配置相同功率之馬達，以及相同容量之電池組，而甲乙類車身重量差距導致用電效率差異。而華德車輛更因為乙類客車車身較輕，不需如甲類客車功率之驅動馬達及電池容量，使得其能源效率差異更明顯。(以上將納入報告說明)	
5. 有關團隊建議充電場站的設置可透過公有土地，應審慎評估其公平性與合理性。	5. 感謝委員建議。有關公有土地設置充電站之議題，係因為營運業者面臨土地取得不易之問題。建議仍應依照現行公有土地租借辦法，並建立相關配套申請審查機制，以確保其公平與合理性。	
新北市交通局 趙紹廉 局長		同意研究單位處理意見。
1. 本市 850 電動改行駛三鶯線，請研究團隊補正。	1. 遵照辦理。	
2. 本局實際與電動公車使用業者的訪談發現一些營運時遭遇的實務課題，一般認知在夜間充	2. 感謝委員建議，將納入經營環境課題分析中。	

電可以節省電費支出，然而衍生的問題是夜間是否需要派員留守、留守人員是否需要專業資格。除此之外，為了停放電動公車及充電設施，對於場站空間需求有別於一般柴油車。再者，為了電動公車需額外向台電申請用電，除了衍伸成本外申請程序相當繁複。這些都是本市業者反映對於電動公車卻步的因素。		
3. 簡報 P.36 使用效率分析上，目前實際運行里程與理想條件運行里程有差異。	3. 感謝委員提醒，將納入後續分析考量。	
4. 建議研究團隊可以將天氣溫度、停靠頻繁程度及坡度等環境因素納入考量。	4. 本計畫將於期末階段將路線特性(包含氣候及停靠站位數等因子)納入作為路線特性分組，比較不同路線群組營運績效差異。然而有關坡度對能耗影響的量化方式較為複雜(平均坡度、特定斜率坡度站路線百分比)。本案將以高速/平面道路作為分析因子，有關坡度細緻的分析建議可留做後續研究議題。	
5. 目前充電設備規格不一、車種過多，存在充電站無法共用問題。	5. 感謝委員建議。然而有關電池、充電設備規格標準實乃經濟部工業局之業務範疇，本計畫將借鏡小客車及機車之作法提出初步建議，深入探討則留待後續研究。	
6. 建議分析電池容量、重量等因素是否影響耗電量。	6. 由於現況各家車廠自身電池容量、車身重量規格普遍無差異化設計(僅華德前後兩代不同系統裝設不	

	同電池容量)，較難比較車重、電池容量對耗電量影響。若比較不同廠牌規格於能源效率之差異，又因為系統設計之差異性使得影響因素過多無法控制變因。在現況樣本數稀少的情況較難比較單一車廠車輛在不同車重、電池容量的差異。本計畫於能源效率比較時，將同時標註不同廠牌車輛之車重做為客觀參考。進一步的車重與能耗分析，建議於未來廠商規畫不同產品規格時再行納入比較。	
新竹市交通處 鄭志強 處長 1. 建議績效評估時要突顯技術演進的情形。以本市為例，最早新竹客運使用的是華德的車輛，故障事件頻繁，後來到科技之星採用華德下一代的系統，故障率明顯降低，且早期竹客用車也漸趨穩定。 2. 有關政策誘因部分，本市係透過停管基金補助免費搭乘方式，來促進電動公車營運初期的使用率，並期望取消免費搭乘優惠後路線可靠票箱營收自給自足營運。 3. 應評估建立統一的電池、充電設備規格，提升系統的共用性，降低使用業者管理成本。	1. 遵照辦理。本案將進一步比較不同系統演進對營運績效之影響。 2. 感謝委員建議。本計畫研提政策改善建議時，亦會將此類非直接以經費補助之誘因納入評估。 3. 感謝委員建議。然而有關電池、充電設備規格標準實乃經濟部工業局之業務範疇，本計畫將借鏡小客車及機車之作法提出初步	同意研究單位處理意見。

	建議，深入探討則留待後續研究。	
高雄市交通局 陳勁甫 局長 1. 本市高雄客運旗山左營路線從2013年即開始營運，請研究單位補足營運資料的蒐集。 2. 高客華德之車輛近期有電池平衡的問題，現況僅有三位維修人員處理，也凸顯車廠維修人力不足。 3. 建議增加故障之因果分析，是車廠生產設計不良或是駕駛操作不當？ 4. 建議對不同氣候、路線特性來分析電動車之效率與妥善率。本研究之成果應可支援電動車產業之技術進步，是否有國外的故障經驗可借鏡？ 5. 建議可辦理國家型電動大客車試辦計畫，統籌整合各車廠之車輛，讓各地客運業者以租用方式試營運。 6. 目前營運中電動公車在技術可能為1、2年前發展，可能現況發展有些障礙以經排除，本報告應關注目前電動公車發展現況及趨勢，以作為未來政策擬定參考。	 1. 感謝委員提醒。 2. 感謝委員提出營運實務課題，將列入營運環境課題分析中，以反映真實營運遭遇狀況。 3. 遵照辦理。 4. 感謝委員建議。本計畫將進一步納入不同路線特性比較分析以及不同系統演進對績效之影響。有關國外車輛妥善率資料，礙於各國資料完整度不一，本計畫僅針對可取得資料者進行個案分析。 5. 感謝委員建議。本計畫於研提政策發展建議時將納入，評估作為短期推動策略之可行性。 6. 遵照辦理。	同意研究單位處理意見。
臺灣大學 張培仁 教授 1. 本計畫之調查資料清楚完整，極具參考價值。 2. 電動車習知之三大弱點為：	 1. 感謝委員認同。 2. 感謝委員建議。本計畫將	同意研究單位處理意見。

(1)電池價格、(2)續航力、(3)充電時間，電動客車可經由設計營運路線和時間解決其中續航力和充電時間之問題，電池價格則短期內由政府補助來處理，比起電動小客車，成功推廣之機會較大。但目前運行的結果顯示，國產電動(大、中)客車之故障率比預期嚴重，在這個問題未解決前，備用車輛及維修等費用將堆高營運成本且會影響車輛調度，建議本計畫在估算成本以及提出建議時考量故障率之問題。 3. 各家電動客車之車重和座/立位數有些微差異，建議考慮在估算用電效率時統一用 Km/KWH 是否公允？	考量電動車技術演進特性，於現況技術門檻制定短期目標及政策建議。並更具未來廠商規劃的技術發展目標以及業者預期的妥善率進一步制定未來的目標與政策。 3. 感謝委員建議。本計畫分析用電效率之目的，係提供主管機關及客運業者未來在使用電動公車時的參考依據，因此有必要反映現況營運效率。然而為使能源效率比較更為客觀，本計畫在彙整各廠牌車輛規格時，將加註車輛總重欄位及統一用電效率單位，一併供機關與業者參考。	
經濟部工業局 1. 本局刻正委託 ARTC 辦理受補助電動公車故障原因判別分析，建議可以雙方可以交流一併納入評估。 2. 有關共同研發計畫，除了現行共同動力系統開發外，未來華德、唐榮兩家充電式的業者，將朝向開發共通充電設備規格，讓兩不同廠牌車輛可共用	 1. 感謝建議。本團隊將參考車輛專業 ARTC 意見，評估以同樣的判別標準來做故障分類，期望雙方計畫產出有一致性結果。 2. 感謝委員提供資訊。將納入報告書中。	同意研究單位處理意見。

充電場站。 3. 針對現況有混合使用柴油車及電動車的路線，建議可比較路線上柴油車與電動車營運績效差異。	3. 感謝委員建議。本計畫將納入台北油電混合車能源效率資料。並於柴油車電動車混合調度之路線(豐原客運55路、桃園客運1路等)納入柴油車營運效率進行比較。	
行政院環保署 1. 本計畫蒐集大陸、日本、歐洲及美國之電動車推動現況，建議制表彙整各國推動策略之重點，較利閱讀與評析。另建議蒐集各國獎勵措施與電動公車價格，並與國內進行比較，俾利評估獎勵誘因是否足夠參考。 2. 部分業者反映問題點，應以儘速輔導電動公車業者進行產品性能提升或改良作為解決方案，而非以增加補助作為補償或使用誘因。 3. 報告提及中國規劃推動新能源車輛成效不彰（達成率僅22%），建議就其原因予以分析說明。 4. 依本報告說明，美國以推動燃料電池車輛為主，與歐、日、大陸均不同，相關政策是否有可供我國借鏡之處？	1. 感謝委員建議。本計畫將進一步歸納國際案例新能源車輛政策方向、運行環境、技術條件、推動政策等幾個面向，以做為我國參考比較。 2. 同意委員看法。本計畫研提之改善策略面相同時包含補貼政策建議與產業研發計畫等不同面向。 3. 本計畫蒐集中國電動車推動情形，2012年並無完整的官方結案報告，就新聞報導及相關研究機構之分析結果指出，該計畫因為部分地方政府無法提出配套誘因或政策輔導作為，加之過度保護在地車廠，使得推動成果不如預期。（以上將補充納入報告） 4. 美國係基於地理幅員廣闊，對電池續航及壽命門檻要求較高，對於其客運車市場而言，現況的電池續航技術恐無法滿足實務	同意研究單位處理意見。

	需求，是故將主要資源直接投入下一階段之燃料電池車輛研發。對於我國而言，因為都會幅員適中，商業活動頻繁且集中，現況之電動公車技術可符合部分市區公車路線使用，兩國係因為地理環境及使用條件不同而產生政策方向差異。(以上將補充納入報告)	
5. 報告 P.45 提及華德公司電動公車續航力最高，但電池衰退率快；立凱公司電動車單次續航里程短導致換電次數頻繁等論述，是否有可量化之評估依據或標準？	5. 有關電池衰退狀況，由於本計畫所取得資料期間不足，故無法客觀進行分析，在無客觀數據支持下，關於電池衰退之論述部分將予以刪除；而有關立凱公司單次續航里程分析則於第三章節能源效率與續航里程比較中有各路線營運之實際數據。	
6. 報告 P.46 唐榮公司車體價格請再確認（報告登載 600～700 萬，實際報價似乎更高）。	6. 此價格乃參考幾家客運公司提供資訊。此部分所指價格僅指車體，若包含電池則接近 1000 萬。(報告中將再釐清)	
7. 國內電動公車業者均宣稱電池遭汰換後，仍可供智慧電網儲能之用，故是其資產，爰建議本計畫評估電動公車推動/使用成本時，應將電動公車車體/電池殘值一併納入考量。	7. 有關電池汰換後之應用目前尚未有具體方向，實較難以估計電池之殘值，建議留待後續研究探討。	
8. 報告 P.48 新北市兩輛電動公車請確認使用狀況。各表建議均加上各縣市電動公車啟用時間。	8. 遵照辦理。	
9. 表 2-24 新北市電動公車使用情況請確認（何謂計畫結束？	9. 經新北市政府提供資訊，該車輛已無行駛原 850 路	

表 2-23 又稱目前無繼續行駛)。另表 2-26 中 2014 年桃園大溪、中壢、平鎮一案，請確認環保署是否有補助。	線，已改行駛三鶯線。表 2-26 經確認為桃園環保局自行補助之專案。	
10. P.52 文字建議修正，例如為有效整合政府資源、落實簡政便民，環保署主動洽交通部合作共同推動以電動公車取代柴油公車.....且依行政院 103 年 4 月 29 日政務會談結論，電動公車推動由交通部主政，協調經濟部與環保署共同辦理，並非環保署專司短期示範運行專案計畫之補助。表 2-27 建議一併調整。	10. 遵照辦理。其中表 2-27 部分係加註示範運行計畫乃初期專案，現況已將資源轉挹注交通部補助作業中之車體加碼及電池補助。	
11. 智慧電動車先導運行計畫主要經費來自經濟部，環保署空污基金僅提供 3 億元供設置電池交換站，報告 P.58 中文字順序建議調整。	11. 遵照辦理。	
12. 報告 P.53 最末段文字建議修正。	12. 遵照辦理。	
13. 有關交通部公路公共運輸補助電動大客車作業要點補助金額並未因本署提供每輛 150 萬元補助而增加，建議提出合理之論述。	13. 將再確認報告文字避免誤解。	
14. 有關電動公車能源效率評估，不同行駛路線、駕駛人訓練與開車習慣、車輛平均車速、空調使用情況等，是否有影響，建議一併納入探討。且車輛不會用到電力耗盡，故「續航力」是否考量改以「可行駛里程數」替代，建請一併考量。	14. 感謝委員建議。有關駕駛行為之影響實已超出本計畫範疇。然本計畫亦認同委員之建議，將於後續研究建議中提出。有關「續航力」為一般常用名詞，為符合實際認知，建議沿用，並於報告中定義續航力指電池使用安全範圍內可行駛里程數。	

15. 有關中壢平鎮免費巴士意外事件，是否經車輛事故鑑定單位判定為「火燒車」？請釐清並謹慎用詞。	15. 感謝建議。本計畫將參考路政司因應此事件於7/7參訪華德動能行程之事由，改為車輛冒煙事件。	
16. 報告P.92請重新依行政院103.04.29結論規劃，並確認各部會分工事項是否妥適（環保署辦理電池汰換之依據為何？）。 17. 本計畫後續請加強各項數據蒐集與分析工作，並稟持公正客觀立場，呈現各部會既有推廣政策之效益與電動公車實際使用成本，供後續政策檢討修正之參考。	16. 此乃本計畫提出跨部會合作審查的建議構想，未來仍會透過跨部會座談進一步蒐集各單位想法，提出具體建議。 17. 遵照辦理。	
交通部路政司 1. 請研究團隊更新期中報告書p.50交通部補助情形。 2. 目前我國有關電動大客車的整車安全法規已參考國際標準，若研究團隊有進一步建議也歡迎提出。 3. 在計畫中提到8年營運路線限制部分，交通部目前在受理業者營運計畫申請時允許業者提出混合調度計畫，但需於營運計畫中清楚說明。 4. 有關績效分析部分，應進一步歸納出現階段電動公車合適路線選線的標準，包括路線里程、班次、合適系統型式等。	 1. 遵照辦理 2. 本計畫將參考國外案例提出可行建議。 3. 感謝提供最新資訊。將予以更正。 4. 感謝建議。本計畫將進一步依據路線特性分群，比較不同路線特性對績效之影響。	同意研究單位處理意見。

交通部公路總局 1. 有關研究資料與分析指標之適切性部分： （1）妥善率百分比： 依據期中報告書P.69頁所述，該計算方式為(正常營運天數/總營運天數)*100%。該計算方式雖無疑慮，然而車輛之妥善並非單純正常與故障，而應細分為不同的故障類型，如：空調系統故障、電能轉換動力系統故障等，如此細分較能作為具營運面參考價值的資訊(空調設備故障車輛屬堪用，依然能夠行駛；然而動力系統故障則無法繼續提供服務，此二類故障不應混為一談)。 （2）續航力： 續航力影響電動車輛可以行駛的里程與所需補電的頻率，然而電動車輛之續航力受行駛路線特性(平緩或陡峭)、路面特性(快速道路或平面道路)、停靠站位頻率等因素影響，建議研究團隊後續須針對前述指標進行交叉分析，方能得到較為客觀的評估結果。 （3）電池使用時間： 本項指標在本計畫中未被列入，然而電能設備之穩定、功率表現亦深受電池使用時間的影響，故建議以電池使用時間做為另一分類資料，研究之數據亦有助於相關政府單位研議後續電能設備補助之議題。	1. 感謝建議。指標與分析相關意見回覆如下： (1)有關妥善率分析，礙於資料量龐大，期中階段不及呈現細項分類，將於期末階段依照故障種類及嚴重程度區分。 (2)本計畫將於期末階段納入路線特性(停靠站位數、快速或平面道路)進行分析 (3)有關電池使用時間，礙於本計畫觀測時程不足，因此較難完整反映電池衰退狀況，本計畫將提出營運績效持續觀測機制之建議，於後續計畫中則可進一步分析電池衰退情形	同意研究單位處理意見。

2. 有關電動公車經營環境的部分： （1）補助購車 5 年內不得申請虧損補貼： 在公路公共運輸提昇計畫中，對於接受新闢路線購車補助之路線，向來皆規定 5 年內不得申請虧損補貼。此政策之原意為客運業者應審慎評估適宜營運之路線，並且在交通部不擴大汽車客運虧損補貼的政策下，公路公共運輸計畫期望能藉購車補助扶植業者建立初期營運之車隊，並以較高比例之補貼(上限為 80%，有別於一般型 49%)酌予補貼初期營運運量養成階段載客不足之虧損，客運業者應審慎評估適宜經營之路線，並自負相關營運虧損之責任，不宜過度仰賴公部門之補助。	2. 感謝建議，有關經營環境意見回應如下： (1)有關此議題係針對業者提出之意見進行彙整，本團隊透過與主管機關訪談後提出對應之策略。針對此議題，同意所提競爭型計畫初衷與公部門立場，應維持原本補貼之要求與限制。	
（2）新闢路線購車車輛管制 8 年，不得移作他用： 有關補助車輛管制 8 年，且不得移作其他路線之使用，乃是希望補助之項目能妥善應用於申請階段客運業者所提送之計畫；鑒於目前國內電動公車尚屬萌芽階段，諸多車輛營運上的課題尚未克服，客運業者應在既有營運範圍內致力於提供穩定安全的服務，而非急於擴大營運範圍。此外，補助車輛服務屆滿 8 年後亦能由客運業者自行配置，客運業者應置重點於既有服務上。	(2)此議題之目的係希望增加電動大客車的使用率，提升業者採購之成本效益。根據路政司回覆，目前已開放受理業者在申請補貼時提出混合調度之計畫，並同意業者在計畫範圍內之路線進行混合使用。	
3. 有關電動公車適宜營運的路線：	3. 有關電動公車適用範圍，除了從現況不同路線的營	

本局於103年6月16日舉辦「電動大客車觀摩會」，該會議之專家學者座談會提到，適宜營運電動公車的路線應具備下列幾項特性： ➢ 單程路線長度約在12至15公里； ➢ 載客需求高以平衡初期投入之高成本； ➢ 適宜行駛平緩、時速約40-50公里之路段。 基於上述理由，高快速道路不適宜營運電動公車，而目前各都會區市區客運有諸多市區段路線適於營運電動公車。本局亦建請研究團隊訂定適宜營運電動公車之路線標準，作為後續補助政策參考之用。	運績效判斷之外，亦應考慮系統的設計規格。現況電動車之動力(電動車無內燃機車輛成熟的變速機構)與電池(容量限制續航力)系統之技術門檻，導致單一款電動車的適用使用情境不若柴油車廣泛，亦即無法如柴油車單一車種可行駛高速/低速以及不同長度之路線。然而透過工程設計的手段，仍然可針對不同的使用情境來設計不同車款，例如針對市區型路線設計小功率馬達、小容量電池之系統;針對高速快捷路線設計大功率、大容量電池之系統。現階段市面上所營運之電動大客車皆以市區型路線進行系統規格設計，是以產生行駛高速公路營運績效及妥善率較差之結果，此乃系統設計不合適，而非電動大客車不適宜行駛高快速道路。本團隊同時從系統規格及實際營運績效兩個面向切入探討，認為電動大客車應是使用情境進行最佳化設計。(以上將納入報告說明)	
4. 訪談客運業者及製造廠商所得課題，有哪些是業者及廠商可以協助處理？似乎不宜全數歸類為政府義務事項(如維修技術移轉)。研究團隊可否對業者及廠商所提課題提出具體可行對策方案與建議？客運業者關	4. 感謝建議。業者及廠商所提出議題面向廣泛，確實不宜全數歸類於政府義務事項。本計畫將細究每項營運課題，提出營運業者、製造廠商以及政府部門各自權責範圍內之可行	

切補助額度及營運可靠度，無論是充電是或抽換式電池，電池問題是核心關鍵。 5. 最終目的是達成政策，本研究成果確實宜更具可行性落實。	對策方案。 5. 感謝委員提醒。	
新北市政府交通局 1. 在營運面上，電動公車相較一般柴油公車價格較高，希望能提高班次以攤提成本，但另有行駛里程考量，故目前各業者並未持續增購電動公車，本局會持續協助業者瞭解電動公車發展情況。 2. 在電動公車使用上，對於駕駛人或維修人員有教育訓練及技術移轉等需求，需納入考量。 3. 在補助合理度方面，對於電費使用補助應考量其合理性。	1. 感謝建議。 2. 感謝建議。將納入經營環境課題分析，最為研訂相關政策建議時之對應課題。 3. 感謝提醒。	同意研究單位處理意見。
新竹市交通處 1. P.57 電動公車於交通部門及客運業者而言係屬運輸工具，叫著重於營運之穩定性，異常部分如資料來源容許，建議就影響營運之異常予以加重扣減績效。 2. P.58 建議空白部分以「0」表示。 3. P.64、P.65 本市部分公車路線行駛班次數依平、假日有別，建議納入說明。 4. P.64 世博 2 號營運於 103 年 7 月調整，以及新增 90 路，建議洽本府交通處網站查詢最新資訊。	1. 感謝建議。本計畫將進一步依據路線特性分群，比較不同路線特性對績效之影響。 2. 遵照辦理。 3. 遵照辦理。 4. 遵照辦理。	同意研究單位處理意見。
中華民國公共汽車客運商業同業公		同意研究單位處理意見。

會聯合會 1. 根據同業意見，許多業者現況乃配合政策發展而非自發的購買電動公車，實際上對於車輛的妥善率、電池的壽命等等都存有疑慮，建議政府在制定推動政策時的應暫時將腳步放緩，健全各項營運條件，待現有路線營運趨於穩定再進一步推廣。 2. 建議研究團隊應將電池衰退的情形納入評估。 3. 妥善率係營運業者最為在意的要素，單純以電動公車妥善率難以看出對業者影響，建議加入柴油車妥善率做比較，分析使用電動公車所造成的影響。	1. 感謝委員建議。 2. 礙於本計畫蒐集資料觀察期不足，恐難以反映電池衰退狀況。然而透過本案建立永續監測機制，則可持續記錄車輛績效，分析未來電池衰退狀況。 3. 遵照辦理。	
臺北市政府交通局 1. 建議補充充電是及換電式電動公車較易發生之問題，並比較兩直者常發生問題的類型是否相同，另何者可能較為適合路線營運。 2. P.57 車輛績效評估指標續航力，電動公車沖電式與換電式的電池容量不同，因而影響續航力的比較基礎，以續航力作為初輛營運績效指標是否妥適。 3. 報告 P.69 提到南臺灣客運妥善率最低，因其車輛存在電池	1. 感謝委員建議。本計畫將進一步分析不同系統演進對營運績效的影響，並針對不同系統故障類別進行分類比較。 2. 感謝委員建議。本計畫將同時納入用電效率及續航力兩項指標，並於比較時加註各廠家電池容量，以利客觀比較。且續航力係營運業者使用時關切之重要因素，故建議保留。 3. 此現象乃電池組中各電芯不匹配導致放電差異而產	同意研究單位處理意見。

平衡問題，其他業者初期是否也遭遇同樣的問題，有無改善方法。	生壓差。廠商作法係透過營運反映狀況調整電芯配置，然而此一作法將影響客運業者營運，故廠商於新一代電池管理系統(BMS)加入主動式電池平衡功能，管理各電芯放電情形。(以上將納入報告說明)	
臺中市公共運輸處 1. 頁67，豐原客運3輛電動大客車係以競爭型計畫向交通部申請，目前車輛配置於本市新闢路線「藍2路」公車行駛，回廠充電時可調度行駛12路公車。 2. 頁77，交通部針對受補助電動大客車設定高限制門檻，惟以地方交通需求與政策推廣之考量，建請適度放寬電動大客車之使用限制，例如：電動大客車滿足既有路線之服務水準後，可適度混合調度至其他市區客運路線行駛，增加電動大客車之曝光率，亦使民眾有更多機會搭乘電動大客車。 3. 頁78，103年度交通部修正「交通部公路公共運輸補助電動大客車作業要點」，申請補助之客運業者須提供「電動大客車附加價值率」證明文件，惟附加價值率政策執行方式不明，申請證明文件亦相當耗時，連帶影響客運業者申請相關補助之期程與意願，較不利	1. 感謝委員提供資訊。將予以補正。 2. 感謝委員建議。此部分議題已納入經營環境課題分析，提供交通主管機關參考，並將於政策改善建議中研提具體方案。 3. 感謝委員建議，此部分議題已納入經營環境課題分析，提供經濟部工業局參考，並將於政策改善建議中研提具體方案。	同意研究單位處理意見。

於地方政府推廣或鼓勵客運業者購置電動大客車，建議可再研議具體配套方案。		
交通部運研所 運管組 1. 圖 1-1、圖 1-2 請更新為最新資料。 2. 1.4 節本計畫研究流程請修正為研究工作項目之進行流程，非為合約執行流程。 3. 報告內文、圖表等請明確標示引用來源，並於報告書後檢附參考文獻列表。 4. 文中「電動巴士」、「電動公車」、「電動大客車」等名詞請於報告內統一名稱及定義，並明確區分「電動車」及「電動公車」 5. 2.1.1 開頭對於電動車分類方式以電力來源宜更明確，而下段就不同電動車種類之技術特性說明段落應與前面分類方式可互相對照，並請補充分類方式之來源為引用或報告歸納。 6. 第二章油電複合動力巴士部分，請補充說明車輛油電動力轉換支援方式。 7. 第二章圖（例如：圖 2-1、2-2、2-3、2-4、2-7、2-9、2-11、2-13、2-22…等等）之圖	 1. 遵照辦理 2. 遵照辦理 3. 遵照辦理 4. 本計畫所指「電動車」，泛指以電動馬達取代內燃機，且乙電能取代石化燃料之車輛。並統一使用「電動大客車」泛指以座位在 10 座以上或總重量逾 3500 公斤且以電能驅動之大型客車，並依照交通部車輛型式定義進一步依照軸距分為甲類(四米以上)及乙類(四米以下)大客車。 5. 已加入電動車定義與分類引用來源，並統一針對本案範圍電動大客車重新定義與分類 6. 已補充說明於 2.1.1 節。 7. 遵照辦理	同意研究單位處理意見。

名及圖中英文專有名詞縮寫等部分請以中文表示或加註說明，如為轉印部分請加註來源，並應清楚（例如圖 2-14 清晰度不足）。		
8. 第二章有提到目前油電複合巴士等類型及市場上實際應用車型等，請補充照片。	8. 已補充各車型實際照片	
9. P.9 電池電動巴士在平均續航力、充電時間描述上，依據為何？係指充電式或換電式？與前後章節描述需有一致性。	9. 各車型續航里程、能源補充時間參考各車輛廠商提供之規格，係指車廠設定之系統規格，後續章節所收集資料為車輛於不同環境運行之實際結果，故有些微差異。此處充電時間係指電池充電時間而非電池交換時間。	
10. 第二章所稱「靜肅性」，請調整用語。	10. 已修改為"行駛噪音小"	
11. 表 2-1 各能源比較中，有關維護成本、妥善率、購車成本等，請以數據範圍表示代替「低中高」表示方法，行駛成本請標示幣值，圖表內重量請補充單位。	11. 已修改，請見修正期中報告書表 2-1。	
12. 表 2-2 請補充說明 C-rate。	12. C-rate(充放電速率)：電池充電與放電電流(A)佔電池容量(AH)比例。已納入修正報告書中。	
13. 續航力、妥善率等名詞請定義完整（連同第三章統一定義說明),以上各數據表現皆須將單位列清楚，資料來源請說明主要來自哪些各大車廠;「F.C 巴士」請以中文說明。	13. 遵照辦理。	
14. P.13 請補充解釋二次電池。	14. 二次電(Secondary Battery)在電力用完之後，經過充電即可再次使	

	用，這種電池是透過化學反應轉換電能，再以相反方式從外部補充電能，稱為可逆化學反應。已補充說明於修正報告書中。	
15. 表 2-2 請說明各項目單位，產品價格請以實際範圍表現，資料來源請說明各車廠及引用年份。	15. 遵照辦理。	
16. P.14 下段表示「由表 2-2 可知悉鋰三元電池與磷酸鋰鐵電池為目前電池技術發展之主要重點」，請補充說明原因，以及目前實際應用國家或案例。	16. 已補充說明於修正報告書 2.1.2 節。	
17. P.15 請補充簡單說明法拉第定律，或標註於頁尾；表 2-3 非傳導式充電與感應式充電表達請一致。	17. 法拉第定律已補充說明於修正報告書 2.1.3 節。表 2-3 與內文說明已統一為”非傳導式充電”	
18. 2.1.3 節對於各類能源補充形式請列表整理比較。	18. 已修改於表 2-4。	
19. P.18 感應式充電缺點似與表 2-3 說明有矛盾之處，請檢視。	19. 表 2-3 已修正。	
20. P.19 表 2-14 中示範期間與文中所提為期 1 年多示範運行計畫似有出入，請檢視。	20. 該計畫分為前置作業、實際運行、績效評估等幾個階段，整個計畫為期一年，實際運行時間不足一年。已補充說明，避免語意不清導致誤解。	
21. P.20「環保行車輛普及與低探都市發展」國家整體發展計畫之「場站充電設施之安裝方針」，請補充說明回顧內容。	21. 「場站充電設施之安裝方針」出發點以小型電動車為主，規範「充電設施之便捷性」、「充電設施之安裝與空間」、「充電設施之標示與信息提供」三大重點。已納入報告書 2.1.1	

	日本案例中。	
22. P.22 有關電動巴士運行對策描述語意不清，段落文字請重新檢視，。	22. 已重新修正。	
23. 表 2-5 及表 2-6 中，日本電動公車針對小型巴士及大型巴士之區別為何？請加以說明，另請針對日本近年推動情形，蒐集電動公車與其他柴油或油電公車近年數量及比例資料，以瞭解成長趨勢。	23. 有關日本客車車型分類如下： ● 大型：車輛總重 11000kg 以上，最大載重 6500kg 以上，乘載 30 人以上四輪以上車輛 ● 小型：車輛總重 5000~11000kg 以上，最大載重 3000~6500kg 以上，乘載 11~29 人以上四輪以上車輛 有關日本各種能源形式車輛之統計數據目前無相關統計數據。本團隊將會持續蒐集。	
24. P.25 選取日本電動公車較具規模者作為說明，建請補充其車輛數，並說明其與其他案例相較之下規模代表性。	24. 經確認，該兩案例係日本電動大客車導入守則中舉例提出之兩個觀光路線推動案例。並非較具規模之個案，為避免混淆，已併入各地運行案例之表格中。	
25. P.32 部分文意不清，名詞用語請再檢視以國內用語為主。	25. 遵照辦理。	
26. P.33 提到能源效率（%），請說明單位，並與第三章定義一致。	26. 此處所指係歐盟能源政策，「20-20-20」，亦即到 2020 年需提升能源使用效率 20%，精確意思為：減少溫室氣體排放量至 1990 年的 20%、20%歐盟能源消耗來自再生能源、減少 20%原生能源使用。為避免與後續電動大客車能源	

	效率混淆，已修改為前述三個精確目標。	
27. ZeEUS 計畫之只使用 35 台電動公車於歐洲 8 個國家，其代表性如何？請加以思考。	27. 其原因係歐盟對於新能源車輛推廣的整體計畫較為保守，現階段以小量示範為主。為避免代表性不足，另外補上法國、英國、德國等國家自身推動案例。	
28. 2.2.3 提到「Clean Air Program」中以純電動、混合動力系統巴士的設計方針為主要計畫內容，請補充說明能源替代車型演進在國外進程中是否歷經油電混合和其它動力系統，或直接以電動公車為轉換目標。	28. 美國在新能源大客車的推動，係由 2008 年美國環保署提出之「柴油減量法案」開始，接受包含引擎改裝、瓦斯車、油電混合、純電池等各種不同性質的減排措施。純電動大客車推動為零星示範計畫。因為考量地理環境與使用特性，將發展重點轉向氫燃料電池大客車。（以上將納入報告說明）	
29. 文獻回顧中以美國發展氫燃料電池為例，是否氫燃料電池將成為發展趨勢以及對國內是否有影響，請補充說明。	29. 美國發展氫燃料電池大客車係因為廣闊地理環境與大客車以長途城際使用特性所致。然而氫燃料電池技術門檻遠高於純電池電動大客車，存在較高的安全風險以及成本，我國在評估導入時應審慎評估我國產業面的優勢為何，是否有機會切入部分核心技術，避免淪為單純的仰賴國外技術引進。(以上將納入報告說明）	
30. P.45 對於華德公司產品及整體比較描述，與表 2.2 所顯示之數據似有出入，請重新檢視並求一致。	30. 價格部分已修正。	

31. 表 2-23 部分申請似未經交通部同意，請再行確認，另台北市 246 公車試營運資訊請納入。	31. 已將交通部提供資訊納入	
32. 2.3.3 節回顧國內電動公車相關補助政策，請補充說明各部會補助項目是否仍有整合空間及重疊項目，以及目前實際案例是否有同時申請 2 種以上補助。	32. 目前同時申請兩個補助計畫之案例為高雄客運國道 10 號快捷公車一案。就經濟部智慧電動車辦公室提供資訊，經濟部補助該案之充電設施，車體部分無補助，因此未與交通部補助重複補貼。有關補貼資源整合議題，將於後續跨部會合作機制工作項目中一併探討。	
33. 第二章文獻回顧請於每小節末應增加小結，對於國內外產業發展趨勢、可能走向做整體歸納，並對照國內現況作檢討建議。	33. 遵照辦理	
34. 第三章針對本次調查各項指標，請逐項以段落文字說明，例如妥善率、續航力..所代表之意義，以及本研究給予之定義、單位應清楚明確。	34. 遵照辦理	
35. 表 3-2 如妥善率指標係由 3 項細項指標結合，在後面文字引用上需列明是哪一種指標（例如 P69 及表 3-7 提到妥善率對照於表 3-2 之哪一項？定義是否相同？）	35. 表 3-7 妥善率係為表 3-2 中之平均異常件數(每月異常件數/每月車輛數)以及正常運作比率(正常營運總天數/總營運天數)，已統一名詞。有關車公里異常件數將進一步取得每條路線電動公車營運里程數後補充。	
36. 3.2 節，請補充各地區實地調查充電場站資訊及照片。表 3-5 針對教育訓練手冊，請補	36. 有關場站調查目前尚未進行完成，待期末階段完成後補上。	

充手冊應涵括內容。 37. 第 3.3 節調查結果分析，在數量上與表 3-4 不同，請確認。 38. 表 3-8 請說明「電池容量」欄位資料來源，其續航力之實際計算方式與表 3-2 定義不盡相同，請重新檢視作法。 39. 第 4.3.2 節有關 IEC、ISO 國際標準請補充說明。 40. P.68 高雄旗美快捷公車混合調度方式請重新確認。 41. 學者專家座談會中有提到英國因應低碳車輛設置公定檢測規範，請蒐集相關資料參考。	37. 已更正 38. 電池容量乃各車廠提供車輛規格。續航力計算方式已統一為：用電效率(km/kwh)*電池容量(kwh) 39. 國內 CNS 標準係完全比照 IEC 與 ISO 標準，故標準名稱與內容即表 4-8 所列。 40. 已更正 41. 目前尚未蒐集到相關資料，持續蒐集中。	
主席結論 1. 有關成本面資料應更廣泛蒐集各種衍伸營運成本及探討生命週期成本，以反映真實情形；技術面探討應有前瞻性，並提出發展策略規劃。 2. 本計畫的主軸，係因應行政院提出 10 年 1 萬輛電動大客車之整體發展目標，盤點現階段營運遇到問題，據以提出階段性的整體策略方案。 3. 請研究單位將與會人員所提意見逐一列表說明處理情形，經本所主辦單位審查後，作為報告書修訂及本研究後續辦理之依據。 4. 本期中報告書審查通過，請依契約規定辦理請款等後續相關事宜。	1. 遵照辦理。 2. 將於期末階段，考量技術演進特性，訂定階段性目標以及建議政策方案。 3. 遵照辦理。 4. 遵照辦理。	同意研究單位處理意見。

附件 1-3

跨部會研商座談會議紀錄

「電動大客車經營與運作績效調查」跨部會研商座談會

會議紀錄

一、時間：103 年 10 月 21 日上午 9 時 30 分　　二、地點：本所 5 樓會議室

三、主持人：陳副所長茂南、黃教授國修　　四、記錄：江芷瑛

五、出(列)席單位：運研所

單位	職稱	姓名
臺北市公共運輸處 陳處長榮明	(請假)	(請假)
新北市政府交通局 朱專門委員建全	專門委員	朱建全
桃園縣政府交通局 高局長邦基	局長	高邦基
臺中市公共運輸處 王處長英泰	處長	王英泰
臺南市公共運輸處 謝處長惠雄	處長	謝惠雄
高雄市政府交通局 黃簡任技正榮輝	簡技	黃榮輝
經濟部工業局	科長	陳明詢 吳酬非
智慧電動車推動辦公室	主任	王正健，陳明詢
環保署空氣品質保護及噪音管制處	副研究員	李雪華
交通部路政司	科員	吳沛儒

單位	職稱	姓名
交通部科技顧問室	簡任技正	陳[illegible]
交通部公路總局		[illegible]
運研所		[illegible]
社團法人中華智慧型運輸系統協會		黃國修 陳雅雯、黃子瞻 [illegible] 賴勁延

六、主席報告：(略)。

七、研究單位簡報：(略)。

八、討論：

（一）交通部運輸研究所 陳副所長茂南

5. 欲實現電動大客車發展目標願景有 3 個原則：建立多方合作的平台、資源整合、創造共同加值的效益。
6. 具體的推動策略則應包含三個構面，即：
   (1) 政策整合化：相關政策內容部分，交通部、環保署、經濟部必須互相協調出具體內容，相互支應。
   (2) 資訊透明化：建立營運績效資訊監管、各部會推動策略資訊交換的機制。
   (3) 機制效率化：機制不能僅是補貼，應思考如何去解決對應的問題。

（二）新北市政府交通局 朱專門委員建全

1. 大量推廣電動大客車同時應思考配套的安全機制，例如同時多輛車充電所需要的電壓對電網負荷，以及充電時產生電磁波對周遭居民的影響，未來皆應進一步思考。
2. 補貼部分建議加入電池妥善率門檻，根據電池妥善狀況給予不同補貼額度，增加技術提升的誘因。

（三）桃園縣政府交通局 高局長邦基

1. 本縣實際使用經驗，唐榮單次充滿電續航力可以達 180 公里；立凱不到 50 公里，需頻繁更換電池。妥善率部分，業者提出唐榮車輛妥善率尚屬符合預期；立凱妥善率則不盡理想，其中故障因素中有 90%是因為電池問題。
2. 有關使用成本補貼部分，建議評估離峰電費優惠的可行性。
3. 電動大客車推動，充電站設置乃一重要課題，不容易找到適當設立地點，是目前遭遇之問題。本局未來將與都市發展局

合作，結合都市計畫通盤檢討作業，在運輸走廊周邊預留適當用地做為充電站設置使用。

4. 有關電動大客車的技術規格，建議進行標準規格的整合，增加車輛品質的一致性，提高穩定度。

（四）臺中市公共運輸處 王處長英泰

1. 本市市長對於低碳政策的理念乃「低碳不是政策選項而是人類生活共同依歸」。因此在推動電動車方面不遺餘力，從電動公務車開始，並於去年開始電動大客車的推動，此外，未來臺中 BRT 也將導入電動大客車，接駁公車路線核定時亦優先使用低碳車輛。
2. 在推動電動大客車的策略上，考量電動大客車零排放、成本高昂等特性，因而選定營收較高的黃金路線做汰換。對業者而言，除補貼誘因外，透過汰換新能源車輛，能提高在此熱門路廊上與重疊路線的競爭力，至今推動成果卓著。
3. 業者對於未來是否擴大使用規模仍持保守態度，主要原因為電池使用年限與重置成本皆尚未明確。針對車輛年限與電池使用年限不對等的現況，是否可能給予未來重置電池時的補助。
4. 有關充電站的設置不易問題，本市未來亦將納入都市計畫進行檢討。
5. 有關環保署空污基金補助地方的機制，現況地方係由環保局統籌，是否可能提撥部分比例直接給交通局，以推動低碳運具。
6. 本市實際使用電動大客車業者提到，未來電動大客車的使用上應解除特定路線的限制，開放混合調度，以增加車輛使用率。

（五）臺南市公共運輸處 謝處長惠雄

1. 本市電動大客車推動，於102年爭取10輛電動大客車補助，然而因為客運業者對於電池的妥善狀況信心不足，在與車廠的合約中提出要求較高，致使合約無法取得共識而破局。現況已向公路總局辦理預算保留，刻正辦理重新招標作業。
2. 除了中央補助之外，本市透過低碳城市自治條例，加碼補助電動大客車每車150萬，補助的範疇包括車體、電池、場站等設備。除此之外，本市亦承諾未來路線將提撥虧損補貼，作為激勵誘因。

（六）高雄市交通局 黃簡任技正榮輝

1. 本市推動情形，目前高雄客運旗美快捷公車10輛、南台灣客運於建功幹線使用10輛。
2. 在電動公車的推廣上，本市結合賞鳥、無車日、研討會等活動，讓更多民眾體驗，以增加曝光率。
3. 考量車輛行駛國道的安全問題，最初高雄客運採用電動大客車行駛快捷公車時，本市安排了一段試營運期間，進行各項包含續航力、爬坡、消防演練等測試。考量消防安全問題，與車廠協調後於車外安裝外部斷電按鈕，讓消防人員救災時不致發生觸電危險。
4. 南台灣客運使用的車輛無試營運規劃，在營運初期故障事件較頻繁，大多是電池平衡問題。因此建議未來車輛上路前皆應有完整的測試調校計畫，並應於出廠前完成，不應該是到路線營運時才做測試。
5. 認同研究團隊提到駕駛訓練機制，並建議應儘早開始，確保客運業者擁有足夠的知識使用電動大客車。
6. 建議應擴大離峰電價的優惠，降低初期的使用成本。
7. 針對電動大客車的使用年限訂為8年，應就各零組件使用壽命重新探討其合理性。

8. 考量到不同路線特性適合選用不同車輛型式，例如本市國道快捷公車較適合一般高底盤大客車，應針對不同車型訂定多元補貼制度。

（七）經濟部工業局

1. 車輛妥善率為各單位關切重點，目前本局針對受補助的電動大客車廠商開始介入輔導，協助建立生產品管、進料檢驗等機制，期望藉以提升車輛品質穩定度。
2. 考量駕駛行為乃影響電動大客車使用重要因素之一，本局於智慧電動車補助計畫開始要求駕駛教育訓練計畫，並提供激勵誘因，對於駕駛行為良好導致車輛耗能表現佳的駕駛給予激勵獎金，期望透過導正駕駛對於電動大客車的使用習慣來提升車輛效能與妥善率。
3. 有關電價優惠補助議題，最初在設計補貼方案時僅針對電動車成本明顯高於柴油車部分進行補助，考量油電本身便存在價差，因此補助僅針對車體、電池、充電設施等。就補貼的合理性而言，較難針對電價進行額外補助。
4. 共同關鍵零組件研發議題，目前本局已針對共同動力系統進行輔導研發，未來希望在動力系統部分提高國產化比率，並提高其品質一致性。而有關充電設施部分，電動轎車與機車已有導入充電器標準接頭與通訊介面的規範，目前也正在研議導入大客車部分。而有關電池技術輔導部分，目前採取作法係鼓勵車廠與國外技術合作，輔導技術引進並逐步提升國產比率。

（八）智慧電動車推動辦公室

1. 針對電池平衡的問題，目前已要求華德在車輛加入 BMS 系統，主動平衡電池放電，目前已在實際測試階段，未來將可提高電池的妥善率。

2. 針對電池重置成本問題，目前係透過營運模式來處理，例如電池租賃方式，讓電池產權歸屬在車輛廠商端，避免客運業者負擔電池購置的風險，並激勵車廠加速思考汰換電池的處理方式。

（九）環保署空氣品質保護及噪音管制處

1. 有關空汙基金的運用，每個縣政市府都有其支用辦法，並非環保署單方可以決定。建議可透過市政會議機制，跨局協調基金的運用方式。
2. 針對本署電池交換站補助能否開放固定式電池的充電站，將會把意見帶回署內評估。

（十）交通部科技顧問室

1. 電動大客車技術尚未完全成熟，交通部係以使用者的角度針對妥善率、續航力等層面作要求。除此之外，亦應針對安全方面議題探討，如電池安全方面，能否有獨立的安全測試機制
2. 贊同研究團隊提出整合平台，然目前僅針對政府端提出可作為補貼制度勾稽使用，希望團隊可進一步規劃此平台對製造廠商、業者、駕駛的應用。此外，資料蒐集的可行性關係平台能否運作的關鍵，因此需再深入探討關於資料取得部分的執行方式。

（十一）交通部公路總局

1. 認同研究團隊提出資訊交換平台之構想，可讓營運績效、妥善率等資訊更透明，避免認知差距與疑慮。此外藉由資訊交換可以達到相互學習效果，引導產業正面發展。
2. 現在政府機制的運作強調跨域整合，以臺中市提到空污基金運用能否直接移撥交通局之議題為例，建議地方機關應建立

整合窗口，透過跨局協調主動整合各單位的需求，讓中央補助地方資源運用更有效率。

3. 針對混合調度問題，本局立場為要求路線的服務水準，業者在合理的車輛配置數，若能夠滿足路線服務水準要求，將車輛移做其他路線混合使用方才合理。
4. 有關充電站補助以及共同介面議題，需分清楚是以公共設施角度還是補助業者的角度。單純進行充電站的規格統一，彼此競爭之業者是否有意願共用仍有待商榷。然而若從公共設施角度，由政府與相關的轉運站建置共用的公共充電場站讓業者使用，亦為推動充電設施普及的一個思考方向。
5. 承接前述議題，各縣市政府可思考在轉運站規劃中預留充電場站空間。在規劃電動大客車路線時，一併考量充電場站的位置，規劃合適的路線。

（十二）交通部路政司

1. 針對地方政府提到補助範疇完整性部分，新版的補貼要點中，除車體部分外，也已經將電池部分納入補助。
2. 有關研究團隊提到後勤保養後續無法銜接部分，本司在審核補貼計畫時，已有針對後續維修保養計畫進行要求，但實務執行上遭遇什麼困難導致有落差，請研究團隊再深入了解。

（十三）交通部運輸研究所

1. 目前電動大客車推動上遭遇的問題已逐漸釐清，接下來的問題是如何提出對應的解決對策，並需要中央各部會以及地方政府共同合作，針對問題逐一改善。
2. 在 10 年汰換 10,000 輛電動大客車之整體目標下，建議經濟部協助就產業輔導端提出技術發展的進程、藍圖及各階段時間管控點，以利達成目標。
3. 有關充電場站設置地點議題，除了地方政府需努力之外，建

議亦可協調國有財產局及營建署等單位，就國有土地活化的角度提供充電站設置地點多元選擇，以加速充電場站的普及。

（十四）主席

電動大客車的推動涉及產業發展、營運環境、安全要求等各層面，仍需要仰賴各部會持續合作，綜整今日座談會發言內容，提出以下推動策略方向：

1. 產業標準化規劃：對於安全法規、教育訓練、技術研發等各層面制度規劃，各部會應進一步思考權責與分工以及未來的計畫。
2. 補助機制合理性分析：在擬定補貼政策時，應更精準掌握車輛的生命週期成本，反饋出的補貼機制才會更加符合產業需求。
3. 實質補貼政策研擬：包含電價優惠措施、充電場站獎助機制等，未來可進一步評估可行方案。
4. 政策統合：交通部代表使用需求端、經濟部代表產業發展端，環保署則是節能減碳政策催化劑，三者政策應互相支援，相輔相成。除應建立資訊整合平台掌握精準資訊外，亦應建立共同工作平台，確保彼此政策相互統合，切合實務需求

九、散會(上午 11 時 40 分)。

附件 1-4

期末報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫

期末報告審查意見處理情形表

一、計畫名稱：公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查

二、執行單位：中華智慧型運輸系統協會

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
交通部公路總局		同意研究單位處理意見。
1. 有關妥善率之計算，不應遷就於業者的報表，因各家業者計算方式均有所不同，為避免未來研究遭質疑，研究單位應再探究妥善率之定義及計算方式。	1. 所謂資料來自客運業者乃指計算妥善率所需之故障異常原始資料來自客運業者紀錄報表。妥善率的計算係依照本研究團隊之定義與計算方式，請參考報告書 3.1 節。	
2. 應規範業者確實記錄電動大客車營運狀況，並確保車輛的妥善及安全等規範，以保障乘客權益。	2. 認同貴局建議。透過本案執行，各客運業者已開始建立紀錄格式與制度。未來若能透過申請補貼時納入制度要求，並透過本團隊提出建立營運資訊監管平台構想，則可持續獲得營運資料。	
3. 目前各業者對於電動客車的成本分項方式不一，不能以業者歸類為準。肯定研究團隊的在成本上的分項方式，贊同將車輛折舊成本扣除電池及充電設備之成本，也認同將燃料名目改為能源成本。	3. 感謝委員之建議與認同。本團隊係蒐集現況業者歸類方式，並針對柴油、電動大客車差異，各業者差異，進一步提出歸類建議。詳見報告書 5.1 節。	
4. 若依照行政院推動 10 年 1 萬輛電動大客車之目標，估算未來平均 1 年需補助 37.5 億，則將造成對其他公共運輸發展預算的排擠，且電動大客車議題蓋交通、產業、能源等相關範疇，是否需要另列預算專案推動，請研究團隊研提相關建議。	4. 感謝貴局建議。已將此建議納入報告書結論與建議章節中。	

中華民國公共汽車客運公會全國聯合會		同意研究單位處理意見。
1. 現有客運市場車輛數1萬5千多輛，電動大客車僅100多輛，比例明顯偏低，顯示業者對於現有電動大客車之妥善率沒有信心，若欲達成10年1萬輛目標，需要更審慎評估推動策略。	1. 認同委員之建議。	
2. 電動大客車使用仍有許多衍生成本，例如充電時間成本、充電人員或駕駛額外工時成本。其他如土地取得成本、電池重置成本等，皆為過去在推動政策時沒有考量到的項目。	2. 感謝委員建議。有關委員提到業者反映之衍生成本，本案已透過訪談方式取得業者意見，並納入報告書中。	
3. 贊同研究團隊最後提出短期先以既有市場為主，類似國外發展策略，以現有車輛示範運行，逐步提升品質及維修後勤系統。當產品妥善率達到市場預期時，業者自然會主動購置並營運，會躍進式地達成10年1萬輛的目標。	3. 感謝委員認同。	
4. 簡報第42頁中提到「交通部對大眾運輸用油補貼逐步遞減」，目前現況補貼辦法已有市場價格機制存在，係針對超過柴油每公升28.1元的價差補貼，且補貼上限為每公升5元。	4. 感謝委員建議，將補充納入報告修正。	
5. 關於研究建議將柴油大客車排放提高至6期環保標準，有相關環境跟技術還沒發展成熟的情況下，建議應審慎評估。	5. 本計畫認為，跟進國際標準乃必然之趨勢。若參考過去4期提升至5期標準的作法，於提高標準後給定一段過渡期間為兩種標準並行，並給予6期環保車額外獎勵，則可降低突	

	然轉換帶來的衝擊。	
經濟部工業局 陳科長鵬詠 1. 針對研究團隊指出缺乏產業研發輔導機制部分，其實經濟部對於產業技術輔導計畫相當多，例如今年度投入的共同動力系統開發計畫。若研究團隊係指過去上路的車輛，請研究團隊應補充說明。 2. 今年申請電動客車營運的業者較少之原因，可能是因現行新增 6 項性能試驗及附加價值率審查，業者需花費一段時間測試。現況確實尚無業者通過 6 項性能測試，因此客運業者目前仍無法申請補助。 3. 日前通過台積電廠區接駁的先導運行案，本局發現在台積電嚴格要求車輛品管、車輛保養、駕駛管理的情況下，妥善率有顯著提升，顯示良好的管理模式會是影響車隊妥善率的關鍵因素。 4. 本局於先導運行案亦發現，駕駛行為為影響妥善率重要因素，期望研究團隊能將該議題納入參考。	1. 感謝委員指正。本計畫蒐集調查的對象皆為已營運之路線輛，確實大多為共同動力系統等輔導計畫上路前之車輛。為避免疑慮，將於報告書中補充名現況經濟部已提出之應對策略。 2. 感謝委員提醒。 3. 感謝委員建議。由於本案資料蒐集期間（101 年 1 月～103 年 8 月）台積電案尚未運行(103 年 9 月啟用)，因此無相關營運資料。建議可列於後續研究中，持續比較不同管理模式的績效差異。 4. 感謝委員建議。本計畫著重於現況整體績效資料呈現，並針對溫度、路線長度、停靠頻率等較易蒐集之客觀外在變數進行影響情形分析。認同有關委員提到駕駛行為影響妥善率關鍵之一，惟駕駛行為需透過相關攝影、行車紀錄器設備量化紀錄，礙於本案人力物力限制並未探討。本計畫會將此議題列入後續研究建議中。	同意研究單位處理意見。

元智大學 陳教授怡之 1. 關於妥善率影響分析部分，有業者曾反映天氣熱時，妥善率會偏低，但報告分析結果顯示妥善率與氣溫無關，請再加以檢視。	1. 有關影響特性分析，係透過客觀之實際營運數據與環境溫度進行統計相關性分析，分析結果溫度與妥善率相關性低，但與用電效率相關性高。與業者主觀認知產生落差，推測原因可能係將用電效率較差，續航里程較短情形歸類於車輛妥善率不佳所致，將納入報告補充說明。	同意研究單位處理意見。
2. 以客運市場營運角度而言，妥善率目前提升至 92.21%仍顯不足，考量可能影響未來電動大客車之推廣，這樣的數據是否有必要對外揭露？請團隊斟酌。	2. 感謝委員提醒。本計畫之任務係釐清現況車輛績效情況，作為研擬未來推動策略的基礎。因此本計畫認為客觀呈現現況數據有其必要性，然而以什麼形式呈現較恰當，將進一步與業務單問研商之。	
3. 台積電先導運行案妥善率高的原因，與其本身對於電動大客車的營運管理要求甚高有關，故車廠、使用者對於車輛使用的態度亦為影響妥善率的關鍵，並非僅車輛本身因素。	3. 感謝委員建議。本計畫會將營運管理、駕駛行為等對妥善率影響分析列入未來研究議題中。	
4. 在阿里山先導運行案中，顯示車輛爬坡力及扭力為行駛山區道路的重要關鍵，然研究中較少探討車輛爬坡能力的分析，請補充說明。	4. 感謝委員建議。由於本案主要工作為現況車輛營運績效實測分析，現況營運路線皆為平面市區客運，及一條行駛國道之路線，因此無法蒐集到山爬路段營運實測數據。將於本計畫結論與建議中，將此意見納入，未來可針對阿里	

	山路線蒐集營運數據，比較爬坡路段對於妥善率、用電效率影響，並連帶探討有關爬坡能力與行車安全之研究。	
5. 簡報 36 頁中針對產業與經營環境課題之彙整，是相當重要的部分，但在報告書中有所遺漏，請研究團隊確認並補充。	5. 感謝委員建議。已補充於期末修正報告書中。	
6. 由於現況資料來源限制，本案採用人工蒐集書面資料來分析，然認同研究團隊提出資料庫及知識庫的建議，透過系統化蒐集故障事件，即時記錄以追蹤問題車輛，並細緻化到以車輛為單位去控管，可更精準解決個案問題。然未來資訊平台建置及維運之權責歸屬為何？需請研究團隊進一步思考。	6. 感謝委員贊同。本計畫初步與業務單位討論後，認為此平台應與補貼機制勾稽，因此初步建議將此平台設置於公路總局公路公共運輸專案辦公室。然實際執行之策略與權屬，仍需進一步溝通協調。	
7. 報告書中第 151 頁的電動大客車營運績效監管平台的應用，只著重於政府部門對於妥善率及報修率的追蹤，以作為稽核補貼之應用，對於產業端、使用者端的應用為何？請研究團隊進一步說明。	7. 感謝委員建議。已將平台對於客運端、製造端之預期效益補充說明於修正報告書中。	
8. 報告之研究範疇及內容頗為廣泛豐富，惟報告內容之一致性應加強（例如報告中對於續航力之描述等）。	8. 感謝委員提醒。本計畫將重新校稿，比對前後用詞、數據，確保一致性。	
9. 報告書中有部分前後資料的不一致現象，例如第 20 頁、第 54 頁及第 98 頁，請研究團隊檢視及修正，另相關因子及結果比較請彙整以表格呈現及討論，並提出建議。	9. 感謝委員提醒。本計畫將重新校稿，比對前後用詞、數據，確保一致性。感謝委員建議，影響因子分析將以表格彙整歸納。	

10. 在永續績效監督機制上，宜規劃監督項目（例如營運面、技術面、社會面、環境面、經濟性等），並考量資料有效性。 11. 工作圈之主要工作項目及各階段達成目標需先確立，以利後續推動。	10. 感謝委員建議。已於本計畫提出之營運績效監管平台，加強說明平台運作方式，蒐集資訊內容。 11. 感謝委員建議。有關未來工作圈可能議題，本計畫已納入期末報告書中，惟工作權涉及產業發展、環保管制議題，現階段較難訂定推動里程碑，仍需各部會進一步溝通協調後確立。	
健行科技大學 朱教授松偉 1. 本計畫對於目前電動大客車經營環境作詳實之觀察及整理，並點出產業面臨之課題，惟尚缺乏因應對策及行動方案的研擬，建議補充說明。 2. 將既有 18 項成本直接套用在電動大客車上，確實未必適用，建議可在允許範圍內，提出電動大客車成本架構的建議。 3. 研究報告將現況內外部成本量化呈現後，建議能將妥善率及續航力不佳所衍生之成本進一步量化，例如里程焦慮造成駕駛員流動等情形。	1. 感謝委員建議。已於期末修正報告結論與建議章節，列出未來對策與行動方案。 2. 感謝委員建議。本計畫實際比較柴油與電動大客車，最主要的成本差異仍來自於硬體設施(增加電池、充電器)，於營運成本項目大致相同，僅數值上差異。因此本計畫提出以既有 18 項成本架構，增列電池、充電設備 2 項成本之建議。 3. 感謝委員建議。礙於現況訊不足，目前有關妥善率議題衍生之可能成本，僅透過訪談業者後初步歸納。若欲進一步量化數值，則需要較完整的調查與分析計畫(例如請業者記錄每月營運損失、駕駛	同意研究單位處理意見。

	流動情形等)。本計畫將參考委員建議，將此建議納入後續研究建議中。	
4. 針對電動大客車產業課題部分，建議可以將廠商研發經費進一步分析。	4. 經本計畫團隊與車輛廠商接洽後，由於現況廠商尚位於推動初期，常有研發、生產、售服資源相互挪用情況，因此研發經費確實較難以估計。	
行政院環保署 1. 報告第 20 頁提及鋰鈷電池廣泛應用於 3C 產品，如手機、筆記型電腦等，惟又稱其「安全性極差」，相關論述是否妥適，請再審視。 2. 表 2-21 列出馨盛公司之兩款電動大客車續航力分別為 100 公里及 200 公里，惟表 3-29 推估之續航力則為 329.57 公里，差異頗大，請確認。 3. 依報告 P.83 頁，電動大客車整體妥善率自 101 年的 78.67%提升至 103 年的 92.21%，顯示各界努力已獲成效。 4. 依報告第 89 頁分析，影響妥善率最高之前 3 項因素分別為電池系統、空壓機及動力系統，建議考慮將此 3 項系統列為車輛掛牌之必要檢測項目及申請補助資格之必要條件。其中超過 50%故障或異常與電池系統有關，故應儘速優先就電池之檢驗項目、檢驗方法或標準予以補強，以利輔導業者提升產品品質。 5. 有關成本分析部分，依報告第 125 頁，業者 B/C 之電動車車公里成本遠高於柴油車，與一	1. 感謝貴署建議。本計畫係比較不同材料電池特性，為避免一律，將改以相對安全程度描述。 2. 感謝委員建議。已修正。 3. 贊同貴署意見。 4. 認同貴署建議。本計畫亦提出未來可參考電動轎車、機車模式，訂定電池、充電器等零組件獨立檢測標準之建議。 5. 本計畫採用之分析方法係現況客運業者計算路線成本之統一制度。各業者成本差異原因，已於報告書	同意研究單位處理意見。

般電動車較為節能之認知不同，且各家客運業者所提出之整體成本分析亦有明顯差異，爰建議研究團隊制訂一套客觀之標準成本分析方法，供各界參採使用。	中說明，主要係現況成本制度所定義之成本項目以柴油大客車為出發點，因此有部分電動大客車獨有之成本，各業者歸類方式不同所致。對此，本計畫已提出項目調整建議，未來業者若能持續依此項目回報成本資料，則可不斷透過分析新資料持續精進此計算機制。	
6. 有關開放客運業者租賃電動客車議題，應可減少客運業者對購置電動車之疑慮，建議本研究團隊未來可加強實施策略之研析，俾供主管機關參考。	6. 感謝貴署建議。有關大客車租賃議題將列入後續研究建議中。	
交通部路政司 王副司長穆衡 1. 本計畫包括技術、性能、成本、未來建議等 4 項研究成果。技術方面說明國內外的技術掌控狀況及未來技術突破的可能契機。性能方面則是針對電動大客車之續航力、妥善率進行盤點結果。未來建議則是針對政策方向提出建議，以上於報告書中皆有提到，但建議於最後結論時重點摘錄。	1. 感謝委員建議。已依照委員建議之四個面向重點摘錄本計畫成果於結論與建議。	同意研究單位處理意見。
2. 簡報第 24 頁，各家成本不同可能係因為物價環境及公司制度等外在因素，建議應就各公司自家柴油與電動大客車的差異，從中比較差異項目及原因較有意義。	2. 感謝委員建議。本計畫已進一步比較各業者自身柴油與電動大客車成本差異項目，並透過訪談分析存在差異之原因。歸納得：燃料、附屬油料、車輛折舊、各項設備折舊、業務費用、場站租金為柴、電主要存在差異之成本項。	
3. 簡報第 26 頁，請確認數據無誤及一致性。	3. 遵照辦理。	

4. 簡報第 27 頁中表格的第二項及第五項，因為物價差異導致薪資結構不同，並不需要去探討，但需確認成本項之差異是與電動大客車有關。	4. 本計畫係透過實證數值分析比較各間業者存在差異之成本項，再進一步透過深度訪談釐清存在差異的原因，所謂物價差異造成乃本計畫推論歸納後之結果。因此並未針對該項目提出項目調整建議，僅針對因電動大客車特性且各業者認知不同所造成差異之項目，提出項目調整建議。	
5. 簡報第 28 頁中,表格的購車為購車成本、租金為租賃成本，可能太過簡略，另車輛使用年限、租約期限等亦皆會影響攤提基礎。	5. 感謝委員建議。本計畫已進 一步購置、租賃期程等特性，考量入成本項目調整建議中。	
6. 簡報第 33 頁，數據有誤(上下顛倒)。	6. 感謝委員提醒。已修正。	
7. 簡報第 36 頁，「綁定特定路線，限制使用路線，成本攤提不易」之意見，應是來自客運業者立場，但從政府立場考量，最初申請購車補助時，即應確認車輛需求，而不致於產生過多運能，因此請團隊斟酌其正確性。	7. 認同委員之建議，將於報告中補充說明建議開放業者提報營運計畫時可應需求說明混合調度的策略，則可掌握車輛營運範圍合理並同時兼顧使用率。	
8. 簡報第 42 頁，「提高柴油車運行及補助之門檻，以促使電動大客車經營推動」應修正為「提昇電動大客車技術及性能，增加其市場競爭力」。	8. 遵照辦理。	
9. 本計畫所使用的調查表格請具體呈現，使本案結束後能持續以該調查表、調查方式定期記錄，持續回饋營運資料。	9. 遵照辦理。	

10. 資訊監管平台概念立意良善，但由誰來建置維運，需進一步分析。	10. 感謝委員贊同。本計畫初步與業務單位討論後，認為此平台應與補貼機制勾稽，因此初步建議將此平台設置於公路總局公路公共運輸專案辦公室。並由公路公共運輸計畫提撥經費建置與維運。然而實際執行策略，仍須進一步與業務單位及總局溝通協調。	
11. 從研究報告可以歸納電動大客車發展關鍵問題為電池妥善率不佳及成本高昂兩大類。故探討如何透過政府引導提升電池技術並降低成本為未來發展關鍵。除此之外，對於研究團隊所提出既有市場(使用者)如何因應的補救措施、輔導策略將會是另一個課題。	11. 感謝委員建議。有關既有使用者的補救措施，本計畫進一步訪談經濟部智慧電動車推動辦公室，現況經濟部已實質介入輔導廠商從進料檢驗、生產品管到售後服務等層面之流程化要求。	
12. 針對 10 年 1 萬輛目標，經過本計畫分析後應提出建議，除了市場面的推動策略外，產業面應有何種標準及門檻才能往下一階段進行，需有一套完整的評估規劃。	12. 有關產業面的技術發展策略，歸納訪談經濟部結論，將朝向共同關鍵零組件的研發輔導、建立更完整的性能審驗規範著手。然而有關確切的方案佈局，仍有待經濟部進一步研擬。	
13. 本計畫包含資訊豐富多樣，建議於研究報告前增加摘要報告，以利相關單位參考閱覽。	13. 遵照辦理。	
臺北市政府交通局(公共運輸處書面意見)		同意研究單位處理意見。
1. 報告第 58 第 2 行公路「共」共運輸請修正為公路「公」共運輸。	1. 遵照辦理。	
2. 報告第 61 第 2 段第 3 行「由交通依需要... 」請修正為	2. 遵照辦理	

「由交通部依需要... 」。 3. 報告第 66、67 頁 妥善率公式文字不一致，請修正。 4. 報告第 109 頁第 1 段文字重覆請刪除多餘部分。 5. 報告第 124 頁第 1 段第 2 行建議修正為：電動大客車成本相對差異百分比絕對值超過 20%之項目或是報告第 122 頁相對差異百分比公式中，(車公里電動大客車成本-車公里柴油大客車成本）改為絕對值。 6. 報告第 128 頁表 5-6 電動大客車增加/減少欄位數值，請註記係 5 家客運業者之平均值。 7. 報告第 132 頁表 5-8 電動大客車固定成本及變動成本之成本占比加總大於 100%，請修正。 8. 報告第 143 頁表 5-19 溫室氣體欄位數值有誤(柴油與電動大客車互換)，另表 5-19 柴油與電動大客車貨幣化成本與 5.2.5 節中之數值不一致，請再確認。 9. 報告第 158 頁缺少跨部會機制建議內容，請補充說明。	3. 遵照辦理。 4. 遵照辦理。 5. 遵照辦理。 6. 遵照辦理。 7. 遵照辦理。 8. 遵照辦理。 9. 為排版疏漏，已修正。	
新北市政府交通局（書面意見） 1. 建議擬定油價與電價換算之基準，避免因浮動而影響後續年度資料之參考標準。	1. 能源成本計算原則係以當下之實際油價與電價，經由柴油、電動大客車能源使用效率換算每行車公里消耗之能源成本。因此計算公式中已含有浮動機制，並已為同樣比較基準。	同意研究單位處理意見。

2. 建議充電設備建置所需相關經費擬定合理成本價。	2. 有關充電設施成本可概分為充電器本身以及附屬設施成本兩類。現況由於技術仍在快速變革，各廠家充電器成本差異甚鉅，現況較難估算一致的合理成本價。經本團隊訪談，經濟部正評估規劃充電器標準規格，未來則有望讓充電器成本漸趨收斂。而有關附屬設施成本(如雨遮土建、舖面、台電管線)，則根據環境因素存在極大變動，難以計算一致性之成本。	
3. 電動大客車於夏季發生故障之機率普遍偏高，建議研究是否有解決方案。	3. 本計畫比較各路線各月份妥善率及氣溫，結果顯示其相關性低。客觀數據顯示並無業者主觀認知夏季故障機率較高現象。本計畫進一步分析，氣溫與車輛用電效率呈現負相關，推測業者之認知可能因為夏季車輛續航力降低影響調度所致。而夏季用電較大之主要原因即冷氣所消耗電力較大，尚屬合理現象，因應策略係提升冷氣之效率。	
4. 輔導製造商將維修技術逐漸轉移至客運業者，避免加劇客運營運成本負擔。	4. 認同貴局建議。本計畫已針對後勤維修發展提出建議，並納入結論與建議。	
桃園縣政府交通局（書面意見）		同意研究單位處理意見。
1. 報告第 17 頁，表 2-1 彙整國外研究文獻，建議補充說明相關條件，如各能源動力之大客車係以何種車型為對比基礎(普通甲類大客車、低地板甲	1. 感謝貴局建議。表格所列車型皆為甲類大客車型式，詳細之車型、照片如 2.1 節所視。電池電動大客車則是以本計畫所蒐集	

	類大客車或乙類大客車)？電池電動大客車係以充電或換電類型為代表？能源成本項目是否可為我國各類大客車之能源成本比較項目？		國內包含充電式、交換式電動大客車在內之資料，所列各比較項目已將充電式/交換式轉換同樣比較基礎(能源成本指充電電費、能源補充時間指電池充電)。能源成本皆已轉換為車公里成本，為相同比較基礎，可相互比較。
2.	本報告訪談業者對電動大客車疑慮有妥善率、續航力及成本等問題，報告第 3 章雖有續航力之探討，建議增列我國客運業者每日大客車平均營運里程長度與續航力之關係，探討柴油大客車、電動大客車續航力對業者營運調度之影響。	2.	現況電動大客車技術仍在快速演進，續航力相對於柴油大客車不足乃不爭事實，對客運業者排班調度有影響也是普遍存在現象。現況電動大客車路線申請補貼時皆須提出是先之營運計畫，業者可依據續航力限制、路線里程需求，規劃合適配車數及班表。因此本計畫認為，續航力對營運調度有所影響是事實，但此項限制業者可事前規劃因應，根據路線需求挑選合適車輛或規劃班表。影響較大者仍然是妥善率造成的突發變數。
3.	報告第 4 章探討電動大客車經營環境解析，探討車輛法規、電池標準等車輛相關環境分析，建議增加充電設備、場站以及與現行法規之關係(如充電設備所需場站空間大小、使用地目限制等)，另充電式電動大客車使用充電位置空間是否影響現行運輸業停車場之停車格空間，是否需調整現行法規汽車運輸業停車場設置規定	3.	現行法規中並未針對電動大客車之充電設施、用電以及場地訂定完善之法規規範。因此，本計畫於法規環境探討章節中建議未來可針對電池、充電器研議相關檢測標準，並針對場站研擬相關規範。認同貴局提出有關電動大客車對場站用地需求之議題，此外本計畫也歸納出業者

內停車格與車輛1:8之規定。 4. 報告P73頁關於本縣中壢、平鎮電動公車內容有誤，請修正。縣府至火車站示範計畫平日往返120班次、假日停駛。	反映用地取得不易等其他衍生議題，然而本計畫目的係以現況問題蒐集分析為主，有關法規面探討，本計畫將納入後續研究建議中。 4. 遵照辦理。	
新竹市政府交通處（書面意見） 1. 報告第17頁 表2-1 請說明購車成本是否包含電池、充電站之費用。 2. 報告第17、53、54、100頁 表2-1 表2-20 表2-21 表3-30 電動大客車電池續航力限制是推廣電動大客車使用之瓶頸之一，有關報告書當中續航力之資料建議參酌各業者實際運行資料，避免廠商資料過於理想化，並於報告書中統一數據說明。 3. 報告第62、63頁 環保署電池補貼金額為100或150萬元，請查明修正。 4. 報告第84頁計算妥善率與氣溫相關性時，建議考量去除進場維修之較極端情形（因可能涉及電力以外設備維修或等候調用料件等因素所致），僅以營運面影響予以考量。	1. 此處單指車輛本身成本。有關附屬設施因系統差異差異難以同一基準估算(例如柴油大客車之加油站設施成本難以估算與電動大客車之充電設備比較)。 2. 3-30所使用之續航力係以各路線實際行駛資料計算而得，非廠商所提供規格資料。第二章所述乃規格資料，為避免前後數據不一造成混淆，報告書已統一以實際運行數據說明。 3. 已更正第62頁，環保署電池補貼為每車100萬元。 4. 感謝貴處建議。礙於現況業者所提供資料維度細緻度不足，僅能反映故障事件之日期、原因。本計畫將參考貴局建議，將此納入未來紀錄妥善率之表格欄位。	同意研究單位處理意見。

5. 報告第 84 頁另探討氣溫相關性主要應係考量開冷氣耗電影響妥善率因素，而氣溫 15 度、20 度對於開冷氣因素差異不大，可否考量以類別變數（虛擬變數）予以分析（例如平均溫度 23 度以下為 0，23 至 27 度為 1，27 度以上為 2 等）。	5. 感謝貴處建議。遵照辦理。	
6. 報告第 87 頁 國道 10 號快捷路線為柴油、電動公車混合運行，建議確認建功幹線路線之運行模式是否相同，避免車輛調度因素影響統計結論。	6. 建功幹線亦為混合調度之路線。本計畫分析僅針對路線上電動大客車蒐集妥善率、用電效率資料，再進行統計分析，應無影響統計推論之情形。	
7. 報告第 96 至 98 頁車型內含廠牌及甲、乙類兩種因素，是否應以三因子變異數分析予以考量，建議審酌。	7. 感謝貴處建議。本計畫已考量廠牌與車型兩個因子，故分為華德甲、華德乙、立凱甲、立凱乙、唐榮甲、馨盛等六個群組，再以路線里程作為第二個因子進行雙因子變異數分析。	
8. 報告第 123 頁表 5-3 項目間差異比前後比較有一項為 0 者均以±200%標示，與數學計算方式不符。	8. 感謝貴處提醒。已修正。	
9. 報告第 129 頁圖 5-2、圖 5-3 建議以彩色列印，以利檢視。	9. 遵照辦理。	
10. 報告第 130 頁表 5-7 行車人員薪資有極大差異，惟未見於表 5-6 中說明，建議補充。	10. 遵照辦理。	
11. 報告第 135 電動大客車成本項目修訂為影響客運業者意願最重要考量，建議運輸研究所針對電動大客車之合理成本項目予以研議。	11. 本計畫係針對現況成本結構提出建議改善內容，實際修改成本制度必將廣納業者意見，共同研商之。	

12. 報告第 136 頁 建議除修訂建議外，得予補充電動大客車之各項成本分攤基礎彙總表（對應報告第 120 頁）。	12. 遵照辦理。	
13. 報告第 141、143、158 頁前稱電動大客車 CO2 排放低於柴油大客車，惟表 5-19 電動大客車 CO2 成本高於柴油大客車，建議確認。另前後數值不同，併請檢視修正。	13. 已修正。	
14. 報告第 158 頁無跨部會機制建議之結論說明，建議查明補充。	14. 已修正。	
15. 報告第 159 頁 汽車客運業路權核定動輒逾 5 年，且營運後停駛衝擊甚大，建議首先應先予訂定統一之充電設施規格（建議於立即目標訂定），以利地方政府協助客運業者推動充電型態之統一，避免空間有限情況下須建置多套充電系統，影響推動意願。	15. 感謝貴處建議。惟訂定共同規格仍需跨部會與經濟部協商之，本計畫團隊已於 103 年 12 月 10 日拜訪經濟部提出此議題討論。有關產業輔導策略，經濟部現階段目標係以整合動力系統為優先，未來逐步訂定電池與充電設備之標準。本計畫所提出之推動目標期程仍需符合經濟部產業輔導步調。	
16. 報告第 160 頁建議租賃機制之研訂應配合中央政府相關補助作業要點（第 145 頁）之修訂，並予考量汽車客運業行駛具路權路線，於結合補貼制度下採租賃機制之可行性。	16. 感謝貴處建議。已將貴局意見補充納入報告中。	
17. 本報告書對於推行電動客車之推動情形、經驗、後續研析均予彙整，對於地方政府推行實有助益，建議於結案後將研究成果分享予各縣市政府。	17. 感謝貴處肯定。	
臺中市政府交通局（公共運輸處書面意見）		同意研究單位處理意見。

1. 報告第 56 頁，目前使用電動大客車之客運業者尚有本市全航客運及苗栗客運。 2. 報告第 148 頁，一般而言，對於未確認獲得核定補助之案件，較易影響客運業者訂購車輛之意願，且本市民眾對於公車服務與新闢路線之需求期盼殷切，故本市新闢路線之通車上路時間未必能與車輛採購期程配合，建請針對補助相關辦法、政府採購法與受補助者實際辦理情形等因素綜合考量。	1. 感謝貴局提醒。苗栗客運及全航客運之路線已納入。 2. 感謝貴局之建議。相關建議已納入報告書中評估。	
交通部運研所運管組 1. 本研究計畫目的在於針對國內電動大客車盤點現況及展望未來。對於 10 年 1 萬輛之目標應如何落實？產業端有無願景圖？其策略方向為何？皆需進一步瞭解討論，沒有產業支持則本案之推動難以成功。 2. 建議於後續持續研究有關營運績效監管平台，使相關資訊透明化，以協助電動大客車整體發展。 3. 報告之結論與建議需再做區分，如簡報中有關短中長程階梯型目標，建議於建議部分敘明，較為妥適。 4. 關於第一章，請標示圖之年月及來源，圖 1-2 及 1.3 節工作項目請改以表格呈現，並求清晰。 5. 關於第二章，各圖清晰度不足，請改善或重新繪製，並避免中英文穿插註解（如圖 2-	1. 贊同貴組建議。對此，本計畫於 12 月 10 日陪同運研所訪談經濟部智慧電動車推動辦公室，訪談其對於產業輔導策略的構想。未來仍需要跨部會密切合作，方能落實此 10 年 1 萬量目標。有關訪談記錄已納入報告中。 2. 感謝貴組建議。本計畫提出績效監管平台之架構建議與後續研究內容。 3. 遵照辦理。 4. 遵照辦理。 5. 遵照辦理。	同意研究單位處理意見。

	2..等)，表格文字（如表 2-13、2-14、2-15..等）以中文為主，除無法翻譯之專有名詞外，均應翻譯成中文。		
6.	關於第二章，表 2-1 各比較項目之單位請統一（例 ps、kW)；表 2-2 產品價格請以數字顯示代替「低」、「貴」..等形容；表 2-7 標題（2010 年…）與期中報告時之年份不同，請確認；圖 2-23 請以中文顯示；表 2-21 國內通過認證電動大客車，其中馨盛有 2 欄，且內容有空白（空重及總重)，請確認。	6. 遵照辦理。	
7.	關於第三章，表 3-1 中的路線特性、溫度、車輛型式..等為電動大客車營運績效指標（妥善率、用電效率、續航力等）之影響因素，並非直接績效指標，請修正表名及段落相關文字。	7. 遵照辦理。	
8.	關於第三章，請提供原始設計調查表格，並依據本研究調查經驗，提供未來主管機關要求客運業者陳報格式及資料開放項目等建議。	8. 遵照辦理。	
9.	關於第三章，3.2.1 請補充文字說明各家客運業者原來行車日誌之格式是否一致，以及過去資料補齊方式。	9. 遵照辦理。	
10.	關於第三章，3.3 車輛營運妥善率分析，請將各家「甲類」及「乙類」電動大客車分開進行統計分析（分類方式請考量與 3.4 節一致)。	10. 遵照辦理。	
11.	關於第三章，表 3-4，建議增加一欄顯示統計期間，另變異	11. 已補充統計期間。合計欄變異係數係指各月份(32	

係數欄最後合計之意義是否為總共 207 個月的整體變異數，請說明。	個月)所有路線故障事件加總所計算各月份整體妥善率之變異係數。	
12. 關於第三章，妥善率部分請增加一圖以顯示 101 年至 103 年所有路線妥善率，並試以 A4 橫幅滿版表示，以求清晰。	12. 遵照辦理。	
13. 關於第三章，表 3-5、圖 3-5 請增加一欄表示歷年車輛數車輛資訊，並顯示每年平均每車異常件數，以避免造成讀者有車輛異常狀況逐年愈加嚴重之誤解。	13. 遵照辦理。	
14. 關於第三章，3.3.2 節說明氣溫普遍對妥善率沒有高度相關，請補充說明研究期間氣溫範圍及變化。	14. 遵照辦理。已增加說明資料蒐集期間各路線(各地區)，氣溫資料來源及變化情形。	
15. 關於第三章，3.3.3 節得出不同車輛廠牌妥善率存在顯著差異，可能會影響後續對於各車廠車輛品質評價，務必客觀評論，並說明統計資料之來源及限制。	15. 感謝貴組提醒。本計畫認為忠實且客觀呈現各車型妥善率資料將有誘導產業正向發展的效果。但為避免直接以”廠牌”作為比較因子而產生立場疑慮，將比照用電效率分析章節，以”車型”(立凱甲、立凱乙、華德甲、華德乙、唐榮甲、馨盛乙)呈現。	
16. 關於第三章，表 3-11 樣本總數為 216，與表 3-4（207）不一致，請重新檢視修正。	16. 已修正。	
17. 關於第三章，表 3-16 各車廠故障類別分析，請加註與車次相關。	17. 已加入總營運車月數及平均每車每月故障件數等欄位，顯示考量曝光量之平均故障狀況。	
18. 關於第三章，3.4 節耗電紀錄觀察期間（101.12-103.8）與 3.3 節（101.1-103.8）不	18. 此乃部分業者紀錄用電及記錄里程起始時間不同所致。以竹客 55、57 路為	

同，請說明原因。	例，故障資料紀錄為業者自發，由營運初期即有紀錄(101.1)，然而用電效率則是應本計畫要求開始記錄(103.3)。因此部份路線之故障紀錄與用電效率紀錄起始時間略有出入。	
19. 關於第三章，另總樣本數 167 月數與後續其他統計表格（如表 3-26 為 164）不一致，請檢視修正。	19. 已修正	
20. 關於第三章，表 3-20 請補充平均數單位。	20. 遵照辦理。	
21. 關於第三章，表 3-26、表 3-28 之統計結果檢定表是否正確？請再檢視確認。(例如交互作用欄自由度及樣本數等似有疑義)。	21. 統計檢定資料有所遺漏，已修正。	
22. 關於第三章，表 3-29 節對於各車型續航里程推估，請對照表 2-20、2-21，馨盛公司之推估值與廠商說明差異甚大，請檢視。	22. 第二章所列資訊為車廠提供規格資訊。第三章所列為本計畫根據實際營運數據分析統計結果。此差異現象亦符合產業課題分析中客運業者反映廠商宣稱數據與實際不符現象。相關說明並已補充納入期末報告。	
23. 關於第三章，圖 3-7 就續航里程與電池容量相比較，請輔以文字說明。	23. 遵照辦理。	
24. 關於第四章，請將第四章之重點摘錄至第七章結論。	24. 遵照辦理。	
25. 關於第四章，4.1 節排班調度影響部分，交通部已經說明請	25. 遵照辦理。	

於申請時說明清楚即可，請補充說明。		
26. 關於第四章，4.1 節安全審驗政策部分，請補充說明國內目前進行審驗及標準認定之程序及困難。	26. 遵照辦理。	
27. 關於第四章，4.1 節技術發展方部分，請說明目前國內車輛、零件、電池之進口來源或自製、組裝項目、比例等之狀況。	27. 有關具體自製比例數值牽涉認定問題，應以經濟部現正辦理之附加加值率審驗公布之客觀結果為準。惟截至現況申請附加價值審查僅唐榮一家廠商，恐不足以代表整體產業情形。因此，本計畫於 4.1，以說明產業於關鍵零部件(動力、電池、車體)發展情形方式，做為我國制定附加價值率政策之背景。	
28. 關於第四章，4.1 節附加價值率政策部分，請說明目前業者執行及經濟部審查狀況，以及困境說明。	28. 已補充說明。	
29. 關於第四章，4.2 節經營課題分析之內容並需於後續章節加以處理及提出改善建議。	29. 感謝貴組建議。本計畫將課題分析挪至第六章，並於第七章結論與建議處提出對應行動方案。	
30. 關於第四章，4.3 節「2.資本回收期長」，文字僅說明廠商與客運業者合作機制與政策輔導等問題，並未論及回收期長的問題，請檢視修正。	30. 感謝貴組提醒。此處所指議題為車輛廠商為增加購買誘因，以租賃電池或提供電能補充服務方式降低客運業者初置成本，以致將電池及充電器購置成本積壓在自身，需要長時間租約或服務方能回收成本之情形。為避免標題與內文落差，將標題改為資金周轉壓力大。	

31. 關於第四章，請補充說明表 4-6、4-7 所列之標準與國際標準之差距為何？有哪些項目已經符合國際標準或立法有急迫優先性之說明。	31. 4-6 及 4-7 之電池、 充電設施標準即經濟部標檢局沿用國際標準(ISO、IEC)所制定之國內標準，內容皆比照辦理。此標準目前適用範圍為電動小轎車，尚未應用於電動大客車。本計畫建議電動大客車可比照轎車，建立電池、充電設施之安全標準。以上說明已納入報告。	
32. 關於第四章，請將納入期末簡報中有關電動、柴油、油電混合大客車比較表格納入本章節中。	32. 遵照辦理。惟建議納入第三章績效分析中，與前文電動大客車之績效對照。	
33. 關於第五章，請補充說明業者提供成本是否包含或已排除補貼款。	33. 本計畫所取得各項成本資料為未扣除補助款之成本。目的係呈現柴油、電動完整成本結構。已補充說明於報告書中。	
34. 關於第五章，P.124 頁文字敘述與表 5-4、表 5-5 項目有出入，請重新檢視並修正。	34. 已補正。	
35. 關於第五章，表 5-6 請補充單位。另報告表格中＄請一致改為「元」。	35. 遵照辦理。	
36. 關於第五章，表 5-7 兩種公車之行車人員薪資差異過大是否有誤，並與表 5-8 不一致，請再確認。	36. 為表格誤植，已修正。	
37. 關於第五章，請補充說明本報告所蒐集數值在於分析現況及成本計算制度結構，因各家歸類方式及抽樣分析不同，因此成本數值不宜直接引用。	37. 感謝貴組意見。已補充。	
38. 關於第五章，表 5-16 請說明各欄位之單位，另數字顯示方	38. 遵照辦理。	

式請統一。		
39. 關於第五章，5.2.5 文字說明與表 5-19 以及結論部分不一致，請檢視修正。	39. 第五章文字與表格誤植，已修正。	
40. 關於第五章，5.2.6 節文字說明上，可能會導致電動大客車路線不能申請虧損補貼之誤解，請修正文字說明。	40. 已修正。並已將原外部成本內部化策略小節改為分析包含內部、外部總成本之比較分析與政策建議。	
41. 關於第五章，請就電動大客車異於柴油大客車之可量化成本，包括車體、電池、充電站、場站設施等成本數值，分項說明目前價格範圍並列表整理。	41. 遵照辦理。	
42. 關於第六章，章節名稱建議訂為「電動大客車推動策略研擬」，配合調整以下小節，並增加未來研究課題一小節。	42. 遵照辦理。	
43. 關於第六章，第六章需就中央單位（交通部、經濟部及環保局）、地方政府、客運業者及電動大客車相關產業等利益關係人，分別研提其面臨課題、因應策略、推動期程及相關單位等建議，請重新檢視補充。	43. 配合前項意見，將第六章調整為「電動大客車推動策略研擬」，敘述中央、地方、業者課題與行動方案。	
44. 關於第六章，有關機制運作流程規劃，考量附加價值率審查步驟置於採購程序之後，是否仍可能發生因附加價值率審查無法通過而影響申請流程之虞？本項建議請再思考，並補充先行流程圖對照。	44. 進一步與路政司討論後，由於現況新制度上路，涉及跨部會作業，現況作業方式仍持續在調整改善。因此本節將改已說明路政司構想之運作方式，即每年度受理補助案件申請時，公布通過該年度附加價值率審核通過廠商方式進行。	
45. 關於第六章，6.3 節對於營運績效監管平台部分，請說明現行各家業者技術是否足以支援	45. 各家業者針對行車資訊監管之機制有所不同，已遵照貴組建議補充說明現	

雲端資料庫系統之需求？以及是否已具備行車輔助系統？	況，做為建議建立統一監管機制之背景。	
46. 關於第六章，圖 6-7 流程圖印刷不清晰，請以白底黑字繪製。	46. 遵照辦理。	
47. 關於第六章，請將期末簡報中第 48、49 頁有關短中長期發展策略及預期推動成果納入本章節中。	47. 遵照辦理。	
48. 關於第七章，請依據本所規定：各項研究報告於「結論與建議」章節前，應先簡述本計畫研究目的與問題，再提出具體「結論」與「建議」，並須加強敘明本計畫研究成果之效益，以及可提供本所或其他政府機關後續應用情形，請補充及修正內容。	48. 遵照辦理。	
49. 關於第七章，7.1 節在回顧國際電動大客車發展動態部分，相較於歐美等先進國家仍處於試運行階段，國內電動大客車在推動上是否應調整步調及作法？產業技術是否已達到或超越其水準？請補充意見（或於第二章補充說明）。	49. 感謝貴組建議。由於國外電動大客車績效評估報告較難取得，故實難以具體評估國內與國外產業技術水準比較，第二章僅能就產業推廣策略進行比較。回顧國外推動步調以及本計畫所蒐集國內運行績效，提出短中長期建議中，建議短期以既有已有電動大客車路線運行之縣市為主，視為先導市場，目標為提升妥善率，健全後勤體系。	
50. 關於第七章，績效調查成果請以表格彙整，並呈現主要指標之範圍及平均值。	50. 遵照辦理。	
51. 關於第七章，P.158「5.跨部會機制建議」無內容，請補充說明。	51. 感謝貴組提醒。內容遺漏，已補正。	

52. 關於第七章，考量本計畫係屬能源國家型科技計畫，部分課題已將節能減碳之關聯性納入，故請將該部分研究成果納入「7.1 結論」。	52. 遵照辦理。	
53. 關於第七章，請將第六章補充歸納各項課題改善措施彙整表（包括課題、因應對策、權責分工、推動期程等）納入「7.2 建議」內。	53. 遵照辦理。	
54. 關於第七章，訪談附錄請對照表 4-1 訪談對象與時程之內容補齊各次訪談紀錄，並加上後續經濟部智慧車辦公室訪談。	54. 遵照辦理。	
55. 整體面，請逐一檢視報告書所呈現之各項圖表，係引用其他研究、統計資料或本計畫自行整理等，並應於圖表下方明確註明資料來源，俾利閱讀。另多處圖表模糊不清，請一併更新。若無特別需要，請將表格、曲線圖等以白底黑字、黑線顯示。	55. 遵照辦理。	
56. 整體面，報告中年份表示方式不一，部分採用民國，部分採用西元，請統一，俾利閱讀。	56. 遵照辦理。	
57. 整體面，文章內容編排與內容，請配合本所報告書格式修正，簡報內容亦請配合章節之邏輯性、順序進行重整與修正。	57. 遵照辦理。	
主席結論 1. 本計畫期末報告審查通過。請研究單位於 103 年 12 月 25 日(四)下班前，提送研究報告修正定稿。本研究報告之編輯方式，請依據本所出版品統一管理要點之規定辦理，並補充本	1. 遵照辦理。	同意研究單位處理意見。

研究之中英文摘要表。		
2. 請研究團隊依據審查會議各委員、單位代表所提之寶貴意見及所內的審查意見研提處理情形答覆內容，以做為報告書修正之依據。另請於期中及期末意見處理情形表中，註明各意見已補充修正於定稿報告書之對應章節或頁數，俾利檢核與閱讀。	2. 遵照辦理。	
3. 請研究團隊將結論與建議明確區分，其中調查之客觀成果作為結論，未來發展建議及延續性議題則列入建議。另為閱讀及運用，請研究團隊將研究成果精簡成數頁資料，並放置於報告書內容之開端。	3. 遵照辦理。	

附件 2

行車日誌參考範例

電動大客車運行資料紀錄表_____客運　　路線編號：_____

車號: XXX-XX			司機填寫								
駕駛員	行駛方向（勾選）	行車日期	行駛(開始)			行駛(結束)			發生故障	故障原因	類別(A動力、B電池、C空壓機、D其他電器)
			時間	里程	電池	時間	里程	電池			
	□去程 □返程		:	km	%	:	km	%	□是 □否		
	□去程 □返程		:	km	%	:	km	%	□是 □否		
	□去程 □返程		:	km	%	:	km	%	□是 □否		
	□去程 □返程		:	km	%	:	km	%	□是 □否		
	□去程 □返程		:	km	%	:	km	%	□是 □否		
	□去程 □返程		:	km	%	:	km	%	□是 □否		
	□去程 □返程		:	km	%	:	km	%	□是 □否		

附件 3-1

客運業者訪談紀錄

公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查

訪談記錄表

訪談對象：豐原客運	
訪談時間：5/14(三) 10:00	**訪談地點：**豐原客運總公司

與會人員：

豐原客運- 羅乙棋 經理

中華智慧型運輸系統協會- 沈大維 專案經理

車輛研究測試中心- 林宜慶 課長、 陳柏豪

訪談議題與紀錄：

一、 使用經驗：

1. 續航力是否符合預期?

- 目前車輛平均用電情形是每公里號 1.38 度電，滿電情形大概可行駛 150 公里
- 路線需求上，55 路是柴油電動車混合調度，其中 7 輛電動車共計行駛 164 個班次，平均一輛車一天要行駛 200 公里，因此需要在中途休息時補電
- 12 路則現況續航里程可滿足營運所需

2. 妥善率是否符合預期?

- 去年底營運至今，目前大概有 16 起的故障事件，但影響營運的僅約 7 起，路故事件僅 3 件，妥善率符合預期
- 可提供故障事件清單做參考

3. 主要故障原因為何?

- 大多是冷氣及冷氣壓縮機問題
- 1 月份有一次影響營運故障是因為動力方向盤馬達的保險絲燒火導致無動力轉向

二、 各項使用成本：

1. 硬體設施成本(電池、車體、充電設施)

- 車輛部分大約是 680 萬；電池 300 萬；充電機 90 萬

2. 營運成本(電費、維修)

- 目前營運成本大約是 11~12/km 左右

3. 周邊設施成本(場站土建、電力設備)

- 現況充電站使用豐客場站，唐榮向本公司承租，並負責牽電事宜
- 雨遮土建加上向台電申請用電，費用大約 400~500 萬

三、 選擇車輛評估準則：

1. 當初選購車輛時的比較因素及標準為何？

主要是本公司在柴油車就有跟唐榮合作經驗，加上觀摩其他公司使用心得

2. 什麼樣的路線適合使用電動公車？

一般市區路線適合，因為車輛購置成本高，希望將車輛使用在熱門路線，並盡可能提高車輛利用率

四、 排班調度模式改變：

1. 電動公車續航力受限，相較過去柴油車每日收班時回場加油，因為充(換)電導致增加回場次數增加。對於既有排班調度的影響？限制？

- 會增加駕駛回場次數，且 55 路需在中途回廠補電，不過尚在可以接受範圍
- 最大的限制是補貼政策上的規定，限制電動車必須綁定行駛路線，不得做混合調度，造成排班調度上的困難，也降低了車輛的利用效率

2. 對司機的影響？

- 目前無太大影響

五、 市場接受度：

1. 乘客對於電動公車願付價格、使用意願與一般柴油公車是否有差異?

- 乘客會對此新穎科技產生興趣，普遍認為電動車較舒適且無噪音，無排氣對周邊行人及機車騎士也較友善
- 搭乘公車的族群大多以學生跟無機動交通工具者為主，所以影響選擇路線的主因還是是否滿足其運輸上的需求，為了是否是電動車而支付較高的價格應該是比較困難

2. 客運業者使用電動公車對於營收是否有影響？

- 目前一輛車的總售價大概是柴油車的兩倍，加上不得彈性調度，在票箱收入同樣營收不變的情況下，營運成本增加，獲利是較一般柴油公車低

六、 後勤維修發展：

1. 現況維修保養方式為何？

- 目前全部交由唐榮來處理

2. 未來若比照柴油車建立分級保養制度，由客運公司負責簡易保養及故障排除，是否可行？

- 建議分級，本公司目前也積極地在跟唐榮討論，希望在五年內達成技轉，由客運公司負擔部分保養及簡易故障排除

3. 長期則由政府及專業法人機構規劃技術移轉以及職業訓練課程，搭配核發專業證照，提升業者自主維運能力及其他民間保修廠技術能量？

- 支持此構想
- 可以透過中訓中心，開辦維修人員及駕駛員的訓練課程

七、 政策建議：

1. 對於補貼政策的建議？

- 目前缺少充電設施的補貼
- 因為本公司路線必須在日間充電，是否可能給予電費補貼，或是比照夜間充電的離峰電費
- 建議可以搭配黃金路線、風景區路線，要求汰換使用電動公車，以路權做為另一種政策誘因

2. 對於車輛安全審驗規定的建議？

- 現在的安全審驗是一次性的，並未對營運中的車輛做追蹤，建議應該要對營運中的車輛要求電池的衰退情形，例如四年內電池續航力不得低於申請時的特定比例

公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查

訪談記錄表

訪談對象：桃園汽車客運股份有限公司

訪談時間：7/2(三) 10:00~11:30　　**訪談地點：**桃園汽車客運總公司

與會人員：

桃園客運-吳運豐董事長、邱德義總經理、林信介課長、謝秉臻專員

計畫團隊-黃國修教授、張學孔教授、沈大維、黃子瞻、陳明賢

訪談議題與紀錄：

一、　使用經驗：

1. 續航力是否符合預期?

- 唐榮車輛目前行駛 1 路公車，路線單趟 24 公里，每日行駛五趟。實測續航里程約 180km，續航力滿足營運使用。
- 立凱車輛行駛 50 公里便須更換電池，增加進站次數，並曾因為電池更換不及影響營運。

2. 妥善率是否符合預期? 能否提供故障事件影響營運之班次數/里程數資料?

- 唐榮車輛使用至今僅發生過一起因冷氣故障影響營運。立凱車輛則較多因為電池數量不足、電池故障影響營運。華德的車輛則是營運第一天便遇到電池過熱問題，故尚未有完整的營運資料。
- 可以提供故障修復時間資料供參考。

3. 主要故障原因為何?

立凱車輛主要故障為單體電壓過低、空壓機故障、備用電池供應不足等三大項。

二、 各項使用成本：

1. 硬體設施成本(電池、車體、充電設施)

廠牌	電池	車體	充電設施
立凱(甲類)	無(未售電池)	850 萬	無(未售充電機)
唐榮(甲類)	300	650 萬	無(未售充電機)
華德(乙類)	無(含於整車報價)	550 萬	慢充 60 萬 / 快充 80 萬

註：立凱唐榮的充電設施由車輛廠商建置，向使用者收取車公里服務費

2. 營運成本(電費、維修)

廠牌	電費
立凱(甲類)	約$11/KM (服務費)
唐榮(甲類)	約$11/KM (服務費)
華德(乙類)	約$2.5/KM (僅電費)

註：立凱、唐榮負責充電設施建置與維運(含給付電費)，，並向使用者收取車公里服務費。

有關維修成本部分目前車輛皆在保固期中(五年)，因此全部委由車廠負責，五年後之維修保養方式與費用目前還沒訂定。

3. 周邊設施成本(場站土建、電力設備)

廠牌	場站土建	電力設施	土地取得
立凱(甲類)	無(立凱負責)	無(立凱負責)	無(立凱負責)
唐榮(甲類)	無(立凱負責)	無(立凱負責)	唐榮向桃客租地
華德(乙類)	40 萬	400 萬	桃客自行租地

註：唐榮場站設於桃客修車廠，故由唐榮給付桃客場地租金

三、 選擇車輛評估準則：

1. 當初選購車輛時的比較因素及標準為何？

主要考量續航力及妥善率。但遭遇問題是實際營運之數據與廠商宣稱有落差，導致在選擇上面會遇到盲點。

2. 什麼樣的路線適合使用電動公車？

- 無較大坡度之路線。理由係電動公車大多為低地板，不適合行駛坡地，再者爬坡對電力消耗較大。
- 適用的路線里程取決於車種，立凱的車續航里程短，適合用於單程小於 30 公里路線。唐榮車輛則可行駛單趟 50 公里之路線。然而，這都取決於是否能於路線兩端規劃充電站，若可以，則可接受續航里程會更長。

四、 排班調度模式改變：

1. 電動公車續航力受限，相較過去柴油車每日收班時回場加油，因為充(換)電導致增加回場次數增加。對於既有排班調度的影響？限制？

- 電動車因為續航力限制，僅能行駛單班路線。像本公司跑 AB 班(駕駛行駛完市區客運接公路客運路線或其他市區客運路線)的調度模式就不適用。車輛利用率較低。
- 立凱的車輛換電約 15~20 分鐘，可於班次間交換，不影響營運，但限制是充電站距離路線起迄不得太遠

2. 對司機的影響？

由於目前都是單班調度，因此對於司機中退時間並無影響

五、 市場接受度：

1. 乘客對於電動公車願付價格、使用意願與一般柴油公車是否有差異?

民眾普遍接受度高，少數民眾會特地選擇電動車搭乘。

2. 客運業者使用電動公車對於營收是否有影響？

目前並無影響

六、 後勤維修發展：

1. 現況維修保養方式為何？

保固期間，故障及例行保養皆由車廠負責

2. 未來若比照柴油車建立分級保養制度，由客運公司負責簡易保養及故障排除，是否可行？

可行，且理應如此，但需要車輛廠商技術訓練支援。

3. 長期則由政府及專業法人機構規劃技術移轉以及職業訓練課程，搭配核發專業證照，提升業者自主維運能力及其他民間保修廠技術能量？

贊同此作法，本公司亦很希望建立自己維修體系。建議可透過汽訓中心規劃課程，並同時有維修人員與駕駛訓練課程。

七、 政策建議：

1. 對於補貼政策的建議？

- 增加電費補貼或是全日離峰電價優惠
- 建議未來在都市計畫中及運輸規劃中可將充電場站地點列入考量，事先配合運輸走廊預留充電場站設置地點，避免現況土地取得困難之狀況

2. 對於車輛安全審驗規定的建議？

- 建議可針對充電設施訂定統一規範與規格
- 現況電動車空壓機電力來源為動力電池，存在安全疑慮(影響剎車作動)，未來可研擬將有關安全零部件的電力來源作獨立設計
- 增加電池安全檢測項目

受訪者簽名：

桃園客運公司 郭德義

公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查

訪談記錄表

訪談對象：科技之星交通股份有限公司

訪談時間：7/7(一)14:00~15:00　　**訪談地點：**科技之星總公司

與會人員：陳志鴻 董事長、邱信勳
沈大維、陳維隆、陳姿安

訪談議題與紀錄：

一、 使用經驗：

1. 續航力是否符合預期?

- 路線需求，快捷七號配車每日每車約行駛 160km/車日；81 路則為 180km/車日
- 冬天時續航力從儀表顯示滿電至無約可行駛 160~170km，快捷 7 號配車大致符合需求，81 路配車則須於營業期間，透過排班調整讓車輛回廠充電 90 分鐘
- 目前夏季則遇到耗電較大問題，續航從原本 160~170km 降至 130km，不符實際需求，需預備兩輛柴油車行駛末段班次

2. 妥善率是否符合預期? 能否提供故障事件影響營運之班次數/里程數資料?

- 是維修時間過長影響營運
- 本公司有紀錄故障影響營運之情形

3. 主要故障原因為何?

- 電門失效、空壓機、斷電機制太過敏感
- 其中斷電機保護機制衍伸安全問題，很容易因為異常訊號斷電，斷電後空壓機(制動)、動力方向盤(轉向)等有關安全控制之部件失效，存在安全隱憂

二、 各項使用成本：

1. 硬體設施成本(電池、車體、充電設施)

廠牌	電池	車體	充電設施
華德(乙類)	140 萬(租用四年) / 車	550 萬 / 輛	慢充 60 萬 / 座

註：本案電池一次租用 8 年

2. 營運成本(電費、維修)

- 現況用電效率約 1.45~1.72km/KWH。每度電平均電費約 2.5 元/KWH
- 其中體育場充電站因與體育場共用電力，本公司僅負擔流動電費，故電費僅約 1.8 元/KWH
- 維修部分因車輛尚未於保固期間，現況並無此成本項，未來保修方式與費用亦尚商議中

3. 周邊設施成本(場站土建、電力設備)

目前尚在精算成本，容後提供

三、 選擇車輛評估準則：

1. 當初選購車輛時的比較因素及標準為何？

妥善率、續航力。但實際使用與預期有落差

2. 什麼樣的路線適合使用電動公車？

- 從電動車特性而言，適合行駛住宅區、人口密集都會區，且載運量較高之路線，以發揮最大減碳效益與成本投入效益
- 但就現況技術門檻而言，行駛停靠頻繁的路線會增加耗電量。而服務人數較多的黃金路線普遍都有較密集的班次數需求，對於續航力的要求門檻亦較高，反而限制了電動車的使用

四、 排班調度模式改變：

1. 電動公車續航力受限，相較過去柴油車每日收班時回場加油，因為充(換)電導致增加回場次數增加。對於既有排班調度的影響？限制？

81 路公車若使用柴油車，則可以 AB 班進行調度。但因為續航力限制，車輛須於營業期間補電，故部分班次要改為 AA 班及 BB 班

2. 對司機的影響？

- 承上，連續行使兩個班次勢必造成駕駛連續行車時間，減少班次間休息
- 為節省用電，駕駛須調高空調溫度，影響舒適度
- 駕駛對於殘電會有心理負擔，擔心無法順利完成車趟，長期而言會影響駕駛工作態度與意願

五、 市場接受度：

1. 乘客對於電動公車願付價格、使用意願與一般柴油公車是否有差異?

- 民眾接受度高，且企業用戶(科技廠商交通車)詢問度高
- 增加乘客票價難度較高

2. 客運業者使用電動公車對於營收是否有影響？

本公司行駛的免費巴士是採勞務委託制，以電動公車承包每公里費用約 45 元/km，若採用柴油公車則為 39 元/km，故車輛單價有提高，但因為車輛穩定度及續航力未如預期，仍存在代班車之成本，故整體營收未有提升

六、 後勤維修發展：

1. 現況維修保養方式為何？

- 故障維修：由華德公司負責處理
- 例行保養：輪胎、燈具等耗材更換由本公司在地保修廠處理；牽涉電機、電控、電池、空壓機等項目則由華德公司負責

2. 未來若比照柴油車建立分級保養制度，由客運公司負責簡易保養及故障排除，是否可行？

- 本公司最在意的是保養維修的時效性，若能提升在地保修廠的保養範疇及故障排除能力當然贊同
- 然而問題是車輛廠商會因為避免技術外流因素，不願意釋放技術能量給客運公司或其配合保修廠

3. 長期則由政府及專業法人機構規劃技術移轉以及職業訓練課程，搭配核發專業證照，提升業者自主維運能力及其他民間保修廠技術能量？

若如此則可解決前述車輛廠商把持技術及專用耗材價格之問題

七、 政策建議：

1. 對於補貼政策的建議？

- 對於充電場站土地取得應有比較完善的輔導政策，對於場站安全也應有一些安全規範
- 建議在現況的補貼外，應增加對於營運業者的風險補助，例如由政府規劃風險管理及監督機制，要求車輛廠商提供保證金組成風險管理基金，發生影響故障問題導致營運損失可由基金先行支應

2. 對於車輛安全審驗規定的建議？

- 如同前述，對於斷電後的安全機制(ex.空壓機、動力方向盤獨立電源)因作規範
- 對於事故發生應制定救災處理標準，並提供消防隊或其他處理單位參考

受訪者簽名：



公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查

訪談記錄表

訪談對象：苗栗客運、 馨盛車輛	
訪談時間：103.07.14	**訪談地點：苗栗客運苑裡站停車場**
與會人員：苗栗客運 唐順峯課長、根志明 馨盛車輛 陳偉仁董事長、曾人豪營運長 ITS 協會：黃國修教授、張學孔教授、陳雅雯博士、沈大維、黃子瞻、陳明賢	

訪談議題與紀錄：

一、 使用經驗：

1. 續航力是否符合預期?

   符合預期(原預期 120 公里)，並超出預期(現實際運行 200 公里以上)。

2. 妥善率是否符合預期? 能否提供故障事件影響營運之班次數/里程數資料?

   因初營運，現妥善率 100%。

   主要故障原因為何?

   103 年 4 月 18 日啟用典禮至今尚無故障因素。

二、 各項使用成本：

1. 硬體設施成本(電池、車體、充電設施)

   電池：600 萬

   車體：680 萬(全車系鋁合金結構)

   充電設施：38 萬

2. 營運成本(電費、維修)

   電費：每車每月約 35000 元

   維修：暫無

3. 周邊設施成本(場站土建、電力設備)

   停車棚、停車場整地：120 萬

   台電企業容量申請 240kW：52 萬

三、 選擇車輛評估準則：

1. 當初選購車輛時的比較因素及標準為何？

   (1)本公司營運路線較其他客運險峻，故選擇車輛以較先使用電動公車之公司營運狀況作為依據，故障率高，不買；續航率偏低，不買；維修不易，不買，以配合公司營運及調度。

   (2)以車輛之續航力、充電設施的建置為比較因素，充電設施要體積小、易管理，續航力每次充電最少要達 250 公里，讓白天營運時間不需要再充電為標準。

2. 什麼樣的路線適合使用電動公車？

就本公司而言，甲類純電動低地板大客車自 103 年 4 月 18 日啟動典禮後，於各營運路線測試；除 5822、5824 路線，不適合使用電動公車外，其餘均可由甲類電動低地板大客車營運。基本上，避免跑山區路線，也逐步規劃以市區公路的路線為優先服務。

四、 排班調度模式改變：

3. 電動公車續航力受限，相較過去柴油車每日收班時回場加油，因為充(換)電導致增加回場次數增加。對於既有排班調度的影響？限制？

(1)本公司 181 路一日共計 20 班，往/返程各 18.5 公里均由兩輛電動低地板甲類大客車交互派班行駛，充飽電後可應付當日所需電量，中退無須回場，一日平均可跑 200 公里以上，耗電量 59.5%(冷氣全開狀況)，尚有 40.5%電量，對現行調度排班無影響、無限制。

(2)選購之車輛，每次充電之續航力超過 250 公里，故每日車輛營運排班順暢，無需增加回場次數。

4. 對司機的影響？

(1)操作方便無影響，充電方便如加油；充電期間無須管理，充電飽和自動斷電。

(2)電動車的駕駛習慣有別於傳統燃料車，司機們已逐漸習慣，安心駕駛。

五、 市場接受度：

3. 乘客對於電動公車願付價格、使用意願與一般柴油公車是否有差異?

低地板純電動甲類大客車安靜舒適搭乘率高，與柴油車輛相同並無差異。

4. 客運業者使用電動公車對於營收是否有影響？

低地板純電動甲類大客車搭乘率高相對營收逐漸增加。

六、 後勤維修發展：

1. 現況維修保養方式為何？

依保養計畫表定時間、里程實予各級保修。

2. 未來若比照柴油車建立分級保養制度，由客運公司負責簡易保養及故障排除，是否可行？

技術若完全移轉，本公司可自主維運。

3. 長期則由政府及專業法人機構規劃技術移轉以及職業訓練課程，搭配核發專業證照，提升業者自主維運能力及其他民間保修廠技術能量？

本公司定期派員赴大陸深圳受訓移殖保養技術，其達車輛完全自主維運；另政府及法人機構訓練課程待技術移轉完成將派予施訓。

七、 政策建議：

1. 對於補貼政策的建議？

(1)申請使用之電動公車勿侷限使用於同一路線，可調度使用於其他路線，以節省成本，讓車輛運行發揮最大效益。

(2)同一家公司其路線設有市區客運及公路客運，申請條件可放寬交替汰舊換新，以利營運與調度及符合汰舊換新作業規範。

(3)購車成本過高，建請提高購車補貼款額度，以減輕業者購車成本負擔。

2. 對於車輛安全審驗規定的建議？

相關安檢及性能檢驗已有相關規定，是否在車輛之續航力有標準測試以在 200 公里以上，以符合每日單一路線行駛需求，避免日間充電以節省電費，也避免白天充電等待之時間。

受訪者簽名：苗栗客運公司　唐順峯 課長

公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查

訪談記錄表

訪談對象：長榮國際儲運股份有限公司	
訪談時間：2014/07/16 14:00	**訪談地點：**長榮儲運總公司

與會人員：

長榮儲運：王佳盈 經理、廖志強 副理

ITS 協會：張學孔 教授、陳維隆

訪談議題與紀錄：

八、 使用經驗：

4. 續航力是否符合預期?

- 每一往返都需要更換電池，一往返大約 25 公里，殘電量約 45%
- 這樣的續航力表現與購車當時的預想有落差，同時司機普遍有很大的續航壓力

5. 妥善率是否符合預期? 能否提供故障事件影響營運之班次數/里程數資料?

- 根據過去的維修紀錄，七個月累積超過 50 次的嚴重故障，維修頻率與嚴重性有逐月改善
- 可以提供故障修復時間資料供參考。

6. 主要故障原因為何?

立凱車輛主要故障為空壓機作動不正常與電控設備經常故障，最近一個月有大幅改善，但仍然不符合預期。

九、 各項使用成本：

4. 硬體設施成本(電池、車體、充電設施)

立凱車輛售價 850 萬，電池與充電設備僅支付使用費，歸屬營運成本。

5. 營運成本(電費、維修)

- 每公里營運成本約 11 元，包含電池購置與保養、充換電設備與人員以及電費。
- 維修成本由於目前都還在車廠的保固期當中，所以尚未有維修費用的紀錄，但未來如何繼續保養下去則需要仰賴車廠支援
- 以目前我們追蹤車輛用料，初步估計保養成本跟柴油車接近

6. 周邊設施成本(場站土建、電力設備)

由車廠統一負責建置

十、 選擇車輛評估準則：

3. 當初選購車輛時的比較因素及標準為何？

當時的考慮有三家車廠，唐榮尚未取得 ARTC 認證、華德動能在新竹同業的反應不好，所以就選擇有參與示範計畫的立凱。公司規模也是我們考量的原因、立凱的資本額最高，應該可以提供比較好的保障。

4. 什麼樣的路線適合使用電動公車？

- 路線單純而且距離不長的循環巴士應該比較適合電動車來使用
- 未來如果有公營的充電站，會更適合發展電動公車路線

十一、 排班調度模式改變：

3. 電動公車續航力受限，相較過去柴油車每日收班時回場加油，因為充(換)電導致增加回場次數增加。對於既有排班調度的影響？限制？

- 目前沒有因為車輛因素來改變排班

4. 對司機的影響？

司機對於排班沒有太大意見，但由於里程焦慮導致司機抗拒使用電動車

十二、 市場接受度：

3. 乘客對於電動公車願付價格、使用意願與一般柴油公車是否有差異?

民眾普遍接受度高，少數民眾會特地選擇電動車搭乘。

4. 客運業者使用電動公車對於營收是否有影響？

目前並無影響

十三、 後勤維修發展：

4. 現況維修保養方式為何？

目前還在保固期間，所有的維修工作都由原廠負責

5. 未來若比照柴油車建立分級保養制度，由客運公司負責簡易保養及故障排除，是否可行？

我們也希望原廠可以做部分的教育訓練與授權，讓長榮自有的維修班底可以做部分的技術移轉，未來可以逐步接手維修保養工作。

6. 長期則由政府及專業法人機構規劃技術移轉以及職業訓練課程，搭配核發專業證照，提升業者自主維運能力及其他民間保修廠技術能量？

如果未來可以有政府核發的電動車維修執照或技術士證照，會是廠商採用電動巴士意願上比較大的進展，廠商都希望以自主營運為目標，只有大型保養才需要回到原廠

十四、 政策建議：

3. 對於補貼政策的建議？
   - 電源供應需要有特別的補助，讓使用電動巴士的廠商或者原廠都能夠降低負擔
   - 目前車價仍然太高，希望可以再加碼補助
   - 後續維運的成本以及電池更新成本目前都沒有看到相對應的政策，希望可以增加這些項目
4. 對於車輛安全審驗規定的建議？
   - 建議多增加與電磁波相關的規範
   - 耗材優先統一規格，降低使用者的採購成本

受訪者簽名：王佳盈 經理

公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查

訪談記錄表

訪談對象：高雄客運股份有限公司	
訪談時間：2014/9/1 15:00	**訪談地點：**長榮儲運總公司

與會人員：

高雄客運：李宗熹總經理、林良一 專員

ITS 協會：張學孔 教授、沈大維、陳永勳

訪談議題與紀錄：

一、 使用經驗：

1. 續航力是否符合預期?

- 平均每輛車每日行駛 180km，殘餘 15~20%電量，估計最大續航力約 230km，符合預期

2. 妥善率是否符合預期? 能否提供故障事件影響營運之班次數/里程數資料?

- 103 年 3 月份以前妥善率符合預期。4 月開始華德因為後勤人力支援不及，報修時間拖長，妥善率大幅衰退

3. 主要故障原因為何?

主要為電池平衡問題

二、 各項使用成本：

1. 硬體設施成本(電池、車體、充電設施)

車體買斷：550 萬元/車

電池租賃：39,000 元/組/月。共 11 組，60 個月。

充電設備買斷分期付款：18000/座/月。共 11 座，36 期。

2. 營運成本(電費、維修)

約每月 15 萬。換算約每公里$3/km。

3. 周邊設施成本(場站土建、電力設備)

場站約 40 萬，電力設施約 60 萬

三、 選擇車輛評估準則：

1. 當初選購車輛時的比較因素及標準為何？

由於是國道路線，選購時的條件為：時速 90km/hr 以上、爬坡 25%、續航力 180km 以上

2. 什麼樣的路線適合使用電動公車？
建議平面且單趟里程較短之路線，車輛周轉次數較高

四、 排班調度模式改變：

1. 電動公車續航力受限，相較過去柴油車每日收班時回場加油，因為充(換)電導致增加回場次數增加。對於既有排班調度的影響？限制？
為確保營運，一個司機須配兩輛電動大客車及一輛柴油大客車

2. 對司機的影響？
無

五、 市場接受度：

1. 乘客對於電動公車願付價格、使用意願與一般柴油公車是否有差異?
民眾普遍接受度高

2. 客運業者使用電動公車對於營收是否有影響？
目前並無影響

六、 後勤維修發展：

1. 現況維修保養方式為何？
機械類由本公司負責；有關電池、電控等項目由華德負責

2. 未來若比照柴油車建立分級保養制度，由客運公司負責簡易保養及故障排除，是否可行？
目前以如此執行

3. 長期則由政府及專業法人機構規劃技術移轉以及職業訓練課程，搭配核發專業證照，提升業者自主維運能力及其他民間保修廠技術能量？
贊成此做法，但需要確保原廠能提供技術授權。因為大部分的核心技術仍然掌握在原廠手中，相關政府及法人恐未必能支援

七、 政策建議：

1. 對於補貼政策的建議？
   - 提供電價優惠(全日享有離峰電價)
   - 重置電池補助

2. 對於車輛安全審驗規定的建議？
   - 建議可於車外裝設斷電按鈕，若遭遇緊急事故，消防人員可從外部按鈕斷電，避免觸電意外

受訪者簽名：林良一

附件 3-2

車輛製造廠商訪談紀錄

公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查

訪談記錄表

訪談對象：立凱綠能移動股份有限公司	
訪談時間：2014/8/22(五)14:00	**訪談地點：立凱公司**

與會人員：

立凱-張聖石董事長、蘇琇綉總經理、林昆德經理

中華智慧型運輸系統協會- 黃國修教授、張學孔教授、沈大維

訪談議題與紀錄：

一、 車輛使用狀況：

1. 續航力情形? 煩請提供營運里程與電耗紀錄

- 本公司現階段產品已改良至二代系統，因應交通部電動大客車性能驗證測試之規範，本公司車輛已送 ARTC 測試其中續航性能之項目，測試結果顯示在滿電情形下以時速 40~50km/h 可行駛至少 80km。
- 營運里程與耗電紀錄可提供

2. 妥善率情形? 煩請提供故障事件清單(包含日期、原因、修復狀況等)

- 二代系統妥善率已明顯提升，內部測試結果妥善率達 XX%
- 惟二代系統車輛目前僅行駛花蓮太魯閣客運之路線，建請研究團隊將該批車輛納入分析，比較前後系統差異
- 故障事件紀錄可提供

二、 經營環境與成本：

1. 營運模式? 銷售模式及大概市場訂價(車輛、電池、充電設施)

- 本公司營運模式採車電分離銷售。即裸車銷售，電池、充換電設備及換電人員由本公司建置維運，依使用量(里程)收取服務費用
- 車體(不含電池)之售價約 850 萬，換電服務費約每公里 12~15 元

2. 充電場站建置與維運與使用者權責劃分方式?與費用?

- 承上，充換電站之建置維運現階段由本公司負責，費用如上
- 本公司現正規劃未來將充換電站維運作業移轉給使用者之模式，降低換電服務費用，且透過客運業者自身場站人員減輕人力負擔

三、 後勤維修發展：

1. 現況維修保養方式為何？

- 目前已採取分級保養機制

- 一級保養(由司機負責)：例行出車前後檢查
- 二級保養(客運公司保修人員負責)：車體機械項目
- 三級以上保養(立凱負責)：動力系統(馬達、控制器)、電池、BMS、空壓機

2. 未來若比照柴油車建立分級保養制度，由車輛廠商技轉給客運公司負責簡易保養及故障排除，特定部件保修及故障檢修交由原廠服務，是否可行？建議策略?

- 呈上，本公司目前已開始實施分級保養機制
- 除了分級保養機制外，也建議與本公司提出之租賃模式(詳見第六大題)結合。客運業者給付之租賃費用中可選擇是否包含例行保養之費用，委由租賃公司統籌負責

3. 長期則由政府及專業法人機構規劃技術移轉以及職業訓練課程，搭配核發專業證照，提升業者自主維運能力及其他民間保修廠技術能量，是否可行？

贊成此做法，可減輕原廠負擔

四、 技術發展目標

1. 未來技術提升重點方向?

未來發展重點在於引進 SONY 電池芯技術並在台設廠，目標發展循環壽命 6000 次以上之動力電池芯

系統別	運行實例	電池材料	電池芯	電控	電機
一代	新竹、桃園用車	立凱 磷酸鋰鐵材料	中航鋰電	四組電池串聯	普林亿威永磁馬達
二代	花蓮用車	立凱 磷酸鋰鐵材料	天津力神	四組電池並聯	西門子雙馬達系統
三代	研發中	立凱 磷酸鋰鐵材料	與 SONY 在台設廠	四組電池並聯 外加備用電池槽	西門子雙馬達系統

2. 因應國家訂定提升自製率標準，貴公司對於國產化目標及策略？

- 目前參與工業局共同動力系統開發計畫，希望發展自主電機系統
- 目前電池已使用本公司之正極材料，現正規劃引進 SONY 電池芯生產技術，合作在台設廠，期望將電池芯之研發製造技術能量留在國內

3. 未來產品開發布局

- 目前正在開發物流用車，第一階段為純電動資源回收車

五、 對安全審驗規定建議

1. 對於車輛安全審驗規定的建議?

無

2. 對於電池安全規定的建議?

無

3. 對於充電設施安全規定的建議？

建議增加防火防水相關規定

六、 政府輔導政策建議：

1.對於現況補貼政策的建議？

- 建議建立大客車租賃的模式，由租賃公司購車，客運公司向租賃公司租用電動大客車。若遇到車輛例行保養或是妥善率不符預期則可租用其他車輛，如此客運公司可專注於提供穩定的運輸服務
- 承上，政府一次性的補貼可轉為常態之服務補貼，將原本購車補貼改為每年給付給可穩定提供服務之客運業者

2.對於政府移撥部分資源用以協助產業技術提升與研發之看法？建議可輔導或補助哪些面向的研發?

無

3.對於附加價值率政策的建議？應增加那些配套措施？

無

受訪者簽名：蘇琇綉總經理

公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查

訪談記錄表

訪談對象：華德動能	
訪談時間：2014/9/3(三)	**訪談地點：**華德總公司
與會人員： 華德動能：蔡篤雄 董事長 ITS 協會：黃國修教授、沈大維、陳維隆	
訪談議題與紀錄：	
一、 車輛使用狀況： 1. 續航力情形? 煩請提供營運里程與電耗紀錄 請以客運業者提供營運資訊為準。 2. 妥善率情形? 煩請提供故障事件清單(包含日期、原因、修復狀況等) 請以客運業者提供營運資訊為準。	
二、 經營環境與成本： 1. 營運模式? 銷售模式及大概市場訂價(車輛、電池、充電設施) 本公司車輛採取車輛銷售。電池及充電設備部分視使用者需求採賣斷或租購方式。價格部份請以使用業者提供資訊為準 2. 充電場站建置與維運與使用者權責劃分方式?與費用? 本公司主要採取將設備租用或販售給使用者之模式，由客運業者自行規畫場地，自行負擔各項土建、牽電以及用電之成本。	
三、 後勤維修發展： 1. 現況維修保養方式為何？ 客運公司負責 1,2 及保養，項目標括底盤、輪胎、燈具等機械類 華德公司負責電機、電池類別保養維修，以及 3 級以上保養維修 2. 未來若比照柴油車建立分級保養制度，由車輛廠商技轉給客運公司負責簡易保養及故障排除，特定部件保修及故障檢修交由原廠服務，是否可行？建議策略? ● 本公司目前已與客運業者合作，實施分級保養機制。 ● 目前維修保養都是由總公司支援，人力確實不足，針對未來後勤模式發展，將會朝向產品穩定性持續提升以及維修據點擴張兩個策略。	

3. 長期則由政府及專業法人機構規劃技術移轉以及職業訓練課程，搭配核發專業證照，提升業者自主維運能力及其他民間保修廠技術能量，是否可行？

本公司贊成此做法，可減輕車廠維修後勤工作負荷，專注於提供關鍵零主件的原廠服務即可。也減少需要到處設置維修據點的壓力。

四、 技術發展目標

1. 未來技術提升重點方向?

朝向國產化方向努力

提升續航力為主要研發方向

2. 因應國家訂定提升自製率標準，貴公司對於國產化目標及策略？

- 本公司目前已積極參與工業局共同動力系統的研發計畫，目標與富田電機共同研發永磁電機
- 有關未來規劃，本公司將逐步朝向自主系統整合來發展

3. 未來產品開發布局

- 目前正投入電動物流車的開發，發展動力供電與車廂(低溫冷藏)供電獨立設計
- 本公司亦投入發展 1.9 噸電動蔬果搬運車

五、 對安全審驗規定建議

1. 對於車輛安全審驗規定的建議?

現況新產品之認證有一項 20 萬公里耐久性測試之門檻，立意良善但產生延誤新產品上市之疑慮，建議提供配套的文件審驗機制或加速測試機制

2. 對於電池安全規定的建議?

無意見

3. 對於充電設施安全規定的建議？

無意見

六、 政府輔導政策建議：

1.對於現況補貼政策的建議？

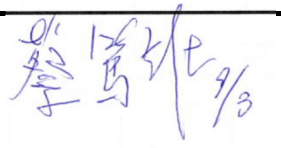
政策方向是輔導產業發展還是鼓勵使用者使用，建議應拿捏平衡。現階段技術仍在快速演進，直接補助使用者恐導致未成熟的技術草率上市。若能把補貼資源投入產業輔導，讓廠商可以有充分資源投入研發生產，產品成熟除了提升妥善率，廠商亦可直接將補助反映在售價上，達到產業與使用者雙贏

2.對於政府移撥部分資源用以協助產業技術提升與研發之看法？建議可輔導或補助哪些面向的研發?

除了現況針對動力系統之外，本公司建議可針對車用智慧系統開發，建立統一標準的監控系統，提供使用者、政府端有效營運資訊。

3.對於附加價值率政策的建議？應增加那些配套措施？

國產化本來就是本公司政策方向，因此支持附加價值率規定。然而政府應協助供應鏈上下游的廠商提高技術水準。



公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查

訪談記錄表

訪談對象：唐榮車輛	
訪談時間：2014/8/26(二)	**訪談地點：**唐榮桃園廠

與會人員：

唐榮車輛：江孟璋 經理

ITS 協會：黃國修教授、沈大維、黃子瞻

訪談議題與紀錄：

一、 車輛使用狀況：

1. 續航力情形? 煩請提供營運里程與電耗紀錄

   以客運業者提供營運資訊為準。

2. 妥善率情形? 煩請提供故障事件清單(包含日期、原因、修復狀況等)

   以客運業者提供營運資訊為準。

二、 經營環境與成本：

1. 營運模式? 銷售模式及大概市場訂價(車輛、電池、充電設施)

- 車輛：賣斷方式。800~1000 萬
- 電池：賣斷方式。含在車價中
- 充電器：向客運公司租用場站，建置充電站，由本公司派員操作。向客戶收取使用費方式。約每公里 6~8 元

2. 充電場站建置與維運與使用者權責劃分方式?與費用?

   同上

三、 後勤維修發展：

1. 現況維修保養方式為何？

客運公司負責 1,2 及保養，項目標括底盤、輪胎、燈具等機械類

本公司負責電機、電池類別保養維修，以及 3 級以上保養維修

2. 未來若比照柴油車建立分級保養制度，由車輛廠商技轉給客運公司負責簡易保養及故障排除，特定部件保修及故障檢修交由原廠服務，是否可行？建議策略?

- 本公司目前已與客運業者合作，實施分級保養機制。
- 目前已與客運業者洽談技轉，未來希望可以減少駐點人力，由客運公司自主為

運，比照柴油車模式

3. 長期則由政府及專業法人機構規劃技術移轉以及職業訓練課程，搭配核發專業證照，提升業者自主維運能力及其他民間保修廠技術能量，是否可行？

原則上可行，但動力、電池、電控等核心技術仍須原廠支援。

四、 技術發展目標

1. 未來技術提升重點方向?

提高技術自主整合之能力

2. 因應國家訂定提升自製率標準，貴公司對於國產化目標及策略？

- 本公司產品受到上海申沃母廠嚴格把關，各項零組件異動皆須通過其測試。目前積極爭取車體、車輛監控設備等項目自製化
- 目標係以符合國內訂定每年之附加價值率門檻

3. 未來產品開發布局

- 目前正在進行乙類大客車的開發測試

五、 對安全審驗規定建議

1. 對於車輛安全審驗規定的建議?

考量我國使用環境，又電動大客車電池多位於底盤上方，建議增列涉水相關安全檢測

2. 對於電池安全規定的建議?

建議增加獨立的審驗規定，如電池絕緣、耐熱、穿刺等

3. 對於充電設施安全規定的建議？

建議增加有關消防安全、防水、防震等測試規定

六、 政府輔導政策建議：

1. 對於現況補貼政策的建議？

本公司認為電動車因其技術仍在發展中，其泛用性自然不如柴油車，若欲設計一輛可行駛各種道路環境的車輛，成本勢必不符效益。而客運路線相較於一般使用者，事前便預知其使用環境，可客製化車輛規格，設計最符合需求且具經濟效益車種，建議未來補貼政策亦應考量此思維，非齊頭式補貼。

2. 對於政府移撥部分資源用以協助產業技術提升與研發之看法？建議可輔導或補助哪些面向的研發?

本公司認為台灣應可朝向電池技術發展，台灣具有商用電子產品電池供應鏈經驗，應可以此為基礎發展電動大客車用之動力電池技術。建議政府提供相關輔導機制輔導電池廠商、相關法人單位與車輛廠商之共同研發計畫

3.對於附加價值率政策的建議？應增加那些配套措施？

本公司認為附加價值率政策立意良善，但在訂定附加價值門檻同時，也應該考量技術標準，要符合國際水準

附件 3- 3

經濟部智慧電動車辦公室訪談紀錄

公路公共運輸電動客車經營與運作績效調查

訪談記錄表

訪談對象：經濟部智慧電動車先導運行計畫辦公室	
訪談時間：2014/12/10(三)	**訪談地點：**智慧電動車辦公室

與會人員：

智慧電動車辦公室：王正健 主任、高洺汶 副主任、蔡宜良 執行秘書

運研所： 張朝能 組長、江芷瑛 研究員

ITS 協會：黃國修 教授、沈大維

訪談背景：

因應行政院訂定 10 年 1 萬輛之電動大客車發展目標願景，交通部、經濟部、環保署共同訂定新版公路公共運輸補助電動大客車作業要點，未來將由三個部會共同審查及補貼。然而，除了市場推動策略之外，亦需要產業輔導策略配合，方能務實達成目標。因此，本計畫特此安排與經濟部電動車之推動單位訪談，進一步了解經濟部再產業輔導策略的執行成果及目標。

訪談議題與紀錄：

議題一、在 10 年 1 萬輛的整體目標下，目前經濟部就產業輔導角度是否擬定相關技術發展進程、藍圖，目前的看法與態度為何？

在產業輔導策略目前有三個刻正進行之方向：

1. **積極尋找國內具規模的新廠商進入市場：**目前本辦公室正積極與國內最大車體製造廠協商，並促成與國內大型電池製造廠、BMS 廠商合作。目標開發 3 款電動大客車，目前已在組裝測試，預計於明年送測 3 個車型(甲類 x2、乙類 x1)
2. **持續輔導既有廠商：**既有廠商現況營運績效而言，以唐榮電動大客車妥善率最為穩定，考量其技術來源為上海申沃，本辦公室策略係透過附加價值率規定，持續要求其提升自製比率。目前唐榮已通過今年度附加價值審驗(30%)，明年經濟部預計介入輔導將其冷氣系統國產化，逐年提升國產比例；有關華德過去妥善率表現不理想，經濟部已積極介入輔導進料檢驗、生產管理等程序，協助導入 ISO。並重點要求關鍵零組件改善(空壓機、BMS、殘店警示系統)，媒合國內相關之優良廠商進入供應鏈。於近期的先導運行案中，妥善率已有所改善。
3. **把關大陸體系產品進入市場：**現況因為經濟部扶植國內產業立場，法規規範大陸無法直接進口整車至我國，需於國內設置車體廠重新組裝並送驗。大陸過去在推動電動車上投注相當多資源，亦有相當規模營運經驗，應可適當引入優良技術進入市場。因此，本辦公室仍透過嚴格把關附加價值率要求，漸進式的導入大陸產品，並逐步提高國產比例。例如國內的金龍車體長期與對岸廈門金龍合作，目前亦規劃引入電動大客車產品；台灣宇通目前也規畫引進鄭州宇通的電動大客車；台灣比亞迪目前則已經引入比亞迪電動大客車於苗栗客運運行。

議題二、有關各關鍵零組件是否有相關推動輔導策略？或是建立統一規格，因應技術快速演進，保留舊系統可直接更新之可行性？

1. 目前已在執行的是共同動力系統的開發，由國內電機廠商-富田電機，與兩家電動大客車廠商-華德、立凱合作，開發兩款國產電動大客車電機馬達。
2. 有關充電設施建立統一標準部分，考量客運業者有共用場站的特性，以及於公有轉運站設置充電站的需求，確實可評估建立統一標準。目前國際上電動車充電器接頭有三套標準：歐美 combo connect、日本 CHAdeMO、大陸 GB，以現在的趨勢而言，未來可能會以大陸 GB 為主流，而國內現況華德、唐榮是 GB 規格的接頭，未來若要制定統一充電器接頭規格之規定應為可行，有望實現充電站共用。
3. 電池部分則建議是透過營運模式來處理電池衰退汰換的問題，如車電分離的電池租賃模式。使用者單純透過租約取得電池的使用權，合約中載明電池的效能要求，由租賃公司負責電池的維護、回收、汰換。然而此模式若欲成功，關鍵在於建立電池的回收技術，透過重組(rebuild)及再利用(reuse)提高電池殘值。

議題三、跨部會合作機制之建立

建議未來可將此跨單位的交流機制常態化，如兩個月一次的交流會議，分享期間執行成果、追蹤議題以及未來政策方向調整等

附件 4

期末簡報

交通部運輸研究所
Institute of Transportation.MOTC

公路公共運輸
電動客車經營與運作績效調查

期末審查簡報

- 計畫主持人：黃國修 教授
- 協同主持人：張學孔 教授
- 103年12月09日

ITS TAIWAN

簡報大綱

- 計畫背景概述
- 績效調查結果分析
  - 妥善率分析
  - 能源使用效率分析
- 內外部成本分析
- 產業經營環境分析
- 跨部會協商機制
- 結論與建議

2

計畫背景概述

3

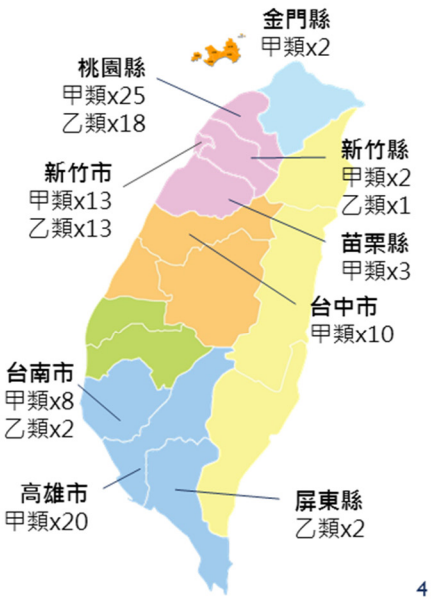
計畫背景

現況
- 交通部、環保署、經濟部通力推動下，自2011年至今已有77輛甲類、36輛乙類電動大客車運行

未來
- 4月29日行政院政務會議指示加速補助地方政府汰換柴油大客車，目標將現有6,750輛市區公車全部汰換，將遊覽車、接駁車等納入，訂定10年1萬輛電動大客車的發展藍圖







4

跨部會整合已形成共識

交通部	經濟部	環保署
公路公共運輸補助電動大客車作業要點	智慧電動車先導運行計畫	電動巴士示範運行計畫
• 市區公車路線 • 補助車體	• 無路權性質車輛 • 補助車體、電池、充電設施及營運費用	• 各地方政府試辦計畫 • 補助示範期間車輛、電池、充電設施及營運費用

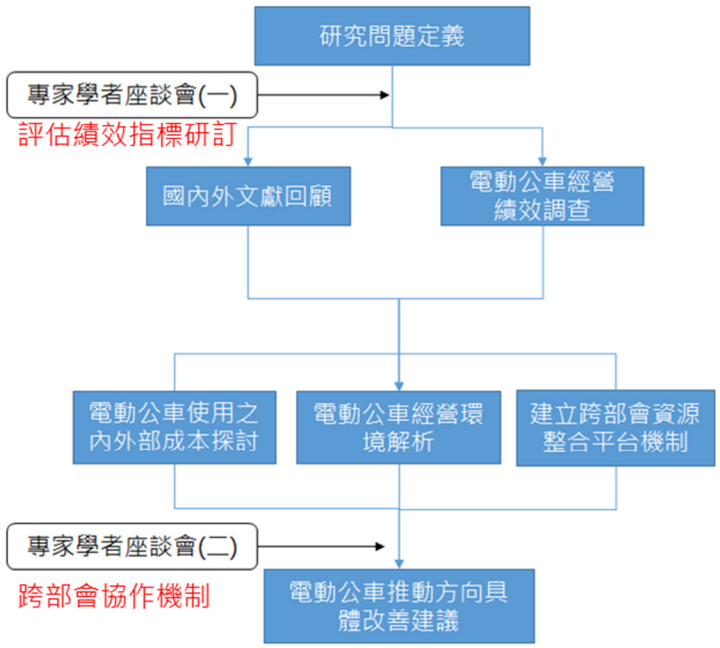
整合

交通部、環保署、經濟部，召開多次協調會，促成跨部會整合，
於**103**年訂定新版公路公共運輸補助電動大客車作業要點

- 審查機制修改：交通部、環保署、經濟部共同審查
- 補貼機制修改：交通部車體補助、環保署加碼車體&電池補助
- 補助車輛資格修改：新增六項電動大客車性能驗證規範
- 國產化目標：經濟部訂定103~106年附加價值率門檻限制

5

本計畫內容與流程



6

計畫執行時所遭遇困難

- 現況電動公車透過電池管理系統(BMS)紀錄電池溫度、電壓、殘電等資訊，理想調查方式係
  - 擷取BMS + 行車紀錄器資料　(取得電池耗電、行駛里程數據)
  - 業者提供故障維修清冊方式　(取得維修保養紀錄數據)
- 現況各車廠BMS資料格式不一，且未建立自動回傳及資料儲存機制，實際狀況仍以人工抄寫儀表殘電顯示方式記錄電耗

應對方式 → ✓ 本案調查以司機填寫行車日誌方式執行

衍伸議題：
- 各客運公司配合補助款機關或地方主管機關要求，已有紀錄相關營運資訊
- 為減少駕駛填寫多重表單影響行車，本計畫以業者既有表單為主，針對本案要求欄位進行微調

績效調查結果分析

- 妥善率分析
- 能源使用效率分析

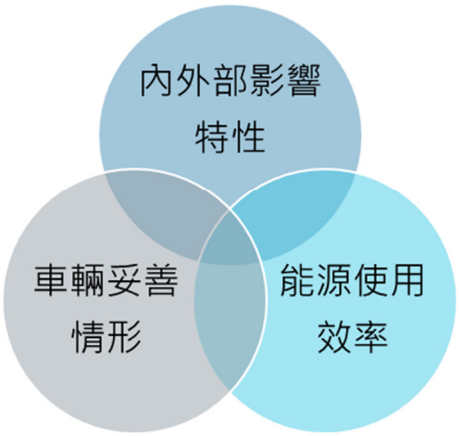
8

績效調查指標與項目

- 本計畫於2014年4月25日召開專家學者座談會
- 邀請交通部、經濟部、環保署、客運業者、製造廠商、專家學者，就調查細項進行研討



三大類調查內容



9

績效調查指標

分類	指標	指標定義
車輛妥善情形	故障異常事件次數	用以分析故障類別，並作為妥善率分析資料來源
	妥善率(%)	用以表示車輛正常運作之比例，妥善率計算公式為： ● 妥善率=正常營運總車日數(車日)/應營運總車日數(車日)

分類	指標	指標定義
車輛能源效率	用電效率(KM/KWH)	用以分析車輛使用電力之效率，計算公式為： ● 用電效率=行駛里程(KM)/消耗電力(KWH)
	續航里程(KM)	用以分析車輛由滿電行駛至無電之行駛里程，由於車輛正常營運過程中並無行駛至完全沒電狀態，故本指標係由用電效率及電池容量推估，計算公式為： ● 續航里程(km)= 用電效率(km/kwh) x 電池容量(kwh)

10

外部影響特性調查內容

分類	影響因子	目的	資料內容
外部影響特性	路線特性	用以分析影響車輛妥善率及能源效率之路線特性，包含：里程、停靠頻率、行駛高快速道路與否等	● 路線單趟里程 ● 路線平均站距 ● 有無行駛平面/高速公路
	室外溫度	用以分析氣溫對車輛妥善率、能源效率之影響程度	● 當月平均氣溫
內部影響特性	車輛型式	用以分析不同廠牌、甲乙類車型在妥善率、能源效率之差異	● 車輛廠牌 ● 車輛規格 ● 車輛型式

本計畫調查對象

以實際運行中之受補助車輛為原則

地點	業者	營運路線	車輛廠牌	補助經費來源	車輛數	
					甲類	乙類
金門縣	金門車船處	觀光公車A,B線	立凱	環保署	2	
新竹市	新竹客運	免費公車55,56	華德	交通部	6	
		世博1,2,3,5號	立凱	交通部	7	
		竹塹小巴70,71,72,73,75,76,77,78,79,80	立凱	交通部		11
	科技之星	市區公車81路	華德	交通部		2
新竹縣	科技之星	高鐵快捷接駁7號	華德	經濟部	2	1
高雄市	高雄客運	國道10號快捷公車	華德	交通部	11	
	南臺灣客運	火車站澄清湖接駁	華德	經濟部	9	
桃園縣	桃園客運	捷運綠線先導公車	立凱	交通部	6	
		市區公車1路	唐榮	交通部	6	
		市公車151、152、105路(混合調度)	立凱	交通部	6	
		縣府-火車站示範計畫	唐榮	桃園縣政府	3	
		中壢平鎮公所	華德	桃園縣政府		18
	長榮儲運	捷運綠線先導公車	立凱	交通部	4	
台中市	豐原客運	市區公車55路	唐榮	交通部	7	
		市區公車12路	唐榮	交通部	3	
屏東縣	屏東客運	大鵬灣環灣公車	華德	經濟部		2
苗栗縣	苗栗客運	苑裡至大甲	馨盛	-	3	
合計					75	34

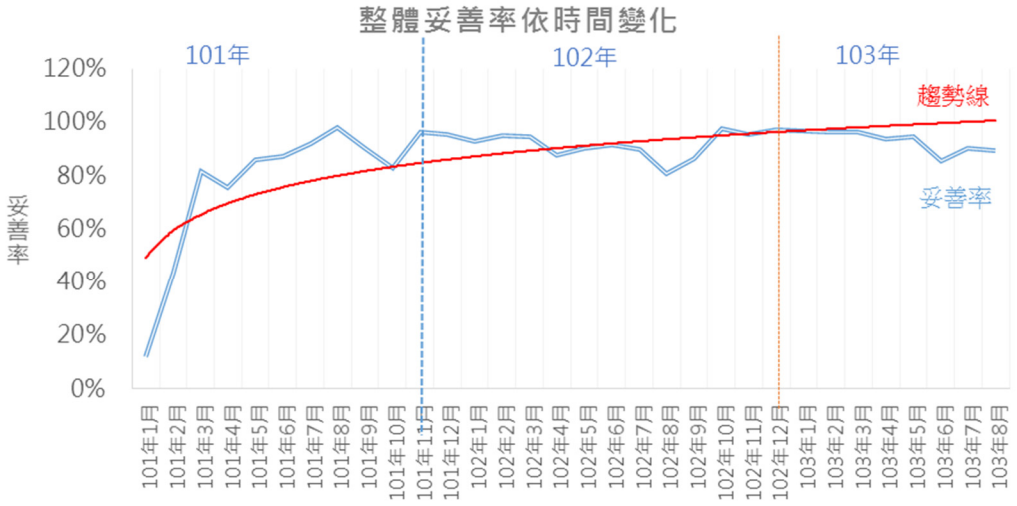
妥善率分析-各路線計算每月妥善率

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%

13

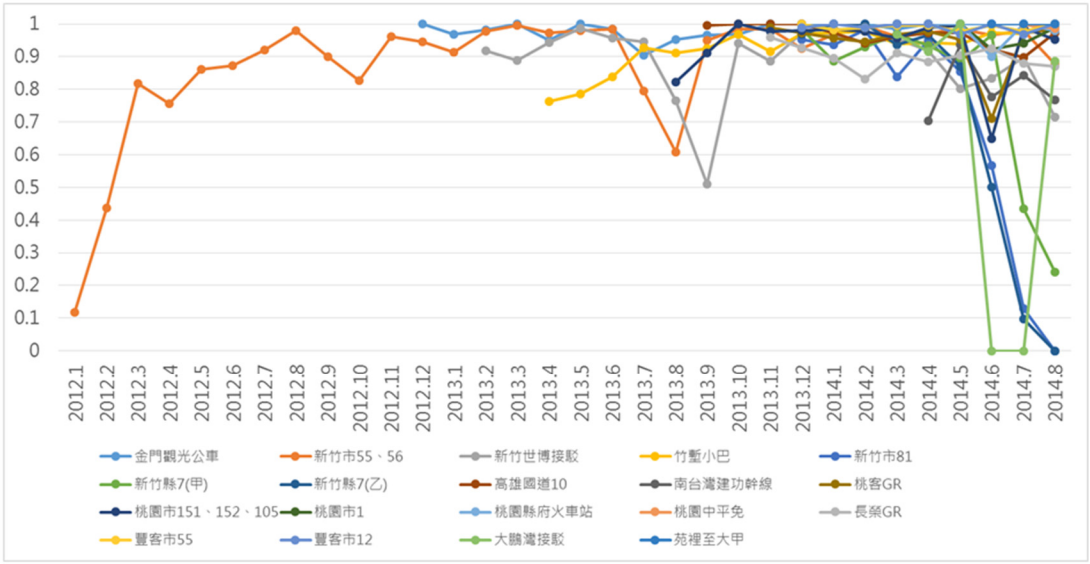
整體妥善率逐漸改善

101年整體妥善率為78.67%、102年為92.06%、103年為92.21%
顯示隨著營運經驗漸增，車廠陸續針對異常因素改善系統，妥善率提升



14

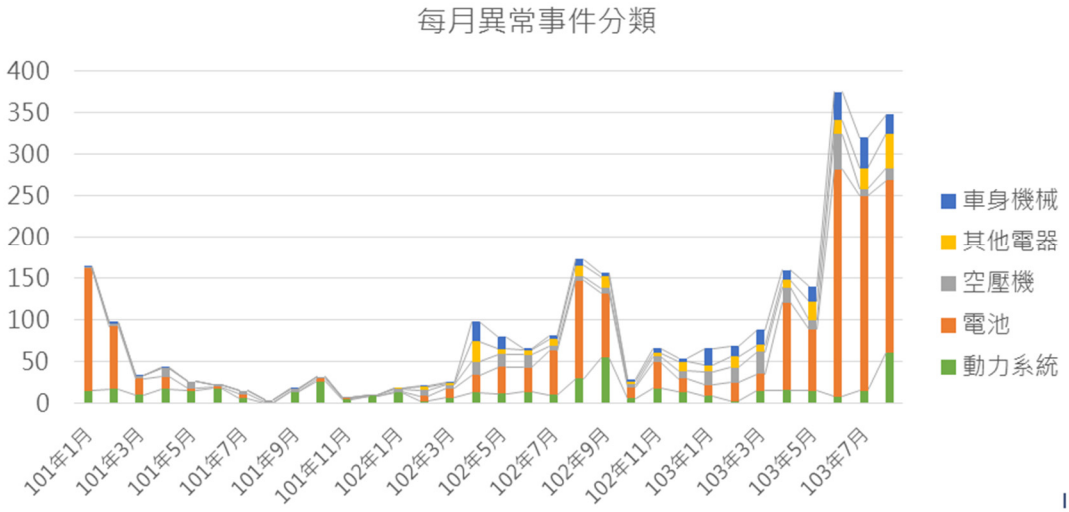
各路線各月份妥善率變化



15

故障因素判別與歸類

- 本計畫將蒐集到之2,909筆故障事件依故障部位分類，得到：
- 動力系統16.81%、**電池系統56.07%**、空壓機10.11%、
  其他電器8.25%、車身機械8.77%



16

故障類別與影響程度

影響營運的故障異常事件中，最高為比例為電池系統、次之為動力系統

故障類別	有影響營運(81%)		未影響營運(19%)	
	次數	比例	次數	比例
動力系統	426	18%	63	11%
電池	1,386	59%	245	44%
空壓機	236	10%	58	10%
其他電器	156	7%	84	15%
車身機械	142	6%	113	20%
合計	2,346	100%	563	100%

- 細究電池故障原因，主要為單體電芯平衡問題。
- 動力電池由數百顆電芯串並聯組成，充放電過程中出現電池芯放電反應不一致現象，產生壓差，壓差過大時電池組即無法順利放電
- 解決作法為電池管理系統(BMS)，透過IC電路板控制各單元電池芯平衡放(充)電



17

各車型妥善率比較

廠牌/車型	平均數	標準差	平均數的 95% 信賴區間		最小值	最大值
			下界	上界		
立凱甲類	0.93	0.09	0.91	0.95	0.51	1.00
立凱乙類	0.92	0.07	0.89	0.96	0.76	0.99
華德甲類	0.88	0.18	0.83	0.93	0.12	1.00
華德乙類	0.70	0.39	0.55	0.86	0.00	1.00
唐榮甲類	0.99	0.02	0.98	0.99	0.90	1.00
馨盛甲類	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
總和	0.90	0.19	0.87	0.92	0.00	1.00

以單一因子ANOVA檢定比較各組平均妥善率是否存在顯著差異。檢定結果顯示，F值為8.569，$p=0<0.05$。顯示在95%信心水準下，不同車輛型式的妥善率存在顯著差異。

18

氣溫影響妥善率分析

氣溫與妥善率相關性分析

- 分析各條路線各月份妥善率與當月氣溫相關性
  - 低度相關的共有10條
  - 中度相關的有5條
  - 高度相關3條

氣溫與妥善率無明顯相關性

- 進一步將溫度分為23度以下、23至27度、27度以上三個群組，檢定各車型在不同溫度群組下的妥善率差異
  - 立凱甲類在不同溫度下妥善率" 有" 差異
  - 立凱乙類在不同溫度下妥善率" 無" 差異
  - 華德甲類在不同溫度下妥善率" 無" 差異
  - 華德乙類在不同溫度下妥善率" 有" 差異
  - 唐榮甲類在不同溫度下妥善率" 無" 差異

19

路線特性影響分析

國道或平面影響妥善率分析

- 國道**10**旗美快捷 **vs** 建功幹線

國道10號快捷妥善率96.7%、建功幹線80%

國道路線的妥善率優於建功幹線

路線里程長度對於妥善率影響

- 依路線長度將路線分為五個群組，比較妥善率差異

10km以下、10~15km、15~20km、20~25km、25km以上

95%信心水準下，各路線長度分群平均妥善率無顯著差異

停靠頻率對妥善的影響

- 依平均站距將路線分為五個群組，比較妥善率差異

0.44km以下、0.44~0.56m、0.56~1.13km、1.13km以上

95%信心水準下，各路線平均站距分群平均妥善率無顯著影響

20

用電效率分析-各路線計算每月用電效率

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	7月開始營運，尚無紀錄用電					
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%

21

不同廠牌/車型用電效率分析

- 依照廠牌(4間)、車型(甲、乙2類)，共可分為六群
- 分別檢定甲類、乙類平均用電效率是否存在差異
  - 不同廠牌甲類大客車用電效率存在顯著差異
  - 不同廠牌乙類大客車用電效率存在顯著差異

車型	廠牌	平均數	標準差	平均數的 95% 信賴區間		最小值	最大值
				下界	上界		
甲類	立凱	0.64	0.07	0.63	0.66	0.48	0.79
	華德	0.87	0.11	0.82	0.91	0.64	1.20
	唐榮	0.66	0.07	0.63	0.68	0.52	0.86
	馨盛	1.02	0.00	1.01	1.02	1.01	1.02
	總和	0.70	0.13	0.68	0.72	0.48	1.20
乙類	立凱	0.72	0.04	0.70	0.74	0.66	0.78
	華德	1.59	0.33	1.44	1.75	0.80	2.01
	總和	1.22	0.50	1.05	1.39	0.66	2.01

22

影響用電效率因子分析(I)

氣溫與用電效率相關性分析

- 分析各條路線各月份用電效率與當月氣溫相關性
  - 高度相關有8條，皆為負相關；
  - 中度相關6條，皆為負相關；
  - 低度相關4條，2條正相關、2條負相關

氣溫與妥善率普遍存在呈現負相關現象

- 進一步將溫度分為23度以下、23至27度、27度以上三個群組，檢定各車型在不同溫度群組下的妥善率差異
  - 立凱甲類在不同溫度下妥善率" 無" 差異
  - 立凱乙類在不同溫度下妥善率" 無" 差異
  - 華德甲類在不同溫度下妥善率" 無" 差異
  - 華德乙類在不同溫度下妥善率" 有" 差異
  - 唐榮甲類在不同溫度下妥善率" 有" 差異

23

路線特性影響用電效率分析

國道或平面影響用電效率分析

- 國道**10**旗美快捷 **vs** 建功幹線

國道10號快捷妥善率0.83km/kwh、建功幹線0.93km/kwh

行駛國道與平用電效率無顯著差異

路線里程長度對於用電效率影響

- 依路線長度將路線分為五個群組，比較用電效率差異

10km以下、10~15km、15~20km、20~25km、25km以上

95%信心水準下，各路線長度分群平均用電效率無顯著差異

停靠頻率對妥善的影響

- 依平均站距將路線分為五個群組，比較用電效率差異

0.44km以下、0.44~0.56m、0.56~1.13km、1.13km以上

95%信心水準下，各路線平均站距分群平均用電效率有顯著差異

24

電動、柴油、油電混合大客車比較

項目	車型	妥善率	能源效率			續航里程
			燃油效率	用電效率	當量轉換(每元行駛里程)	
	單位	%	KM/l	KM/KWH	KM/$	KM
電動大客車	甲類	91.79%		0.74 KM/KWH	0.19	190
	乙類	89.57%		0.75 KM/KWH	0.19	83
柴油大客車	甲類	99.98%	2.13 KM/l		0.08	560
	乙類	99.98%	4.00 KM/l		0.15	380
油電大客車	甲類	100.00%	3.15 KM/l		0.12	600

1. 柴油大客車妥善率參考新竹客運102年全年柴油所有大客車統計
2. 油電混合大客車妥善率及能源效率參考花博期間72輛油電混合大客車行駛統計
3. 柴油大客車能源效率參考首都客運花博期間178輛柴油大客車行駛統計

25

內外部成本分析

- 內部成本
- 外部成本

26

內部成本分析

- 汽車客運業路線別成本制度為基礎分析車公里成本
- 透過訪談取得五間業者電動大客車營運成本資料，並請業者提供同路線(或同質路線)柴油大客車營運成本
- 比較各項目，柴油與電動大客車之成本差異

		單位	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	稅捐費用	站場租金	通行費	財務費用	總和
A客運業者	柴油大客車	$/km	8.15	0.19	1.20	0.00	17.60	0.51	0.77	1.40	0.12	1.43	1.87	0.00	1.00	0.40	1.92	0.34	0.00	0.18	37.08
	電動大客車	$/km	8.00	0.00	1.20	5.42	17.60	0.51	0.50	1.40	0.12	1.43	1.00	0.51	1.00	0.40	1.92	0.42	0.00	0.18	41.61
	差異(電-柴)	$/km	-0.15	-0.19	0.00	5.42	0.00	0.00	-0.27	0.00	0.00	0.00	-0.87	0.51	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	4.53
	項目間差異比	%	-1.9%	-200%	0.0%	200%	0.0%	0.0%	-42.3%	0.0%	0.0%	0.0%	-60.8%	200%	0.0%	0.0%	0.0%	21.1%	-	0.0%	11.5%
B客運業者	柴油大客車	$/km	10.83	0.13	0.84	5.29	21.63	0.38	1.47	2.17	0.26	1.95	0.36	3.06	2.35	1.74	2.17	0.42	0.00	0.37	55.42
	電動大客車	$/km	5.86	0.00	1.18	21.96	19.35	0.43	0.72	2.18	0.27	2.35	1.87	4.12	2.57	1.90	2.36	0.45	0.00	0.40	67.95
	差異(電-柴)	$/km	-4.97	-0.13	0.34	16.67	-2.28	0.05	-0.75	0.01	0.01	0.40	1.51	1.06	0.22	0.16	0.19	0.03	0.00	0.03	12.54
	項目間差異比	%	-59.5%	-200%	33.4%	122%	-11.1%	12.4%	-68.9%	0.5%	1.9%	18.5%	135%	29.5%	8.8%	8.7%	8.2%	7.1%	-	8.9%	20.3%
C客運業者	柴油大客車	$/km	12.79	0.07	0.61	12.35	18.98	0.57	0.56	1.42	0.09	1.39	3.75	1.05	2.04	1.24	1.20	0.26	0.00	1.46	59.83
	電動大客車	$/km	7.81	0.04	0.60	18.64	23.66	1.68	0.41	1.33	0.44	2.02	1.87	0.86	1.84	1.49	1.26	0.20	0.00	2.54	66.69
	差異(電-柴)	$/km	-4.98	-0.03	-0.01	6.29	4.68	1.11	-0.15	-0.09	0.35	0.63	-1.88	-0.19	-0.20	0.25	0.06	-0.06	0.00	1.08	6.86
	項目間差異比	%	-48.3%	-59.3%	-1.7%	40.6%	22.0%	98.7%	-30.9%	-6.5%	132%	37.0%	-66.9%	-19.9%	-10.3%	18.3%	4.9%	-26.1%	-	54.0%	10.8%
D客運業者	柴油大客車	$/km	6.55	0.09	0.36	5.34	5.07	1.07	0.54	0.83	0.02	1.14	1.08	0.19	1.20	0.53	0.41	0.01	0.00	0.96	25.39
	電動大客車	$/km	5.51	0.04	0.33	9.56	4.99	4.37	0.64	0.68	0.10	0.95	1.26	1.68	1.36	0.87	0.35	0.01	0.00	1.11	33.80
	差異(電-柴)	$/km	-1.03	-0.05	-0.03	4.21	-0.08	3.30	0.11	-0.16	0.07	-0.19	0.17	1.49	0.16	0.34	-0.06	0.00	0.00	0.14	8.40
	相對差異百分	%	-17.1%	-76.9%	-8.7%	56.6%	-1.6%	121.5%	18.1%	-20.7%	118.7%	-18.4%	14.8%	159.6%	12.3%	49.1%	-16.3%	35.3%	-	13.7%	28.4%
E客運業者	柴油大客車	$/km	10.60	0.13	0.40	5.16	8.48	1.42	0.98	1.98	0.47	2.78	1.25	0.41	1.21	0.76	0.41	0.13	0.00	0.77	37.35
	電動大客車	$/km	5.40	0.07	0.22	20.20	6.41	1.64	0.95	1.96	0.45	3.05	1.94	6.38	1.03	0.74	0.43	0.37	0.00	2.47	53.71
	差異(電-柴)	$/km	-5.20	-0.06	-0.18	15.04	-2.07	0.22	-0.03	-0.02	-0.02	0.27	0.69	5.97	-0.18	-0.02	0.02	0.24	0.00	1.70	16.36
	項目間差異比	%	-65.0%	-58.0%	-57.2%	119%	-27.8%	14.1%	-3.4%	-1.0%	-5.0%	9.1%	43.6%	176%	-16.2%	-3.3%	5.5%	94.1%	-	105.3%	35.9%

27

柴油 VS 電動 普遍存在差異項目

各業者普遍存在差異之項目包括：燃料、附屬油料、車輛折舊、修車材料、業務費用、各項設備折舊、場站租金等

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]保固期間，業者僅需負擔機械類耗材費用 ● [未來]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	-	● 此項定義: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

28

柴油與電動大客車成本結構比較

柴油大客車
固定成本占15%
營運成本占85%

電動大客車
固定成本占34%
營運成本占66%

現況電動大客車成本高昂原因為硬體設備購置成本較高；營運成本僅略低於柴油大客車

成本類別	成本項目	柴油大客車		電動大客車	
		成本值 $/km	成本占比 %	成本值 $/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	1.22%
	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**	**66.83%**

29

各業者成本項目差異情形分析

- 電動大客車成本結構中，前五大成本為：「車輛折舊」、「行車人員薪資」、「燃料」、「各項折舊」、「業務員工薪資」
- 比較各業者間差異情形，並透過分析與訪談歸納出存在差異之原因

項目	成本佔比	變異係數	差異因素分析
車輛折舊	28.74%	42.77%	● 單純車體部分價格相近，但就電池是否計入該項，或租賃與否，各家業者不一
行車人員薪資	27.31%	51.30%	● 北部與南部業者薪資水準不同所致，並非電動大客車特性造成
燃料	12.36%	17.58%	● 部分業者買斷充電器、電池，自行負責充電，此項則僅計入電費 ● 部分業者與車廠簽訂車公里服務合約，車廠將電池折舊、充電設施折舊等成本反映在能源費用上
各項設備折舊	5.14%	82.18%	● 部分業者以買斷方式取得充電設備，計入此項目 ● 部分業者採租用(或車公里服務)方式，計入其他項目
業務員工薪資	3.72%	37.10%	● 北部與南部業者薪資水準不同所致，並非電動大客車特性造成

30

電動大客車成本項目修訂建議

調整方式	變更前項目名	變更後項目名	計算方式
項目不變 計算方式調整	車輛折舊	-	計算車體部分(將電池、充電器扣除)
項目變更 計算方式調整	燃料	能源成本	若為自行充電，則以台電電費計算 若為車廠提供車公里服務費，請車廠提供單價分析，計入電費部分
新增項目	充電設備、設施折舊/租金	-	若為購置，計入購置成本 若為租賃，計入租賃成本 若為車廠提供車公里服務費，請車廠提供單價分析，計入充電器部分
	電池折舊/租金	-	若為購置，計入購置成本 若為租賃，計入租賃成本 若為車廠提供車公里服務費，請車廠提供單價分析，計入電池部分

31

界定外部成本項目

- 柴油大客車外部成本項目：
  - **空氣汙染**：依據環保署台灣空氣污染排放量[TEDS8]，柴油車尾氣排放所產生之汙染源包括PM10、CO、SOx、CO2、NOx。各汙染源衍生之成本
  - **噪音汙染**：車輛行駛產生之噪音。衍生之成本
- 電動大客車外部成本項目：
  - **空氣汙染**：電動大客車行駛過程無排放，故以電廠發電時所排放之汙染源 PM10、CO、SOx、CO2、NOx計算衍生之成本
  - **噪音汙染**：車輛行駛產生之噪音。衍生之成本

32

空氣汙染
各汙染源排放係數分析

環保署台灣空氣污染排放量[TEDS8] 模式，估算得柴油大客車每行駛一公里產生各汙染源量為：

汙染源	PM10	CO	SOx	CO2	NOx
排放係數(g/km)	0.4983	4.6956	0.0082	1310	9.9226

- 盧昭輝(2010)，台灣電力公司生產每度電產生NOx平均排放量為0.53 克，CO平均排放量為0.50 克，PM平均排放量為0.015 克
- 杜悅元(2010)，台灣電力公司生產每度電的二氧化碳平均排放量為513公克
- 又根據本計畫調查，電動大客車平均每行駛1公里消耗0.8度電，估算得電動大客車每行駛一公里產生各汙染源量為：

汙染源	PM10	CO	SOx	CO2	NOx
排放係數(g/km)	0.0203	0.46757	0	693.24	0.7162

33

空氣汙染
各汙染源貨幣化成本

- 蕭代基、錢玉蘭、劉錦龍、黃宗煌(2006)透過統計分析，找出PM10、SOx、NOx、CO2等汙染源濃度致病邊際機率(每單位濃度致病機率)，並分為急性與慢性病症

- 陳國廷(2006)以前述研究為基礎，
  - 以當時環境監測站各汙染源濃度，計算出因前述汙染源導致急性與慢性病症機率
  - 並以當時台北都會區人口，推估因為空氣汙染罹病人數。
  - 參考劉錦天(1993)研究民眾因為一場急性空氣污染病症支付之醫療平均成本為429.25元，慢性病醫療成本為800元
  - 得到空氣汙染四種汙染源貨幣化成本

- 美國環保署EPA(2010)在" social cost of carbon for regular impact analysis" 研究中，計算每噸二氧化碳所造成的社會成本為65美元，換算台幣約為2080元

彙整前述各研究，得到五種汙染源之貨幣化價值

汙染源	PM10	CO	SOx	CO2	NOx
貨幣化成本($/km)	0.1103	0.00006	0.0551	0.00208	0.0136

34

噪音汙染
各汙染源貨幣化成本

- 陳國廷(2006)以趨避成本法，將政府或民間建置隔音設施之支出，視為趨避噪音之成本
- Victoria Transport Policy Institute(2002)彙整美國及歐洲運輸工具噪音相關研究，歸納出各種不同運輸工具在都市中對於噪音的貢獻比例

運具	小客車	機車	計程車	公車	捷運
噪音貢獻比例(%)	0.008	0.08	0.008	0.04	0.024

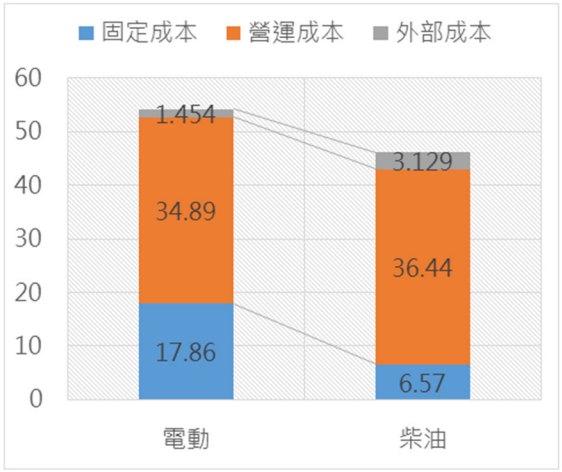
- 結合前述兩個研究則可得到柴油大客車每公里產生的噪音成本：**$0.214/km**

- 根據台灣立凱電能科技股份有限公司(2011)測試，電動大客車行駛時之噪音約為 30db
- 依據環保署的定義,噪音在 40db 以下為極度定靜,因此本研究將電動大客車的噪音貨幣化成本設為 **$0/km**

35

柴油/電動大客車
內外部成本比較

- 總成角度，現況電動大客車高於柴油大客車
- 外部成本、營運成本具有優勢，未來技術提升、產業具經濟規模，設備購置成本下降，則能凸顯電動大車成本優勢



汙染源	空氣汙染				溫室氣體	噪音	總和
	PM10	CO	SOx	NOx	CO2		
柴油大客車貨幣化成本($/km)	0.055	0.00028	0.00045	0.1349	1.442	0.214	**1.454**
電動大客車貨幣化成本($/km)	0.00224	0.00004	0	0.0097	2.725	0	**3.129**

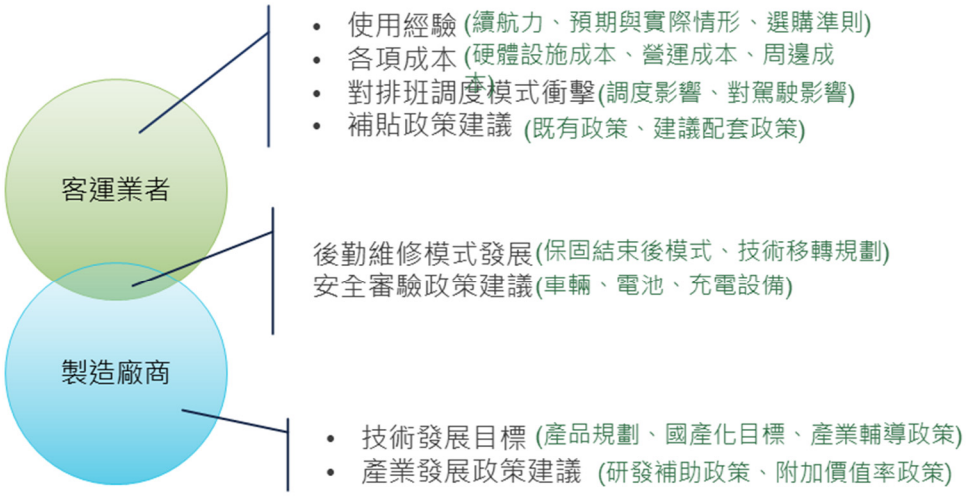
36

產業與經營環境解析

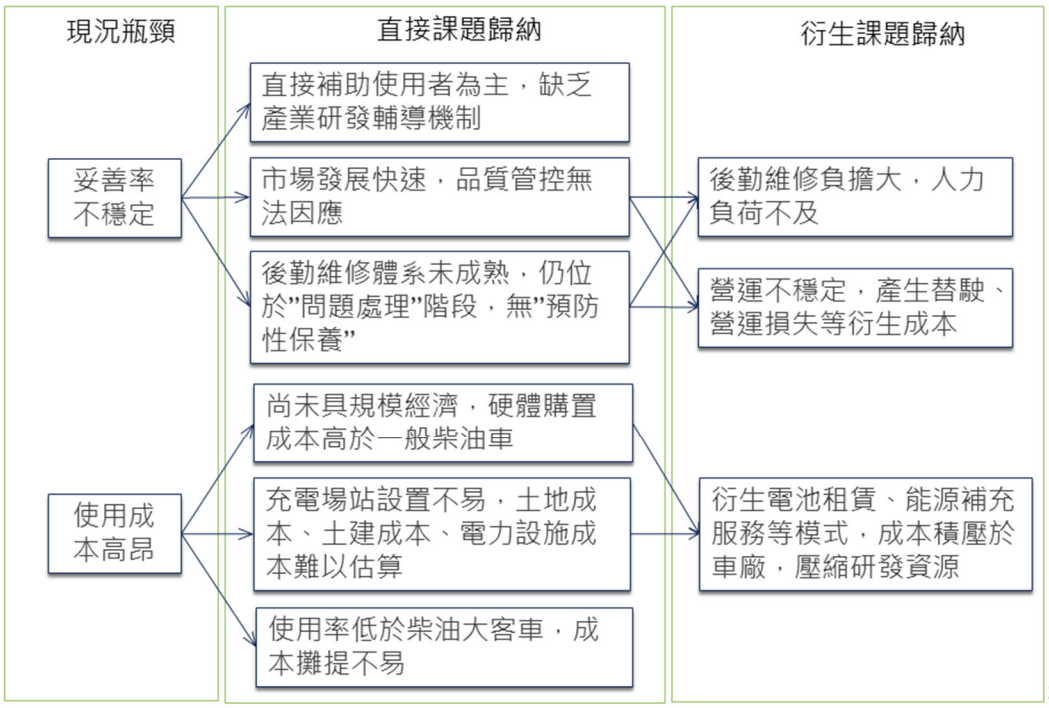
本計畫透過深度訪談，釐清產業與經營環境

受訪對象身分	時間	受訪單位
客運業者 (8)	5/14(三) 10:00	豐原客運
	7/2(三) 10:00	桃園客運
	7/7(一) 14:00	科技之星
	7/14(一)08:00	苗栗客運
	7/16(三)14:00	長榮儲運
	8/29(五)09:00	新竹客運
	9/1(一)14:00	高雄客運
	9/1(一)16:00	南台灣客運/屏東客運
製造廠商 (4)	7/14(一)08:00	馨盛車體/台灣比亞迪
	8/22(五)14:00	立凱綠能移動
	8/26(二)14:00	唐榮車輛
	9/3(三)10:00	華德動能

訪談內容



產業與經營環境課題彙整



39

安全環境檢討

- 國內電動大客車安全規範，係依照交通部車輛型式安全審驗制度
- **目前安全規範以整車安全為主**，較少針對獨立部件的安全標準
- 建議可參考電動小客車、機車，**針對電池及充電設備導入CNS標準**

現況整車法規 ⟷ *參考電動小客車導入安全標準*

車輛安全檢測基準

- ✓ 汽車傾斜穩定度測試
- ✓ 動態煞車
- ✓ 靜態煞車
- ✓ 大客車車身結構強度
- ✓ 火災防止規定
- ✓ 各式燈號

電動大客車性能驗證規範

- ✓ 電磁相容
- ✓ 電汽安全
- ✓ 爬駐坡能力
- ✓ 高速巡航性能
- ✓ 續航性能
- ✓ 殘電警示

電動車動力電池安全標準

CNS	標準名稱	對應國際標準
15369-1	電動車輛推進用二次電池組－試驗參數	IEC 61982-1
15369-2	動態放電性能試驗與動態耐久性試驗	IEC 61982-2
15369-3	市區通勤車輛用之性能與壽命測試	IEC 61982-3
15391-1	市區通勤車輛用之性能與壽命測試	IEC 62660-1
15391-2	鋰離子單電池之可靠度及異常使用效應測試	IEC 62660-2
15515-1	鋰離子牽引電池組及系統之試驗規範－高功率應用	ISO 12405-1
15515-2	高電能量應用	ISO 12405-2
15515-3	鋰離子牽引電池組及其系統之試驗規範－安全性能要求	ISO 12405-3
15533-3	牽引用電池	IEC 62485-3

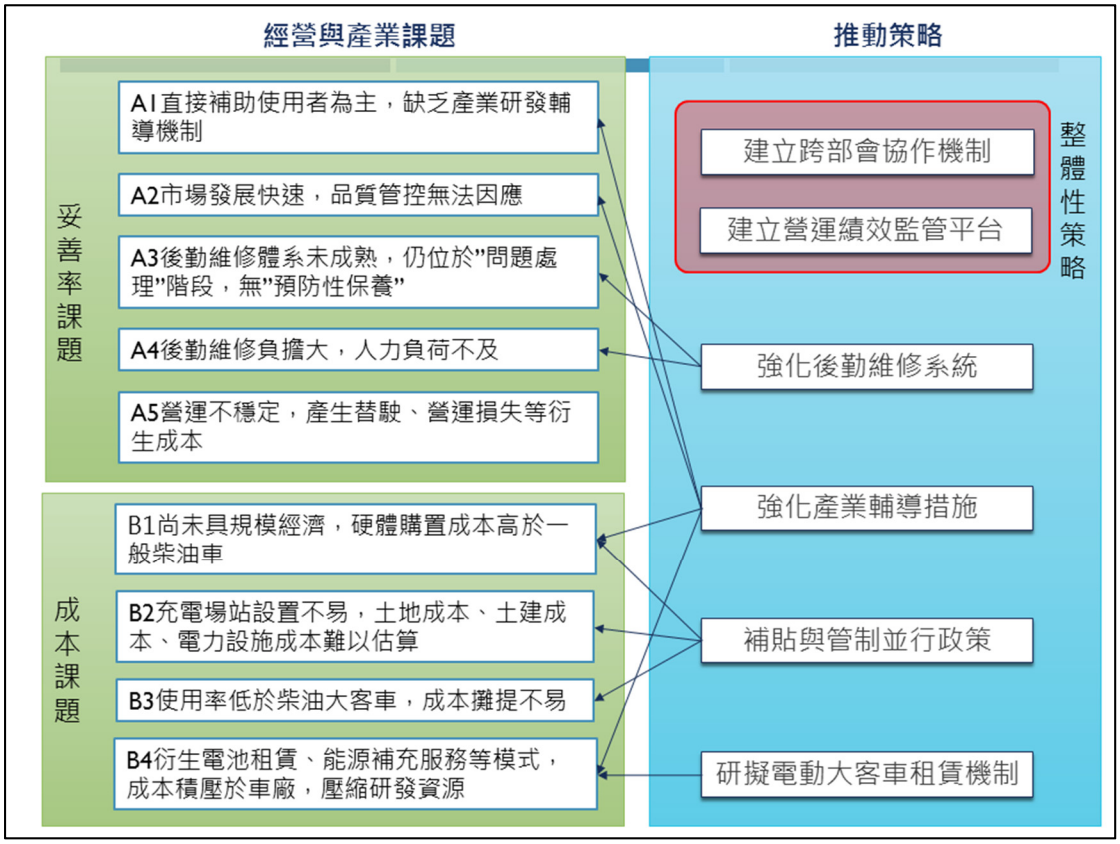
電動車充電設備安全標準

CNS	標準名稱	對應國際標準
15511-2	電動車輛傳導式充電系統－第2部：介面要求	IEC 62916-2 IEC 61851
15511-3	第3部：安全要求	IEC 61851/ IEC 62196-1
15511-23	第23部：電動車輛直流充電站	IEC 61851-23
15511-24	第24部：電動車輛直流充電站與電動車輛間充電控制用數位通訊	IEC 61851-24
15700-3	電源端插頭、電源端插座及車輛端耦合器－電動車輛傳導式充電－第3部：直流及交直流綜合型端子與接觸導管類型車輛端耦合器之尺度相容性及互換性要求	IEC 62196-3

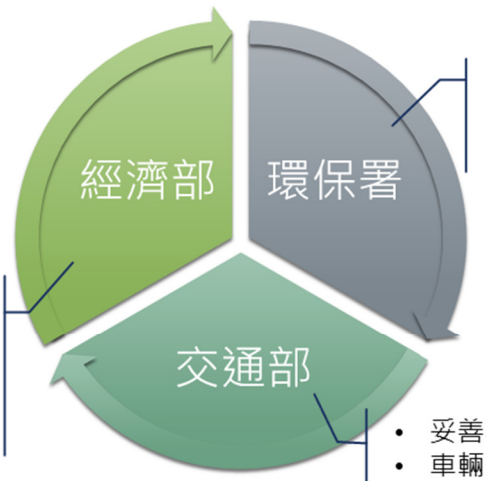
40

研擬電動大客車推動策略

41



各部會權責劃分



- 車體加碼補助
- 電池補助
- 配套排氣管制政策

電池交換站補助 → 充/換電站補助

- 附加價值率驗證
- 研發補助政策
- 共同關鍵組件開發
- 車輛安全測試
  性能驗證**測試**

充電設施設置規範、申請流程重整

- 妥善率、續航力要求
- 車輛安全**法規**、性能驗證**法規**
- 計畫統籌受理、審查
- 車體補助
- 營運管考

43

透過跨部會政策引導產業正向循環

交通部 使用者需求端

釐清使用者需求：
妥善率、續航力、成本

透過補貼政策誘因
引導使用者選用符合要求產品
引導廠商技術提升

正向循環

促進產業升級
提供驗證文件
確保符合使用者需求

經濟部 產業發展端

技術提升研發補助
測試驗證技術
關鍵零組件共同開發計畫

44

強化產業輔導策略



- 電池系統為電動大客車核心技術，技術演進快速
- 客運業者關注，未來新電池技術出現時，銜接汰換之可行性
- 比照電動轎車，制定電動大客車充電系統傳導介面、通訊、安全防護之要求
- 實現共用充電場站
- 經濟部工業局輔導富田(馬達)、立凱(交換式)、華德(充電式)，完成兩款以上動力系統試裝匹配
- 換電液冷式感應系統 (續航力>120km, 極速性能>70km, 爬坡>20%)
- 充電液冷式永磁系統 (續航力>300km, 極速性能>95km, 爬坡>20%)
- 目標動力系統自製率 > 70%
- 總計畫金額9500萬

45

補貼與管制並行推動策略

補貼政策

既有 ✓ 交通部-購車補助
既有 ✓ 環保署-車體加碼補助、電池補助

新增
+ **公有土地作為充電場站使用租借機制**
+ **電動大客車場站專用用電申請程序**
+ **離峰電價優惠措施**

非永無止盡補貼

- 技術提升，電動車成本下降。柴油排放標準提升，柴油車售價上升
- 油價攀升，油電價差擴大

管制措施

既有 ✓ 環保署-柴油車排放管制(Erou5)

新增
+ **提高排放標準(Euro 5→Erou6)**
+ **特殊地區路權管制**
+ **汙染車輛租稅管制**

46

建立共同工作平台及營運監管工具

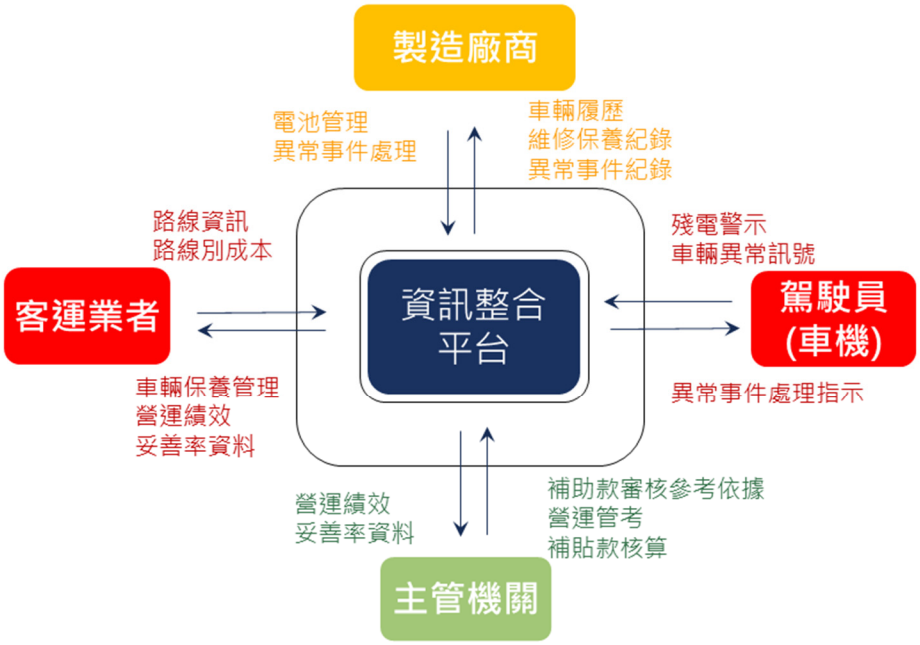


- 議題導向式工作圈
- 針對電動大客車不同推動課題組成工作小組，研議改善策略及追蹤

- 建立資訊共享平台
- 蒐集即時營運績效資料，作為補貼案申請、成效稽核之工具

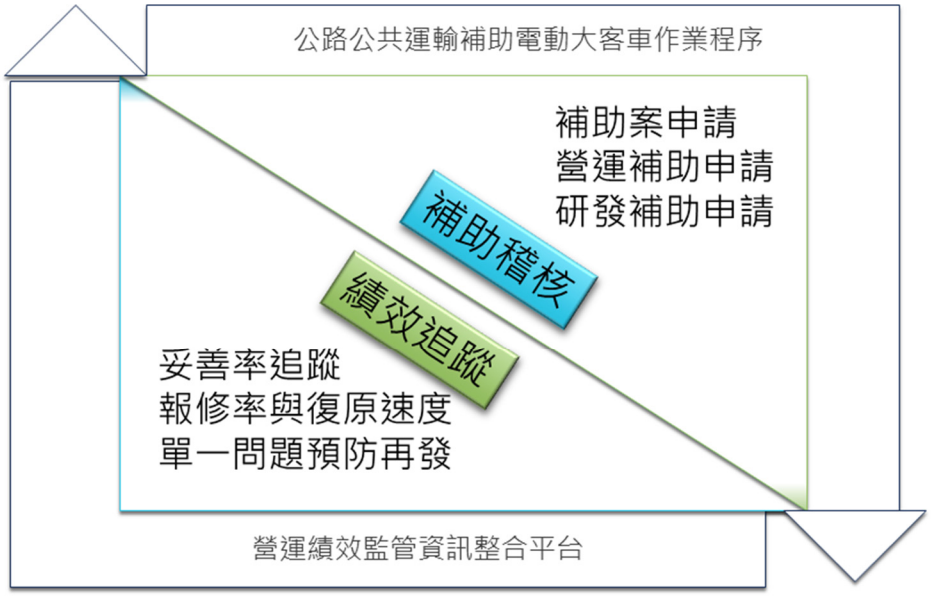
47

營運績效監管資訊整合平台功能定位



48

資訊整合平台與補貼作業勾稽



議題導向式工作圈機制

議題來源：

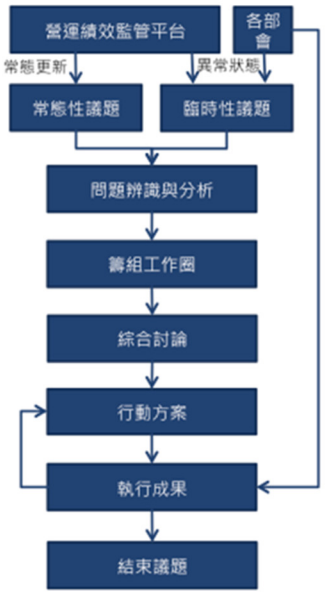
產業與經營常態性課題
營運績效監管平台資訊回饋

工作圈組成：

主要負責單位
次要單位
協作部會單位
專家學者

工作方式：

定期/不定期工作會議
擬定行動方案
追蹤成效



50

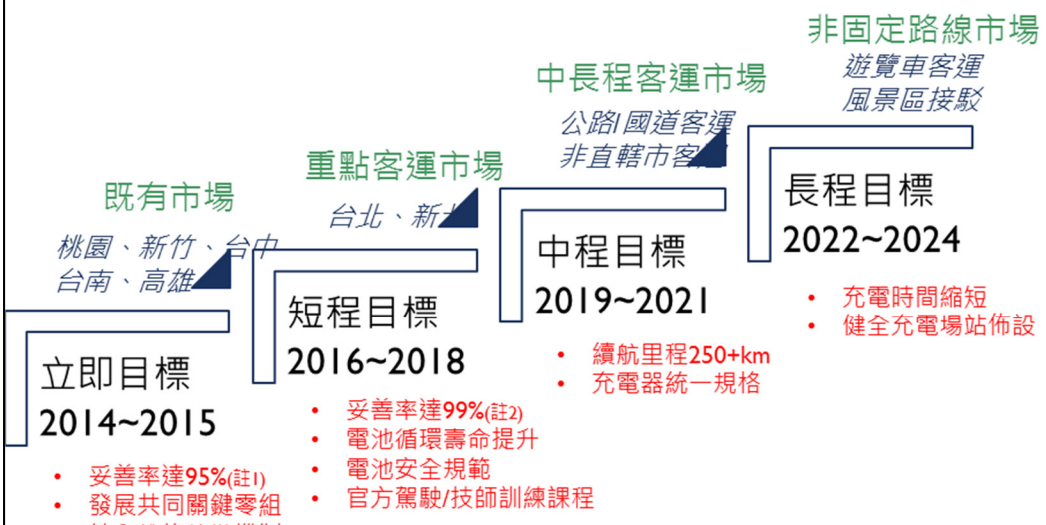
結論

- 回顧國外，歐美日等國考量技術演進快速，新能源車輛推動普遍採取示範運行方式。我國直接補助客運業者購車，市場引導產業力量大，發展快速但衍生妥善率不穩定問題
- 電動大客車現況整體妥善率91.25%，相較柴油大客車99.83%，仍有提升空間，比較101、102、103三個年度的妥善率變化(分別為78.67%、92.06%、92.21%)，隨著經驗累積及技術演進，有逐漸改善趨勢
- 營運與產業核心關鍵問題- 妥善率不穩定
  - 過去直接補助使用者，缺少產業研發輔導機制
  - 市場發展過快，生產品質難以管控
  - 後勤維修體系尚未健全

- 為有利短期推廣，在研擬補貼政策時，應考量因妥善率所增加之成本，合理納入補貼範疇，合理分攤推廣風險
- 現況已累績相當營運規模當下，應更審慎訂定推動策略及配套措施

51

建議短中長期發展策略

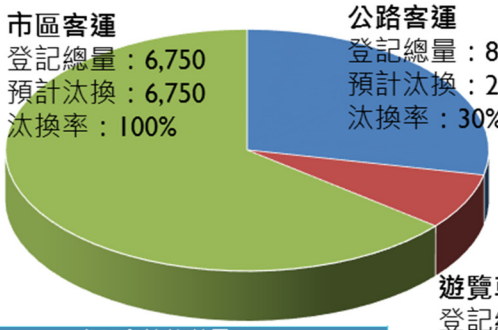


註1：參考首都客運設定妥善率水準為95%以上
註2：參考新竹客運提供資訊柴油車妥善率為99.983%

52

電動大客車推動預期成果

- 依照前述四階段推動策略訂定各階段目標補助數量
- 實現**10**年一萬輛目標願景



業種/地區		柴油車數量	預計汰換	各階段汰換數量			
				2015	2016~2018	2019~2021	2022~2024
市區客運	桃園、新竹、台中、台南、高雄	2,391	2,391	239	717	717	717
	台北、新北	4,007	4,007		1,336	1,336	1,336
	其他縣市	352	352			176	176
公路客運		8,447	2,534			1,267	1,267
遊覽車		15,723	786				786
總計		30,920	10,070	239	2,053	3,496	4,282

53

簡報結束，敬請指教~

54