106- 092- 1374
MOTC-IOT-105-PDB001

反映實際交通情境之車輛動態能源消耗與碳排放特性研究—以大貨車為例

交通部運輸研究所

中華民國 106 年 10 月

106

反映實際交通情境之車輛動態能源消耗與碳排放特性研究—以大貨車為例

交通部運輸研究所

ISBN

GPN：
定價 750 元

106-092-1374
MOTC-IOT-105-PDB001

反映實際交通情境之車輛動態能源消耗與碳排放特性研究—以大貨車為例

著者：蘇振維、張舜淵、楊幼文、張益城、陳柏君、
胡以琴、溫蓓章、莊志偉、吳姿瑩、廖亭瑋

交通部運輸研究所

中華民國 106 年 10 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

反映實際交通情境之車輛動態能源消耗與碳排放特性研究 : 以大貨車為例 / 蘇振維等著. -- 初版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民106.10
面 ; 公分
ISBN 978-986-05-3582-2(平裝)

1.運輸管理 2.能源節約

557 106017784

反映實際交通情境之車輛動態能源消耗與碳排放特性研究—以大貨車為例

著　　者：蘇振維、張舜淵、楊幼文、張益城、陳柏君、胡以琴、溫蓓章、莊志偉、吳姿瑩、廖亭瑋
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 106 年 10 月
印 刷 者： 承亞興圖文印刷有限公司
版(刷)次冊數：初版一刷 70 冊
本書同時登載於交通部運輸研究所網站
定　　價：750 元
展 售 處：
交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496880
五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號•電話：(04)22260330
國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號•電話：(02)25180207

GPN：1010601463　　ISBN：978-986-05-3582-2(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：反映實際交通情境之車輛動態能源消耗與碳排放特性研究-以大貨車為例</td></tr>
<tr><td>國際標準書號（或叢刊號）
ISBN 978-986-05-3582-2(平裝)</td><td>政府出版品統一編號
1010601463</td><td>運輸研究所出版品編號
106-092-1374</td><td>計畫編號
105-PDB001</td></tr>
<tr><td>本所主辦單位：運輸計畫組
主管：張舜淵
計畫主持人：蘇振維(前主管)
研究人員：張舜淵、楊幼文、張益城
聯絡電話：02-2349-6816
傳真號碼：02-2545-0428</td><td colspan="2">合作研究單位：鼎漢國際工程顧問股份有限公司
計畫主持人：陳柏君
研究人員：胡以琴、溫蓓章、莊志偉、吳姿瑩、廖亭瑋
地址：臺北市信義區松山路 130 號 5 樓
聯絡電話：02-2748-8822
傳真號碼：02-2748-6600</td><td>研究期間
自 105 年 03 月
至 105 年 12 月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：能源消耗、溫室氣體排放、車載排放量測系統、大貨車</td></tr>
<tr><td colspan="4">摘要：
為落實推動運輸部門節約能源與減少溫室氣體排放量各項行動方案，本所於近年著手發展車輛動態(行進間)能耗、碳排放與永續運輸規劃關聯模式。希望藉由強化運輸部門基線資料庫，逐步修正國內本土耗油率及排放係數相關資料，建立運輸活動與能耗排放之關聯。
本計畫為該系列研究之一，以 96-103 年已辦理之小客車、大客車、機車之動態能耗、碳排放與運輸規劃作業關聯之研究成果為基礎。本研究以 2 年(104~105 年)時間針對大貨車進行實車道路試驗與分析，透過構建大貨車動態能耗與碳排放推估模式，期能具體估算公路新建或改善計畫對貨車之節能減碳效果，進而有助於提升公路運輸整體節能減碳的綜效。
綜整 2 年期的大貨車研究，具體研究成果如下：
1. 以 HORIBA 2200 車載排放量測系統(OBS)，蒐集近 12.9 萬筆大貨車逐秒排放數據，並與車輛診斷系統(OBD)蒐集之資料進行比較。
2. 建構大貨車於國道不同坡度路段及省、縣道之車速、CO_2 排放與能耗間的關係。
3. 透過案例分析觀察貨櫃車於不同交通環境之能耗與排放的績效，包括：
(1) 任何速率下，滿載之能耗及碳排放均高於半載及空載，且半載之能耗及碳排放亦大多高於空載。
(2) 行駛於國 1 長坡路段，上坡+下坡總耗能約為平坡路段之 1.3~1.7 倍，顯示下坡的節能不足以完全彌補上坡的耗能。
(3) 基隆港若能比照臺北港擁有港區自動化作業，將可明顯提升港區作業效率，減少貨櫃車停等怠速時間，總耗能節省最高可達 40%。
(4) 若於晨昏尖峰進入基隆路二段，將因行駛速率降低，導致能耗及碳排放量約為全日平均值的 3 倍。
4. 比較 OBS 與 OBD 之資料蒐集結果發現，現階段仍不宜採用 OBD，建議短期內車輛動態能耗/碳排放資料蒐集以車載排放量測系統 HORIBA OBS-2200 為優先考量，將來若要採用 OBD 數據，須先要求車廠出示資料的準確度，再納入應用。</td></tr>
</table>

出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
106 年 10 月	632	750	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。

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

備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。

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

TITLE:A Study on the Characteristics of Real-World Energy Consumption and Carbon Dioxide Emissions of Heavy Duty Trucks

ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
ISBN 978-986-05-3582-2 (pbk.)	1010601463	106-092-1374	105-PDB001

DIVISION: Planning Division
DIVISION DIRECTOR: Shuen-Yuan Chang
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Cheng-Wei Su (former division director)
PROJECT STAFF: Shuen-Yuan Chang, Yu-Wen Yang, Yi-Cheng Chang
PHONE: 886-2-2349-6816
FAX: 886-2-2545-0428

PROJECT PERIOD
FROM March 2016
TO December 2016

RESEARCH AGENCY: THI Consultants, Inc.
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Po-Chun Chen
PROJECT STAFF: Yi-Chin Hu, Pei-Chang Wen, Chi-Wei Chuang, Zi-Ying Wu, Ting-Wei Liao
ADDRESS: 5th Fl., No. 130, Sungshan Road, Taipei, Taiwan, 110, R.O.C.
PHONE: 886-2-2748-8822
FAX: 886-2-2748-6600

KEY WORDS: Fuel Consumption, Greenhouse Gas Emissions, On-Board Emission Measurement System, Heavy Duty Truck

ABSTRACT:

For effective and efficient implementation of Transport sector energy saving and carbon reduction actions, the Institute of Transportation (IOT) has made considerable efforts in building travel demand forecasting models for evaluating transportation projects in economic terms and incorporating environmental factors for evaluating effects of transportation policies on fuel consumption and air pollution.

This study continues the efforts of the project entitled, 'A Study on the relation Analysis between Energy Consumption, Emissions and Transportation Planning' and 'A Study of On-board Measurements of Fuel Consumption and Greenhouse Gas Emissions of Large Buses', which established relationships between fuel consumption/greenhouse gas emission rates and traffic operations factors of small automobiles , large buses and motorcycles. The focus this year is on the building of models for heavy duty trucks, especially container trucks. As truck studies are considerably less than those of other vehicle types, data aggregation was conducted by using the import-export database from the Customs Agency, to analyze the container use characteristics to/from both international ports and airports.

The study accomplished the following tasks:

1. Collect data by using the HORIBA 2200 on-board emissions measurement systems (OBS) for about 129 thousand seconds of emissions data of the test truck. Additional data are collected by using the On-board Diagnostic System (OBD) for comparison purpose.
2. Build relationships between CO_2 emissions, fuel consumption and instantaneous operating speeds of freeway by slope class, as well as the Provincial Highways and County Highways.
3. Conduct case study to observe the fuel consumption and emissions performance of the test container truck in various traffic environments, including:
   (1) The fuel consumption and CO_2 emissions of full loading are higher than half-full and empty loads, and also the half-full load conditions are mostly higher than empty loads.
   (2) When driving on long steep slopes of Freeway 1, the total fuel consumptions driving uphill and downhill will be 1.3~1.7 times of the flat section, which means that the energy saving when driving downhill does not make up for the fuel consumption when driving uphill.
   (3) The total fuel consumption saving effects of truck idling reduction will be up to 40% if Keelung Port with automated port operations.
   (4) The fuel consumption and CO_2 emissions will be 3 times the daily averages if the container truck drives on Keelung Road SEC. 2 during peak hours.
4. Compare data collected from OBS and OBD, the results of using OBD as the primary data sources are not favorable at the present stage. Using OBS(HORIBA OBS-2200) to collect data will be better than OBD in the near future, unless manufacturers can put forward accurate information of OBD.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE	CLASSIFICATION
October 2017	632	750	☐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 計畫緣起與目的 1-1
1.2 兩年度工作項目 1-2
1.3 研究範圍與對象 1-4
1.4 研究流程 1-4
1.5 本計畫之定位與效益 1-8

第二章 文獻回顧 2-1
2.1 車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性系列 2-1
2.1.1 發展沿革 2-1
2.1.2 模式概念 2-2
2.1.3 模式內容 2-4
2.1.4 模式成果 2-9
2.1.5 應用案例 2-17
2.1.6 小結 2-18
2.2 國內外大貨車能耗與碳排放相關管制規範 2-19
2.2.1 國內能耗/排放管制現況 2-19
2.2.2 國外能耗/排放標準之現況與發展 2-26
2.2.3 國內貨車行駛道路之限制規範 2-43
2.3 國內貨運運輸特性 2-48
2.3.1 國內貨車統計 2-48
2.3.2 國內貨運車隊行車型態分析 2-57
2.3.3 國內貨車車隊能耗調查分析 2-64
2.3.4 國內大貨車運輸特性 2-68
2.3.5 貨運模式公路運輸指派結果 2-81
2.4 國內外大貨車能耗與碳排放特性相關研究 2-83
2.4.1 國外大貨車能耗/碳排放特性分析 2-83
2.4.2 國內大貨車能耗/碳排放特性分析 2-104
2.5 小結 2-113

第三章 大貨車動、靜態能耗排放相關特性參數之擴充蒐集與調查分析.. 3-1
3.1 模式構想 3-1
3.2 實驗設計 3-4
3.3 動、靜態能耗排放相關特性參數蒐集與調查 3-13
3.3.1 實驗設備 3-13
3.3.2 實驗車輛與用油 3-19
3.3.3 實驗路線與時間 3-24
3.4 實驗數據處理流程與彙整 3-45
3.4.1 本計畫所取得之資料 3-45
3.4.2 資料檢核與處理 3-49
3.4.3 停等資料處理 3-58

第四章 大貨車能耗/CO_2排放推估模式之建構 4-1
4.1 大貨車能耗/CO_2排放推估模式所採用之資料庫 4-3
4.1.1 104 年度資料庫 4-3
4.1.2 105 年度資料庫 4-5
4.2 本計畫實驗資料建構之推估曲線($NV^{\wedge}_{F}$) 4-7
4.3 大貨車能耗/CO_2排放推估模式之建構($NV^{\wedge}_{F.ML}$) 4-12
4.3.1 行駛中能耗/CO_2排放推估曲線($V \geqq 1$~Max) 4-12
4.3.2 非行駛狀態下之車輛能耗/CO_2排放推估值 4-13
4.4 大貨車能耗/CO_2排放推估模式 4-14
4.4.1 行駛中能耗/CO_2排放推估曲線($V \geqq 1$~Max) 4-14
4.4.2 非行駛狀態下之車輛能耗/CO_2排放推估值 4-20
4.5 大貨車能耗/CO_2排放推估模式之驗證 4-22
4.5.1 同一車輛、駕駛、營運路線資料 4-23
4.5.2 不同車輛、駕駛、營運路線資料 4-24
4.5.3 省縣道之整合模式驗證 4-27
4.6 能耗/CO_2排放推估模式應用：以全國車隊道路行駛數據（N_{IOT}）為輸入值之方法與成果 4-29
4.7 國道能耗/排放模式之簡易版 4-43
4.8 小結 4-49

第五章 案例分析 5-1
5.1 國 1 之坡度、能耗與碳排放觀察 5-1
5.1.1 單一旅次觀察 5-1
5.1.2 所有實驗旅次觀察 5-6
5.2 國 1 長坡路段之速率與能耗觀察 5-11
5.2.1 五股-林口長坡觀察 5-11
5.2.2 苗栗-三義長坡觀察 5-15
5.2.3 三義-后里長坡觀察 5-18
5.2.4 三種長坡路段速率及能耗/排放觀察 5-21
5.2.5 兩種坡型之 4 公里長坡能耗/排放觀察 5-23
5.3 港區內貨櫃車旅運行為觀察 5-26
5.3.1 貨櫃場作業流程 5-26
5.3.2 貨櫃車進入港區行車型態分析 5-30
5.4 大貨車行駛路段與時段能耗/碳排觀察分析 5-37
5.5 小結 5-44

第六章 未來車輛動態能耗/碳排放資料蒐集與應用方式試作與探討 6-1
6.1 資料蒐集方式 6-1
6.2 不同設備取得油耗資料觀察 6-4
6.3 應用課題 6-12
6.4 小結 6-15

第七章 結論與建議 7-1
7.1 兩年度計畫結論 7-1
7.2 後續研究建議 7-7

參考文獻
附錄 1 審查意見回覆表
附錄 2 實驗流程與日誌
附錄 3 實驗資料之速率與能耗/排放時間差確認
附錄 4 實驗數據及圖形彙整

附錄 5　實驗資料 5 月 26 日之相關數據分析
附錄 6　大貨車模式建構相關成果
附錄 7　OBS&OBD 量測之能耗差異比較
附錄 8　前期相關研究成果檢討(刪除離群值)
附錄 9　前期實驗數據異常值分析
附錄 10　驗證車行駛紀錄日誌
附錄 11　前期定速巡航與本期國道模式整合
附錄 12　兩年度能耗 CO_2 推估模式整合可行性探討
附錄 13　簡報

表目錄

表 2.1-1 車輛動態能耗碳排模式所考慮之車輛能耗、排放影響因素 2-5
表 2.1-2 車輛動態能耗碳排模式 CO_2 排放曲線之推估方法 2-7
表 2.1-3 2000-2015 年之全國車隊平均車輛燃油經濟性 2-10
表 2.1-4 車輛動態能耗與碳排模式之應用案例 2-17
表 2.1-5 交通策略對交通活動量與能耗碳排的影響 2-18
表 2.2-1 我國車輛能耗管制沿革 2-19
表 2.2-2 我國車輛耗能管理制度 2-21
表 2.2-3 我國小客車、小貨車耗能標準 2-22
表 2.2-4 我國機車耗能標準 2-23
表 2.2-5 重型柴油客、貨車各期排放標準 2-24
表 2.2-6 各國重車能耗或溫室氣體排放標準之比較 2-26
表 2.2-7 歐盟重型貨車分類 2-28
表 2.2-8 歐盟大客車分類 2-30
表 2.2-9 歐盟重車柴油引擎排放標準(穩態測試循環) 2-32
表 2.2-10 歐盟重車柴油引擎排放標準(瞬態測試循環) 2-32
表 2.2-11 歐盟車輛分類表 2-33
表 2.2-12 歐盟車輛保證服務期限規定 2-33
表 2.2-13 歐盟重車使用中車輛管制規定 2-34
表 2.2-14 美國聯邦公路總署之車輛分類 2-35
表 2.2-15 美國環保署之車輛分類 2-36
表 2.2-16 美國重型曳引車油耗/CO_2 標準 2-37
表 2.2-17 美國職業車輛整車 CO_2 標準 2-38
表 2.2-18 美國職業車輛引擎標準 2-38
表 2.2-19 美國重型柴油車污染標準管制期程 2-39
表 2.2-20 2007 年後出廠車型之重車柴油排放標準 2-39
表 2.2-21 日本重車分類方式 2-40
表 2.2-22 中國大陸重車分類 2-42
表 2.2-23 中國大陸重型車油耗法規標準(貨車類) 2-42

表 2.2-24 不同國道道路運行條件比較.....2-43
表 2.3-1 國內貨車車輛登記數－以用途區分.....2-48
表 2.3-2 國內大小貨車車齡分布.....2-49
表 2.3-3 國內營業貨車廠牌占比.....2-50
表 2.3-4 除曳引車、半拖車及拖架以外之大型車輛總重輛限制.....2-51
表 2.3-5 曳引車、半拖車、兼供曳引大貨車、軸組拖架之總聯結重量限制.....2-52
表 2.3-6 民國 101 年底我國貨車車重分布.....2-54
表 2.3-7 國內貨運車隊資料.....2-57
表 2.3-8 國內貨運業者之營運特性調查－問卷發放與回收資訊.....2-64
表 2.3-9 不同貨運業類別之車隊基本資料.....2-65
表 2.3-10 101 年本團隊調查貨車車齡與燃油效率之關係.....2-65
表 2.3-11 汽車貨櫃貨運業之耗油效率與年平均行駛里程-以車齡區分.....2-66
表 2.3-12 貨車核定車重與燃油效率之關係.....2-67
表 2.3-13 汽車貨櫃貨運業的耗油效率與年平均行駛里程-以車重區分.....2-67
表 2.3-14 民國 103 年汽車貨運運量排名 10 大商品.....2-68
表 2.3-15 我國海關進、出口貨櫃運輸種類分布比例.....2-69
表 2.3-16 我國海關進、出口貨櫃運輸載重統計分析.....2-70
表 2.3-17 我國海關進、出口貨櫃貨種總運量統計分析.....2-72
表 2.3-18 我國海關進口貨櫃運送起迄點分布.....2-74
表 2.3-19 我國海關出口貨櫃運送起迄點分布.....2-75
表 2.3-20 我國聯結車平日行駛於國道起迄點分布.....2-76
表 2.3-21 我國聯結車假日行駛於國道起迄點分布.....2-78
表 2.3-22 我國運輸部門排放清冊大貨車燃油效率.....2-80
表 2.3-23 基年(99 年)不同道路類型大貨車延車公里占比.....2-81
表 2.3-24 城際運輸系統需求模式之平常日各道路等級速率分布百分比.....2-81
表 2.3-25 城際運輸系統需求模式之一般假日各道路等級速率分布百分比.2-82
表 2.4-1 MOVES2014a 依車輛類型適用之估算公式與參數.....2-85
表 2.4-2 MOVES2014a 之行駛狀態分類：MHDV 及 HHDV 適用.....2-86

表 2.4-3 MOVES2014a 之柴油重型車輛之各階段能耗占比 （2011 年全國車隊）.....2-89
表 2.4-4 坡度對燃油經濟性的影響.....2-93
表 2.4-5 速率與輪胎形式對燃油經濟性的影響.....2-94
表 2.4-6 日本貨車研究之量測設備.....2-102
表 2.4-7 港區重型卡車平均行駛車速及怠速惰轉時間.....2-105
表 2.4-8 排放係數推估結果.....2-107
表 2.4-9 油耗及 SO_2 排放係數推估結果.....2-107
表 2.4-10 柴油車惰轉 CO_2 排放係數比較.....2-107
表 2.4-11 以 OBS 測試結果推估之單位里程排放量.....2-110
表 2.4-12 大貨車中華 FM557MS 採用之車輛排放係數.....2-110
表 3.2-1 大貨車動態能耗系列 2 年度之實驗設計.....3-4
表 3.2-2 實驗大貨車與國內大貨車可取得之資料項目.....3-5
表 3.2-3 大貨車能耗、排放之影響因素.....3-9
表 3.3-1 本計畫採用之實驗設備及其功能.....3-14
表 3.3-2 車上 OBD_可擷取參數.....3-18
表 3.3-3 實驗車輛選擇考量因素表.....3-19
表 3.3-4 兩年期實驗車輛出廠年份與規格.....3-20
表 3.3-5 實驗油品參數表（經化驗市售柴油）.....3-23
表 3.3.6 實車測試實驗之試車場場地配置與規格功能.....3-26
表 3.3-7 大貨車模擬高快速道路之行車樣態實驗設計.....3-29
表 3.3-8 基隆港東岸－中正路統一戲院前號誌時制計畫.....3-30
表 3.3-9 大貨車模擬省縣道、市區道路之行車樣態實驗設計.....3-31
表 3.3-10 大貨車模擬港區之行車樣態實驗設計.....3-32
表 3.4-11 執行日期與項目.....3-33
表 3.3-12 實車測試國道路線規劃.....3-35
表 3.3-13 實車測試省、縣道路線規劃.....3-39
表 3.3-14 實驗執行項目與日期.....3-42
表 3.4-1 實驗設備主要取得參數資料彙整.....3-45
表 3.4-2 OBS 參數資料說明.....3-46

表 3.4-3 Garmin Oregon550t 參數資料說明 3-47
表 3.4-4 OBD 參數資料說明 3-48
表 3.4-5 國道縱坡與座標資料格式範例 3-49
表 3.4-6 104 年大貨車不同實驗項目之速率、能耗/排放時間差結果 3-53
表 3.4-7 105 年實驗車輛不同實驗項目之速率、能耗/排放時間差結果 3-53
表 3.4-8 本計畫 104 年度各實驗項目有效樣本之速率分布 3-55
表 3.4-9 本計畫 104 年度定速巡航有效樣本之速率(V≧10,A=0)分布 3-56
表 3.4-10 本計畫 105 年度實驗數據之各道路等級速率分布 3-57
表 3.4-11 本計畫模式建構資料庫說明 3-58
表 3.4-12 本計畫 104 年度行駛及非行駛有效實驗數據統計彙整表 3-59
表 3.4-13 本計畫 105 年度行駛及非行駛有效實驗數據統計彙整表 3-59
表 4.1-1 大貨車各實驗項目之樣本數(保留離群值) 4-4
表 4.1-2 各道路類型之建模樣本數 4-6
表 4.3-1 推估方法與推估模式建構結果 4-12
表 4.3-2 停等能耗/CO_2 排放推估方法 4-13
表 4.4-1 各道路類型轉換率($FI^{\wedge}_F$)：FUEL 4-16
表 4.4-2 104 年與 105 年之省縣道停等轉換率($FI^{\wedge}_F$) 4-20
表 4.4-3 停等轉換因子(R_{idle})之建構與推估結果 4-21
表 4.5-1 同一車輛、駕駛、營運路線之驗證結果 4-24
表 4.5-2 不同車輛、駕駛、營運路線之驗證結果 4-26
表 4.5-3 104 年省縣道模式相同車輛、不同駕駛、不同營運路線之
驗證結果 4-28
表 4.6-1 全國車隊道路行駛能耗平均值(N_{IOT}) 4-29
表 4.6-2 大貨車之能耗與排放推估值（以 2015 年 N_{IOT} 為輸入值）：
單位 l/s、g/s 4-31
表 4.6-3 大貨車之能耗與排放推估值（以 2015 年 N_{IOT} 為輸入值）：
單位 l/km、g/km 4-37
表 4.7-1 國 1 主要路段平均坡度 4-44
表 4.7-2 大貨車國 1「北上」各路段能耗率推估結果 4-45
表 4.7-3 大貨車國 1「南下」各路段能耗率推估結果 4-46

表 4.7-4 大貨車國 1「北上」各路段碳排率推估結果 4-47
表 4.7-5 大貨車國 1「南下」各路段碳排率推估結果 4-48
表 5.1-1 北上旅次各路段速率、能耗與碳排(2016/06/01) 5-2
表 5.1-2 南下旅次各路段資訊表(2016/06/01) 5-4
表 5.1-3 北上旅次各路段資訊表 5-8
表 5.1-4 南下旅次各路段資訊表 5-10
表 5.2-1 大貨車行駛長坡速率觀察 5-21
表 5.2-2 長坡路段油耗率、碳排率比較 5-22
表 5.2-3 坡段線型、坡度與距離資料 5-23
表 5.2-4 坡段線型、坡度與距離資料 5-24
表 5.3-1 基隆港及臺北港區內貨櫃車運輸型態 5-34
表 5.3-2 基隆港及臺北港區內貨櫃車能耗/排放量 5-35
表 5.4-1 大貨車行駛觀察路段全日分時總能耗及碳排量 5-42
表 6.1-1 OBS 及 OBD 油耗量測原理彙整 6-3
表 6.2-1 省縣道 OBS 及 OBD 量測值 t 檢定統計結果 6-5
表 6.2-2 國道 OBS 及 OBD 量測值 t 檢定統計結果 6-5
表 6.3-1 OBS 與 OBD 油耗量測結果比較表 6-13
表 6.3-2 OBD II 訊號轉換擷取資訊之 SAEJ1939 通訊協定格式 6-14

圖目錄

圖 1.4.1 整體研究流程圖 1-7
圖 1.5.1 本計畫與「第二期能源國家型科技計畫(NEP-II)」關聯圖 1-8
圖 2.1.1 小客車之實驗設計與模式建構流程 2-2
圖 2.1.2 車輛動態能耗碳排模式成果之概念 2-3
圖 2.1.3 小客車動態能耗與碳排推估曲線：以 2015NIOT 值代入（距離版） 2-11
圖 2.1.4 小客車動態能耗與碳排推估曲線：以 2015NIOT 值代入（時間版） 2-12
圖 2.1.5 大客車動態能耗與碳排推估曲線：以 2015NIOT 值代入（距離版） 2-13
圖 2.1.6 大客車動態能耗與碳排推估曲線：以 2015NIOT 值代入（時間版） 2-14
圖 2.1.7 機車動態能耗與碳排推估曲線：以 2015NIOT 值代入（距離版） 2-15
圖 2.1.8 機車動態能耗與碳排推估曲線：以 2015NIOT 值代入（時間版） 2-16
圖 2.2.1 高雄市公告通行及近型區域範圍圖桃園市 2-46
圖 2.3.1 貨櫃架式拖車 2-53
圖 2.3.2 A 車單日行車速率分布圖 2-58
圖 2.3.3 B 車單日行車速率分布圖 2-59
圖 2.3.4 C 車單日行車速率分布圖 2-60
圖 2.3.5 D 車單日行車速率分布圖 2-60
圖 2.3.6 E 車單趟行車速率分布圖 2-61
圖 2.3.7 各路線行駛距離與平均速率分布 2-62
圖 2.3.8 各路線行駛距離與停等時間占比分布 2-62
圖 2.3.9 各路線總行駛時間與停等時間占比分布 2-63
圖 2.3.10 我國海關進、出口貨櫃種類分布圖 2-69
圖 2.3.11 我國海關進、出口登記 20 呎(1TEU)貨櫃貨物淨重分布圖 2-70
圖 2.3.12 我國海關進、出口登記 40 呎(2TEU)貨櫃貨物淨重分布圖 2-71
圖 2.3.13 我國海關進、出口貨櫃貨種總運量分布圖 2-73
圖 2.3.14 我國聯結車行駛於國道平、假日里程分布圖 2-75

圖 2.4.1 MOVES2014a 之能耗推估：1960-2013 年車型年之 柴油重型車輛適用 2-87
圖 2.4.2 MOVES2014a 之柴油中重型車輛能耗推估 （2012-2020 年車隊平均值） 2-88
圖 2.4.3 MOVES2014a 之柴油重型車輛長時間停等能耗率 2-90
圖 2.4.4 速率和輪胎形式對燃油經濟性的影響 2-95
圖 2.4.5 載重與車速對燃油經濟性的影響：平坡路段 2-96
圖 2.4.6 載重與車速對燃油經濟性的影響：中等坡度路段 2-97
圖 2.4.7 貨物淨重設計示意圖 2-98
圖 2.4.8 貨物淨重與對燃油經濟性的影響：60 噸 LHVs 2-99
圖 2.4.9 美國柴油大貨車各車型年的平均燃油經濟性 2-100
圖 2.4.10 日本模擬貨車行駛型態之實測示意 2-101
圖 2.4.11 日本模擬重貨車之行駛型態 2-101
圖 2.4.12 日本大型車類之 CO2 排放、燃料消耗與速率關係 2-103
圖 2.4.13 車載設備 HORIBAOBS-2200 安裝大貨車實例 2-109
圖 2.4.14 車重增加對行駛阻力與定速油耗之影響 2-112
圖 2.4.15 不同車重與胎壓對行駛阻力與油耗關係 2-112
圖 3.1.1 運輸規劃與能耗、CO_2 排放整合模式 3-2
圖 3.2.1 實驗項目與模式建構圖 3-10
圖 3.3.1 車載系統架構 3-14
圖 3.3.2 實驗車載系統及其他附屬配備：本年度實驗曳引大貨車 3-15
圖 3.3.3 車上 OBD 轉換 RS232 擷取系統 3-18
圖 3.2.5 104 年度實驗車輛－HINO 500 / F7DJ：實驗大貨車 3-21
圖 3.3.6 105 年度實驗車輛－Scania P340：實驗大貨車 3-22
圖 3.3.7 試車場實驗場域 3-24
圖 3.3.8 彰濱工業區實驗場域 3-25
圖 3.3.9 實車測試之彰濱工業區場域實驗地圖 3-28
圖 3.3.10 路線 A1：埔心鄉柳橋西路 670 號→埔鹽系統交流道 3-36
圖 3.3.11 路線 A2：埔鹽系統交流道→五股交流道 3-37
圖 3.3.12 路線 A3：五股交流道→台北港行政大樓 3-38

圖 3.3.13 路線 B1：埔心鄉柳橋西路 670 號→臨港路五段(臺 1 線) 3-40
圖 3.3.14 路線 B2：臨港路五段→埔心鄉柳橋西路 670 號(臺 17 線、縣道 144) 3-41
圖 3.3.15 實驗車輛配重 12 噸沙包 3-43
圖 3.3.16 排氣管流量計接續矽膠套破損 3-44
圖 3.4.1 道路實驗擷取 GPS 定位資訊不穩定示意圖 3-50
圖 3.4.2 國道坡度資料連結之處理流程圖 3-51
圖 3.4.3 速率、能耗/排放隨時間每平移 1 秒變化圖 3-52
圖 3.4.4 本計畫實驗資料篩選邏輯 3-54
圖 4.2.1 定速巡航 $NV^{\wedge}_{F}$ 推估結果：FUEL、CO_2 4-8
圖 4.2.2 市區繞行 $NV^{\wedge}_{F}$ 推估結果：FUEL、CO_2 4-9
圖 4.2.3 國道 $NV^{\wedge}_{F}$ 推估結果：FUEL、CO_2 4-11
圖 4.4.1 $FI^{\wedge}_{F}$ 分布圖：FUEL 4-15
圖 4.4.2 $NV^{\wedge}_{F.ML}$ 分布圖：FUEL、CO_2 4-20
圖 4.4.3 104 年與 105 年之省縣道停等轉換率($FI^{\wedge}_{F}$)分布 4-21
圖 4.5.1 本計畫模式驗證方法流程圖 4-22
圖 4.6.1 全國大貨車能耗/CO_2 排放輸出結果：單位 l/s、g/s 4-36
圖 4.6.2 全國大貨車之能耗/CO_2 排放輸出結果：單位 l/km、g/km 4-42
圖 5.1.1 北上速率分布圖(2016/06/01) 5-5
圖 5.1.2 南下速率分布圖(2016/06/01) 5-5
圖 5.1.3 北上旅次各路段速率、能耗/排放分布圖 5-7
圖 5.1.4 南下旅次各路段速率、能耗/排放分布圖 5-9
圖 5.2.1 五股-林口段之上坡微觀觀察圖 5-13
圖 5.2.2 林口-五股段之下坡微觀觀察圖 5-14
圖 5.2.3 苗栗-三義段之上坡微觀觀察圖 5-16
圖 5.2.4 三義-苗栗段之下坡微觀觀察分布圖 5-17
圖 5.2.5 后里-三義段之上坡微觀觀察圖 5-19
圖 5.2.6 三義-后里段之下坡微觀觀察分布圖 5-20
圖 5.2.7 坡段速率能耗分布圖 5-25
圖 5.3.1 進口整櫃流程圖 5-27

圖 5.3.2 出口整櫃流程圖 5-28
圖 5.3.3 基隆港西岸貨櫃碼頭示意圖 5-30
圖 5.3.4 貨櫃車進入基隆港之行車速率分布圖 5-31
圖 5.3.5 臺北港貨櫃碼頭現況與未來規劃示意圖 5-32
圖 5.3.6 貨櫃車進入臺北港之行車速率分布圖 5-32
圖 5.3.7 貨櫃車進入臺北港及基隆港之作業程序停等能耗量 5-36
圖 5.4.1 大貨車行駛臺北市基隆路二段能耗/碳排量估算範圍 5-37
圖 5.4.2 大貨車行駛新北市新台五路一段能耗/碳排量估算範圍 5-38
圖 5.4.3 臺北市基隆路二段與新北市新台五路行駛速率分布 5-39
圖 5.4.4 臺北市基隆路二段全日速率與能耗率分布圖 5-40
圖 5.4.5 臺北市新台五路一段全日速率與能耗率分布圖 5-40
圖 5.4.6 大貨車行駛觀察路段全日分時總能耗分布圖 5-43
圖 5.4.7 大貨車行駛觀察路段全日分時碳排量分布圖 5-43
圖 6.1.1 實驗室實驗取樣運作示意圖 6-2
圖 6.1.2 車上診斷系統(OBD)運作示意圖 6-3
圖 6.2.1 OBS 及 OBD 量測值之 t 檢定統計量分布 6-7
圖 6.2.2 OBS 及 OBD 量測油耗率分布：NV_F 6-8
圖 6.2.3 105 年度省縣道量測 OBS 及 OBD 能耗率分布：NV_F 6-10
圖 6.2.4 105 年度國道量測 OBS 及 OBD 能耗率分布：NV_F 6-11

第一章 緒論

1.1 計畫緣起與目的

為能估算有關交通建設計畫及運輸管理等交通改善策略之節能減碳效果，實需透過能耗與碳排放資料庫及評估工具的輔助支援才能達成。惟鑑於國內整體交通環境已逐漸由硬體建設時期進入軟體管理時期，以往多以「燃油經濟性(公升/公里)」×「延車公里」來計算公路車輛之耗油量的方式，當延車公里數無明顯變化情況時，將無法忠實反映因管理手段而致「速率」提升所帶來的節能減碳效果。此外，目前環保署雖有針對各車種不同速率下之耗油率進行研究，惟因未能考慮「道路類型」、「停等」及「坡度」等影響，導致推估結果無法反映實際交通情境而有所失真。

爰此，為評估並落實交通部規劃推動之各項節能減碳行動方案，同時提升公路建設計畫與交通管理措施節能減碳效益推估預測之精準度，本所自 96 年起持續辦理「車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性」系列研究，陸續透過道路實測與分析，完成小客車、大客車、機車等車種之本土化車輛動態能源消耗與 CO_2 排放特性資料庫並建立推估模式，提供政府做為政策分析及後續研究之基礎。而鑑於公路運輸系統總耗油量約有三分之一係來自於貨運車輛，為完備各車種能耗與碳排放特性資料庫，實有必要進一步針對貨運車輛之能耗與碳排放特性進行研究。

經統計國內大貨車的整體能源消耗量占比僅次於自小客車，約為小貨車的 2 倍，加上大貨車經常成為特定路段或時段管制之主要實施對象，政府有必要確實掌握其動態能源消耗與 CO_2 排放特性，才能據以評估相關行動方案或交通管理措施之節能減碳效果。因此本所透過 104~105 年之兩年度研究，針對大貨車進行道路實測，蒐集與調查分析大貨車動態能源消耗與碳排放特性資料，並建立動態能源消耗與碳排放推估模式。惟由於國內大貨車車型種類較為複雜，且相關能耗與碳排放管制規範尚未完備，同時考量國內首次進行大貨車實車測試之運行安全性等因素，104 年以框式大貨車在特定試車場內進行不同載重、速率情境下的定速巡航實驗，並輔以工業區區內道路的道路實測。

105 年度進一步擴大實驗車型與道路實測資料庫，以貨櫃車進行各類型道路實測，並蒐集貨櫃車在國道之坡度與加減速動態能耗與碳排放特性資料，據以檢討修正 104 年所建立推估曲線，以提升模式代表性與預測精準度。再者，透過案例分析，具體估算公路新建或改善計畫之大貨車節能減碳效果，並進行大貨車港區怠速停等議題之研析，以及行駛市區路段與時段管制策略之擬定。此外，考量車輛動態能耗與碳排放特性可能隨車輛技術發展與環保法規標準而提升，為能降低未來資料蒐集調查之成本，同時確保推估模式暨相關參數之合理性，105 年度亦將針對未來車輛動態能耗/碳排放特性資料庫更新方式，例如透過車上診斷系統(On-Board Diagnostic, OBD)與大數據分析技術之導入及應用等進行試作與探討。

1.2 研究內容與流程

整體研究流程如圖 1.2.1 所示，主要工作包括：

1. 第 1 年(104 年度)

(1) 文獻回顧

文獻回顧之重點包括：

①國內大貨車車種與運輸特性分析。

②大貨車能源消耗與碳排放特性影響因素分析。

③國內外大貨車能耗/碳排放特性與推估模式。

④國內外大貨車能耗與碳排放相關管制規範。

(2) 大貨車動態試驗實驗設計規劃(含 2 年度)

①車型選擇

參考國內現有大貨車耗能或污染物管制標準之等級劃分，並參酌相關指標，例如車輛數、排碳量、車公里數或其他，擇定國內主流大貨車車型進行實車道路試驗。

②道路實車測試場域選擇

以安全為前提，考量實測資料取得可行性與易行性，選擇適合之測試場域，例如一般道路或封閉型測試場，並反映不同道路類型對能耗及碳排放之影響。

③能耗/排放量測設備選用

第 1 年度延續本系列研究使用之能耗/排放量測設備，優先選用 HORIBA OBS-2200，並視實驗規模以 OBD(車上診斷系統)、FCM(燃油消耗計)輔助蒐集能耗參數，用以量測大貨車動、靜態能耗與碳排放特性資料。

(3) 大貨車動態能耗/排放實車測試

透過實驗設計規劃，選擇適當車型與測試場域，執行第 1 年實車道路測試，蒐集相關車型之大貨車動、靜態能耗與碳排放特性基本資料庫。

(4) 大貨車動態能耗/碳排放推估模式雛型建構

以第 1 年大貨車能耗與碳排放資料庫，進行資料統計分析，並提供國內大貨車能耗與碳排放相關參數，做為大貨車動態能耗與碳排放推估模式雛型。

2. 第 2 年(105 年度)

(1) 文獻回顧

文獻回顧包括四大方向：

①車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性系列

②國內外大貨車能耗與碳排放相關管制規範

③國內貨運運輸特性

④國內外大貨車能耗與碳排放特性相關研究

(2) 104 年期相關研究成果檢討

將 104 年期實驗項目分別配適行駛狀態動態能耗/碳排推估曲線、非行駛狀態動態能耗/碳排推估特性，探討各實驗項目之能耗表現及代表性。

(3) 實驗數據蒐集

依據前階段計畫成果與執行經驗，藉以研擬本計畫之大貨車實驗設計，進行大貨車動態能耗與溫室氣體排放的數據蒐集。

①實驗車輛：需考量國內貨運運輸需求、順利取得 OBD 資料、實驗設備安裝限制及實驗車輛租借限制等。

②實驗場域：本年度將坡度變數納入考量，需有效蒐集車輛行駛坡道之資料，建議路線規劃優先以國道 1 號為主。

(4) 建構大貨車動態能耗/排放推估模式

①依據前述資料蒐集與檢討分析結果，建立大貨車動態能耗與碳排放推估模式。

②建立大貨車動態能耗與碳排放推估值查詢表(Lookup table)。

(5) 案例分析

依據分析成果，挑選合適之可能推展之計畫，進行案例應用探討。

(6) 未來車輛動態能耗/碳排放特性資料蒐集與應用之方式進行試作與探討

將本計畫蒐集 OBD 之實驗數據進行分析，提供未來以 OBD 量測儀器蒐集實驗數據之可用性。

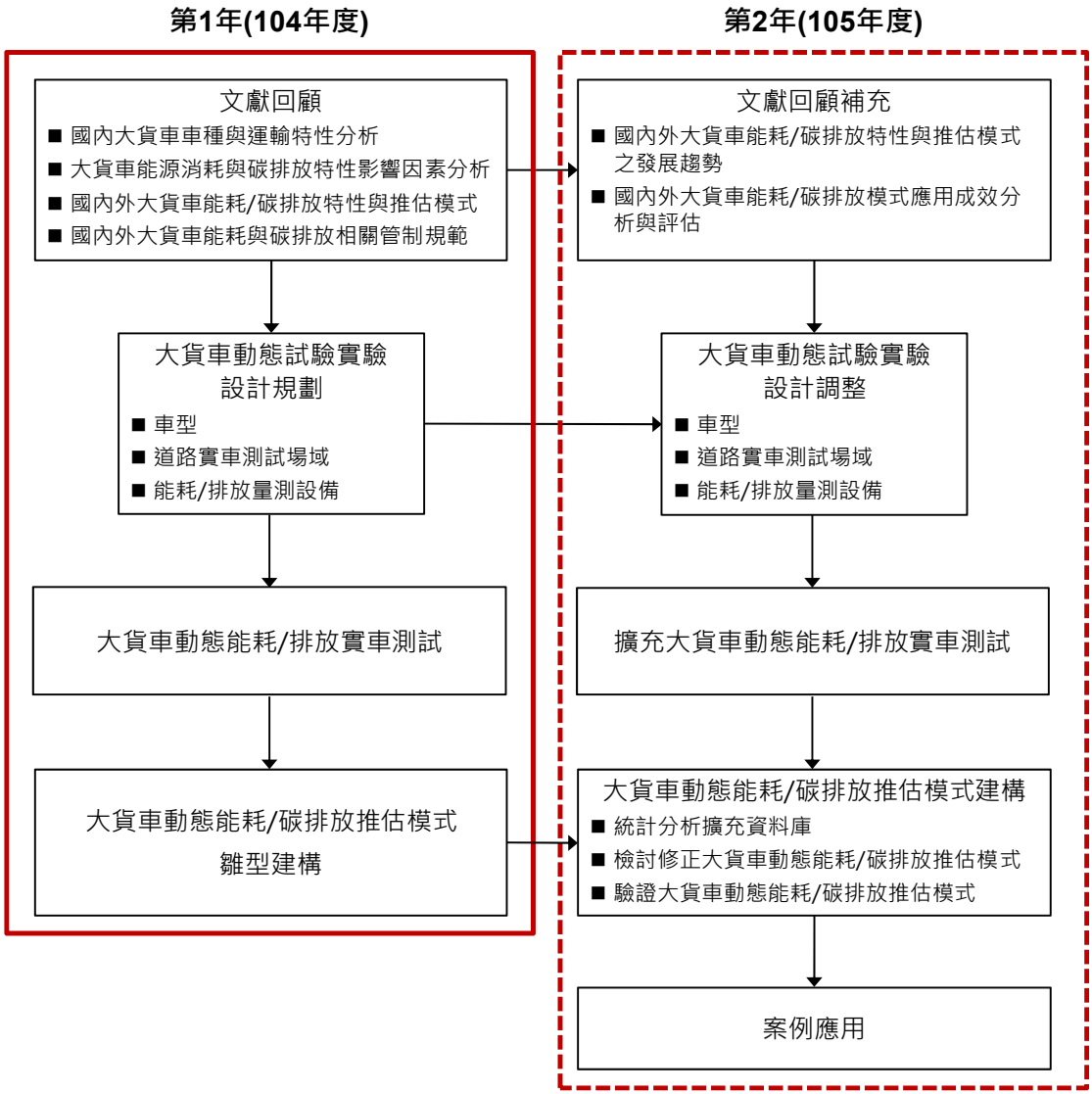


圖 1.2.1 整體研究流程圖

1.3 研究範圍與對象

兩年度研究範圍與對象說明如下：

1. 第 1 年(104 年度)

   (1) 以國內現有大貨車耗能或污染物管制標準之等級劃分，並參酌交通部門相關指標(例如排氣量、營業用)之貨運車輛為研究範圍。

   (2) 以國內主流大貨車車型為主要調查對象。

2. 第 2 年(105 年度)

   (1) 以國內港區至貨櫃集散場之貨櫃車主要行駛路線為研究範圍。

   (2) 以貨櫃車為主要調查及模式建立對象。

1.4 本計畫之定位與效益

本計畫自 96 年起辦理一系列相關研究，並自 104 年度起納入「第二期能源國家型科技計畫(NEP-II)」範疇，本計畫與 NEP-II 關聯如圖 1.4.1 所示，主要為建立車輛動態能耗/碳排放推估模式，提供運輸部門估算運輸政策、交通建設計畫、交通改善策略之節能減碳效果。

以往計算公路運輸能耗、碳排放多以車公里與平均燃油經濟性作推估，此方法無法明確得知實際運行道路時，速率改善、怠速改善、行駛道路類型轉移所帶來節能減碳之效益，因此，此系列研究致力於完備建構車種為目的，以完善提供運輸部門車輛動態能耗/碳排推估模式，提高計算節能減碳之準確度。

該系列研究透過應用案例，可展現不同尺度(微觀、巨觀)、不同運輸模型進行分析，目前已應用案例包含(1)高速公路收費站實施 ETC 與人工收費比較；(2)竹北交流道改善計畫；(3)100 年度臺北市智慧化號誌時制設計及控制管理計畫等，更多案例應用說明詳見 2.1.5 節。

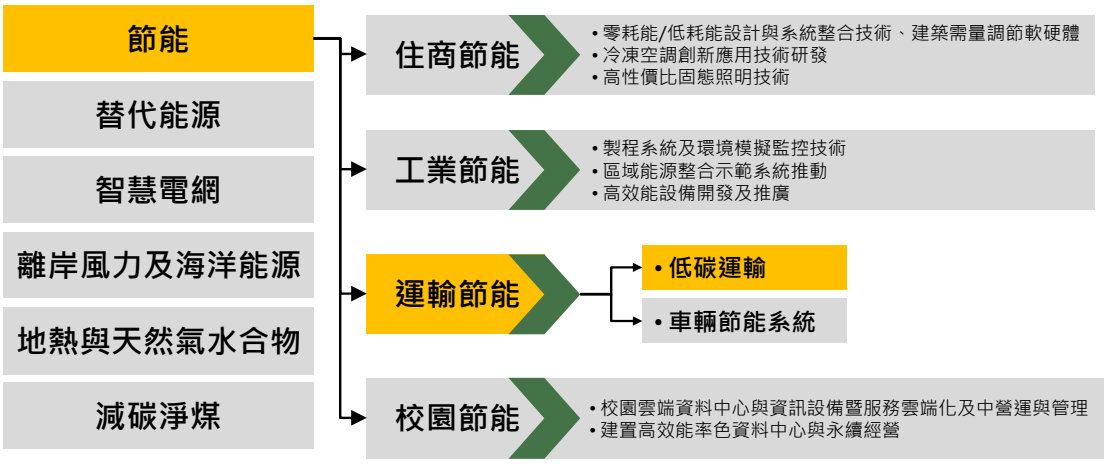


圖 1.4.1 本計畫與「第二期能源國家型科技計畫(NEP-II)」關聯圖

第二章 文獻回顧

2.1 車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性系列

2.1.1 發展沿革

國內運輸部門能源消耗約占全國 14%，其中，公路運輸又占運輸部門之 95%，遠高於海、空及軌道運輸。傳統對於公路運輸的能耗、污染排放量計算，多以車公里x平均燃油經濟性（即每公升燃油的延車公里）及實驗室參數推估，此方法無法明確得知實際於道路運行時，在不同速率或不同道路型態之能耗與污染排放量差異，實難以清晰地評估運輸計畫、交通管理策略對環境面的影響。

有鑑於此，本所「運輸規劃與能源消耗、CO_2 排放整合型模式」系列研究由規劃面著手，考量於運輸計畫形成過程中，加強旅運行為與能源消耗、CO_2 排放之關聯性分析，可應用於分析不同運輸計畫方案、不同旅運行為等，對於能源消耗與 CO_2 排放之可能影響。換言之，未來重大交通建設在進行可行性分析時，除了考量旅行時間或旅行成本之外，亦可在運輸需求模式與方案規劃評估過程中，納入永續發展及能源消耗、碳排放間之關聯性評估，以促進運輸系統能朝「永續」方向發展。該系列研究建構運輸行為與能源消耗、污染排放之關聯性，發展出一套整合性評估架構，其成果可以提升運輸規劃模式之分析能力，使公路運輸計畫形成過程中，即能夠評量能耗與排放的影響，強化評估體系之完整性。

該系列研究自 96 年起，進一步藉由採用新式車載排放量測設備（On-Board Emission Measurement System, OBS），先後針對小客車、大客車與機車，進行車輛之動、靜態能耗/排放特性蒐集與調查分析，採用車種、道路類型、坡度、車速等作為解釋變數，建構車輛之能耗/CO_2 排放推估模式，可於後續搭配交通模擬、運輸規劃模式應用時，能夠衡量出各交通運輸計畫/方案在能耗與溫室氣體排放的差異性，協助交通運輸計畫進行方案評估。該系列研究至 103 年止，已完成小客車、大客車（國道客運與市區公車）、機車等車種之模式建構，提供具有道路類型差異、隨速率變化的能耗/碳排參數。在應用方面，除了實際運用於多項微觀、巨觀問題之分析與評估，並已納入本所「交通建設計畫經濟效益評估手冊」中的行車燃料成本參數、二氧化碳參數，成為後續重大公路計畫進行節能減碳效益評估之重要分析工具。

2.1.2 模式概念

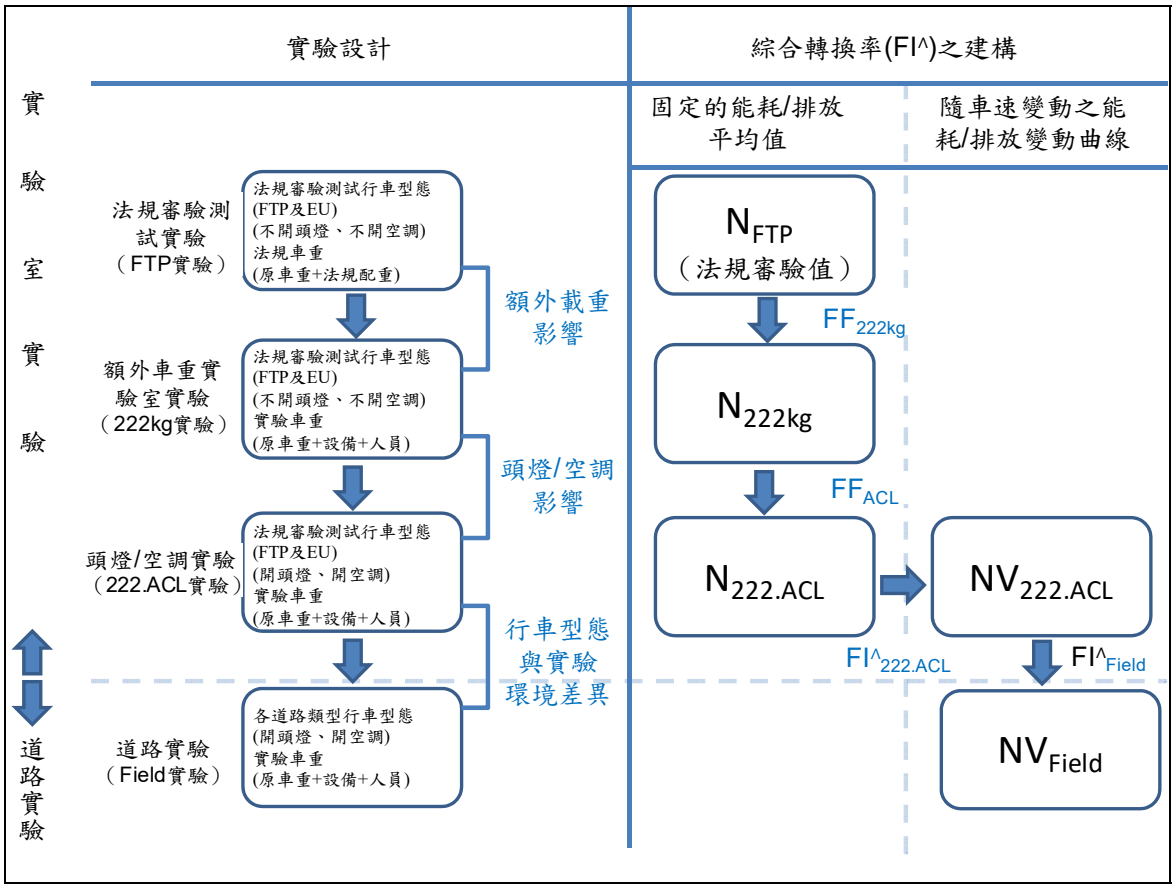
該系列研究基於實務應用目的來建構模式，計畫特色如下：

1. 考慮交通部門計畫評估所重視的變數

在評估交通計畫方案、交通管理策略等實務應用的考量下，進行動態能耗與溫室氣體排放模式構建時，所考慮的影響因子著重能夠反應於交通部門可操作的變數，如道路類型、速率等；其他影響因素則設定為控制變數。

2. 以綜合轉換率做為模式成果

考量國內車輛數難以進行全面性實測，在有限的研究資源下，以實驗設計方式，尋求法規審驗測試與道路實測情境的關聯。以小客車為例，以實驗室內的法規審驗為起始情境，再逐次變動載重、開啟頭燈空調、行車型態等狀態，最終為道路實測情境。在上述各別情境實驗間，可分別建構轉換率，整體來說，最初的情境與最終情境的綜合轉換率，即為該模式成果。



資料來源：能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用，本所，民國 99 年。

圖 2.1.1 小客車之實驗設計與模式建構流程

承上，如圖 2.1.2，模式成果為一套綜合轉換率（$CF^{\wedge}_{F.Cn}$），以此綜合轉換率再搭配車輛既有之平均值，即可展開成車輛於實際道路上之動態能耗特性（$NV^{\wedge}_{F.ML.Cn}$），如式 2.1-1 所示；隨後可再透過碳排放轉換當量（FF_U），將車輛之動態能耗特性轉換成 CO_2 排放特性，如式 2.1-2 所示。

動態能耗推估值＝綜合轉換率 × 法規標準測試之能耗值

$$FUEL\left(g/s\right)=NV^{\wedge}_{F.ML.Cn} = CF^{\wedge}_{F.Cn}(\%) \times N_T\left(g/s\right) \qquad （式 2.1-1）$$

動態CO_2排放推估值＝碳排放轉換當量(FF_U) × 動態能耗推估值

$$CO_2\left(g/s\right)=FF_U \times FUEL\left(g/s\right) \qquad （式 2.1-2）$$

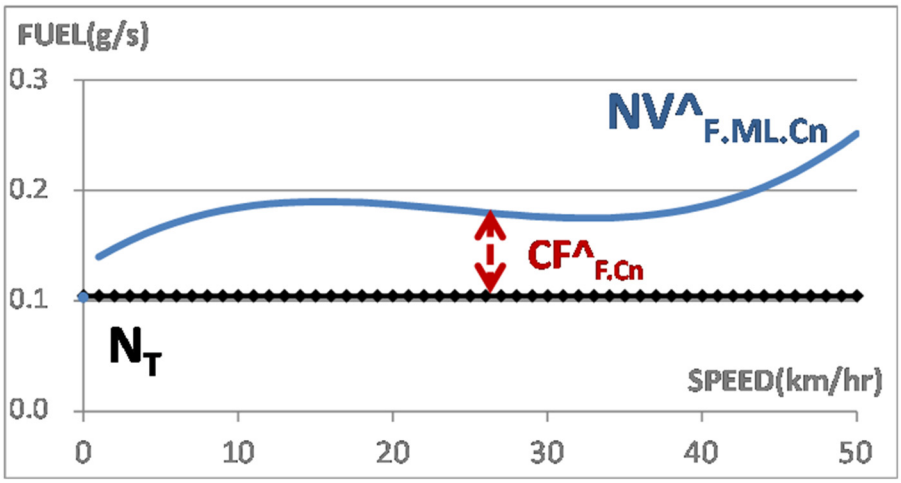
其中，

(1) 各車種動態能耗推估值（$NV^{\wedge}_{F.ML.Cn}$）：依據各車種、道路類型及速率改變之下，推估各車種能耗值，單位為 g/s。

(2) 綜合轉換率（$CF^{\wedge}_{F.Cn}$）：依據各車種、道路類型及速率改變的綜合轉換率（%），此綜合轉換率與法規測試能耗平均值搭配，即可求得各車種動態能耗推估值。

(3) 各車種法規標準測試能耗平均值（N_T）：為各車種法規標準測試能耗平均值（g/s），來源包含能源局之公告值、運輸部門排放清冊推估值及客運業者統計值等。

(4) 碳排放轉換當量（FF_U）：將政府間氣候變遷專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)公告車用汽油CO_2排放係數（g/L），經由容積單位及油品密度轉換計算可得。



資料來源：車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以機車為例，本所，103 年 5 月。

圖 2.1.2 車輛動態能耗碳排模式成果之概念

2.1.3 模式內容

如上所述，該系列研究之模式構想（建構綜合轉換率）皆相同，惟因應下列因素，調整不同車種之研究與實驗設計如下：

1. 不同車種之既有平均值的來源不同，需對應調整實驗設計

小客車與機車因有能源局公告之法規標準測試之能耗值(即在法規標準測試實驗室，依法規規定之執行程序進行測試)，故可以該法規審驗值作為模式展開的基礎，但大客車、大貨車僅有業者內部所統計的實際能耗值，故不同於機車與小客車之實驗設計，大客車、大貨車僅在實際道路進行特性資料調查。

2. 不同車種所考量的影響因子不同

從車種之既有平均值出發，其間透過實驗設計之方式，蒐集與分析不同條件下之實驗數據，可釐清各個影響因素對於車輛能耗/CO_2 排放之影響，如頭燈、重量、道路類型等。惟因應不同車種能耗/碳排之受影響因素與應用重點的差異，所考慮的影響因子也略有不同。茲將機車、小客車、大客車、大貨車所考慮的能耗與排放影響因素整理如表 2.1-1。

表 2.1-1 車輛動態能耗碳排模式所考慮之車輛能耗、排放影響因素

<table>
<tr><th colspan="3">影響因素 \ 車種</th><th>小客車</th><th>大客車</th><th>機車</th><th>大貨車</th><th>備註</th></tr>
<tr><td rowspan="5">動態特性</td><td rowspan="3">道路交通條件</td><td>道路類型</td><td>O</td><td>O
國道：國1、國5</td><td>O</td><td>O</td><td rowspan="3">●小客車之坡度影響，係於實驗室內分析，結果顯示小客車之能耗/排放會受到坡度改變的影響，且坡度越陡（分別為0%、2%、3%、4%），其能耗/排放也越高。惟受限於實驗室只能進行上坡實驗，加上當時無法取得國道1號之坡度資料，是故模式建構時無法將該影響因子納入考量。
●坡度對重車(大客車)影響顯著，故以資料分組之方式將此影響因素納入考量，建立分坡模式。在資料分組時，是同時考慮上、下坡，且針對上、下坡又區分不同坡別。
●機車多數行駛市區道路、坡度路段較少，故暫不納入模式（實驗僅調查平坡路段數據）。</td></tr>
<tr><td>坡度</td><td>V
實驗室：上坡</td><td>O</td><td>忽略</td><td>O</td></tr>
<tr><td>尖離峰/加減速</td><td colspan="4">調查資料充分涵蓋</td></tr>
<tr><td rowspan="3">行駛條件</td><td>車重</td><td rowspan="3">充分控制</td><td>實際營運狀態</td><td rowspan="3">充分控制</td><td>(1)104年實驗分為滿載、半載、空載
(2)105年因實驗經費受限，僅以關貿資料平均淨重為載重設計</td><td rowspan="3">●大客車受限於客運業者實際的營運狀態，部份影響因子無法分析差異，例如開頭燈空調與否（營運要求均為開啟狀態）、車重（乘客上下車影響車重）等。</td></tr>
<tr><td>開啟頭燈/空調</td><td rowspan="2">調查充分控制</td><td rowspan="2">調查充分控制</td></tr>
<tr><td>駕駛人行為</td></tr>
<tr><td rowspan="5">靜態特性</td><td rowspan="4">車輛條件</td><td>引擎與車輛技術、引擎耗損程度（車齡/行駛里程）</td><td colspan="2">充分控制</td><td>O</td><td>充分控制</td><td rowspan="3">●考量機車的能耗/排放受車輛靜態特性影響較大，故納入考量的因素較多。</td></tr>
<tr><td>車體/車型</td><td colspan="4" rowspan="3">充分控制</td></tr>
<tr><td>保養程度差異</td></tr>
<tr><td colspan="2">油料技術差異</td><td>列入控制變數</td></tr>
</table>

註：O 表示納為模式分類變數；V 表示有部分資料但尚未建立分類模式。
資料來源：本計畫。

3. 模式建構方法/路徑已因應資料當下分析結果與資料特性予以調整

受到資料特性與分析結果影響，該計畫之小客車、大客車與機車在求取車輛動態之 CO_2 排放曲線的方法上略有不同，茲以表 2.1-2 詳細說明之。

(1) 小客車

由於目前市售之各式小客車，皆需通過法規審驗測試行車型態之能耗與排放標準測試（EU 或 FTP），始得上市銷售，同時檢測之能耗結果亦會公布於經濟部能源局「車輛能耗指南」，提供社會大眾查閱參考。因此，該計畫研究設計概念，係藉由車輛分別在實驗室與道路實驗中取得之分析結果，建構綜合轉換率，再以法規標準測試值為起始值，利用綜合轉換率展開成動態速率下之能耗/碳排係數。

(2) 大客車

相較於小客車與機車模式有實驗室法規測試可做為模式基礎，國內大客車目前在上市前尚未有審驗機制，因此該計畫係直接以大客車道路實測資料建構綜合轉換率，起始值則可利用單一車輛或一組車隊的平均能耗值，做為模式應用出發點。

(3) 機車

與小客車相同，機車上市前亦需通過法規審驗測試行車型態之能耗與排放標準測試，因此可同樣由法規標準測試值出發。然而，為配合環保 6 期法規標準測試（預計 106 年施行，將採用 WMTC 行車型態），機車模式需先將車輛之環保 4 期、5 期法規標準測試結果轉換成環保 6 期標準測試值，再以類似小客車模式建構的作法，建立機車模式。主要差異在於環保四期、5 期法規行車型態之最高速率為 50km/hr，難以推估速率高於 51km/hr 的能耗/碳排係數，因而改以有高速行車樣態設計之環保 6 期法規標準測試做為模式建構基礎。

(4) 大貨車

目前國內大貨車上市前未有法規審驗標檢機制，該計畫以大客車實際道路實驗引以為鑑，直接進行實際道路實驗建構綜合轉換率，取得大貨車車隊平均能耗值建構不同道路類型、坡度、速率之能耗率。

表 2.1-2 車輛動態能耗碳排模式 CO_2 排放曲線之推估方法

車種	能耗及 CO_2 排放曲線之推估方法	實驗車與資料庫
小客車 （96~98 年）	• 有能耗標準，新車上市前需通過審驗；能源局每年公告當年度新車審驗測試結果。 • 依據實驗車在實驗室與道路實際量測資料，建構法規審驗與道路實測的綜合轉換率，並以道路類型、速率為主要變數。 • 實務應用版以綜合轉換率搭配全國小客車的平均能耗值（可參考運輸部門的排放清冊），即可求得動態能耗曲線。 • 將動態能耗曲線結合碳排放轉換當量，即可得到動態 CO_2 排放曲線。	• 實驗車型篩選原則： （1）國內主流車型 95 年底統計資料顯示，87.2%排氣量為 1,200-2,400c.c.自用轎式小客車。 （2）車內空間 可容納車載量測設備，復舊成本小。 （3）實驗操作性 車輛性能、後續維修保養。 • 實驗車： （1）中華三菱 Space Gear 廂型車（2400c.c.、3 期） （2）國瑞（豐田）YARIS 轎式（1500c.c.、4 期） （3）台灣本田 HONDA CIVIC LX 轎式（1800c.c.、4 期） • 資料庫：實驗室 85,598 秒，道路實驗 386,197 秒。
大客車 （99~100、103 年）	• 國內尚無能耗標準，客運業者自行紀錄各路線（或場站別）車隊之平均耗油率。 • 依據實驗車在道路實際量測資料，建構該車平均耗油率與道路情境之綜合轉換率，並以道路類型、速率、坡度為主要變數。 • 實務應用版以綜合轉換率搭配全國大客車的平均能耗值（可參考運輸部門的排放清冊），即可求得動態能耗曲線。 • 將動態能耗曲線結合碳排放轉換當量，即可得到動態 CO_2 排放曲線。 • 國 1 及國 5 因道路與車隊運行條件，速限、坡度占比、長隧道占比、車隊車齡（環保期別分布）等皆有顯著差異，故分別建構國 1 及國 5 客運動態能耗碳排模式。	• 實驗車型篩選原則： （1）客運業者配合度 99~100 年獲得首都客運支持；103 年則有統聯客運全力協助。 （2）公車營運主流車型 98 年底統計資料顯示，營業用大客車 35.3%排氣量為 7,201-8,000c.c.，21.8%為 11,001-13,000c.c.。 102 年底統計資料顯示，營業用大客車 46.7%排氣量為 7,201-8,000c.c.，9.7%為 11,001-13,000c.c.。 （3）車內空間 可容納車載量測設備，復舊成本小。 （4）環保期別 歐盟 4 期以上車輛配備 OBD，本計畫盡可能選用。 • 實驗車： （1）首都客運 SCANIA K380（11,705c.c.、歐盟 4 期、臺北-羅東） （2）首都客運 DAEWOO BS120CN（7,640c.c.、歐盟 4 期、臺北市 262 線） （3）統聯客運 MITSUBISHI RP51JP3L（12,882 c.c.、美國 4 期、臺北-台中） • 資料庫：道路實驗 727,486 秒。

車種	能耗及 CO_2 排放曲線之推估方法	實驗車與資料庫
機車 （101~102 年）	• 有能耗標準，新車上市前需通過審驗；能源局每年公告當年度新車審驗測試結果。 • 依據實驗車在實驗室與道路實際量測資料，建構法規審驗與道路實測的綜合轉換率，並以道路類型、速率為主要變數。 • 實務應用版以綜合轉換率搭配全國機車的平均能耗值（可參考運輸部門的排放清冊），即可求得動態能耗曲線。 • 將動態能耗曲線結合碳排放轉換當量，即可得到動態 CO_2 排放曲線。	• 實驗車型篩選原則： （1）國內主流車型 101 年底統計資料顯示，77.8%為普通重型機車（51~250c.c.）。 （2）主要廠牌 101 年底國內機車銷售量以「光陽（36.7%）」、「山葉（30.6%）」及「三陽（27.9%）」為前三大廠牌。 （3）車齡（環保期別） 以國內機車環保標準演進為基礎，自 93 年起實施 4 期與 97 年 7 月 5 期環保標準為優先，可兼顧環保期別和引擎技術差異。 • 實驗車 （1）三陽悍將 4V 125c.c.（4 期化油器） （2）光陽 V1 奔騰 125c.c（5 期噴射） （3）山葉 RS ZERO 100c.c（5 期噴射） （4）光陽 Racing 雷霆 150c.c（5 期噴射） （5）三陽悍將 4V 125c.c（4 期化油器） • 資料庫：實驗室 60,324 秒，道路實驗 389,172 秒。
大貨車 （104~105 年）	• 國內無能耗標準，需從貨運業者提供車隊平均耗油率。 • 依據實驗車在道路實際量測資料，建構該車平均耗油率與道路情境之綜合轉換率，並以道路類型、速率、坡度為主要變數。 • 實務應用版以綜合轉換率搭配全國大客車的平均能耗值（可參考運輸部門的排放清冊），即可求得動態能耗曲線。 • 將動態能耗曲線結合碳排放轉換當量，即可得到動態 CO_2 排放曲線。 • 104 年期研究考量實際道路實驗安全性，無法詳盡執行道路類型、坡度實車測試，僅在安全可靠的實驗場域進行實驗，結果顯示各載重、速率之能耗表現皆有顯著差異。	• 實驗車型篩選原則： （1）貨運業者配合度 新車之貨運排班已固定，較不易租借 （2）貨運運輸特性 城際貨運車輛以 10~17 噸居多。 103 年汽車貨運調查顯示，進出口貨運主要以貨櫃貨為主，占 28.4%。 100~101 年 10~12 月海關關貿資料顯示，貨櫃運輸主要以 20 呎為主，占 55.58%。 （3）國內主流車型 103 年統計資料顯示，國內營業貨車廠牌前三大分別為中華(28.06%)、其他(25.0%)、國瑞(15.18%)。 排氣量 6,000~11,000c.c.為國內大貨車主要排氣量類別。 101 年監理站資料顯示，前單後單、總重 35 噸占全貨櫃車 81.07%。 （3）環保期別 歐盟 4 期以上車輛配備 OBD，本計畫盡可能選用。 • 實驗車 （1）HINO500 排氣量 6,403c.c.，核定車重 11 噸，符合歐盟 5 期排放標準，

車種	能耗及 CO_2 排放曲線之推估方法	實驗車與資料庫
		可讀取 OBD 數據。 • （2）Scania P340 前單後單、半拖車，核定車重 35 噸，符合歐盟 4 期排放標準，可讀取 OBD 數據。

資料來源：本計畫。

2.1.4 模式成果

1. 分析單位：可採用「距離」或「時間」

由於蒐集了時間基礎（time-base）之能耗/排放資料，在進行能耗率與碳排係數分析時，可提供距離（車公里）或時間（車時間）等不同單位的能耗/排放參數。對於傳統做法，可評估車公里變化之影響，還增加車輛原地停等下的能耗與碳排量分析能力，對於車輛動態能耗與碳排量之估計精準度可大幅提高，並提升道路、速率變化之敏感度。

2. 分析對象：可以是「單一車輛」或「全國/特定車隊」

(1) 單一車輛

以單一車輛之新車法規標準測試市區能耗平均值（能源局公布之新車審驗值）為輸入值，再結合綜合轉換率，可得到該車在實際道路上之動態能耗與 CO_2 排放推估曲線，得到各道路類型、各速率下的能耗率與碳排係數。

(2) 全國/特定車隊

全國車隊之推估，係依據本所在「運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台」提供之歷年各車種燃油效率，如表 2.1-3 所示。該耗油率（以下簡稱為 N_{IOT}（km/l））,可代表全國車隊在真實道路上、實際運行狀態下之耗油平均值。以此值作為輸入值，再結合綜合轉換率，即可將 N_{IOT}（km/l）轉換成全國小客車、大客車（市區公車和公路客運）和機車在實際道路上之動態能耗與 CO_2 排放推估曲線，得到各道路類型、各速率下的能耗率與碳排係數。採用全國車隊的應用方法，更適合與運輸模型結合，用以分析路網問題。類比應用於大客車路線分析或縣市地區或特定案例分析時，亦可以該特定分析對象的車隊平均值代入，推估特定車隊的能耗/排放狀況。

表 2.1-3　2000-2015 年之全國車隊平均車輛燃油經濟性

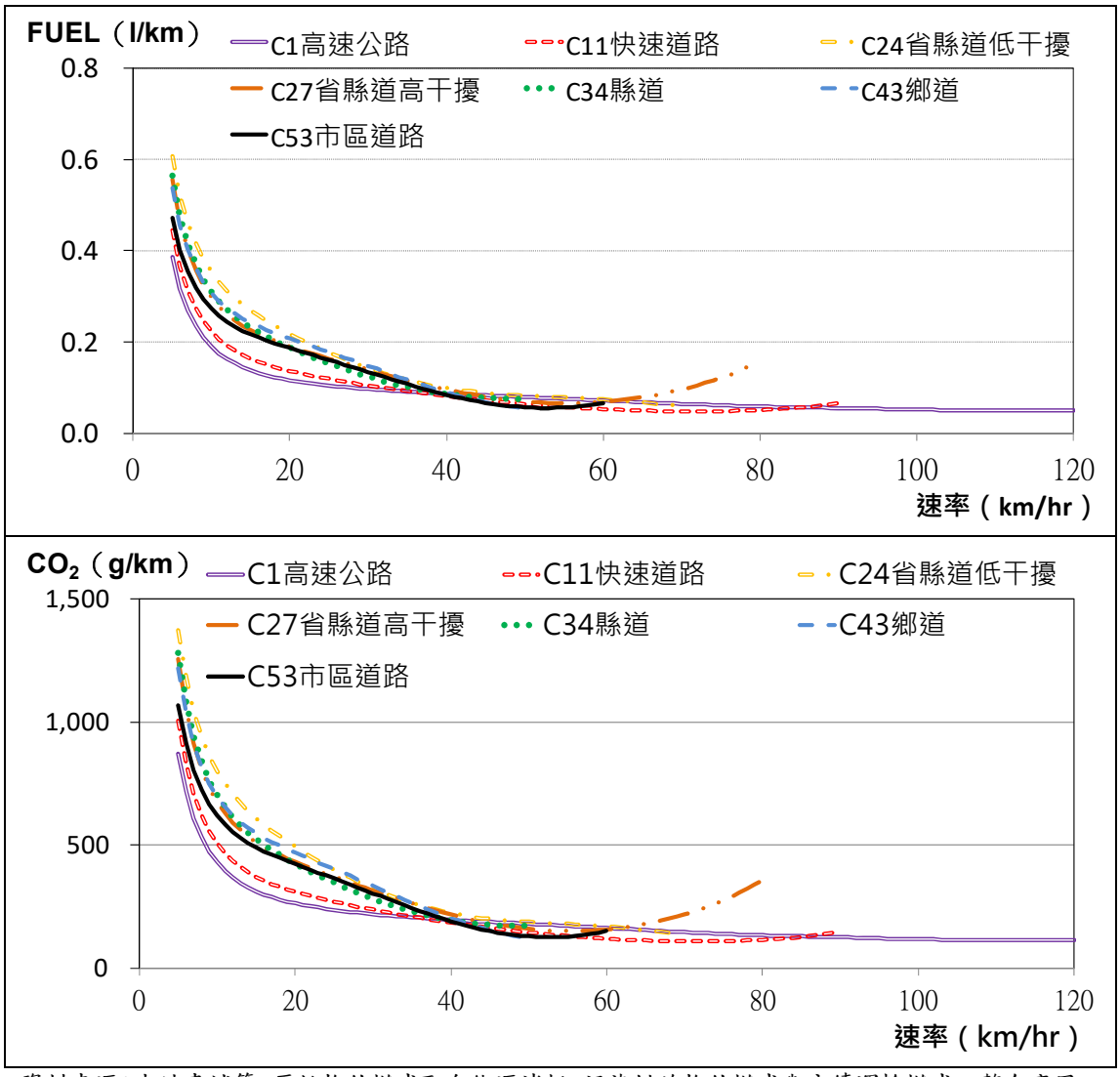
單位：公里/公升

車種	自用小客車	營業小客車		自用小貨車		營業小貨車		大客車					大貨車		機車
年份	汽油	汽油	LPG	汽油	柴油	汽油	柴油	自用	遊覽車	公車與客運車			自用	營業	
										公車+客運車	市區公車	公路客運			
2000	10.20	8.86	-	8.33	7.16	7.99	6.19	2.75	3.08	2.51	2.08	2.75	3.04	2.89	21.8
2001	10.00	8.86	-	8.33	7.23	7.95	6.30	2.95	2.92	2.63	2.08	2.95	2.77	2.63	22.3
2002	9.94	8.86	-	8.32	7.29	7.91	6.41	2.94	2.92	2.65	2.13	2.94	2.64	2.51	22.3
2003	9.94	8.69	-	8.32	7.35	7.88	6.51	2.98	2.83	2.69	2.16	2.98	2.60	2.47	21.8
2004	9.70	8.69	-	8.31	7.41	7.84	6.62	3.04	2.83	2.74	2.20	3.04	2.59	2.46	21.8
2005	9.70	8.69	8.55	8.31	7.48	7.81	6.73	3.08	2.98	2.77	2.21	3.08	2.49	2.37	21.7
2006	9.84	8.69	8.55	8.31	7.54	7.77	6.83	3.07	2.98	2.76	2.21	3.07	2.41	2.29	21.7
2007	9.84	9.15	8.21	8.30	7.60	7.73	6.94	3.09	3.02	2.78	2.22	3.09	2.40	2.28	22.0
2008	10.14	9.15	8.21	8.30	7.66	7.70	7.04	3.06	3.02	2.76	2.27	3.06	2.34	2.23	22.0
2009	10.14	8.69	7.66	8.29	7.72	7.66	7.15	3.03	3.30	2.74	2.29	3.03	2.21	2.10	22.4
2010	10.21	8.69	7.66	8.29	7.79	7.62	7.26	3.10	3.30	2.81	2.37	3.10	2.32	2.20	22.4
2011	10.21	8.79	8.28	8.28	7.85	7.59	7.36	3.19	3.40	2.81	2.32	3.19	2.31	2.20	22.3
2012	10.28	8.79	8.28	8.28	7.91	7.55	7.47	3.18	3.40	2.78	2.33	3.18	2.34	2.22	22.3
2013	10.28	9.10	7.97	8.28	7.97	7.51	7.58	3.27	3.30	2.81	2.36	3.27	2.87	2.73	22.3
2014	10.72	9.10	7.97	8.27	8.03	7.48	7.68	3.31	3.30	2.81	2.34	3.31	3.13	2.98	22.1
2015	10.72	9.23	8.69	8.27	8.10	7.44	7.79	3.29	3.30	2.79	2.33	3.29	3.08	2.93	22.1

註：公路客運包含國道客運、公路客運路線資料。
資料來源：本所。

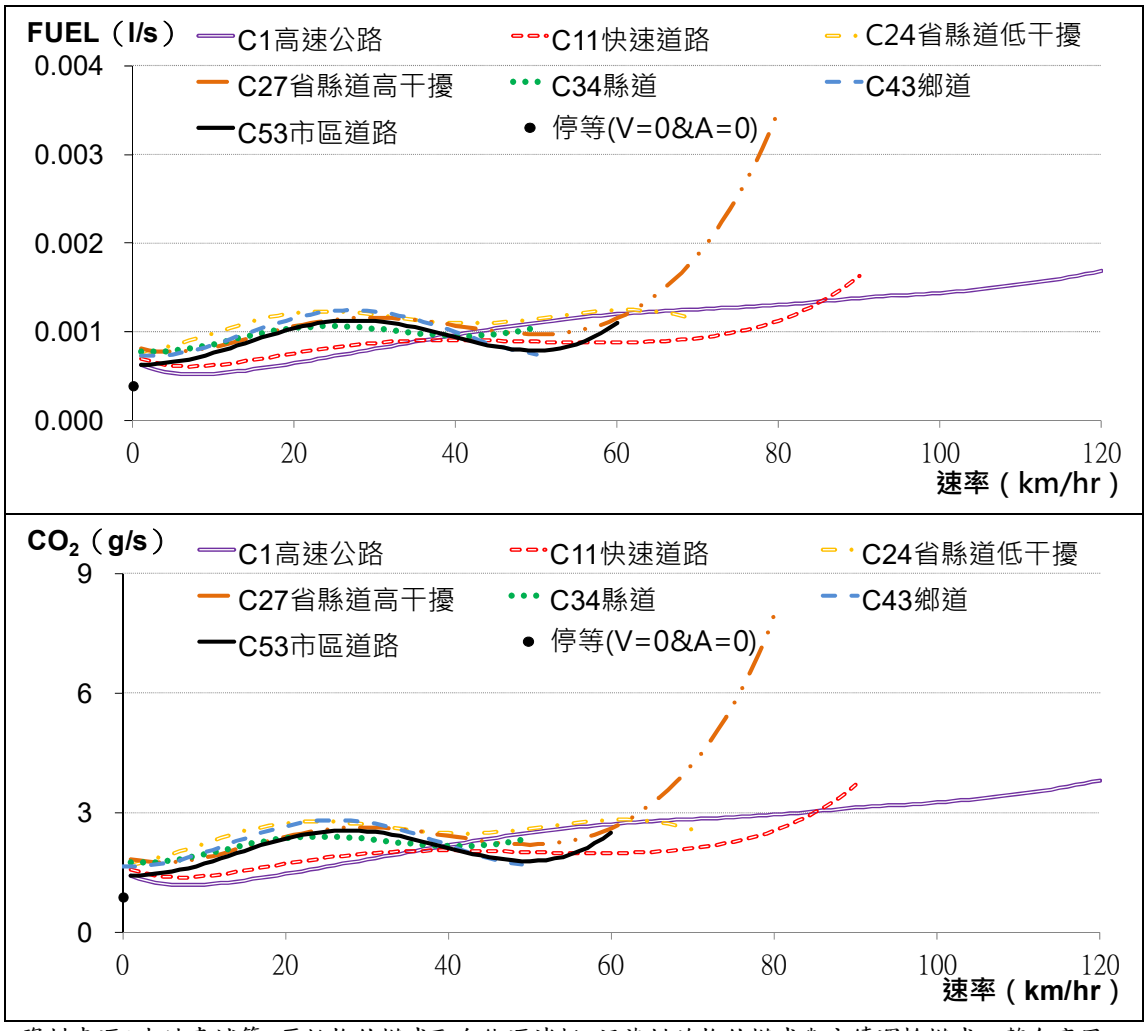
3. 各車種動態能耗與碳排曲線

該計畫成果將全國車隊平均值代入模式之後的推估結果製成方便應用的查找表（lookup table，詳見 3.1.3 節），並依小客車、大客車及機車分別繪製圖示如圖 2.1.3 至圖 2.1.8 所示，可供各界參考使用。其中，由各車種能耗及排放動態曲線圖顯示，當行駛速率在低速區間時，能耗表現敏感度較高；道路層級越高時，因停等、加減速情況較少，車流較為穩定，同速度下之燃油經濟性較佳；機車在不同道路類型之能耗表現差異性不大。



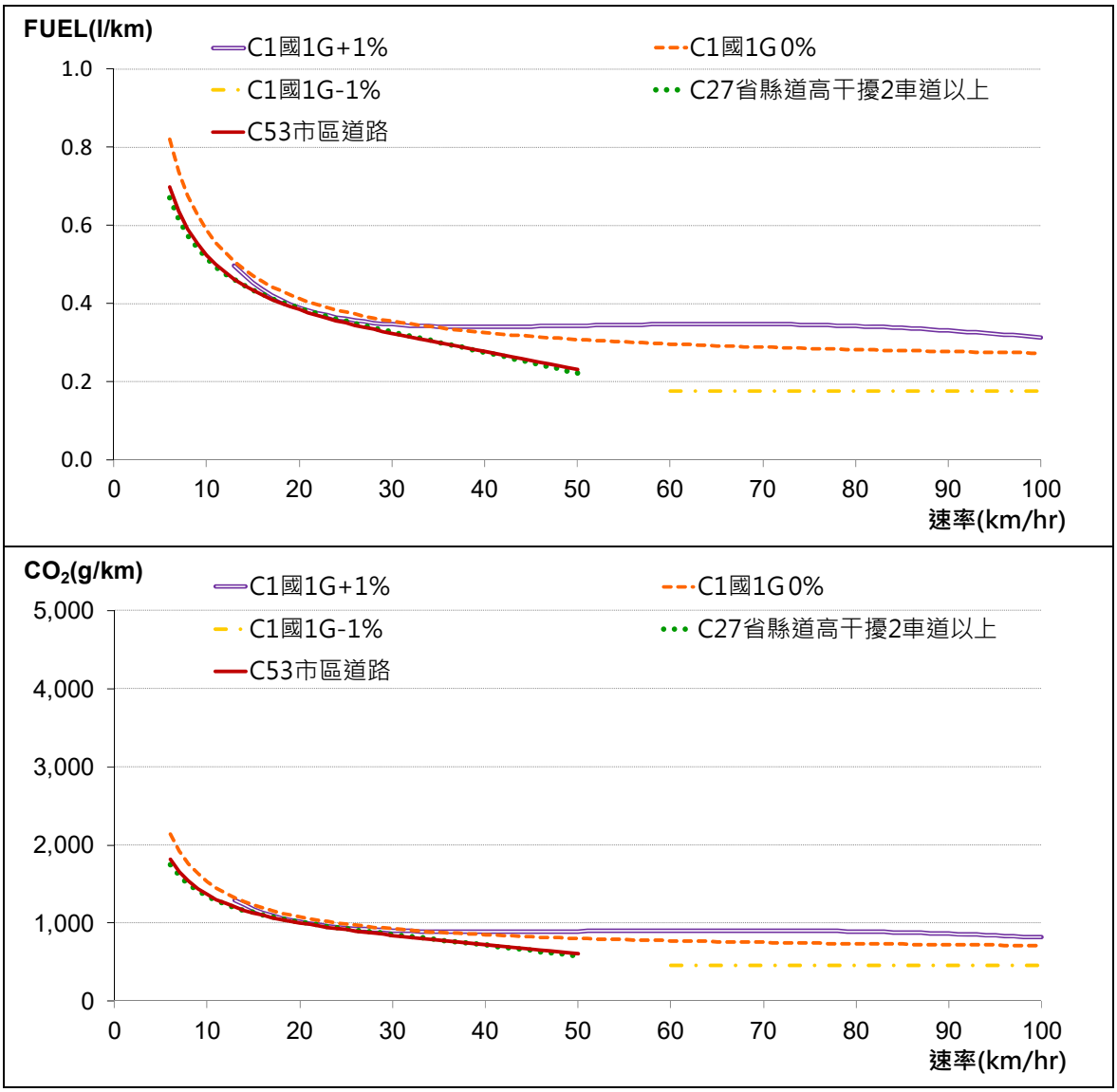
資料來源：本計畫試算，原始推估模式取自能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用，本所，99 年。

圖 2.1.3 小客車動態能耗與碳排推估曲線：以 2015N_{IOT} 值代入（距離版）



資料來源：本計畫試算，原始推估模式取自能源消耗、污染排放推估模式與永續運輸模式之整合應用，本所，99 年。

圖 2.1.4 小客車動態能耗與碳排推估曲線：以 2015N_{IOT} 值代入（時間版）



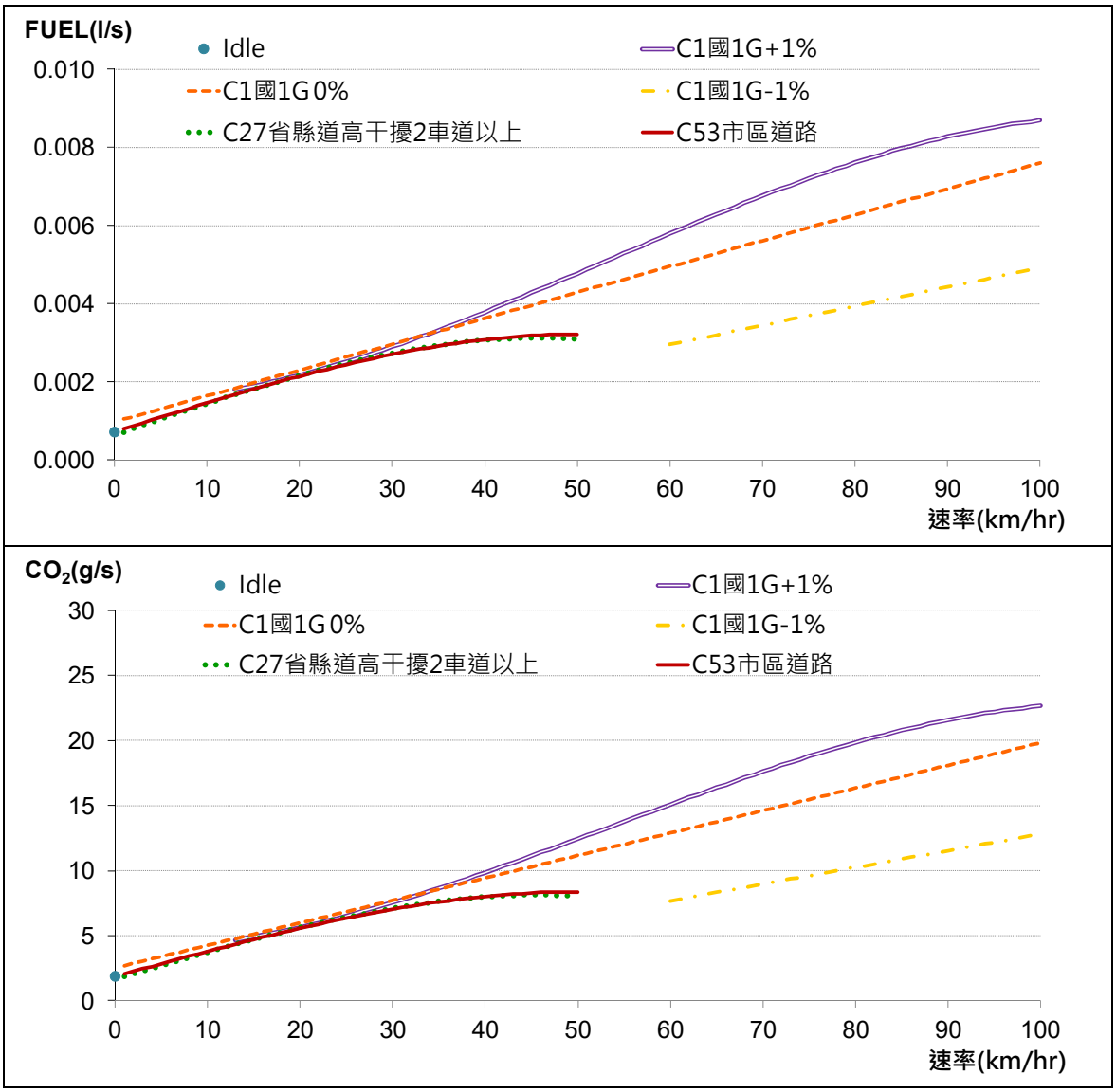
註：G+1%代表「1%≦坡度＜2%」；G 0%代表「-1%＜坡度＜1%」；G-1%代表「-2%＜坡度≦-1%」。

資料來源：1.本計畫試算，原始推估模式取自車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以大客車為例(1/2)，本所，100 年。

2.本計畫試算，原始推估模式取自車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以大客車為例(2/2)，本所，101 年。

3.本計畫試算，原始推估模式取自大客車動態能源消耗與溫室氣體排放參數資料庫擴充與模式檢討，本所，104 年。

圖 2.1.5 大客車動態能耗與碳排推估曲線：以 2015N_{IOT} 值代入（距離版）



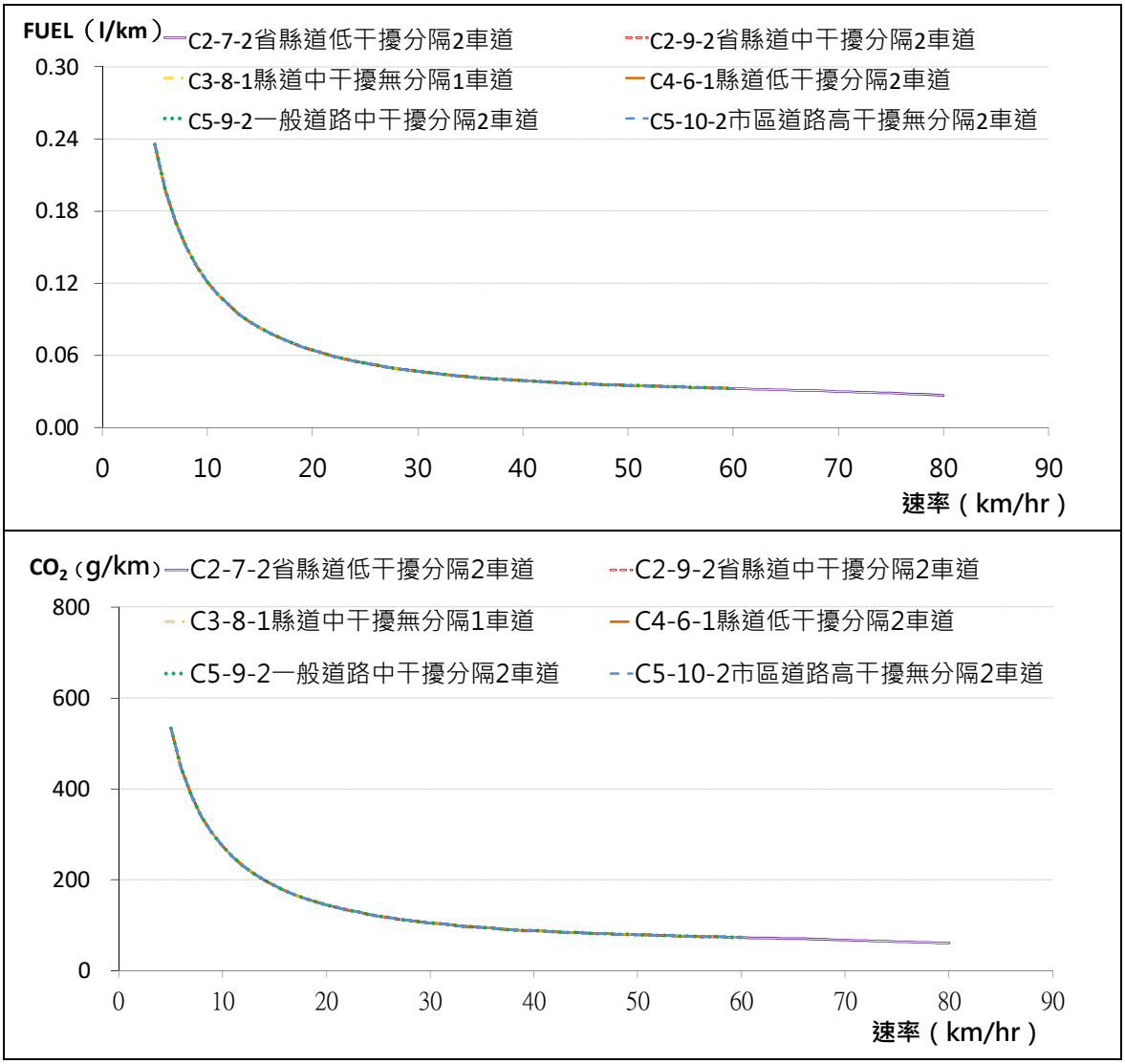
註：G+1%代表「1%≦坡度＜2%」；G 0%代表「-1%＜坡度＜1%」；G-1%代表「-2%＜坡度≦-1%」。

資料來源：1.本計畫試算，原始推估模式取自車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以大客車為例(1/2)，本所，100 年。

2.本計畫試算，原始推估模式取自車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以大客車為例(2/2)，本所，101 年。

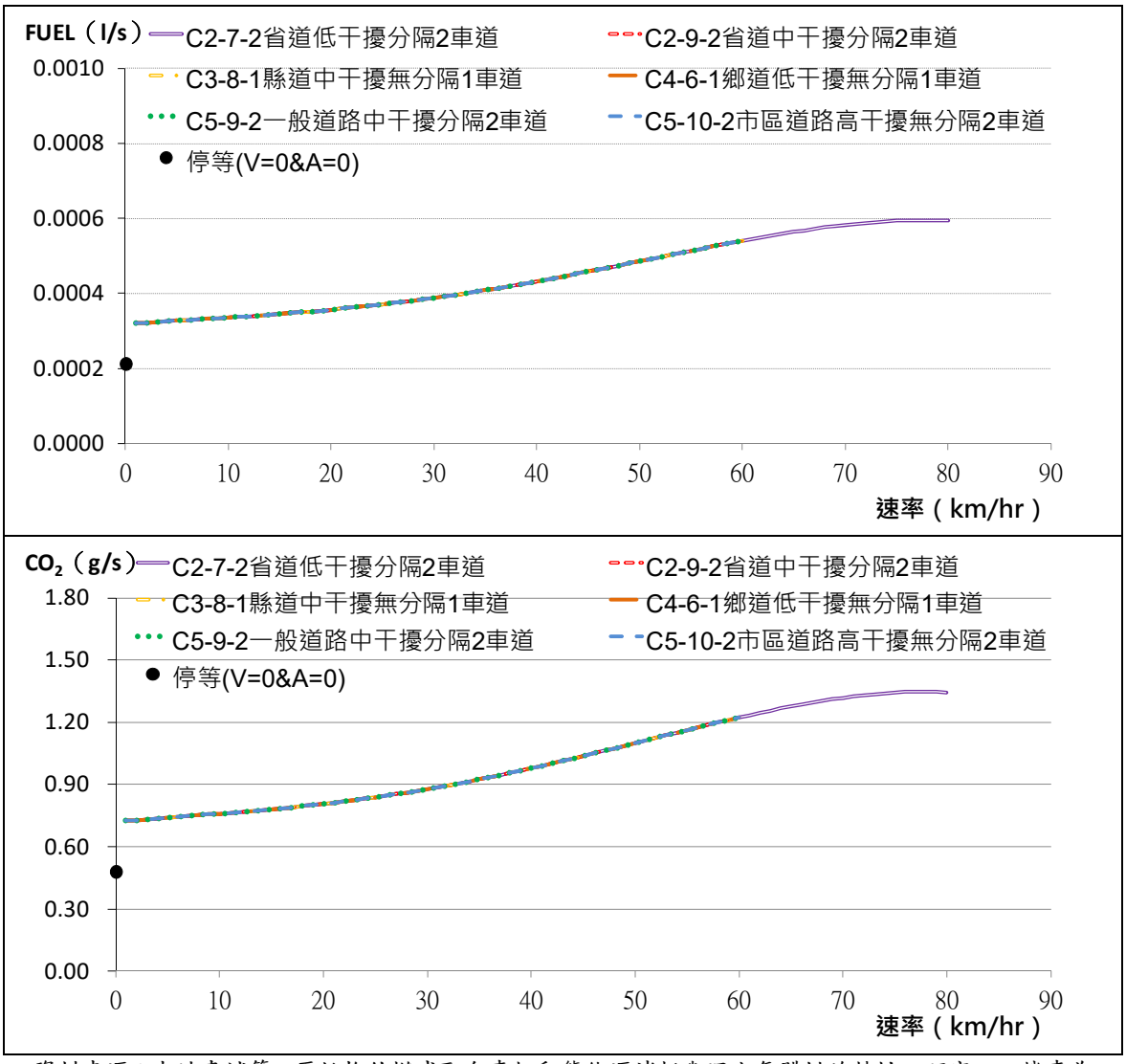
3.本計畫試算，原始推估模式取自大客車動態能源消耗與溫室氣體排放參數資料庫擴充與模式檢討，鼎漢國際工程顧問公司，103 年。

圖 2.1.6 大客車動態能耗與碳排推估曲線：以 2015N_{IOT} 值代入（時間版）



資料來源：本計畫試算，原始推估模式取自車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以機車為例，本所，103 年。

圖 2.1.7 機車動態能耗與碳排推估曲線：以 2015N_{IOT} 值代入（距離版）



資料來源：本計畫試算，原始推估模式取自車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性之研究—以機車為例，本所，103 年。

圖 2.1.8 機車動態能耗與碳排推估曲線：以 2015N_{IOT} 值代入（時間版）

2.1.5 應用案例

該系列研究透過應用案例，展現模式在不同尺度（微觀、巨觀問題）、結合不同運輸模型（運輸規劃、交通模擬）進行案例分析，並配合本所「智慧型運輸系統節能減碳與成本效益評估工具暨資料庫」系列研究擴大推廣應用範圍。茲將相關的案例彙整於表 2.1-4。

表 2.1-4 車輛動態能耗與碳排模式之應用案例

類型	運輸模型	案例名稱
巨觀	運輸規劃	■ 高速公路收費站實施 ETC 與人工收費之比較 ■ 高速公路實施里程計費並調漲費率 50%實施成效 ■ 國 1 五股-楊梅路段拓寬效益評估 ■ 臺北市各車種碳排當量之分析 ■ 竹北交流道改善計畫
	IDAS	■ i3 Travel 愛上旅遊計畫-推動低碳觀光與智慧旅遊服務 ■ 高快速公路整體路網交通管理系統 ■ 高速公路電子收費系統 ■ 99 年度台北縣幹道時制重整及旅行時間系統工程
微觀	交通模擬（VISSIM）	■ 95 年度桃園交流道連絡道（大興西路）E 化交通智慧交控 ■ 99 年度台北縣幹道時制重整及旅行時間系統工程 ■ 100 年度新北市時制重整及交控系統擴充計畫 ■ 100 年度台北市智慧化號誌時制設計及控制管理計畫
平台	ITS 節能減碳評估示範系統	■ 路徑節能減碳 KPI 預估模組 ■ 路測車輛節能減碳 KPI 計算模組
手冊	交通建設計畫經濟效益評估手冊	■ 行車成本(單為燃料成本)參數 ■ 二氧化碳參數

資料來源：本計畫。

2.1.6 小結

該計畫以整合運輸模型為出發點，建構一套車輛動態能耗與碳排推估模式，主要變數為車種、道路類型與速率。對於交通計畫來說，可以評估不同方案間的敏感度。從節能減碳的計算方式可知：

耗油量=交通活動量 × 油耗率　　（式 2.1-3）

碳排量=交通活動量 × CO_2 排放率　　（式 2.1-4）

其中，交通活動量屬於交通模式評估的範疇；油耗率或 CO_2 排放率屬於能耗模式的範疇，兩者結合可計算能耗與碳排量。歸納各種交通建設計畫、交通管理策略對於交通活動量的影響方式，彙整如表 2.1-5 所示。

表 2.1-5 交通策略對交通活動量與能耗碳排的影響

交通策略	對能耗碳排之影響
運量改變	車行公里、車行小時減少，越節能減碳
車速改變	路網效率提升的提速效果使得耗油率更經濟，越節能減碳
運具改變	較耗能的私人運具移轉到較節能的大眾運輸，越節能減碳
路線改變	替代道路造成不同等級路網間之車流移轉，當移轉到速率較高的道路類型，越能節能減碳

資料來源：本計畫。

2.2 國內外大貨車能耗與碳排放相關管制規範

2.2.1 國內能耗/排放管制現況

1. 國內之大貨車尚無耗能標準與管制辦法

我國車輛油耗標準係以「車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法」為依據。根據新近於民國 103 年 08 月 11 日修訂實施之「車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法」，其中對於柴油車輛之規範，僅見諸於第 4 條（規範小客車[轎式、旅行式]）及第 6 條（規範小貨車[總重量在 2500 公斤以下]、小客貨兩用車及小客車[非轎式、非旅行式]）等；並無對於柴油大客車及大貨車規範之相關條文。

民國 103 年 08 月 11 日修訂實施之「車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法」，納入小客車、小貨車依車重等級之平均耗能標準，105 年 01 月 01 日申請車型耗能證明者，需於 106 年 01 月 01 日起符合此規定，如表 2.2-3 所示。

表 2.2-1 我國車輛能耗管制沿革

時間期程	實施期別	管制內容
77 年 1 月起	小客車及機車 第一次納入管理	■ 小客車測試方式：CNS2733 →採車重等級區隔耗能標準 ■ 機車測試方式：CNS3105 ① 採排氣量等級區隔耗能標準 ② 150c.c.以上機車未有標準
79 年 7 月起	實施小客車 第二期耗能標準	■ 小客車測試方式：CNS2733 ① 採車重等級區隔耗能標準 ② 標準平均加嚴約 15-20%
81 年 1 月起	實施小客車 第三期耗能標準	■ 小客車測試方式：FTP 75 ① 採車重等級區隔耗能標準 ② 標準以轉換方式將第二期的 CNS2733 測試方式標準調整為 FTP 75 測試方式標準→標準並未加嚴

表 2.2-1 我國車輛能耗管制沿革(續)

時間期程	實施期別	管制內容
86 年 8 月起	實施機車 第二期耗能標準	■ 機車測試方式：CNS3105 ① 採排氣量等級區隔耗能標準 150c.c.以上機車未有標準
91 年 1 月起	✓ 實施機車 第三期耗能標準 ✓ 實施小客車 第四期耗能標準	■ 機車測試方式：CNS3105 ① 採排氣量等級區隔耗能標準 ② 150c.c.以上機車開始納入管理 ③ 有緩衝期設計(93.12.31 前) ④ 標準平均加嚴約 8-16% ■ 小客車測試方式：FTP 75 ① 採排氣量等級區隔耗能標準 ② 有緩衝期設計(94.6.30 前) ③ 標準加嚴約 5-30%
93 年 1 月起	實施小客車雙軌制標準	■ 測試方式：FTP 75 或 1999/100/EC，歐盟標準以轉換方式由 FTP 標準計算而得
93 年 7 月起		■ 將廂式小客車小客貨車及小貨車納入車輛耗能管理
96 年 6 月起		■ 汽車新增一排氣量等級 5400cc 以上耗能標準，取得歐盟 M1G 或美國 LDT 證明文件之小客車得適用我國小貨車等級耗能管制標準
98 年 8 月起		■ 加嚴小客車、廂式小客車、小客貨車及小貨車耗能標準機車採用冷車測試，有緩衝期設計(100.12.31 前)
99 年 5 月起		■ 納入汽車、機器腳踏車能源耗用量及其效率標示制度須同時符合耗能標準規定，與交通工具空氣污染物排放標準者，才予以發證
103 年 8 月起		■ 小客車納入符合各車重之耗能標準(105.01.01 申請，106.01.01 實施)，全球生產量及我國銷售量低於標準者，需提出改善計畫書。 ■ 小貨車(總重 2,500 以下)、小客貨兩用車及小客車(非轎式、非旅行式)納入各車重之耗能標準(106.01.01)

資料來源：本計畫彙整自能源局資料。

同時，經濟部能源局「車輛油耗指南」（http://www.moeaboe.gov.tw，2015/4 發布）對於柴油車輛之相關數據，亦僅提供小型車輛之耗能標準與依據法規測試數據，並無大型車輛之相關資料，如表 2.2-2~4。因此，國內對於大貨車並無耗能標準與管制辦法，亦缺乏類似小客車法規審驗標檢值之資料。

表 2.2-2 我國車輛耗能管理制度

管理隸屬	經濟部能源局
法源依據	能源管理法第十五條：「廠商製造或進口中央主管機關指定之車輛供國內使用者，其車輛之能源效 率，應符合中央主管機關容許耗用能源之規定，並應標示能源耗用量及其 效率。 不符合前項容許耗用能源規定之車輛，不准進口或在國內銷售。」
採取燃油效率標準管制	燃油效率(km/l)
管理車種	小客車、小貨車、機車
管制內容	『車輛容許耗用能源標準及檢查管理辦法』-依據不同排氣量、車重等級訂立耗能標準，逐車符合最低管制標準，未達標準車型不准進口及銷售
測試行車型態	小客貨車(國產車、進口車)：美國 FTP-75 行車型態、歐盟 1999/100/EC 機車(國產車、進口車)：機器腳踏車燃料消耗量試驗方法(冷車)

資料來源：本計畫。

表 2.2-3 我國小客車、小貨車耗能標準

耗能標準 (km/l) / 排放量(C.C.)	小客車(轎式、旅行式)		小貨車(總重 2,500 公斤以下)、小客貨及小客車(非轎式、非旅行式)	
	美國行車型態	歐盟行車型態	美國行車型態	歐盟行車型態
1,200 以下	16.2	14.1	10.9	9.5
1,200~1,800	13.0	11.3	9.9	8.6
1,800~2,400	11.4	9.9	8.9	7.7
2,400~3,000	10.0	8.7	8.6	7.5
3,000~3,600	9.2	8.0	7.6	6.6
3,600~4,200	8.5	7.4	7.0	6.1
4,200~5,400	7.2	6.3	6.7	5.8
5,400 以上	6.5	5.7	6.1	5.3

耗能標準 (km/l) / 車重(公斤)	歐盟行車型態 [1]	歐盟行車型態 [1]
850 以下	19.2	15.2
850~965	18.2	14.4
965~1,080	17.4	13.7
1,080~1,090	16.6	13.1
1,090~1,305	15.7	12.4
1,305~1,420	15.0	11.9
1,420~1,530	14.1	11.1
1,530~1,640	13.3	10.5
1,640~1,760	12.5	9.9
1,760~1,870	11.8	9.3
1,870~1,980	11.2	8.8
1,980~2,100	10.5	8.3
2,100~2,210	9.7	7.7
2,210~2,380	9.3	7.3
2,380~2,610	8.4	6.6
2,610 以上	7.2	5.7

註 1：自民國 105 年 1 月 1 日起申請車型耗能證明者，應依依歐盟 1999/100/EC 指令及其後續修正指令執行測試，自民國 106 年 1 月 1 日起開始實施此規範。

資料來源：「車輛容許耗用能源標準及檢察管理辦法」。

表 2.2-4 我國機車耗能標準

耗能標準 (km/l) / 排氣量(C.C.)	機車	機車 (105 年 1 月 1 日申請之車型)
50 以下	48.2	54.5
50~100	40.6	46.7
100~150	38.0	43.8
150~250	28.0	31.0
250~500	21.1	26.5
500~750	16.6	18.7
750~1,000	15.8	18.1
1000~1,250	14.7	15.8
1,250~1,500	13.1	14.7
1,500 以上	12.8	14.1

資料來源：本計畫彙整自能源局資料。

2. 國內未來重型車輛油耗法規趨勢

近期，歐美日中等國家均開始推動重車的能耗或溫室氣體排放法規，我國較有可能與歐盟法規接軌。由於歐盟已於 2015 年完成測試程序法規公告，同時，歐盟重型車油耗制度實施之第一階段，擬以「提報油耗值」做為訂定油耗標準之依據，與美國、日本直接實施油耗標準值之方式不同，歐盟預計 2017 年法規正式公告。我國排放標準比照比照歐盟方式，未來國內重型車輛油耗法規可能遵循歐盟法規。

因此，有關各國的重車能耗法規內容於 2.2.2 節詳述。

3. 國內重車排放管制現況

(1) 環保署管制重車整車污染排放物已進入第 5 期標準

國內重型柴油車車輛管制排放標準由環保署規範，從 1987 至今已經歷經多次調整，參見表 2.2-5；我國第 5 期環保標準，採認雙軌制，以歐盟為主，同時採認美規；歐規相當於 Euro 5 標準，美規相當於 Tier 2 Bin5 標準。近年來環保署配合新車型審驗，逐漸加強對於柴油車的排放管制，由僅設立黑煙濃度管制標準，擴及增加部分污染排放物之審驗標準。同時，對於使用中車輛檢驗，環保署亦於 22 縣市普遍設置「電腦自動控制柴油引擎車身底盤動力計排煙檢測站」，以動力計檢測站儀器檢測作為柴油車排放黑煙之主要稽查方式。

(2) 環保署管制排放標準以引擎測試為方法，且進口柴油引擎可採「以證換證」方式取得排氣審驗合格證明。

(3) 使用中重型柴油車輛排放特性相關研究多以濃度為量測單位。

(4) 歐盟 6 期(Euro VI)柴油車排放標準最後符合日為 2019 年 9 月 1 日，過去我國第 4 期、5 期標準皆以歐盟排放標準最後符合日為法規生效日期，循往例推測我國 6 期排放標準施行日期為 2019 年 9 月 1 日。

表 2.2-5 重型柴油客、貨車各期排放標準

重型柴油客、貨車								
總重量逾 3500 公斤客貨車或十人座以上客車								
排放標準 / 期別(年)		CO	THC	NMHC [註]	NO_X	粒狀污染物	黑煙污染度	NMHC+NO_X
		(g/bhp-hr)	(g/bhp-hr)	(g/bhp-hr)	(g/bhp-hr)	(g/bhp-hr)	(%)	(g/bhp-hr)
第 1 期(77 年)							50	
第 2 期(82 年)		10.0	1.3		6.0	0.7	40	
第 3 期(88 年)		10.0	1.3		5.0	0.1	35	
第 4 期(95 年)		10.0				0.1	25	2.4
排放標準		CO	HC	NMHC [註]	NO_X	粒狀污染物	黑煙污染度	行車型態測定黑煙
期別	測試法	(g/kWh)	(g/kWh)	(g/kWh)	(g/kWh)	(g/kWh)	(%)	(m^{-1})
第 5 期(101 年)	ESC	1.5	0.46	-	2.0	0.02	15	-
	ETC	4.0	-	0.55	2.0	0.03		-
	ELR	-	-	-	-	-		0.5
排放標準		CO	HC	NMHC [註]	NO_X	粒狀污染物	儀器測定黑煙(不透光率)	行車型態測定黑煙
期別	測試法	(g/kWh)	(g/kWh)	(g/kWh)	(g/kWh)	(g/kWh)	(m^{-1})	(m^{-1})
第 5 期修訂(104 年)	ESC	1.5	0.46	-	2.0	0.02	0.5	-
	ETC	4.0		0.55	2.0	0.03		-
	ELR	-	-	-	-	-		0.5

註：1.NMHC 為非甲烷碳氫化合物。2.我國第 5 期相當於歐規第 5 期、美規 Tier 2 Bin 5 標準。
資料來源：本計畫依據「交通工具空氣污染物排放標準」彙整。

(5) 目前全球重型柴油車輛(引擎)之排放標準與管理體系，大約可分為歐、美、日等三大體系；各別發展污染法規、測試方法及程序等。受限於實驗室測試儀器，各國主要作法上均係以黑煙等污染物之 g/bhp-hr 或 g/kWh 為主要管制對象。同時，受限於實驗室條件，均無法量測重型柴油車輛「整車」運作時之污染排放。

(6) 為能實際掌握重型柴油車輛排放特性，以研提管制策略，維持空氣品質，美國環保署積極發展「車載排放量測系統」(On-Board Emissions Measurement System, OBS)，實際量測重型車輛整車運作狀態下之排放數據，以作為推估重型柴油車輛污染排放總量的基礎(Brown, et. al., 2002)。在此背景之下，HORIBA 系統即是為數不多的 OEM 之一，且於 2004 取得美國環保署認可，其所量測整車運作下之排放數據，可用於裁判該重型車輛是否對環境造成污染之依據。

在 OEM 技術可支援的條件下，近年來積極發展出相當數量的研究，探討大客車整車運行狀態下之動態能耗與排放特性。普遍而言，均採用車載排放量測系統所實際量測之數據進行分析，以填補長期所缺乏之重型柴油車輛整車運作時之能耗/污染排放特性數據。

4. 國內已導入車載排放量測系統進行重型柴油車輛實際道路測試

環保署自 2003 年開始依據「使用中汽車召回改正辦法」分年度調查販售於國內之重型柴油車輛污染排放狀況，污染調查方式採以與新車認證時相同之引擎型車型態方式進行測試，故調查車輛須以引擎拆卸方式至實驗室後方可進行測試，有鑑於國際上已採實車搭載車載排放量測系統作為使用中車輛檢核機制，104 年委託財團法人車輛研究測試中心研究評估我國搭載 PEMS(Portable Emission Measurement Systems, PEMS)應用於使用中車輛召回調查，協助執行車輛污染排放管制之可行性。

國內目前重型柴油車輛無法以整車方式於實驗室進行各項污染測試，所以目前針對重型車輛排放測試係以引擎單體測試，但在此方式下所蒐集之數據，無法確實反映其在實際道路上的排放行為，因此，此研究是用以評估車載排放量測系統導入國內實車測試型態之可行性。由於 PEMS 實車測試型態是在實際道路上進行重型柴油車輛污染測試，需使用符合規範之車載設備，除可確保測試的精確度及可靠性，且能降低大量測試成本，而此測試方法為美國及歐盟等先進國家中的測試標準，測試標準請參見 2.2.2 節。

2.2.2 國外能耗/排放標準之現況與發展

有關國際上的重車能耗或溫室氣體排放管制，包括歐、美、中、日自 2010 年後皆積極推動,歐盟正進行法規研訂中預計於2015年完成測試程序法規草案，2017 年公告實施，且中、美皆已於 2014 年實施，日本已於 2015 年實施，如表 2.2-6 所示。在此彙整各主要國家重車能耗的管制內容與車輛分類方式，做為國內未來推動重車能耗管制之參考。

表 2.2-6 各國重車能耗或溫室氣體排放標準之比較

	日本	美國	中國	歐盟
管制年期	2015 實施	2014 實施	2014 實施	2015 年完成測試程序法規草案公告，預計 2017 年法規正式公告實施
排放標準單位	km/l	CO_2 採用 g / payload ton-mile 油採用 gallon / 1000 payload ton-mile	l/100km	g CO_2/ton-km
測試型態	JE05(瞬 間) 和 Interurban Mode(速率 80 並含坡)	HHDDTS 瞬時型態及 55mph、65mph 巡航型態	修正後的 WTVC	Long haul(長途)及 Regional delivery(城際運輸)型態
測試型態之組合	90%JE05 和 10%interurban	5%瞬間+ 9%55mph + 86%65mph	10% 鄉村 +90% 公路	需同時載明長途及城際運輸兩個排放值
能耗或排放標準	2015 達 2.01 km/l	2014 達 7.3 gal/1000 ton-mile	2014 達 47 l/100km(2.13km /l)	僅需提報認證值而無標準值，預計實施後之長期油耗水準目標為長途城際 3.86km/l
管制單位	經濟產業省 (METI)	能耗由公路交通安全署 (NHTSA) 管理；GHG 排放由環保署 (EPA)管理	工業和信息化部(MIIT)	歐盟執委會氣候行動總署 (European Commision-DG CLIMA)

資料來源：International Alignment of Fuel Efficiency Standards for Heavy-Duty Vehicles, Therese Langer and Siddig Khan, Apr2013。

1. 歐盟

(1) 重型貨車車型分類

歐盟的重型貨車分類如表 2.2-7 所示，該表是歐盟進行重型貨車執行 CO_2 測試程序先導計畫之分類方式，車輛的分類共 18 種類型，主要分類依據包括車輛物理性質與行車型態，說明於下：

①軸數：2~4 軸

②軸配置：考慮總軸數與驅動軸數，軸配置細分為 4x2、4x4、6x2/2-4、6x4、6x6、8x2、8x4、8x6、8x8 等

③底盤型式：單體或拖車(曳引車)

④最大車總重(Max GVW)：3.5 噸以上

⑤行車型態：長途(Long haul)、區域物流(Regional delivery)、都市物流(Urban delivery)、公用事業(Municipal Utility)與施工(Construction)等 5 種。

表 2.2-7 歐盟重型貨車分類

	大貨車分類 Identification of vehicle class					行車型態 Segmentation (vehicle configuration and cycle allocation)					車體配置 Norm body allocation		
車軸 Axles	車軸型態 Axles configuration	底盤型式 Chassis configuration	車輛總重 Maximum GVW[t]	分類類別 Vehice class-->		長途 Long haul	區域物流 Regional delivery	都市物流 Urban delivery	公共事業 Municipal utility	施工 Construction	標準車體 Standard body	標準拖曳車 Standard trailer	標準半拖車 Standard semitrailer
2	4×2	Rigid	>3.5-7.5	0			R	R			B0		
2	4×2	Rigid or Tractor	7.5-10	1			R	R			B1		
		Rigid or Tractor	>10-12	2		R	R	R			B2		
		Rigid or Tractor	>12-16	3			R	R			B3		
		Rigid	>16	4		R+T	R		R		B4	T1	
		Tractor	>16	5		T+S	T+S						S1
	4×4	Rigid	7.5-16	6					R	R	B1		
		Rigid	>16	7						R	B5		
		Tractor	>16	8						T+S			W1?
3	6×2/2-4	Rigid	all weights	9		R+T	R		R		B6	T2	
		Tractor	all weights	10		T+S	T+S						S2
	6×4	Rigid	all weights	11						R	B7		
		Tractor	all weights	12						R			S3
	6×6	Rigid	all weights	13						R	W7		
		Tractor	all weights	14						R	W7		
4	8×2	Rigid	all weights	15			R				B8		
	8×4	Rigid	all weights	16						R	B9		
	8×6&8×8	Rigid	all weights	17						R	W9		

R=Rigid(大貨車+底盤)&Body(車身)
R+T= Rigid(大貨車+底盤)&Body(車身)&Trailer(拖車)*)
T+S=Tractor(曳引車)&Semitrailer(半拖車)
W=no(Cd *A)measurement, only vehicle weight and frontal area measured(只有車重和導流板)
資料來源：Reduction and Testing of Greenhouse Gas Emissions from Heavy Duty Vehicles - LOT 2 (Development and testing of a certification procedure for CO_2emissions and fuel consumption of HDV) Final Report, 2012.1.9

(2) 大客車車型分類

依據包括車輛物理性質與行車型態進行分類，車輛分類共 6 種，如表 2.2-6 所示，內容包括：

①軸數：2、3 軸

②軸配置：4x2、6x2

③底盤型式：市區(City，低底板，含站位+座位)、都市間(Interurban，低底板，含座位+少數站位)、長途車(Coach，高底板或雙層，全數皆座位)

④最大車總重(Max GVW)：2 軸車以 18 噸為上限，3 軸車皆大於 18 噸以上

⑤行車型態：都市較重重車(Heavu Urban，指較重的雙層公車行駛於市區)、都市(Urban)、郊區(Suburban)、城市間(Interurban)、長途(Coach)等 5 種。

表 2.2-8 歐盟大客車分類

大客車分類定義 Identification of vehicle class							行車型態 Segmentationand cycle allocation				
車軸 Axles	車軸型態 Axles configuration	底盤型式 Chassis configuration	特性 Characteristics	車輛總重 Maximum GVW[t]	分類類別 Vehice class-->		市中心 Heavy Urban	城市 Urban	郊區 Suburban	城際 Interurban	長途 Coach
2	4x2	市區公車 City	Class I +低底盤或低入口, 沒有行李層 Class I + low floor or low entry, no luggage compartment	<18	B1		HU	UR	SU		
		城際巴士 Interurban	Class II + 有行李層和(或)底盤高度≦0.9m Class II + luggage compartment and /or floor height≦0.9m	<18	B2					IU	
		長途客運 Coach	Class III + 底盤高度≦0.9m 和(或)雙層巴士 Class III + floor height≦0.9m and /or double decker	<18	B3						CO
3	6x2	市區公車 City	Class I +低底盤或低入口, 沒有行李層 Class I + low floor or low entry, no luggage compartment	>18	B4		HU	UR	SU		
		城際巴士 Interurban	有行李層和(或)底盤高度≦0.9m luggage compartment and /or floor height≦0.9m	>18	B5					IU	
		長途客運 Coach	底盤高度≦0.9m 和(或)雙層巴士 floor height≦0.9m and /or double decker	>18	B6						CO

資料來源：Reduction and Testing of Greenhouse Gas Emissions from Heavy Duty Vehicles - LOT 2 (Development and testing of a certification procedure for CO_2emissions and fuel consumption of HDV) Final Report, 2012.1.9。

(3) 歐盟 6 期(Euro VI)重車柴油引擎排放管制規定

歐盟 6 期重車柴油引擎污染排放管制法規(EC NO595/2009)已於 2013 年 1 月開始實施，表 2.2-9 及表 2.2-10 為歐盟各期重車柴油引擎排放標準。

歐盟 6 期管制規定 2014 年 1 月 1 日起所有重車車型皆須符合該標準，與歐盟 5 期之主要差異說明如下：

①增加空污防制項目

a.增加 NH_3 排放標準管制項目。

b.增加粒狀物數量 PN(Partical number)排放管制，此管制可促使車輛加裝過濾較小微粒排放之裝置。

②調整測式程序

測試程序改為國際法規調和之測試程序，並參考歐盟、美國、日本及澳洲測試程序。

a.測試程序更新為 WHSC 及 WHTC

(a)WHSC(World Harmonize Stationary Cycle)：分別以不同引擎轉速(0、25、35、45、55、75)、負載(0%、25%、50%、70%、100%)、載重因子等進行各情境連續秒數之測試，總執行秒數為 1,895 秒。

(b)WHTC(World Harmonize Transient Cycle)：執行連續秒數 1,800 秒，進行不同扭力及速率瞬間變化測試。

b.測試 WHSC 後，須再執行 off-cycle emissions(OCE)或稱 WNTE(World Harmonize Not To Exceed)測試

測試引擎最大馬力為 30%~70%，引擎扭力範圍 30%以上，引擎轉速取樣點分別為<3000rpm 及≧3000rpm，測試結果須符合 CO：2,000(mg/kWh)、THC：220(mg/kWh)、NOx：600(mg/kWh)、PM：16(mg/kWh)。

③加嚴保證服務里程數

重車保證服務期限規定，歐盟 6 期與歐盟 5 期規範之使用年期相同，但總行駛里程則以歐盟 6 期高於歐盟 5 期，如表 2.2-11 及表 2.2-12 所示。

④使用中車輛的測試方法由引擎測試改為實車測試

依歐盟6期管制法規(EC NO582/2011 Article 12)規定使用中重車車輛管制由引擎型車型態測試，改為可攜式污染量測系統(Portable emissions measurement systems, PEMS)，於實際道路上測試，相關測試管制說明如表 2.2-13 所示。

表 2.2-9 歐盟重車柴油引擎排放標準(穩態測試循環)

期別	實施日期	測試方法	CO	HC	NOx	NH_3	PN	Smoke	NH_3
			g/kWh				1/kWh	1/m	(ppm)
Euro I	1992	ECE R-49	4.5	1.1	8.0	0.612			
	1992		4.5	1.1	8.0	0.36			
Euro II	1996.10		4.0	1.1	7.0	0.25			
	1998.10		4.0	1.1	7.0	0.15			
Euro III	1999.10	ESC&ELR	1.5	0.25	2.0	0.02		0.15	
	2000.10		2.1	0.66	5.0	0.10		0.8	
Euro IV	2005.10		1.5	0.46	3.5	0.02		0.5	
Euro V	2008.10		1.5	0.46	2.0	0.02		0.5	
Euro VI	2013.01	WHSC	1.5	0.13	0.40	0.01	8.0×10^{11}		10

註 1：PN(Partical number)：粒狀污染物數目量測。
註 2：ESC(European Steady State Cycle)：穩態之測試型態，將引擎轉速區分為 3 種轉速，分別測試 25%、50%、75%、100%負載。
註 3：ELR(European Load Response)：歐洲負荷煙度，在 ESC3 種轉速下，將負載分別從 10%至 100%(全油門)的變化，量測每一轉速下不透光率。
註 4：WHSC：熱啟動穩態測試循環，國際法規調和之測試程序。
資料來源：Dieselnet 網站，https://www.dieselnet.com/standards/eu/hd.php。

表 2.2-10 歐盟重車柴油引擎排放標準(瞬態測試循環)

期別	實施日期	測試方法	CO	NMHC	CH_4	NOx	PM	PN	NH_3
			g/kWh					1/kWh	(ppm)
Euro III	1999.10	ETC	3.0	0.40	0.65	2.0	0.02		
	2000.10		5.45	0.78	1.6	5.0	0.16c		
Euro IV	2005.10		4.0	0.55	1.1	3.5	0.03		
Euro V	2008.10		4.0	0.55	1.1	2.0	0.03		
Euro VI	2013.01	WHTC	4.0	0.16	0.5	0.46	0.01	6.0×10^{11}	10

註 1：PN(Partical number)：粒狀污染物數目量測；PM(Partical Matter)：粒狀污染物排放總重量。
註 2：ETC(European Transient Cycle)：歐洲暫態循環，每一循環測時 1800 秒，模擬重型柴油引擎實際路面所擷取車速等資料為基準，再轉換引擎轉速、負載對應時間之條件，由每秒連續暫態所組成，分市區道路(urban)、鄉村道路(runal)、高速公路(motor way)所組成。
註 3：WHTC：暫態測試循環，國際法規調和之測試程序。
資料來源：Dieselnet 網站，https://www.dieselnet.com/standards/eu/hd.php。

表 2.2-11 歐盟車輛分類表

車輛種類	規格說明
M 類(客車)	M1(9 人座以下，含駕駛座)
	M2(9 人座以以上，含駕駛座，且低於 5 噸)
	M3(9 人座以以上，含駕駛座，且高於 5 噸)
N 類(貨車)	N1(總重 3.5 噸以下)
	N2(總重 3.5 噸以上，12 噸以下)
	N3(總重 12 噸以上)
O 類(拖車、半拖車)	O1(總重 0.75 噸以下)
	O2(總重 0.75 噸以上，3.5 噸以下)
	O3(總重 3.5 噸以上，10 噸以下)
	O4(總重 10 噸以上)

資料來源：UNECE 網站，http://www.unece.org，Classification and Definition of Vehicles。

表 2.2-12 歐盟車輛保證服務期限規定

車輛種類	法規	
	Euro IV-V	Euro VI
N1 and M2	100,000km/5years	160,000km/5years
N2,N3 ≤ 16 ton	200,000km/6years	300,000km/6years
M3 Class I, Class II, Class A, and Class B ≤ 7.5 ton		
N3 > 16 ton	500,000km/7years	700,000km/7years
M3 Class III, and Class B > 7.5 ton		

資料來源：EUR-Lex :EC NO 582/2011，ANNEX VII。

表 2.2-13 歐盟重車使用中車輛管制規定

管制項目	管制說明
執行期間	車輛掛牌 18 個月後開始執行,於車輛保固期限內每 2 年至少執行一次，可於該引擎停止生產 5 年後停止測試。
測試數量	最少 3 台引擎測試，已掛牌行駛里程至少 25,000 萬公里。
路線設計 (行駛時間 容許範圍±5%)	1. M1、M2、N1、N2、N3 車型：市區道路占 45%，郊區道路占 25%，高速公路占 30% 2. N3 車型：市區道路占 20%，郊區道路占 25%，高速公路占 55%
載重規定	測試車輛載重須最大載重的 50%~60%
試驗速率	1. 市區道路：0~50km/hr 2. 郊區道路：50~75km/hr 3. 高速公路：75km/hr 以上
行駛表現	1. 加速：總行駛時間占 26.9% 2. 減速：總行駛時間占 22.6% 3. 巡航：總行駛時間占 38.1% 4. 停等：總行駛時間占 12.4%
環境條件	試驗溫度至少-7℃以上，若低於-7℃，須滿足下列公式 T = – 0,4514 × (101.3 – pb) + 311，T：溫度、pb：大氣壓

資料來源：EUR-Lex :EC NO 582/2011，ANNEX VII。

2. 美國

(1) 車輛分類

美國的車輛分類如表 2.2-14。此表為美國聯邦公路管理局（FHWA）與美國普查局根據整車重量(GVWR，也就是車重+平均載客/貨重)分成 8 個等級，不同的是，FHWA 將這 8 個等級歸納為 3 類：輕型（1-2 级）、中型（3-6 级）、重型（7-8 級）；美國普查局歸納為 4 類：輕型（1-2 级）、中型（3-5 级）、輕重型(6 級)、重型（7-8 級）。

表 2.2-15 為美國環保署（EPA）的分類方式。環保署為了進行排放管制與燃油經濟性驗證，同樣依據整車重量進行分級，並歸納為 2 類：輕型(GVWR<8，500 磅，相當於 3.9 噸)、重型（GVWR>8,501 磅，相當於 3.9 噸），且在重型車的分類中又分出中重型引擎等級，但並沒有中型車輛等級。

表 2.2-14 美國聯邦公路總署之車輛分類

Gross Vehicle Weight Rating(lbs)	Federal Highway Administration (美國聯邦公路管理局)		US Census Bureau (美國人口普查局)
	車種分類	總車重分類	VIUS Classes[1]
<6,000	Class1:<6,000	Light Duty <10,000	Light Duty <10,000
10,000	Class2:<6,001~10,000		
14,000	Class3:<10,001~14,000	Medium Duty 10,001~26,000	Medium Duty 10,001~19,500
16,000	Class4:<14,001~16,000		
19,500	Class5:<16,001~19,500		
26,000	Class6:<19,501~26,000		Light Heavy Duty 19,001~26,000
33,000	Class7:<26,001~33,000	Heavy Duty >26,001	Heavy Duty >26,001
>33,000	Class1:<6,000		

註 1：VIUS: US DOT Vehicle Inventory and Use Survey

註 2：各等級車重之單位轉換：等級 1 為 2.7 噸以下；等級 2a 為 2.7 噸-3.9 噸；等級 2b 為 3.9-4.5 噸；等級 3 為 4.5-6.3 噸；等級 4 為 6.3-7.2 噸；等級 5 為；等級 6 為 7.2-8.8 噸；等級 7 為 8.8-12 噸；等級 8 為 12-15 噸。

資料來源：美國能源部網站 http://www.afdc.energy.gov/data/#tab/all/data_set/10380。

表 2.2-15 美國環保署之車輛分類

<table>
<tr><td rowspan="3">Gross Vehicle Weight Rating(lbs)</td><td colspan="4">EPA Emissions Classification</td></tr>
<tr><td colspan="3">Heavy Duty Vehicle and Engines</td><td>Light Duty Vehicle</td></tr>
<tr><td>H.D. Trucks</td><td>H.D. Engines</td><td>General Trucks</td><td>Passenger Vehicles</td></tr>
<tr><td><6,000</td><td>Light Duty Truck 1&2
<6,000</td><td>Light Duty Trucks
<6,000</td><td rowspan="2">Light Duty Trucks
<8,500</td><td rowspan="2">Light Duty Vehicle
<8,500</td></tr>
<tr><td>8,500</td><td>Light Duty Truck 3&4
6,001~8,500</td><td>Heavy Duty Trucks
6,001~8,500</td></tr>
<tr><td>10,000</td><td>Heavy Duty Vehicle2b
8,501~10,000</td><td rowspan="3">Light Heavy Duty Engines
8,501~19,500</td><td rowspan="8">Heavy Duty Vehicle
Heavy Duty Engines
>8,500</td><td>Medium Duty Passenger Vehicle
8,501~10,000</td></tr>
<tr><td>14,000</td><td>Heavy Duty Vehicle3
10,000~14,000</td><td></td></tr>
<tr><td>16,000</td><td>Heavy Duty Vehicle4
14,001~16,000</td><td></td></tr>
<tr><td>19,500</td><td>Heavy Duty Vehicle5
16,001~19,500</td><td></td></tr>
<tr><td>26,000</td><td>Heavy Duty Vehicle6
19,501~26,000</td><td rowspan="2">Medium Heavy Duty Engines
19,501~33,000</td><td></td></tr>
<tr><td>33,000</td><td>Heavy Duty Vehicle7
26,001~33,000</td><td></td></tr>
<tr><td>60,000</td><td>Heavy Duty Vehicle8a
33,001~60,000</td><td rowspan="2">Heavy Heavy Duty Engine Urban Bus
>33,001</td><td></td></tr>
<tr><td>>60,000</td><td>Heavy Duty Vehicle8b
>60,001</td><td></td></tr>
</table>

註：各等級車重之單位轉換：等級 1 為 2.7 噸以下；等級 2a 為 2.7 噸-3.9 噸；等級 2b 為 3.9-4.5 噸；等級 3 為 4.5-6.3 噸；等級 4 為 6.3-7.2 噸；等級 5 為；等級 6 為 7.2-8.8 噸；等級 7 為 8.8-12 噸；等級 8 為 12-15 噸。

資料來源：美國能源部網站 http://www.afdc.energy.gov/data/#tab/all/data_set/10380。

(2) 重型車油耗制度

美國於 2011 年已公告重型車油耗法規，2014 年開始管制實施並逐步導入至 2017 年全面實施，管制標準為燃油效率與溫室氣體排放(CO_2、CH_4、N_2O)，管制車種類別包含曳引車(Class7&8 Tractors)、職業車輛(Class 2B~8 Vocational Vehicles)、重型 Pick-up 貨車與箱型車。

美國重型車油耗管理採用電腦模擬計算，可由車廠輸入車種、車型年、風阻係數、輪胎滾動阻力、輕量化技術、惰轉污染減量系統及有無速限裝置等條件，最新使用軟體由美國環保署公開第二階段法規模擬計算軟體(GEM P2v1.1)，油耗測試之行車型態為市區型態及 55mph、65mph 定速模式，再依據各車種別之油耗權重係數進行計算。

由於重型車輛總重範圍較大，載貨重亦不同，而如果要對這些車輛使用單一標準值的話，則必須使用 ton-miles 單位。美國的重型車油耗及 GHG 氣體標準單位為 gallon/ton-mile 及 g/ton-mile，是由 GEM 模型中計算出油耗(gallon/mile)及 GHG 氣體排放值(g/mile)後，再使用載貨重 payload 係數計算換算得到 gallon/ton-mile 或 g/ton-mile，而此載貨重也是預設標準值，如 Class8 曳引車為 19 噸，Class7 曳引車則為 12.5 噸，以曳引車類別為例其法規標準如表 2-1.16~18 所示。

表 2.2-16 美國重型曳引車油耗/CO_2 標準

車種別	EPA COB2B 排放標準			NHTSA 油耗標準		
	g/ton-mile			gal/1,000 ton-mile		
	低車頂	中車頂	高車頂	低車頂	中車頂	高車頂
Day Cab Class 7	104	115	120	10.2	11.3	11.8
Day Cab Class 8	80	86	89	7.8	8.4	8.7
Sleeper Cab Class 8	66	73	72	6.5	7.2	7.1

資料來源：美國重型油耗制度，車輛節能應用技術研究網站，經濟部能源局。

表 2.2-17 美國職業車輛整車 CO_2 標準

車輛等級	GVWR 總重(磅)	EPA COB2B 排放標準(g/ton-mile)	NHTSA 油耗標準（gal/1,000 ton-mile）
Light-Heavy	GVWR≦19,500	373	36.7
Medium-Heavy	19,500 ＜ GVWR ≦33,000	225	22.1
Heavy-Heavy	33,000＜GVWR	222	21.8

註：職業車輛(Vocational Vehicles)：客運、垃圾車、特種車等。
資料來源：美國重型油耗制度，車輛節能應用技術研究網站，經濟部能源局。

表 2.2-18 美國職業車輛引擎標準

等級	車型年	CO_2 Emissions	油耗
		g/bhp-hr	gallon/100 bhp-hr
LHD Engines	2014	600	5.89
	2017	576	5.66
MHD Engines	2014	600	5.89
	2017	576	5.66
HHD Engines	2014	567	5.57
	2017	555	5.45
Gasoline Engines	2016	627	7.06

註：職業車輛(Vocational Vehicles)：客運、垃圾車、特種車等。
資料來源：美國重型油耗制度，車輛節能應用技術研究網站，經濟部能源局。

(3) 美國重型柴油車污染排放管制規定

美國現型重型柴油車污染排放管制，採認標準分為聯邦及加州法規兩大標準，聯邦法規已於 1974 年開始實施，污染排放管制經利多次修正加嚴管制，1987 年加州法規加入重型柴油車排放管制規定，車輛排氣污染管制標準管制歷程如表 2.2-19 所示。

美國聯邦法規自 1974 年開始管制 CO、HC^a+NO_X，開始在 1987~2003 年開始管制 HC、CO、NO_X、PM 等排放物，並在 2004 年開始協議 NO_X 降低至 0.2 g/bhp-hr，2007 年車型年後之排放標準分階段導入實施，如表 2.2-20 所示，2015 年排放標準 NO_X 更為嚴格，須符合 0.02 g/bhp-hr 排放標準。

表 2.2-19 美國重型柴油車污染標準管制期程

年期	CO	HC[a]	HC[a]+NOx	NOx	PM	
					General	Urban Bus
1974	40	-	16	-	-	
1979	25	1.5	10	-	-	
1985	15.5	1.3	-	10.7	-	
1987	15.5	1.3		10.7[d]	0.60[f]	
1988	15.5	1.3[b]		10.7[d]	0.60	
1990	15.5	1.3[b]		6.0	0.60	
1991	15.5	1.3[c]		5.0	0.25	0.25[g]
1993	15.5	1.3[c]		5.0	0.25	0.10
1994	15.5	1.3[c]		5.0	0.10	0.07
1996	15.5	1.3[c]		5.0[e]	0.10	0.05[h]
1998	15.5	1.3		4.0	0.10	0.05[h]
2004	15.5	-	2.4[i]	-	0.10	0.05[h]
2007	15.5	0.14[k]		0.20[k]	0.01	
2015	15.5	0.14		0.02[l]	0.01	

註 a：NMHC for 2004 and later standards。
註 b：For methanol-fueled engines, the standard is for total hydrocarbon equivalent (THCE)。
註 c：California: NMHC = 1.2 g/bhp·hr, in addition to the THC limit.。
註 d：California: NOx = 6.0 g/bhp·hr。
註 e：California: Urban bus NOx = 4.0 g/bhp·hr。
註 f：California only, no federal PM limit。.
註 g：California standard 0.10 g/bhp·hr。
註 h：In-use PM standard 0.07 g/bhp·hr。
註 i：Alternative standard: NMHC+NOx = 2.5 g/bhp·hr and NMHC = 0.5 g/bhp·hr。
註 j：Under the 1998 Consent Decrees, several manufacturers supplied 2004 compliant engines from October 2002.。
註 k:NOx and NMHC standards were phased-in on a percent-of-sales basis: 50% in 2007-2009 and 100% in 2010. Most manufacturers certified their 2007-2009 engines to a NOx limit of about 1.2 g/bhp·hr, based on a fleet average calculation。
註 l：Optional. Manufacturers may choose to certify engines to the California Optional Low NOx Standards of 0.10, 0.05 or 0.02 g/bhp·hr。
資料來源：Diesel Net 網站。

表 2.2-20　2007 年後出廠車型之重車柴油排放標準

污染物	排放標準 (g/bhp-hr)	導入年期(占比)			
		2007	2008	2009	2010
NOX	0.20	50%	50%	50%	100%
NMHC	0.14	50%	50%	50%	100%
CO	15.5	100%			
PM	0.01	100%			

資料來源：Diesel Net 網站。

3. 日本

日本的重車分類方式參見表 2.2-21，是以「車總重」為分類依據，並將客貨車區隔。總分類數共計 25 類，貨車共有 13 類(含單體貨車 11 類，曳引車 2 類)，客車共有 12 類(含市區公車 5 類、其他巴士 7 類)。

測試型態以引擎測試並用電腦模擬計算重型柴油車量之能源效率，依照不同車重及市區、城際道路型態進行測試，聯結車測試重量分為 20 噸、20 噸以上，市區道路、城際道路權重分為(80%、20%)或(90%、10%)等類型。

表 2.2-21 日本重車分類方式

車型	分類	總重(GVW)	載貨重	油耗標準 km/l
貨車	T1	3.5-7.5 噸	負載<1.5 噸	10.83
	T2		1.5-2 噸	10.35
	T3		2-3 噸	9.51
	T4		大於 3 噸	8.12
	T5	7.5-8 噸	-	7.24
	T6	8-10 噸	-	6.52
	T7	10-12 噸	-	6.00
	T8	12-14 噸	-	5.69
	T9	14-16 噸	-	4.97
	T10	16-20 噸	-	4.15
	T11	20 噸以上	-	4.04
曳引車	TT1	20 噸以下	-	3.09
	TT2	20 噸以上	-	2.01
市區巴士 (Root Bus)	BR1	6-8 噸	-	6.97
	BR2	8-10 噸	-	6.3
	BR3	10-12 噸	-	5.77
	BR4	12-14 噸	-	5.14
	BR5	14 噸以上	-	4.23
其他巴士	B1	3.5-6 噸	-	9.04
	B2	6-8 噸	-	6.52
	B3	8-10 噸	-	6.37
	B4	10-12 噸	-	5.7
	B5	12-14 噸	-	5.21
	B6	14-16 噸	-	4.06
	B7	16-20 噸	-	3.57

資料來源：日本經濟產業省、國土交通省及日本汽車工業協會 JAMA。

4. 中國大陸

中國大陸自 2012 年 7 月 1 日起實施重型車油耗法規標準(第一階段)，屬於行業標準，自 2012 年 7 月 1 日起，車廠需申報測試值並符合「重型商用車輛燃料消耗量限值(第一階段)」，若不符合則無法列入「車輛生產企業及產品公告」。而油耗測試方法是對於基本車型以底盤動力計測試，其它延伸車型則可以動力計測試或以模擬計算法進行，惟若模擬計算值結果超過基本車型實測值 10%時，必須進行底盤動力計實測，而中國大陸則是全球實施重型車油耗法規國家中唯一在法規中有採用底盤動力計測試方法之國家。

中國大陸重型車輛油耗測試程序則是修改自全球法規調和測試程序之 WTVC(World-harmonized transient vehicle cycle)，可稱為 China-WTVC 或 C-WTVC，其行車型態涵蓋市區、公路及高速公路等三種路段，測試取得各段油耗後再依據不同的車輛種類進行不同的路段權重計算處理，其權重係數則是由中國研究調查實際情況得來，詳表 2.2-22 所示，中國的重車分類亦以車重為分類依據，總分類數 11 類，其中貨車 7 類、客車 4 類。

在中國的重型車油耗模擬計算方法中則以引擎油耗試驗及行駛阻力之滑行試驗數據等兩項為最重要的實測輸入參數。中國重型車輛第二階段標準則為國家標準，自 2014 年 7 月起實施，除增加管制對象車種範圍外，在貨車及曳引半拖車部分更加嚴 10.5~14%，中國大陸重型車油耗法規標準值單位為 L/100km，以貨車類為例，其法規標準值如表 2.2-23 所示。

表 2.2-22 中國大陸重車分類

車型	車重(GVW)	市區比例	公路比例	高速比例
半拖車曳引車	9~25 噸	0%	39%	60%
	25 噸以上	0%	10%	90%
自卸汽車	3.5 噸以上	0%	100%	0%
貨車(不含自卸貨車)	3.5~5.5 噸	40%	40%	20%
	5.5~12.5 噸	10%	60%	30%
	12.5~24.5 噸	10%	40%	50%
	24.5 噸以上	10%	30%	60%
市區客車	3.5 噸以上	100%	0%	0%
客車	3.5~5.5 噸	50%	25%	25%
	5.5~12.5 噸	20%	30%	50%
	12.5 噸以上	10%	20%	70%

資料來源：中國交通運輸部。

表 2.2-23 中國大陸重型車油耗法規標準(貨車類)

車輛總重 GVWR(kg)	油耗標準(行業標準) l/100km	油耗標準(國家標準) l/100km
3500＜GVW≦4500	15.5	13.0
4500＜GVW≦5500	16.5	14.0
5500＜GVW≦7000	18.5	16.0
7000＜GVW≦8500	22.0	19.0
8500＜GVW≦10500	24.0	21.5
10500＜GVW≦12500	28.0	25.0
12500＜GVW≦16000	31.0	28.0
16000＜GVW≦20000	35.0	31.5
20000＜GVW≦25000	41.0	37.5
25000＜GVW≦31000	47.5	43.0
31000＜GVW	50.0	45.5

資料來源：中國交通運輸部。

2.2.3 國內貨車行駛道路之限制規範

本計畫為瞭解國內貨車行駛道路之特性，歸納貨車在道路上行駛之實際狀況，讓大貨車在道路實驗設計下更能符合大貨車動態能耗/碳排特性，本節分別探討城際道路與都市道路之貨車行駛之特性，包含禁行及允許行駛路段、速限等，說明如後：

1. 城際運輸

大貨車之城際運輸主要行駛於國道，因此彙整國 5 及國 1 道路運行條件，以探討大貨車行駛國道之限制條件，如表 2.2-24 所示，國 5 及國 1 大貨車速限皆為 90 公里/小時，國 5 大貨車禁行路段主要為雪山隧道，國 1 大貨車禁行路段為汐止五股高架路段，其餘路段大貨車皆可通行。

表 2.2-24 不同國道道路運行條件比較

國道	國 5	國 1
總長度	54.2 公里	372.7 公里
隧道	雙向 40.34 公里 隧道長度占比 37% 最長隧道：雪山隧道 12 公里	雙向 0.952 公里 隧道長度占比 0.001% 最長隧道：大業隧道 556 公尺
坡度 占比	±0%： 53.3% ±1%： 34.6% ±2%： 6.3% ±3%： 2.2% ±4%： 2.3% ±5%： 1.4%	±0%：75.1% ±1%：14.7% ±2%：5.9% ±3%：1.9% ±4%：1.3% ±5%：1.2%
速限	1. 一般車輛(含大客車)： 雪山隧道北口(15K)以北 80 公里/小時 雪山隧道北口(15K)以南 90 公里/小時 2. 大貨車 90 公里/小時	1. 一般車輛(含大客車)： 大安溪橋(北向 155K、南向 155K+600)以北 100 公里/小時 大安溪橋(北向 155K、南向 155K+600)至楠梓交流道(356K)110 公里/小時 楠梓交流道(356K)以南 100 公里/小時 2. 大貨車 90 公里/小時
大貨車 禁行路段	石碇交流道至頭城交流道路段	汐止五股高架路段

資料來源：本計畫彙整。

2. 都市道路

國內各地區針對貨車安全行駛路線規劃方法主要參考車輛型式、載重等，再依據各地區土地使用、道路條件及交通現況等，研擬安全行駛路線之原則，施行後再依據大貨車行駛需求及問題逐一調整行駛路線。其中，因高雄市具備港埠，桃園市則有機場，均為貨運重要起訖點，且兩都都會區內外發展有顯著差異，有利於探討進出港埠、機場周邊與市中心道路之大貨車允行車重規範，因此本小節將分別以高雄及桃園為例探討貨運行駛市區道路限制之特性，說明如後：

(1) 高雄市

①大型貨車行駛路線規劃原則

高雄市轄內大型貨車行駛路線，規劃原則係參考高雄市政府交通局於 102 年 12 月 31 日辦理「大高雄地區聯結車(砂石車)及大貨車行駛路線與臨時通行證申辦作業檢討規劃」，其規劃原則彙整如后：

- 高雄市 2010 年 12 月 25 日合併改制前已公告高雄縣市不同行政區管制型式，考量用路人已熟悉改制前公告之限制行駛路段，以維持改制前公告方式以規劃。
- 改制前公告可行駛路線者，採通行路線規劃。
- 改制前公告禁止通行路線者，以禁止通行路線規劃為主，若為主要聯外道路並無替代道路者，採時段性管制。
- 儘量避開人口稠密地區，非必要市區道路儘可能不列入行駛路段。
- 工業區範圍內道路不予以限制。
- 利用新闢聯外或外環道路，取代原有壅塞道路或市區道路。
- 除地區性工業用地聯外需求之道路外，可通行路線之聯結車及車輛尺寸大於前述之特種車輛，需行駛於道路寬度大於 15 公尺以上，其他大型貨車行駛道路寬度需大於 12 公尺以上。
- 可行駛路線行經就學與通勤路線、市區道路或重要遊憩區者，該地區尖峰時段予以時段性管制通行。
- 考量道路限高及橋樑限重，以「重量法」為通行依據。
- 改制前公告禁行通行路線，且有其他替代路線者，仍維持禁止通行。
- 民意反應期望禁止通行路線，且有其他替代路線者，優先納入進行路線，若無替代路線者，採時段性管制限制通行。

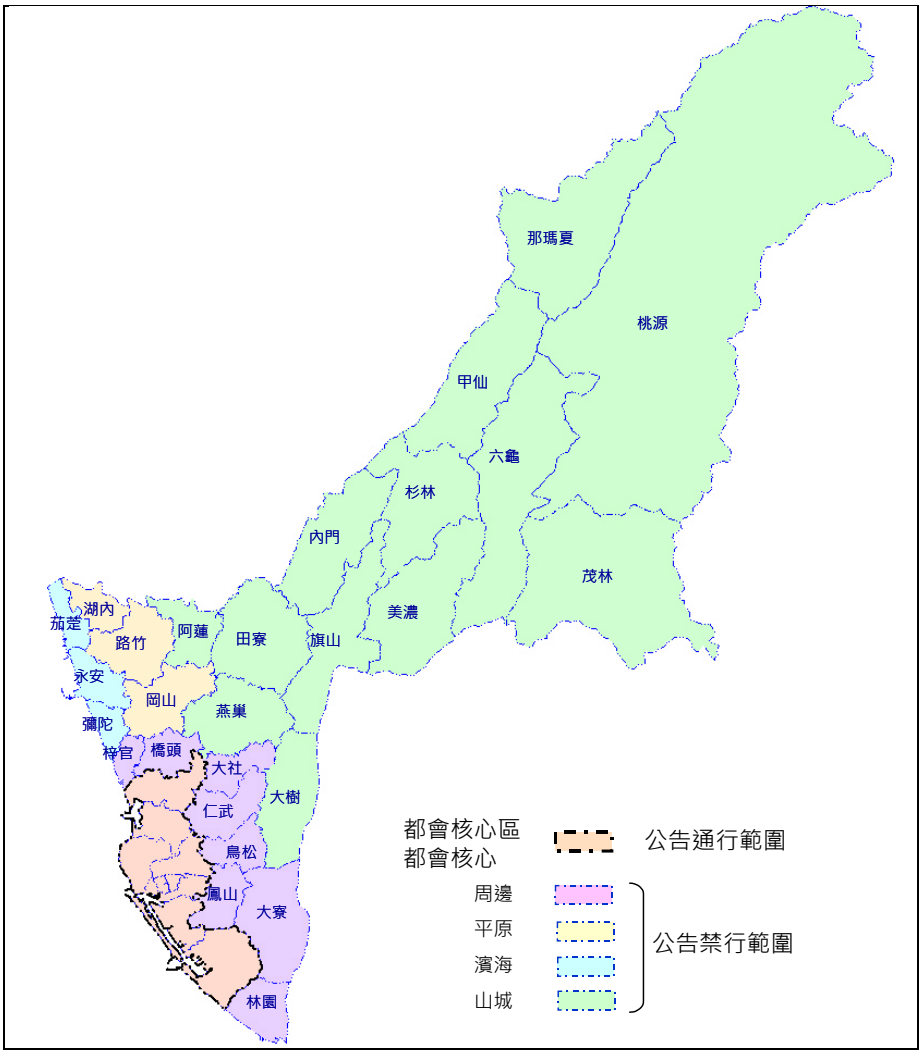
由上述規劃原則瞭解高雄地區聯結車及大貨車行駛路線區分為允許通行及禁止通行兩大類，鄰近市中心 11 處行政區採可通行路線，周邊 27 處行政區採禁行路線，如圖 2.3.1 所示，高雄地區鄰近都是商業中心及高雄港區，定義為都會核心區，大貨車及聯結車行駛路線以公告可通行路線為主；位於其他周邊行政區者，以公告禁行路線為主。高雄市政府交通局於 103 年 9 月 30 日公告「聯結(砂石)車、大貨車及大客車限定行駛(或禁行)路段及時段」，其禁行及允許通行路段特性、車重及時段分布彙整說明如后。

②允許大型貨車行駛道路

高雄地區之核心都會區共有 95 條道路允許大貨車、聯結車通行，其中允許通行之道路等級以郊區道路為主，其次為市區道路，再者為省道。以時段分布而言，95 條允許通行之道路中，有 81 條可全日通行，另 14 條則是尖峰時段禁止通行，其餘時段可通行。以道路速限分布而言，允許通行路段以速限 50km/hr 為主，其次為 40km/hr。。

③禁止大型貨車行駛道路

高雄地區其他周邊行政區共有 107 條路段禁止通行大貨車、聯結車通行，其中禁止通行之道路等級以郊區道路為主，其次為市區道路，再者為鄉道/區道。以時段分布而言，共有 85 條為全日禁行時段，部分鄰近學區在通學時段(07:00~09:00、15:00~18:00)禁止大貨車通行。禁行聯結車、大貨車行駛路段車重限制，車重 12 噸(含)以上限制通行路段數最高，其次為 3.5 噸(含)以上，再者為 16 噸(含)以上。



資料來源：「大高雄地區聯結車(砂石車)及大貨車行駛路線與臨時通行證申辦作業檢討規劃」，高雄市政府交通局，102 年 12 月 31 日。

圖 2.2.1 高雄市公告通行及近型區域範圍圖桃園市

(2) 桃園市

①大型貨車行駛路線規劃原則

桃園市轄區道路條件相較高雄地區路幅狹小，道路禁行通行規劃原則應符合「交通工程手冊」對於大貨車、聯結車之轉彎半徑規範，相交道路路幅需在 15 公尺以上，其公告禁止大貨車、聯結車通行路段實行之後，定期彙整民意及大貨車公會、砂石車公會提出之需求，禁止通行路段予以調整並公告。桃園市政府交通局於 103 年 6 月 6 日公告「桃園市轄區禁行大貨車路段一覽表」，其禁行及允許通行路段特性、車重及時段分布彙整說明如后。

②允許大型貨車行駛道路

桃園地區共 95 條道路允許大貨車、聯結車通行，其中允許通行之道路等級以市區道路為主，鄉道/區道路段數居次，此 95 條道路全日皆可通行。以道路速限分布而言，允許通行路段以速限 50km/hr 為主，其次為速限 40km/hr。

③禁止大型貨車行駛道路

桃園市禁止大貨車、聯結車通行路段共 169 條路段，其中禁止通行之道路等級以郊區道路為主，市區道路次之，其禁行道路幾何條件主要以無標線及雙向 2 車道為主。以時段分布而言，169 條禁行路段中有 120 條為全日禁行時段，另 32 條為尖峰時段禁行，其餘時段可通行。桃園市主要禁止 3.5 噸以上之大貨車、聯結車通行，其次為 12 噸(含)，再者為 25 噸(含)以上。

3. 小結

整體而言，大貨車、聯結車在市區內允許行駛的道路類型主要以市區道路為主，允許行駛道路類型其次為郊區道路，道路速限以 50km/hr 為主。大貨車、聯結車禁行路段車重限制，不論桃園市及高雄市，主要禁行 12 噸(含)以上大貨車、聯結車通行。以聯結車行駛於國道而言，依據道路交通安全規則第 38 條規定，總重限制不得超過 42 噸，速限皆為 90 km/hr。

2.3 國內貨運運輸特性

2.3.1 國內貨車統計

1. 國內貨車車輛數概況

(1) 國內貨車車輛登記數

表 2.3-1 為 104 年底，國內大貨車及小貨車車輛登記數，國內大貨車共 165,695 輛，小貨車共 903,739 輛，總車輛數共 1,069,434 輛，約 107 萬輛。其中，小貨車占比最多，高達 84.5%。

然而，營業用小貨車佔小貨車數量僅 4.1%，不到一成，營業用大貨車亦占大貨車數量的 42.8%，約 4 成左右；此為國內特殊現象，由於大多數貨車登記為自用，但靠行做營業使用。因此，國內的貨車實際上仍然多屬營業使用。

表 2.3-1 國內貨車車輛登記數－以用途區分

運具類型	使用類別	機動車輛 登記數	小計	運具類型 占比	使用類別 占比
大貨車	自用	94,866	165,695	15.49%	57.25%
	營業	70,829			42.75%
小貨車	自用	866,616	903,739	84.51%	95.89%
	營業	37,123			4.11%
合計	自用	961,482	1,069,434	100.00%	89.91%
	營業	107,952			10.09%

資料來源：104 年機動車輛登記數，交通部統計處。

(2) 國內貨車車齡分布

由表 2.3-2 可知，國內大貨車 10 年以上車齡占比高達 71%，小貨車 10 年以上車輛占比亦高達 69%，未滿 5 年大小貨車分別占 16%，亦即 8 成大小貨車為未達歐盟 5 期以上標準。推測由於國內尚未對貨運業有較具體的政策，業者多以成本做為車隊的汰換考量因素，因此車齡明顯較高，且車輛環保期別標準較低。

整體而言，國內貨運車隊車齡呈現以高齡車為主流，此特性在車輛安全性確保與燃油效率提升所衍生之課題值得關注。

表 2.3-2 國內大小貨車車齡分布

車齡	小貨車(輛)	占比(%)	大貨車(輛)	占比(%)
未滿 5 年	141,037	16%	26,377	16%
5 年~未滿 10 年	137,247	15%	21,360	13%
10 年~未滿 17 年	294,381	33%	32,869	20%
17 年~未滿 23 年	259,636	29%	43,248	26%
23 年以上	72,221	8%	41,891	25%
總計	904,522	100%	165,745	100%

註：車齡分類依重型柴油客、貨車排放標準實施期程為分類依據，民國 77 年實施第 1 期；民國 82 年實施第 2 期；民國 88 年實施第 3 期；民國 95 年實施第 4 期；民國 101 年實施第 5 期。
資料來源：104 年機動車輛登記數，交通部統計處。

(3) 國內貨車廠牌分布

由表 2.3-3 可知，國內貨車廠牌分布以中華汽車最多，占比高達 50.1%，其他廠牌次之，但占比也僅 11.6%，由此可知，國內貨運市場以中華貨運車隊為主。

表 2.3-3 國內營業貨車廠牌占比

廠牌	營業貨車	
	車輛數 (輛)	占比 (%)
中華	49,522	28.06%
其他	44,120	25.00%
國瑞	26,781	15.18%
福特六和	977	0.55%
裕隆	1,897	1.07%
ISUZU	14,462	8.20%
MITSUBISHI	17,841	10.11%
鈴木	232	0.13%
TOYOTA	3,488	1.98%
MAZDA	4,242	2.40%
日產	1,300	0.74%
NISSAN	8,328	4.72%
馬自達	253	0.14%
三陽	653	0.37%
VOLKSWAGEN	141	0.08%
VOLVO	1,655	0.94%
BENZ	533	0.30%
MERCEDES-BENZ	45	0.03%
BMW	0	0.00%
LEXUS	1	0.00%
本田	0	0.00%
總計	176,471	100.00%

資料來源：103 年臺閩地區各型汽車廠牌統計，財政部財政資訊中心。

2. 國內重型車輛車重分類

根據國內的法規要求，重型車輛在安全審驗時，必須登記核定總重，而此總重的分類，是依據我國「道路交通安全規則」所規範的內容，說明如后。

(1) 道路交通安全規則規範

根據道路交通安全規則附件十一車輛總重量及總聯結重量限制規定，內容包括「除曳引車、半拖車及拖架以外之大型車輛總重輛限制」、「曳引車及半拖車總聯結重量限制表」，如表 2.3-4~5。

本計畫後續的貨車車重分布分析，即以表 2.3-4~5 為依據分類，唯以車輛總重限制為分類的情況下，仍將缺少低於最低重型車輛總重限制的車重分類，即低於 16.0 公噸的重型車輛。

表 2.3-4 除曳引車、半拖車及拖架以外之大型車輛總重輛限制

軸組型態 / 最遠軸距	前單軸後單軸車輛	前雙軸後單軸車輛	前單軸後雙軸車輛	前雙軸後雙軸車輛	全拖車
2.0 公尺	16.0 公噸	16.0 公噸	16.0 公噸	16.0 公噸	16.0 公噸
2.5 公尺	17.0 公噸	17.0 公噸	17.0 公噸	17.0 公噸	17.0 公噸
3.0 公尺	17.0 公噸	18.0 公噸	18.0 公噸	18.0 公噸	18.0 公噸
3.5 公尺	17.0 公噸	19.5 公噸	19.5 公噸	19.5 公噸	19.5 公噸
4.0 公尺	17.0 公噸	20.0 公噸	20.5 公噸	20.5 公噸	20.0 公噸
4.5 公尺	17.0 公噸	20.0 公噸	21.5 公噸	21.5 公噸	20.0 公噸
5.0 公尺	17.0 公噸	20.0 公噸	22.5 公噸	22.5 公噸	20.0 公噸
5.5 公尺	17.0 公噸	20.0 公噸	24.0 公噸	24.0 公噸	20.0 公噸
6.0 公尺	17.0 公噸	20.0 公噸	25.0 公噸	25.0 公噸	20.0 公噸
6.5 公尺	17.0 公噸	20.0 公噸	26.0 公噸	26.0 公噸	20.0 公噸
7.0 公尺	17.0 公噸	20.0 公噸	26.0 公噸	27.0 公噸	20.0 公噸
7.5 公尺	17.0 公噸	20.0 公噸	26.0 公噸	28.0 公噸	20.0 公噸
8.0 公尺	17.0 公噸	20.0 公噸	26.0 公噸	29.5 公噸	20.0 公噸
8.5 公尺以上	17.0 公噸	20.0 公噸	26.0 公噸	30.0 公噸	20.0 公噸

註 1.本表係依車輛最遠軸距及軸組別，表列車輛總重限制值。
註 2.查表方式為表列最遠軸距採下限值，及無條件捨去公尺為單位之小數點後第二位數字。
註 3.例如：車輛實際最遠軸距值為 4.53 公尺，軸組別為前單軸後單軸，則應查最遠軸距欄位為「4.5 公尺」之列，再查前單軸後單軸車輛之欄位，即可查得其車輛總重限制值為 17.0 公噸。
資料來源：道路交通安全規則。

表 2.3-5 曳引車、半拖車、兼供曳引大貨車、軸組拖架之總聯結重量限制

曳引車總聯結重量限制
(1)前單軸後單軸曳引車：35.0 公噸。
(2)前單軸後雙軸曳引車：43.0 公噸。

半拖車總聯結重量限制

軸組型態 / 軸距(公尺)	後單軸半拖車	後雙軸半拖車	後參軸半拖車
2.0 公尺	25.0 公噸	25.0 公噸	25.0 公噸
2.5 公尺	26.0 公噸	26.0 公噸	26.0 公噸
3.0 公尺	27.0 公噸	27.0 公噸	27.0 公噸
3.5 公尺	28.0 公噸	28.0 公噸	28.0 公噸
4.0 公尺	29.5 公噸	29.5 公噸	29.5 公噸
4.5 公尺	30.5 公噸	30.5 公噸	30.5 公噸
5.0 公尺	31.5 公噸	31.5 公噸	31.5 公噸
5.5 公尺	32.5 公噸	32.5 公噸	32.5 公噸
6.0 公尺	32.5 公噸	34.0 公噸	34.0 公噸
6.5 公尺	32.5 公噸	35.0 公噸	35.0 公噸
7.0 公尺	32.5 公噸	36.0 公噸	36.0 公噸
7.5 公尺	32.5 公噸	37.0 公噸	37.0 公噸
8.0 公尺	32.5 公噸	38.5 公噸	38.5 公噸
8.5 公尺	32.5 公噸	39.5 公噸	39.5 公噸
9.0 公尺	32.5 公噸	40.0 公噸	40.5 公噸
9.5 公尺	32.5 公噸	40.0 公噸	41.5 公噸
10.0 公尺以上	32.5 公噸	40.0 公噸	43.0 公噸

3.兼供曳引之大貨車總聯結重量限制
(1)前單軸後單軸大貨車：34.0 公噸。
(2)前單軸後雙軸大貨車：46.0 公噸。
(3)前雙軸後單軸大貨車：40.0 公噸。
(4)前雙軸後雙軸大貨車：50.0 公噸。

4.拖架總重量限制
(1)單軸組拖架：12.0 公噸。
(2)雙軸組拖架：20.0 公噸。
(3)參軸組拖架：22.0 公噸。

註 1.本表係依車輛最遠軸距及軸組別，表列車輛總重限制值。
註 2.查表方式為表列最遠軸距採下限值，及無條件捨去公尺為單位之小數點後第二位數字。
註 3.例如：車輛實際最遠軸距值為 4.53 公尺，軸組別為前單軸後單軸，則應查最遠軸距欄位為「4.5 公尺」之列，再查前單軸後單軸車輛之欄位，即可查得其車輛總重限制值為 17.0 公噸。
資料來源：道路交通安全規則。

(2) 國內貨運車輛車重分布

依據我國道路交通安全規則規範，以車輛類別、軸組型態、車輛總重量分類，並從公路總局監理處蒐集民國 101 年 12 月底，國內貨運車輛車重分布資料，如表 2.3-6 所示。其中考量小貨車屬於貨運行業中，占比最多的車型，故3.5公噸以下的小貨車屬於一類，又因我國小貨車能耗標準規範中(表2.1-3)，僅對 2.5 噸以下小貨車有所規範，故再以 2.5 公噸區分 2.5 以下小貨車與 2.5 以上~3.5(含)噸無能耗法規規範的小貨車。

35 噸曳引車	43 噸曳引車	單軸式全拖車
		
雙軸式半拖車	三軸式半拖車	
		

圖 2.3.1 貨櫃架式拖車

表 2.3-6 民國 101 年底我國貨車車重分布

車輛類別		軸組型態	車輛總重量(噸)	車輛數	個別占比
貨車	小貨車 占貨車比例 66.45%	前單後單	2.5-3.0	113,339	33.30%
			3.0-3.5	227,005	66.70%
	大貨車 1.占貨車比例 26.56% 2.占重型貨車比例 79.15%	前單後單	3.5-10.0	65,228	47.95%
			10.0-12.0	20,064	14.75%
			12.0-14.5	3,332	2.45%
			14.5-16.0	16,015	11.77%
			16.0-17.0	956	0.70%
			17	9,349	6.87%
		前雙後單	3.5-10.0	10	0.01%
			10.0-12.0	0	0.00%
			12.0-14.5	2	0.00%
			14.5-16.0	1	0.00%
			16.0-19.5	0	0.00%
			19.5-20.0	3	0.00%
			20	300	0.22%
		前單後雙	3.5-10.0	95	0.07%
			10.0-12.0	83	0.06%
			12.0-14.5	42	0.03%
			14.5-16.0	73	0.05%
			16.0-17.0	14	0.01%
			17.0-18.0	23	0.02%
			18.0-19.5	4	0.00%
			19.5-20.5	2,932	2.16%
			20.5-21.5	9,664	7.10%
			21.5-22.5	701	0.52%
			22.5-24.0	1,456	1.07%
			24.0-25.0	2,405	1.77%
			25.0-26.0	1,888	1.39%
			26	1,373	1.01%
		前雙後雙	3.5-10.0	8	0.01%
			10.0-27.0	0	0.00%
			27.0-28.0	2	0.00%
			28.0-30.0	0	0.00%
			30	0	0.00%

註 1：個別占比為不同軸組型態車重範圍與車輛類別的比值。例如：大貨車前單後單 3.5-10.0 公噸的個別占比 = (車輛數/大貨車總車輛數)。

註 2：半拖車無車輛動力引擎，不列入計算。

資料來源：公路總局監理資料。

表 2.3-6 民國 101 年底我國貨車車重分布(續)

車輛類別		軸組型態	車輛總重量(噸)	車輛數	個別占比
貨車	兼供曳引大貨車 1.占貨車比例 0.28% 2.占重型貨車比例 0.83%	前單後單	34	1	0.07%
		前單後雙	46	1,399	98.66%
		前雙後單	40	0	0.00%
		前雙後雙	50	18	1.27%
	曳引車 1.占貨車比例 6.72% 2.占重型貨車比例 20.03%	前單後單	35	29,050	84.41%
		前單後雙	43	5,365	15.59%
	半拖車	後單	25.0-30.5	0	0.00%
			30.5-31.5	1	0.00%
			31.5-32.5	8	0.03%
			32.5	14	0.06%
		後雙	25.0-28.0	0	0.00%
			28.0-29.5	1	0.00%
			29.5-30.5	1	0.00%
			30.5-31.5	65	0.27%
			31.5-32.5	1,920	7.98%
			32.5-34.0	706	2.93%
			34.0-35.0	434	1.80%
			35.0-36.0	9,362	38.92%
			36.0-37.0	339	1.41%
			37.0-38.5	157	0.65%
			38.5-39.5	236	0.98%
			39.5-40.0	989	4.11%
			40	5,572	23.16%
		後三軸	25.0-35.0	0	0.00%
			35.0-36.0	29	0.12%
			36.0-37.0	10	0.04%
			37.0-38.5	78	0.32%
			38.5-39.5	129	0.54%
			39.5-40.5	150	0.62%
			40.5-41.5	297	1.23%
			41.5-43.0	55	0.23%
			43	3,500	14.55%

註 1：個別占比為不同軸組型態車重範圍與車輛類別的比值。例如：大貨車前單後單 3.5-10.0 公噸的個別占比 = (車輛數/大貨車總車輛數)。

註 2：半拖車無車輛動力引擎，不列入計算。

資料來源：公路總局監理資料。

根據上述統計結果，分析我國貨運車輛的車重分布特性如下：

(1) 我國重型貨車以大貨車占比最多，車重多低於 20 公噸

大貨車占比最多 79.15%，其次依序為曳引車 20.03%，兼供曳引之大貨車 0.83%，半拖車由於無車輛引擎動力系統，僅供參考不列入計算，但半拖車多用於聯結車加掛、貨櫃架式拖車使用，軸組型態包括後單、後雙、三輪共三種。而大貨車以前單軸後雙軸最重的 20.0 公噸為界，低於 20 公噸的車輛占全部重型貨車的 67.26%，高於 20.0 公噸的車輛占比 32.74%。

(2) 貨櫃車(曳引車)與半拖車的基本總重超過 25 公噸

我國貨櫃車型中，具有動力引擎的曳引車以及掛載的半拖車，車輛基本總重均超過 25 公噸，由於貨櫃車較常使用長途貨運運輸，行駛里程長，但負載重量重，能源消耗的效率應較低，值得作為節能觀察重點。

(3) 曳引車以前單軸後單軸 35 公噸占多數

我國曳引車包括前單軸後單軸 35 噸和前單軸後雙軸 43 噸兩種類型，其中，前單軸後單軸 35 噸曳引車總數 29,050 台，高於前單軸後雙軸 43 噸曳引車總數 5,365 台，占比 84.41%，為曳引車車型大宗。

(4) 半拖車以後雙軸占多數

我國半拖車包括單軸、雙軸、以及三軸共三種類型，總數 24,053 台，其中，總數 24,053 台，車重分布為 25~43 公噸，其中車輛軸組型態以後雙軸最多，總數 19,782 台，占比 82.24%。

2.3.2 國內貨運車隊行車型態分析

本計畫於 104 年期研究期間，針對國內國道客運及市區公車進行行駛型態分析，得知車輛不同行駛型態對能耗/碳排放具關聯性；另透過經濟部能源局「車輛能源效率經營投資策略與節能技術導入之效益分析」(經濟部能源局，102 年)，針對國內貨運車隊行車型態分析如下述，車隊資料如表 2.3-7 所示。

表 2.3-7 國內貨運車隊資料

車輛代號	A	B	C	D	E
營運路線型態	城際物流運輸(短中長混合)	城際物流運輸(長程運輸)	港區物流運輸	城際物流運輸(短中長混合)	都會區物流運輸(冷凍貨櫃車)
車輛總重(噸)	35 公噸	35 公噸	35 公噸	17 公噸	11 公噸
車齡(年)	5 年	6 年	1 年	11 年	7 年
單月路線行駛日數	長程 4 日、中程 12 日、短程 5 日	19 日	23 日	長程 3 日、短程 20 日	單趟實驗資料
行駛里程(km)	5,448 km/月	11,782 km /月	2,946 km /月	4,890 km /月	21 km /趟
消耗油量(L)	1,422 L /月	4,743 L /月	1,191 L /月	1,519 L /月	8 L/趟
平均油耗(km/L)	3.83	2.48	2.47	3.22	2.62
分析路線起迄	高雄市區－高雄港區	桃園機場－高速公路－高雄市區	高雄港區	臺南市－高速公路－高雄小港機場	桃園市區
平均速率(km/h)	25.2	60.4	12.0	40.0	6.8
日平均速率範圍(km/h)	18.8~32.1	53.5~67.7	5.8~19.7	30.5~46.2	6.8
平均行駛速率(km/h)	30.3	75.9	19.4	46.4	27.6
停等時間占比範圍	19~42%	15~27%	22~50%	10~26%	75%
停等時間油耗占比	—	—	—	—	54%

註 1：旅次長度定義，長程旅次為日行駛里程超過 300 公里；中程旅次日行駛里程介於 200-300 公里；短程旅次日行駛里程低於 200 公里。

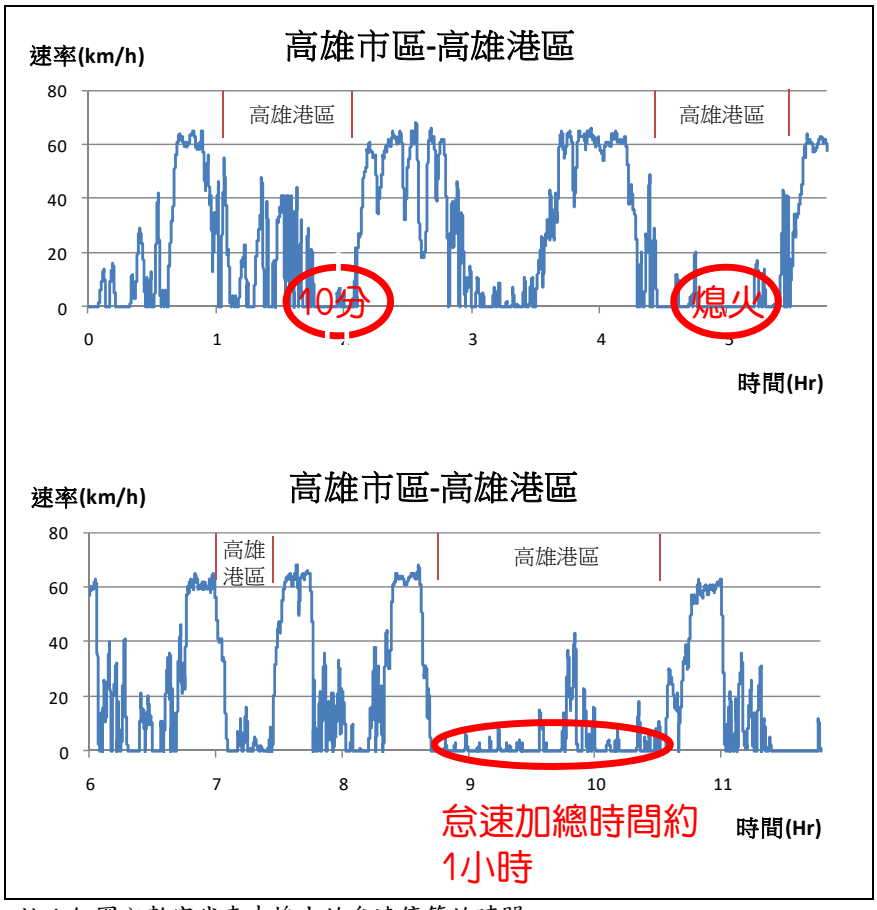
註 2：A、B、C 三車為貨櫃車；D 車為一般大貨車；E 車為冷凍貨櫃車。

資料來源：車輛能源效率經營投資策略與節能技術導入之效益分析，經濟部能源局，102 年。

由表 2.3-7 的行駛型態分析結果，與 5 輛車行駛路線單日之速率分布圖，說明如下。

1. 貨櫃車 A 車：短程城際運輸，高雄市北區–高速公路–高雄港區

A 車路線總平均速率 25.2km/hr，停等時間占比最高可達 42%，主因與高雄港區作業情況有極大相關若高雄港區該日作業繁忙，往港區路程較擁擠，影響行車速率，此外，由於車輛進入港區前需臨停換證，排隊過程會出現走走停停情況，也導致在港區的停等時間較長，故 A 車停等時間占比 19~42%較高。由圖 2.3.2 可知，在高雄港區滯留的時間越長，未熄火的停等怠速加總時間越高。

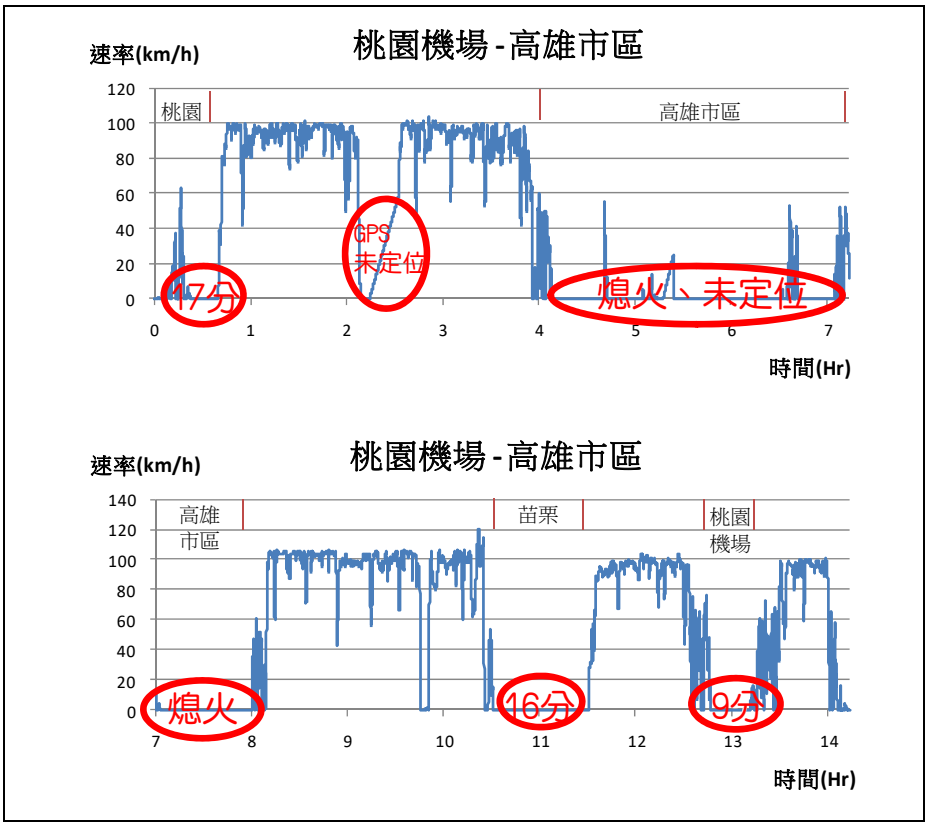


註：紅圈內數字代表未熄火的怠速停等的時間。

圖 2.3.2 A 車單日行車速率分布圖

2. 貨櫃車 B 車：長程城際運輸，桃園機場–高速公路–高雄市區

B 車路線，大部分時間行駛高速公路，因此總平均速率 60.4km/hR 為 5 車最高，且因行駛於高速公路上的占比較高，大部分時間不易受道路交通影響。停等占比範圍為 15~27%，都發生在起點與迄點，或中途下交流道的裝卸貨站點。



註：紅圈內數字代表未熄火的怠速停等的時間。

圖 2.3.3 B 車單日行車速率分布圖

3. 貨櫃車 C 車：高雄港區內物流運輸

C 車全日皆在高雄港區進出往返，未行駛高速公路，故總平均速度率僅 12.0km/h，且高雄港區因作業環境需要，車輛排隊進入貨櫃場區裝卸貨過程會執行怠速熄火，使停等時間占比範圍為 22~50%，然而當港區作業繁忙時，一日旅次中仍約有一半時間為未熄火的怠速停等狀態。此外，港區內物流運輸為配合船班及航線安排，貨物需盡快在各碼頭間流通配送，使得怠速停等機會較多。自圖 2.3.4 可知，高雄港區內無法維持穩定的行駛狀態，而是呈現走走停停的情況，顯示車輛無法以穩定速率行駛。

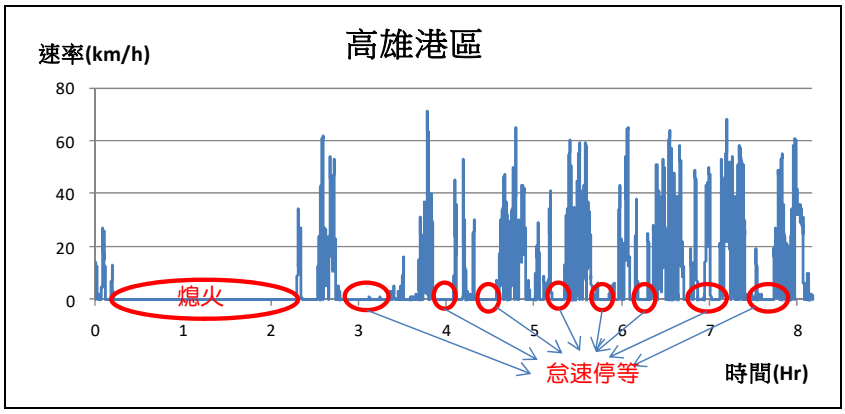
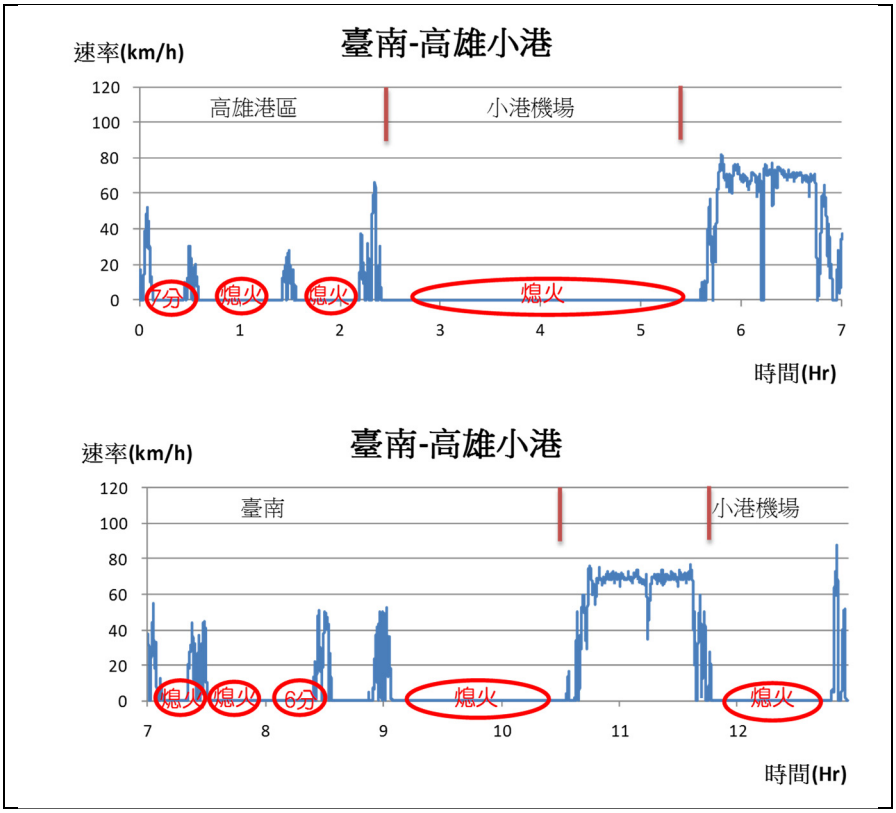


圖 2.3.4 C 車單日行車速率分布圖

4. 一般大貨車 D 車：短程城際運輸，臺南市–高速公路–高雄小港機場

D 車路線總平均速率 40.0km/h，停等時間占比範圍是 10~26%。由圖 2.3.5 可知，D 車在高速公路能夠以穩定速率區間行駛，停等多發生在裝卸貨地點，大部分時間有熄火，但仍有少數有未熄火怠速停等超過 5 分鐘的情況。



註：紅圈內數字代表未熄火的怠速停等的時間。

圖 2.3.5 D 車單日行車速率分布圖

5. 冷凍貨櫃車 E 車：都會區物流運輸，桃園都會區

E 車在桃園都會區內活動，總平均速率僅 6.8km/h，其中在裝卸貨的地點滯留的時間相當長，停等時間占比高達 75%，平均行駛速率 27.6km/h，高於 C 車的 19.4km/h，顯示桃園都會區內行駛狀況較港區良好。此外，E 車為冷凍貨櫃車，車輛裝卸貨期間無法如一般貨車實施熄火動作，故單趟行駛過程有 54%油耗來自怠速停等，即若是一般都會區物流運輸車輛，裝卸貨時若能熄火，將可節省近一半的油耗。

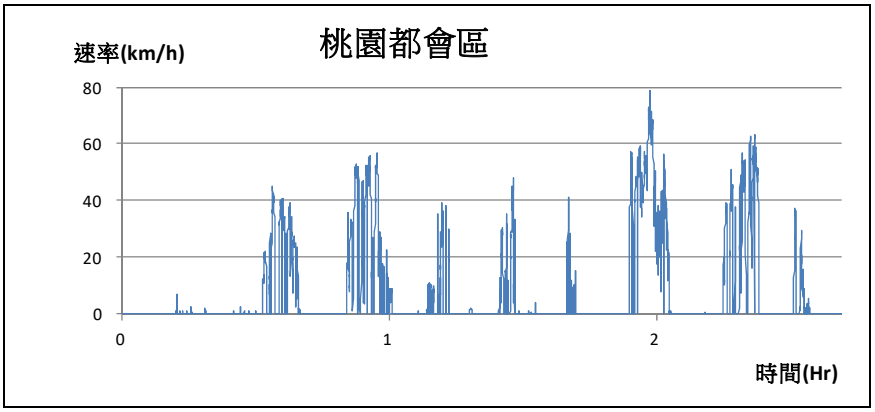
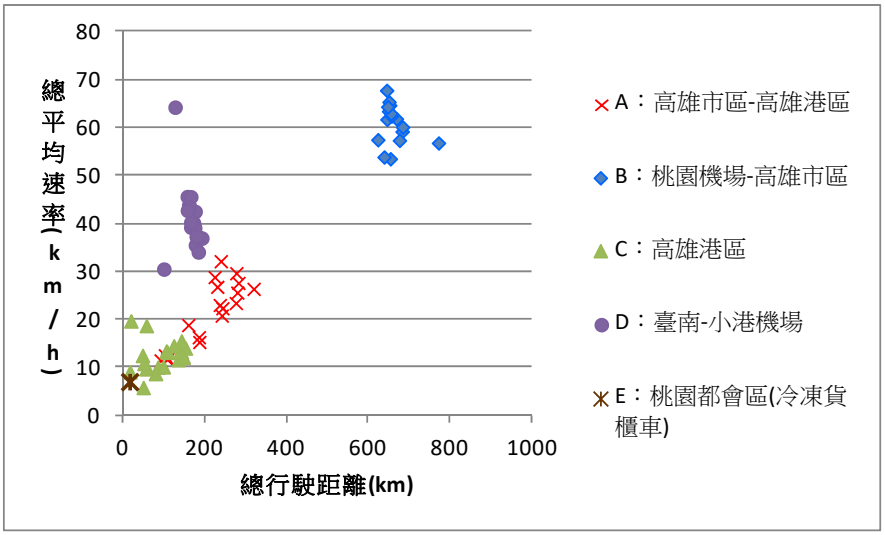


圖 2.3.6 E 車單趟行車速率分布圖

由上述分析可知，5 部車輛確實在不同路線特性，存在不同行駛型態特性，且由行駛型態分析結果，又以總平均速率、停等時間占比為造成差異的主因。圖圖 2.3.7~9 分別比較 5 部車輛「行駛距離和平均速率」、「行駛距離和停等時間占比」、以及「行駛時間和停等時間占比」的關係，歸納結論如下：

1. 行駛距離和總平均速率：路線特性對平均速率有顯著影響

由圖 2.3.7 可知，總行駛距離最長桃園機場-高雄市區路線(B 車)，因行駛高速公路距離占比最高，故總平均速率最快；C 車與 E 車均在高雄港區與桃園都會區行駛，未行駛高速公路，故總平均速率最低；A 車與 D 車皆有行駛高速公路，A 車行駛距離比 D 高，但較多滯留在高雄港區，故總平均速率較 D 車低。

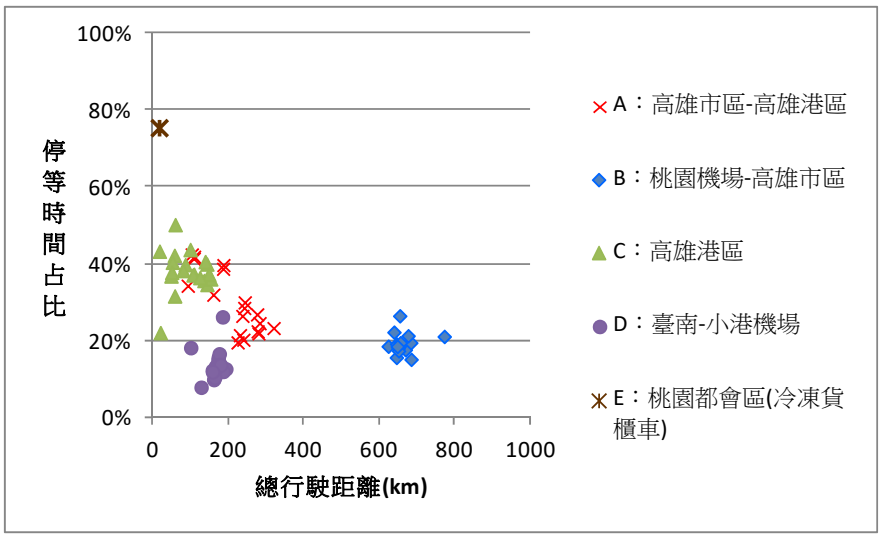


註：A、B、C 三車為貨櫃車；D 車為一般大貨車；E 車為冷凍貨櫃車。

圖 2.3.7 各路線行駛距離與平均速率分布

2. 行駛距離和停等時間占比：路線特性對行駛型態與油耗影響明顯

由圖 2.3.8 可知，高雄港區路線(D 車)與桃園都會區路線(E 車)總行駛距離短，停等時間占比最高，A 車停等時間占比次之，發生在高雄港區；而 B、D 兩車停等時間占比低，因 B 車行駛高速公路距離較長，停等多在裝卸貨地點發生，D 車行駛高速公路距離較 B 車短，但由於裝卸貨多能確實怠速熄火，停等時間占比低。

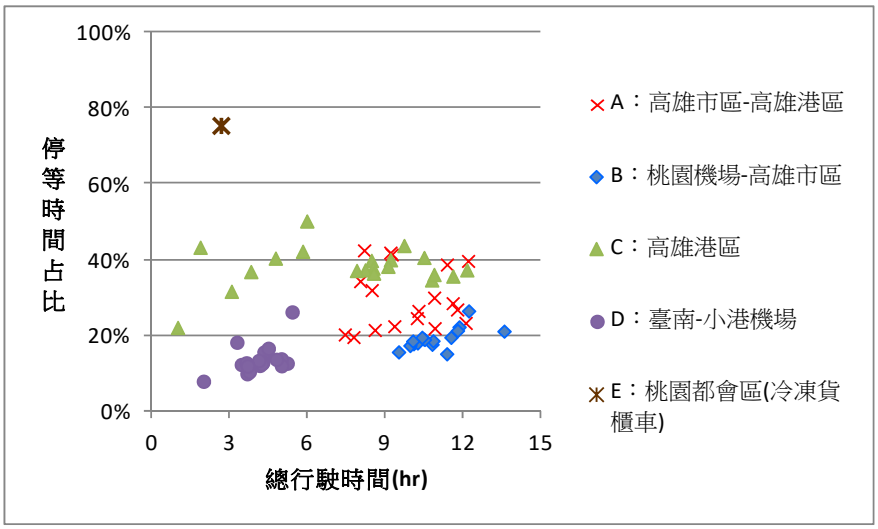


註：A、B、C 三車為貨櫃車；D 車為一般大貨車；E 車為冷凍貨櫃車。

圖 2.3.8 各路線行駛距離與停等時間占比分布

3. 行駛時間和停等時間占比：高速行駛距離愈長，停等時間占比愈少

由圖 2.3.9 可知，A、B 兩車行駛時間較長，A 車部分旅次因進入高雄港區使停等時間占比增加，其它旅次可發現，行駛時間較長的旅次，因行駛高速公路，平均停等時間占比較低；另發現 D 車行駛時間短，但因停等熄火控管得宜，故停等時間占比較 C 車與 E 車低，其中，E 車為冷凍貨櫃車不宜停等熄火。就總行駛時間與停等時間占比關係而言，行駛時間較長旅次大部分為長程運輸，停等時間占比低，但短程運輸仍可透過停等熄火自主管理，減少停等時間占比。



註：A、B、C 三車為貨櫃車；D 車為一般大貨車；E 車為冷凍貨櫃車。

圖 2.3.9 各路線總行駛時間與停等時間占比分布

依據國內貨車行駛型態分析可知，道路類型探討範圍可分兩類，即為：

(1) 行駛於高快速道路上的貨物運輸。

(2) 行駛於市區道路上的市區宅配物流運輸、港區內貨物運輸；其中，貨車在港區行駛型態與市區道路類似。

分析結果可知，我國貨櫃車在上述兩類型的貨物運輸均有，貨櫃車 B 為行使高快速道路上的貨物運輸，分析案例中的貨櫃車 B 車行駛於桃園機場和高雄市區間，具有停等時間占比低、行駛距離長的特性；貨櫃車 A 與 C 分別為高雄市區到高雄港與專門在高雄港區行駛的貨物運輸，兩者均具有停等時間占比高的特性、行駛距離短的特性，貨櫃車 A 由於有行駛高雄市區上的道路或行駛速率較高的快速道路，行駛距離較貨櫃車 C 高，且部分旅次停等時間占比可能與離峰時間行駛較長有關，停等時間占較低(20~30%)；但貨櫃車 C 專門在高雄港區行駛時，因為港區內貨櫃裝卸貨、進出閘門的原因、或港區號誌規範，停等時間占比多數在 30~40%之間。

2.3.3 國內貨車車隊能耗調查分析

針對國內貨運車隊能耗特性，藉由本計畫團隊承辦經濟部能源局「車輛能源效率管制策略與節能技術導入之效益分析(第二年度)」及「車輛能源效率經營投資策略與節能技術導入之效益分析」之研究，為調查國內貨運業者之營運特性，於 101 年總共寄出 224 份問卷，其中包含 132 間一般汽車貨運業、13 間汽車路線貨運業、79 間汽車貨櫃貨運業，調查內容包含貨運業者類型、車齡、車重類別、車隊規模(輛)、年平均燃油經濟性(km/l)及每車年平均行駛里程等項目，回收結果如表 2.3-8 所示，另分析貨車車隊能耗相關影響因素調查結果如後。

表 2.3-8 國內貨運業者之營運特性調查－問卷發放與回收資訊

貨運業者類別	郵寄數量	回收數量	回收率
一般汽車貨運業	132	11	8.33%
汽車路線貨運業	13	7	53.85%
汽車貨櫃貨運業	79	8	10.13%
合計	224	26	11.61%

註 1：回收率＝回收數量/郵寄問卷數。
註 2：一般汽車貨運業：以載貨汽車運送貨物為營業者；汽車路線貨運業：在核定路線內，以載貨汽車運送貨物為營業者；汽車貨櫃運輸業：在核定區域內，以聯結車運送貨櫃貨物為營業者。

1. 貨運業者營運特性與燃油效率之關係

表 2.3-9 彙整被調查業者以三種貨運業類別分類之車隊基本資料，分述如下。

(1) 一般汽車貨運業為國內三種貨運類型中，總營業家數與車隊規模最大者，但各間業者的營運型態變異也最大，就本計畫調查結果而言，其平均耗油與年平均行駛里程歸屬於中間。

(2) 汽車路線貨運業的車隊規模占比高達 74%，燃油效率 5.04km/l 亦最佳，因與該類別業者資本額較足以嘗試與實施節能策略；但年平均行駛里程僅 24,725 公里最低，與該類別業者多屬市區短途運輸有關。

(3) 汽車貨櫃貨運業車隊規模占比僅 6%，由於該類別業者大部分使用重型車輛營運長途運輸，故燃油效率最差，415 台貨櫃車的平均耗油僅 2.98km/l，但年平均行駛里程 137,499km 顯著高於其它兩種業者。

表 2.3-9 不同貨運業類別之車隊基本資料

業者類別	車輛數	車隊規模 占比	平均耗油 (km/l)	年平均 行駛里程 (公里)
一般汽車貨運業	1,499	21%	3.52	69,183
汽車路線貨運業	5,312	74%	5.04	24,725
汽車貨櫃貨運業	415	6%	2.98	137,499

註 1：調查之有效樣本共 22 間業者，7,226 輛車。(扣除資訊不完整的車隊資料)
註 2：一般汽車貨運業：以載貨汽車運送貨物為營業者；汽車路線貨運業：在核定路線內，以載貨汽車運送貨物為營業者；汽車貨櫃運輸業：在核定區域內，以聯結車運送貨櫃貨物為營業者。

2. 車齡與燃油效率之關係

在 26 家貨運業者有效樣本中共蒐集 7,519 輛車隊資料，有關車齡如表 2.3-10，10 年以內，車齡越高，燃油效率越低。但 10 年以上車齡之燃油效率高於 5 年以上車輛，推測可能因環保標準日趨嚴格，符合新環保期別車輛的燃油經濟性不見得優於舊環保期別車輛。受限於問卷設計無法得知 10 年以上不同車齡的平均燃油效率情形。

表 2.3-10 101 年本團隊調查貨車車齡與燃油效率之關係

車齡(年)	平均燃油效率(km/l)	相對比值[註 1]	樣本數(輛)[註 2]	排放標準 期別
未滿 5 年	4.18	1.15	1,798	第 4 期
5 年未滿 7 年	3.89	1.07	1,337	第 4 期
7 年未滿 10 年	3.63	1.00	2,317	第 4 期
10 年以上	3.93	1.08	2,067	第 3 期
總平均	3.91	1.08	7,519	—

註 1：取平均燃油效率最低組為 1。
註 2：取貨運調查樣本中，有完整填答車齡及車重資料者。
註 3：101 年調查車輛以當年車齡推算車輛出廠年份，未滿 5 年出廠年份為民國 96 年之後；5 年未滿 7 年出廠年份為民國 94 年~96 年之間；7 年未滿 10 年出廠年份為民國 91 年~94 年之間；10 年以上出廠年份為民國 91 年之前。
註 4：依據「交通工具空氣污染排放標準」，第 3 期排放標準實施日為民國 88 年，第 4 期排放標準實施日期為民國 95 年。

資料來源：1.車輛能源效率管制策略與節能技術導入之效益分析(第二年度)，民國 101 年，經濟部能源局。
2.車輛能源效率經營投資策略與節能技術導入之效益分析，民國 102 年，經濟部能源局。

而在汽車貨櫃貨運業經營的貨櫃車輛部分，由表 2.3-11 可知，隨著車齡的增長，平均耗油效率愈差，此結果與表 2.3-10 中，10 年以上車輛燃油效率非最差的結果不盡相同；年平均行駛里程部分，可發現 10 年以上的車輛年平均行駛里程較 10 年以內的車輛低，推測就業者的角度而言，盡量少派車況較不佳的老舊車輛。

表 2.3-11 汽車貨櫃貨運業之耗油效率與年平均行駛里程-以車齡區分

貨運公司編號	項目	5 年以內	5~7 年	7~10 年	10 年以上	總平均
C1	平均耗油(km/l)				2.65	2.65
	年平均行駛里程				165,557	165,557
C2	平均耗油(km/l)					
	年平均行駛里程					
C3	平均耗油(km/l)	2.76	2.47	2.09	1.96	2.26
	年平均行駛里程	79,908	71,032	76,105	37,730	58,274
C4	平均耗油(km/l)				3.50	3.50
	年平均行駛里程				166,993	166,993
C5	平均耗油(km/l)	3.23	3.09	2.79	3.01	3.03
	年平均行駛里程	151,985	201,898	137,790	119,533	154,592
C6	平均耗油(km/l)		2.90	2.80	2.88	2.87
	年平均行駛里程		80,000	80,000	80,000	80,000
C7	平均耗油(km/l)	2.86		2.71	2.61	2.66
	年平均行駛里程	60,000		56,000	48,000	50,375
C8	平均耗油(km/l)					2.99
	年平均行駛里程					104,169

註 1：總平均耗油＝∑(年平均行駛里程x車輛數) / ∑(年平均行駛里程÷平均耗油x車輛數)。

註 2：各車年平均行駛里程＝∑(年平均行駛里程x車輛數)/ ∑車輛數。

資料來源：1.車輛能源效率管制策略與節能技術導入之效益分析(第二年度)，民國 101 年，經濟部能源局。

2.車輛能源效率經營投資策略與節能技術導入之效益分析，民國 102 年，經濟部能源局。

3. 核定車重與燃油效率之關係

在 26 家貨運業者有效樣本中共蒐集 7,435 輛車隊資料，如表 2.3-12，核定車重越高，燃油效率越低。

表 2.3-12 貨車核定車重與燃油效率之關係

車重(公噸)	平均燃油效率(km/l)	相對比值[註1]	樣本數(輛)[註2]
3.5 公噸以下	5.76	2.00	1730
3.5~6.5 公噸	5.49	1.91	639
6.5~14.0 公噸	4.56	1.58	2228
14.0~24.0 公噸	3.91	1.36	1925
24.0 公噸以上	2.88	1.00	913
總平均	4.52	1.57	7435

註 1：取平均燃油效率最低組為 1。

註 2：取貨運調查樣本中，有完整填答核定車重資料者。

資料來源：1.車輛能源效率管制策略與節能技術導入之效益分析(第二年度)，民國 101 年，經濟部能源局。

2.車輛能源效率經營投資策略與節能技術導入之效益分析，民國 102 年，經濟部能源局。

而在汽車貨櫃貨運業經營的貨櫃車輛部分，由表 2.3-13 可知，貨櫃車除 C5 擁有 14.0~24.0 公噸外，剩餘公司的貨櫃車均為 24.0 公噸以上，顯示貨櫃車的載重偏高，而 14.0~24.0 公噸的貨櫃車平均耗油 3.24km/l 明顯優於 24.0 公噸以上的貨櫃車。

表 2.3-13 汽車貨櫃貨運業的耗油效率與年平均行駛里程-以車重區分

貨運公司編號	項目	3.5 公噸以下	3.5~6.5 公噸	6.5~14.0 公噸	14.0~24.0 公噸	24.0 公噸以上
C1	平均耗油(km/l)					2.65
	年平均行駛里程					165,557
C2	平均耗油(km/l)					
	年平均行駛里程					
C3	平均耗油(km/l)					2.26
	年平均行駛里程					58,274
C4	平均耗油(km/l)					3.50
	年平均行駛里程					166,993
C5	平均耗油(km/l)				3.24	2.99
	年平均行駛里程				139,058	157,031
C6	平均耗油(km/l)					2.87
	年平均行駛里程					80,000
C7	平均耗油(km/l)					2.66
	年平均行駛里程					50,375
C8	平均耗油(km/l)					2.99
	年平均行駛里程					104,169

註：C2 無提供相關資料。

資料來源：1.車輛能源效率管制策略與節能技術導入之效益分析(第二年度)，民國 101 年，經濟部能源局。

2.車輛能源效率經營投資策略與節能技術導入之效益分析，民國 102 年，經濟部能源局。

2.3.4 國內大貨車運輸特性

國內貨運報告主要參考「汽車貨運調查報告」，該報告以抽樣調查進行，為目前國內公路貨運流量動態資料中最具完整性之調查。依據「103 年汽車貨運調查報告」內容，汽車貨運載送之商品以貨櫃貨為主，占總運量 28.4%，其次為砂、石及黏土，占總運量為 11.5%，如表 2.3-14 所示。

有關國內貨櫃運輸特性，本計畫蒐集 101 年 11 月~12 月海關進、出口關貿統計資料，此份資料之貨櫃資料較具有完整性，並依序分析 1)貨櫃種類、2)貨櫃載重、3)貨櫃貨種、4)貨櫃運送起迄分布等貨櫃運輸特性分析。

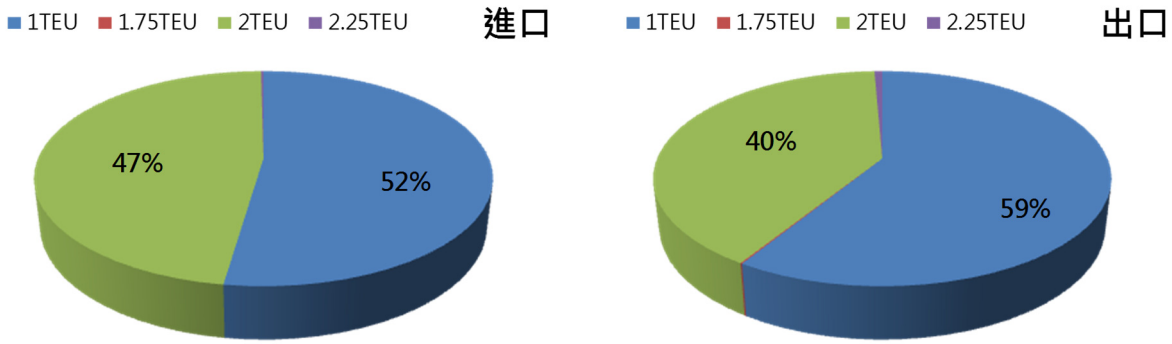
表 2.3-14 民國 103 年汽車貨運運量排名 10 大商品

排名	貨種	運量	占比
	總運量	82704	100%
1	貨櫃貨	23513	28.4%
2	砂、石及黏土	9515	11.5%
3	水泥製品	8875	10.7%
4	鋼鐵初級製品	4573	5.5%
5	空貨櫃	2257	2.7%
6	其他礦產及土石	1200	1.5%
7	蔬菜	1089	1.3%
8	廢棄物清除、處理	1086	1.3%
9	生鐵及粗鋼	1061	1.3%
10	石油化工原料	1059	1.3%

資料來源：「103 年汽車貨運調查報告」

1. 貨櫃種類

由 100~101 年 11 月~12 月海關進、出口關貿資料可得知，貨櫃公路運輸使用貨櫃種類主要以 20 呎(1TEU)為主，分別占 52%及 59%，其次為 40 呎(2TEU)，分別占 47%及 40%，如圖 2.3.10 所示，整體而言，本島運送貨櫃貨運輸主要以 20 呎(1TEU)為主，總計占 55.58%，其次為 40 呎(2TEU)，總計占 43.93%，如表 2.3-15 所示。



資料來源：1. 100~101 年 11 月~12 月海關進、出口關貿資料。
2.本計畫繪製。

圖 2.3.10 我國海關進、出口貨櫃種類分布圖

表 2.3-15 我國海關進、出口貨櫃運輸種類分布比例

貨櫃種類		100~101 年 10~12 月		合計	占比
呎	TEU	進口	出口		
20	1	356,819	410,249	767,068	55.58%
35	1.75	0	774	774	0.06%
40	2	323,808	282,413	606,221	43.93%
45	2.25	1,430	4,618	6,048	0.44%
合計		682,057	698,054	1,380,111	100.00%

資料來源：1. 100~101 年 11 月~12 月海關進、出口關貿資料。
2. 本計畫彙整。

2. 貨櫃淨重

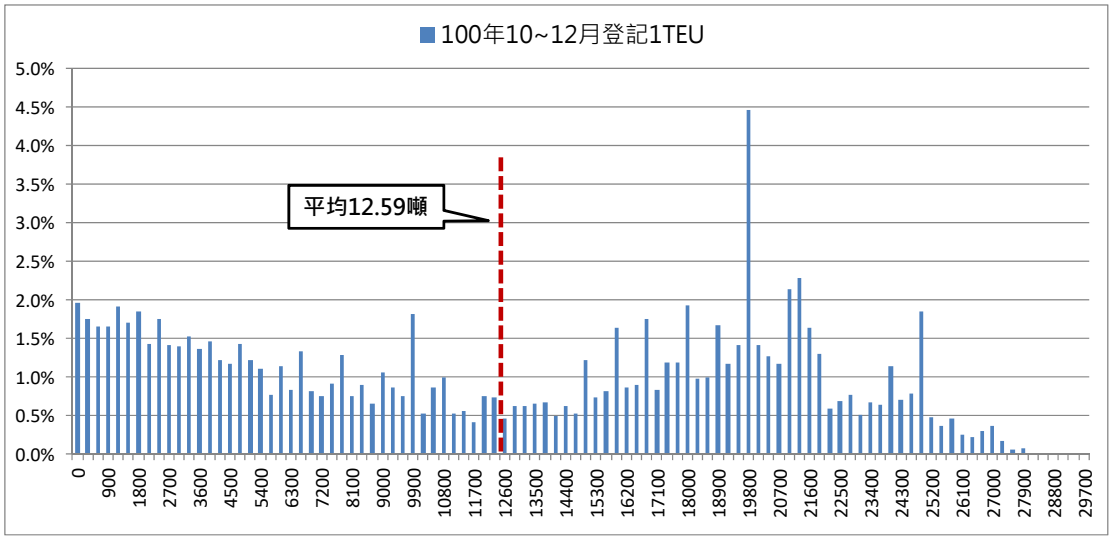
國內標準貨櫃(20 呎,1TEU)最大淨重會因廠商貨櫃規格有所差異，國內標準貨櫃(20 呎,1TEU)可承受最大淨重介於 21,630~28,110 公斤，40 呎(2TEU)貨櫃可承受最大淨重介於 26,280~29,270 公斤。

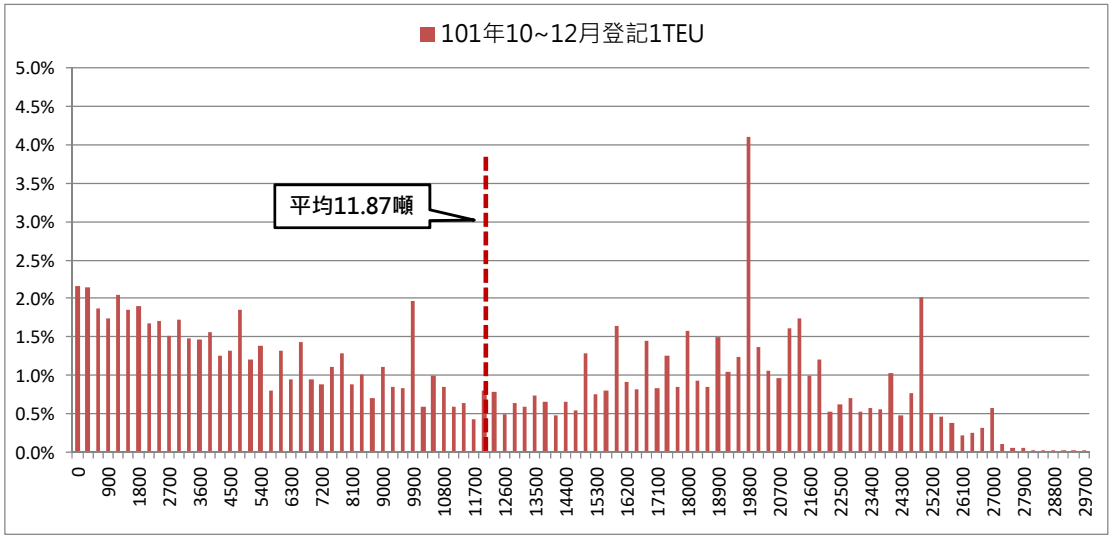
表 2.3-16 及圖 2.3.11、圖 2.3.12 所示，為我國 100~101 年 10~12 月海關進、出口之貨櫃貨物淨重分布，顯示登記 20 呎貨櫃之貨物淨重分布趨勢相似，平均淨重約 11.87~12.59 噸；登記 40 呎貨櫃之貨物淨重分佈趨勢相似，平均淨重約 12.52~12.87 噸。整體而言，此 2 年貨櫃貨物淨重分布趨勢穩定，並無太大波動。

表 2.3-16 我國海關進、出口貨櫃運輸載重統計分析

年期	登記 1TEU			登記 2TEU		
	貨櫃數量	平均淨重	標準差	貨櫃數量	平均淨重	標準差
100 年 10~12 月	372,882	12.59 噸	8.074 噸	295,941	12.52 噸	8.432 噸
101 年 10~12 月	394,152	11.87 噸	8.067 噸	308,244	12.87 噸	8.313 噸

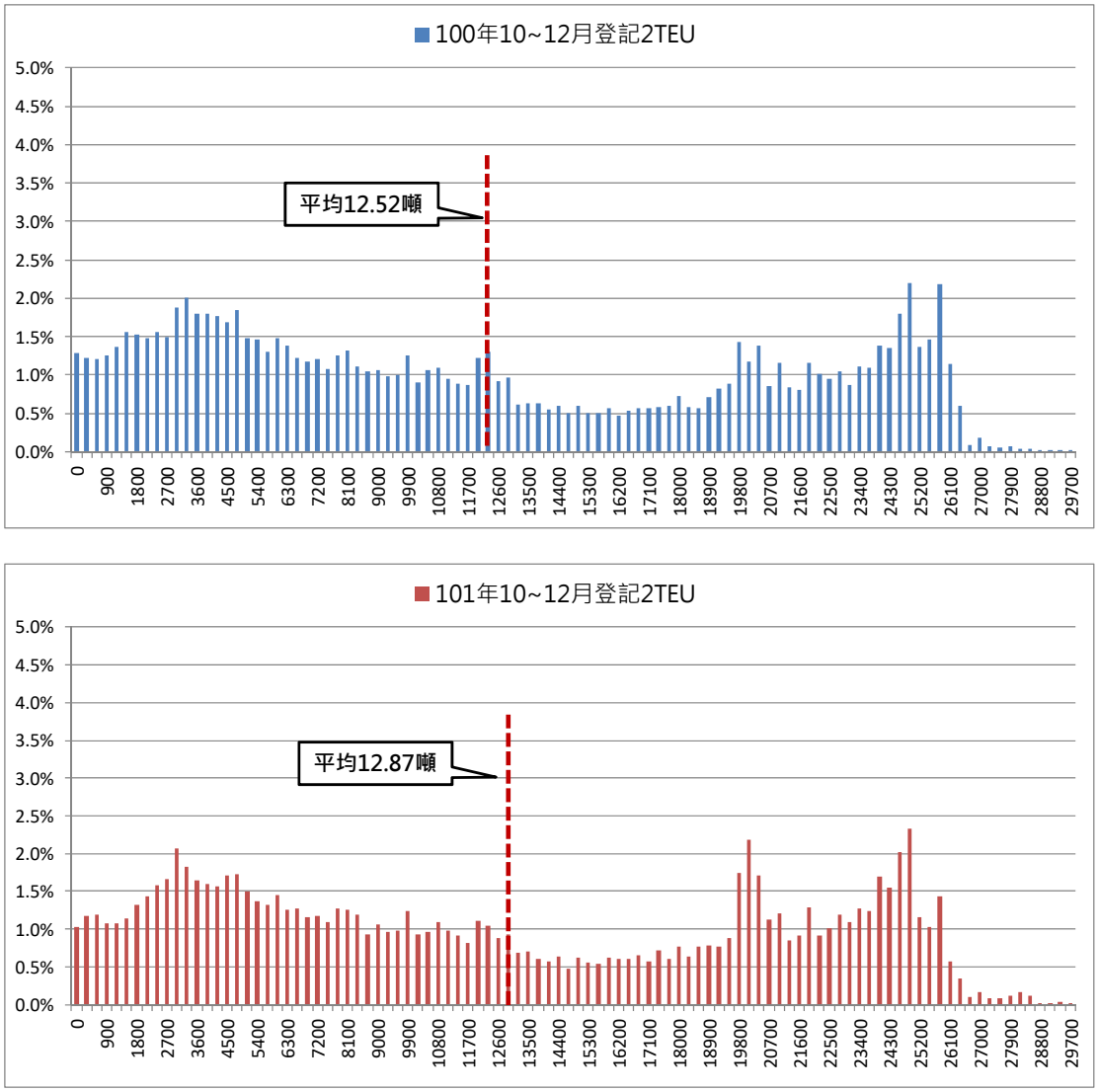
資料來源：1. 100~101 年 11 月~12 月海關進、出口關貿資料。
2.本計畫彙整。





資料來源：1. 100~101 年 11 月~12 月海關進、出口關貿資料。
2.本計畫彙整。

圖 2.3.11 我國海關進、出口登記 20 呎(1TEU)貨櫃貨物淨重分布圖



資料來源：1. 100~101 年 11 月~12 月海關進、出口關貿資料。
2.本計畫彙整。

圖 2.3.12 我國海關進、出口登記 40 呎(2TEU)貨櫃貨物淨重分布圖

3. 貨櫃貨種運量

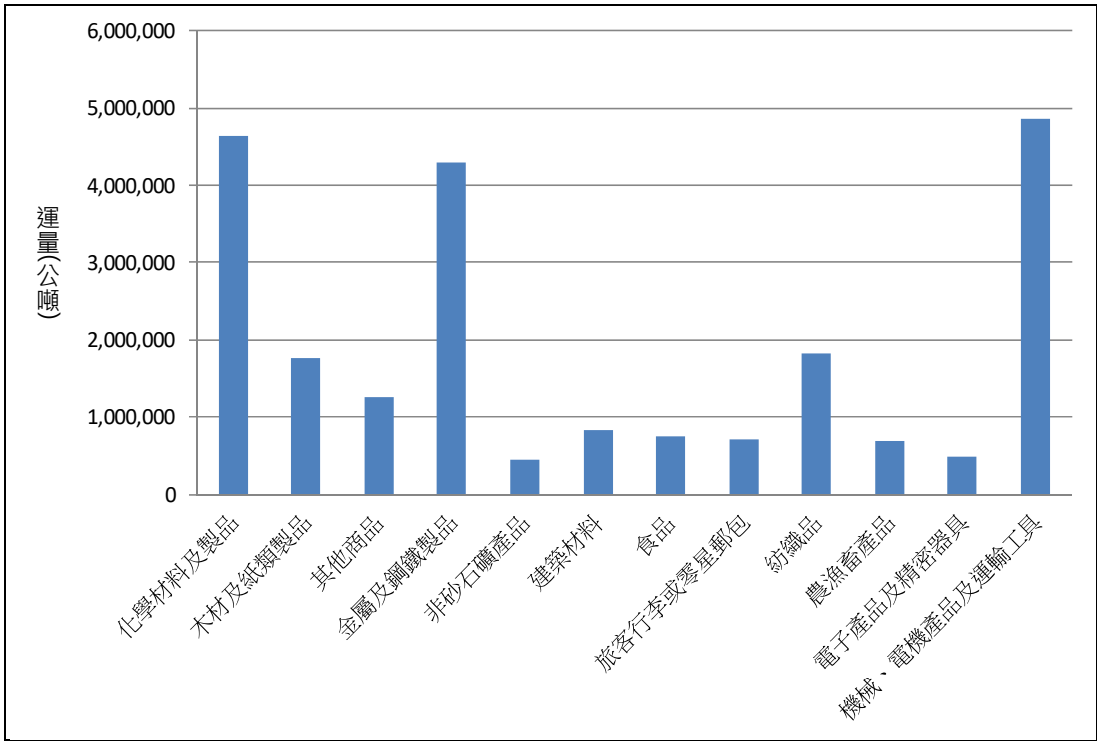
「道路交通安全規則」規定行駛道路上有載重限制，貨種會因貨物體積、密度而影響選擇運送貨櫃之類型，例如貨物體積大、密度低，可能會選擇貨櫃類型是 40 呎(2TEU)作運輸貨櫃；若貨物體積小、密度高，可能會選擇貨櫃類型是 20 呎(1TEU)作運輸貨櫃，避免超過道路容許乘載之核定載重。

因此，探討我國貨櫃車運輸載貨貨種分布，可初步瞭解主要貨種型態，如表 2.3-17 及圖 2.3.13 所示，進口總運量主要以機械、電機產品及運輸工具為主，占總運量約 23%，其次為金屬及鋼鐵製品，占 17%；出口總運量主要以化學材料及製品為主，占總運量約 25%，其次為金屬及鋼鐵製品，占 21%。

表 2.3-17 我國海關進、出口貨櫃貨種總運量統計分析

貨種	101 年 10 月~12 月		貨種	101 年 10 月~12 月	
	進口總運量(公噸)	比例		出口總運量(公噸)	比例
機械、電機產品及運輸工具	2,802,878	23%	化學材料及製品	2,648,647	25%
金屬及鋼鐵製品	2,083,181	17%	金屬及鋼鐵製品	2,215,725	21%
化學材料及製品	1,992,625	16%	機械、電機產品及運輸工具	2,061,928	20%
木材及紙類製品	1,083,290	9%	紡織品	1,004,328	10%
紡織品	821,028	7%	木材及紙類製品	675,158	6%
其他商品	730,256	6%	其他商品	523,136	5%
農漁畜產品	633,424	5%	旅客行李或零星郵包	484,879	5%
建築材料	624,341	5%	食品	321,048	3%
食品	437,976	4%	建築材料	208,161	2%
非砂石礦產品	342,216	3%	電子產品及精密器具	191,478	2%
電子產品及精密器具	298,839	2%	非砂石礦產品	113,143	1%
旅客行李或零星郵包	233,368	2%	農漁畜產品	57,752	1%
合計	12,083,423	100%	合計	10,505,383	100%

資料來源：1. 101 年 11 月~12 月海關進、出口關貿資料。
2.本計畫彙整。



資料來源：1. 101 年 11 月~12 月海關進、出口關貿資料。2. 本計畫。

圖 2.3.13 我國海關進、出口貨櫃貨種總運量分布圖

4. 貨櫃進、出口運送起迄分布

為瞭解我國進、出口貨櫃運送至港口後，以公路運輸運送貨櫃之旅次分布，由 101 年 11 月~12 月海關進、出口關貿資料彙整如表 2.3-18 及表 2.3-19 所示，以貨櫃進口後之公路運輸旅次分布而言，總車次為 335,181 車次，其中高雄市－高雄市占 45%，基隆市－基隆市占 20%，臺中市－臺中市占 10%；以貨櫃出口前之公路運輸旅次分布而言，總車次為 118,154 車次，其中臺中市－花蓮市占 31%，高雄市－高雄市占 26%，基隆市－基隆市占 21%，桃園市－基隆市占 18%；整體而言，由 101 年 11 月~12 月海關進、出口關貿資料得知貨櫃運送主要以縣市境內為主。

依據「交通部臺灣區國道高速公路交通資訊資料庫 TDCS_M06 報表」分析聯結車行駛於高速公路之起迄點分布，如表 2.3-7 所示，此資料為 104 年 3 月平均每日旅次量，聯結車平均每日行駛於國道約 163,636 車次，以圖 2.3.14、表 2.3-20 及表 2.3-21 所示，由 ETC 資料顯示聯結車行駛於國道之里程分布以中長程為主，平均行駛距離約 118 公里，以起迄點分布而言，聯結車主要行駛於北、中、南三區，北部行駛範圍以基隆、臺北、桃園及新竹為主；中部行駛範圍以苗栗、臺中、彰化為主；南部行駛範圍以臺南及高雄為主。

表 2.3-18 我國海關進口貨櫃運送起迄點分布

進口貨櫃(車次,占比)		迄點(縣市別)							合計
		基隆市	新北市	桃園縣	新竹縣	臺中市	高雄市	花蓮縣	
起點(縣市別)	基隆市	66,864	24,424	9,818	455	0	0	0	101,561
		20%	7%	3%	0%	0%	0%	0%	30%
	新北市	6,338	8,524	8,808	166	0	0	0	23,836
		2%	3%	3%	0%	0%	0%	0%	7%
	桃園縣	0	0	0	0	0	0	0	0
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	新竹縣	0	0	0	0	0	0	0	0
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	臺中市	0	0	0	0	34,109	0	0	34,109
		0%	0%	0%	0%	10%	0%	0%	10%
	麥寮港	0	0	0	0	0	0	0	0
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	高雄市	0	0	0	0	0	152,379	0	152,379
		0%	0%	0%	0%	0%	45%	0%	45%
	花蓮縣	0	0	0	0	23,296	0	0	23,296
		0%	0%	0%	0%	7%	0%	0%	7%
合計		73,202	32,948	18,626	621	57,405	152,379	0	335,181

資料來源：1. 101 年 11 月~12 月海關進、出口關貿資料。
2.本計畫彙整。

表 2.3-19 我國海關出口貨櫃運送起迄點分布

出口貨櫃(車次)		迄點(縣市別)							合計
		基隆市	新北市	桃園縣	新竹縣	臺中市	高雄市	花蓮縣	
起點(縣市別)	基隆市	24,377	0	0	0	0	0	0	24,377
		21%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	21%
	新北市	3,043	0	0	0	0	0	0	3,043
		3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3%
	桃園縣	21,102	2	0	0	0	0	0	21,104
		18%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	18%
	新竹縣	1,197	0	0	0	0	0	0	1,197
		1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
	臺中市	308	0	0	0	0	1	36,926	37,235
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	31%	32%
	麥寮港	0	0	0	0	0	0	0	0
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	高雄市	365	0	0	0	1	30,832	0	31,198
		0%	0%	0%	0%	0%	26%	0%	26%
	花蓮縣	0	0	0	0	0	0	0	0
		0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
合計		50,392	2	0	0	1	30,833	36,926	118,154

資料來源：1. 101 年 11 月~12 月海關進、出口關貿資料。
2.本計畫彙整。

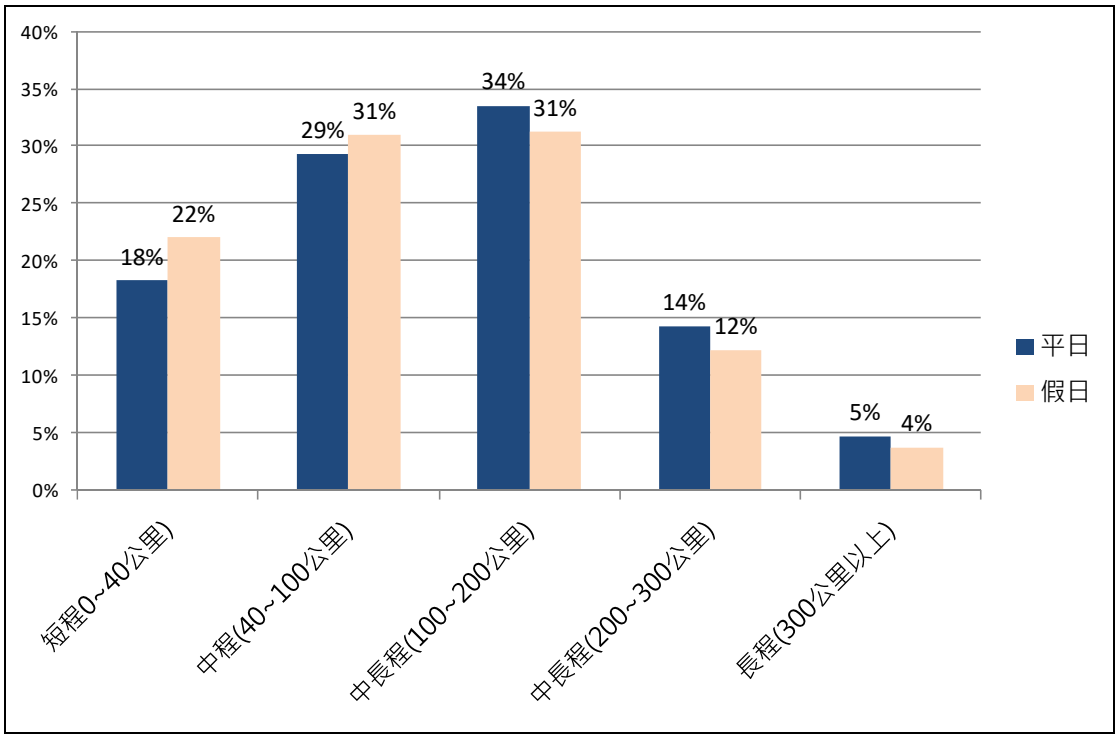


圖 2.3.14 我國聯結車行駛於國道平、假日里程分布圖

表 2.3-20 我國聯結車平日行駛於國道起迄點分布

縣市別(每日車次、占比)		迄點(縣市別)															合計
		基隆	新北市	臺北	桃園	新竹	苗栗	台中	彰化	嘉義	南投	台南	高雄	屏東	宜蘭	花蓮	
起點(縣市別)	基隆	3,497	2,563	623	1,550	393	114	153	26	18	4	25	69	2	0	30	9,068
		3.2%	2.3%	0.6%	1.4%	0.4%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	8.2%
	新北市	2,570	2,945	1,344	2,196	369	383	401	162	60	9	89	79	8	8	73	10,697
		2.3%	2.7%	1.2%	2.0%	0.3%	0.3%	0.4%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	9.7%
	臺北	602	1,427	258	251	71	66	52	21	5	1	3	1	3	0	7	2,769
		0.5%	1.3%	0.2%	0.2%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.5%
	桃園	1,426	2,242	228	5,557	1,121	706	747	202	101	15	243	369	15	0	139	13,111
		1.3%	2.0%	0.2%	5.0%	1.0%	0.6%	0.7%	0.2%	0.1%	0.0%	0.2%	0.3%	0.0%	0.0%	0.1%	11.9%
	新竹	284	389	76	1,132	962	759	756	131	69	23	148	185	11	0	93	5,017
		0.3%	0.4%	0.1%	1.0%	0.9%	0.7%	0.7%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	4.6%
	苗栗	146	409	51	742	787	1,030	1,479	171	70	29	177	246	12	0	91	5,441
		0.1%	0.4%	0.0%	0.7%	0.7%	0.9%	1.3%	0.2%	0.1%	0.0%	0.2%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	4.9%
	台中	159	403	40	761	655	1,301	3,627	1,378	202	453	321	462	36	0	297	10,095
		0.1%	0.4%	0.0%	0.7%	0.6%	1.2%	3.3%	1.3%	0.2%	0.4%	0.3%	0.4%	0.0%	0.0%	0.3%	9.2%
	彰化	22	134	17	190	98	123	1,290	1,838	422	414	446	948	54	0	508	6,504
		0.0%	0.1%	0.0%	0.2%	0.1%	0.1%	1.2%	1.7%	0.4%	0.4%	0.4%	0.9%	0.0%	0.0%	0.5%	5.9%
	嘉義	13	78	6	103	56	75	218	367	671	173	555	766	64	0	410	3,555
		0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.2%	0.3%	0.6%	0.2%	0.5%	0.7%	0.1%	0.0%	0.4%	3.2%
	南投	4	32	1	47	31	29	389	489	181	658	47	51	10	0	529	2,498
		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.4%	0.2%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	2.3%

表 2.3-20 我國聯結車平日行駛於國道起迄點分布(續)

縣市別(每日車次、占比)		迄點(縣市別)															合計
		基隆	新北市	臺北	桃園	新竹	苗栗	台中	彰化	嘉義	南投	台南	高雄	屏東	宜蘭	花蓮	
起點(縣市別)	台南	43	119	9	223	141	176	344	430	587	47	2,639	5,743	349	0	323	11,171
		0.0%	0.1%	0.0%	0.2%	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.5%	0.0%	2.4%	5.2%	0.3%	0.0%	0.3%	10.1%
	高雄	119	142	6	314	156	258	471	836	826	67	5,796	12,436	606	0	453	22,486
		0.1%	0.1%	0.0%	0.3%	0.1%	0.2%	0.4%	0.8%	0.8%	0.1%	5.3%	11.3%	0.6%	0.0%	0.4%	20.4%
	屏東	2	11	3	15	19	21	27	27	56	8	253	482	1,313	0	34	2,270
		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.2%	0.4%	1.2%	0.0%	0.0%	2.1%
	宜蘭	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,657	0	1,660
		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.5%	0.0%	1.5%
	花蓮	23	91	9	140	88	82	343	525	467	543	345	487	28	0	562	3,733
		0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.3%	0.5%	0.4%	0.5%	0.3%	0.4%	0.0%	0.0%	0.5%	3.4%
合計		8,910	10,987	2,670	13,222	4,948	5,122	10,298	6,603	3,734	2,443	11,088	22,324	2,509	1,666	3,550	110,075
		8.1%	10.0%	2.4%	12.0%	4.5%	4.7%	9.4%	6.0%	3.4%	2.2%	10.1%	20.3%	2.3%	1.5%	3.2%	100%

註：灰色網底代表車次比例占前 20%。

資料來源：1.交通部臺灣區國道高速公路局交通資訊資料庫 TDCS_M06 報表，104 年 3 月平均日旅次量。

2.本計畫彙整。

表 2.3-21 我國聯結車假日行駛於國道起迄點分布

縣市別(每日車次、占比)		迄點(縣市別)															合計
		基隆	新北市	臺北	桃園	新竹	苗栗	台中	彰化	嘉義	南投	台南	高雄	屏東	宜蘭	花蓮	
起點(縣市別)	基隆	1,492	1,311	592	523	139	52	79	7	7	3	23	67	1	0	21	4,314
		2.8%	2.4%	1.1%	1.0%	0.3%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	8.1%
	新北市	1,273	1,590	913	1,239	188	168	165	81	25	4	31	31	5	0	36	5,747
		2.4%	3.0%	1.7%	2.3%	0.4%	0.3%	0.3%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	10.7%
	臺北	639	1,022	190	150	25	37	34	9	3	1	2	3	1	0	6	2,119
		1.2%	1.9%	0.4%	0.3%	0.0%	0.1%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4.0%
	桃園	538	1,196	157	2,148	463	333	322	101	48	9	113	232	7	0	65	5,730
		1.0%	2.2%	0.3%	4.0%	0.9%	0.6%	0.6%	0.2%	0.1%	0.0%	0.2%	0.4%	0.0%	0.0%	0.1%	10.7%
	新竹	76	169	25	401	406	509	389	63	28	9	78	112	2	0	45	2,309
		0.1%	0.3%	0.0%	0.7%	0.8%	1.0%	0.7%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	0.1%	4.3%
	苗栗	76	229	33	370	501	638	809	80	40	18	77	147	7	0	58	3,080
		0.1%	0.4%	0.1%	0.7%	0.9%	1.2%	1.5%	0.1%	0.1%	0.0%	0.1%	0.3%	0.0%	0.0%	0.1%	5.7%
	台中	126	221	19	411	290	687	1,591	602	94	137	159	210	8	0	136	4,687
		0.2%	0.4%	0.0%	0.8%	0.5%	1.3%	3.0%	1.1%	0.2%	0.3%	0.3%	0.4%	0.0%	0.0%	0.3%	8.7%
	彰化	8	67	7	90	39	73	636	682	254	174	216	661	10	0	222	3,135
		0.0%	0.1%	0.0%	0.2%	0.1%	0.1%	1.2%	1.3%	0.5%	0.3%	0.4%	1.2%	0.0%	0.0%	0.4%	5.9%
	嘉義	6	34	6	36	17	29	93	220	415	57	207	361	35	0	269	1,779
		0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.2%	0.4%	0.8%	0.1%	0.4%	0.7%	0.1%	0.0%	0.5%	3.3%
	南投	2	13	1	21	12	17	114	178	58	312	20	21	5	0	144	915
		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.3%	0.1%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	1.7%

表 2.3-21 我國聯結車假日行駛於國道起迄點分布(續)

縣市別(每日車次、占比)		迄點(縣市別)															合計
		基隆	新北市	臺北	桃園	新竹	苗栗	台中	彰化	嘉義	南投	台南	高雄	屏東	宜蘭	花蓮	
起點(縣市別)	台南	23	39	7	125	59	91	154	239	166	20	1,309	2,439	253	0	144	5,064
		0.0%	0.1%	0.0%	0.2%	0.1%	0.2%	0.3%	0.4%	0.3%	0.0%	2.4%	4.6%	0.5%	0.0%	0.3%	9.5%
	高雄	86	68	6	201	71	139	214	644	384	18	2,463	6,263	313	0	196	11,063
		0.2%	0.1%	0.0%	0.4%	0.1%	0.3%	0.4%	1.2%	0.7%	0.0%	4.6%	11.7%	0.6%	0.0%	0.4%	20.7%
	屏東	0	3	2	6	7	9	11	5	33	5	147	265	545	0	15	1,050
		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.3%	0.5%	1.0%	0.0%	0.0%	2.0%
	宜蘭	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	833	0	833
		0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	1.6%	0.0%	1.6%
	花蓮	15	46	6	54	47	40	157	237	282	160	155	221	13	0	308	1,739
		0.0%	0.1%	0.0%	0.1%	0.1%	0.1%	0.3%	0.4%	0.5%	0.3%	0.3%	0.4%	0.0%	0.0%	0.6%	3.2%
合計		4,358	6,004	1,961	5,773	2,261	2,820	4,763	3,145	1,835	923	4,998	11,029	1,202	833	1,661	53,561
		8.1%	11.2%	3.7%	10.8%	4.2%	5.3%	8.9%	5.9%	3.4%	1.7%	9.3%	20.6%	2.2%	1.6%	3.1%	100%

資料來源：1.交通部臺灣區國道高速公路局交通資訊資料庫 TDCS_M06 報表，104 年 3 月平均日旅次量。
2.本計畫彙整。

表 2.3-22 我國運輸部門排放清冊大貨車燃油效率

單位：km/l

年份	自用大貨車	營業大貨車
1990	5.26	2.74
1991	3.74	3.56
1992	4.56	2.70
1993	4.21	2.69
1994	3.61	3.43
1995	3.49	3.32
1996	2.88	2.74
1997	3.00	2.85
1998	2.76	2.62
1999	2.99	2.85
2000	3.04	2.89
2001	2.75	2.62
2002	2.79	2.65
2003	2.59	2.46
2004	2.58	2.45
2005	2.48	2.36
2006	2.39	2.28
2007	2.38	2.27
2008	2.33	2.21
2009	2.20	2.09
2010	2.29	2.18
2011	2.01	1.92
2012	2.34	2.22
2013	2.87	2.73
2014	3.13	2.98
2015	3.08	2.93

註：我國運輸部門排放清冊歷年大貨車燃油效率之計算方法係由公路汽車貨運業營運概況及營業小貨車能耗推估值換算而得，以國內公路汽車貨運統計資料顯示，自 2012 年燃油效率從 2.44km/l 明顯提升至 2015 年 3.23km/l。

資料來源：運輸部門年度排放清冊。

2.3.5 貨運模式公路運輸指派結果

城際運輸需求模式為全日模式，在交通量指派時，係將各公路運具旅次起迄矩陣，依循路網的流量、特性及指派原則分配到合理的使用路徑上，藉以求得平衡下的路網狀態，茲針對公路貨運指派結果說明如下。

1. 大貨車延車公里占比

如表 2.3-23，平、假日大貨車主要行駛道路均為國道，約占 77%，並以省縣道有較高比例，約占 16%。

表 2.3-23 基年(99 年)不同道路類型大貨車延車公里占比

	國道	快速道路	省、縣道	市區道路	合計
平常日	77.36%	4.30%	16.44%	1.90%	100.00%
一般假日	77.47%	4.30%	16.32%	1.90%	100.00%

資料來源：第 5 期整體運輸規劃研究系列-城際運輸需求模式檢討及參數更新研究(3/3)，本所，103 年。

2. 各道路層級平均速度分布

根據城際運輸需求模式在各道路等級(LEVEL)之速率分布情形，如表 2.3-24~25。不論平、假日國道、快速道路平均速率在 70km/hr 以上；省、縣道主要速率不超過 60km/hr；市區道路主要速率則不超過 40km/hr。

表 2.3-24 城際運輸系統需求模式之平常日各道路等級速率分布百分比

道路類型 速率(km/hr)分布	國道	快速道路	省、縣道	市區道路
0<V≦10	0.09%	0.12%	13.17%	15.17%
10<V≦20	0.09%	1.93%	19.06%	20.46%
20<V≦30	0.48%	5.14%	15.94%	22.22%
30<V≦40	6.28%	12.47%	13.42%	32.41%
40<V≦50	0.34%	6.24%	14.24%	0.67%
50<V≦60	2.32%	3.08%	18.02%	9.07%
60<V≦70	2.61%	4.74%	6.08%	0.00%
70<V≦80	20.70%	20.03%	0.07%	0.00%
80<V≦90	16.55%	45.77%	0.00%	0.00%
90<V≦100	50.54%	0.47%	0.00%	0.00%
合計	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
平均速率	80.49	63.12	24.67	19.62

資料來源：第 5 期整體運輸規劃研究系列-城際運輸需求模式檢討及參數更新研究(3/3)，本所，103 年。

表 2.3-25 城際運輸系統需求模式之一般假日各道路等級速率分布百分比

道路類型 速率(km/hr)分布	國道	快速道路	省、縣道	市區道路
0<V≦10	0.09%	0.11%	13.82%	15.29%
10<V≦20	1.02%	1.71%	18.57%	21.11%
20<V≦30	0.70%	5.26%	17.54%	21.30%
30<V≦40	5.64%	10.56%	13.83%	32.02%
40<V≦50	1.15%	5.46%	13.36%	0.96%
50<V≦60	4.05%	3.17%	16.99%	9.33%
60<V≦70	7.44%	4.41%	5.83%	0.00%
70<V≦80	22.49%	22.68%	0.07%	0.00%
80<V≦90	22.90%	46.33%	0.00%	0.00%
90<V≦100	34.53%	0.30%	0.00%	0.00%
合計	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
平均速率	74.68	64.29	24.37	19.50

資料來源：第 5 期整體運輸規劃研究系列-城際運輸需求模式檢討及參數更新研究(3/3)，本所，103 年。

2.4 國內外大貨車能耗與碳排放特性相關研究

2.4.1 國外大貨車能耗/碳排放特性分析

1. 美國環保署(EPA) MOVES 模式

美國環保署（USEPA）於 2012 年 3 月起正式改用 MOVES（MOtor Vehicle Emission Simulator）模式，作為移動污染源之排放推估模式，並據以提供車輛排放參數。該模式推估應用之涵蓋尺度，廣及全國、郡縣乃至於計畫層次，對象參數包括法定污染物、溫室氣體和有害排放物（criteria air pollutants, greenhouse gases [GHG], and air toxics）。MOVES 模式採計了美國交通（Department Of Transportation）、環保（USEPA）、能源（Department of Energy）等部會所累積的長期、大量資料，以及重要學研機構的研究成果，以提供參數，並且依據最新可取得資訊（數據資料、法令增修和科學研究成果）持續更新版本。

目前最新版本是 MOVES2014a 版本，是 2014 年 10 月發布的 MOVES2014 版本的微調版。MOVES2014a 係於 2015 年 10-12 月公布應用程式（含參數資料庫）與手冊等相關文件，提供了 2015 年 10 月已公告的各種小汽車和貨車的全國油耗與溫室氣體排放標準。美國各政府機構可有 2 年的轉換期間 2 年，根據聯邦公報（79 Federal Register 60343）規範：2016 年 10 月 7 日起之移動污染源的相關評估計算，或是各州、各地機關於運輸規劃過程中的 GHG 排放推估，均應改用 2014 版本；USEPA 強烈建議應採用最新之 MOVES2014a 版本。

相較於本系列研究 104 年期探討之 MOVES2010b 版本，MOVES2014a 採用相同的輕型車參數，但更新了所有重車參數，因此對本計畫而言格外具有參考意涵。新修訂重車參數所使用的資料來自於：(1)新近發布的 2014 年重型車輛 GHG 規範（2014 Medium and Heavy-Duty Greenhouse Gase Rule，參見 USEPA 2011），估算 2014 年以後車型年的重型車輛之對象參數；（2）2011 年行駛車重（weigh-in-motion, WIM）資料，此由聯邦公路管理局（Federal Highway Administration, FHWA）車輛旅行資訊系統（Vehicle Travel Information System, VTRIS）所提供，可以區分州別、道路類型、車輛類型（依據 HPMS 分類[1]，可區別大客車、單體車或聯結車），並依據車行里程加權計算。

[1] HPMS：Highway Performance Monitoring System 為聯邦公路總署建置之公路績效監測系統。

沿用 104 年期 MOVES2010b 之估算方法，MOVES2014a 關於中重型車輛（medium- and heavy- duty vehicle, MHDV 與 HHDV）的對象參數之估算，採用「牽引動力度」(scaled tractive power, STP，參見式 2.4-1)，不是「車輛牽引動力」（vehicle specific power , VSP，參見式 2.4-2）。STP 適用於 MOVES 模式規範之車輛類型編號 41-62 類別[2]；包含大客車、單體大貨車和聯結車，後兩者為本計畫之研究對象。VSP 則適用於機車、乘用車以及雙軸四輪車輛等輕型或輕重型車輛（light-duty and light heavy-duty vehicle, LDV 與 LHDV），屬於 MOVES 模式規範之車輛類型編號 11-32，包含皮卡車、運動型多功能車和廂型車（pickups, sport utility vehicles, and vans）等之客貨兩用車和輕型商用貨車。

$$STP = \frac{Av + Bv^2 + Cv^3 + M \cdot v \cdot (a\ + g \cdot sin\theta)}{f_{scale}} \quad \text{(式 2.4-1)}$$

$$\text{VSP} = \left({}^{A}/_{M}\right) \cdot v + \left({}^{B}/_{M}\right) \cdot v^2 + \left({}^{C}/_{M}\right) \cdot v^3 + (a + g \cdot sin\theta) \cdot v$$

(式 2.4-2)

A, B, C：道路承載因子(查表 2.4-1 可得)

M：固定質量因子(查表 2.4-1 可得)

g：加速度(對應重力加速度為 9.8m/s^2)

v：車速(m/s)

a：車輛加速度(m/s^2)

sinθ：道路坡度函數

f_{scale}：尺度因子

STP 與 VSP 二者概念相似，均以車輛行駛速率、加速率、道路坡度等因子作為計算基礎，但是正規化之計算方式不同：MHDV 與 HHDV 之 STP 採用尺度因子 f_{scale}，為 17.1 metric tons；而 LDV 及 LHDV 之 VSP 採用車重，其中 LHDV 車重為 2.06 metric tons（USEPA 2015）。茲依據車輛類型與車型年，綜整分列 MVOES2014a 之 VSP 與 STP 參數如表 2.4-1。對於採具 STP 估算公式之 MHDV 與 HHDV，MOVES2014a 區分車型年而適用不同參數，乃因新近實施 2014 年重

[2] 可參見溫蓓章、胡以琴、陳柏君等，2012，新一代運輸部門能源消耗與排放推估模式之建構與發展趨勢：美國 MOVES 模式與我國相關研究之比對探討。運輸學刊第 24 卷第 3 期：227-304 頁。

型車輛 GHG 規範，故推估折減參數以適用之。

表 2.4-1　MOVES2014a 依車輛類型適用之估算公式與參數

估算公式	車輛類型 Source Types	編號 ID	Begin Model Year	End Model Year	Rolling Term A (kW-s/m)	Rotating Term B (kW-s²/m²)	Drag Term C (kW-s³/m³)	Source Mass (metric tons)	f_{scale}
VSP	機車Motorcycle	11	1960	2050	0.0251	0	0.0003	0.2850	
	乘用車Passenger car	21	1960	2050	0.1565	0.0020	0.0005	1.4788	
	私人小貨車Passenger truck	31	1960	2050	0.2211	0.0028	0.0007	1.8669	
	輕型商用貨車Light commercial truck	32	1960	2050	0.2350	0.0030	0.0007	2.0598	
STP	城際公車 Intercity bus	41	1960	2013	1.2952	0	0.0037	19.5937	17.1
			2014	2050	1.2304	0	0.0037	19.5937	17.1
	市區公車 Transit bus	42	1960	2013	1.0944	0	0.0036	16.5560	17.1
			2014	2050	1.0397	0	0.0036	16.5560	17.1
	校車 School bus	43	1960	2013	0.7467	0	0.0022	9.0699	17.1
			2014	2050	0.7094	0	0.0022	9.0699	17.1
	垃圾車 Refuse truck	51	1960	2013	1.5835	0	0.0036	23.1135	17.1
			2014	2050	1.5043	0	0.0036	23.1135	17.1
	單體短程貨車 Single unit short-haul truck	52	1960	2013	0.6279	0	0.0016	8.5390	17.1
			2014	2050	0.5965	0	0.0016	8.5390	17.1
	單體長程貨車 Single unit long-haul truck	53	1960	2013	0.5573	0	0.0015	6.9845	17.1
			2014	2050	0.5294	0	0.0015	6.9845	17.1
	露營車 Motor home	54	1960	2013	0.6899	0	0.0021	7.5257	17.1
			2014	2050	0.6554	0	0.0021	7.5257	17.1
	聯結短程貨車 Combination short-haul truck	61	1960	2013	1.5382	0	0.0040	22.9745	17.1
			2014	2050	1.4305	0	0.0038	22.8289	17.1
	聯結長程貨車 Combination long-haul truck	62	1960	2013	1.6304	0	0.0042	24.6010	17.1
			2014	2050	1.4739	0	0.0037	24.4196	17.1

資料來源：本計畫綜整修改自（1）USEPA（2015）. Population and Activity of On-road Vehicles in MOVES2014. Draft Report. EPA-420-D-15-001. July 2015. http://www3.epa.gov/otaq/models/moves/documents/420d15001.pdf，2015/12/07 擷取。（2）温蓓章、胡以琴、陳柏君等，2012，新一代運輸部門能源消耗與排放推估模式之建構與發展趨勢：美國 MOVES 模式與我國相關研究之比對探討。運輸學刊第 24 卷第 3 期：227-304 頁。

至於碳排、能耗、各項污染物或有害物之排放率，MOVES2014a 的推估方法仍依據速率和 STP 數值，區分 23 類的行駛狀態（OPmode，參見表 2.4-2），分別估算各行駛狀態下的推估值和信賴區間。所估算的能耗率（$r_{energey}$）是基於 CO_2 值（r_{CO2}）之計算推估，運用油料熱值（heating value, HV，柴油 138,541 KJ/gallon）與碳排因子（CO_2 fuel-specific emission factor, f_{CO2}，柴油 10,180 g/gallon），根據式 2.4-3，分別推估汽、柴油重型車輛的能耗率（USEAP 2015）。

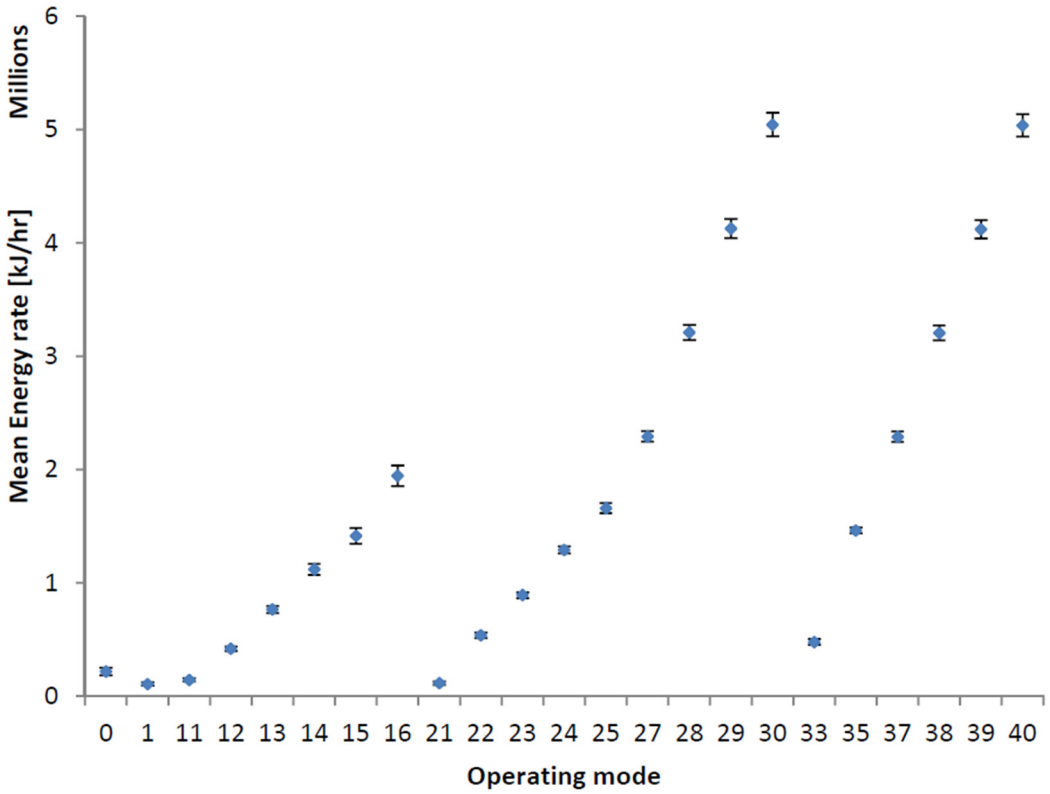
表 2.4-2　MOVES2014a 之行駛狀態分類：MHDV 及 HHDV 適用

	行駛狀態分類編號		
減速率與煞車（註 1）	0		
停等（註 2）	1		
STP 分級	速率分級		
	1≦速率＜25	25≦速率＜50	50≦速率
STP ＜0	11	21	33
0≦STP ＜3	12	22	
3≦STP ＜6	13	23	
6≦STP ＜9	14	24	35
9≦STP ＜12	15	25	
12≦STP ＜18	16	27	37
18≦STP ＜24		28	38
24≦STP ＜30		29	39
30≦STP		30	40

註 1：加速率≦-2.0，或連續 3 秒（該秒及往前連續 2 秒）加速率＜-1.0；單位 mph/sec。
註 2：速率＜1.0，單位 mph。
資料來源：本計畫綜整自 USEPA（2015）. Exhaust Emission Rates for Heavy-Duty On-road Vehicles in MOVES2014. http://www3.epa.gov/otaq/models/moves/documents/420r15015a.pdf，2015/12/07 擷取。November 2015. EPA-420-R-15-015a.

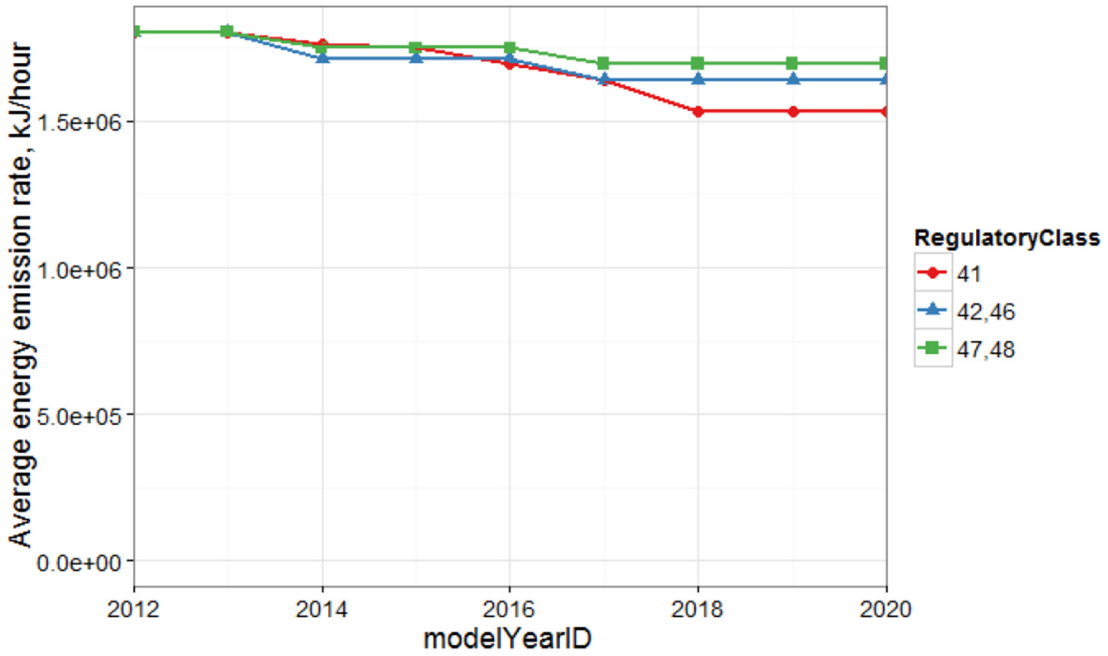
$$\bar{r}_{energy} = \bar{r}_{CO_2} \frac{HV}{f_{CO_2}} \qquad \text{(式 2.4-3)}$$

根據 MOVES2014a 技術報告，車型年 2013 年以前之重型車輛行駛狀態的能耗率如圖 2.4.1。不同於 NOx、HC、CO 等排放推估需要考慮車型年、車輛類型或車齡等變項，這些變項對於能耗與 CO_2 排放係數沒有顯著影響，因此僅以一套參數代表之。儘管如此，MHDV 之類車輛類型編號較小者，其車重較輕、排氣量較小，行駛狀態（OPmode）分布顯著不同於 HHDV，因此會得到 MHDV 與 HHDV 車隊各自不同的能耗率推估值。1960-2013 年間的能耗率維持相同，而 2014 年以後之重型車輛的碳排率推估值（及其對應的能耗率推估值）將因新法規施行而有所折減，根據 MOVES2014a 提供之未來年重型車輛車隊能耗率請參見圖 2.4.2。



註：95%信賴區間及平均值。適用於所有以 STP 方式估算、使用柴油之車種。
資料來源：USEPA（2015）. Exhaust Emission Rates for Heavy-Duty On-road Vehicles in MOVES2014. http://www3.epa.gov/otaq/models/moves/documents/420r15015a.pdf，2015/12/07 擷取。November 2015. EPA-420-R-15-015a.

圖 2.4.1 MOVES2014a 之能耗推估：1960-2013 年車型年之柴油重型車輛適用



註：管制類別（Regulatory Class）41 為車輛總重小於 14,000 lbs（約 6.3 噸）之 LHDV；42-46 為總重介於 14,001-33,000 lbs（約 6.3-12 噸）之 LHDV、MHDV 與 HHDV；47 與 48 為總重大於 33,000 lbs（大於 12 噸）之 HHDV。

資料來源：USEPA（2015）. Exhaust Emission Rates for Heavy-Duty On-road Vehicles in MOVES2014. http://www3.epa.gov/otaq/models/moves/documents/420r15015a.pdf，2015/12/07 擷取。November 2015. EPA-420-R-15-015a.

圖 2.4.2 MOVES2014a 之柴油中重型車輛能耗推估

（2012-2020 年車隊平均值）

對於重型車輛的能耗與碳排推估，MOVES 模式除了針對前述行駛狀態分析（包含一般停等）之外，也推估冷起動、長時間停等（extended idle）與輔助動力等各階段的能耗狀況。以 2011 年全國車隊為例，MOVES 推估不同階段之能耗占比如表 2.4-3，顯示一般柴油重型車輛而言，冷起動所增加的能耗占總能耗比率多低於 1%；但對較低車重的 LHDV（4.5 噸以下），冷起動能耗占比較高，可達 2.6%。換言之，針對車重大於 4.5 噸的柴油重型車輛，推估能耗時可以忽略冷起動、輔助動力等能耗階段，應不至於造成太大的誤差。但是對於車重大於 7.2 噸以上的柴油中重型車輛，需要考慮長時間停等的能耗量，在總能耗占比約為 1.3-4.7%。

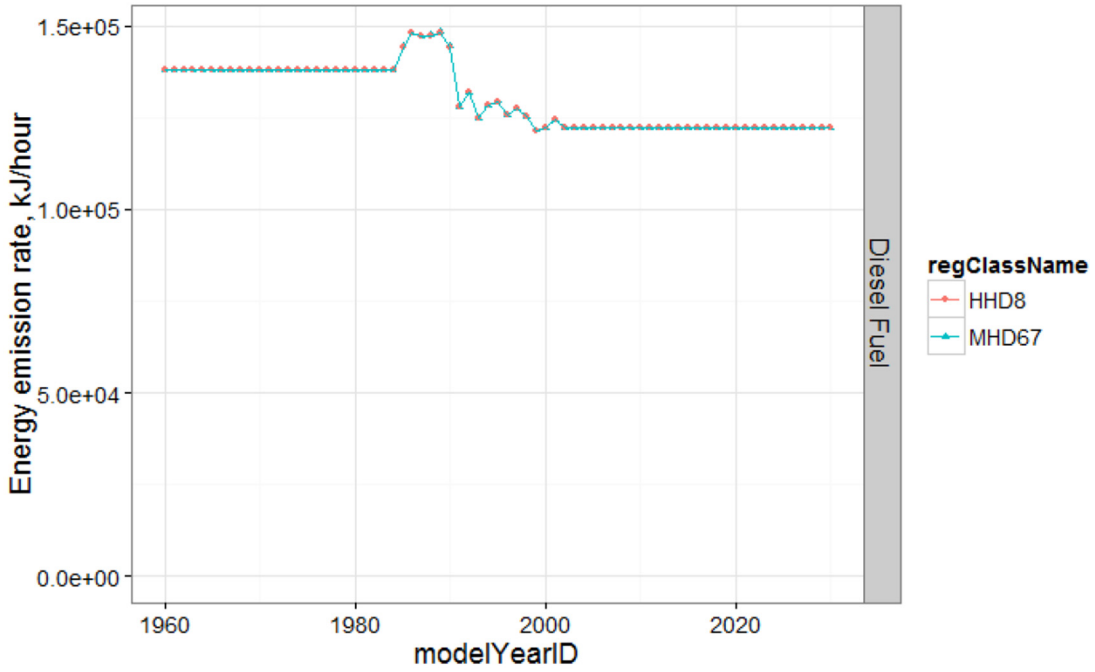
表 2.4-3 MOVES2014a 之柴油重型車輛之各階段能耗占比
（2011 年全國車隊）

車輛類型		車重（噸）	能耗階段			
			行駛	冷起動	長時間停等	輔助動力
市區公車			99.7%	0.3%		
雙軸四輪客貨兩用車、輕型商用貨車	LHDV	3.9-4.5	97.4%	2.6%		
城際公車、校車、雙軸六輪單體貨車		3.9-6.3	99.2%	0.8%		
大客車、單體貨車		6.3-7.2	99.3%	0.7%		
大客車、單體貨車與聯結車	MHDV	7.2-12	98.1%	0.6%	1.3%	0.01%
	HHDV	12 以上	95.1%	0.1%	4.7%	0.04%

註：行駛排放含行駛中停等。

資料來源：本計畫彙整，取材自 USEPA（2015）. Exhaust Emission Rates for Heavy-Duty On-road Vehicles in MOVES2014. http://www3.epa.gov/otaq/models/moves/documents/420r15015a.pdf，2015/12/07 擷取。November 2015. EPA-420-R-15-015a.

針對長時間停等，MOVES 提供能耗率如圖 2.4.3，依據車型年有所差異，2000 年以前舊型車輛的能耗率較高，2002 年以後採用均一能耗率；且中、重型車輛採用同一能耗率。



註：管制類別（Regulatory Class）HHD8 為車重大於 33,001 lbs（大於 12 噸）之車輛，MHD67 表示車重介於 19,501-33,000 lbs（7.2-12 噸）之車輛。

資料來源：USEPA（2015）. Exhaust Emission Rates for Heavy-Duty On-road Vehicles in MOVES2014. http://www3.epa.gov/otaq/models/moves/documents/420r15015a.pdf，2015/12/07 擷取。November 2015. EPA-420-R-15-015a.

圖 2.4.3 MOVES2014a 之柴油重型車輛長時間停等能耗率

綜上所述，美國 MOVES2014a 版本柴油重型車輛之能耗與碳排率，將與以下因素有關；且能耗乃是依據碳排率計算。

(1) 行駛狀態

車速、加減速、道路坡度等，反映在 STP 計算公式；若行駛於不同道路類型之 STP 分布不同時，可得到不同道路類型之能耗與碳排率。冷起動或是輔助動力所增加的能耗量，在中重型車輛總能耗之占比並不顯著，但需要適度考慮長時間停的能耗量。

(2) 車輛本體

①車重：計入車輛本體、油料、乘客、載貨重量之行駛重量；依據車輛類型以固定值反映在 STP 計算公式，同一車輛類型內不再區別差異；

②車輛總重：依據管制類別（Regulatory Class）分類；因各類別之行駛狀態分布差異，而得到各自類別所適用的能耗與碳排率；

③車型年：因新近實施 2014 年重型車輛 GHG 規範，而區分 2014 年車型年（及之後）、2013 年車型年（及之前）所適用的參數差異。

(3) 油品

熱值與碳排率差異，反映在碳排率轉換為能耗率之計算公式。

事實上，關於碳排與能耗率之推估參數，MOVES2010a 版本已經大幅簡化，MOVES2014、MOVES2014a 均是沿用該項簡化成果。較早版本（MOVES2010 及之前版本）對於碳排與能耗率之估算，考慮較為細緻。例如車型年，需區分不同年期有所差異，而非單一車型年；另外還考慮引擎技術、引擎排氣量、載重等級（loaded weight classes）等變項。這使得應用時，需要非常細緻的資料予以對應，而顯得相當困難。

因此 2012 年公布 MOVES2010a 版本，大幅簡化碳排與能耗率之推估類別，並沿用至今。引擎技術僅保留傳統內燃機(conventional internal combustion, CIC）與純電力 2 者，忽略其他引擎技術（如先進內燃機、各種程度的混合動力、燃料電池、氫能燃料電池等）。引擎排氣量與載重等級之類別，則以較為簡化的管制類別（regulatory class）替代。

換言之，從便利實務應用的角度，美國 MOVES 模式已經大幅簡化調整了其在碳排與能耗推估的作法。此一發展，值得本計畫參考。MOVES 改版經驗顯示：固然細緻分類較能如實反映車輛特性的差異，但須均衡考量應用時所需的資料細緻程度，予以適度簡化，否則將面臨應用不便的窘境。

2. 歐盟環境部(EEA) COPERT 模式

PRIMES-TREMOVE 是歐盟研發出來，以評估運輸與環境政策對於運輸部門能耗與碳排影響之模式。在能源部分，使用 PRIMES 中，有關運具能耗資料庫之參數；TREMOVE 建立歐盟 31 國之資料庫，可探討全歐盟相關政策(如排放標準、道路收費)或各國之相關運輸政策(如大眾運輸興建與補貼等)。TREMOVE 模型已於 2010 年完成最新版本 3.3.2，模型分成五個主要模組，包括運輸需求模組、車輛持有模組、能耗排放模組、成本績效模組、生命週期評估模組。

其中，能耗排放模組之能耗與排放相關係數係由歐盟 COPERT 模式中取得，2015 年 6 月已發表最新版本 11.3，此版可推估歐盟 6 期客車、重車及歐盟 3 期機車。藉由 COPERT 模式，可依道路類型與行駛速率推估不同運具於不同運輸體系下之能耗排放值，並經由累積各分類之能耗排放值而推估總能耗與排放值。

3. 美國大貨車調查報告（Class-8 Heavy Truck Duty Cycle Project Final Report 2008 年）

這份報告是美國能源部長期計畫的部分成果，於 2008 年所執行。至 2014 年為止，並未更新數據。該調查係由橡樹嶺國家實驗室（OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY, ORNL）與民間業者合作，收集實際的大貨車營運資料。該研究從全國各地長程運輸的大貨車之曳引車/拖車（class 8 之 tractor-trailer，車重 33,000 英鎊以上）車隊之中擇一，從中選擇 6 款 2005 年車款的車輛（測試當年度車齡為 3 年），所有車輛均搭載相關設備一整年，以每秒傳輸 5 筆資料的方式，紀錄以下的資料內容：（1）從車上電腦讀出的數據；瞬時油耗、引擎速度、變速比（gear ration）、車輛速率等；（2）從車上外加的天氣站取得；天氣資訊如風速、降雨量、氣溫等；（3）從車上的 GPS 提供空間資訊，包括經、緯度和高度；（4）從車上搭載設備取得即時車重。

該研究總共得到6部曳引車和10部拖車參與本項調查工作。參與車輛之中，6部曳引車(共行駛70萬英里)和5部拖車配備新一代寬基輪胎(New Generation Single Wide-Based Tires)，其他則採用一般的雙車輪輪胎。所得之能耗相關結果，收錄在2014年美國能源部出版的「運輸能源資料分析」(Transportation Energy Data Book Edition 33)，作為大貨車能耗的參考數據。

以下摘述重點與相關圖表。

(1) 燃油經濟性與坡度、輪胎類型有關(參見表2.4-4)：4%以上的坡度之燃油效率，遠比平坡的一半還少；低於-4%下坡，燃油效率可能是平坡的2倍。

表2.4-4 坡度對燃油經濟性的影響

		Average fuel efficiency (mpg)			
Type of terrain	Share of data records	All trucks	Tractors with dual tires	Tractors with single (wide) tires	Difference between dual and single tires (percent)
Severe upslope (>4%)	0.7%	2.90	2.86	2.94	2.91%
Mild upslope (1% to 4%)	13.2%	4.35	4.25	4.44	4.35%
Flat terrain (1% to 1%)	72.4%	7.33	7.08	7.58	7.13%
Mild downslope (-4% to -1%)	12.6%	15.11	14.64	15.57	6.36%
Severe downslope (<-4%)	1.1%	23.5	21.82	25.3	15.97%

資料來源：Capps, Gary, Oscar Franzese, Bill Knee, M.B. Lascurain, and Pedro Otaduy. Class-8 Heavy Truck Duty Cycle Project Final Report, ORNL/TM-2008/122, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, December 2008. (Additional resources: cta.ornl.gov/cta/Publications/Reports/ORNL_TM_2008-122.pdf)

(2) 燃油經濟性與車速和輪胎形式有關：從表2.4-5及圖2.4.4顯示：不同速率區間的行車里程，以及該里程下不同輪胎配置狀況的燃油經濟性。數據顯示：隨速率增加，燃油經濟性顯著提升；同時，採用寬基輪胎有助於提升燃油經濟性。

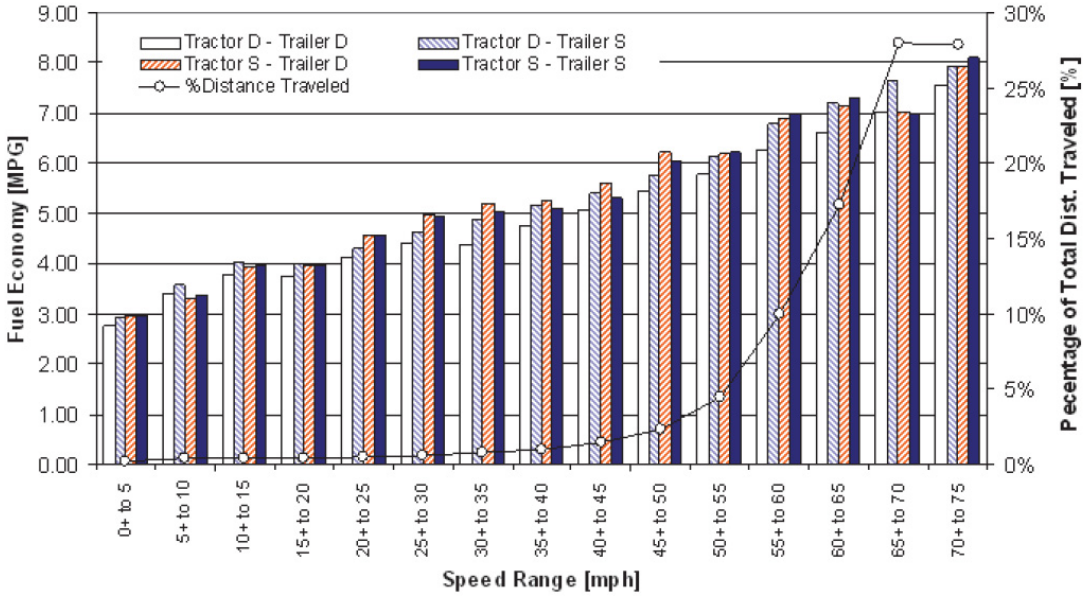
表 2.4-5 速率與輪胎形式對燃油經濟性的影響

Speed (mph)	Dual tire tractor – dual tire trailer			Dual tire tractor – single (wide) tire trailer			Single (wide) tire tractor – dual tire trailer			Single (wide) tire tractor - single (wide) tire trailer		
	Distance traveled (miles)	Fuel cons. (gal)	Fuel econ. (MPG)	Distance traveled (miles)	Fuel cons. (gal)	Fuel econ. (MPG)	Distance traveled (miles)	Fuel cons. (gal)	Fuel econ. (MPG)	Distance traveled (miles)	Fuel cons. (gal)	Fuel econ. (MPG)
Idling	N/A	1,858.5	N/A	N/A	967.9	N/A	N/A	1,676.4	N/A	N/A	706.0	N/A
0+ to 5	281	101.8	2.76	148	50.4	2.93	368.0	124.2	3.0	156	52.8	2.96
5+ to 10	674	198.8	3.39	368	103.2	3.56	808.0	245.4	3.3	331	98.8	3.35
10+ to 15	723	192.0	3.77	396	98.3	4.03	848.0	216.5	3.9	343	87.0	3.95
15+ to 20	744	199.1	3.73	404	100.9	4.00	882.0	221.6	4.0	361	90.5	3.98
20+ to 25	938	228.4	4.11	489	113.6	4.31	1,111.0	244.2	4.6	462	101.1	4.57
25+ to 30	1,178	266.9	4.41	609	131.5	4.63	1,420.0	286.9	5.0	580	117.6	4.93
30+ to 35	1,481	336.8	4.40	753	154.2	4.88	1,774.0	341.1	5.2	708	141.1	5.02
35+ to 40	1,917	403.5	4.75	1,000	193.6	5.17	2,284.0	433.6	5.3	941	184.3	5.10
40+ to 45	2,955	584.1	5.06	1,543	285.9	5.40	3,380.0	603.6	5.6	1,350	254.4	5.31
45+ to 50	4,935	907.9	5.43	2,573	447.7	5.75	5,410.0	872.8	6.2	2,177	360.4	6.04
50+ to 55	9,397	1,629.8	5.77	4,962	811.5	6.11	10,046.0	1,622.7	6.2	3,877	625.5	6.20
55+ to 60	20,656	3,297.2	6.26	11,707	1,721.9	6.80	22,373.0	3,257.8	6.9	8,710	1,246.9	6.99
60+ to 65	38,964	5,879.6	6.63	21,472	2,980.8	7.20	34,517.0	4,840.0	7.1	14,944	2,049.4	7.29
NOT ADJUSTED FOR TERRAIN: See note below.												
65+ to 70	58,304	8,313.2	7.01	27,931	3,652.2	7.65	65,063.0	9,256.4	7.0	27,144	3,880.1	7.00
70+ to 75	56,378	7,483.2	7.53	21,751	2,745.5	7.92	66,882.0	8,435.6	7.9	32,887	4,056.1	8.11
75+ to 85	7,849	808.2	9.71	3,610	403.2	8.95	11,513.0	911.1	12.6	6,817	512.2	13.31
Total[a]	207,374	30,831.0	6.73	99,714	13,994.0	7.13	228,680.0	31,913.0	7.2	101,790	13,858.0	7.35
Percent increase in fuel economy from dual tire trac/trail			0.00%			5.93%			6.53%			9.20%

註：These data were not adjusted to account for the effects of terrain. The increase in fuel economy for speeds above 70 mph is likely due to the vehicle achieving high speeds while traveling down slope. Therefore, this increase in fuel economy is not expected to be characteristic of all travel at these higher speeds.

註[a]：Total fuel consumed does not include fuel consumed while idling.

資料來源：Capps, Gary, Oscar Franzese, Bill Knee, M.B. Lascurain, and Pedro Otaduy. Class-8 Heavy Truck Duty Cycle Project Final Report, ORNL/TM-2008/122, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, December 2008. (Additional resources: cta.ornl.gov/cta/Publications/Reports/ORNL_TM_2008-122.pdf)



註：D = Dual tire. S = Single (wide) tire. These data were not adjusted to account for the effects of terrain. The increase in fuel economy for speeds above 70 mph is likely due to the vehicle achieving high speeds while traveling down slope. Therefore, this increase in fuel economy is not expected to be characteristic of all travel at these higher speeds.

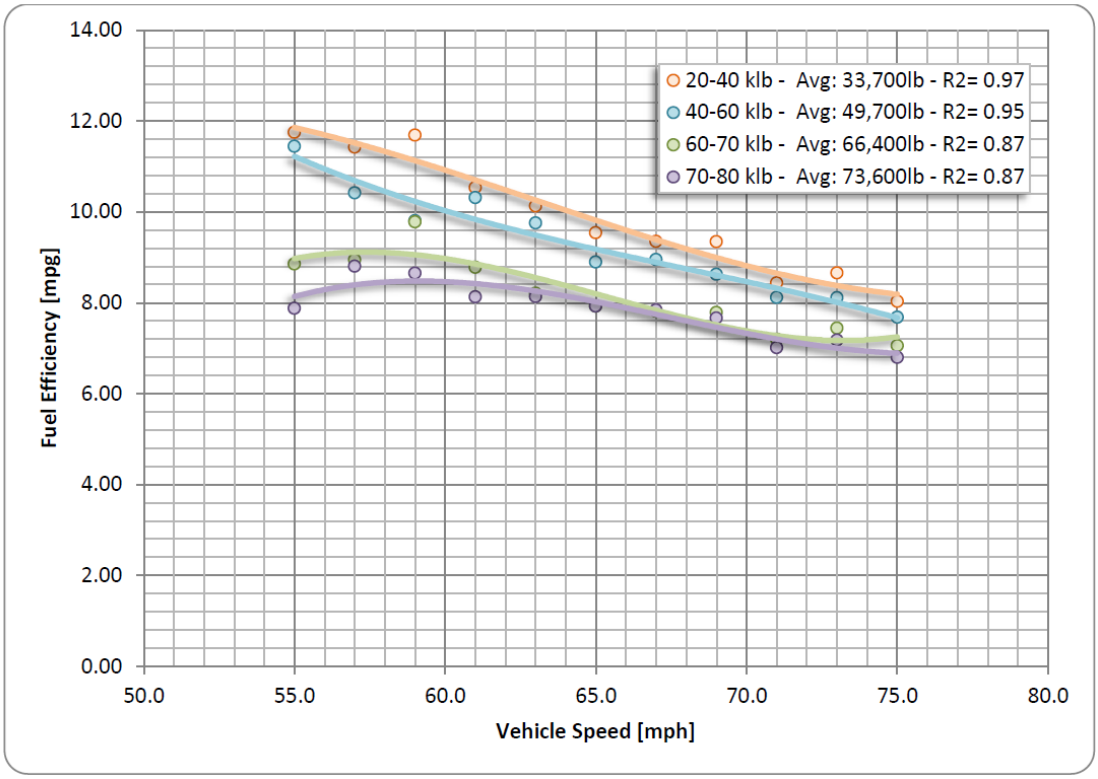
資料來源：Capps, Gary, Oscar Franzese, Bill Knee, M.B. Lascurain, and Pedro Otaduy. Class-8 Heavy Truck Duty Cycle Project Final Report, ORNL/TM-2008/122, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, TN, December 2008.

圖 2.4.4 速率和輪胎形式對燃油經濟性的影響

4. 載重、坡度對中高速率下燃油經濟性的影響

採用前一研究（Capps, Franzese, Knee, Lascurain, and Otaduy, 2008）相同資料，Franzese and Davidson (2011)選取坡度介於平坡（道路坡度-1%~+1%）與中等程度上坡（道路坡度+1~+3%）的資訊（約占調查距離之七成），分析車輛速率和車重對 class-8 大貨車之燃油經濟性的影響。

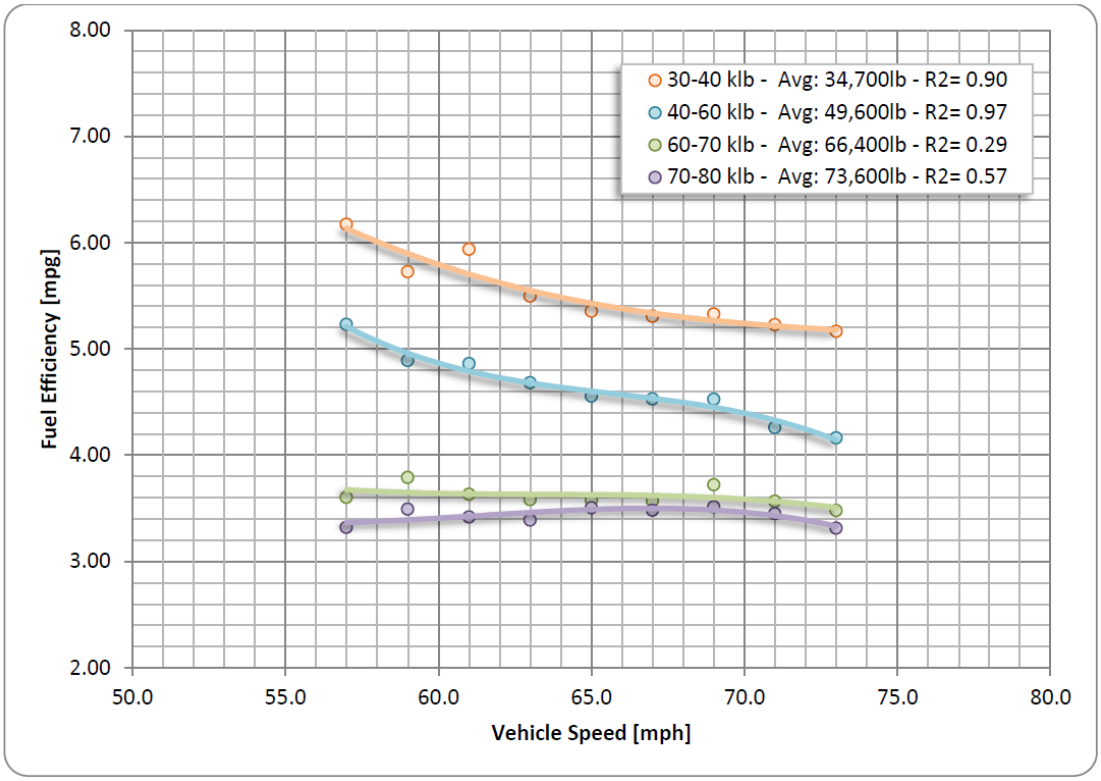
分析結果顯示（參見圖 2.4.5）：在平坡路段，中低載重情況下，燃油經濟性將隨車速增加。在中高載重情況下（總重大於 65,000 英鎊），速率 60mph 以下時，燃油經濟性隨車速增加，但車速超過 60mph 卻會隨車速而降低燃油經濟性。同時，任何速率下，載重增加都降低燃油經濟性，但此關係並非線性，特別是車重超過 65,000 英鎊以上時會有所改變。



資料來源：Franzese, Oscar, and Davidson, Diane. (2011). Effect of Weight and Roadway Grade on the Fuel Economy of Class-8 Freight Trucks. Prepared by OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY, Oak Ridge, Tenseness 37831-6283. Managed by UT-BATTELLE, LLC for the U. S, Department of Energy, under contract DE-AC05-00OR22725.

圖 2.4.5 載重與車速對燃油經濟性的影響：平坡路段

Class-8 大貨車行駛於中等程度上坡（道路坡度+1~+3%）路段，會因車重從輕度載重變成中重度載重，使燃油經濟性顯著下挫。超過此車重後，再增加車重僅會少許減少燃油經濟性。同時，中低載重狀況下，燃油經濟性也隨車速顯著降低；但中重度載重或重度載重時，在速率 57-66mph 區間，燃油經濟性與速率無關，速率大於 66mph 時燃油經濟性會因速率增加而降低，但減少程度略迅於輕中度載重（參見圖 2.4.6）。



資料來源：Franzese, Oscar, and Davidson, Diane. (2011). Effect of Weight and Roadway Grade on the Fuel Economy of Class-8 Freight Trucks. Prepared by OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY, Oak Ridge, Tenseness 37831-6283. Managed by UT-BATTELLE, LLC for the U. S, Department of Energy, under contract DE-AC05-00OR22725.

圖 2.4.6 載重與車速對燃油經濟性的影響：中等坡度路段

5. 不同貨物淨重對燃油經濟性影響

依據“Heavy-Duty Vehicles:Safety, Environmental Impacts and New Technology “RASTU” Summary report 2006-2008”,VTT,2009.研究報告，歐盟針對重型貨運車輛燃油經濟性及安全進行分析，分別以貨物淨重、車身長度、軸組型態、車速、車身零件分別探討燃油經濟性特性。

貨物淨重設計以貨櫃及貨物淨重為設計因子，此設計不考量車頭重量，以貨物淨重作實驗設計，公式如圖 2.4.7 所示。

$M(\alpha)=M_0+\alpha(M_{max}-M_0)$

其中，

$M(\alpha)$：實驗貨物載重(噸)；

M_0：貨櫃車皮淨重(噸)；

α：貨物淨重係數，範圍 0~1；

M_{max}：最大乘載貨重(噸)。

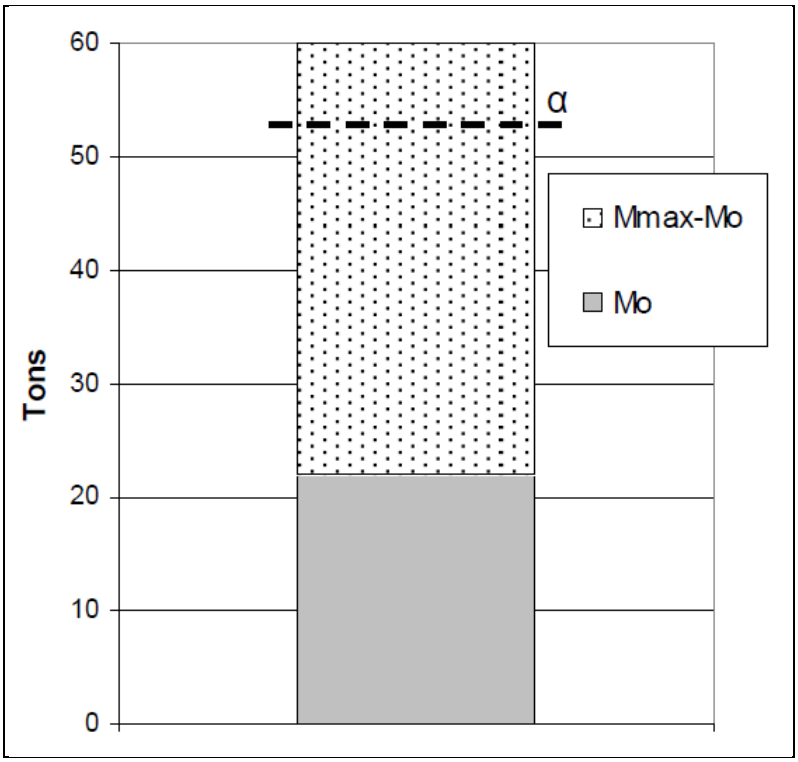


圖 2.4.7 貨物淨重設計示意圖

分析結果如圖 2.4.8 所示，以 60 噸 LHVs 貨櫃車，空載(0-load)每行駛 100 公里需消耗 30 公升燃油，半載(1/2 load)需消耗 40 公升燃油，滿載(2/2 load)需消耗 50 公升燃油；以同樣的條件進行 42 噸半聯結車實驗，顯示空載(0-load)每行駛 100 公里需消耗 22 公升燃油，半載(1/2 load)需消耗 30 公升燃油，滿載(2/2 load)需消耗 35 公升燃油。

以 Highy cycle 測試方法發現，每增加 1,000 公斤之車重，會導致燃油消耗量每公里增加至少 0.7 公升的燃油，顯示貨物重量對於燃油消耗量之影響性。

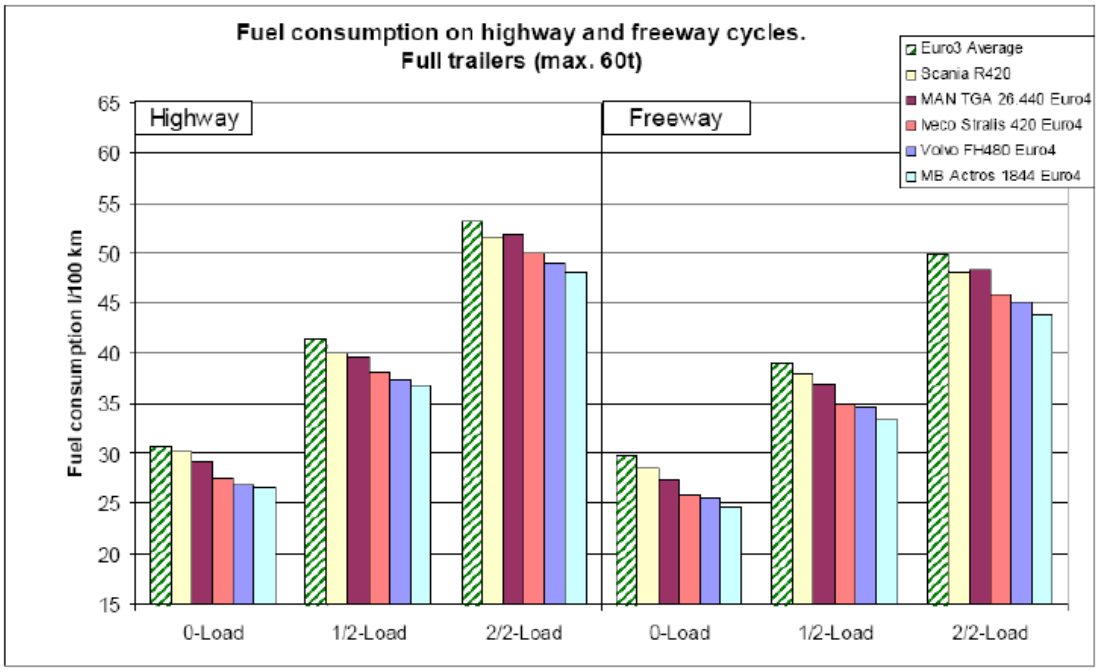
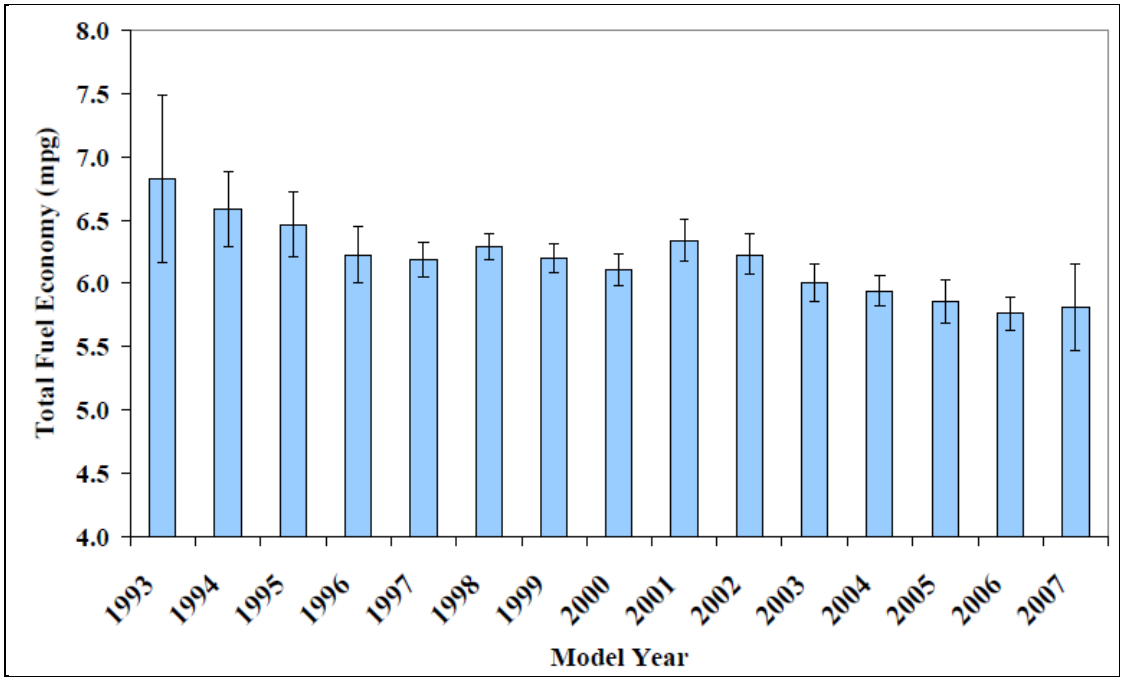


圖 2.4.8 貨物淨重與對燃油經濟性的影響：60 噸 LHVs

6. 各車型之年平均燃油經濟性

Boriboonsomsin, Scora and Barth (2010)與 2 家車輛維修保養廠合作，取得車上電子控制模組（electronic control module, ECM）所提供的資料，藉以分析柴油車輛活動特性與燃油經濟性。該研究從車廠提供的 ECM 數據之中挑出 832 筆，能夠分辨出「引擎年份」(首要採用）或「車型年份」(次要採用）的資料，分析得出各車型年的平均燃油經濟性如圖 2.4.9。整體而言，美國重型柴油貨車（Heavy-Duty Diesel Truck)之燃油經濟性約 5.75-6.80mpg 之間(約 2.44-2.89km/l)，且呈現逐年下降的趨勢。特別是 2003~2006 年間的顯著下降趨勢，作者認為原因來自於：美國環保署、司法部、加州空氣資源局與引擎製造商達成的「共識法令」（Consent Decrees)，提前於 2002 年 10 月起實施原訂於 2004 年施行的引擎排放標準。由此可見：從車型年資料分析燃油經濟性時，環保排放管制標準或能耗標準，將是最顯著的影響因素。



資料來源：Boriboonsomsin, Kanok, Scora, George, and Barth, Matthew. (2010). Analysis of Heavy-Duty Diesel Truck Activity and Fuel Economy based on Electronic Control Module Data. Paper for the 89th Annual Meeting of Transportation Research Board, Washington, D.C. January 2010.

圖 2.4.9 美國柴油大貨車各車型年的平均燃油經濟性

7. 大貨車車載設備與能耗/CO_2排放特性實驗

日本國土交通省國土技術政策綜合研究所之「道路環境影響評価等に用いる自動車排出係数の算定根拠(平成 22 年度版)」(西元 2012 年發表)，其採用 HORIBA MEXA 系列量測設備，測定貨車在實驗室模擬實際道路行駛型態之能耗及尾氣排放量，細節如下說明。

(1) 研究目的

藉由整合道路上貨車總重組成，蒐集貨車於不同車速的污染排放物及燃油量，推估貨車排放於不同期程(現況、中期、長期)對道路環境的影響。

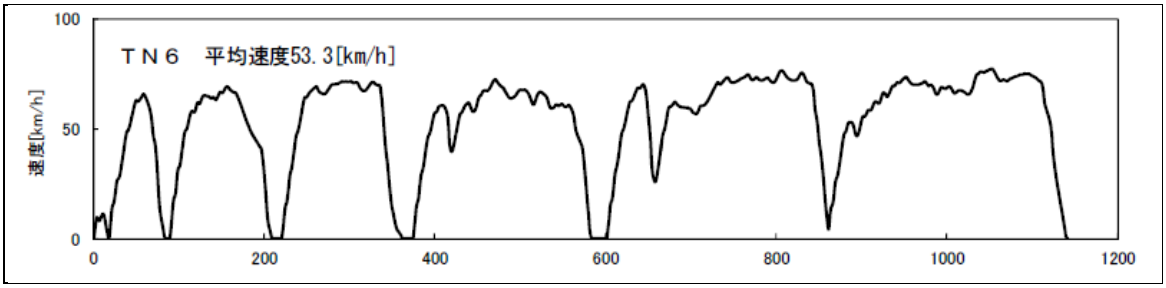
(2) 實驗方法

利用實驗室之底盤測功機，模擬貨車在實際道路行駛型態，並量測尾氣之污染物排放量、燃油消耗量等資料。如圖 2.4.10~2.4.11 所示。



資料來源：道路環境影響評価等に用いる自動車排出係数の算定根拠(平成 22 年度版)，日本國土交通省國土技術政策綜合研究所，2012 年。

圖 2.4.10 日本模擬貨車行駛型態之實測示意



資料來源：道路環境影響評価等に用いる自動車排出係数の算定根拠(平成 22 年度版)，日本國土交通省國土技術政策綜合研究所，2012 年。

圖 2.4.11 日本模擬重貨車之行駛型態

(3) 實驗車輛及重量

採用汽油車(客車、輕型貨車、中型貨車、重型貨車)與柴油車(客車、輕型貨車、中型貨車、重型貨車)等 8 車種，並選取市場佔有率較高的廠牌及車款進行實驗。

其中 3.5 噸以下汽油車 32 輛、柴油車 20 輛；重型柴油大貨車 25 輛，總重範圍介於 4.2~25.0 噸之間。重型大貨車係採「1~2 名乘客+半載」進行實測。

(4) 量測項目及設備

量測項目以排放污染物(包含 NOx、PM、CO 等)、燃料流量、車速為主，各項目所使用之氣體分析儀以 HORIBA MEXA 系列為主，詳參表 2.4-6。

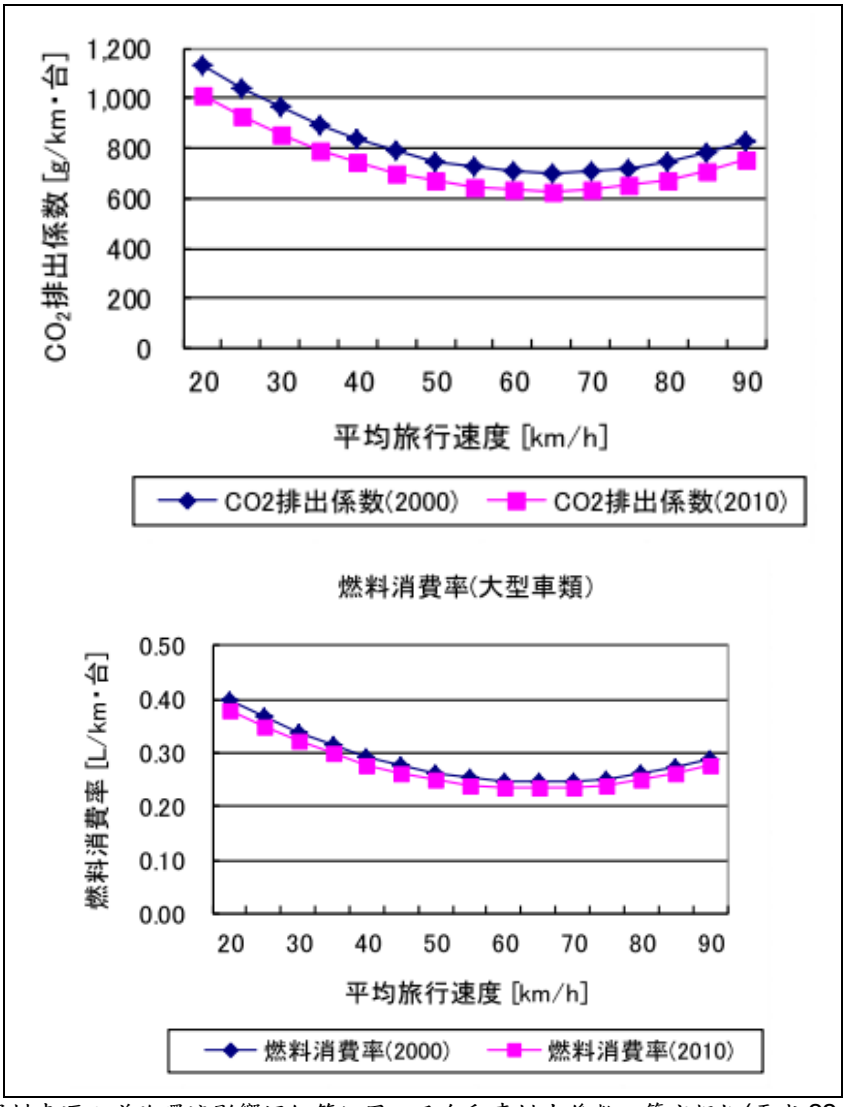
表 2.4-6 日本貨車研究之量測設備

量測項目	量測設備/方法
NOx	HORIBA MEXA－7200D HORIBA MEXA－9100DEGR HORIBA MEXA－7200LE HORIBA MEXA－7400D HORIBA MEXA－9400D
PM	過濾器測重
CO	HORIBA MEXA－7200D HORIBA MEXA－9100DEGR HORIBA MEXA－7200LE HORIBA MEXA－7400D HORIBA MEXA－9400D
SO2	DIONEX IC25 APSA－360A HORIBA MEXA－4000FT
THC	HORIBA MEXA－7200D HORIBA MEXA－9100DEGR HORIBA MEXA－7200LE HORIBA MEXA－7400D HORIBA MEXA－9400D
苯	HP6890 GCMS－QP5050
FE(燃料)	碳平衡法換算
CO2	HORIBA MEXA－7200D HORIBA MEXA－9100DEGR HORIBA MEXA－7200LE HORIBA MEXA－7400D HORIBA MEXA－9400D

資料來源：道路環境影響評価等に用いる自動車排出係数の算定根拠(平成 22 年度版)，日本國土交通省國土技術政策綜合研究所，2012 年。

(5) 研究成果

由圖 2.4.12 可知，大型車類(主要指車重大於 3.5 噸柴油貨車)在考量 2010 年(未來年)車輛氣體排放規範較 2000 年(基年)嚴格條件下，以折減因子換算結果，其 CO_2 排放係數也較低。此外，無論於基年或未來年，CO_2 排放係數(g/km)、燃油消耗率(L/km)趨勢皆與平均車速(km/hr)具敏感度，尤其以速率 20~40km/hr 區間最顯著，速率越低，CO_2 排放係數及燃油消耗率越高。



資料來源：道路環境影響評価等に用いる自動車排出係数の算定根拠(平成 22 年度版)，日本國土交通省國土技術政策綜合研究所，2012 年。

圖 2.4.12 日本大型車類之 CO_2 排放、燃料消耗與速率關係

2.4.2 國內大貨車能耗/碳排放特性分析

有關國內進行大貨車能耗與排放實車研究，包括 1)港埠節能減碳效益提升研究，2)車輛載重、胎壓及速率對油耗影響研究，將上述案例之內容說明如下：

1. 臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(1/4)

臺灣港埠節能減碳效益提升之研究為 4 年期計畫，並依據 99 年本所港灣技術研究中心的先期計畫「港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究」成果為基礎，擴大適用範圍，建議港埠地區溫室氣體及空氣污染排放清冊之推估程序。涵蓋遠洋船舶、漁船、港勤船、裝卸機具、車輛、外購電力等各項排放源，另進行岸電效益評估。

在第一年期中，車輛的部分，為實際了解港區內運輸車輛空污量及能源消耗的現況，採用了 GPS 與 HORIBA 584L 兩項車載設備，前者用做推估行車距離、車速、以及怠速惰轉時間，後者用做車輛怠速狀態下之氣體濃度量測實驗。

(1) GPS 行車距離調查

該研究採用 GPS 調查，抽樣調查 1 個月期間，高雄港區內，GPS 公司服務的所有客戶車輛中，退出高雄港區範圍之情形，藉由進出車輛實際的行駛里程，統計出單一車次平均行駛里程。調查時間為 100 年 4 月 21 日至 5 月 22 日，有效數據共計 63,283 車次。

由於在先期計畫「「港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究」中，檢討出 GPS 可能造成誤差的三大原因：①訊號傳送間隔造成的誤差；②訊號偏移造成的誤差；③直線距離計算造成的誤差。可了解到現況貨運業者的 GPS 紀錄存在每 30 秒才紀錄一筆的精度設定，較無法掌握到細部的行駛資訊的情況。故第一年期的計畫在 GPS 的資料的篩選，更為嚴謹，但結果仍顯示，存在 30 秒差異下的GPS 資料，直線距離的計算結果仍無法避免實際行駛距離的低估，故結論認為，港區內的行駛距離不適用以 GPS 推估。

(2) GPS 車速及怠速惰轉時間調查

由於 GPS 每 30 秒才上傳一個訊號，有時會有訊號延遲或遺失，因此統計時，設定定將同一地點滯留時間超過 3 分鐘以上才視為停留，再分別根據當時的引擎狀況區分為惰轉或熄火，得到總平均值。該年度調查中，先篩選出進入高雄港區範圍的車輛，再進一步區分出至各碼頭的統計值，因此可根據碼頭的類別（貨櫃碼頭、散裝貨物碼頭），分別統計出貨櫃車及散裝貨車的平均行駛速度及怠速惰轉時間。該年度抽樣調查 GPS 公司服務的所有客戶車輛中，進出四大港區範圍之情形，調查時間為 100 年 8 月 3 日至 9 月 1 日，有效數據共計 86,094 車次。統計結果如表 2.4-7 所示。

各港區內貨櫃車及散裝車的車速差異不大，僅有高雄港，貨櫃車車速明顯高於散貨車。而以臺中港港區內的車速最快，遙遙超過其它各港，高達 30km/hr 以上，而其它各港約在 15-22 km/hr 之間。平均每次在港區範圍內的時間也以臺中港最長，各港散貨靜止時間都高於貨櫃車。超過三分鐘以上的怠速運轉時間從 6.5 分鐘到 24.2 分鐘不等。值得觀察的是，平均每車靜止時間與平均每車進港時間的比值，均超過 50%，高雄港散貨、基隆港貨櫃、花蓮港散貨的比值更超過 80%，可見貨車進入港區後，停等的時間占比極高。

表 2.4-7 港區重型卡車平均行駛車速及怠速惰轉時間

港口	類別	平均速度 (km/h)	統計車次	平均每車進港時間(min)	平均每車靜止時間(min)	平均每車次怠速時間 (min)	怠速車輛實際每次怠速時間 (min)
臺中港	散貨	32.4	6,023	75.9	49.1	1.4	10.8
	貨櫃	30.0	7,058	61.1	31.0	1.6	-
高雄港	散貨	17.0	19,062	49.0	41.9	1.9	9.3
	貨櫃	21.9	35,885	35.9	23.1	5.9	6.8
基隆港	散貨	16.6	7,207	54.9	42.8	0.1	24.2
	貨櫃	16.5	5,429	51.3	41.2	0.0	6.5
花蓮港	散貨	15.0	5,430	21.6	17.8	0.0	-

註 1：100.8.3-9.1 期間進出四大港口車輛抽樣統計。
註 2：靜止、怠速車量皆為靜止 3 分鐘以上車輛才列入統計。
註 3：平均每車次怠速時間＝總怠速時間÷統計車次。
註 4：實際車輛每次怠速時間＝總怠速時間÷有怠速惰轉之車次。
資料來源：臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(1/4)，本所，101 年。

(3) 柴油車排放係數驗證

該研究以柴油車廢氣分析儀，於港口的檢測站進行車輛怠速狀態下之氣體濃度量測實驗，測試設備為 HORIBA 584L，紀錄包括 CO_2、CO、HC、NOx 怠速排放測值，並搭配震動式轉速計 AVL490 量測轉速，總共在檢測站採集到 638 輛貨車的怠速排放數據。以測得之氣體排放濃度、平均轉速取得流量、排放量數據。油耗計算可根據柴油的平均分子量推估，進而根據柴油的含硫量，依據質量平衡原理，計算 SO_2 的單位時間排放係數。

測試結果如表 2.4-8~9 所示，CO_2 的排放係數遠高於其它污染物的排放係數，而所有排放係數都是以曳引車最高，大客車次之，大貨車再次之，主要關鍵在於排氣量。由於重型柴油車惰轉時的轉速及排放濃度差異不大，因此引擎排氣量會影響單位時間總排放量（流速），使得污染總排放量受到影響；油耗的部分，大客車惰轉 1 分鐘耗油 22c.c.，大貨車 17c.c.，曳引車 23c.c.。此推估值透果轉換為 CO_2 排放係數後，與本所依據不同車速變化推估公式之推估值、美國 POLA 採用的係數相比較(詳表 2.4-10)，推估值與美國 POLA 採用的係數相符，而美國車輛的排放係數一般都是透過專門的車輛實驗室以重量法測試，可直接得到排放係數。本所以時速 5 公里時的狀態推估，所得的排放係數則明顯大於本研究的推估值，此亦符合常理，因為車輛行進時有負荷，因此油耗會大於引擎沒有負荷的怠速狀態。

表 2.4-8 排放係數推估結果

種類	車種	排氣量 (L)	轉速 (rpm)	流速 (L/min)	平均濃度 (v/v)	濃度單位校正	莫耳數	分子量	排放係數 (g/min)
CO_2	大客車	9.256	629	2,910	1.48%	100	1.7542	44	67.537
	大貨車	7.552	662	2,499	1.33%	100	1.3599	44	52.356
	曳引車	12.191	557	3,394	1.31%	100	1.8206	44	70.094
NO	大客車	9.256	629	2,910	133ppm	1,000,000	0.0159	30	0.416
	大貨車	7.552	662	2,499	109ppm	1,000,000	0.0111	30	0.291
	曳引車	12.191	557	3,394	125ppm	1,000,000	0.0173	30	0.455
CO	大客車	9.256	629	2,910	0.01%	100	0.0154	28	0.378
	大貨車	7.552	662	2,499	0.01%	100	0.0127	28	0.311
	曳引車	12.191	557	3,394	0.01%	100	0.0174	28	0.427
HC	大客車	9.256	629	2,910	4ppm	1,000,000	0.0005	86	0.034
	大貨車	7.552	662	2,499	4ppm	1,000,000	0.0005	86	0.034
	曳引車	12.191	557	3,394	4ppm	1,000,000	0.0005	86	0.046

註：HC 分子量以 C_6H_{14} 計算。
資料來源：臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(1/4)，本所，101 年。

表 2.4-9 油耗及 SO_2 排放係數推估結果

車種	樣本數	總油耗 (g/min)	總油耗 (mL/min)	油品含硫量 (ppm)	最大排放係數 (mg/min)	推估 SO_2 最大排氣濃度(ppmv)
大客車	66	21.827	27.284	38.75	1.692	0.254
大貨車	370	16.938	21.172	38.75	1.313	0.230
曳引車	202	22.681	28.352	38.75	1.758	0.227

註：油品含硫量根據瑩諮科技油品實驗室 2010 年全年度分析結果平均值。
資料來源：臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(1/4)，本所，101 年。

表 2.4-10 柴油車惰轉 CO_2 排放係數比較

資料來源	臺灣港埠節能減碳效益提升之研究			本所,2009			POLA,2010
車種	大客車	大貨車	曳引車	大客車	營業公車	大貨車	重型卡車
CO_2(g/min)	67.537	52.356	70.094	98.3387	105.7578	115.2881	77.33

資料來源：臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(1/4)，本所，101 年。

2. 臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(2/4)

在第一年期的研究，完成了柴油車惰轉的採樣與驗證，第二年期則為探討行駛中車輛的排氣狀況，該計畫雖曾想過利用貨車所裝設的 OBD 車載診斷系統取得包括油耗的車輛相關行駛資訊，但國內柴油車 5 期（2012 年 1 月 1 日起實施，相當於歐盟四期）才要求設置，因此目前僅有少數車廠的新車有裝設；故利用柴油車 OBS 車載排放量測系統進行檢測，如圖 2.4.13 所示。

該計畫以 HORIBA OBS-2200 進行實驗，採用的車輛是中華 FM557MS 營業框式大貨車，載重 8.2 噸，總重 15 噸，排氣量 7545c.c.，測試路線包含高速公路、高雄港旗津港區、前鎮加工出口區等高雄港區實地測試，實際測試時為空載測試。

檢測結果，測試車輛在不同車速下 CO、CO_2 及油耗隨車速增加而增加、THC 與 NOx 亦隨車速增加而增加，如表 2.4-11；而分析結果與其研究所採用之排放係數表比較，則實測值 CO 與油耗值偏高、THC 值接近、NOx 值偏低，如表 2.4-12。研究中並說明採用車載量測設備進行柴油貨車的排氣與油耗實測是可行的，但安裝限制為貨櫃車缺乏安全合適裝設空間且主設備需要處於攝氏 0-40 度間，只能安裝於副駕駛座，氣瓶安裝於貨車斗上並把採樣管拉到排氣尾管上。



資料來源：臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(2/4)，本所，102 年。

圖 2.4.13 車載設備 HORIBAOBS-2200 安裝大貨車實例

表 2.4-11 以 OBS 測試結果推估之單位里程排放量

車速(km/h)	單位里程排放量(g/km)				油耗(km/L)
	CO	CO_2	THC	NOx	
5-10	243.1	1,312.0	6.6	6.5	1.5667
10-15	140.1	759.2	5.0	3.6	2.7000
15-20	114.9	681.9	4.0	3.7	3.0697
20-25	88.8	546.5	3.3	3.1	3.8567
25-30	67.4	421.2	3.4	2.1	4.9931
30-35	48.5	389.0	3.7	2.0	5.6634
35-40	61.6	361.7	2.4	2.1	5.7664
40-45	72.9	379.0	2.0	2.1	5.3747
45-50	59.8	361.1	2.0	1.9	5.8220
50-55	80.0	405.4	1.7	2.1	5.0072
55-60	44.2	332.6	1.3	1.8	6.6138
60-65	113.2	414.8	2.0	1.8	4.4836
65-70	103.8	493.6	1.7	2.4	4.0582
70-75	107.3	425.5	2.1	1.9	4.4718
75-80	103.0	430.9	1.8	1.8	4.4883
80-85	100.0	492.8	1.6	2.0	4.1019
85-90	115.8	329.9	2.3	1.2	5.1739

資料來源：臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(2/4)，本所，102 年。

表 2.4-12 大貨車中華 FM557MS 採用之車輛排放係數

車速(km/h)	CO(g/km)	HC(g/km)	NOx(g/km)	平均燃油效率 (km/l)
5	31.57	5.51	32.27	1.97
10	24.66	4.7	28.38	2.06
15	19.6	4.05	25.3	2.15
20	15.86	3.51	22.86	2.24
25	13.06	3.08	20.95	2.33
30	10.94	2.72	19.46	2.41
35	-	-	-	2.48
40	8.1	2.18	17.5	2.55
45	-	-	-	2.62
50	6.43	1.8	16.62	2.63
55	-	-	-	2.67
60	5.48	1.54	16.67	2.71
65	-	-	-	2.74
70	5.01	1.37	17.67	2.75
75	-	-	-	2.75
80	4.91	1.25	19.78	2.74
90	5.16	1.19	23.4	2.71
100	5.83	1.17	29.23	2.62

資料來源：臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(2/4)，本所，102 年。

3. 車輛節能應用技術研究計畫

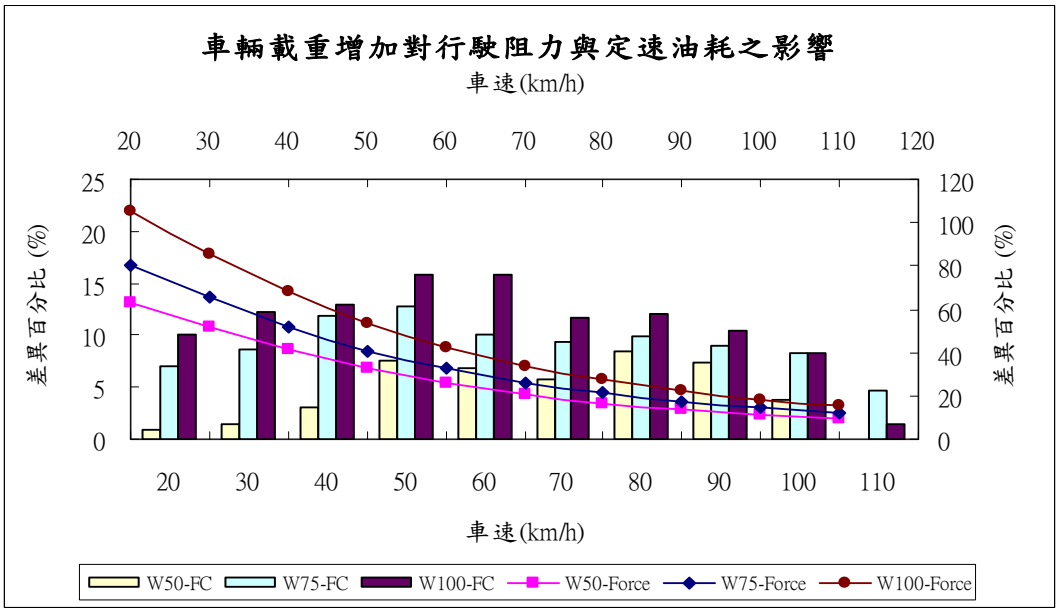
經濟部能源局 102 年度委託財團法人車輛研究測試中心執行『車輛節能應用技術研究計畫』, 其中針對 2 部重型貨車(總重約 11 公噸)實際於封閉試車跑道進行重型柴油整車油耗測試與滑行阻力測試，分析車輛載重、胎壓與速度對車輛油耗影響與行車阻力相互關係建立車輛行駛阻力修正方程式，以推估最佳經濟車速與行駛條件。

(1) 車輛載重與速度對車輛耗能影響

將柴油貨車載重分為 4 個重量區間(空重、50%、75%與全載)及 10 種速度(10~100km/hr，每 10km/hr 為一測試點)為測試參數共 40 個測試點，進行定速穩態測試，利用油耗計研究固定車速下車輛油耗對應車速之油耗曲線關係，獲得各負載下之最佳車速，如圖 2.4.14 所示，載重的增加確實產生差異，且愈低速區間差異愈為明顯。

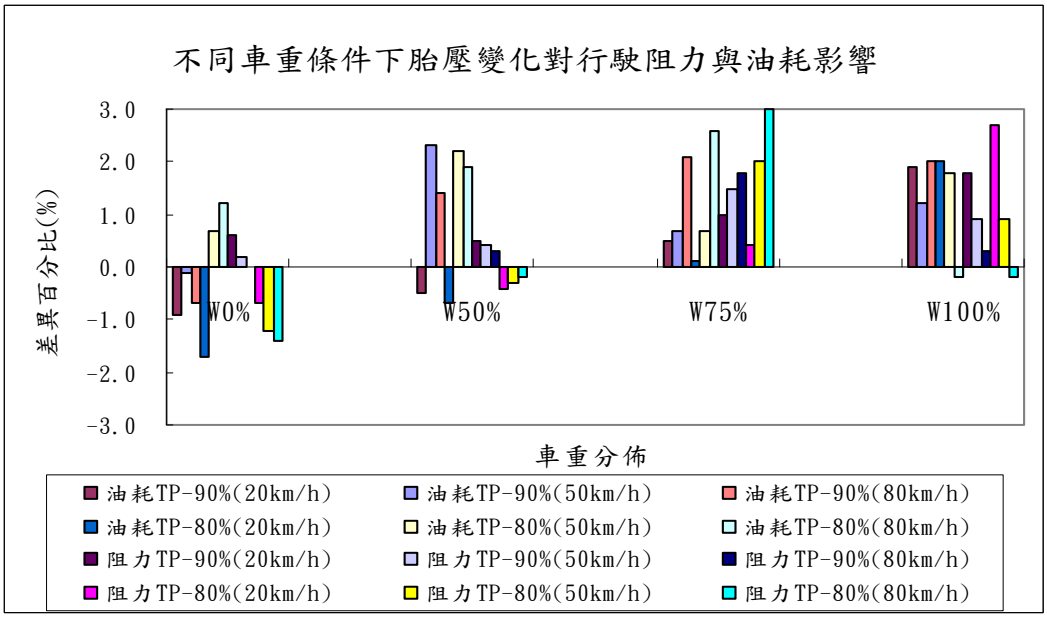
(2) 車輛載重與胎壓對車輛耗能影響

亦於試車跑道(高速周回道)進行實車油耗測試，將柴油貨車載重分為 4 個重量區間(空重、50%、75%與全載)並變更車輛胎壓 100%、90%及 80%三種，進行 50km/hr 及 80km/hr 定速下之油耗測試。利用油耗計研究車輛載重與胎壓對於車輛耗能曲線關係，獲得各負載下之胎壓對於油耗的影響，如圖 2.4.15。



資料來源：能源局 100 年『車輛節能應用技術研究計畫(1/3)』。

圖 2.4.14 車重增加對行駛阻力與定速油耗之影響



資料來源：能源局 100 年『車輛節能應用技術研究計畫(1/3)』。

圖 2.4.15 不同車重與胎壓對行駛阻力與油耗關係

2.5 小結

1. 車輛動態能源消耗與碳排系列研究

   (1) 本所自 96 年起，採用車載量測設備，先後針對小客車、大客車、機車進行動、靜態能耗/排放特性研究，並採以「時間」為衡量單位，可克服傳統以車公里計算所低估的怠速能耗。

   (2) 考量國內車輛數難以進行全面性實測，在有限的研究資源下，以實驗設計方式，尋求法規審驗測試與道路實測情境的關聯。考量運輸部門之應用需求，以車種、道路類型、速率、坡度等作為解釋變數，可充分反映公路興建計畫、交通管理策略之能耗與碳排變化，提昇交通計畫對環境影響的評估能力。

   (3) 此系列研究成果可在不同尺度(微觀、巨觀)分別結合運輸模型(運輸規劃、交通模擬)以進行案例分析，並已納入交通建設計畫經濟效益評估手冊，作為行車燃料成本、二氧化碳等參數之計算方式。

2. 國內外重車能耗/排放管制現況與發展

   (1) 國內尚無重車耗能標準規範，國際間已陸續制訂重車能耗或碳排規範，我國將遵循歐盟法規。歐盟已於 2015 年完成測試程序法規公告，預計 2017 年法規正式公告。

   (2) 環保署重車污染排放管制已進入第 5 期標準，採認雙軌制，以歐盟為主，同時採認美規，相當於歐盟 5 期、Tier 2Bin5 標準。歐盟 6 期重車排放標準最後符合日期為 2019 年 9 月 1 日，過去我國 4、5 期皆以歐盟排放標準最後符合日為生效日期，推測我國亦將於 2019 年施行 6 期排放標準。

   (3) 由於歐盟 6 期管制法規規定使用中重車管制由引擎型車型態測試，改為可攜式污染量測系統於實際道路上進行測試，我國環保署亦於 2015 年委託財團法人車輛研究測試中心，評估我國搭載可攜式污染量測系統應用於使用中車輛召回調查、執行車輛污染排放管制之可行性。

3. 本系列研究與國際間重車能耗規範與技術發展趨勢相符

   (1) 從歐盟將使用中車輛排放檢測改採用可攜式設備並於道路進行實測來看，本系列研究採用車載量測設備、蒐集道路實測資料等建模方式，與歐盟法規的發展趨勢相符。

(2) 重車因車型複雜、服務型態差異大，因此歐能的能耗標準除了考量車輛的物理特性(車重、車軸配置)外，並根據行駛型態進行分類。由於車輛實際的行駛樣態有各種可能性，因此本系列研究嘗試以道路類型、速率為主要解釋變數，最大的優點是不用受限於法規行駛型態下的條件限制，可依據所要評估的路線組合(行駛樣態)進行計算，較能滿足應用的彈性。

4. 國內貨運運輸特性

(1) 國內之大貨車車輛數約 16.6 萬輛，小貨車約 90.4 萬輛，合計約 107 萬輛。大貨車之車齡偏高，超過 10 年以上達 71%，未滿 5 年者僅 16%。因此就環保期別來看，各期別之占比：1 期 24%、2 期 27%、3 期 20%、4 期 13%、5 期 16%。從行車型態與耗油績效來看，當旅次長度越長，行駛國道之占比越高，耗油效率越好。由於貨車停等卸貨的時間相當長，因此若積極實施怠速熄火，節油效果越好。

(2) 國內貨櫃運輸以 20 呎(1TEU)為主。根據關貿資料可知：20 呎貨櫃平均貨物淨重約 11.87~12.59 噸，40 呎貨櫃平均貨物淨重約 12.52~12.87 噸。根據 ETC 資料可知，貨櫃車行駛國道平均里程約 118 公里，由此可推測貨櫃車多屬中長途城際運輸，並以基隆港、台中港、高雄港與貨運站為主要起訖端點。

5. 國外能耗/排放模式發展趨勢借鏡

(1) 在車載動態排放量測系統技術成熟後，運用動態實測排放資料作為模式之基礎資料已成為歐美各國之標準程序。不過在做法上，MOVES 係直接引用各地所蒐集之排放實測資料，而歐盟基本上先運用行車記錄器資料研擬出各種車輛在各道路類型上之行車型態，然後運用實驗或實測排放值建立排放與行車型態之關聯性來推估各種交通狀況下之排放係數。

(2) MOVES 整合各種資料來源庫之整合性資料平臺，不論是在研究或是檢測維修(Inspection/Maintenance Program)中所蒐集的資料，均可直接按照 MOVES 格式輸入，而成為 MOVES 研判排放係數之基礎資料。在歐盟方面，資料庫中儲存各種行車型態資料，與排放係數之關係。我國目前若要仿照歐美採用完整的資料庫來建置模型雖有難處，但長期而言，藉由車輛監理或排放管制機制累積相關資料庫，進而採用大數據建構模型，值得相關單位思考。

第三章 大貨車動、靜態能耗排放相關特性參數之擴充蒐集與調查分析

本計畫於 2 年度進行實車實驗，共蒐集 2 種大貨車的動、靜態能耗與排放參數。實驗設計的重點簡要說明如下：

1. 104 年度執行之初，考量國內尚無大貨車實車道路試驗經驗，考量大貨車操作特性較複雜，因此實驗設計以安全與可操作行性為優先考量，於試車場進行相關參數(如道路類型、速率等)的蒐集、調查與分析。
2. 105 年度則在 104 年度之研究基礎上，並借鏡環保署甫完成重車之使用中車輛能耗檢測計畫實驗經驗(參考 2.2.1 節)，規劃大貨車之道路實測。實驗設計並考量擴充蒐集其他主流車型(例如貨櫃車或聯結車)與特性參數(如坡度或加減速)之動態能耗與碳排放特性資料。

以下內容針對模式構想(3.1 節)、實驗設計(3.2 節)、參數蒐集調查(3.3 節)、實驗數據處理流程及資料庫(3.4 節)進行說明。

3.1 模式構想

如第二章文獻回顧所述：(1)有別於小客車及機車之法規管制，目前國內無法取得大貨車能耗/排放(此僅指 CO_2)之法規審驗值；(2)大貨車屬重型車輛，國內無法整車方式於實驗室進行測試，因此以引擎測試取得排放測試值，就重車排放測試方法而言，2015 年環保署參考歐盟 6 期法規測試方式，著手以實際道路實測取得重車於道路運行之污染物排放資料，目前在研究階段，因此，目前重型車輛排放測試仍以引擎測試為主，然而此方式採集之數據難以反映車輛在實際道路上的排放行為；(3)國際上已經開始採用實際道路行駛資料（如維修廠提供之 ETC 數據、車載設備提供車隊實際運行之油耗數據等）、或是試車場測試數據（如 Su et al, 2013），建立大貨車能耗推估參數。

因此，本計畫大貨車之能耗/排放蒐集與調查延續前期作法，將以實際道路實驗為主軸，依據車載排放量測設備(本計畫採用 HORIBA OBS-2200)所蒐集之動、靜態(隨速率變動、不隨速率變動)能耗排放資料，搭配大貨車可能取得之各種資料，如行車紀錄器及國內大貨車實際耗能數據等油耗參數資料，進行大貨車之能耗排放推估模式建構。並透過實驗設計的方式，蒐集與分析不同條件下之道

路實驗數據，以釐清各影響因素對於能耗排放之影響，例如道路類型、坡度等。

延續本系列研究之目標導向，本計畫對道路類型、車輛營運特性之選擇，主要是考量本計畫建構車輛動態能耗排放推估模式的主要目的，即為與運輸規劃或交通模擬模式整合，模式整合概念如下圖 3.1.1 所示。

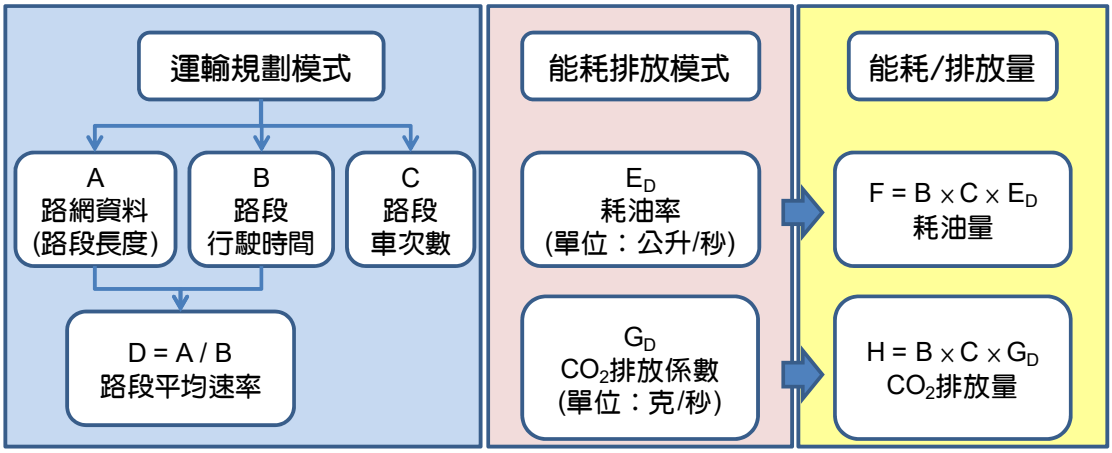


圖 3.1.1 運輸規劃與能耗、CO_2 排放整合模式

藉由車輛動態能耗排放推估模式，可直接搭配運輸規劃模式所計算之路網交通量(車公里、車小時)結果，計算其能耗與排放值，比較各方案之節能減碳效果。因此，本計畫在模式構想、研究設計及實驗設計階段已充分考量實務應用時之模式分析功能與整合方式，分述為以下 3 點。

1. 模式變數必須是運輸規劃模式可模擬之變數

例如，速率、道路類型等皆為運輸規劃模式可區別的變數，因此納為模式影響因素，可強化兩者整合的分析能力。至於加速率雖也是影響能耗排放之重要因素，但因運輸規劃模式中並無法模擬此變數，因此不將其列為變數。不過，道路分類已經隱含了車流特性差異及其對加減速的影響，且實驗過程中所蒐集到的逐秒資料，包含加減速等數據，可供進一步應用於交通模擬模式之分析使用。

2. 道路類型必須涵蓋大貨車行駛的主要道路類型

104 年度於車輛測試研究中心試車場(環形周迴路跑道)及彰濱工業區內道路進行實車測試，主要蒐集大貨車於高速定速巡航、市區道路走走停停、模擬港區熱車怠速等行車樣態之實測資料，分析大貨車於穩態行車條件的能耗/排放特性。自第二章可知，城際貨運多行駛於國道，平面道路則以省縣道或一般道路為主，市區道路方面，各縣市則多禁行大貨車；除此之外，考量坡度對重車能耗排放有顯著影響，因此需將「坡度」納入考量，然而就道路幾何條件，國道則有較充足的坡度路段與長度，有效蒐集大貨車行駛於坡道之能耗/排放資料。基此，105 年度道路實驗將以國道路線為重，其中，中山高速公路(國 1)涵蓋足夠坡度路段，故道路實驗路線將優先以行駛於國 1，其次納入其他道路類型，例如，省道及一般道路等。

自實務面而言，本計畫所調查的道路類別，不僅可供運輸規劃模式使用，基本上也可大致滿足了交通模擬時的模式路網。同時，所蒐集的原始資料均包含經、緯度數據，後續亦可再依據所應用之交通模擬模式路網細分需求，再作資料分析與模式細分。此成果搭配小客車、機車及大客車之研究成果，可提供一套完整的、可應用於交通模擬、城際運輸規劃模式的動態能耗排放推估工具。

3. 所建立的模式可以表達為路網節線特性(link attribute)，便利整合應用於運輸規劃或交通模擬模式中

本計畫所建立的模式係依據道路類型分類，可視為路網節線特性(或路段特性)。這種節線模式(link-base model)可依據實際應用需求，搭配特定案例的交通特性資料，進行個案分析。例如，可依據該路段的微觀車流模擬結果，得到逐車、逐秒的能耗排放推估值；也可依據該路段的平均速率和流量，得到合計的路段能耗排放推估值。具有應用上的彈性與便利性。

3.2 實驗設計

104 年度於車輛測試研究中心試車場及彰濱工業區內道路進行實車測試，主要蒐集大貨車於高速定速巡航、市區道路及模擬港區熱車怠速等實測資料；105 度為建構實際情境之大貨車動態能耗與碳排放推估模式，以城際貨運多行駛之西部國道為實驗路線，其中又以中山高速公路(國 1)之坡度路段最為充足，因此選擇國 1 為最主要實驗路線。本系列研究大貨車 2 年度之研究設計綜整如表 3.2-1 所示。

表 3.2-1 大貨車動態能耗系列 2 年度之實驗設計

研究時程	車種	道路類型與幾何特性
104 年度	框式大貨車	■ 實驗場域：車輛測試研究中心試車場(環形周迴路跑道)、彰濱工業區內道路。 ■ 實驗行車樣態：定速巡航(低速及高速)、市區繞行、熱車怠速。
105 年度	貨櫃車	■ 實驗場域： 1. 五股交流道－國 1－埔鹽交流道 2. 臺中港周邊之省縣道路線 ■ 實驗行車樣態：國 1 分坡、省縣道實際道路之情境

資料來源：本計畫。

本計畫搭載實驗設備之實驗大貨車與國內大貨車，可能蒐集之資料項目整理如表 3.2-2。

表 3.2-2 實驗大貨車與國內大貨車可取得之資料項目

項目	實驗大貨車之 實驗配備(HORIBA OBS-2200)	貨運業者 內部統計值	國內大貨車系統可能配備	
			OBD	數位式 行車紀錄器
本計畫實驗大貨車可取得之資料	車輛運轉資料：如FUEL、CO_2、CO、THC、NO_X、車速等。	能耗平均值	車輛運轉資料，如引擎參數、車速、能耗等。	車輛運轉資料，如引擎參數、車速、能耗等。
國內大貨車可取得之資料	N/A	能耗平均值	■ 車輛運轉資料，如引擎參數、車速、能耗等。 ■ 取得 OBD 資料作為課題探討。	■ 車輛運轉資料，如引擎參數、車速等。 ■ 部份大貨車可取得。
說明	本計畫之實驗車輛可取得	■ 需搭配平均行車速率應用。 ■ 各貨運業者紀錄其車隊或各車之油料補給資料;但業者資料紀錄間隔、相關數據(如平均行車速率等)詳細程度不一。 ■ 運研所「運輸部門運具別排放清冊」提供年我國大貨車燃油效率推估值。	■ 符合歐規 4 期標準或我國柴油車 5 期排放標準的車輛始強制裝置。 ■ 各車廠 OBD 所提供資料項目不盡相同，非所有車輛均有相同資料。 ■ 讀取設備相當昂貴，且受制於廠商不開放資料讀取格式，非原始廠商未必能讀取 OBD 所提供的資訊。	■ 「道路交通安全規則」已明訂 97 年起所有新登檢領照之 20 噸以上大貨車輛均需裝設「行車紀錄器」。 ■ 業者若使用類比式行車紀錄器（即俗稱的「大餅」），分析管理不易，其記錄的資料僅能作為事故時的佐證，無法提供車輛動態之能耗排放分析。

資料來源：本計畫。

本團隊基於表 3.3.2 及 2.4 節得知(1)搭載 HORIBA OBS-2200 車載型污染分析取樣設備，可取得較為完整實際道路動態能耗排放資料，包含 Fuel、CO_2、CO、THC、NO_X，而其他設備皆只能取得能耗值；(2)配合實驗車輛可能取得之資料，如車上診斷系統（OBD）、行車紀錄器等能耗參數；(3)大貨車車隊之實際能耗值為可取得資料，但無其他實際排放數據。

根據上述因素，並考慮本團隊模式構想，105 年度模式建構重點將延續過去作法，優先藉由(1)大貨車實際耗能值(T)，以及(2)本計畫執行大貨車實驗所取得實際道路之車載排放量測設備能耗排放值(H)，進行各項轉換關係的建立，再輔以本計畫執行大貨車實驗所取得實際道路之數位式行車紀錄器資料(R)進行分析。

為便於讀者能夠清楚掌握本計畫之模式構想與建構，在進行轉換率說明前，本團隊就上述 2 種模式建構重點數值進行較詳細之說明，分述如下。

1. 搭載 HORIBA OBS-2200 車載型污染分析取樣設備所取得之實際道路動態能耗排放資料

此為大貨車實際在路道上行駛，所造成的能耗排放。而本計畫以實驗大貨車搭載 HORIBA OBS-2200 車載排放量測設備，行駛於實際道路上蒐集能耗排放值。透過實際道路實驗，本計畫可獲得實驗大貨車於實際道路上不同車速下之每秒能耗排放值(包含 Fuel、CO_2、CO、THC 與 NO_X，單位皆為 g/s)。其中，延續前期研究作法，本團隊將聚焦於運輸部門重視之 Fuel、CO_2，利用所蒐集之數值，與大貨車實際耗能值或車輛運轉資料進行推估模式建構。

2. 大貨車實際耗能值($N_{Fuel.Field.T}$)

不同於設備量測之能耗值，此為記錄 2 次加油量之間的行駛里程數，或一定期間內之總行駛里程與總加油量，據以推出的平均耗能值，其單位為 km/l。此數據的來源主要為貨運業者內部統計之各車輛實際耗能值，此值通常以月或週為期間單位，提供一個平均的耗能值。此外，根據業者盤查資料，運研所「各年度運輸部門運具別排放清冊」之全國大貨車燃油效率推估值，亦屬此類資料。

在上述背景下，延續前期模式建構作法，主要是藉由本計畫執行大貨車實際道路實驗，從中蒐集 HORIBA OBS-2200 所量測之隨車速變動之能耗排放值(包含 $NV_{Field.H}$、$NV_{Field.G.H}$)；搭配既有的大貨車實際耗能值($N_{Fuel.Field.T}$)，本團隊即可建立 $N_{Fuel.Field.T}$ 與 $NV_{Field.H}$、$NV_{Field.G.H}$ 之間的各轉換關係。透過這些轉換關係可將 $N_{Fuel.Field.T}$ 轉換為 $NV^{\wedge}_{Fuel.Field.Model.Cn.H}$、$NV^{\wedge}_{CO2.Field.Model.Cn.H}$、$NV^{\wedge}_{Fuel.Field.Model.Cn.G.H}$ 與 $NV^{\wedge}_{CO2.Field.Model.Cn.G.H}$，如式 3.2-1~式 3.2-4 所示。利用本年度蒐集之車輛數據，驗證此轉換關係至穩定後，可將轉換關係移轉至其他近似車型車款之大貨車上，進而可從既有之資料(實際耗能值，$N_{Fuel.Field.T}$)推估實際道路上隨車速變動之能耗排放(CO_2)值(包含 $NV^{\wedge}_{Field.Model.Cn.H}$、$NV^{\wedge}_{Field.Model.Cn.G.H}$)。

動態能耗 = 道路、速率轉換因子 × 大貨車實際耗能值

$$NV^{\wedge}_{Fuel.Field.Model.Cn.H} = FI^{\wedge}_{Field.Cn} \times N_{Fuel.Field.T} \quad \text{式 3.2-1}$$

不同坡別下之動態能耗 = 動態能耗 × 坡度轉換因子

$$NV^{\wedge}_{Fuel.Field.Model.Cn.G.H} = NV^{\wedge}_{Fuel.Field.Model.Cn.H} \times FI^{\wedge}_{Field.G} \quad \text{式 3.2-2}$$

動態排放= 碳排放轉換當量 × 動態能耗

$$NV^{\wedge}_{CO2.Field.Model.Cn.H} = FI^{\wedge}_{CEM} \times NV^{\wedge}_{Fuel.Field.Model.Cn.H} \quad \text{式 3.2-3}$$

不同坡別下之動態排放 =碳排放轉換當量 × 不同坡別下之動態能耗

$$NV^{\wedge}_{CO2.Field.Model.Cn.G.H} = FI^{\wedge}_{CEM} \times NV^{\wedge}_{Fuel.Field.Model.Cn.G.H} \quad \text{式 3.2-4}$$

其中，

- 大貨車實際耗能值($N_{Fuel.Field.T}$)：

  貨運業者內部統計之車輛實際耗能值(單位為 km/l，以下簡稱大貨車實際耗能值)，是一不隨車速變動之平均值。

- 道路、速率轉換因子($FI^{\wedge}_{Field.Cn}$)：

  藉由大貨車實際耗能值，與動態(隨速率變動)能耗值所建立之轉換關係(%)；可透過 $FI^{\wedge}_{Field.Cn}$ 將大貨車實際耗能值轉換為實際道路之動態能耗值。其中，Cn 表示不同道路類型。

■ 坡度轉換因子($FI^{\wedge}_{Field.G}$)：

藉由動態(隨速率變動)能耗值，與不同坡別下之動態(隨速率變動)能耗值所建立之轉換關係(%)；可透過 $FI^{\wedge}_{Field.G}$ 將動態(隨速率變動)能耗值轉換為不同坡別下之動態(隨速率變動)能耗值。

■ 碳排放轉換當量(FF_U)：

以聯合國跨政府氣候變遷小組(The Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)建議之單位燃料排放係數，搭配我國能源局公告燃料熱值，得到燃料別建議排放係數，代入式 3.2-5 計算可得到碳排放轉換當量。

■ 動態能耗($NV^{\wedge}_{Fuel.Field.Model.Cn.H}$)：

一般行駛狀態下，大貨車之動態能耗(Fuel)推估曲線(g/s)。

■ 不同坡別下之動態能耗($NV^{\wedge}_{Fuel.Field.Model.Cn.G.H}$)：

一般行駛狀態下，大貨車在不同坡別時之動態能耗(Fuel)推估曲線(g/s)。

■ 動態排放($NV^{\wedge}_{CO2.Field.Model.Cn.H}$)：

一般行駛狀態下，大貨車之動態排放(CO_2)推估曲線(g/s)。

■ 不同坡別下之動態排放($NV^{\wedge}_{CO2.Field.Model.Cn.G.H}$)：

一般行駛狀態下，大貨車在不同坡別時之動態排放(CO_2)推估曲線(g/s)。

依據本系列研究成果，茲將影響大貨車能耗、排放之因素可區分為三類，分別為動態特性、靜態特性以及油料技術差異，各項詳細因子參見表 3.2-3。在有限的研究時間與經費下，僅能針對本計畫之研究標的(動態特性)進行考量。其中，受道路交通條件影響之因子，為本計畫所重視並且優先考慮的；至於行駛條件差異、靜態特性與油品之影響因素，則在不同的考量下設計為控制變數(詳見表 3.2-3 說明)。

表 3.2-3 大貨車能耗、排放之影響因素

變數			作法	是否將變數納入考量之說明
動態特性	道路交通條件差異	道路類型	納入考量	本研究重點為建構不同道路類型及車速下之動靜態能耗/碳排推估模式，故將道路類型納入考量，然而在實驗限制條件下，以探討道路類型所對應之行車樣態與大貨車能耗/排放之關聯性。
		車速、加減速	納入考量	本研究重點為建構不同道路類型及車速下之靜、動態能耗/排放推估模式，故優先將車速(加減速)型納入考量。
		坡度	納入考量	研究團隊在模式建構時，將針對道路實驗中行經坡度路段(上坡、下坡)與普通路段(平緩)資料加以區分。並以資料分群的方式探討坡度差異對於能耗/排放之影響。
	行駛條件差異	駕駛人行為	固定變數	運研所已有相關研究探討此項變數，為避免資源重置，本計畫不再討論此項變數，因此實驗執行盡量使用同一位駕駛，以避免不同駕駛行為對於實驗結果產生影響。
		關啓空調、頭燈	固定變數	■「是否開空調」雖然對於車輛能耗/排放具有一定程度之影響，然而考量國內部分車輛無恆溫裝置，因此在開啟空調的狀態下，固定風量及冷度進行實驗。 ■「是否開啟頭燈」對於車輛能耗/排放之影響程度較小，惟本計畫考量實驗期間之行車安全，因此設定實驗車輛設定實驗全程開啟頭燈，以避免是否開啟頭燈差異對於實驗結果之影響。
		車重	固定變數	因貨運運輸模型無法反映每臺車貨物重量，考量運輸模式應用面，主要情境建議以貨物平均淨重為優先考量，其次為空載。
靜態特性	車輛本體差異	年份/車體	固定變數	實驗車輛之保養程度受限於配合業者自身的保養狀態，因此無法探討此項變數。
		引擎與車輛技術	固定變數	實驗車輛之保養程度受限於配合業者自身的保養狀態，因此無法探討此項變數。
	車輛使用維護差異	引擎耗損程度(累積行駛里程、車齡)	固定變數	由小客車模式研究成果可知，車輛累積行駛里程對能耗/排放影響，應可透過大貨車之實際耗能平均值反映。另由既有研究得知，車輛在保固期內，行駛里程對能耗/排放並無顯著影響，故本計畫選擇之實驗車輛盡量以保固期限內之大貨車為優先。
		保養程度之差異	固定變數	實驗車輛之保養程度受限於配合業者自身的保養狀態，因此無法探討此項變數。
油品差異			固定變數	車輛使用不同油品將會對其能耗/排放產生影響，然而，國內並未針對柴油本身之差異進行討論，且此非本計畫之研究重點，因此實驗進行時均使用同一批油品，故不探討此項變數。

資料來源：本計畫。

在上述背景下，本計畫初步擬定之模式建構路徑圖如圖 3.2.1 所示，並據以說明模式建構步驟。



註 1：N 為不隨車速變化之單一能耗排放平均值；而 NV 則為隨車速變化之能耗排放值。
註 2：F 表示 Field，為實際道路實驗。
註 3：Cn 表示不同道路類型。
註 4：H 表示本團隊利用 HORIBA OBS-2200 所取得之實際道路動態能耗排放。
註 5：T 表示貨運業者內部統計之大貨車實際耗能值。
註 6：G 表示坡度。
註 7：FI 表示隨速度變動之轉換率(%)；FI^表示隨速度變動之轉換率推估曲線(%)。
註 8：CEM 為碳平衡法，表示 CO_2 與 Fuel 之間的物理轉換關係。
註 9：G+1%：1%≦坡度＜2%；G0%：-1%＜坡度＜1%；G-1%：-2%＜坡度-≦1%。
資料來源：本計畫。

圖 3.2.1 實驗項目與模式建構圖

1. 模式建構步驟說明

由圖 3.2.1 可知，本計畫所執行之實驗項目為實際道路實驗。且為取得大貨車於實際道路之動態能耗排放值(包含 $NV_{F.Cn.H}$、$NV_{F.Cn.G.H}$)
，本團隊認為實驗狀態應等同於大貨車實際營運之狀態，如開頭燈、空調、搭載貨物。

如 3.1 模式構想所述，透過實驗取得 HORIBA OBS-2200 所量測之隨車速變動之能耗排放值(包含 $NV_{F.Cn.H}$、$NV_{F.Cn.G.H}$)，搭配本計畫配合業者之大貨車實際耗能值($N_{Fuel.F.T}$)後，即可建構出 $FI^{\wedge}_{F.Cn}$、$FI^{\wedge}_{F.G}$ 轉換因子。其中，藉由下列步驟以及各轉換因子，即可將大貨車實際耗能值($N_{Fuel.F.T}$)，轉換為實際道路隨車速變動之能耗值(包含 $NV^{\wedge}_{Fuel.F.Model.Cn.H}$、$NV^{\wedge}_{Fuel.F.Model.Cn.G.H}$)；並再進一步推估成為隨車速變動之 CO_2 排放值(包含 $NV^{\wedge}_{CO2.F.Model.Cn.H}$、$NV^{\wedge}_{CO2.F.Model.Cn.G.H}$)。

(1) Step1：透過 HORIBA OBS-2200 實驗，除了可取得每秒下之車速、能耗與排放等資料外，尚包含每秒下的經緯度資料。透過此經緯度資料，本計畫即可將實驗資料依據道路類型進行區分
，分為國道及省縣道兩種道路類型。

(2) Step2：由於本計畫所選擇之實驗路線，以行經過國 1(大貨車於國道速限 90 一般道路段(C1))為主，有明顯長上坡或長下坡，是研究坡度影響因子的典型對象。但同時為避免坡度對模式建構結果造成影響，需將此種道路類型依坡度資料加以區分成不同的資料庫，據以分別建構不同坡度的推估模式。因此，本計畫實驗所取得之每秒下經緯度、速率資料，進一步與交通部高速公路路線經緯度、哩程、坡度資料連結，得到每秒下之速率、能耗、經緯度、哩程與坡度等資料。最後將各道路類型之資料庫，依據坡度資料，再分為 G+1%、G 0%、G-1% (此坡度分法乃受限於調查所取得之坡度樣本數)3 種組別的資料庫，以分別建構推估模式。

(3) Step3：將上述 Step1 資料依道路類型進行區分，分別求得省縣道之能耗排放曲線。

(4) Step4：亦將上述 Step2 依不同坡度區分之資料庫，分別求得國道各坡度之能耗排放曲線。

(5) Step5：將大貨車實際耗能值進行單位轉換，亦即將 $N_{Fuel.Field.T}$(km/l)，運用平均車速以及其他油品參數等數據，將其單位轉換為 $N_{Fuel.Field.T}$(g/s)。

(6) Step6：將大貨車實際耗能值展開為實際道路上隨車速變動能耗值之轉換因子($FI^{\wedge}_{F.Cn}$)。此轉換因子是由 HORIBA OBS-2200 所量測之實際道路上隨車速變動之能耗值(即為 Step3、4 所得之能耗曲線)，以及大貨車實際耗能值所建構，透過此步驟可將大貨車實際耗能值展開為一隨車速變動的能耗曲線。

(7) Step7：將「實際道路隨車速變動之能耗值」，轉換為「不同坡度下實際道路之隨車速變動能耗值」的轉換因子($FI^{\wedge}_{F.G}$)。此轉換因子是由 HORIBA OBS-2200 所量測之「實際道路隨車速變動之能耗值」與「不同坡別下實際道路之隨車速變動能耗值」(即為 Step3 與 Step4 所得之能耗曲線)所建構，透過此步驟可將「實際道路隨車速變動之能耗值」轉換「不同坡度下實際道路之隨車速變動能耗值」。

(8) Step8：運用碳排放轉換當量(FF_U)，將上述動態能耗推估值轉換為 CO_2 動態能耗推估值，如式 3.2-5、式 3.2-6 所示。

$$FF_U = 2260\left(\frac{g}{L}\right) \times \frac{1}{1000}\left(\frac{L}{cm^3}\right) \times \frac{1}{D\left(\frac{g}{cm^3}\right)} \quad \text{式 3.2-5}$$

$$CO_2\left(\frac{g}{s}\right) = FUEL\left(\frac{g}{s}\right) \times FF_U \quad \text{式 3.2-6}$$

其中，

聯合國跨政府氣候變遷小組(The Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)建議之單位燃料排放係數，搭配我國能源局公告燃料熱值，得到燃料別建議排放係數為 2606 克 CO_2/公升；D 表示油品容積係數(g/cm^3)。

2. 資料分析方法

研究團隊將藉由道路實驗所蒐集之動態能耗排放值，進行大貨車之能耗排放模式建構，並針對前期研究所得之可能影響因子進行統計分析(參見前表 3.2-3)。本年度主要探討道路類型與坡度之異同；特別是坡度部分，考慮前期審查委員建議，探討納為控制變數的可能作法。

3.3 動、靜態能耗排放相關特性參數蒐集與調查

3.3.1 實驗設備

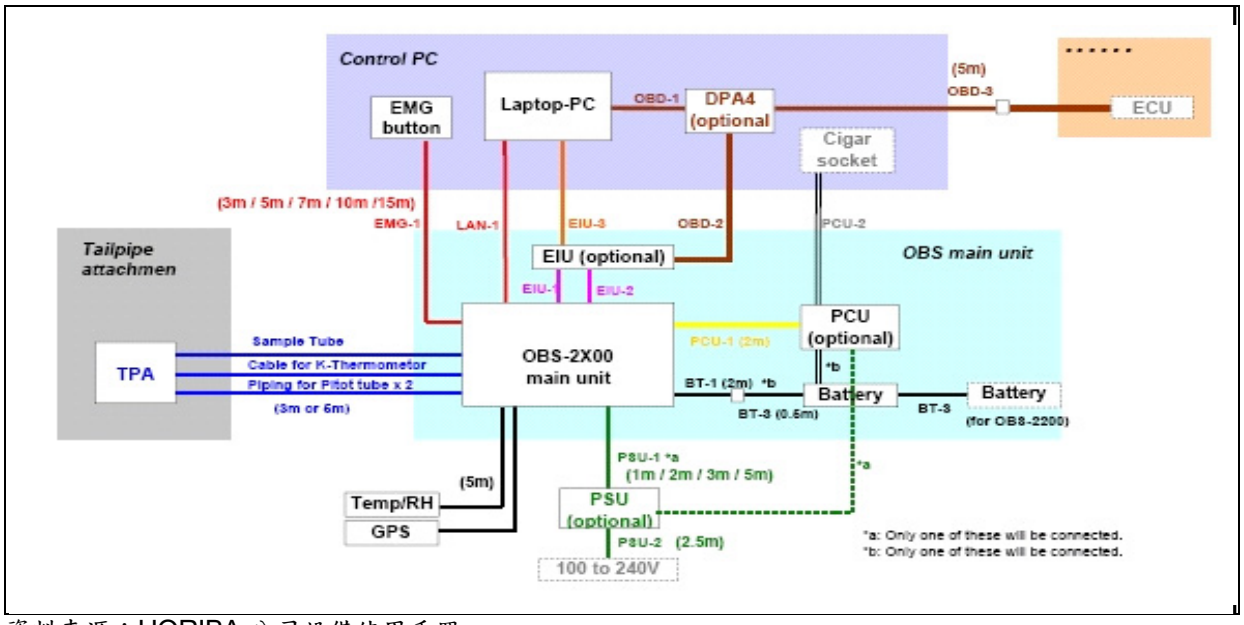
本計畫使用之 HORIBA OBS-2200 車載型污染分析取樣設備，可以對行駛中車輛所排放的 CO、CO2、THC、NOx 以及 A/F 進行連續取樣，並與衛星定位系統(Global Positioning System, GPS)以及溫度、溼度、大氣壓力等環境條件聯繫在一起，從而得到車輛在實際道路上行駛時的排放真實數據；具有體積小、功率消耗低，更採用了耐震動機構，可以滿足安裝在車輛上的測試要求。而且 HORIBA OBS-2200 主要用途為使用中車輛之道路即時檢測。依據現行國際，包含歐、美及臺灣等國檢測方式規定，重型車輛執行污染排放檢測時，需將引擎拆除，於實驗室內以法規所規定之行車型態，執行引擎法定量測程序。

美國環保署自 2005 年 6 月開始由引擎製造廠執行的使用中重型柴油引擎與車輛污染測試計畫，製造廠使用可攜帶式污染量測系統(PEMS)，執行 NTE(Not-To-Exceed)測試量測車輛氣態污染物與粒狀污染物，作為評估加嚴後之排放標準於實際環境條件下真正的效益指標。同時制定了「使用中重型車輛測試程序(40CFR Parts 9 and 86)」作為檢查道路排放的測試方法，以便美國環保署針對不同引擎進行評估，且可透過與實驗室測試結果比對，建立其相關性。

歐盟對於使用中重型車輛污染管制，自 Euro VI 開始由原先執行引擎行車型態測試，改由搭配使用車載污染量測系統(PEMS)，於實車道路上執行測試。該措施是由車輛製造廠自行提出召回調查計畫，由主管機關評定同意後施行。執行期間則由車輛掛牌 18 月後開始執行，於車輛耐久保證期限內每兩年至少執行一次可於該引擎族停止生產後停止此調查測試。

由此充分說明車載污染量測系統(PEMS)其設備可透過有要求之實驗條件(含設備、邊界條件、測試程序與資料篩選處理)，達到數據穩定及可信度，可用於道路中排放取樣。另外本實驗所使用之 HORIBA OBS-2200 除符合美國環保署（EPA CFR Part 1065 Subpart J）排放測試法規要求，另外國內有代理商可以提供完整且快速之維修與技術支援服務，有利計畫實驗順利執行。

本計畫執行車載排放研究測試所需使用的測試設備，包含 HORIBA OBS-2200 主設備、取樣探頭及流量計、主控電腦及擷取軟體等（整體車載系統架構請參見圖 3.3.1）；並附屬加裝 Garmin 手持式衛星導航系統及 OBD 擷取系統。本計畫所執行之曳引大貨車的實驗，所採用實驗設備（請參見表 3.3-1、圖 3.3.2），以主設備 HORIBA OBS-2200 為主，輔以 OBD 系統及 Garmin Oregon 550t，以確保實驗過程中得以同時取得除既有 OBS-2200 外之相關實驗資料。



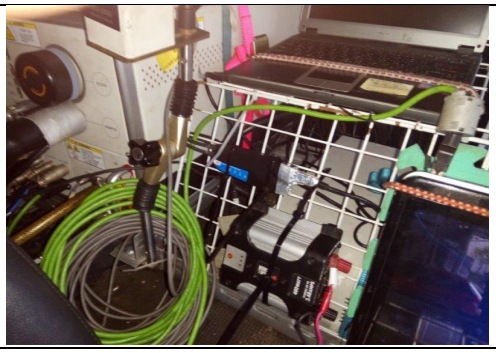
資料來源：HORIBA 公司設備使用手冊。

圖 3.3.1 車載系統架構

表 3.3-1 本計畫採用之實驗設備及其功能

本計畫採用之實驗設備	主設備	其它輔助附屬系統	
	HORIBA OBS-2200	GPS	OBD
污染/能耗排放資料	OBS-2200	na	ARTC-OBD
引擎資料	轉速、車速等	na	轉速、車速等
定位資料	GPS (FURUNOGN-79N)	GPS-Garmin Oregon 550t	na

資料來源：本計畫。

	
HORIBA OBS-2200 系統及附屬	控制電腦(NB)
	
取樣探頭及流量計	設備加熱使用發電機電力
	
GPS/ Garmin Oregon 550t 手持式衛星導航	OBD 擷取系統
	
設備所需電瓶電力組	校正氣體

資料來源：本計畫。

圖 3.3.2 實驗車載系統及其他附屬配備：本年度實驗曳引大貨車

針對實驗主要設備之功能介紹如下：

1. 污染量測系統(On-Board Emission Measurement System，HORIBA OBS-2200)

主要功能：對於車輛所排放之廢氣進行分析，其中 CO 及 CO_2 分析儀器採用加熱型非發散式紅外線分析儀(Heated Nondispersive Infrared Analyser，HNDIR)，以特定氣體吸收特定波長紅外線能量之特性，來量測 CO 及 CO_2 之體積濃度。THC 體積濃度則是利用加熱型火焰離子化分析儀（Heated Flame Ionization Detector，HFID）進行分析，依據碳氫化合物以氫氣/空氣火焰燃燒之後的大量離子正比於碳氫化合物的含碳量，可以得知車輛廢氣中碳氫化合物的體積濃度。NOx 以加熱型化學發光分析儀（Heated Chemiluminescent Analyser，HCLD）分析其濃度，其原理乃將氮氧化物與臭氧充分混合後產生不安定之二氧化氮分子，當這些不安定之二氧化氮分子蛻變至基態時會散發光子，透過訊號處理，可以得知車輛廢氣中氮氧化合物的體積濃度。由於上述之儀器都維持在加熱狀態，因此可以完全排除水的干擾，不需要針對水分作修正之動作。

以上量測系統針對測試車輛的排放進行連續檢測，能使排放數據和行駛狀態連結在一起，得到車輛於道路實際最終的排放結果。

2. 取樣探頭及流量計

主要功能：量測系統只能分析各個污染物之體積濃度，為了求得車輛每一瞬間或特定時間內所排放污染物的重量，必須同時乘上車輛尾管的體積流量，得每一瞬間污染物的排放重量，再將其以時間積分，便可獲得特定期間的污染物的排放總重量。計量空氣流量的方式有許多種，HORIBA OBS-2200 則是利用皮托管體積流量計，利用流體之動、靜壓差異來計算尾管之流量，不受排氣溫度干擾也不會改變排氣之背壓。

以上根據排氣流量計所得到的車輛排氣流量值，計算出每單位行駛距離的排放氣體質量和油耗。

3. 主控電腦及擷取軟體

主要功能：電腦依據各項感測裝置，擷取 GPS 的位置訊號、溫溼度、大氣壓力，配合量測系統，顯示車輛實際運行於道路之排放情形。包含 CO、CO_2、THC、NOx 排放量和油耗值的瞬間及累計測試結果。

4. GPS 導航系統

主要功能：本計畫車載系統搭配使用日本古野電器公司 FURUNO GN-79N 之 GPS 模組，該接受裝置具有 12 頻道、快速精確定位、高精度回饋、重新定位能力强、體積小、重量輕等特點，其中定位精度可達 RMS(圓週率誤差)<6m。其數據輸出格式為 NMEA—O183 ASCⅡ碼標準格式，通信協議為 8 位數的全雙通道埠串列通訊方式並可以直接和單晶片串列連接。而本計畫實驗行駛路線途經橋樑、涵洞及高樓林立之市區道路，因此 GPS 所紀錄之經、緯度及高度數據具有關鍵影響。為避免既有車載導航系統發生定位時間延遲或偏移情況，導致寶貴調查資料難以運用，故再增加另組 Garmin Oregon 550t 手持式衛星導航系統，補強既有之系統功能。此系統具有事先規劃路徑之功能，同時可記錄行駛路徑、海拔高度及速率等功能。Garmin 衛星導航系統具有開機後定位快速、精確度高及隧道前後重新定位速率快、體積小、重量輕並且可單獨開機操作等優點。

5. 車輛引擎參數擷取系統

主要功能：車上診斷系統（OBD）此項系統可以自行偵測各污染控制元件故障情況，透過診斷電腦的連線，可以了解故障的情況及車輛的各項資訊。而進行實際道路測試時，透過擷取程式可由此項裝置來收集車輛及引擎的各項參數，包括車速、引擎轉速、歧管節氣閥開度及進氣壓力等。而此次選用的為歐盟 4 期曳引大貨車作為實驗車輛，該車具備 OBD 系統；透過 HORIBA OBS_OBD 系統，使本實驗能夠透過此介面來擷取上述之車輛及引擎參數。

除既有車載設備之 OBD 擷取系統外，另為求完整取得實驗車輛上之各參數訊息，再透過 OBD 之 J1939 通訊協定，新增撰寫程式加以擷取；SAE J1939 協議是美國汽車工程師協會發佈以 CAN 匯流排為基礎，並以 CAN2.0B 作為網路核心協定的車輛網路串列通訊和控制協定。目前，SAE J1939 標準已經成為世界各大車輛部件製造商均支援的重要通訊標準，在大客車、載貨汽車、特種車輛和工程機械中均廣泛的應用。

本計畫中所使用的擷取軟體，是依據實驗車輛上 OBD 所能提供之所有參數，並篩選出可作為後續分析之相關能耗參數，進行 OBD 擷取參數之程式撰寫；透過 SAE J1939 通訊協定，將 OBD 訊號轉換為 RS232 訊號搭配電子元件解碼 OBD 資訊之擷取系統，如圖 3.3.3。訊號擷取軟體則安裝於個人電腦(作業系統為 Windows XP)，透過 OBD 轉 RS232 訊號之硬體模組，即可與配備標準 OBD 之車輛通訊，取得即時車速、轉速、水溫、引擎負載、電壓等參數及故障碼資料串流，再將車輛所擷取出之相關資訊儲存於筆記型電腦中，再進行後續分析作業進行後端應用。



資料來源：本計畫。

圖 3.3.3 車上 OBD 轉換 RS232 擷取系統

表 3.3-2 車上 OBD_可擷取參數

輸出參數	參數名稱	參數說明	實際量測範圍	單位
Engine Loding	發動機(引擎)負荷		0-100	%
Engine Torque	發動機(引擎)扭矩		0-100	%
RPM	轉速	引擎每分鐘圈數	494-1913	min^{-1}
Speed	車速	輪胎速度	0-90	km/hr
Trip Distance	旅行距離	歸零距離	54293.2-54356.6	km
Truck Time	車輛時間	車上 ECU 時間		分(min)
Total Fuel Used	總消耗公升數	截至目前使用的總加油量		公升(l)
Fuel Rate	燃油消耗	某一距離平均值	0-75.05	l/hr
Fuel Economic	瞬時油耗	亦稱為燃油經濟性。此參數 125.5 為原廠設定最大值。	0-255	km/l
Intake Air Temperature	進氣溫度	引擎進氣溫度		℃

資料來源：本計畫。

3.3.2 實驗車輛與用油

1. 實驗車輛選取及考量因素

本計畫實驗大貨車其選取車輛主要考量因素如下：

表 3.3-3 實驗車輛選擇考量因素表

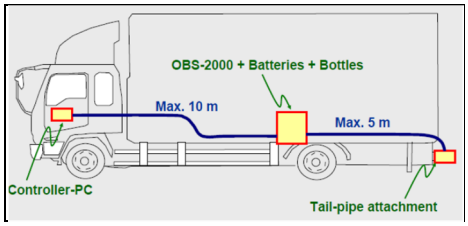
因素	104 年	105 年
(1)國內城際貨運運輸需求	城際貨運車輛以 10~17 噸居多；港區大貨車則以 17 噸以上曳引車為多，部分為 10~17 噸。實驗車輛選擇 11 噸，其車輛特性符合城際貨運與港區運輸應用需求；且排氣量 6,001-11,000c.c.亦為國內大貨車主要排氣量類別	城際運輸包含進、出口貨運，汽車貨運載送之商品以貨櫃貨為主，貨櫃規格主要分為 20 呎(1TEU)、40 呎(2TEU)，100~101 年 10~12 月我國海關進、出口貨運運輸主要以 20 呎貨櫃為主，因此貨櫃優先以 20 呎為實驗車型
(2)可取得 OBD 資料	優先考慮以歐盟環保 5 期作為實驗用車	優先考慮歐盟環保 4 期或我國 5 期排放標準作為實驗用車
(3)實驗車輛設備限制	①車體型式：由於需搭載車載排放量測設備，且便於調配載重，故選用車體破壞較少之框式貨車 ②載運貨種：配合車行提供車款，本車平常載運貨物為重機械，車斗為鋼製，多載運小型鏟土機 ③實驗安全度：考量試車場測試場域全載載重安全速率限制下，目前擁有最大 E-Type 流量計只適用於排氣量 10,000c.c.以內規格	①考量車載排放量測設備置放位置至排氣管末端取樣流量計模組長度受限取樣加熱管長度 5m  資料來源：HORIBA 公司設備手冊。 ②受限於單組電力供應系統(包含四顆 6V 245Ah 電池)連續運作時間約為 3 小時，充電需時 6~8 小時/單組。 ③車載排放量測設備 HORIBA OBS-2200 於實驗過程中，每隔 30 分鐘自動校正 1 次(約 5 分鐘)，故為非連續取樣，因此，需依據 HORIBA OBS-2200 取得有效資料樣本數，來決定實際執行實驗的日數 ④國內符合我國 5 期排放標準之大貨車車輛數占比約 16%，再細分至曳引車、半托車之車輛數則會更少，大部份符合我國 5 期標準之曳引車已規劃貨物運送排程，因此，租借須由貨運業者或租賃業者同意配合進行道路實驗，故實驗車輛與路線之選擇受限於業者配合意願

表 3.3-4 兩年期實驗車輛出廠年份與規格

參數諸元	104 年	105 年
廠牌	HINO	SCANIA
出廠時間	2014 年	2010.6
車型	500	P340 LA4X2MSZ
引擎型式	直列 5 缸 F7DJ	直列 6 缸 DC1210
車輛總重 (kg)	11000	35000
排氣量 (c.c.)	6403	11,705
最大馬力 (hp /rpm)	240/ 2400	340/ 1800
最大扭力 (kg-m/rpm)	73/ 1500	173/ 1100~1350
汽車空調動力	-	引擎動力輸出
燃料系統	直接噴射系統	直接噴射系統
變速系統	前進 6 檔後退 1 檔附動力輔助排檔	GRS905 前進 14 檔後退 1 檔
輪胎尺寸	8.25R16-18PR	12R22.5
油箱容量(liter)	200	400
污染排放控制系統	DPR、OBD	EGR、OBD
污染排放標準	符合歐盟 5 期排放標準	符合歐盟 4 期排放標準

資料來源：本計畫彙整。



資料來源：本計畫。

圖 3.2.5　104 年度實驗車輛－HINO 500 / F7DJ：實驗大貨車



資料來源：本計畫。

圖 3.3.6　105 年度實驗車輛－Scania P340：實驗大貨車

2. 實驗用油

至於實驗用油部分，由於實驗行前，車載分析設備需輸入油品相關參數，故本計畫油品皆送至中油煉製所化驗，為避免油品差異性對於實驗數據之影響，本年期之實驗車輛皆使用經過中油化驗之同一批油品，將油品列為變數控制，實驗車輛皆固定至此一中油加油站進行市售柴油補給作業，以控制油品此一變數。

其詳細油品參數與化驗分析結果如表 3.3-5 所示。同時，為瞭解實際耗油量與實驗儀器(OBS)所量測的耗油量是否相等，本實驗於每趟次測試結束後回至加油站加滿油，將油加至油箱內之基準點後結束行駛並熄火。此記錄的實際耗油量，會再與 HORIBA OBS-2200 累計的耗油量兩相比較結果。此外，執行市區繞行實驗時，所紀錄實驗所使用的實際耗油量，亦可瞭解實際執行期間駕駛行為與道路交通狀態是否異常之參考。

表 3.3-5 實驗油品參數表（經化驗市售柴油）

油品種類 / 測試項目	104 年用油	105 年用油	備註 (分析方式)
密度@15℃（kg/L）	0.8381	0.8392	ASTM D4052
十六烷指數	51.7	51.7	ASTM D976
總芳香烴含量（vol%）	30.5	30.5	ASTM D6591
熱值（MJ/kg）	45.830	45.946	ASTM D240
淨熱值（MJ/kg）	43.117	42.977	ASTM D240
碳含量（wt%）	83.52	86.00	ASTM D5291
氫含量（wt%）	12.78	13.99	ASTM D5291
蒸餾溫度（℃）	207.3（10vol%）	197.2（IBP）	ASTM D86
	269.2（50vol%）	223.2（T05）	
	333.4（90vol%）	231.7（T10）	
	363.4（End Point）	237.8（T15）	
	-	242.6（T20）	
	-	251.9（T30）	
	-	261.4（T40）	
	-	271.2（T50）	
	-	281.1（T60）	
	-	292.6（T70）	
	-	308.0（T80）	
	-	317.8（T85）	
	-	331.2（T90）	
	-	353.1（T95）	
	-	365.1（FBP）	

資料來源：本計畫。

3.3.3 實驗路線與時間

1. 104 年度實驗設計

(1) 實驗場域

除執行大貨車實驗所需使用的測試儀器設備外，考量實驗車輛載重下之操控安全，採用穩態定速及暫態市區型態行車樣態方式取得道路實車運行的油耗參數。規劃於財團法人車輛研究測試中心(以下簡稱車輛中心)國際級試車場內模擬高快速道路定速巡航行車狀態，如圖 3.3.7 及車輛中心附近之彰濱工業區模擬省縣道與市區道路之行車樣態，如圖 3.3.8 進行試驗，以確認試驗品質一致性外，亦可兼具試驗安全。兩種實驗場域簡述如下：



資料來源：本計畫。

圖 3.3.7 試車場實驗場域



資料來源：本計畫。

圖 3.3.8 彰濱工業區實驗場域

① 車輛中心國際級試車場

試車場面積共 119 公頃，具備 9 條測試道及相關附屬設施(如氣候監測站，影像監測等)，可進行車輛零組件、機車、汽車、商用車和軍用載具等產品研發及法規測試，為設施完善之國際級試車場。試車場俯視圖、各道路型態功能說明如表 3.3.6。預計將於「高速周回路」上執行「定速巡航」狀態的「燃料消耗」測試，藉以模擬高快速道路上定速巡航狀態，取得相關油耗參數。

表 3.3.6 實車測試實驗之試車場場地配置與規格功能



編號	名稱	規格	主要功能
1	高速 周回路	周長 3,575 m，最大彎道坡度 38°，設計車速為 160 km/h，為橢圓形 3 車道。	可執行各國法規及共同標準(如 CNS,ECE,SAE 等)，主要測試項目有：加速、最高速率、速度/里程計校正、 、排污耐久、里程累積、高速操安、乘適性能與高速耐久等測試。
2	綜合性能 測試道	測試道寬 40 m，長 1,042 m，兩端設置加減速及迴車道。	可執行各國法規及共同標準(如 CNS,ECE,SAE 等)，主要測試項目有：煞車、加速、迴轉、操安及乘適性能等測試與駕駛訓練。
3	煞車性能 測試道	設置 4 種不同摩擦係數之路面及水膜路、深水槽路。摩擦係數分別為：高摩擦路面(μ=0.7～0.8)、中摩擦路面(μ=0.4～0.5)、低摩擦路面(μ=0.3～0.4)、極低摩擦路面(μ=0.1～0.2)。	可執行各國法規及共同標準(如 CNS,ECE,SAE 等)，主要測試項目有：煞車、ABS、TCS 與迴轉性能等測試。
4	噪音 測試道	噪音測試路面表層符合國際 ISO 標準之瀝青路面，測試區兩側助跑道 760 m。	可執行各國法規及共同標準(如 CNS,ECE,SAE 等)，主要測試項目有：噪音等測試。

編號	名稱	規格	主要功能
5	綜合耐久測試道	總長度 5,432 m，設置各種特殊鋪裝測試路面，包含砂礫路、AC 凹凸路、RC 凹凸路、輪轍路、河床路、側傾斜路、積水路、泥濘路。	可執行產品研發及共同標準，主要測試項目有：耐久與乘適性能等測試。
6	標準不良路	標準不良路以花岡岩塊建構而成，又稱比利時路面，路寬 4 m，周長 1,101 m，包含高頻、低頻與極嚴苛路面。	(b)測試道應用：可執行產品研發及共同標準，主要測試項目有：懸吊、耐久與乘適性能等測試。
7	斜坡測試道	設置有 12%(長 68 m)、18%(長 59 m)、20%(長 49 m)、30%(長 29 m)、35%(長 24 m)、42%(長 18 m)及 50%(長 14 m)7 種不同坡度之測試道。	可執行各國法規及共同標準(如 CNS,ECE,SAE 等)，主要測試項目有：駐煞車與爬坡等測試。
8	振動噪音測試道	包含 6 種低振幅路面(段差路、橋樑接縫路、人孔+ 突起路、裂縫路、粗糙路與 R10 突起路)、9 種高振幅路面(短波狀路、波狀路、長波狀路、起伏路、大型起伏路、低窪路、瀝青不良路、H80 雙波狀路與洗衣板路面)、3 種噪音路面(粗面路、排水性路面與低噪音瀝青路)。另設有底盤強度測試區(包含 9 種不同路面：路緣石、停車輪止、突起路、凹窪路、輪轍路、排水溝、壕溝、鐵軌與止檔)。	可執行各國法規及共同標準，主要測試項目有：振動噪音、耐久、乘適性能與空氣囊誤作動等測試。
9	滑行測試道	測試道長 1,569 m 及 1,811 m，寬 4 m，兩端設置迴車道。	可執行各國法規及共同標準(如 CNS,ECE,SAE 等)，主要測試項目有：滑行、加速、乘適性能等測試。

資料來源：財團法人車輛研究測試中心。

② 彰濱工業區內道路

廠區外試驗係於彰濱工業區內之半開放式道路進行，其路徑為車輛中心➔鹿工南七路➔鹿工路➔工業路➔工業西三路➔鹿工南五路➔吉安南路➔鹿工南七路➔車輛中心。全長約 7.5 公里，預估大貨車行駛約 25 分鐘，其路徑如圖 3.2.9 所示。路線長度約一圈 7.5 公里，包含 6 處十字路口，7 處 T 字路，藉以模擬市區道路走走停停的行駛樣態，取得相關油耗參數。



資料來源：本計畫。

圖 3.3.9 實車測試之彰濱工業區場域實驗地圖

(2) 實驗場域

有鑑於大貨車營運方式為配送端定點裝卸貨，並多為城際運輸，又由於貨物運送具時效性，因此多行駛於國道、快速道路等幹線公路，其次為省道、縣道及市區道路等平面道路；此外，大貨車裝卸貨時，怠速停等情形普遍，尤其港區較明顯。

考量以上特性，本計畫實驗設計將以安全為前提下，採用模擬駕駛方式，蒐集可反映大貨車行車型態特性的能耗參數。包含高快速道路(定速巡航)，省縣道及市區道路(多有加減速)，港區熱車怠速(長時間停等)等 3 種，另配合載重配置(滿載、半載、空載)蒐集能耗/排放參數。

需特別說明的是，本計畫實驗車輛核定車重為 11,000 公斤，因此滿載為 11,000 公斤。然而此車輛主要用途為載運重機械，空車(含鋼製車斗)便已達 6,115 公斤，再搭載車載排放量測設備 305 公斤，其車重為 6,420 公斤(即 55% 核定車重)，由於車載排放量測設備為必要裝載物，因此 6,420 公斤視為本計畫定義之空載車重；以此類推，本計畫定義之半載車重為 8,557.5 公斤(即 78% 核定車重)。

茲將各行駛型態配合載重配置之實驗方法說明如下。

① 模擬高快速道路行駛之能耗參數

為模擬大貨車實際於高快速公路定速巡航之行車樣態，擬定實驗計畫如表 3.3-7。

表 3.3-7 大貨車模擬高快速道路之行車樣態實驗設計

行車樣態	定速巡航
實驗場域	車輛中心試車場之環形周迴路跑道
操作人員	車輛中心試車場測試員
車輛狀態	■ 開啟空調並固定風量及冷度(考量部分車輛無恆溫裝置) ■ 開啟頭燈
車輛載重	空載、半載、滿載，分 3 次測試
實驗方法	■ 實驗速率區間 10~100km/hr ■ 測試速率(km/hr)區分為：10、15、20、…、85、90、95、100，共 19 個 ■ 盡量維持固定油門行駛
實驗流程	■ 每一測試速率定速巡航約 5 分鐘(共 300 秒) ■ 每一個速率轉換加速時間約 1 分鐘 ■ 完成 1 次實驗(即 19 個速率測試)，約需 120 分鐘(2 小時)

註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

② 模擬省縣道、市區道路行駛之能耗參數

港區內行駛型態與省縣道、市區道路相似，且平均速率差異不大，為模擬大貨車實際於省縣道、市區道路及港區內，多有加減速與停等之走走停停行車樣態，故據以擬定實驗計畫如表 3.3-9。

另需說明的是，由於停等期間的能耗/排放，可能受停車前車速與停等秒數長度影響，因此本計畫欲設計能夠反映不同號誌週期下的停等情境。若以基隆港東岸周邊號誌時制計畫為例，號誌週期為 120~180 秒(參考表 3.3-8)。

表 3.3-8 基隆港東岸－中正路統一戲院前號誌時制計畫

實施時段	時相 1	時相 2	時相 3	時相 4	時相 5	週期長度
平日 23:00~06:30	15	33	25	30	17	120
平日 06:30~09:00	15	70	38	30	27	180
平日 09:00~16:00	15	50	30	30	25	150
平日 16:00~19:00	15	75	32	30	28	180
平日 19:00~23:00	15	55	30	30	20	150

資料來源：基隆市 102 年智慧交控與幹道時制重整計畫(一般型)技術服務委託案。

表 3.3-9 大貨車模擬省縣道、市區道路之行車樣態實驗設計

行車樣態	多有加減速與停等，走走停停運行情況
實驗場域	彰濱工業區內道路，設計繞行路線
操作人員	聘用駕駛習性較符合實際道路現況之大貨車專業駕駛者
車輛狀態	■ 開啟空調並固定風量及冷度(考量部分車輛無恆溫裝置) ■ 開啟頭燈
車輛載重	空載、半載、滿載，分 3 次測試
實驗方法	■ 配合道路速限(50km/hr)，以行駛速率盡量維持 20~40km/hr ■ 模擬省縣道及市區道路多有加減速，遇號誌化路口，配合時相秒數停等；遇非號誌化路口，則在安全區域(例如，路側)停等，補充停等秒數後，再起動繼續行駛
實驗流程	為了解載重與停等秒數的關係，例如：1)某一載重下，不同停等秒數的差異；2)不同載重下，停等秒數影響的差異。因此，繞行期間一併模擬不同長度停等秒數如下： ■ 第 1、2 圈，所有非號誌化路口(十字、T 字)約 6 個，皆停等 60 秒，總繞行時間共約 1 小時 ■ 第 3、4 圈，所有非號誌化路口(十字、T 字)約 6 個，皆停等 180 秒，總繞行時間共約 1 小時 ■ 完成 1 次實驗(即繞行 4 圈)，約需 120 分鐘(2 小時)

註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。

資料來源：本計畫。

③ 模擬港區熱車怠速之能耗參數

「港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究」指出，港區車輛平均停等時間約為 20 分鐘，表示部分車輛停等時間將超過 20 分鐘以上，因此擬以 30 分鐘為模擬大貨車實際於港口進場及裝卸貨期間，長時間熱車怠速之行車樣態，擬定實驗計畫如表 3.3-10。

表 3.3-10 大貨車模擬港區之行車樣態實驗設計

行車樣態	熱車怠速
實驗場域	車輛中心定點
操作人員	聘用駕駛習性較符合實際道路現況之大貨車專業駕駛者
車輛狀態	■ 開啟空調並固定風量及冷度(考量部分車輛無恆溫裝置) ■ 開啟頭燈
車輛載重	模擬大貨車於港口進場後，長時間怠速但車輛未熄火情況，故以「滿載」測試，執行 3 次
實驗方法	■ 測試完市區道路測試後，由彰濱工業區內回到車輛中心定點停等 ■ 維持熱車狀態，引擎持續運轉，不催油門
實驗流程	■ 第 1 次：熱車定點怠速，維持引擎運轉，不催油門，持續 30 分鐘後，引擎熄火 (此時需更換車載設備電池，並重新設定參數，約需 30 分鐘)，共需約 1 小時 ■ 第 2 次：重啟車載設備，起動引擎並繞行一段距離使引擎溫度恢復，執行熱車定點怠速，維持引擎運轉，不催油門，持續 30 分鐘，引擎熄火，保持車載設備持續紀錄，共需約 1 小時 ■ 第 3 次：保持車載設備持續紀錄，重啟引擎，繞行一段距離使引擎溫度恢復，執行熱車定點怠速，維持引擎運轉，不催油門，持續 30 分鐘，引擎熄火，關閉車載設備，共需約 1 小時 ■ 完成 1 次實驗(即 3 次熱車怠速)，約需 180 分鐘(3 小時)

資料來源：本計畫。

(3) 實驗執行日程

104 度實驗期程自 2015/5/11（一）開始至 5/25（一）結束；其中，5/11（一）~5/13（三）進行實驗設置安裝及確認；5/14（四）設備裝設後調整與試跑；於 5/15（五）～5/22（五）正式執行實驗，包含定速巡航：滿載(5/15)、半載(5/22)、空載(5/21)；市區繞行：滿載(5/14)、半載(5/25)、空載(5/21)；滿載熱車停等：第 1 次(5/14)、第 2~3 次(5/25)；最後於 5/25（一）進行車輛復舊及設備保養，總計 15 天。

每日執行實驗之前置工作需於執行取樣測試工作前 1.5 小時開始進行，包含車載設備 OBS-2200 之暖機及取樣管加熱、GPS 衛星定位及 OBD 確認測試等，同時進行設備耗材點檢更換低於安全標準之設備氣體、電瓶及濾芯。完成所有前置作業都確認正常後，才會依序進行其他測試項目。

執行測試過中除隨時監控車載取樣各項數值外，並且紀錄車況各項資訊：包含載重重量，並於當次實驗測試完成後，更換所需耗材及電瓶，並下載測試過程中所有儀器設備紀錄之資料，整體實驗執行日程與項目如表 3.4-11。

表 3.4-11 執行日期與項目

實驗項目	實驗日程
(1) 定速巡航	滿載(5/15)、半載(5/22)、空載(5/21)
(2) 市區繞行	滿載(5/14)、半載(5/25)、空載(5/21)
(3) 滿載熱車停等	第 1 次(5/14)、第 2~3 次(5/25)

註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。

資料來源：本計畫。

2. 105 年度實驗設計

(1) 實驗路線規劃考量因素

105 年度蒐集貨櫃車行駛實際道路能耗/碳排資料，將坡度納入考量，為有效蒐集貨櫃車行駛於坡道之能耗/碳排資料，及考量模式應用，道路實驗路線優先以國 1 為主，下列為路線設計主要考量因素。

① 起迄點模擬港區貨櫃車行駛路線

起迄點一端以港區(臺北港)為主，依據「第 5 期整體運輸規劃研究系列-城際運輸需求模式檢討及參數更新研究(3/3)」顯示聯結車主要行駛於國道及省、縣道，分別占 47.1%及 42.0%，道路類型建議包含國道及省、縣道。

② 應考量坡度樣本蒐集足夠

考量坡度樣本蒐集足夠，國 1 坡度±2%以上之路段主要集中在三義－苗栗、桃園－林口，因此建議行駛路段包含三義－苗栗、桃園－林口端。

③ 車輛補給可行性及迴轉半徑腹地足夠之區域

實驗車輛為曳引車及貨櫃，車輛停放及裝載實驗設備需有足夠腹地，建議在車輛租賃業者之停車場為起點，以方便作業。

④ 實驗路線規劃建議單趟 3 小時內

往返實驗時間，含司機休息共需 7 小時，加上裝載設備及前置時間 4 小時，預估實驗時間需 11 小時。

(2) 實驗路線規劃

①國 1 坡道每秒活動型態能耗及碳排放情況

實驗路線如表 3.3-12、圖 3.3.10~圖 3.3.12 所示，依序完成路徑 A1→A2→A3，並返回完成路徑編號 A3→A2→A1，1 趟行駛時間估計約 6 小時，至少完成蒐集 2 趟之實驗數據。

表 3.3-12 實車測試國道路線規劃

路徑	起點	迄點	道路類型	行駛距離(公里)
A1	彰化縣埔心鄉柳橋西路670號	埔鹽系統交流道	台76 快速道路	3.2
A2	埔鹽系統交流道	五股交流道	國道	175
A3	五股交流道	新五路三段	縣道	2.5
	新五路三段	64號快道五股一交流道	縣道	1
	64號快道五股一交流道	64號快道八里一交流道	台64 快速道路	8
	64號快道八里一交流道	台北港行政大樓	一般道路	1.5
加總				191

註：彰化縣埔心鄉柳橋西路670號為租賃車輛廠商位址。
資料來源：本計畫。

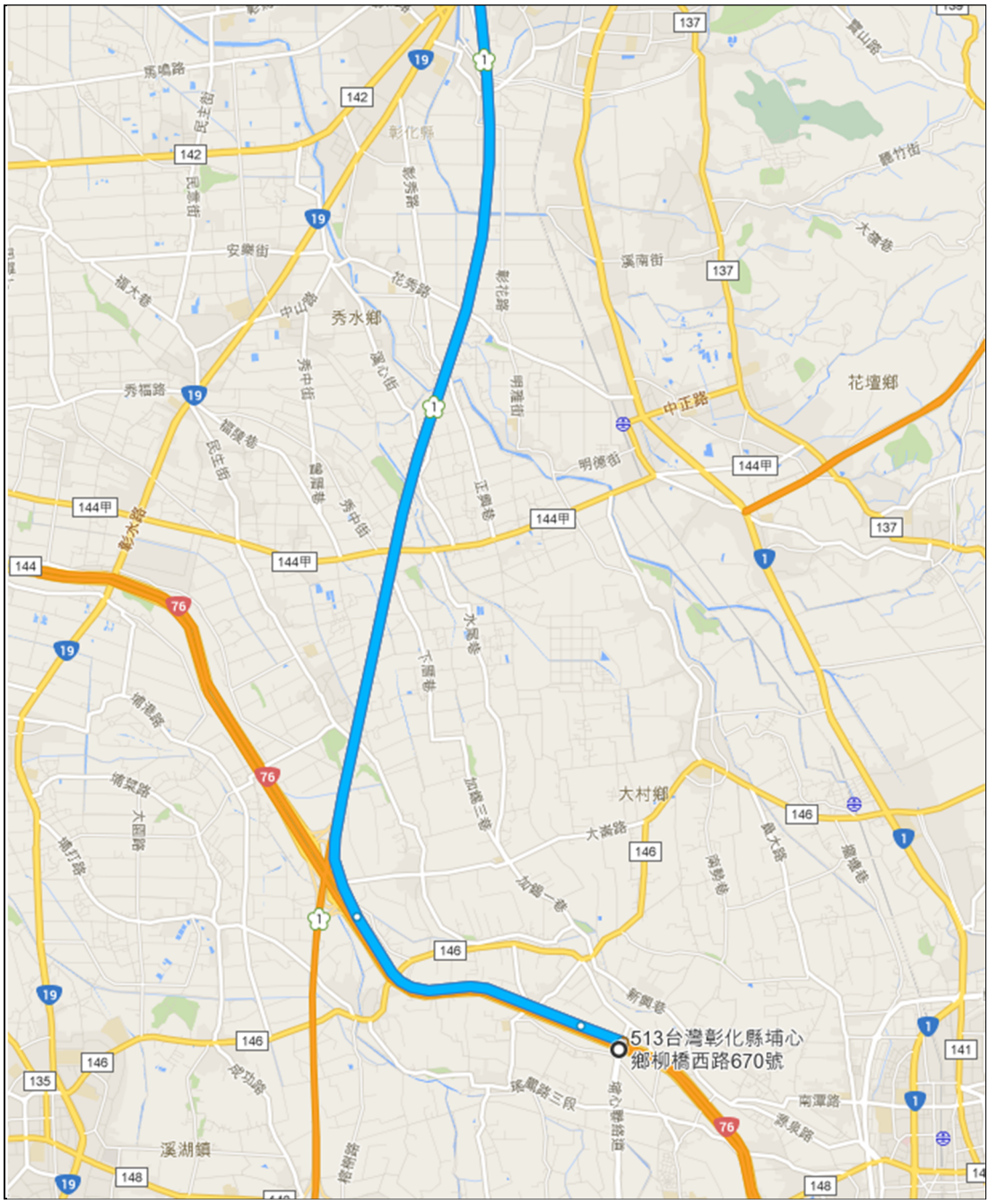


圖 3.3.10 路線 A1：埔心鄉柳橋西路 670 號→埔鹽系統交流道

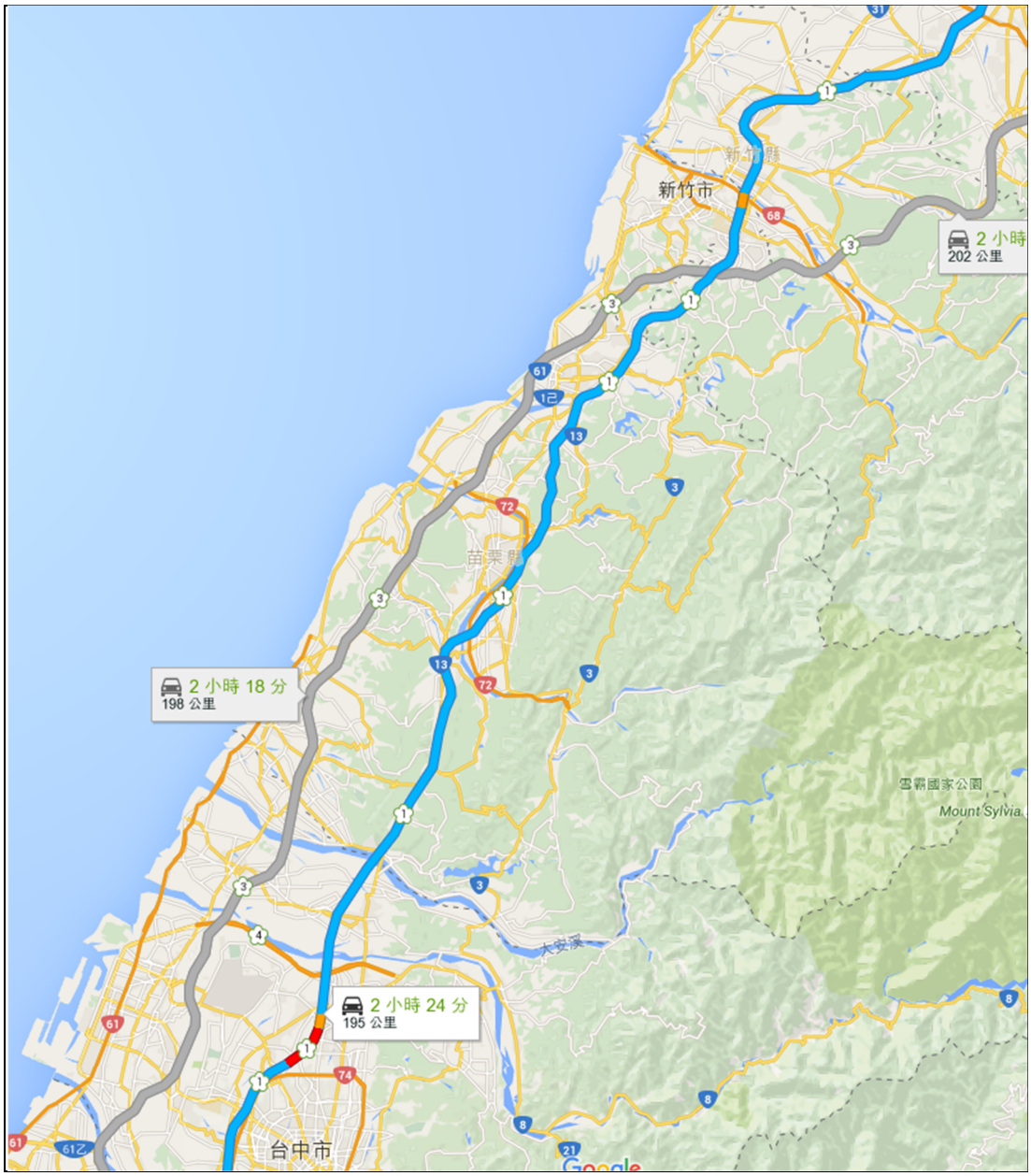


圖 3.3.11 路線 A2：埔鹽系統交流道→五股交流道

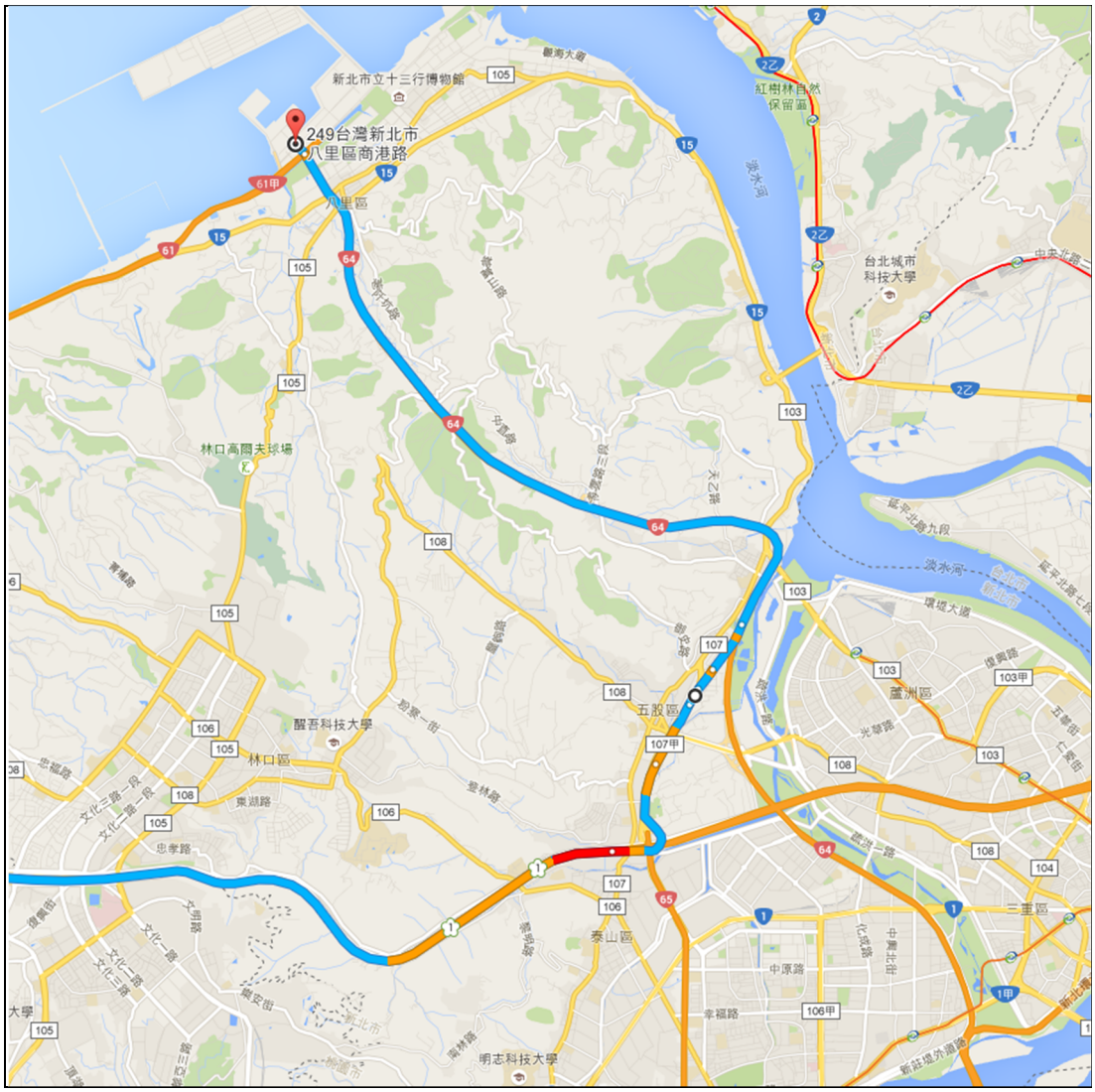


圖 3.3.12 路線 A3：五股交流道→台北港行政大樓

② 省(縣)道之每秒活動型態能耗及碳排放情況

實驗路線如表 3.3-13、圖 3.3.13、圖 3.3.14 所示，依序完成 B1→B2，並返回完成路徑編號 B2→B1，1 趟行駛時間估計約 3 小時，至少完成蒐集 4 趟之實驗數據。

表 3.3-13 實車測試省、縣道路線規劃

路徑	起點	迄點	道路類型	行駛距離(公里)
B1	彰化縣埔心鄉柳橋西路 670 號	柳橋西路左轉員鹿路一段	台 76 快速道路	2.7
	員鹿路一段	左轉莒光路	台 1 省道	47.3
	莒光路	中山路二段		
	中山路二段	中山路三段		
	中山路三段	沙田路一段		
	沙田路一段	沙田路二段		
	沙田路二段	自由路		
	自由路	沙田路三段		
	沙田路三段	中華路一段		
	中華路一段	中華路二段		
	中華路二段	中華路		
	中華路	左轉三民路二段		
	三民路二段	左轉臨港路五段	台 10 省道	
B2	臨港路五段	臨港路四段	台 17 省道	49
	臨港路三段	臨港路二段		
	臨港路二段	臨港路一段		
	臨港路一段	右轉西濱路二段		
	西濱路二段	中興路三段		
	中興路三段	中興路二段		
	中興路二段	建國路		
	建國路	中山路		
	中山路	沿海路二段		
	沿海路二段	中正路		
	中正路	沿海路一段		
	沿海路一段	鹿草路五段		
	鹿草路五段	鹿草路四段		
	鹿草路四段	鹿草路三段		
	鹿草路三段	鹿草路二段		
	鹿草路二段	右轉彰濱五路一段		
	彰濱五路二段	左轉臨海路三段		
	臨海路三段	臨海路二段		
	臨海路二段	臨海路一段		
	臨海路一段	左轉員林大排平面道路	縣 144 縣道	
	員林大排平面道路	柳橋西路		
	柳橋西路	彰化縣埔心鄉柳橋西路 670 號		
加總				99

註：彰化縣埔心鄉柳橋西路 670 號為租賃車輛廠商位址。
資料來源：本計畫。

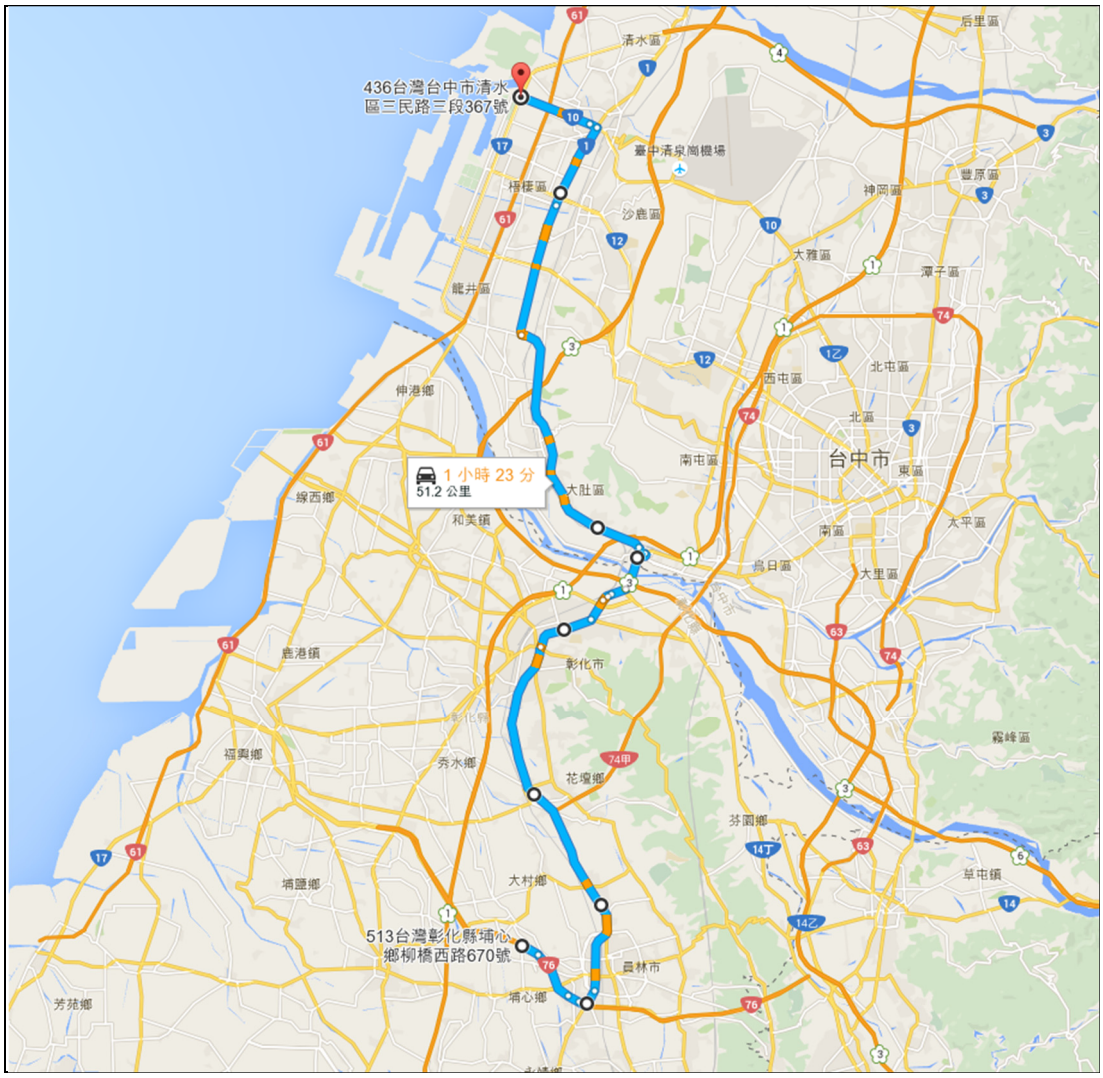


圖 3.3.13 路線 B1：埔心鄉柳橋西路 670 號→臨港路五段(臺 1 線)

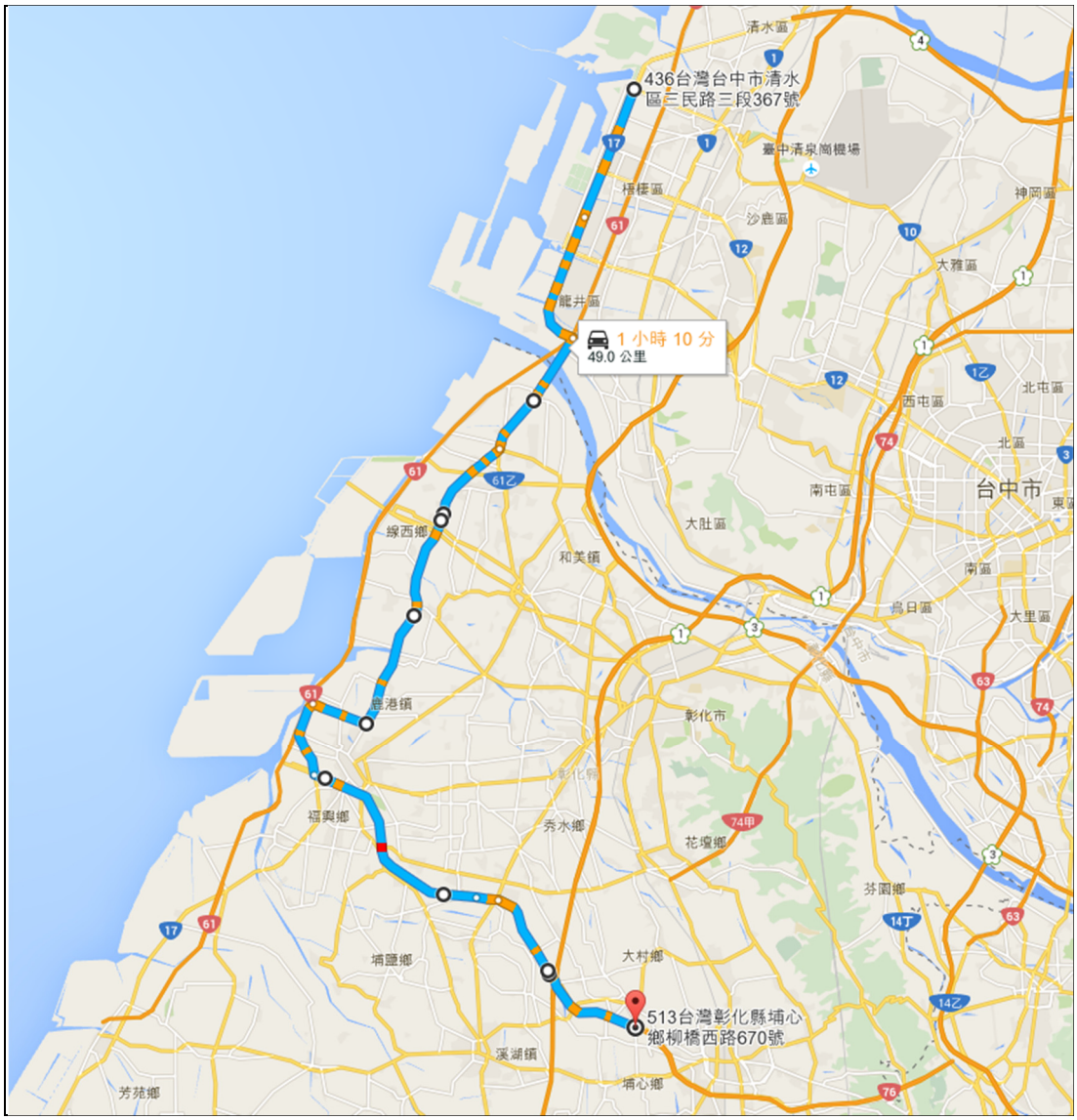


圖 3.3.14 路線 B2：臨港路五段→埔心鄉柳橋西路 670 號(臺 17 線、縣道 144)

(2) 實驗執行日程

105 年度實驗期程自 2016/5/22(日)開始至 2016/6/2(四)結束，其中，5/22(日)~5/24(二)進行檢視車輛狀況、實驗設備安裝、載重配置及試跑；5/25(三)~6/1(三)正式執行實驗，包含省縣道實車實驗：5/25(三)、5/27(五)；國道實車實驗：5/26(四)、5/30(一)、5/31(二)、6/1(三)；最後於 6/2(四)進行車輛復舊及設備保養，共計 12 天。

每日執行實驗之前置工作需於執行取樣測試工作前 1.5 小時開始進行，包含車載設備 OBS-2200 之暖機及取樣管加熱、GPS 衛星定位及 OBD 確認測試等，同時進行設備耗材點檢，並紀錄於實驗日誌，細節請參見附錄 1，確認所有前置作業後，才會進行測試項目，實驗執行項目如表 3.3-14 所示。

表 3.3-14 實驗執行項目與日期

實驗項目	實驗日程
模擬省、縣道行車樣態	5/25、5/27
模擬國道行車樣態	5/26、5/30、5/31、6/1

資料來源：本計畫。

(3) 實驗執行過程

105 年度在執行曳引大貨車道路車載實驗時，遇到問題點：

① 載重配置

為釐清一般貨櫃行駛載重，調查港埠裝載重量，最終確認為以平均載重 12 噸進行配重，即實驗車重+貨櫃配重共計 24.5 噸(核定載重 35 噸)，但考量現有沙包為 10kg/包受限沙包的重量與體積，在貨櫃車堆疊沙包後如無全滿，行駛和煞車過程中會導致沙包移動，造成重心改變，會有行車安全的疑慮；因此改以符合貨櫃寬度之沙袋進行裝載，平均置放於貨櫃之內，如圖 3.3.15。



沙包裝填



沙包配重

資料來源：本計畫。

圖 3.3.15 實驗車輛配重 12 噸沙包

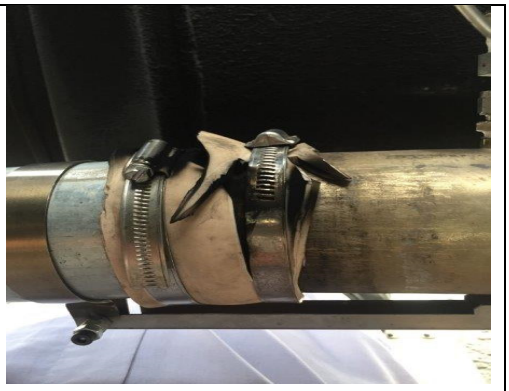
② 行駛路線及震動

a. 實驗路線回程往埔心方向上經過涵洞限高 3.1m，貨櫃通過有危險，為確保行駛安全，調整原先路線改由上方道路避開涵洞限高

b. 由於曳引大貨車車頭震動相當大，主控電腦資料擷取過程會因震動導致與設備連接通訊中斷，需重新啟動連接。

③ 天候影響

5/26 回程完成執行北上至台北港路線後，檢查實驗裝備發現排氣管連接流量計中間連接矽膠套破裂(由於流量計無法直接與排氣管焊死成一體中間必須用連接矽膠套連接，避免漏氣)，如圖 3.3.16。猜測主要原因除行駛過程震動外，最主要還是排氣管因國道重載爬坡行駛散熱不良且當天環境溫度偏高，在車速慢車底流動氣流也慢，排氣管無法得到空氣適當冷卻，排放熱氣又無法適時導出大氣的影響，溫度急遽升高，造成矽膠套軟化，進而在既有震動之下導致破裂。

	
流量計矽膠套正常	流量計矽膠套破損

資料來源：本計畫。

圖 3.3.16 排氣管流量計接續矽膠套破損

3.4 實驗數據處理流程與彙整

3.4.1 本計畫所取得之資料

將本計畫採用儀器設備可取得之參數彙整如表 3.4-1 所示，後續將針對 HORIBA OBS-2200、車上診斷系統、Garmin 手持式衛星導航系統等設備，所擷取完整資料進行詳細說明。

表 3.4-1 實驗設備主要取得參數資料彙整

本計畫採用 實驗設備	主設備	其他輔助設備	
儀器	污染量測系統	GPS 導航系統	車上診斷系統
型號	HORIBA OBS-2200	Garmin 手持式 衛星導航系統	OBD
主要輸出參數資料	時間	Time	時間
	THC 排放	-	-
	NOx 排放	-	-
	CO_2排放	-	-
	H2O 排放	-	-
	CO 排放	-	-
	FUEL 排放	-	燃油率
	排氣流量	-	-
	排氣溫度	-	-
	排氣壓力	-	-
	環境濕度	-	-
	GPS 經、緯度、高度	經度、緯度、高度	-
	引擎轉速	-	引擎轉速
	引擎扭力	-	-
	-	航段時間	燃油經濟性
	速度	航段長度	速度

資料來源：本計畫。

1. HORIBA OBS-2200(以下簡稱 OBS)

大貨車道路實驗採用污染量測系統(On-Board Emission Measurement System, OEM)，可偵測車輛行駛實際道路上所排放廢氣之數據，包含行駛速度、燃油、GPS、排氣濃度、排氣重量等變數，本計畫將此次實驗擷取完整 OBS 參數資料彙整如表 3.4-2 所示。

表 3.4-2 OBS 參數資料說明

輸出參數	參數名稱	參數說明	單位
FILLER_01	absolute	時間	hh:mm:ss
FILLER_02	relative	相對取樣 02	[s]
ANALYZER_VAL01	CO conc.	CO濃度	[vol%]
ANALYZER_VAL02	CO_2conc.	CO_2濃度	[vol%]
ANALYZER_VAL03	THC conc.	THC 濃度	[ppmC]
ANALYZER_VAL04	NOx conc.	NO_x濃度	[ppm]
ANALYZER_VAL05	H_2O conc.	H2O 濃度	[vol%]
FILLER_03	Alarm	取樣警告	#??#??#??
SENSOR_01	Exh. Flow	排氣流量	[m3/min]
SENSOR_02	Exh. Temp.	排氣溫度	[degC]
SENSOR_03	Exh. Press.	排氣壓力	[kPa]
SENSOR_04	Amb. Temp.	大氣溫度	[degC]
SENSOR_05	Amb. Press.	大氣壓力	[kPa]
SENSOR_06	Amb. Humid.	環境濕度	[%RH]
GPS_01	Latitude	GPS 經度	[N/S]
GPS_02	Longitude	GPS 緯度	[W/E]
GPSAV_01	Altitude	GPS 高度	[m]
GPSAV_02	Velocity	GPS 速壓	[km/h]
SENSOR_08	Battery	電瓶電壓	[V]
ANALYZER_MASS01	CO mass	CO 重量	[g/s]
ANALYZER_MASS02	CO_2 mass	CO_2 重量	[g/s]
ANALYZER_MASS03	THC mass	THC 重量	[g/s]
ANALYZER_MASS04	NOx mass	NO_x重量	[g/s]
ANALYZER_MASS05	Fuel	燃油重量	[g/s]
ANALYZER_MASS06	Power	功率	[]
ANALYZER_MASS07	NMHC mass	NMHC 重量	[g/s]
ANALYZER_MASS08	NOx corre. mass	NOx 重量	[g/s]
ANALYZER_MASS09	Speed	速度	[km/h]
FCM_01	fuel rate	燃油率	[l/h]
OBD_01	Engine Speed	引擎速率	[rpm]

輸出參數	參數名稱	參數說明	單位
OBD_02	Wheel based Vehicle speed	輪速	[km/h]
OBD_03	Actual Engine Percent torque	實際引擎扭力	[%]
OBD_04	Boost Pressure	渦輪壓力	[kPa]
OBD_05	Air inlet pressure	進氣壓力	[kPa]
OBD_06	Engine Oil Pressure	機油壓力	[kPa]
OBD_07	Engine Coolant temperature	引擎冷卻溫度	[degC]
OBD_08	Intake Manifold 1 Temperature	進氣歧管溫度	[degC]
OBD_09	Fuel temperature	燃油溫度	[degC]
OBD_10	Throttle position	節氣門位置	[%]
OBD_11	Inlet Air Mass Flow rate	進氣質量流率	[kg/h]
OBD_12	EGR Mass Flow Rate	EGR 質量流率	[kg/h]
OBD_13	Fuel rate	燃油率	[L/h]
OBD_14	Nominal Friction-Percent torque	摩擦扭矩百分比	[%]
OBD_15	Reference Engine Torque	參考引擎扭力	[Nm]

資料來源：本計畫。

2. Garmin 手持式衛星導航系統

OBD 車載系統擷取資料包含 GPS 定位資訊，為避免定位時間延遲或偏移情況，另再加裝 Garmin Oregon550t 手持式衛星導航系統，以補強原有定位系統功能，擷取資料包含時間、位置、海拔高度、氣溫等，完整資訊彙整如表 3.4-3 所示。

表 3.4-3 Garmin Oregon550t 參數資料說明

輸出參數	參數說明	單位
Time	系統時間	dd/mm/yyyy、hh:mm:ss
Position	位置	經、緯度
Altitude	海拔高度	m
Depth	深度	m
Temperature	氣溫	℃
Leg Length	航段長度	m
Leg Time	航段時間	hh:mm:ss
Leg Speed	航段速率	km/hr(kph)
Leg Course	航段航向	°Ture

資料來源：本計畫。

3. 車上診斷系統

為確保實驗過程中取得較完整及正確性資料，將透過診斷電腦連線(On-Board Diagnostics,以下簡稱 OBD)，瞭解故障情況及車輛各項資訊，本計畫使用 OBD 擷取系統並新增撰寫程式加以擷取資料，擷取資料依據 OBD 所能提供之參數，可取得車速、轉速、水溫、引擎負載、電壓等參數，本計畫將此次實驗擷取完整 OBD 參數資料彙整如表 3.4-4 所示。

表 3.4-4 OBD 參數資料說明

輸出參數	參數說明	單位
PCTime	時間	[hh:mm:ss]
RPM	引擎轉速	[圈/秒]
Speed	速度	[km/h]
FuelRate	燃油率	[l/h]
FuelEconomic	燃油經濟性	[km/l]
EngineAverageFuelEconomy	引擎平均燃油經濟性	[km/l]

資料來源：本計畫。

3.4.2 資料檢核與處理

1. OBS 資料之坡度連結

本計畫所採用實驗設備HORIBA OBS-2200搭配GPS導航系統與主控電腦、擷取軟體等，無法直接取得坡度資料，若透過 GPS 高度數據計算坡度資料會有精確度不足的問題。本系列計畫 103 年度國 1 大客車能耗/排放實驗，採用資料後處理方式連結坡度，運用交通部臺灣區高速公路局提供經緯度、里程與坡度資料，再搭配實驗所得每秒下的經緯度資料，將實驗數據之國 1 樁號座標與各路段做比對，便可得到行駛過程中各路段的坡度資料。

然而，GPS 會發生定位時間延遲、偏移、遺漏等情況，導致道路坡度誤判的情況發生，如圖 3.4.1 所示，為解決 GPS 定位資訊不穩定之情況，本計畫採用行駛速率推估坡度的方式，將實驗執行路線之 GPS 航跡 KML 檔案及取得每秒下之行駛速率，進行坡度比對，坡度資料對照流程如圖 3.4.2 所示。

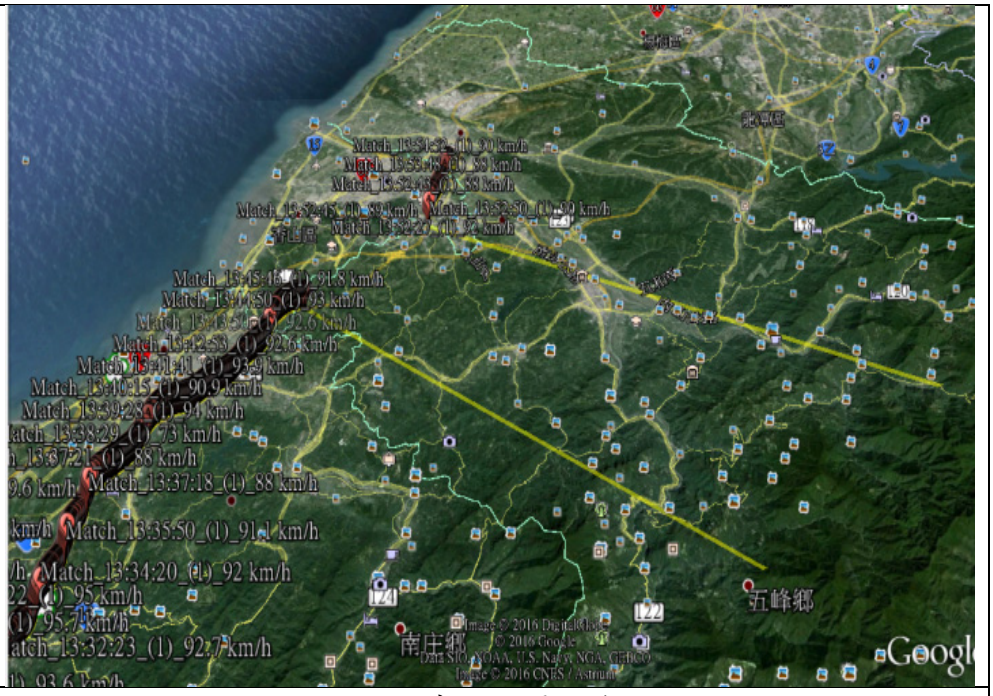
實驗執行路線 GPS 航跡 KML 檔案可得到行駛國道之起始時間，與實驗數據對照至相同時間點，以此逐秒之行駛速率推估行駛距離，可推算國道上之里程樁號，再透過高公局提供里程與坡度資料作比對，便可得到國道上各路段之坡度，提供不同坡別下之能耗排放推估模式建構時使用。

本計畫經由交通部臺灣區高速公路局取得實驗路線之道路縱坡與座標資料，資料格式如表 3.4-5 所示。

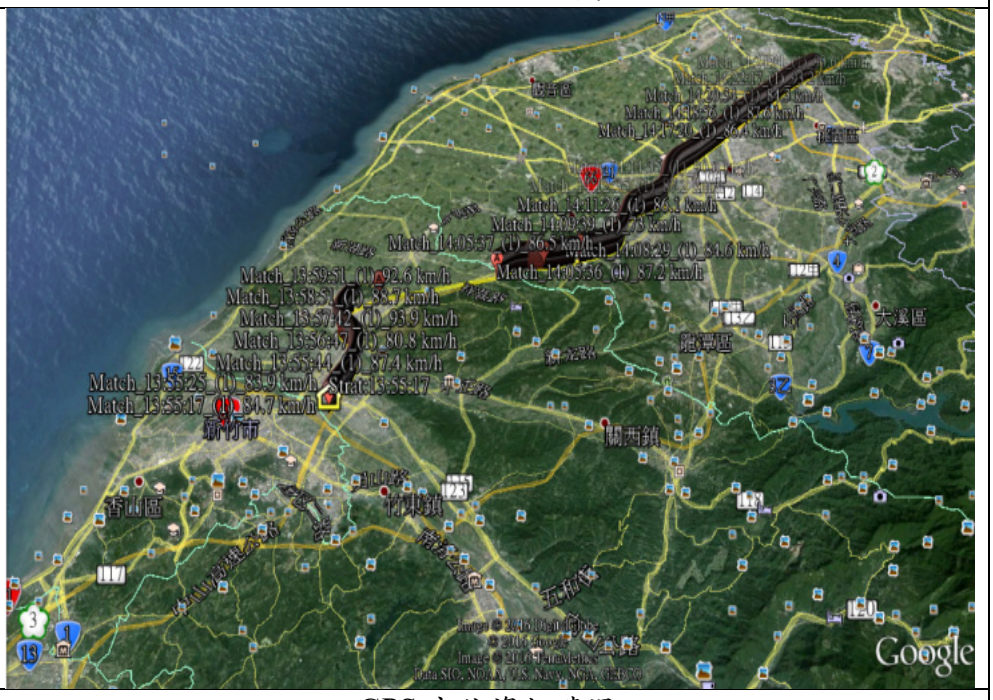
表 3.4-5 國道縱坡與座標資料格式範例

道路縱坡資料			
道路名稱	里程數	縱向坡度	
國 1	0~380M	1.49%	
道路樁號座標資料			
道路名稱	樁號	座標	
		緯度	經度
國 1	000K+000	25.1219	121.7351

資料來源：交通部臺灣區國道高速公路局。



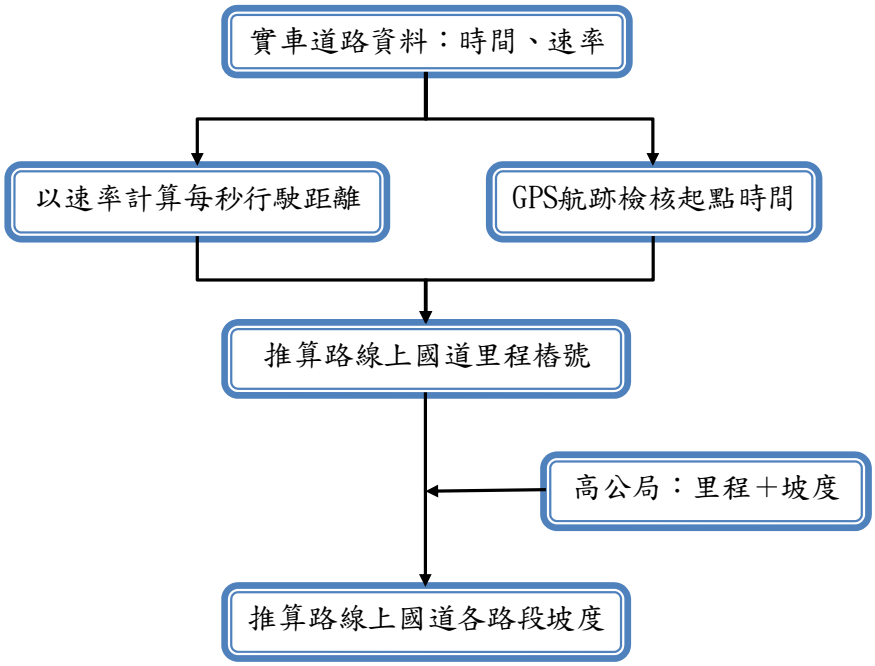
GPS 定位位置偏移



GPS 定位資訊遺漏

資料來源：本計畫。

圖 3.4.1 道路實驗擷取 GPS 定位資訊不穩定示意圖



資料來源：本計畫。

圖 3.4.2 國道坡度資料連結之處理流程圖

2. 速率與能耗/排放之時間差確認

由於無法確信 OBS 輸出之能耗/碳排參數與 OBD 輸出之速率參數在時間上一定一致，需透過同時間下的速率與能耗/碳排資料比對，經比對後發現，在同時間下，HORIBA OBS-2200 偵測能耗/碳排資料與 OBD 之速率並未同步，代表 OBS 與 OBD 兩個系統偵測參數時有時間上的差異，為了將正確的速率對應到 OBS 的能耗/碳排資料，參考本系列車輛動態能耗/排放案之作法，運用以下步驟，分別將 CO、CO_2、THC、NO、FUEL 等參數逐一確認。

Step1：將每個檔案的速率(V)與能耗/排放(N)正規化(normalize)，其值介於 0~1 之間，如式 3.4-1、式 3.4-2 所示；

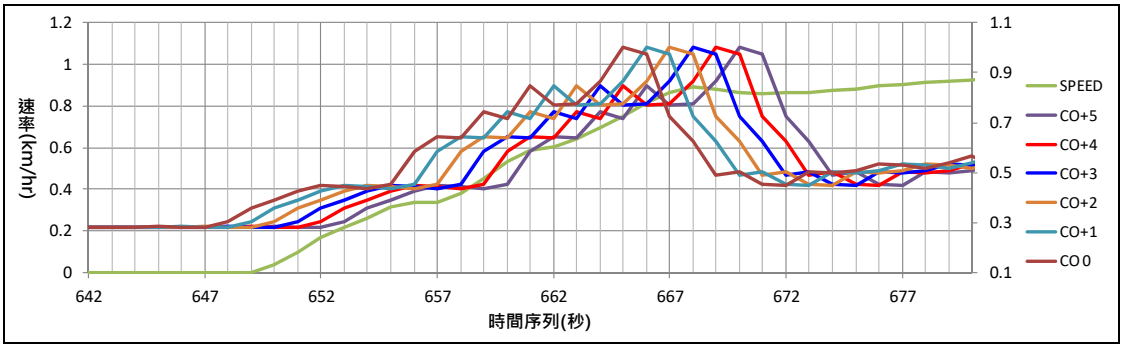
每秒之速度正規化：$V_{normalize} = (V_i - V_{min})/(V_{max} - V_{min})$ 式 3.4-1

每秒之能耗/排放正規化：$N_{normalize} = (N_i - N_{min})/(N_{max} - N_{min})$ 式 3.4-2

其中，

- V_i：第 i 秒下的行駛速度；
- V_{min}：各載重下、道路類型、行駛樣態下之實驗數據之最小速率值；
- V_{max}：各載重下、道路類型、行駛樣態下之實驗數據之最大速率值；
- N_i：第 i 秒下的能耗、排放量，包含 CO、CO_2、THC、NO、FUEL；
- N_{min}：各載重下、道路類型、行駛樣態下之實驗數據之最小排放值；
- N_{max}：各載重下、道路類型、行駛樣態下之實驗數據之最大排放值。

Step2：將 Step1 彙整的結果，繪製速率、能耗/排放隨時間變化圖(V/N/T 圖)，同時也呈現能耗/排放每平行移動 1 秒的線圖，如圖 3.4.3 所示，選擇速率曲線圖急遽攀升的時間點，以圖面比較速率、能耗/排放變化的關係，選擇變化關係趨勢最一致的平移秒數，此實驗檔案選擇 15 個速率急遽攀升點作為判讀，以出現次數最多平移秒數者為此實驗的平移秒數。



資料來源：本計畫。

圖 3.4.3 速率、能耗/排放隨時間每平移 1 秒變化圖

Step3：利用 Step1 彙整結果，計算速率與能耗/排放數值差異之平方和，並逐一計算平移秒數下之差異平方和，如式 3.4-3 所示，以前後平移 5 秒為限。

$$速率與能耗/排放值差異平方和 = (V_{normalize} - N_{normalize})^2{}_i \qquad 式\ 3.4\text{-}3$$

Step4：比較 Step3 計算之平方和數值，選取平方和最小之平移秒數，若前後 5 秒內之平方和不斷遞減並無最小值時，本計畫則認為速率與能耗/排放數值差異平方和不適用於判斷時間差，應改以圖形判斷做為確認時間差之依據。

Step5：比較圖形判讀與速率與能耗/排放數值差異平方和之計算結果，選擇趨勢一致的時間差。

分析結果顯示，速率與能耗/排放資料之間確實具有時間差，此實驗數據無法以差異平方和取得(Step3)一致的結論，因此，本計畫以圖形判讀(Step2)作為決定依據，大貨車實驗之速率與能耗/排放時間差彙整如表 3.4-6 及 3.4-7 所示，詳細時間差處理結果請參見附錄 2。

表 3.4-6 104 年大貨車不同實驗項目之速率、能耗/排放時間差結果

車載	實驗項目	CO	CO2	THC	NOx	Fuel	EIU
滿載	市區繞行	+2	+3	+2	+3	+3	+2
	定速巡航	+3	+2	+2	+3	+2	+2
	熱車停等	0	0	0	0	0	0
半載	市區繞行	+1	+3	+3	+3	+3	+2
	定速巡航	+1	+3	+0	+3	+3	+2
空載	市區繞行	+2	+2	+2	+3	+3	+2
	定速巡航	+2	+2	+1	+3	+3	+1

註 1：「－」將秒數往後平移；「＋」將秒數往前平移。
註 2：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

表 3.4-7 105 年實驗車輛不同實驗項目之速率、能耗/排放時間差結果

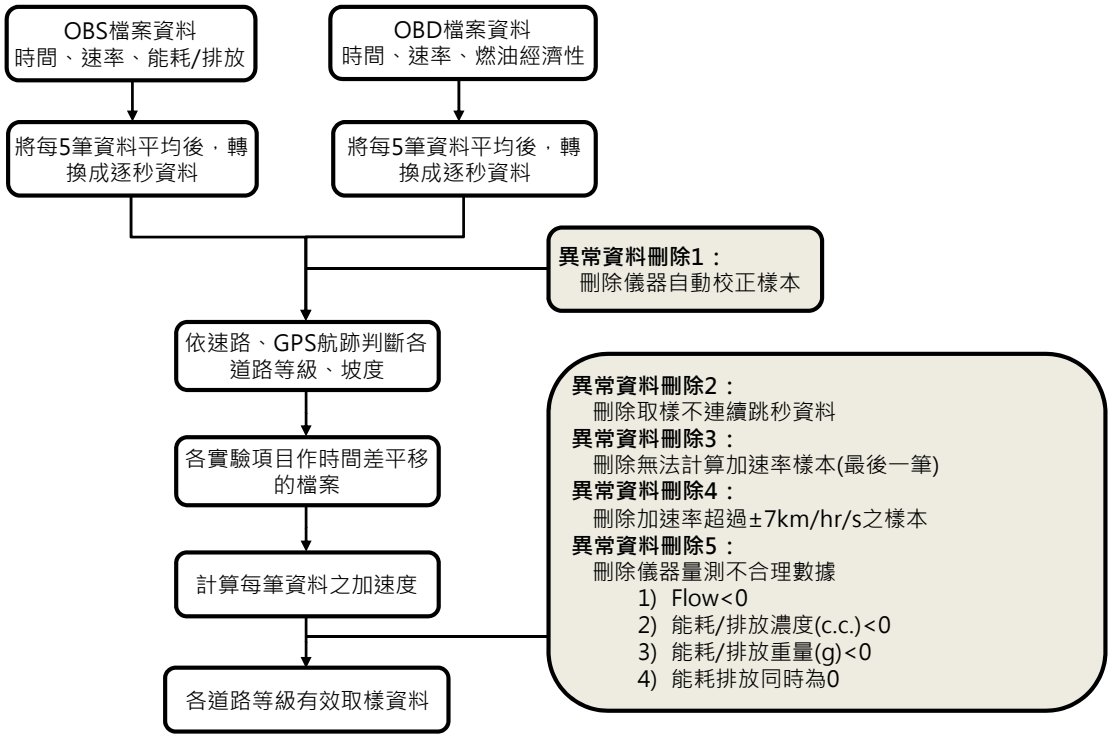
實驗項目	日期	CO	CO_2	THC	NO_X	FUEL
省縣道	5/25 去程	+1	+2	+1	+2	+2
	5/25 回程	+1	+2	+2	+2	+2
	5/27 去程	+1	+2	+2	+2	+2
	5/27 回程	+2	+2	+2	+2	+2
國道	5/26 北上	+2	+5	+2	+3	+2
	5/26 南下	+2	+3	+3	+3	+2
	5/30 北上	+2	+2	+2	+2	+2
	5/30 南下	+3	+3	+1	+3	+4
	5/31 北上	+3	+3	+0	+3	+2
	5/31 南下	+3	+3	+4	+3	+3
	6/1 北上	+3	+3	+3	+3	+3
	6/1 南下	+3	+4	+1	+3	+3

註：「－」將秒數往後平移；「＋」將秒數往前平移。
資料來源：本計畫。

3. 資料篩選邏輯與數據處理結果

(1) 資料篩選邏輯

本計畫採用 HORIBA OBS-2200 設備作為車載污染量測設備，由於 OBS 系統由車輛排氣管進行取樣，利用皮托管體積流量計，以流體之動、靜壓差異來計算尾管之流量，以取得能耗、各種排放物重量。但車輛在加減速瞬間，因排放量較低，且偵測儀器只能量測固定方向的流量，因此造成部分數據的流量、能耗、排放呈現負值，經進一步討論後，本計畫將部分異常數據刪除，包括：系統自動校正樣本、時間不連續之跳秒樣本、瞬時加速率超出合理範圍、能耗/排放其一為負值之樣本、能耗/排放同時為 0 之樣本，本計畫實驗數據資料之篩選邏輯如圖 3.4.4 所示，將資料篩選完後之有效樣本依道路等級彙整速率分布。



資料來源：本計畫。

圖 3.4.4 本計畫實驗資料篩選邏輯

(2) 數據處理初步結果

本計畫實驗數據經由資料篩選邏輯處理後，彙整各類型下速率分布結果，如表 3.4-8 到表 3.4-10 所示。

表 3.4-8 本計畫 104 年度各實驗項目有效樣本之速率分布

單位：秒

速率	保留離群值樣本數				刪除離群值樣本數[註2]			
	滿載		半載	空載	滿載		半載	空載
(km/hr)	市區繞行	熱車停等	市區繞行	市區繞行	市區繞行	熱車停等	市區繞行	市區繞行
0	5,593	5,408	3,593	3,431	5,562	5,400	3,587	3,420
1~10	420		307	340	419		306	340
11~20	640		475	421	640		475	421
21~30	796		609	594	796		609	594
31~40	1,218		1,004	1,138	1,218		1,004	1,138
41~50	528		490	732	526		484	720
51~60								
61~70								
總計	9,195	5,408	6,478	6,656	9,161	5,400	6,465	6,633

註 1：本計畫定義滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。

註 2：逐速刪除超過平均值±3 個標準差樣本。

資料來源：本計畫。

表 3.4-9 本計畫 104 年度定速巡航有效樣本之速率(V≧10,A=0)分布

單位：秒

速率 (km/hr)	實際速率區間 (km/hr)	定速巡航					
		保留離群值樣本數			刪除離群值樣本數[註3]		
		滿載	半載	空載	滿載	半載	空載
10	9.5≦V＜10.5	274	396	325	270	396	322
15	14.5≦V＜15.5	320	454	490	315	446	487
20	19.5≦V＜20.5	302	339	409	301	335	406
25	24.5≦V＜25.5	338	318	435	334	315	431
30	29.5≦V＜30.5	325	502	360	322	500	353
35	34.5≦V＜35.5	334	367	355	324	362	351
40	39.5≦V＜40.5	351	298	323	342	292	316
45	44.5≦V＜45.5	269	171	213	268	168	212
50	49.5≦V＜50.5	200	260	231	197	257	226
55	54.5≦V＜55.5	212	222	383	206	218	378
60	59.5≦V＜60.5	226	236	236	225	236	233
65	64.5≦V＜65.5	271	138	283	268	135	280
70	69.5≦V＜70.5	256	158	243	255	157	238
75	74.5≦V＜75.5	202	163	237	202	161	232
80	79.5≦V＜80.5	251	178	142	250	178	142
85	84.5≦V＜85.5	259	218	173	257	217	172
90	89.5≦V＜90.5	207	147	154	207	147	152
95	94.5≦V＜95.5	209	157	207	208	157	205
100	99.5≦V＜100.5	202	144	104	201	144	103
總計		5,008	4,866	5,303	4,952	4,821	5,239

註 1：本計畫定義滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
註 2：本計畫使用之定速巡航有效樣本僅包含實驗設計速率下，加速率等於 0 樣本。
註 3：逐速刪除超過平均值±3 個標準差樣本。
資料來源：本計畫。

表 3.4-10 本計畫 105 年度實驗數據之各道路等級速率分布

單位：秒

道路類型速率分布(km/hr)	國道速限 90							省縣道
坡度類別(G %)	G + 3%	G + 2%	G + 1%	G 0%	G – 1%	G – 2%	G – 3%	-
坡度範圍(%)	G%≧3	2≦G%<3	1≦G%< 2	-1<G%<1	-2<G%≦-1	-3<G%≦-2	G%≦-3	-
0	0	0	0	36	181	6	0	9,180
1~10	0	0	0	12	209	7	0	2,404
11~20	0	0	0	5	128	43	0	2,762
21~30	5	0	0	7	14	37	0	2,788
31~40	148	6	0	13	13	35	0	4,478
41~50	647	207	32	93	7	11	0	6,471
51~60	700	122	82	296	20	22	0	5,168
61~70	742	407	430	852	132	78	35	2,709
71~80	643	1,187	1,064	4,384	651	371	113	634
81~90	412	1,289	2,842	15,124	2,510	917	668	2
合計	3,297	3,218	4,450	20,822	3,865	1,527	816	36,596

資料來源：本計畫。

3.4.3 停等資料處理

本計畫除建構行駛中大貨車能耗排放推估模式之外，另可透過區分停等資料(V=0 且 A=0)及車輛啟動資料(V=0 且 A>0)進行大貨車在非行駛狀態下的能耗排放分析，資料庫說明如表 3.4-11 所示。以車輛啟動資料輔助建構大貨車在行駛中的推估模式；而停等資料則用以分析大貨車在非行駛狀態下之能耗排放推估模式。本計畫將 2 年度大貨車有效實驗數據彙整停等資料及車輛啟動資料，如表 3.4-12 以及 3.4-13 所示。

表 3.4-11 本計畫模式建構資料庫說明

資料庫區分		說明
非行駛狀態 (V=0)	停等 (V＝0 且 A=0)	用於求算速率為 0 (V=0)之能耗/排放平均值，作為後續車輛在非行駛狀態下之能耗/排放率，但此部分資料在推估曲線建構過程中不予採用。
	車輛起動 (V＝0 但 A＞0)	用於求算速率為 0 (V=0)之能耗/排放平均值，然而，此值僅適用於推估曲線之建構流程，以調整曲線趨勢，並無法代表車輛在非行駛狀態下(V=0)之能耗/排放值。
行駛狀態(V≧1～Max)		用於求算各速率(V≧1～Max)下之能耗/排放平均值，並以其建構推估曲線。

註 1：V 為該筆資料之瞬時速率(km/hr)；A 為該筆資料之瞬時加減速(km/hr/s)。
註 2：本計畫於建構大貨車行駛中能耗排放之相關分析時，已將實驗之停等(V＝0 且 A=0)資料加以抽離。
資料來源：本計畫。

表 3.4-12 本計畫 104 年度行駛及非行駛有效實驗數據統計彙整表

單位：秒

	載重	實驗項目	非行駛狀態		行駛狀態	總計
			停等	車輛啟動		
			(V=0 且 A=0)	(V=0 且 A>0)		
保留離群值	滿載	市區繞行	5,548	45	3,602	9,195
		定速巡航	-	-	5,008	5,008
		熱車停等	5,408	-	-	5,408
	半載	市區繞行	3,560	33	2,885	6,478
		定速巡航	-	-	4,866	4,866
	空載	市區繞行	3,395	36	3,225	6,656
		定速巡航	-	-	5,303	5,303
刪除離群值[註4]	滿載	市區繞行	5,524	38	3,599	9,161
		定速巡航	-	-	4,952	4,952
		熱車停等	5,400	-	-	5,400
	半載	市區繞行	3,556	31	2,878	6,465
		定速巡航	-	-	4,821	4,821
	空載	市區繞行	3,389	31	3,213	6,633
		定速巡航	-	-	5,239	5,239

註 1：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。

註 2：各載重市區繞行行駛狀態下之有效樣本包含(V≧1~Max)

註 3：各載重市定速巡航行駛狀態下之有效樣本包含(V≧1~Max)、A=0。

註 4：逐速刪除超過平均值±3 個標準差樣本。

資料來源：本計畫。

表 3.4-13 本計畫 105 年度行駛及非行駛有效實驗數據統計彙整表

單位：秒

實驗項目	坡度類別(G%)	非行駛狀態		行駛狀態 (V≧ 1~MAX)	總計
		停等 (V=0 且 A=0)	車輛啟動 (V=0 且 A=0)		
省縣道	—	8,972	208	27,416	36,596
國道	G＋3%	0	0	3,297	3,297
	G＋2%	0	0	3,218	3,218
	G＋1%	0	0	4,450	4,450
	G 0%	35	1	20,786	20,822
	G－1%	169	12	3,684	3,865
	G－2%	5	1	1,521	1,527
	G－3%	0	0	816	816

資料來源：本計畫。

3-59

第四章 大貨車能耗/CO_2排放推估模式之建構

本系列研究建構車輛動態能耗/CO_2 排放推估模式之目的，在於搭配交通模擬、運輸規劃模式應用，藉以衡量各交通運輸計畫之方案在能耗、CO_2 排放之差異性，藉以評估交通計畫之環境指標。本系列研究之建模方法，係將車輛於道路的實測能耗資料與該實驗車輛之平均能耗值加以連結，建立各項轉換因子，再搭配碳排放轉換當量，用以大貨車車隊實際能耗值(單一平均值)逐步轉換為大貨車在實際道路上之動態能耗/CO_2 排放推估結果，並可反應不同道路類型、不同速率下的能耗/CO_2 排放率。

本章節主要延續第三章大貨車實驗設計、實驗數據處理及檢核成果，先彙整模式建構之資料庫，再建構模式並進行模式驗證，最後建立實務應用版查表。

茲就本計畫之研究成果分述如下：

1. 大貨車能耗/排放推估模式建構所採用之資料庫(4.1 節)

本節說明如何從第三章實驗所蒐集的資料，依據模式建構需求，進行實驗數據之資料處理，彙整建構大貨車動態能耗/排放推估模式之資料庫，詳細樣本數請參見 4.1 節。

2. 實際道路實驗資料建構推估曲線($NV^{\wedge}_{F}$)(4.2 節)

本節提供以實驗資料直接建構動態能耗推估曲線($NV^{\wedge}_{F.Cn}$、$NV^{\wedge}_{F.Cn.G}$)之作法與成果，至於詳細之分析過程與結果請參見附錄 6.1。

3. 大貨車能耗/CO_2 排放推估模式之建構($NV^{\wedge}_{F.ML}$)(4.3 節)

(1) 行駛狀態中能耗/ CO_2 排放推估曲線(4.3.1 節)

本節說明大貨車行駛狀態之能耗/CO_2 排放推估曲線建構方法與結果。透過本計畫建構之轉換率($FI^{\wedge}_{F.Cn}$、$FI^{\wedge}_{F.Cn.G}$)，輔以碳排放轉換當量(FF_U)，可將大貨車實際耗能值(N_T)轉換成一套動態(隨速率而變動)之能耗/CO_2 排放推估曲線($NV^{\wedge}_{F.ML.Cn}$、$NV^{\wedge}_{F.MLCn.G}$)。此推估曲線可呈現大貨車在速率≧1(km/hr)至該道路類型速限區間內，各速率下之能耗/CO_2 排放值(g/s)。詳細分析過程與結果請參見附錄 6.2。

(2) 非行駛狀態下之大貨車能耗/CO_2排放推估值(4.3.2 節)

本節說明大貨車停等轉換因子(R_{idle})之建構方法與結果。透過本計畫所建構之停等轉換因子(R_{idle})，再搭配碳排放轉換當量(FF_U)，可將大貨車實際耗能值(N_T)轉換成大貨車在停等狀態(即 V=0&A=0)之能耗/CO_2排放值(g/s)。

4. 大貨車能耗/CO_2模式整合可行性探討(4.4 節)

本計畫以 2 年期完成大貨車之研究，於 104 年度與 105 年度之實驗設計雖有差異，但道路實測路線中皆有涵蓋省縣道實驗。本節藉由鄒檢驗(Chow-test)測試 104 年市區與本年度省縣道之轉換率($FI^{\wedge}_{F.Cn}$)是否相等，進行 104 年與 105 年能耗/CO_2推估模式整合可行性探討。

5. 大貨車能耗/CO_2排放推估模式建構(4.5 節)

基於實務應用上的簡便可行性，本系列研究皆以提出各別車種分別建構 1 套能耗/CO_2排放推估模式為目標。因此，有必要將 2 年度的大貨車研究成果加以整合，提出 1 套推估模式以利應用。本節綜整 2 年度的道路實測資料，並權衡各別道路類型整合可行性，最終提出 1 套大貨車的能耗/CO_2排放推估模式。

6. 大貨車能耗/CO_2排放推估模式驗證(4.6 節)

為瞭解本計畫建構模式之推估能力，此節將比較各道路類型下，實測能耗值與模式推估能耗值之誤差。其中，本計畫將嘗試以(1)同一車輛、駕駛、營運路線資料；(2)不同車輛、駕駛、營運路線資料作背景資料，套用本計畫所建構推估模式進行模式驗證，以瞭解本計畫建構模式之推估結果，反映不同車輛、駕駛行為、營運路線、道路幾何設計等，應用誤差範圍是否有顯著差異。

7. 大貨車能耗/CO_2排放推估模式實務應用查表：以全國車隊道路行駛數據(N_{IOT})為輸入值代入之方法與成果(4.7 節)

為便於相關研究可參考應用本計畫之研究成果，將於 4.6 節中，提供全國大貨車車隊在實際道路上之動態能耗/CO_2 排放推估曲線。全國車隊之估算係依據本所在運輸部門能源消耗與溫室氣體排放整合資訊平台提供之 2015 年燃油經濟性(2.93km/l)，作為全國大貨車車隊之推估基礎，詳見表 2.3-22。此一耗油率(以下簡稱為 N_{IOT}(km/l))可代表全國大貨車在真實道路上、實際運行狀態下之燃油效率平均值，故以此值作為輸入值，搭配本計畫所建構之各項轉換因子(即 $FI^{\wedge}_{F.Cn}$、$FI^{\wedge}_{F.Cn.G}$、FF_U)，即可將 N_{IOT}(km/l)轉換成全國大貨車在實際道路上之動態能耗/CO_2排放推估曲線，提供相關研究參考。

4.1 大貨車能耗/CO_2 排放推估模式所採用之資料庫

4.1.1 104 年度資料庫

前一節說明本計畫大貨車實驗數據資料之取得及資料檢核處理流程，並將不合理資料予以刪除，為使大貨車能耗/CO_2 排放分析及推估模式結果更趨穩定、可靠，本計畫依據 3.5 節資料篩選邏輯刪除不合理之資料，以區分有效實驗樣本資料及模式應用樣本資料，另分為保留離群值及刪除離群值後之資料庫，然初步觀察結果發現，刪除離群值配適結果在時速 10km/hr 之能耗率推估值會有高估的現象，因此建議以保留離群值作動態能耗推估曲線較適宜，且也符合本系列前期對各車種動態曲線的配適原則。刪除離群值之能耗率配適過程請參見附錄 8，如表 4.1-1 所示。

原始資料集 dataA 為已完成篩選邏輯後之總樣本數，市區繞行包含各速率、加減速之資料，定速巡航包含速率 10km/hr、15km/hr 至 100km/hr 加減速為 0 知資料，各實驗項目樣本數總計 42,914 筆(42,672 筆)；行駛狀態下之樣本 dataB 為 V≧1~Max 之樣本數，各實驗項目樣本數總計 24,889 筆(24,702 筆)，行駛狀態下模式應用樣本以市區繞行 dataC 而言，市區繞行係以檢視行駛速率接近速限時之樣本數低於 30 筆者予以刪除，亦即 Max(V-dataB)為 48km/hr，而 Max(V-dataC)為 45km/hr，代表行駛速率 46km/hr、47km/hr 之樣本數低於 30 筆，因此 dataC 之樣本數應已刪除速率 46km/hr、47km/hr 之樣本數；而以定速巡航 dataC 而言，因速率以±0.5km/hr 為進位，因此行駛速限樣本數皆高於 30 筆，不予刪除，但加速率只保留為 0 之樣本，dataD 模式應用樣本數總計 18,025 筆(17,970 筆)；非行駛狀態下之樣本數包含停等狀態(V=0 且 A=0)及車輛啟動狀態(V=0 且 A>0)，各實驗項目停等狀態樣本數總計 17,911 筆(17,870 筆)，車輛起動狀態總樣本數總計 114 筆(100 筆)。

需特別說明，104 年度研究重點主要係蒐集大貨車於安全及易行性允許條件下之道路實測能耗率及碳排率，同時藉由能耗量測實際值之推估曲線進行大貨車能耗特性觀察，並據以建構大貨車能耗/碳排放模式之雛型。

表 4.1-1 大貨車各實驗項目之樣本數(保留離群值)

單位：秒

資料類別	載重	滿載			半載		空載		小計
	實驗項目	市區繞行	定速巡航	熱車停等	市區繞行	定速巡航	市區繞行	定速巡航	
原始資料	dataA：道路實驗取得之總樣本數(註 1)	9,195	5,008	5,408	6,478	4,866	6,656	5,303	42,914
	Max(V-dataA)：模式可用樣本之最大速率值(註 2)	48	101	0	47	102	48	102	
行駛狀態	dataB：行駛狀態下之樣本數(註 3)	3,602	5,008	0	2,885	4,866	3,225	5,303	24,889
	Max(V-dataB)：行駛狀態樣本之速率最大值(註 4)	48	101	0	47	102	48	102	
	Max(V-model)：該實驗項目之模式速限(註 5)	50	100	50	50	100	50	100	
	dataC：行駛狀態下之模式應用樣本數(註 6)	**3,576**	**5,008**	**0**	**2,849**	**4,866**	**3,205**	**5,303**	**24,807**
	Min(V-dataC)：模式應用樣本之速率最小值(註 7)	**0**	**10**	**0**	**0**	**10**	**0**	**10**	
	Max(V-dataC)：模式應用樣本之速率最大值(註 8)	**45**	**100**	**0**	**45**	**100**	**46**	**100**	
非行駛狀態	dataD：非行駛狀態下之樣本數(註 9)	5,593		5,408	3,593		3,431		18,025
	dataE：停等狀態下之樣本數(註 10)	**5,548**		**5,408**	**3,560**		**3,395**		**17,911**
	dataF：車輛起動狀態下之樣本數(註 11)	**45**		**0**	**33**		**36**		**114**

註 1：此為道路實驗所取得之(實際取得－異常)有效樣本數。異常樣本包含儀器自動校準樣本、平移資料損失樣本、跳秒樣本、儀器設備因樣本分析過程受干擾之量測不合理樣本，篩選邏輯請參見圖 3.4.4。

1. 市區繞行取得總樣本數包含 V>=0 及-7≦A≦7 之樣本。
2. 定速巡航取得總樣本數包含 V=10、15、20、…100(每 5km/hr 加速)及 A=0 之樣本。

註 2：模式可用樣本 dataA 所涵蓋之速率最大值，單位為 km/hr。

註 3：dataB 為 dataA 中扣除非行駛狀態下（V=0）的樣本，dataB= dataA－dataD。

註 4：行駛狀態樣本 dataB 所涵蓋之速率最大值，位為 km/hr。

註 5：該實驗項目行駛速率上限。

註 6：1. 市區繞行行駛狀態模式應用樣本(dataC)為 dataB 扣除單一速率下樣本數不足的速率區間樣本。

2. 定速巡航行駛狀態模式應用樣本(dataC)為 dataB 扣除單一速率下樣本數不足及加速率不為 0 的樣本。

註 7：實際用於建構模式之行駛狀態樣本 dataC 所涵蓋之速率最小值，單位為 km/hr。

註 8：實際用於建構模式之行駛狀態樣本 dataC 所涵蓋之速率最大值，單位為 km/hr。

註 9：dataD 為 dataC 中非行駛狀態(V=0)的樣本。dataD= dataA－dataB。

註 10：dataE 為 dataD 中停等狀態(V=0&A=0)的樣本，dataD= dataE＋dataF。

註 11：dataF 為 dataD 中車輛起動狀態(V=0&A>0)的樣本，dataD= dataE＋dataF。

註 12：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。

資料來源：本計畫。

4.1.2 105 年度資料庫

前一節已初步針對實驗數據不合理資料予以刪除，為使大貨車能耗/CO_2 排放分析及模式成果更趨穩定、可靠，本計畫依 3.4 節所建立之調查資料庫，進行表 4.1-3 中各項資料處理，區分有效實驗樣本資料、模式應用樣本資料，並以此處理後資料庫 dataD 進行本年度能耗/CO_2 排放分析與推估模式建構。

以下說明建模模式採用資料庫：

1. 原始實際道路實測資料：第一手蒐集實際道路實測逐秒能耗/排放資料，dataA 為已完成篩選邏輯後之總樣本數，各道路類型實驗取得樣本數總計 86,367 筆。
2. 用於模式建構之樣本：因 5/26 進行國道南下實驗時，矽膠套破裂(詳細請參見 4.3.4 節)，為考量資料品質，將刪除 5/26 國道之樣本數，將留於模式驗證用，因此，擬用於模式建構樣本數 dataB 總計 72,595 筆。
3. 將用於建構模式之樣本區分為行駛狀態、非行駛狀態：
   (1) 行駛狀態：行駛狀態下之逐秒樣本數大於 30 筆將保留模式應用之樣本，為 dataD。
      ①國道正 2 度坡(G+2%)：模式應用樣本數 dataD，總樣本數為 4,528 筆，模式應用速率最小值 Min(V-dataD)為 41km/hr，最大值 Max(V-dataD)為 96km/hr。
      ②國道正 1 度坡(G+1%)：dataD 總樣本數為 4,206 筆，模式應用速率最小值 Min(V-dataD)為 50km/hr，最大值 Max(V-dataD)為 99km/hr。
      ③國道平坡(G 0%)：dataD 總樣本數為 20,238 筆，模式應用速率最小值 Min(V-dataD)為 64km/hr，最大值 Max(V-dataD)為 100km/hr。
      ④國道負 1 坡(G-1%)：dataD 總樣本數為 3,294 筆，模式應用速率最小值 Min(V-dataD)為 77km/hr，最大值 Max(V-dataD)為 100km/hr。
      ⑤國道負 2 度坡(G-2%)：，dataD 總樣本數為 1,715 筆，模式應用速率最小值 Min(V-dataD)為 74km/hr，最大值 Max(V-dataD)為 99km/hr。
      ⑥省縣道：dataD 總樣本數為 27,406 筆，模式應用速率最小值 Min(V-dataD)為 0km/hr，最大值 Max(V-dataD)為 79km/hr。

(2) 非行駛狀態：非行駛狀態分為停等狀態(V=0&A=0)、起動狀態(V=0&A>0)，非行駛狀態之樣本為 dataE，其中停等狀態之樣本為 dataF，啟動狀態之樣本為 dataG，實驗項目停等狀態樣本數總計 9,007 筆，車輛起動狀態總樣本數總計 209 筆。

表 4.1-2 各道路類型之建模樣本數

單位：秒

資料類別	道路屬性	國道速限 90~100					省縣道	小計
		負 2 度坡	負 1 度坡	平坡	正 1 度坡	正 2 度坡		
	類型	C1 G-2%	C1 G-1%	C1 G 0%	C1 G+1%	C1 G+2%		
原始資料集	dataA：道路實驗取得之總樣本數(註 1)	3,153	5,422	28,200	6,032	6,966	36,594	86,367
	dataB：擬用於模式建構之樣本(註 2)	2,175	3,531	20,658	4,447	5,190	36,594	72,595
	Max(V-dataB)：模式可用樣本之最大速率值(註 3)	99	100	100	100	100	80	
行駛狀態	dataC：行駛狀態下之樣本數(註 4)	2,175	3,531	20,586	4,447	5,190	27,414	63,343
	Max(V-dataC)：行駛狀態樣本之速率最大值(註 5)	100	100	100	101	100	70	
	Max(V-model)：該道路等級之模式速限(註 6)	100	100	100	100	100	80	
	dataD：行駛狀態下之模式應用樣本數(註 7)	1,715	3,294	20,238	4,206	4,528	27,406	61,387
	Max(V-dataD)：模式應用樣本之速率最小值(註 8)	74	77	64	50	41	0	
	Max(V-dataD)：模式應用樣本之速率最大值(註 9)	99	100	100	99	96	79	
非行駛狀態	dataE：非行駛狀態下之樣本數(註 10)	0	0	36	0	0	9,180	9,216
	dataF：停等狀態下之樣本數(註 11)	0	0	35	0	0	8,972	9,007
	dataG：車輛起動狀態下之樣本數(註 12)	0	0	1	0	0	208	209

註 1：此為道路實驗所取得之(實際取得－異常)有效樣本數。異常樣本包含儀器自動校準樣本、平移資料損失樣本、跳秒樣本、儀器設備因樣本分析過程受干擾之量測不合理樣本，篩選邏輯請參見圖 3.4.4。

註 2：刪除 2016/5/26 日國道之 11,139 筆資料，此份資料是執行實驗第 2 日資料，留於驗證時使用。

註 3：模式可用樣本 dataB 所涵蓋之速率最大值，單位為 km/hr。

註 4：dataC 為 dataB 中扣除非行駛狀態下（V=0）的樣本，dataC= dataB－dataE。

註 5：行駛狀態樣本 dataC 所涵蓋之速率最大值，位為 km/hr。

註 6：該道路類型所屬道路等級之法規容許行駛速率上限，為該道路等級最高速限往上推移 10km/hr。

註 7：行駛狀態模式應用樣本(dataD)為 dataC 扣除單一速率下樣本數不足的速率區間樣本。

註 8：實際用於建構模式之行駛狀態樣本 dataD 所涵蓋之速率最小值，單位為 km/hr。

註 9：實際用於建構模式之行駛狀態樣本 dataD 所涵蓋之速率最大值，單位為 km/hr。

註 10：dataE 為 dataD 中非行駛狀態(V=0)的樣本。dataE= dataB－dataC。

註 11：dataF 為 dataF 中停等狀態(V=0&A=0)的樣本，dataE= dataF＋dataG；國道 G 0%因塞車而有 36 筆停等狀態之樣本。

註 12：dataG 為 dataF 中車輛起動狀態(V=0&A>0)的樣本，dataE= dataF＋dataG。

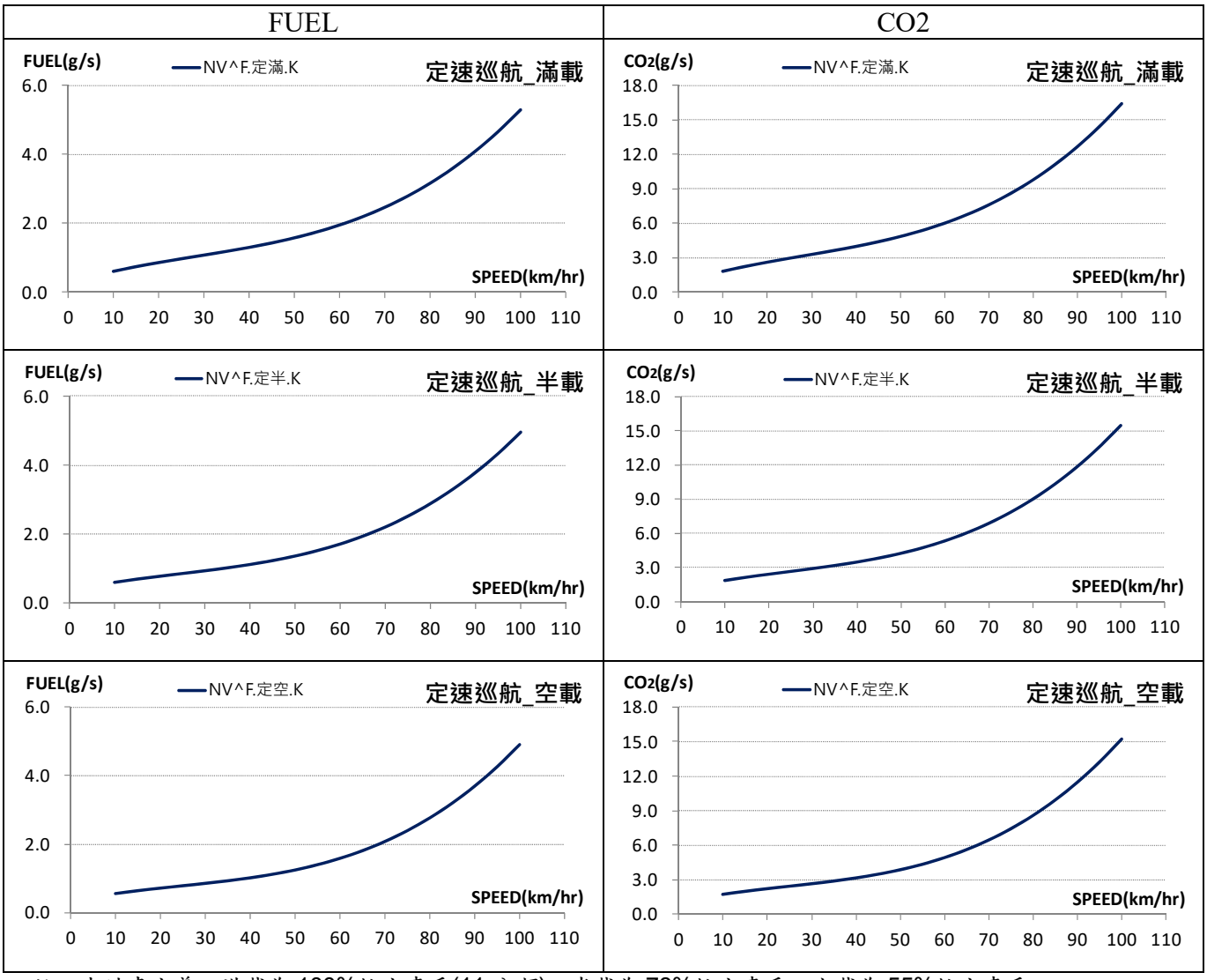
註 13：G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度%＜2%」；G 0%為「-1%＜坡度%＜1%」；G-1%為「-2%＜坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。

資料來源：本計畫。

4.2 本計畫實驗資料建構之推估曲線($NV^{\wedge}_F$)

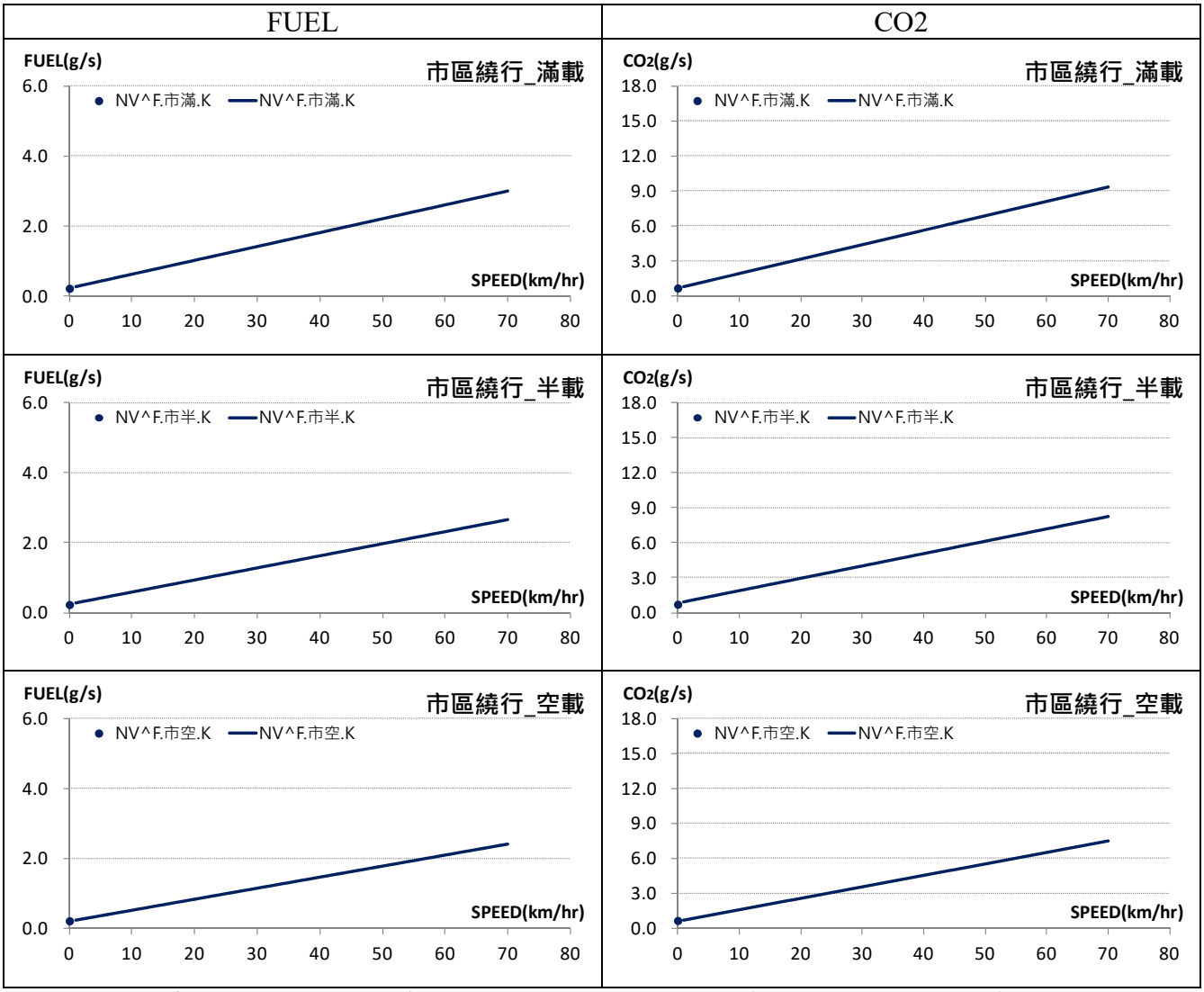
依據表 4.1-1 到 4.1-3，本計畫以實驗大貨車實際道路實驗資料，依照不同速率下之能耗率予以彙整，求得實驗車輛之動態能耗率(即 NV_F，詳細數值則請參見附錄 6.1)。進一步以速率多項式加以配適，初步建構大貨車動態能耗推估曲線($NV^{\wedge}_F$)，結果請參見圖 4.2.1 到 4.2.3，而詳細的配適結果與殘差百分比，請參見附錄 6.1。

由圖可知，本計畫以實際道路實驗資料所建構之不同道路類型、不同車型下的動態能耗推估曲線確實有明顯的差異。後續應用時應區分道路類型，挑選適用之推估曲線。最後，本計畫特別強調此套動態能耗推估曲線($NV^{\wedge}_{F.Cn}$、$NV^{\wedge}_{F.Cn.G}$)，係基於道路實驗取得之資料直接配適所得，因此後續應用時，僅適用於與本計畫實驗車輛相同或類似之車型。



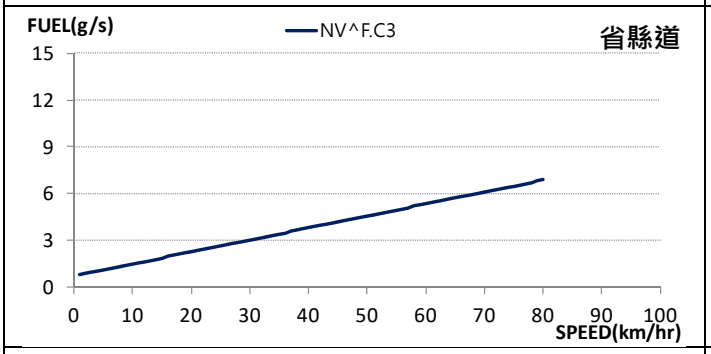
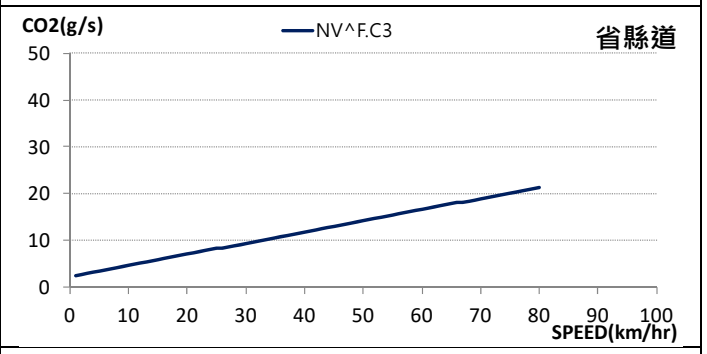
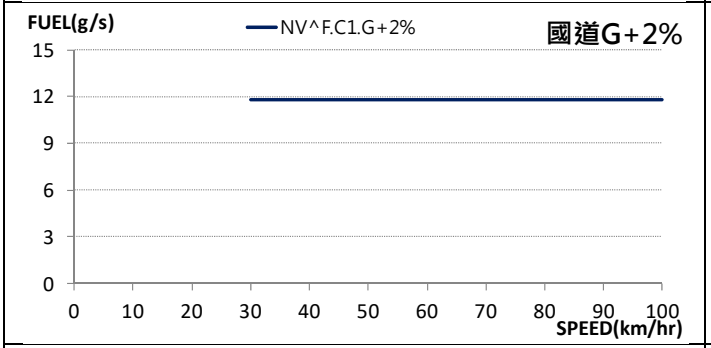
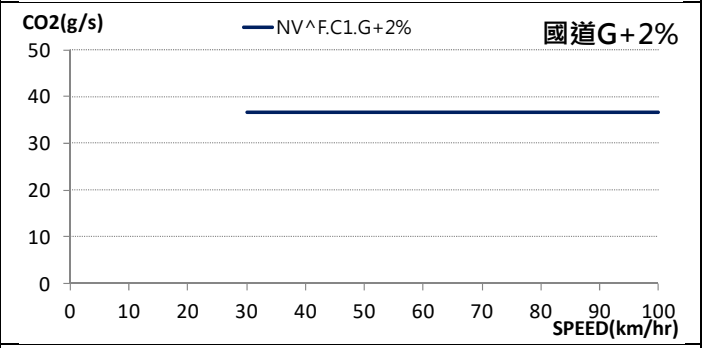
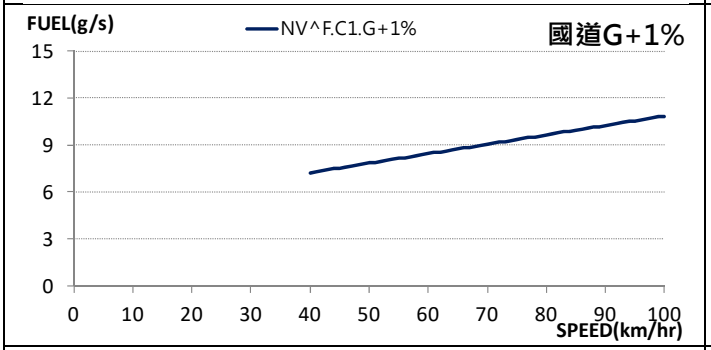
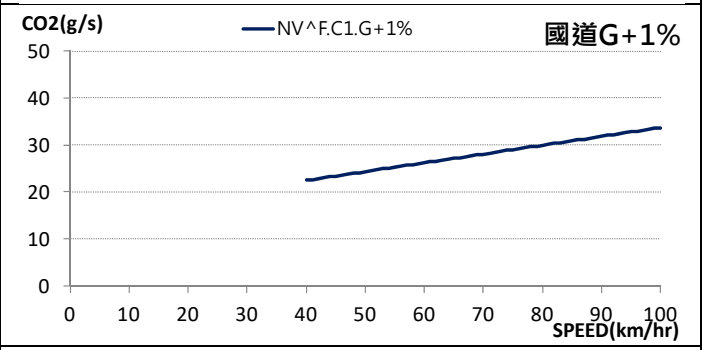
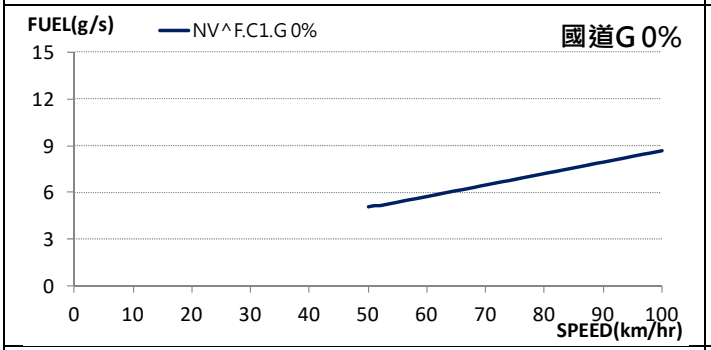
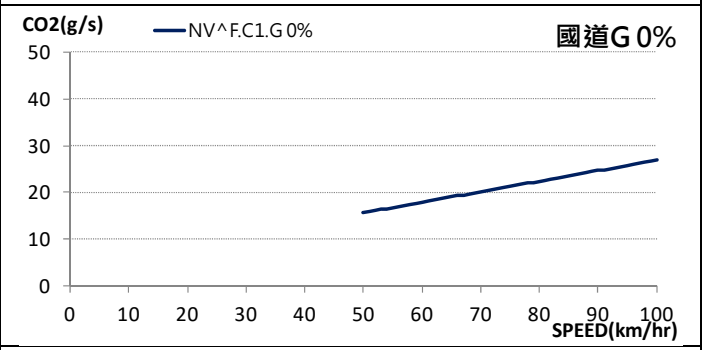
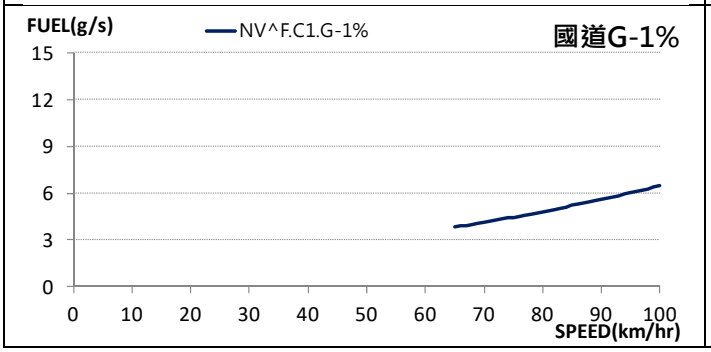
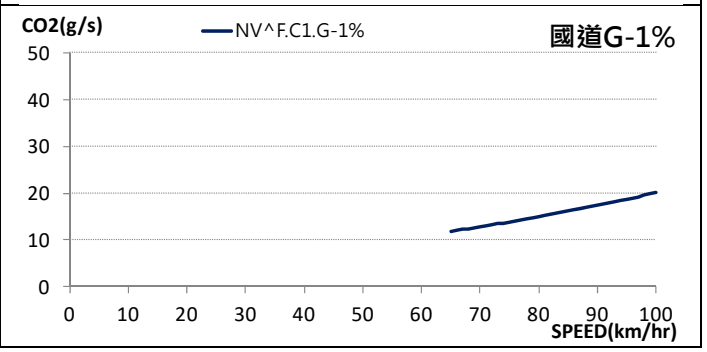
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。

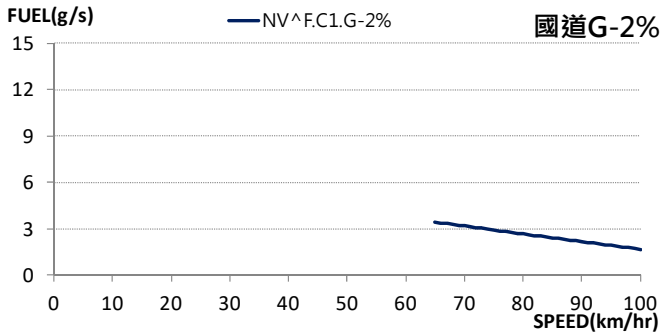
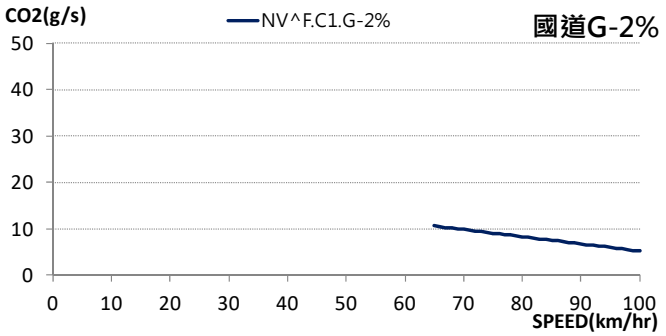
圖 4.2.1 定速巡航 $NV^{\wedge}{}_F$ 推估結果：FUEL、CO_2



註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。

圖 4.2.2 市區繞行 $NV^{\wedge}_{F}$ 推估結果：FUEL、CO_2

FUEL	CO_2
 FUEL(g/s) NV^F.C3 省縣道 SPEED(km/hr)	 CO2(g/s) NV^F.C3 省縣道 SPEED(km/hr)
 FUEL(g/s) NV^F.C1.G+2% 國道G+2% SPEED(km/hr)	 CO2(g/s) NV^F.C1.G+2% 國道G+2% SPEED(km/hr)
 FUEL(g/s) NV^F.C1.G+1% 國道G+1% SPEED(km/hr)	 CO2(g/s) NV^F.C1.G+1% 國道G+1% SPEED(km/hr)
 FUEL(g/s) NV^F.C1.G 0% 國道G 0% SPEED(km/hr)	 CO2(g/s) NV^F.C1.G 0% 國道G 0% SPEED(km/hr)
 FUEL(g/s) NV^F.C1.G-1% 國道G-1% SPEED(km/hr)	 CO2(g/s) NV^F.C1.G-1% 國道G-1% SPEED(km/hr)

FUEL	CO_2
	

註：G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度%＜2%」；G 0%為「-1%＜坡度%＜1%」；
G-1%為「-2%＜坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。
資料來源：本計畫。

圖 4.2.3 國道 $NV^{\wedge}{}_F$ 推估結果：FUEL、CO_2

4.3 大貨車能耗/CO_2 排放推估模式之建構($NV^{\wedge}_{F.ML}$)

本計畫大貨車之能耗/CO_2 排放模式建構結果，分別為(1)大貨車「行駛中之能耗/CO_2 排放推估曲線」，以及(2)「非行駛狀態下之能耗/CO_2 排放推估值」，茲針對這兩項模式建構過程逐一說明。

4.3.1 行駛中能耗/CO_2 排放推估曲線(V≧1~Max)

貨運業者保有營運車輛平均旅運成本、油價消費紀錄，時間區間可能為逐日、逐週或逐月，經由平均旅運成本及油價消費紀錄可推算營運車輛實際耗能平均值，單位經常為 km/l。因此，本計畫模式構想與研究設計係以貨運業者提供大貨車實際能耗值(N_T)，搭配本計畫所建構之 $FI^{\wedge}_{F.Cn}$、$FI^{\wedge}_{F.Cn.G}$、FF_U 等轉換因子，將大貨車實際能耗值(N_T)與 $FI^{\wedge}_{F.Cn}$、$FI^{\wedge}_{F.Cn.G}$ 轉換因子展開成一套動態能耗/CO_2 排放推估曲線($NV^{\wedge}_{F.ML.Cn}$、$NV^{\wedge}_{F.ML.Cn.G}$)，詳參見第 3 章。茲以圖 3.2.1 概要說明推估方法，並將各項轉換因子與 104 年實測資料進行整合，整合結果參見 4.4.1 節，各項轉換因子與最後之模式推估結果($NV^{\wedge}_{F.ML.Cn}$、$NV^{\wedge}_{F.ML.Cn.G}$)呈現於 4.5 節。而詳細的統計配適結果與殘差百分比等，請分別參見附錄 6.2。

表 4.3-1 推估方法與推估模式建構結果

轉換因子&推估結果			FUEL	CO_2
實驗大貨車之實際能耗值(g/s)[註]		(1)	**3.94383748**[1] **2.09124540**[2]	—
各道路類型之轉換率	$FI^{\wedge}_F$ (%)	(2)	FUEL：$FI^{\wedge}_F$ 公式詳見附式 6.2-1~附式 6.2-6 參數詳見附表 6.2-1 圖形詳見圖 5.3.1 數據參見表 5.3-2	—
碳排放轉換當量	FF_U	(3)	**3.10533842** 公式詳見式 4.2-5	
推估結果	$NV^{\wedge}_{F.ML.Cn}$ (g/s)	(4)	=(1)x(2) 圖形詳見圖 5.3.2	=(1)x(2)x(3) 圖形詳見圖 5.3.2

註 1：105 年實驗大貨車實際能耗值。
註 2：104 年實驗大貨車實際能耗值。
本計畫 104 年度所採用「實驗大貨車之實際能耗值」，為車廠提供本計畫之實驗大貨車 HINO500 實際燃油經濟性 4.7 (km/l)，再將此值單位轉換為能耗值(g/s)，以搭配本計畫所取得之資料，進行推估模式之建構。
本計畫 105 年度所採用「實驗大貨車之實際能耗值」，為車廠提供本計畫之實驗大貨車 SCANIA P340 實際燃油經濟性 2.85(km/l)，再將此值單位轉換為能耗值(g/s)，以搭配本計畫所取得之資料，進行推估模式之建構。
資料來源：本計畫。

4.3.2 非行駛狀態下之車輛能耗/CO_2 排放推估值

本計畫以停等能耗率($NV^{\wedge}_{F.ML.I}$)與實驗大貨車之實際平均能耗之比值，做為停等轉換因子(R_{idle})，將大貨車實際耗能值轉換成大貨車在實際道路上之停等能耗/CO_2 排放推估值。

基此，本計畫將非行駛狀態下之能耗/CO_2 排放量，區分為停等(V=0 且 A=0)與車輛起動(V=0 但 A＞0)兩類。其中，車輛起動資料庫已用於輔助建構行駛狀態之轉換率，而停等資料庫則可用於建構非行駛狀態之轉換率，即停等轉換因子(R_{idle})，利用停等轉換因子(R_{idle})搭配大貨車能耗平均值(N_T)，即可用以推估實驗車輛於停等狀態下之能耗推估值。最後，亦可藉由碳排放轉換當量(FF_U)，求得實驗車輛於停等狀態下之 CO_2 排放推估值($NV^{\wedge}_{F.ML.I}$)。以供後續應用於推估大貨車於實際道路上停等狀態之能耗/CO_2 排放值。後續須將 104 年停等轉換因子與 105 年實測資料進行整合，整合結果參見 4.4.2 節，各項轉換因子與最後之模式推估結果($NV^{\wedge}_{F.ML.Cn}$、$NV^{\wedge}_{F.ML.Cn.G}$)呈現於 4.5 節。

表 4.3-2 停等能耗/CO_2 排放推估方法

轉換因子&推估結果			FUEL	CO_2
實驗大貨車之實際能耗值(g/s)[註]		(1)	**3.94383748**[1] **2.09124540**[2]	—
停等轉換因子	R_{idle} (%)	(2)	FUEL：11% 結果詳見表 5.5-3	—
碳排放轉換當量	FF_U	(3)	**3.10533842** 公式詳見式 4.2-5	
推估結果	$NV^{\wedge}_{F.ML.I}$ (g/s)	(4)	=(1)x(2) 結果詳見表 5.3-4	=(1)x(2)x(3) 結果詳見表 5.3-4

註 1：105 年實驗大貨車實際能耗值。
註 2：104 年實驗大貨車實際能耗值。
本計畫 104 年度所採用「實驗大貨車之實際能耗值」，為車廠提供本計畫之實驗大貨車 HINO500 實際燃油經濟性 4.7 (km/l)，再將此值單位轉換為能耗值(g/s)，以搭配本計畫所取得之資料，進行推估模式之建構。
本計畫 105 年度所採用「實驗大貨車之實際能耗值」，為車廠提供本計畫之實驗大貨車 SCANIA P340 實際燃油經濟性 2.85(km/l)，再將此值單位轉換為能耗值(g/s)，以搭配本計畫所取得之資料，進行推估模式之建構。
資料來源：本計畫。

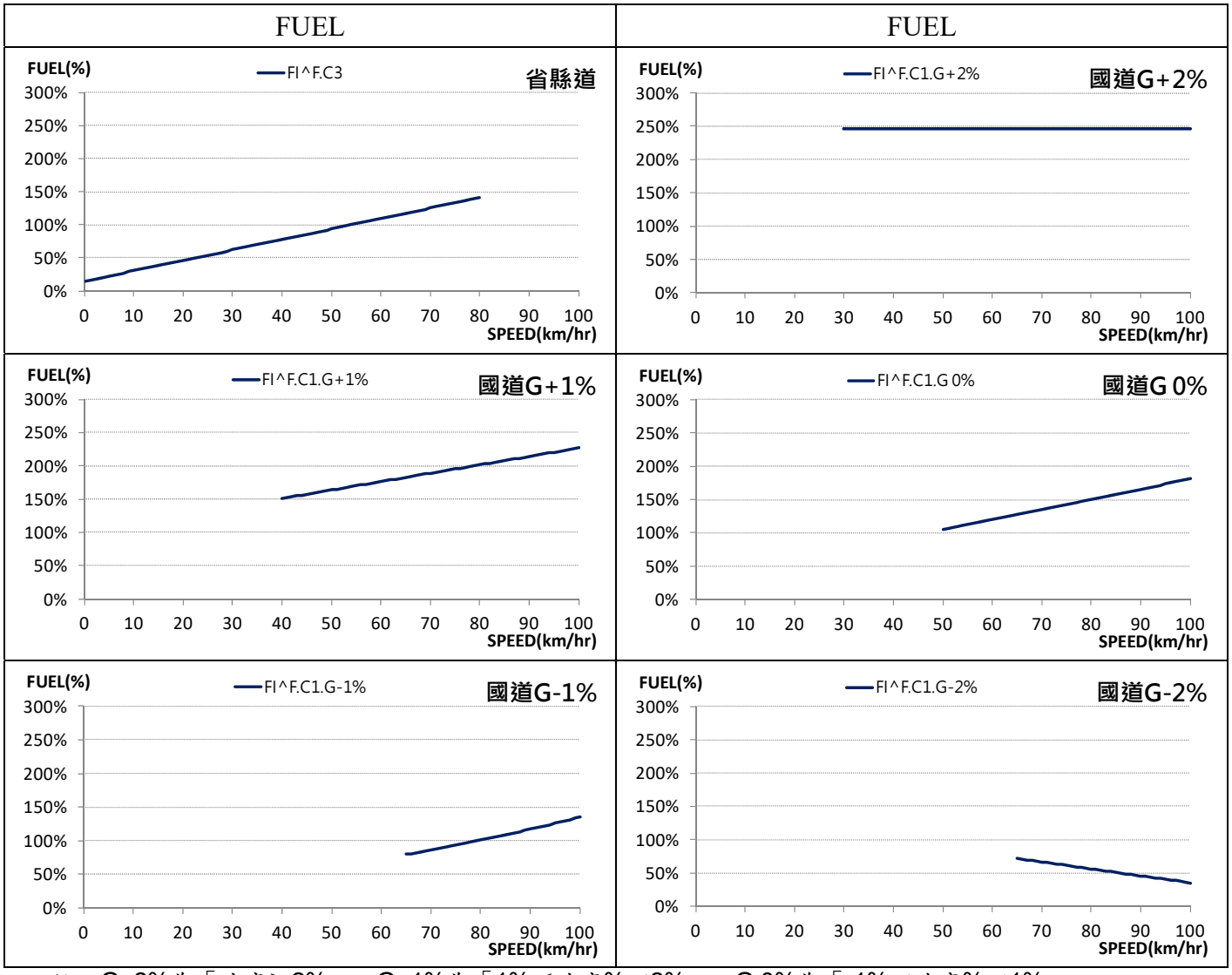
4.4 大貨車能耗/CO_2 排放推估模式

4.4.1 行駛中能耗/CO_2 排放推估曲線(V≧1~Max)

104 年實驗設計考量大貨車實際道路實測可操作性，選擇車輛中心之試車場進行實測，缺乏國道實際道路運行之資料，較難將 104 年定速巡航之資料與 105 年國 1 實際道路實測資料進行比較與整合(見附錄 11)，然已成功整合 104 年與 105 年大貨車省縣道模式(詳見附錄 12)，顯示在運行狀態較為複雜之省縣道低速運行狀態，2 部實驗大貨車行駛省縣道之資料可以進行整合，以建立省縣道能耗/CO_2 排放推估模式。

基於此基礎上推論，在運行狀態相對較為單純之國道高速運行模式，可能可將 2 部實驗大貨車進行整合，因此，本計畫大貨車能耗/CO_2 排放推估模式以 105 年國道實測資料所建立模式、104 年與 105 年省縣道整合模式，作為本計畫大貨車能耗/CO_2 排放推估模式，以供運用。

各項轉換因子與最後之推估結果($NV^{\wedge}_{F.ML.Cn}$、$NV^{\wedge}_{F.ML.Cn.G}$)呈現表 4.4-1、圖 4.4.1 及圖 4.4.2 所示。



註：G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度%＜2%」；G 0%為「-1%＜坡度%＜1%」；
G-1%為「-2%＜坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。

資料來源：本計畫。

圖 4.4.1 $FI^{\wedge}_{F}$ 分布圖：FUEL

表 4.4-1 各道路類型轉換率(FI^$_F$)：FUEL

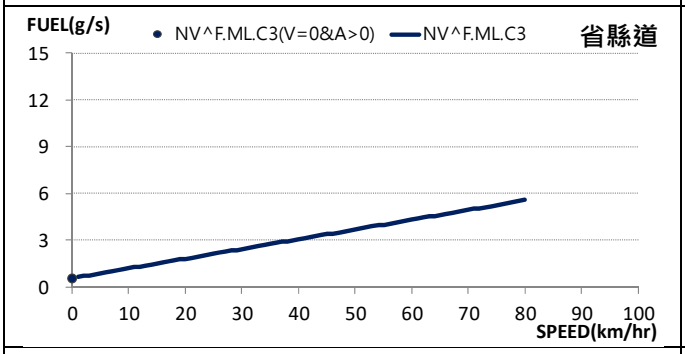
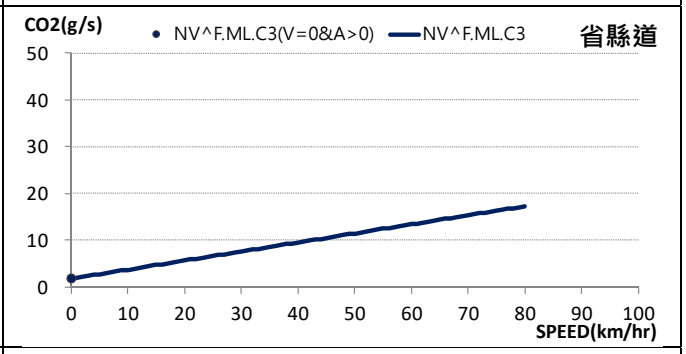
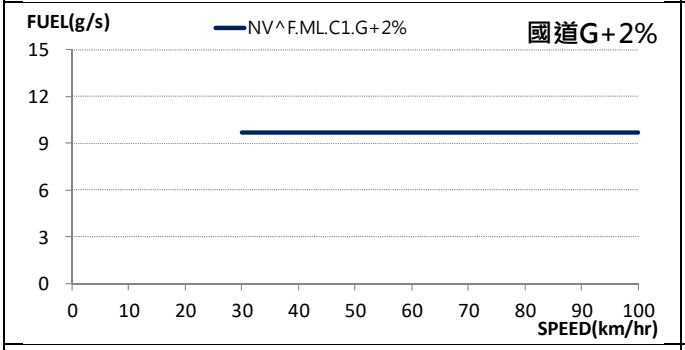
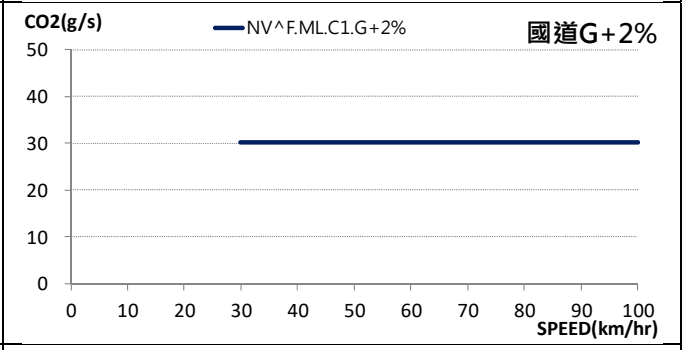
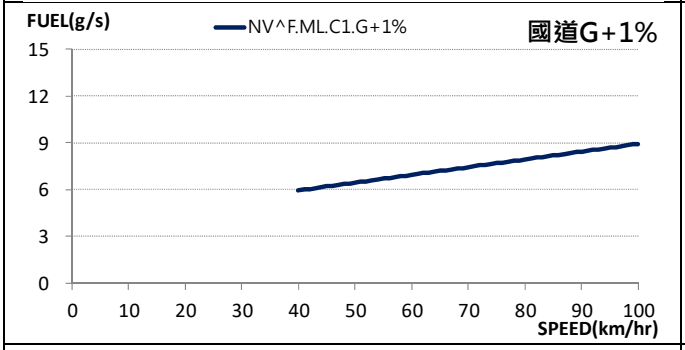
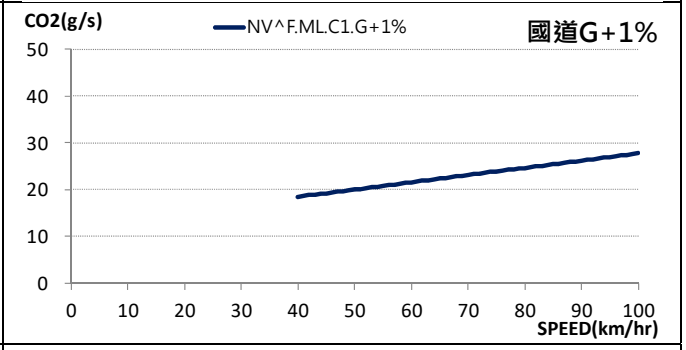
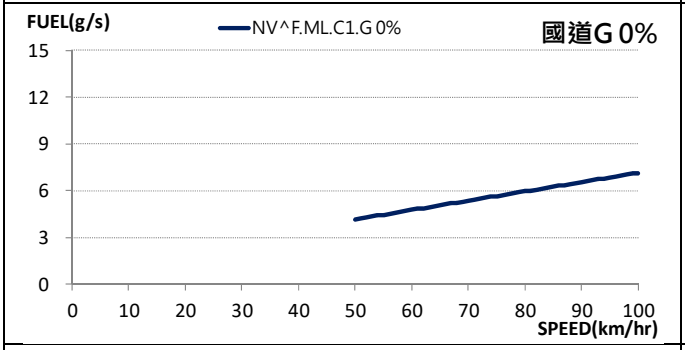
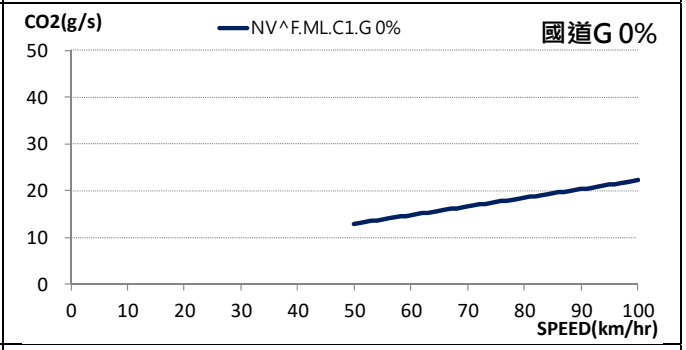
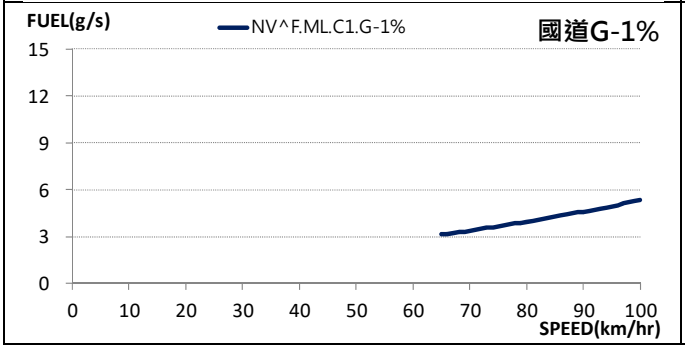
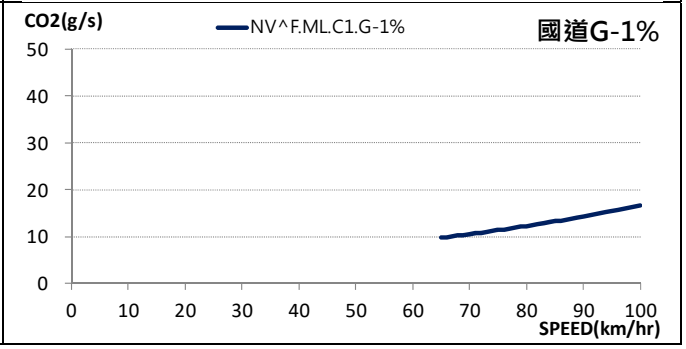
速率(km/hr)	道路類型					
	國道速限 90~100 一般道路段(C1)					省縣道
	負 2 度坡	負 1 度坡	平坡	正 1 度坡	正 2 度坡	
	C1 G-2%	C1 G-1%	C1 G 0%	C1 G+1%	C1 G+2%	
0						11%
1						16%
2						18%
3						19%
4						21%
5						22%
6						24%
7						26%
8						27%
9						29%
10						30%
11						32%
12						33%
13						35%
14						37%
15						38%
16						40%
17						41%
18						43%
19						45%
20						46%
21						48%
22						49%
23						51%
24						52%
25						54%
26						56%
27						57%
28						59%
29						60%
30					247%	62%
31					247%	64%
32					247%	65%
33					247%	67%
34					247%	68%

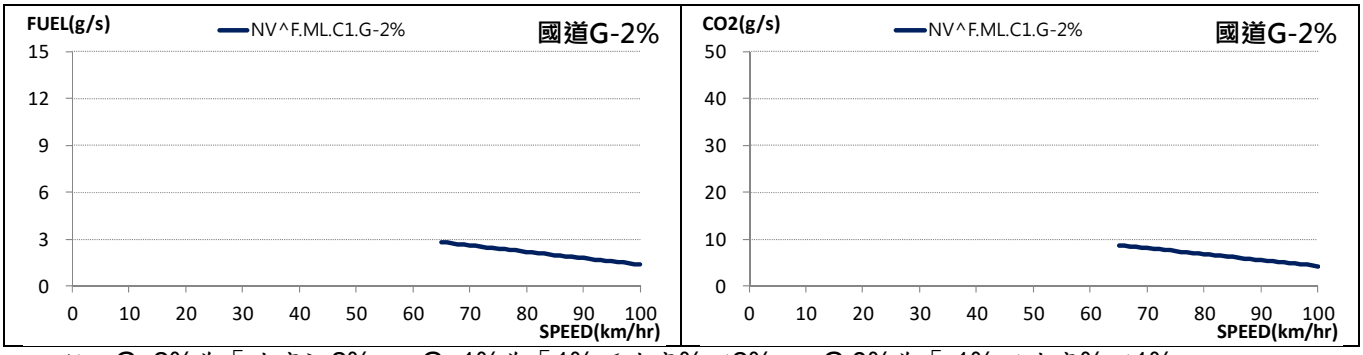
速率(km/hr)	道路類型					
	國道速限 90~100 一般道路段(C1)					省縣道
	負 2 度坡	負 1 度坡	平坡	正 1 度坡	正 2 度坡	
	C1 G-2%	C1 G-1%	C1 G 0%	C1 G+1%	C1 G+2%	
35					247%	70%
36					247%	71%
37					247%	73%
38					247%	75%
39					247%	76%
40				151%	247%	78%
41				152%	247%	79%
42				154%	247%	81%
43				155%	247%	83%
44				156%	247%	84%
45				157%	247%	86%
46				159%	247%	87%
47				160%	247%	89%
48				161%	247%	90%
49				162%	247%	92%
50			105%	164%	247%	94%
51			107%	165%	247%	95%
52			108%	166%	247%	97%
53			110%	167%	247%	98%
54			111%	169%	247%	100%
55			113%	170%	247%	102%
56			114%	171%	247%	103%
57			116%	173%	247%	105%
58			117%	174%	247%	106%
59			119%	175%	247%	108%
60			120%	176%	247%	109%
61			122%	178%	247%	111%
62			123%	179%	247%	113%
63			125%	180%	247%	114%
64			126%	181%	247%	116%
65	72%	80%	128%	183%	247%	117%
66	71%	81%	129%	184%	247%	119%
67	70%	82%	131%	185%	247%	121%
68	68%	83%	132%	186%	247%	122%
69	67%	85%	134%	188%	247%	124%
70	66%	86%	136%	189%	247%	125%
71	65%	88%	137%	190%	247%	127%

速率(km/hr)	道路類型					
	國道速限 90~100 一般道路段(C1)					省縣道
	負 2 度坡	負 1 度坡	平坡	正 1 度坡	正 2 度坡	
	C1 G-2%	C1 G-1%	C1 G 0%	C1 G+1%	C1 G+2%	
72	64%	89%	139%	191%	247%	128%
73	63%	90%	140%	193%	247%	130%
74	62%	92%	142%	194%	247%	132%
75	61%	93%	143%	195%	247%	133%
76	60%	95%	145%	196%	247%	135%
77	59%	96%	146%	198%	247%	136%
78	58%	98%	148%	199%	247%	138%
79	57%	99%	149%	200%	247%	140%
80	56%	101%	151%	202%	247%	141%
81	55%	102%	152%	203%	247%	
82	54%	104%	154%	204%	247%	
83	53%	105%	155%	205%	247%	
84	52%	107%	157%	207%	247%	
85	51%	109%	158%	208%	247%	
86	50%	110%	160%	209%	247%	
87	49%	112%	161%	210%	247%	
88	48%	114%	163%	212%	247%	
89	47%	115%	164%	213%	247%	
90	46%	117%	166%	214%	247%	
91	45%	119%	167%	215%	247%	
92	43%	120%	169%	217%	247%	
93	42%	122%	170%	218%	247%	
94	41%	124%	172%	219%	247%	
95	40%	126%	173%	220%	247%	
96	39%	128%	175%	222%	247%	
97	38%	130%	176%	223%	247%	
98	37%	131%	178%	224%	247%	
99	36%	133%	179%	225%	247%	
100	35%	135%	181%	227%	247%	

註：G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度%＜2%」；G 0%為「-1%＜坡度%＜1%」；G-1%為「-2%＜坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。

資料來源：本計畫。

FUEL	CO_2
 FUEL(g/s) NV^F.ML.C3(V=0&A>0) NV^F.ML.C3 省縣道 SPEED(km/hr)	 CO2(g/s) NV^F.ML.C3(V=0&A>0) NV^F.ML.C3 省縣道 SPEED(km/hr)
 FUEL(g/s) NV^F.ML.C1.G+2% 國道G+2% SPEED(km/hr)	 CO2(g/s) NV^F.ML.C1.G+2% 國道G+2% SPEED(km/hr)
 FUEL(g/s) NV^F.ML.C1.G+1% 國道G+1% SPEED(km/hr)	 CO2(g/s) NV^F.ML.C1.G+1% 國道G+1% SPEED(km/hr)
 FUEL(g/s) NV^F.ML.C1.G 0% 國道G 0% SPEED(km/hr)	 CO2(g/s) NV^F.ML.C1.G 0% 國道G 0% SPEED(km/hr)
 FUEL(g/s) NV^F.ML.C1.G-1% 國道G-1% SPEED(km/hr)	 CO2(g/s) NV^F.ML.C1.G-1% 國道G-1% SPEED(km/hr)



註：G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度%＜2%」；G 0%為「-1%＜坡度%＜1%」；
G-1%為「-2%＜坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。
資料來源：本計畫。

圖 4.4.2 $NV^{\wedge}_{F.ML}$ 分布圖：FUEL、CO_2

4.4.2 非行駛狀態下之車輛能耗/CO_2 排放推估值

將 104 年市區繞行停等狀態下(V=0&A=0)之實測能耗值與實驗車輛實際能耗值(N_T)建立兩者之間轉換關係($R_{idle.C3.104}$)，同時將 105 年省縣道停等狀態下(V=0&A=0)實測值與實驗車輛實際能耗值(N_T)建立兩者之間轉換關係($R_{idle.C3.105}$)，如表 4.4-2 所示，104 年市區繞行轉換率($R_{idle.C3.105}$)平均值為 10.4%，105 年省縣道轉換率($R_{idle.C3.105}$)平均值為 9.7%，104 年與 105 年省縣道停等整合轉換率 $R_{idle.C3}$ 為 104 年與 105 年停等轉換率之平均值 10.03%。

進一步觀察 104 年與 105 年停等轉換率之分布，如圖 4.4.3 所示，104 年市區繞行停等轉換率($R_{idle.C3.104}$)與 105 年省縣道停等轉換率($R_{idle.C3.105}$)分布，104 年與 105 年省縣道整合轉換率 $R_{idle.C3}$ 皆在兩者停等轉換率涵蓋範圍內，因此，本計畫建議 104 年與 105 年省縣道實務版停等能耗/CO_2 推估值以 10.03%作轉換。

茲將停等轉換因子(R_{idle})之建構與推估結果($NV^{\wedge}_{F.ML.I.Cn}$、$NV^{\wedge}_{F.ML.I.Cn.G}$)說明於表 4.4-3 所示。

表 4.4-2 104 年與 105 年之省縣道停等轉換率($FI^{\wedge}_F$)

項目	104 年(104 年)市區繞行 $R_{idle.C3104}$	105 年(105 年)省縣道 $R_{idle.C3.105}$
平均值	10.4%	9.7%
變異數	0.000110	0.000433
樣本數	12,470	8,900
$R_{idle.C3}$	10.03%	

資料來源：本計畫。

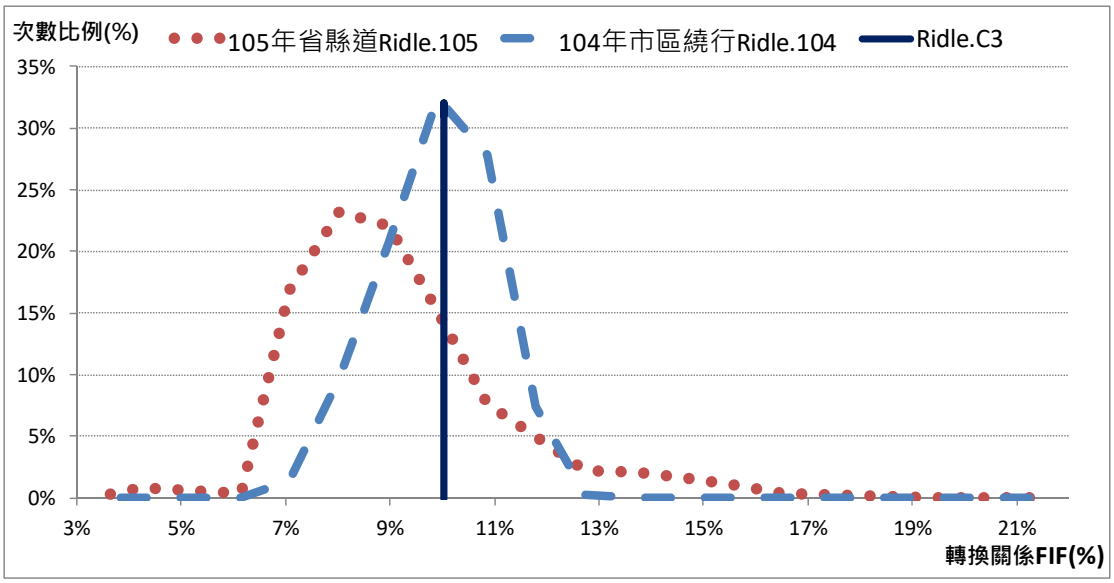


圖 4.4.3 104 年與 105 年之省縣道停等轉換率($FI^{\wedge}_F$)分布

表 4.4-3 停等轉換因子(R_{idle})之建構與推估結果

實驗車輛	道路類型	停等能耗實際值(g/s)	實驗大貨車實驗期間實際能耗值(g/s)	停等耗能率(%)	停等能耗推估值(g/s)	殘差百分比(%)
		(1)	(2)	(3)=(1)/(2)	(4)=(2)xR_{idle}	(5)=[(4)-(1)]/(1)
105年	國道 G+2%	—	3.94383748	—	**0.41799701**	—
	國道 G+1%	—		—		—
	國道 G 0%	0.44057082		11%		-5.1%
	國道 G-1%	—		—		—
	國道 G-2%	—		—		—
	C3	0.46317632		10%		-9.8%
104年	C3	0.21689631	2.09124540	10%	**0.22164562**	2.2%
R_{idle}		—	—	**11%**	—	—

註：G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度%＜2%」；G 0%為「-1%＜坡度%＜1%」；G-1%為「-2%＜坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。

註：所為停等為車輛 V=0 且 A=0 狀態，詳見表 4.4-8，其中 C1G+2%、C1G+1%、C1G-1%、C1G-2%無停等樣本，而 C1G 0%因塞車而有 36 筆停等狀態之樣本。

資料來源：本計畫。

由表 4.4-3 推估結果可知，藉由停等轉換因子(R_{idle})推估之停等能耗值，與各道路類型殘差百分比介於-9.8%~2.2%，誤差在容許範圍內，顯示本計畫建構之停等轉換因子(R_{idle})應具一定的推估能力。

4.5 大貨車能耗/CO_2 排放推估模式之驗證

承 4.3 節、3.4 節、4.4 節結果，本計畫完成各項能耗/CO_2 排放轉換率之建構，如各道路類型轉換率($FI^{\wedge}_F$)、碳排放轉換當量(FF_U)、停等轉換因子(R_{idle})等，透過各項轉換因子，搭配貨運業者所提供之大貨車實際能耗值(N_T)，即可將大貨車實際能耗值(N_T)轉換成一套動態(隨速率而變動)之能耗/CO_2 排放推估曲線。

為瞭解本計畫所建構之模式，於不同車輛、駕駛行為、營運路線、實驗區位之道路幾何設計等面向的推估能力，本計畫欲藉由 3 種資料來源進行模式驗證，茲將驗證目的、資料選用邏輯、驗證方法及驗證結果分述如後，模式驗證方法流程如圖 4.5.1 所示。



圖 4.5.1 本計畫模式驗證方法流程圖

4.5.1 同一車輛、駕駛、營運路線資料

1. 驗證目的

藉以瞭解與實驗車輛相同貨運公司、相同車輛、相同駕駛、相同營運路線等特性，本計畫模式對於不同道路類型之推估能力。

2. 資料選用

105/5/26 進行國道實驗南下回程發現，因矽膠套過熱破裂，因此建構模式之資料庫已將實驗期間 105/5/26 資料另作保留，與建模資料完全獨立。為進一步確認 105/5/26 資料可用性，除了分析當日能耗/排放相關資料外，並進行大貨車實際使用加油量與 OBS 每秒累計的油耗差異確認，105/5/26 國道實測所蒐集 OBS 每秒累計加油量與實際使用加油量差異為-3.29%、-5.53%，估算結果較實際加油量為低估，差異尚在可接受範圍內，詳細過程參見附錄 5，因此，資料條件符合此項驗證目的。

3. 驗證方式

以 105 年驗證車輛(Scania P340)貨運業者提供平均燃油經濟性(km/l)為基礎，進行單位轉換至 g/s，再套用本計畫建構模式可得速率、道路類型之能耗/CO_2 排放推估值(g/s)，分別以道路類型將逐秒能耗推估值加總，經由油品密度轉換至推估耗油量(L)，最後再比較實際耗油量(L)之誤差結果，若誤差範圍很小時，表示本計畫模式推估具有可信度。

4. 驗證結果

如表 4.5-1 所示，國道正 2 度坡(G+2%)低估 6.2%，國道正 1 度坡(G+1%)低估 3.1%，國道平坡(G 0%)推估結果佳，僅低估 1.1%，然國道負坡之推估結果誤差較大，國道負 1 度坡(G-1%)高估 10.1%，國道負 2 度坡(G-2%)則高估 16.6%，負坡(G-2%)推估結果不良，整體而言，總旅次耗油量推估誤差低估 1.33%，推估結果良好。

表 4.5-1 同一車輛、駕駛、營運路線之驗證結果

道路類型		實驗日期	實際耗油量(L)	平均速率(km/hr)	推估耗油量(L)	誤差率(%)
			(1)	(2)	(3)	(4)=[(3)-(1)]/(1)
C1	G+2%	105/5/26	21.961	84.61	20.592	-6.2%
	G+1%	105/5/26	15.762	82.81	15.276	-3.1%
	G+0%	105/5/26	56.916	84.61	56.304	-1.1%
	G-1%	105/5/26	7.167	63.77	7.889	10.1%
	G-2%	105/5/26	2.182	80.03	2.545	16.6%
總計			103.987	79.31	102.607	-1.33%

註：G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度%＜2%」；G 0%為「-1%＜坡度%＜1%」；G-1%為「-2%＜坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。

資料來源：本計畫。

4.5.2 不同車輛、駕駛、營運路線資料

1. 驗證目的

藉以瞭解與實驗車輛不同貨運公司、不同車輛、不同駕駛、不同營運路線等特性，本計畫模式對於不同道路類型之推估能力。

2. 資料選用

本計畫於 105/10/23~105/10/26 進行驗證實驗，此項驗證之車輛、駕駛、營運路線皆與建模資料、前項驗證資料不同，驗證車輛為 FUSO 前單後單曳引車，核定車重為 35 頓，2006 年出廠之車輛，驗證實驗期間之營運型態為 40 呎冷凍貨櫃車(獨立空調)，營運路線為臺中烏日－臺中工業區－中壢工業區，沿途行經國道 3 號(龍井交流道－新竹系統交流道)、國 1(新竹系統交流道－中壢交流道)，南下回程行經國 1(中壢交流道－南屯交流道)。

3. 驗證方式

在車輛裝設 GPS 並跟隨車輛行駛營運路線，蒐集實驗車輛之實驗時間、行駛軌跡及人工紀錄加油量，經第 4 章所述經緯度判斷方法，便可知車輛於實驗時間內行駛的道路類型，再對應車上行車紀錄器之車速，即能呼應實驗車輛行駛於某道路類型上之逐秒車速。

由於此驗證實驗未使用本計畫車載排放量測設備所蒐集逐秒能耗率(g/s)，僅能請貨運業者協助驗期間人工紀錄當日行駛里程、實際加油量，換算而得驗證期間平均燃油經濟性(km/l)，因此，本項驗證方式為：使用平均燃油經濟性(km/l)為基礎，進行單位轉換至 g/s，再套用本計畫推估模式可得到驗證車輛之能耗/CO_2排放推估模式，將逐速、道路類型之能耗率代入驗證期間所蒐集行車資料，可分別加總北上、南下旅次各道路類型耗油量(L)，再除以行駛里程(km)，便可得到當日驗證車輛推估能耗率(l/km)，與貨運業者提供實際能耗率作差異比較，當誤差率很小時，表示本計畫模式推估結果具有可信度。

4. 驗證結果

本項驗證車輛營運期間固定每 2 天加油 1 次，105/9/23~105/9/24 推估能耗率與實際能耗率誤差介於-3.84~1.25%，整體旅次而言，誤差為-1.68%；105/9/25~105/9/26 推估能耗率與實際能耗率誤差介於-6.76%~-6.51%，整體旅次而言，誤差為-5.19%，顯示本計畫模式具有良好推估能力，如表 5.5-2 所示。

表 4.5-2 不同車輛、駕駛、營運路線之驗證結果

行駛方向	實驗日期	實際能耗率 (l/km)	平均速率 (km/hr)	推估能耗率 (l/km)	誤差率(%)
		(1)	(2)	(3)	(4)=[(3)-(1)]/(1)
臺中工業區－中壢工業區(北上)	105/9/23	**0.333**	47.81	0.320	-3.84%
中壢工業區－臺中工業區(南下)	105/9/23				
臺中工業區－中壢工業區(北上)	105/9/24		46.81	0.329	-1.25%
中壢工業區－臺中工業區(南下)	105/9/24				
總計				**0.327**	**-1.68%**
臺中工業區－中壢工業區(北上)	105/9/25	**0.345**	43.94	0.323	-6.51%
中壢工業區－臺中工業區(南下)	105/9/25				
臺中工業區－中壢工業區(北上)	105/9/26		46.77	0.322	-6.76%
中壢工業區－臺中工業區(南下)	105/9/26				
總計				**0.327**	**-5.19%**

註 1：實驗車輛營運期間，固定 2 天加油 1 次。

註 2：本項驗證實驗未取得逐秒實際耗能值(g/s)，因此無區分道路類型，僅就實驗車輛當日平均燃油經濟性(km/l)取倒數為能耗率(l/km)，再進行誤差比較。

資料來源：本計畫。

4.5.3 省縣道之整合模式驗證

1. 驗證目的

承 4.4 節將 104 年與 105 年省縣道模式整合結果，顯示 104 年實驗車輛行駛省縣道之轉換率(FI^$_F$)與 105 年實驗車輛行駛省縣道相同，代表 104 年與 105 年大貨車省縣道推估模式可以整合，再搭配貨運業者提供驗證車輛平均燃油經濟性，便可得到 104 年實驗車輛各速率下的能耗/CO_2 排放率，藉以瞭解與實驗車輛相同貨運公司、相同車輛、不同駕駛、不同營運路線等特性，本模式之推估能力。

2. 資料選用

本計畫於 105/10/1~105/10/7 進行驗證實驗，此項驗證之車輛、駕駛、營運路線皆與建模資料、前項驗證資料不同，驗證車輛為 HINO500 框式大貨車，核定車重為 11 頓，驗證實驗期間之營運路線為彰化縣溪湖鎮、員林市之工程地點進行送貨服務，沿途行經省道、縣道及一般道路，未行經國道。

3. 驗證方式：

在車輛裝設 GPS 並跟隨車輛行駛營運路線，蒐集實驗車輛之實驗時間、行駛軌跡及人工紀錄加油量，經第 4 章所述經緯度判斷方法，便可知車輛於實驗時間內行駛的道路類型，再對應車上行車紀錄器之車速，即能呼應實驗車輛行駛於某道路類型上之逐秒車速。

使用此驗證車之平均燃油經濟性(km/l)為基礎，進行單位轉換至 g/s，再套用本計畫推估模式可得到驗證車輛之能耗/CO_2 排放推估模式，將逐速、道路類型之能耗率代入驗證期間所蒐集行車資料，可分別加總北上、南下旅次各道路類型耗油量(L)，再除以行駛里程(km)，便可得到當日驗證車輛推估能耗率(l/km)，與貨運業者提供實際能耗率作差異比較，當誤差率很小時，表示本計畫模式推估結果具有可信度。

4. 驗證結果

由表 4.5-3 所示，省縣道模式推估能耗率較實際能耗率低估 6.22%，此誤差尚在可接受範圍內，代表本計畫建構省縣道能耗/CO_2 推估模式具有可信度。

表 4.5-3 104 年省縣道模式相同車輛、不同駕駛、不同營運路線之驗證結果

行駛方向	實驗日期	實際能耗率(l/km)	平均速率(km/hr)	推估能耗率(l/km)	誤差率(%)
		(1)	(2)	(3)	(4)=[(3)-(1)]/(1)
彰化縣溪湖鎮、員林市鄰近工程地點	105/10/1~105/10/7	0.250	36.51	0.234	-6.22%

註 1：實驗車輛營運期間，因行駛里程為短程，因此驗證期間僅加油 1 次。

註 2：本項驗證實驗未取得逐秒實際耗能值(g/s)，因此無區分道路類型，僅就實驗車輛當日平均燃油經濟性(km/l)取倒數為能耗率(l/km)，再進行誤差比較。

資料來源：本計畫。

4.6 能耗/CO_2 排放推估模式應用：以全國車隊道路行駛數據（N_{IOT}）為輸入值之方法與成果

本計畫所建構之各項轉換因子，可搭配大貨車實際能耗平均值，以反映大貨車在實際道路上之能耗排放情形，並應用於運輸規劃分析中。然而，目前應用在交通運輸領域之環境影響評估分析中，常用之實際能耗平均值，並非本計畫實驗車輛之實際能耗平均值，而是本所相關計畫所慣用之能耗平均值(即 N_{IOT}，參見表 2.3-22)，代表全國大貨車隊在實際道路上行駛之燃油經濟性(km/l)，但由於此一燃油經濟性(km/l)與本計畫所使用之平均能耗值(g/s)中間存在單位差異，需透過式 4.6-1 進行單位轉換，才可搭配本計畫所建構之各項轉換因子，據以推估全國車隊在實際道路上之動態能耗/CO_2 排放值。轉換結果請參見表 4.6-1。

表 4.6-1 全國車隊道路行駛能耗平均值(N_{IOT})

單位	N_{IOT}
km/l	2.93
g/s	3.3511937 [註]

註：本計畫採用表 2.3-22 中，1990~2015 年運輸部門運具別排放清冊之營業大貨車平均燃油經濟性 2.93(km/l)，搭配平均速率 42.16km/hr 進行 g/s 之單位轉換。
資料來源：本計畫。

$$\text{FUEL：}N_{IOT(g/s)} = V_{aver} / N_{IOT(km/l)} \times D / 3.6 \qquad \text{式 4.6-1}$$

其中：

$N_{IOT(g/s)}$為全國大貨車之平均能耗率(g/s)，係經上述單位轉換所得；

$N_{IOT(km/l)}$為全國大貨車之燃油經濟性(km/l)；

V_{aver} 為參考第 5 期整體運輸規劃研究系列-城際運輸需求模式檢討及參數更新研究(3/3)，交通運輸研究所，民國 103 年，貨運模式公路運輸平、假日平均速率 42.16km/hr。

D 為油品容積係數(g/cm^3)：臺灣中油股份有限公司市售之柴油補給密度(Density at 15℃, g/ml) 0.8392 g/ml。

利用表 4.6-1 所求得之大貨車實際平均能耗值 $N_{IOT(g/s)}$，可搭配本計畫所建構之各道路類型轉換因子($FI^{\wedge}_{F}$)、碳排放轉換當量(FF_U)及停等轉換因子(R_{idle})，據以求得全國大貨車車隊在實際道路之動態能耗/CO_2 排放率(g/s)，如表 4.6-2 及圖 4.6.1。同時為利於其他計畫使用，亦以下式 4.6-2~4.6-4 將此能耗推估成果(g/s)轉換為不同的單位，本計畫接續分別 l/s 及 l/km 呈現能耗推估結果，而 CO_2 則亦以 g/s 及 g/km 對應呈現之，請分別參見表 4.6-3、圖 4.6.2。

$$NV^{\wedge}_{F.ML}\left(\frac{l}{s}\right) = NV^{\wedge}_{F.ML}\left(\frac{g}{s}\right) \Big/ D\left(\frac{g}{cm^3}\right) \Big/ 1000 \qquad \text{式 4.6-2}$$

$$NV^{\wedge}_{F.ML}\left(\frac{l}{km}\right) = \frac{1}{1000}\left(\frac{l}{cm^3}\right) \times \frac{1}{D\left(\frac{g}{cm^3}\right)} \times 3600\left(\frac{s}{hr}\right) \times NV^{\wedge}_{F.ML}\left(\frac{g}{s}\right) \times \frac{1}{V\left(\frac{km}{hr}\right)} \qquad \text{式 4.6-3}$$

$$NV^{\wedge}_{F.ML}\left(\frac{g}{km}\right) = NV^{\wedge}_{F.ML}\left(\frac{g}{s}\right) \times 3600\left(\frac{s}{hr}\right) \times \frac{1}{V\left(\frac{km}{hr}\right)} \qquad \text{式 4.6-4}$$

其中：

$NV^{\wedge}_{F.ML}$：本計畫大貨車之動態能耗/CO_2 排放量；

D 為油品容積係數(g/cm^3)：臺灣中油股份有限公司市售之柴油補給密度(Density at 15℃, g/ml) 0.8392 g/ml。

V：該秒的瞬時速率(km/hr)。

表 4.6-2 大貨車之能耗與排放推估值（以 2015 年 N_{IOT} 為輸入值）：單位 l/s、g/s

單位：l/s(FUEL)、g/s(CO_2)

速率	國道速限 90-100 一般道路段(C1)										省縣道	
	正 2 度坡(C1 G+2%)		正 1 度坡(C1 G+1%)		平坡(C1 G 0%)		負 1 度坡(C1 G-1%)		負 2 度坡(C1 G-2%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
0					0.35518425	1.10296729					0.35518425	1.10296729
1											0.53882763	1.67324214
2											0.59186067	1.83792768
3											0.64489371	2.00261322
4											0.69792675	2.16729876
5											0.75095980	2.33198431
6											0.80399284	2.49666985
7											0.85702588	2.66135539
8											0.91005892	2.82604093
9											0.96309196	2.99072647
10											1.01612501	3.15541202
11											1.06915805	3.32009756
12											1.12219109	3.48478310
13											1.17522413	3.64946864
14											1.22825717	3.81415418
15											1.28129021	3.97883973
16											1.33432326	4.14352527
17											1.38735630	4.30821081
18											1.44038934	4.47289635

速率	國道速限 90-100 一般道路段(C1)										省縣道	
	正 2 度坡(C1 G+2%)		正 1 度坡(C1 G+1%)		平坡(C1 G 0%)		負 1 度坡(C1 G-1%)		負 2 度坡(C1 G-2%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
19											1.49342238	4.63758189
20											1.54645542	4.80226744
21											1.59948846	4.96695298
22											1.65252151	5.13163852
23											1.70555455	5.29632406
24											1.75858759	5.46100961
25											1.81162063	5.62569515
26											1.86465367	5.79038069
27											1.91768672	5.95506623
28											1.97071976	6.11975177
29											2.02375280	6.28443732
30	8.26341699	25.66070623									2.07678584	6.44912286
31	8.26341699	25.66070623									2.12981888	6.61380840
32	8.26341699	25.66070623									2.18285192	6.77849394
33	8.26341699	25.66070623									2.23588497	6.94317948
34	8.26341699	25.66070623									2.28891801	7.10786503
35	8.26341699	25.66070623									2.34195105	7.27255057
36	8.26341699	25.66070623									2.39498409	7.43723611
37	8.26341699	25.66070623									2.44801713	7.60192165
38	8.26341699	25.66070623									2.50105018	7.76660719
39	8.26341699	25.66070623									2.55408322	7.93129274

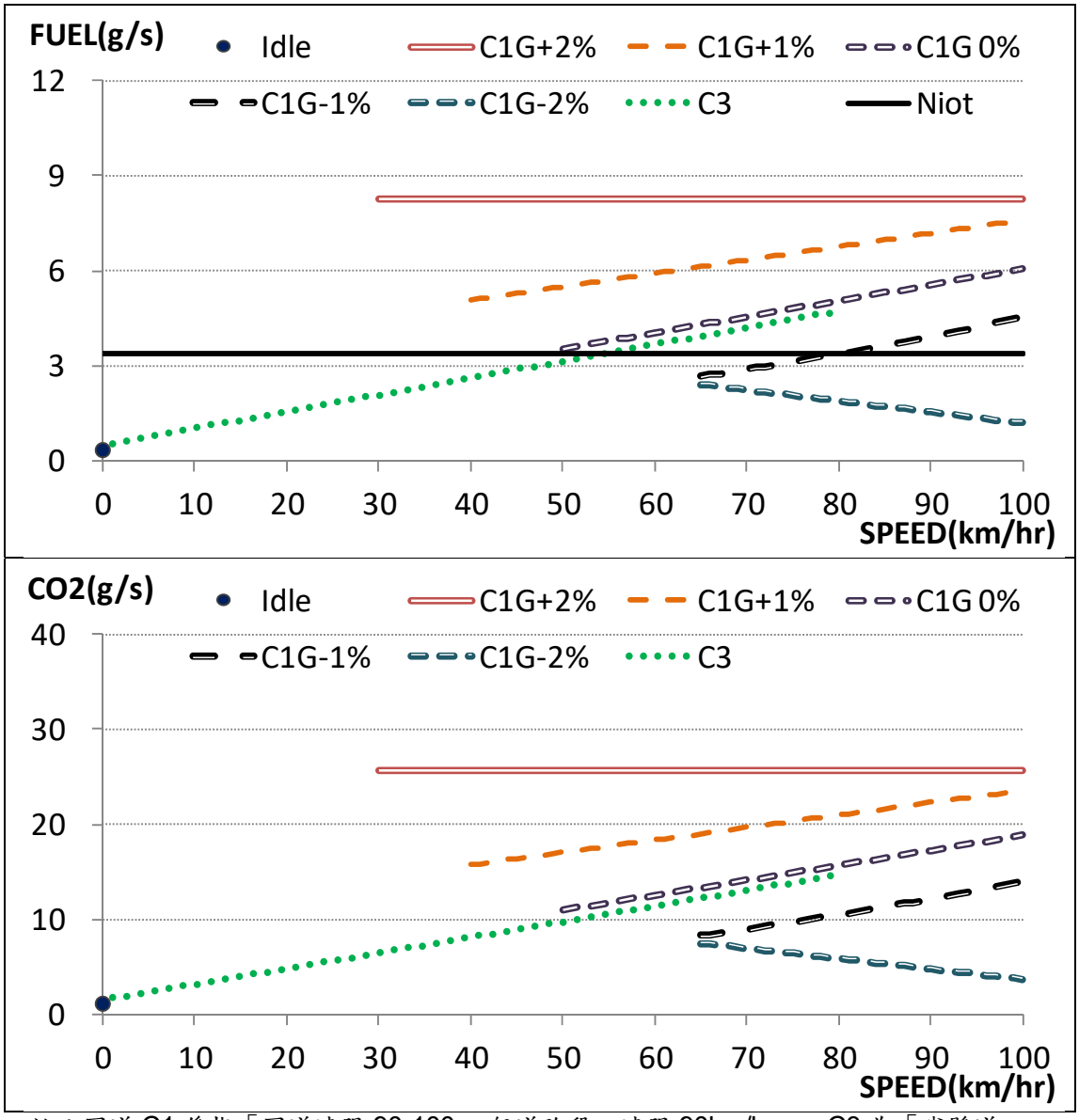
速率	國道速限 90-100 一般道路段(C1)										省縣道	
	正 2 度坡(C1 G+2%)		正 1 度坡(C1 G+1%)		平坡(C1 G 0%)		負 1 度坡(C1 G-1%)		負 2 度坡(C1 G-2%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
40	8.26341699	25.66070623	5.06375543	15.72467428							2.60711626	8.09597828
41	8.26341699	25.66070623	5.10600410	15.85587069							2.66014930	8.26066382
42	8.26341699	25.66070623	5.14825277	15.98706710							2.71318234	8.42534936
43	8.26341699	25.66070623	5.19050143	16.11826351							2.76621538	8.59003491
44	8.26341699	25.66070623	5.23275010	16.24945991							2.81924843	8.75472045
45	8.26341699	25.66070623	5.27499877	16.38065632							2.87228147	8.91940599
46	8.26341699	25.66070623	5.31724743	16.51185273							2.92531451	9.08409153
47	8.26341699	25.66070623	5.35949610	16.64304914							2.97834755	9.24877707
48	8.26341699	25.66070623	4.40174477	16.77424555							3.03138059	9.41346262
49	8.26341699	25.66070623	4.44399343	16.90544196							3.08441364	9.57814816
50	8.26341699	25.66070623	4.48624210	17.03663836	3.52806880	10.95584758					3.13744668	9.74283370
51	8.26341699	25.66070623	5.52849077	17.16783477	3.57873547	11.11318474					3.19047972	9.90751924
52	8.26341699	25.66070623	5.57073943	17.29903118	3.62940214	11.27052190					3.24351276	10.07220478
53	8.26341699	25.66070623	5.61298810	17.43022759	3.68006881	11.42785906					3.29654580	10.23689033
54	8.26341699	25.66070623	5.65523677	17.56142400	3.73073548	11.58519622					3.34957884	10.40157587
55	8.26341699	25.66070623	5.69748544	17.69262041	3.78140215	11.74253338					3.40261189	10.56626141
56	8.26341699	25.66070623	5.73973410	17.82381682	3.83206882	11.89987053					3.45564493	10.73094695
57	8.26341699	25.66070623	5.78198277	17.95501322	3.88273549	12.05720769					3.50867797	10.89563249
58	8.26341699	25.66070623	5.82423144	18.08620963	3.93340216	12.21454485					3.56171101	11.06031804
59	8.26341699	25.66070623	5.86648010	18.21740604	3.98406883	12.37188201					3.61474405	11.22500358
60	8.26341699	25.66070623	5.90872877	18.34860245	4.03473550	12.52921917					3.66777710	11.38968912

速率	國道速限 90-100 一般道路段(C1)										省縣道	
	正 2 度坡(C1 G+2%)		正 1 度坡(C1 G+1%)		平坡(C1 G 0%)		負 1 度坡(C1 G-1%)		負 2 度坡(C1 G-2%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
61	8.26341699	25.66070623	5.95097744	18.47979886	4.08540218	12.68655633					3.72081014	11.55437466
62	8.26341699	25.66070623	5.99322610	18.61099527	4.13606885	12.84389348					3.77384318	11.71906021
63	8.26341699	25.66070623	6.03547477	18.74219167	4.18673552	13.00123064					3.82687622	11.88374575
64	8.26341699	25.66070623	6.07772344	18.87338808	4.23740219	13.15856780					3.87990926	12.04843129
65	8.26341699	25.66070623	6.11997210	19.00458449	4.28806886	13.31590496	2.66907806	8.28839063	2.39980944	7.45222046	3.93294230	12.21311683
66	8.26341699	25.66070623	6.16222077	19.13578090	4.33873553	13.47324212	2.71136993	8.41972122	2.36491712	7.34386797	3.98597535	12.37780237
67	8.26341699	25.66070623	6.20446944	19.26697731	4.38940220	13.63057927	2.75430749	8.55305685	2.33002479	7.23551549	4.03900839	12.54248792
68	8.26341699	25.66070623	6.24671811	19.39817372	4.44006887	13.78791643	2.79789072	8.68839753	2.29513246	7.12716301	4.09204143	12.70717346
69	8.26341699	25.66070623	6.28896677	19.52937013	4.49073554	13.94525359	2.84211963	8.82574326	2.26024013	7.01881052	4.14507447	12.87185900
70	8.26341699	25.66070623	6.33121544	19.66056653	4.54140221	14.10259075	2.88699421	8.96509404	2.22534781	6.91045804	4.19810751	13.03654454
71	8.26341699	25.66070623	6.37346411	19.79176294	4.59206888	14.25992791	2.93251447	9.10644986	2.19045548	6.80210555	4.25114056	13.20123008
72	8.26341699	25.66070623	6.41571277	19.92295935	4.64273555	14.41726507	2.97868042	9.24981073	2.15556315	6.69375307	4.30417360	13.36591563
73	8.26341699	25.66070623	6.45796144	20.05415576	4.69340222	14.57460222	3.02549203	9.39517664	2.12067082	6.58540058	4.35720664	13.53060117
74	8.26341699	25.66070623	6.50021011	20.18535217	4.74406889	14.73193938	3.07294933	9.54254761	2.08577850	6.47704810	4.41023968	13.69528671
75	8.26341699	25.66070623	6.54245877	20.31654858	4.79473556	14.88927654	3.12105230	9.69192362	2.05088617	6.36869562	4.46327272	13.85997225
76	8.26341699	25.66070623	6.58470744	20.44774498	4.84540223	15.04661370	3.16980095	9.84330468	2.01599384	6.26034313	4.51630576	14.02465779
77	8.26341699	25.66070623	6.62695611	20.57894139	4.89606890	15.20395086	3.21919528	9.99669078	1.98110152	6.15199065	4.56933881	14.18934334
78	8.26341699	25.66070623	6.66920477	20.71013780	4.94673557	15.36128802	3.26923529	10.15208193	1.94620919	6.04363816	4.62237185	14.35402888
79	8.26341699	25.66070623	6.71145344	20.84133421	4.99740224	15.51862517	3.31992097	10.30947813	1.91131686	5.93528568	4.67540489	14.51871442
80	8.26341699	25.66070623	6.75370211	20.97253062	5.04806891	15.67596233	3.37125233	10.46887938	1.87642453	5.82693319	4.72843793	14.68339996
81	8.26341699	25.66070623	6.79595078	21.10372703	5.09873558	15.83329949	3.42322937	10.63028567	1.84153221	5.71858071		

速率	國道速限 90-100 一般道路段(C1)										省縣道	
	正 2 度坡(C1 G+2%)		正 1 度坡(C1 G+1%)		平坡(C1 G 0%)		負 1 度坡(C1 G-1%)		負 2 度坡(C1 G-2%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
82	8.26341699	25.66070623	6.83819944	21.23492344	5.14940225	15.99063665	3.47585209	10.79369701	1.80663988	5.61022823		
83	8.26341699	25.66070623	6.88044811	21.36611984	5.20006893	16.14797381	3.52912048	10.95911340	1.77174755	5.50187574		
84	8.26341699	25.66070623	6.92269678	21.49731625	5.25073560	16.30531097	3.58303455	11.12653484	1.73685523	5.39352326		
85	8.26341699	25.66070623	6.96494544	21.62851266	5.30140227	16.46264812	3.63759430	11.29596132	1.70196290	5.28517077		
86	8.26341699	25.66070623	7.00719411	21.75970907	5.35206894	16.61998528	3.69279972	11.46739285	1.66707057	5.17681829		
87	8.26341699	25.66070623	7.04944278	21.89090548	5.40273561	16.77732244	3.74865083	11.64082942	1.63217824	5.06846580		
88	8.26341699	25.66070623	7.09169144	22.02210189	5.45340228	16.93465960	3.80514761	11.81627105	1.59728592	4.96011332		
89	8.26341699	25.66070623	7.13394011	22.15329829	5.50406895	17.09199676	3.86229007	11.99371772	1.56239359	4.85176084		
90	8.26341699	25.66070623	7.17618878	22.28449470	5.55473562	17.24933392	3.92007820	12.17316944	1.52750126	4.74340835		
91	8.26341699	25.66070623	7.21843744	22.41569111	5.60540229	17.40667107	3.97851201	12.35462620	1.49260893	4.63505587		
92	8.26341699	25.66070623	7.26068611	22.54688752	5.65606896	17.56400823	4.03759150	12.53808801	1.45771661	4.52670338		
93	8.26341699	25.66070623	7.30293478	22.67808393	5.70673563	17.72134539	4.09731667	12.72355487	1.42282428	4.41835090		
94	8.26341699	25.66070623	7.34518345	22.80928034	5.75740230	17.87868255	4.15768752	12.91102678	1.38793195	4.30999841		
95	8.26341699	25.66070623	7.38743211	22.94047675	5.80806897	18.03601971	4.21870404	13.10050373	1.35303963	4.20164593		
96	8.26341699	25.66070623	7.42968078	23.07167315	5.85873564	18.19335686	4.28036624	13.29198573	1.31814730	4.09329345		
97	8.26341699	25.66070623	7.47192945	23.20286956	5.90940231	18.35069402	4.34267412	13.48547278	1.28325497	3.98494096		
98	8.26341699	25.66070623	7.51417811	23.33406597	5.96006898	18.50803118	4.40562768	13.68096488	1.24836264	3.87658848		
99	8.26341699	25.66070623	7.55642678	23.46526238	6.01073565	18.66536834	4.46922691	13.87846202	1.21347032	3.76823599		
100	8.26341699	25.66070623	7.59867545	23.59645879	6.06140232	18.82270550	4.53347182	14.07796421	1.17857799	3.65988351		

註：國道 C1 係指「國道速限 90-100 一般道路段，速限 90km/hr」、C3 為「省縣道」，其中 G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度%＜2%」；G 0%為「-1%＜坡度%＜1%」；G-1%為「-2%＜坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。

資料來源：本計畫。



註：國道 C1 係指「國道速限 90-100 一般道路段，速限 90km/hr」、C3 為「省縣道」，其中 G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度%＜2%」；G 0%為「-1%＜坡度%＜1%」；G-1%為「-2%＜坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。

資料來源：本計畫。

圖 4.6.1 全國大貨車能耗/CO_2 排放輸出結果：單位 l/s、g/s

表 4.6-3 大貨車之能耗與排放推估值（以 2015 年 N_{IOT} 為輸入值）：單位 l/km、g/km

單位：l/km(FUEL)、g/km(CO_2)

速率	國道速限 90-100 一般道路段(C1)										省縣道	
	正 2 度坡(C1 G+2%)		正 1 度坡(C1 G+1%)		平坡(C1 G 0%)		負 1 度坡(C1 G-1%)		負 2 度坡(C1 G-2%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
5											0.64429344	1679.02869966
6											0.57482805	1498.00190831
7											0.52520992	1368.69705735
8											0.48799632	1271.71841913
9											0.45905241	1196.29058940
10											0.43589729	1135.94832562
11											0.41695218	1086.57738252
12											0.40116459	1044.43492994
13											0.38780587	1010.62208545
14											0.37635553	980.78250446
15											0.36643190	954.92153427
16											0.35774873	932.29318535
17											0.35008710	912.32699513
18											0.34327677	894.57927049
19											0.33718332	878.69972739
20											0.33169921	864.40813860
21											0.32673740	851.47765350
22											0.32222666	839.72266705
23											0.31810816	828.98985333

速率	國道速限 90-100 一般道路段(C1)										省縣道	
	正 2 度坡(C1 G+2%)		正 1 度坡(C1 G+1%)		平坡(C1 G 0%)		負 1 度坡(C1 G-1%)		負 2 度坡(C1 G-2%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
24											0.31433286	819.15144076
25											0.31085959	810.10010119
26											0.30765350	801.74501852
27											0.30468489	794.00883085
28											0.30192833	786.82522802
29											0.29936187	780.13704607
30	1.18161349	3079.28474733									0.29696652	773.89474292
31	1.14349692	2979.95298128									0.29472570	768.05516901
32	1.10776264	2886.82945062									0.29262493	762.58056846
33	1.07419408	2799.34977030									0.29065148	757.43776189
34	1.04260014	2717.01595352									0.28879412	752.59747335
35	1.01281156	2639.38692628									0.28704289	748.03377273
36	0.98467791	2566.07062277									0.28538895	743.72361103
37	0.95806499	2496.71736270									0.28382442	739.64643105
38	0.93285275	2431.01427421									0.28234223	735.78383948
39	0.90893345	2368.68057487									0.28093604	732.11932954
40	0.88621012	2309.46356049	0.54306243	1415.22068519							0.27960017	728.63804509
41	0.86459523	2253.13518097	0.53423745	1392.22279215							0.27832946	725.32657939
42	0.84400963	2199.48910523	0.52583271	1370.32003687							0.27711926	722.17280254
43	0.82438150	2148.33819581	0.51781889	1349.43601440							0.27596535	719.16571298
44	0.80564556	2099.51232772	0.51016933	1329.50126567							0.27486389	716.29530931

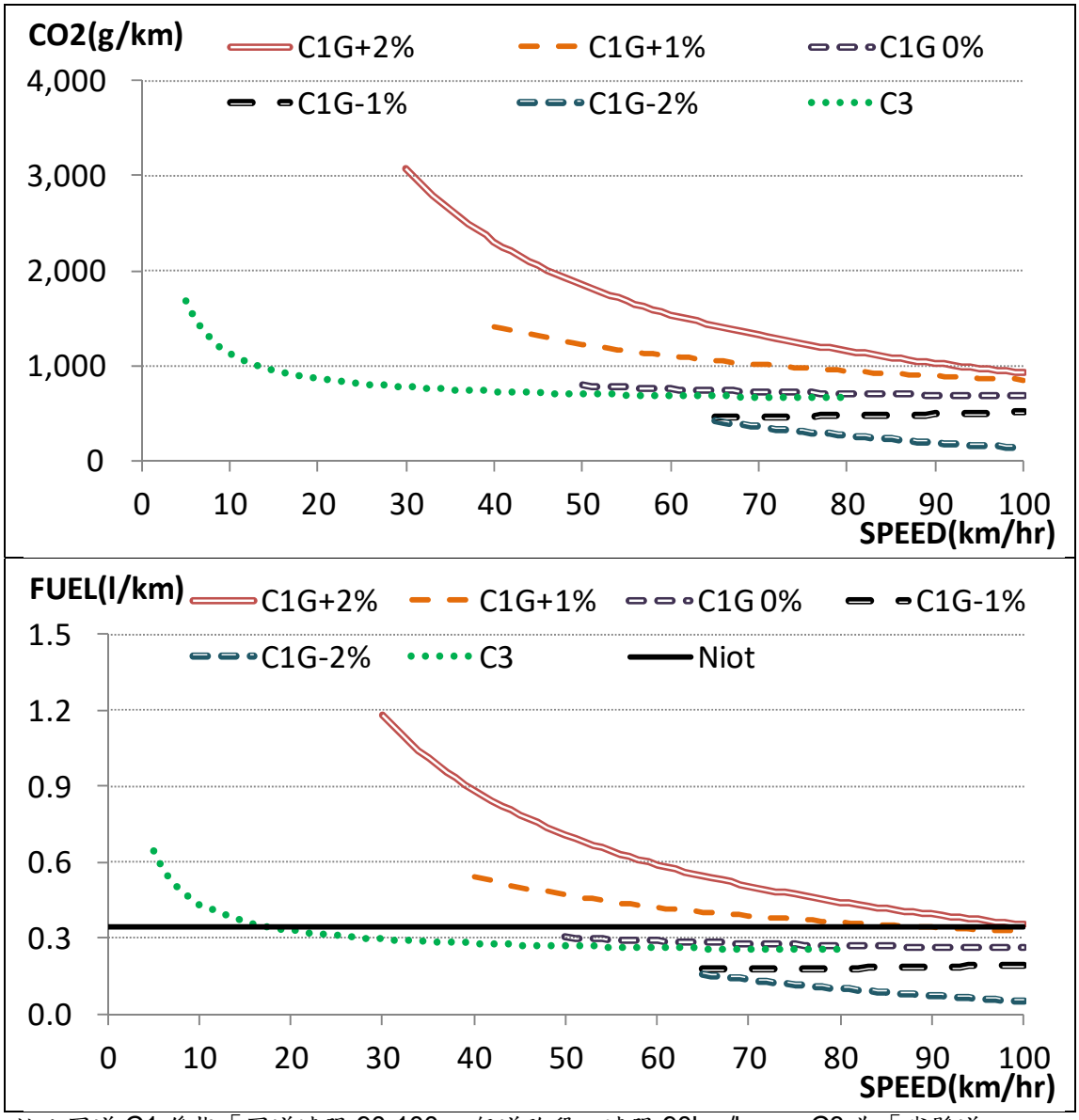
速率	國道速限 90-100 一般道路段(C1)										省縣道	
	正 2 度坡(C1 G+2%)		正 1 度坡(C1 G+1%)		平坡(C1 G 0%)		負 1 度坡(C1 G-1%)		負 2 度坡(C1 G-2%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
45	0.78774232	2052.85649822	0.50285975	1310.45250578							0.27381139	713.55247914
46	0.77061749	2008.22918304	0.49586798	1292.23195284							0.27280464	710.92890246
47	0.75422137	1965.50090255	0.48917373	1274.78674258							0.27184074	708.41696733
48	0.73850843	1924.55296708	0.48275841	1258.06841607							0.27091700	706.00969617
49	0.72343683	1885.27637591	0.47660494	1242.03247025							0.27003096	703.70068097
50	0.70896809	1847.57084840	0.47069761	1226.63796225	0.30269418	788.82102606					0.26918036	701.48402639
51	0.69506676	1811.34396902	0.46502193	1211.84716045	0.30102076	784.46009947					0.26836312	699.35429943
52	0.68170009	1776.51043115	0.45956456	1197.62523565	0.29941170	780.26690082					0.26757732	697.30648505
53	0.66883782	1742.99136641	0.45431312	1183.93998725	0.29786337	776.23193608					0.26682116	695.33594668
54	0.65645194	1710.71374851	0.44925618	1170.76159990	0.29637238	772.34641448					0.26609301	693.43839121
55	0.64451645	1679.60986218	0.44438313	1158.06242664	0.29493560	768.60218458					0.26539134	691.60983777
56	0.63300723	1649.61682892	0.43968411	1145.81679528	0.29355014	764.99167717					0.26471473	689.84658980
57	0.62190184	1620.67618280	0.43514998	1134.00083519	0.29221330	761.50785424					0.26406186	688.14521018
58	0.61117939	1592.73349000	0.43077219	1122.59232201	0.29092255	758.14416313					0.26343150	686.50249883
59	0.60082042	1565.73800712	0.42654280	1111.57053809	0.28967555	754.89449544					0.26282251	684.91547260
60	0.59080674	1539.64237366	0.42245439	1100.91614696	0.28847013	751.75315001					0.26223382	683.38134725
61	0.58112139	1514.40233475	0.41850003	1090.61108013	0.28730422	748.71479952					0.26166444	681.89752109
62	0.57174846	1489.97649064	0.41467323	1080.63843481	0.28617592	745.77446033					0.26111342	680.46156029
63	0.56267309	1466.32607016	0.41096791	1070.98238141	0.28508345	742.92746524					0.26057989	679.07118555
64	0.55388132	1443.41472531	0.40737839	1061.62807968	0.28402511	740.16943875					0.26006303	677.72426002
65	0.54536007	1421.20834492	0.40389931	1052.56160262	0.28299934	737.49627461	0.17615093	459.04932720	0.15838003	412.73836381	0.25956208	676.41877835

速率	國道速限 90-100 一般道路段(C1)										省縣道	
	正 2 度坡(C1 G+2%)		正 1 度坡(C1 G+1%)		平坡(C1 G 0%)		負 1 度坡(C1 G-1%)		負 2 度坡(C1 G-2%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
66	0.53709704	1399.67488515	0.40052566	1043.76986728	0.28200465	734.90411545	0.17623082	459.25752091	0.15371244	400.57461674	0.25907631	675.15285673
67	0.52908067	1378.78421522	0.39725271	1035.24057181	0.28103965	732.38933417	0.17634967	459.56723376	0.14918418	388.77396659	0.25860504	673.92472382
68	0.52130007	1358.50797676	0.39407603	1026.96213796	0.28010304	729.94851705	0.17650575	459.97398697	0.14478910	377.32039438	0.25814763	672.73271247
69	0.51374499	1338.81945536	0.39099143	1018.92365872	0.27919357	727.57844825	0.17669745	460.47356138	0.14052142	366.19880978	0.25770347	671.57525216
70	0.50640578	1319.69346314	0.38799495	1011.11485032	0.27831009	725.27609570	0.17692325	461.06197894	0.13637567	355.39498474	0.25727201	670.45086215
71	0.49927330	1301.10623126	0.38508289	1003.52600835	0.27745150	723.03859815	0.17718169	461.73548573	0.13234670	344.89549279	0.25685270	669.35814510
72	0.49233895	1283.03531139	0.38225171	996.14796755	0.27661675	720.86325331	0.17747143	462.49053635	0.12842964	334.68765340	0.25644504	668.29578131
73	0.48559458	1264.45948520	0.37949811	988.97206485	0.27580488	718.74750696	0.17779117	463.32377968	0.12461991	324.75948085	0.25604855	667.26252336
74	0.47903249	1248.35868135	0.37681892	981.99010547	0.27501494	716.68894295	0.17813970	464.23204576	0.12091314	315.09963728	0.25566277	666.25719131
75	0.47264539	1231.71389893	0.37421118	975.19433167	0.27424608	714.68527397	0.17851586	465.21233368	0.11730521	305.69738954	0.25528729	665.27866812
76	0.46642638	1215.50713710	0.37167206	968.57739402	0.27349744	712.73433313	0.17891857	466.26180046	0.11379224	296.54256937	0.25492168	664.32589553
77	0.46036889	1199.72133013	0.36919890	962.13232488	0.27276825	710.83406607	0.17934680	467.37775082	0.11037051	287.62553674	0.25456557	663.39787028
78	0.45446673	1184.34028743	0.36678915	955.85251393	0.27205776	708.98252381	0.17979955	468.55762771	0.10703651	278.93714597	0.25421859	662.49364056
79	0.44871398	1169.34863823	0.36444040	949.73168553	0.27136526	707.17785604	0.18027590	469.79900353	0.10378692	270.46871446	0.25388039	661.61230272
80	0.44310506	1154.73178025	0.36215038	943.76387784	0.27069006	704.41830496	0.18077497	471.09957208	0.10061857	262.21199374	0.25355065	660.75299833
81	0.43763462	1140.47583234	0.35991689	937.94342343	0.27003154	703.70219959	0.18129591	472.45714103	0.09752845	254.15914266		
82	0.43229762	1126.56759049	0.35773789	932.26493132	0.26938908	702.02795044	0.18183792	473.86962501	0.09451370	246.30270259		
83	0.42708921	1112.99448699	0.35561139	926.72327035	0.26876210	700.39404465	0.18240025	475.33503912	0.09157159	238.63557433		
84	0.42200482	1099.74455262	0.35353552	921.31355368	0.26815005	698.79904138	0.18298215	476.85149301	0.08869954	231.15099673		
85	0.41704005	1086.80638141	0.35150849	916.03112447	0.26755241	697.24156760	0.18358296	478.41718528	0.08589506	223.84252685		
86	0.41219075	1074.16909790	0.34952860	910.87154245	0.26696865	695.72031413	0.18420199	480.03039831	0.08315580	216.70402139		

速率	國道速限 90-100 一般道路段(C1)										省縣道	
	正 2 度坡(C1 G+2%)		正 1 度坡(C1 G+1%)		平坡(C1 G 0%)		負 1 度坡(C1 G-1%)		負 2 度坡(C1 G-2%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
87	0.40745293	1061.82232666	0.34759423	905.83057150	0.26639832	694.23403201	0.18483864	481.68949344	0.08047952	209.72961949		
88	0.40282278	1049.75616386	0.34570383	900.90416808	0.26584096	692.78152903	0.18549229	483.39290652	0.07786405	202.91372673		
89	0.39829668	1037.96115078	0.34385590	896.08847036	0.26529611	691.36166657	0.18616237	485.13914369	0.07530737	196.25100010		
90	0.39387116	1026.42824911	0.34204904	891.37978814	0.26476338	689.97335661	0.18684834	486.92677747	0.07280750	189.73633407		
91	0.38954291	1015.14881780	0.34028189	886.77459344	0.26424235	688.61555895	0.18754967	488.75444315	0.07036257	183.36484750		
92	0.38530875	1004.11459152	0.33855315	882.26951167	0.26373265	687.28727863	0.18826586	490.62083532	0.06797079	177.13187152		
93	0.38116564	993.31766043	0.33686159	877.86131337	0.26323391	685.98756348	0.18899643	492.52470476	0.06563044	171.03293802		
94	0.37711069	982.75045127	0.33520603	873.54690653	0.26274578	684.71550185	0.18974093	494.46485538	0.06333990	165.06376907		
95	0.37314110	972.40570968	0.33358531	869.32332931	0.26226793	683.47022046	0.19049890	496.44014145	0.06109757	159.22026684		
96	0.36925421	962.27648354	0.33199837	865.18774328	0.26180003	682.25088243	0.19126994	498.44946500	0.05890196	153.49850423		
97	0.36544747	952.35610742	0.33044414	861.13742707	0.26134178	681.05668539	0.19205364	500.49177331	0.05675162	147.89471611		
98	0.36171841	942.63818796	0.32892163	857.16977037	0.26089289	679.88685972	0.19284960	502.56605666	0.05464516	142.40529102		
99	0.35806469	933.11659010	0.32742988	853.28226835	0.26045306	678.74066690	0.19365746	504.67134609	0.05258126	137.02676340		
100	0.35448405	923.78542420	0.32596796	849.47251637	0.26002203	677.61739793	0.19447687	506.80671144	0.05055864	131.75580633		

註：國道 C1 係指「國道速限 90-100 一般道路段，速限 90km/hr」、C3 為「省縣道」，其中 G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度%＜2%」；G 0%為「-1%＜坡度%＜1%」；G-1%為「-2%＜坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。

資料來源：本計畫。



註：國道 C1 係指「國道速限 90-100 一般道路段，速限 90km/hr」、C3 為「省縣道」，其中 G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度%＜2%」；G 0%為「-1%＜坡度%＜1%」；G-1%為「-2%＜坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。

資料來源：本計畫。

圖 4.6.2 全國大貨車之能耗/CO_2 排放輸出結果：單位 l/km、g/km

4.7 國道能耗/排放模式之簡易版

本計畫所建立大貨車國道能耗/CO_2能耗推估模式,已將不同坡度分別建模。然而，若運輸規劃路網屬性未能取得坡度資料，較不易與能耗模式結合應用，因此，考量能耗模式應用簡便性，以實際坡度變化結合能耗推估結果，提供不同速率下各縣市區間國道平均能耗/碳排率，分析步驟如下。

步驟 1：蒐集與整理國 1 路段坡型資料。

步驟 2：以各縣市為分析區間，將國 1 區分為不同路段；

步驟 3：與模式應用版整合，推估出國 1 路段各速率單位下，產生的總能耗與 CO_2 排放；

步驟 4：將各路段總能耗/碳排放量除以距離，便可得到平均能耗率/碳排率。

本計畫根據上述步驟，推估國 1 主線路段北上與南下，每 5 公里速率單位之能耗/排放係數表如表 4.7-2~5。各路段在不同的方向性下，由於坡度相反的特性，也呈現截然不同的結果，例如苗栗-三義路段，北上為長下坡，能耗/排放效率較佳，反之，南下為長陡坡，而南下則明顯耗能。有關國 1 主要路段的平均坡度，詳表 4.7-1。

表 4.7-1 國 1 主要路段平均坡度

路段	里程(km)	平均坡度(%)
基隆端-臺北	24.2	-0.06
臺北-林口	16.6	1.34
林口-桃園	8.0	-2.10
桃園-楊梅	19.7	0.49
楊梅-新竹	24.6	-0.56
新竹-頭份	16.9	-0.04
頭份-苗栗	21.8	0.19
苗栗-三義	18.0	1.53
三義-臺中	27.9	-0.89
臺中-彰化	20.4	-0.41
彰化-員林	12.9	0.10
員林-斗南	29.1	0.01
斗南-嘉義	23.3	-0.03
嘉義-新營	24.3	-0.06
新營-臺南仁德	38.9	-0.01
臺南仁德-岡山	22.4	0.02
岡山-高雄端	23.1	0.01

註：以南下為例(北上與南下相反)。
資料來源：交通部國道高速公路局。

表 4.7-2 大貨車國 1「北上」各路段能耗率推估結果

單位：公升/公里(柴油)

路段(單向)	里程(km)	路段平均速率(km/hr)										
		50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
基隆-臺北	24.2	0.312	0.301	0.292	0.284	0.277	0.272	0.267	0.263	0.260	0.256	0.254
臺北-林口	16.6	0.283	0.265	0.250	0.238	0.227	0.218	0.210	0.204	0.198	0.192	0.188
林口-桃園	8.0	0.537	0.497	0.464	0.436	0.412	0.392	0.373	0.357	0.343	0.330	0.319
桃園-楊梅	19.7	0.298	0.287	0.277	0.270	0.263	0.258	0.253	0.249	0.246	0.243	0.241
楊梅-新竹	24.6	0.372	0.353	0.337	0.323	0.312	0.302	0.293	0.286	0.279	0.273	0.268
新竹-頭份	16.9	0.344	0.325	0.310	0.297	0.286	0.277	0.269	0.263	0.257	0.252	0.247
頭份-苗栗	21.8	0.327	0.311	0.298	0.288	0.278	0.270	0.264	0.258	0.253	0.248	0.244
苗栗-三義	18.0	0.283	0.261	0.243	0.228	0.215	0.204	0.194	0.186	0.179	0.173	0.167
三義-臺中	27.9	0.398	0.376	0.357	0.341	0.328	0.316	0.306	0.297	0.289	0.282	0.276
臺中-彰化	20.4	0.338	0.326	0.317	0.308	0.301	0.295	0.290	0.285	0.281	0.277	0.274
彰化-員林	12.9	0.306	0.298	0.291	0.286	0.281	0.276	0.273	0.269	0.267	0.264	0.262
員林-斗南	29.1	0.303	0.295	0.288	0.283	0.278	0.274	0.271	0.268	0.265	0.262	0.260
斗南-嘉義	23.3	0.306	0.298	0.291	0.285	0.281	0.276	0.273	0.269	0.266	0.264	0.261
嘉義-新營	24.3	0.305	0.297	0.290	0.284	0.280	0.275	0.272	0.269	0.266	0.263	0.261
新營-臺南仁德	38.9	0.329	0.319	0.312	0.305	0.300	0.295	0.291	0.288	0.285	0.282	0.280
臺南仁德-岡山	22.4	0.261	0.255	0.249	0.244	0.240	0.237	0.234	0.231	0.229	0.227	0.225
岡山-高雄	23.1	0.311	0.302	0.296	0.290	0.285	0.281	0.277	0.274	0.271	0.269	0.267

資料來源：本計畫。

表 4.7-3 大貨車國 1「南下」各路段能耗率推估結果

單位：公升/公里(柴油)

路段(單向)	里程(km)	路段平均速率(km/hr)										
		50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
基隆-臺北	24.2	0.323	0.311	0.301	0.293	0.286	0.280	0.275	0.270	0.267	0.263	0.260
臺北-林口	16.6	0.449	0.420	0.396	0.377	0.360	0.345	0.332	0.321	0.311	0.302	0.294
林口-桃園	8.0	0.256	0.235	0.217	0.202	0.189	0.179	0.169	0.161	0.154	0.148	0.143
桃園-楊梅	19.7	0.352	0.336	0.324	0.313	0.304	0.296	0.289	0.282	0.277	0.272	0.268
楊梅-新竹	24.6	0.305	0.291	0.279	0.269	0.261	0.255	0.249	0.244	0.239	0.236	0.232
新竹-頭份	16.9	0.352	0.332	0.316	0.303	0.291	0.281	0.273	0.266	0.259	0.253	0.248
頭份-苗栗	21.8	0.346	0.329	0.315	0.304	0.294	0.286	0.278	0.272	0.267	0.262	0.258
苗栗-三義	18.0	0.493	0.458	0.428	0.404	0.383	0.364	0.348	0.334	0.322	0.311	0.301
三義-臺中	27.9	0.295	0.280	0.268	0.258	0.249	0.242	0.237	0.232	0.227	0.224	0.221
臺中-彰化	20.4	0.278	0.271	0.266	0.261	0.258	0.255	0.252	0.250	0.249	0.247	0.246
彰化-員林	12.9	0.300	0.292	0.286	0.281	0.276	0.272	0.269	0.266	0.263	0.261	0.259
員林-斗南	29.1	0.303	0.295	0.288	0.283	0.278	0.274	0.271	0.268	0.265	0.262	0.260
斗南-嘉義	23.3	0.300	0.293	0.286	0.281	0.276	0.272	0.269	0.266	0.263	0.261	0.259
嘉義-新營	24.3	0.301	0.294	0.287	0.282	0.277	0.273	0.270	0.267	0.264	0.261	0.259
新營-臺南仁德	38.9	0.329	0.319	0.312	0.306	0.300	0.295	0.291	0.288	0.285	0.282	0.280
臺南仁德-岡山	22.4	0.265	0.258	0.252	0.247	0.243	0.239	0.236	0.233	0.231	0.228	0.226
岡山-高雄	23.1	0.317	0.309	0.301	0.295	0.290	0.285	0.282	0.278	0.275	0.272	0.270

資料來源：本計畫。

表 4.7-4 大貨車國 1「北上」各路段碳排率推估結果

單位：公斤/公里

路段(單向)	里程(km)	路段平均速率(km/hr)										
		50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
基隆-臺北	24.2	0.814	0.785	0.760	0.740	0.723	0.708	0.696	0.685	0.676	0.668	0.661
臺北-林口	16.6	0.738	0.691	0.652	0.620	0.592	0.568	0.548	0.530	0.515	0.501	0.489
林口-桃園	8.0	1.399	1.296	1.210	1.137	1.074	1.020	0.973	0.931	0.894	0.861	0.831
桃園-楊梅	19.7	0.776	0.747	0.723	0.703	0.686	0.672	0.660	0.650	0.641	0.634	0.627
楊梅-新竹	24.6	0.968	0.919	0.877	0.843	0.813	0.787	0.765	0.745	0.727	0.712	0.698
新竹-頭份	16.9	0.895	0.847	0.807	0.774	0.746	0.723	0.702	0.685	0.669	0.656	0.644
頭份-苗栗	21.8	0.853	0.812	0.778	0.749	0.725	0.705	0.687	0.672	0.658	0.646	0.636
苗栗-三義	18.0	0.736	0.679	0.632	0.593	0.560	0.531	0.507	0.485	0.466	0.450	0.435
三義-臺中	27.9	1.038	0.979	0.930	0.889	0.854	0.823	0.797	0.774	0.754	0.735	0.719
臺中-彰化	20.4	0.881	0.851	0.825	0.803	0.785	0.769	0.755	0.742	0.732	0.722	0.713
彰化-員林	12.9	0.799	0.777	0.760	0.745	0.732	0.721	0.711	0.702	0.695	0.688	0.681
員林-斗南	29.1	0.789	0.769	0.752	0.737	0.725	0.715	0.705	0.697	0.690	0.683	0.678
斗南-嘉義	23.3	0.798	0.777	0.759	0.744	0.731	0.720	0.710	0.702	0.694	0.687	0.681
嘉義-新營	24.3	0.794	0.773	0.756	0.741	0.729	0.718	0.708	0.700	0.692	0.686	0.680
新營-臺南仁德	38.9	0.856	0.832	0.813	0.796	0.782	0.770	0.759	0.750	0.742	0.735	0.729
臺南仁德-岡山	22.4	0.681	0.663	0.649	0.637	0.626	0.617	0.609	0.603	0.596	0.591	0.586
岡山-高雄	23.1	0.809	0.788	0.770	0.755	0.743	0.732	0.722	0.714	0.707	0.701	0.695

資料來源：本計畫。

表 4.7-5 大貨車國 1「南下」各路段碳排率推估結果

單位：公斤/公里

路段(單向)	里程(km)	路段平均速率(km/hr)										
		50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
基隆-臺北	24.2	0.842	0.810	0.785	0.763	0.745	0.729	0.716	0.705	0.695	0.686	0.678
臺北-林口	16.6	1.169	1.095	1.033	0.981	0.937	0.899	0.866	0.836	0.811	0.788	0.767
林口-桃園	8.0	0.668	0.612	0.565	0.527	0.494	0.466	0.442	0.421	0.402	0.386	0.372
桃園-楊梅	19.7	0.917	0.877	0.843	0.815	0.791	0.770	0.752	0.736	0.722	0.709	0.698
楊梅-新竹	24.6	0.794	0.757	0.727	0.702	0.681	0.663	0.648	0.635	0.624	0.614	0.605
新竹-頭份	16.9	0.916	0.865	0.824	0.789	0.759	0.733	0.711	0.692	0.675	0.660	0.647
頭份-苗栗	21.8	0.902	0.858	0.822	0.792	0.766	0.744	0.726	0.709	0.695	0.682	0.671
苗栗-三義	18.0	1.284	1.193	1.116	1.052	0.997	0.949	0.908	0.871	0.839	0.810	0.785
三義-臺中	27.9	0.770	0.730	0.698	0.672	0.650	0.632	0.616	0.603	0.592	0.583	0.575
臺中-彰化	20.4	0.725	0.707	0.692	0.681	0.671	0.663	0.657	0.652	0.648	0.645	0.642
彰化-員林	12.9	0.782	0.762	0.745	0.731	0.719	0.709	0.700	0.692	0.685	0.679	0.674
員林-斗南	29.1	0.789	0.769	0.752	0.737	0.725	0.715	0.705	0.697	0.690	0.683	0.678
斗南-嘉義	23.3	0.782	0.762	0.746	0.732	0.720	0.710	0.701	0.693	0.686	0.680	0.674
嘉義-新營	24.3	0.785	0.765	0.748	0.734	0.722	0.712	0.703	0.695	0.688	0.681	0.676
新營-臺南仁德	38.9	0.857	0.833	0.813	0.796	0.782	0.770	0.760	0.751	0.743	0.736	0.729
臺南仁德-岡山	22.4	0.690	0.672	0.657	0.644	0.633	0.623	0.615	0.608	0.601	0.595	0.590
岡山-高雄	23.1	0.827	0.804	0.785	0.769	0.756	0.744	0.734	0.725	0.717	0.710	0.703

資料來源：本計畫。

4.8 小結

在本計畫之模式構想與研究設計架構下，本計畫已藉由大貨車實際道路實驗數據，建構各項轉換因子，達成「以大貨車實際能耗平均值轉換大貨車在實際道路上之能耗/CO_2 排放推估曲線」之目的，將各項研究成果說明如下：

1. 大貨車能耗/排放推估模式建構所採用之資料庫(4.1 節)

(1) 104 年資料庫：依據大貨車能耗/CO_2 排放模式建構需求，進行各實驗項目的資料處理彙整出可分析之資料庫，樣本數共 42,718 筆，其中包含行駛狀態資料 24,807 筆，以及停等狀態 17,911 筆資料。

(2) 105 年資料庫：為建構國道分坡及省縣道大貨車能耗/CO2 排放推估模式，本計畫依實際調查資料，進行各項資料處理，並彙整用於建構大貨車能耗/CO2 排放推估模式所需資料庫，總樣本數共 70,394 筆，同時獨立 105/5/26 當日實驗資料，此資料用於模式驗證，不納入模式建構。

2. 以大貨車實際道路實驗資料建構推估曲線($NV^{\wedge}_{F}$)(4.2 節)

4.2 節中以實驗大貨車之實際道路實驗資料，建構一套能耗推估曲線，推估結果可知，不同道路類型及坡度之動態能耗曲線有所不同，各道路類型配適結果為：省縣道(C3)1 次式、國 1 正 2 度坡(C1 G+2%)平均值、國 1 正 1 度坡(C1 G+1%)1 次式、國 1 平坡(C1 G 0%)1 次式、國 1 負 1 度坡(C1 G-1%)2 次式去 1 次式、國 1 負 2 度坡(C1 G-2%)1 次式。

3. 大貨車能耗/CO_2 排放推估模式之建構($NV^{\wedge}_{F.ML}$)(4.3 節)

本計畫已完成建構之轉換率(FI^F.Cn、FI^F.Cn.G)，輔以碳排放轉換當量(FFU)，可將大貨車實際耗能值(NT)轉換成一套動態(隨速率而變動)之能耗/CO_2 排放推估曲線($NV^{\wedge}_{F.ML.Cn}$、$NV^{\wedge}_{F.MLCn.G}$)。此推估曲線可呈現大貨車在速率≧1(km/hr)至該道路類型速限區間內，各速率下之能耗/CO_2 排放值(g/s)。

並完成建構之停等轉換因子(R_{idle})，再搭配碳排放轉換當量(FF_U)，可將大貨車實際耗能值(N_T)轉換成大貨車在停等狀態(即 V=0&A=0)之能耗/CO_2 排放值(g/s)。

4. 大貨車能耗/CO_2排放推估模式成果(4.4 節)

本計畫大貨車能耗/CO_2排放推估模式以 105 年國道實測資料所建立模式、104 年與 105 年省縣道整合模式，作為本計畫大貨車能耗/CO_2排放推估模式，以供運用。

5. 大貨車能耗/CO_2排放推估模式之驗證結果(4.5 節)

本計畫於 4.5 節中，嘗試以(1)同一車輛、駕駛、營運路線資料；(2)不同車輛、駕駛、營運路線資料作背景資料，進行模式驗證，驗證結果如下：

(1) 同一車輛、駕駛、營運路線資料

選用 105/5/26 國道資料進行驗證，整體總旅次誤差率為-1.32%，國道正 2 度坡(G+2%)低估 6.2%，國道正 1 度坡(G+1%)低估 3.1%，國道平坡(G 0%)推估結果佳，僅低估 1.1%，然國道負坡之推估結果誤差較大，國道負 1 度坡(G-1%)高估 10.1%，國道負 2 度坡(G-2%)則高估 16.6%，負坡(G-2%)推估結果不良。

(2) 不同車輛、駕駛、營運路線資料

選用 FUSO 軸組型態為前單後單，核定車重 35 噸，於 105/10/23~10/26 進行驗證蒐集資料，行駛路線為臺中烏日－臺中工業區－中壢工業區，沿途行經國道 3 號、國 1、地區道路，整體旅次誤差率為-1.68%、-5.19%，顯示本模式具有良好推估能力。

(3) 104 年省縣道模式驗證

將 4.4 節省縣道模式整合結果，驗證 104 年實驗之相同車輛、不同駕駛、不同營運路線之模式推估能力，於 105/10/1~10/7 進行驗證實驗，營運路線為彰化縣溪湖鎮、員林市之工程地點進行送貨服務，省縣道模式推估誤差為-6.22%，此誤差尚在可接受範圍內，代表本計畫省縣道模式推估具有可信度。

6. 能耗/CO_2排放推估模式應用：以全國車隊道路行駛數據(N_{IOT})為輸入值代入之方法與成果(4.6 節)

建構模式所需各項轉換因子，並搭配大貨車實際能耗平均值，可反映不同道路類型、速率下之能耗/CO_2排放表現，並應用於運輸規劃分析中，處理交通運輸領域評估時，需處理路網整體車隊並非單一車隊，若能以全國車隊平均能耗值代表較具有代表性，因此，將代入全國車隊平均能耗值(N_{IOT})與本計畫建構轉換率，展開全國車隊在實際道路上之動態能耗/CO_2排放推估結果。

7. 國道能耗/排放模式之簡易版(4.7 節)

本計畫建構大貨車能耗/CO_2 排放推估模式應用版，為考量模式與運輸規劃模型的應用，將國 1 區分路段提供各速率之能耗率及碳排率，提供更便利性之應用。

第五章 案例分析

回顧本系列研究可知，除了道路類型與速率為車輛能耗與碳排放之重要因素外，大型車更不容忽略坡度對能耗與碳排放之影響。以行駛距離來看，國、快道系統可謂大貨車行駛占比最高的道路類別。本節的案例分析，首先以國 1 進行 2 個議題觀察：1.貨櫃車行經國 1 中部以北路段，各區段的平均坡度與速率、能耗與碳排放之關係；2.貨櫃車行經中部以北長坡路段的速率、加速度、能耗等動態變化觀察，選取的路段包含五股-林口、苗栗-三義、三義-后里。

此外，為了研析港區怠速停等議題，本計畫取得貨櫃車於基隆港、台北港之 GPS 資料藉以觀察其行車型態，並分析自動化設備對於改善港區內貨櫃車怠速停等之成效。

5.1 國 1 之坡度、能耗與碳排放觀察

藉由本計畫今年度於國 1 的道路實測，觀察各路段之平均坡度、呈現的距離、速率、坡度、能耗及碳排放特性。

5.1.1 單一旅次觀察

1. 北上旅次

以 2016/06/01(週三)北上旅次為例，該日為晴天，氣溫 29℃，車流正常無事故影響，符合車輛實測條件良好之情境。該旅次的時間-速率序列如圖 5.1.1，上午 08:50 自車輛場站出發，沿縣道 144 線、台 76 線進入國 1，於 10:23 進入湖口休息站熄火停留約 20 分鐘，10:43 繼續由湖口北上，並於 11:27 下五股交流道，沿新五路、台 64 線、商港路，於 11:46 抵達台北港，耗時 2 小時 56 分。

由圖 5.1.1 可知，車輛行經國道與其他道路之速率、行車型態有明顯差異。以國道來看，大貨車速限為 90 km/hr，實際行駛速率大多在 70~90 km/hr 間，在的三義以北的苗栗路段有超速之情況，最高速達 103 km/hr；在桃園-五股路段之速率起伏較大，與車流較壅塞有關。在市區路段則因號誌影響呈現走走停停，速率多在 40 km/hr 以下。彙整北上旅次各路段之距離、速率、能耗率、碳排放率如表 5.1-1。

(1) 平均能耗率最高的路段同時也是平均坡度大的路段，包括桃園-林口(能耗率 0.62 l/km，坡度 2.10%)、后里-三義(能耗率 0.53 l/km，坡度 1.4%)。

(2) 平均能耗率較低的路段同時也是平均坡度小的路段，包括林口-五股交流道(能耗率 0.06 l/km，坡度-3.19%)、三義-苗栗(能耗率 0.12 l/km，坡度-1.64%)及平鎮-桃園段(能耗率 0.25 l/km，坡度-0.48%)。

(3) 平均能耗率與平均坡度大致呈現正比，亦即，坡度越大越耗油，坡度越小越省油。從表 5.1-1 資料顯示，正坡的能耗率為平坡(坡度 0%)2 倍，負坡(下坡)的能耗率為平坡之 0.19 倍，路段平均能耗率最大差異可達 10 倍。

表 5.1-1 北上旅次各路段速率、能耗與碳排(2016/06/01)

道路等級	路段	距離(km)	平均坡度(%)	平均速率(km/hr)	燃油經濟性(km/l)	能耗率(l/km)	CO_2 排放率(kg/km)
縣道	縣 144 線	0.34	-	8.81	1.37	0.73	1.90
快道	台 76 線	4.40	-	60.62	2.57	0.39	1.02
國道	埔鹽-彰化	15.75	0.02	85.00	3.26	0.31	0.81
	彰化-台中	12.90	0.57	85.67	2.62	0.38	1.01
	台中-后里	17.57	-0.71	86.19	2.86	0.35	0.92
	后里-三義	10.23	1.40	72.78	1.89	0.53	1.40
	三義-苗栗	16.39	-1.64	89.29	8.01	0.12	0.33
	苗栗-頭份	23.32	-0.26	96.72	4.00	0.25	0.66
	頭份-湖口	22.28	0.02	86.34	3.06	0.33	0.86
	湖口-平鎮	21.31	0.37	81.28	2.90	0.34	0.91
	平鎮-桃園	15.90	-0.48	84.04	4.01	0.25	0.66
	桃園-林口	7.96	2.10	68.42	1.62	0.62	1.63
	林口-五股交流道	6.80	-3.19	59.70	16.14	0.06	0.16
市區	新五路三段	3.50	-	20.34	2.53	0.40	1.02
快道	台 64 線	9.86	-	68.94	2.53	0.39	1.04
市區	商港路	0.56	-	23.02	3.63	0.28	0.71

資料來源：本計畫。

2. 南下旅次

以 2016/06/01(週三)南下旅次為例，該日天氣狀態為晴天，氣溫 33℃，車流正常無事故影響，符合車輛實測條件良好之情境。南下旅次之時間-速率序列如圖 5.1.2，於下午 12:24 自台北港出發，行經市區道路及台 64 快速道路後進入國 1，並於 14:18 進入泰安休息站熄火休息約 10 分鐘，於 15:02 下埔鹽交流道，接著沿台 76 線、縣 144 線，最後於 15:06 抵達車輛場站，耗時 2 小時 42 分。

由圖 5.1.2 南下旅次速率分布圖可知，車輛行經國道與其他道路類型時速率及行車型態有明顯差異；從國道來看，除中間於休息站停留之外，其他速率大多可維持在 70~100 km/hr 間；在市區路段則因號誌、車流等狀況呈現走走停停，行駛狀態及速率皆較不穩定，速率多在 50 km/hr 以下。

(1) 國 1 平均能耗率最高，也是平均坡度大的路段為五股交流道-林口段(能耗率 0.86 l/km，坡度 2.80%)及苗栗-三義路段(能耗率 0.63 l/km，坡度 1.61%)。

(2) 平均能耗率最低的路段，同時也是坡度較低的負坡路段為林口-桃園(能耗率 0.07 l/km，坡度-2.01%)、三義-后里(能耗率 0.18 l/km，-0.29%)及后里-台中(能耗率 0.25 l/km，坡度-0.45)。

(3) 能耗狀況受坡度影響顯著，正坡路段最為耗油，而負坡路段最省油，坡度與能耗率成正比。正坡能耗率為與平坡(坡度為 0%)之 3.44 倍；負坡(下坡路段)能耗率則為平坡之 0.28 倍，平均能耗率最顯著差異達 12 倍。

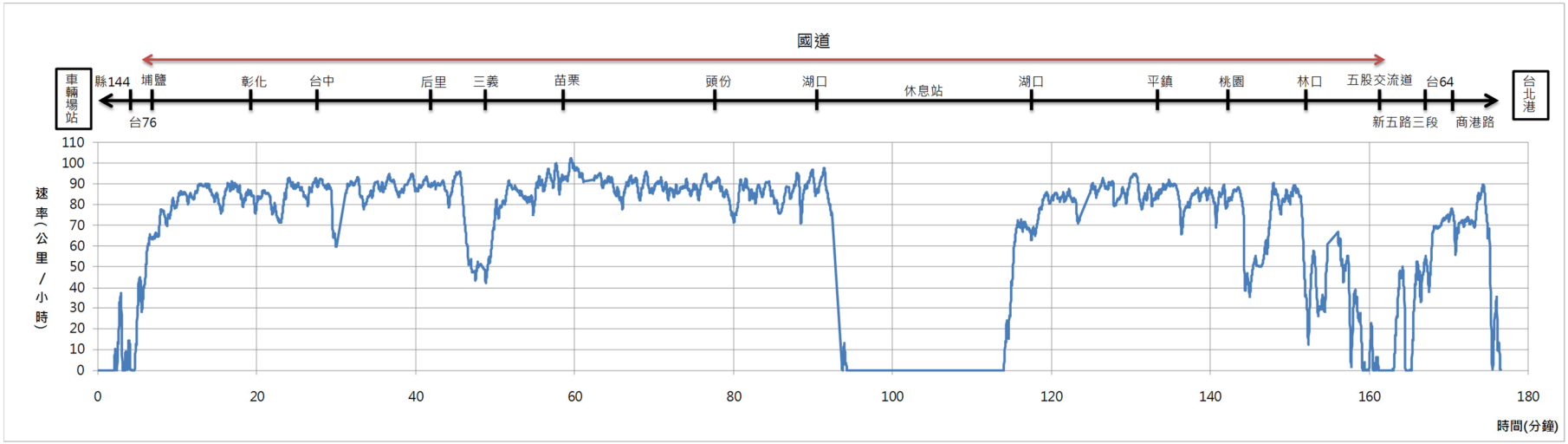
表 5.1-2 南下旅次各路段資訊表(2016/06/01)

道路等級	路段	距離(km)	平均坡度(%)	平均速率(km/hr)	燃油經濟性(km/l)	能耗率(l/km)	CO_2 排放率(kg/km)
市區	商港路	0.51	-	8.75	0.83	1.21	3.09
快道	台 64 線	9.83	-	70.51	2.97	0.34	0.89
市區	新五路三段	3.10	-	20.54	1.97	0.51	1.31
國道	五股交流道-林口	8.09	2.80	55.23	1.17	0.86	2.26
	林口-桃園	5.66	-2.01	62.74	14.26	0.07	0.18
	桃園-平鎮	17.75	1.28	79.96	2.10	0.48	1.26
	平鎮-湖口	16.32	1.39	85.16	3.16	0.32	0.84
	湖口-頭份	27.39	-0.18	86.63	3.02	0.33	0.87
	頭份-苗栗	22.12	0.36	83.47	2.51	0.40	1.05
	苗栗-三義	17.66	1.61	79.26	1.60	0.63	1.65
	三義-后里	7.72	-0.29	92.68	5.66	0.18	0.46
	后里-台中	20.96	-0.45	93.84	4.00	0.25	0.66
	台中-彰化	19.69	-0.30	85.72	3.44	0.29	0.77
	彰化-埔鹽	7.41	0.01	86.94	4.05	0.25	0.65
快道	台 76 線	4.51	-	68.86	2.89	0.35	0.91
市區	縣 144 線	0.02	-	5.51	2.38	0.42	1.07

資料來源：本計畫。

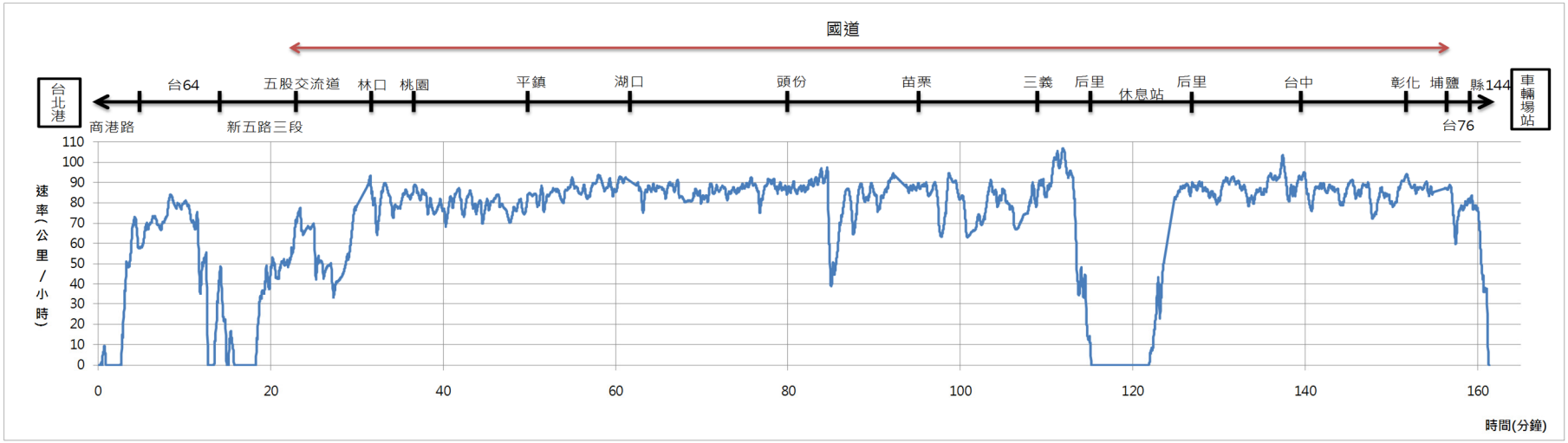
3. 小結

南下旅次坡度與北上旅次相反，但其距離、速率、能耗率、碳排放率與北上旅次的趨勢相同，不論在北上或南下的路段中，平均坡度和能耗率呈現明顯反比，可以看出正負坡度路段的特性，行駛於負坡之平均速率較高於正坡路段，能耗率及 CO_2 排放率也較正坡省油且碳排量較低。



資料來源：本計畫。

圖 5.1.1 北上速率分布圖(2016/06/01)



資料來源：本計畫。

圖 5.1.2 南下速率分布圖(2016/06/01)

5.1.2 所有實驗旅次觀察

整理自實驗過程中 2016/05/30~2016/06/01 三日間北上、南下所有旅次，各路段能耗/排放、平均速率資料如表 5.1-3~4，圖 5.1.3~4。

1. 北上旅次

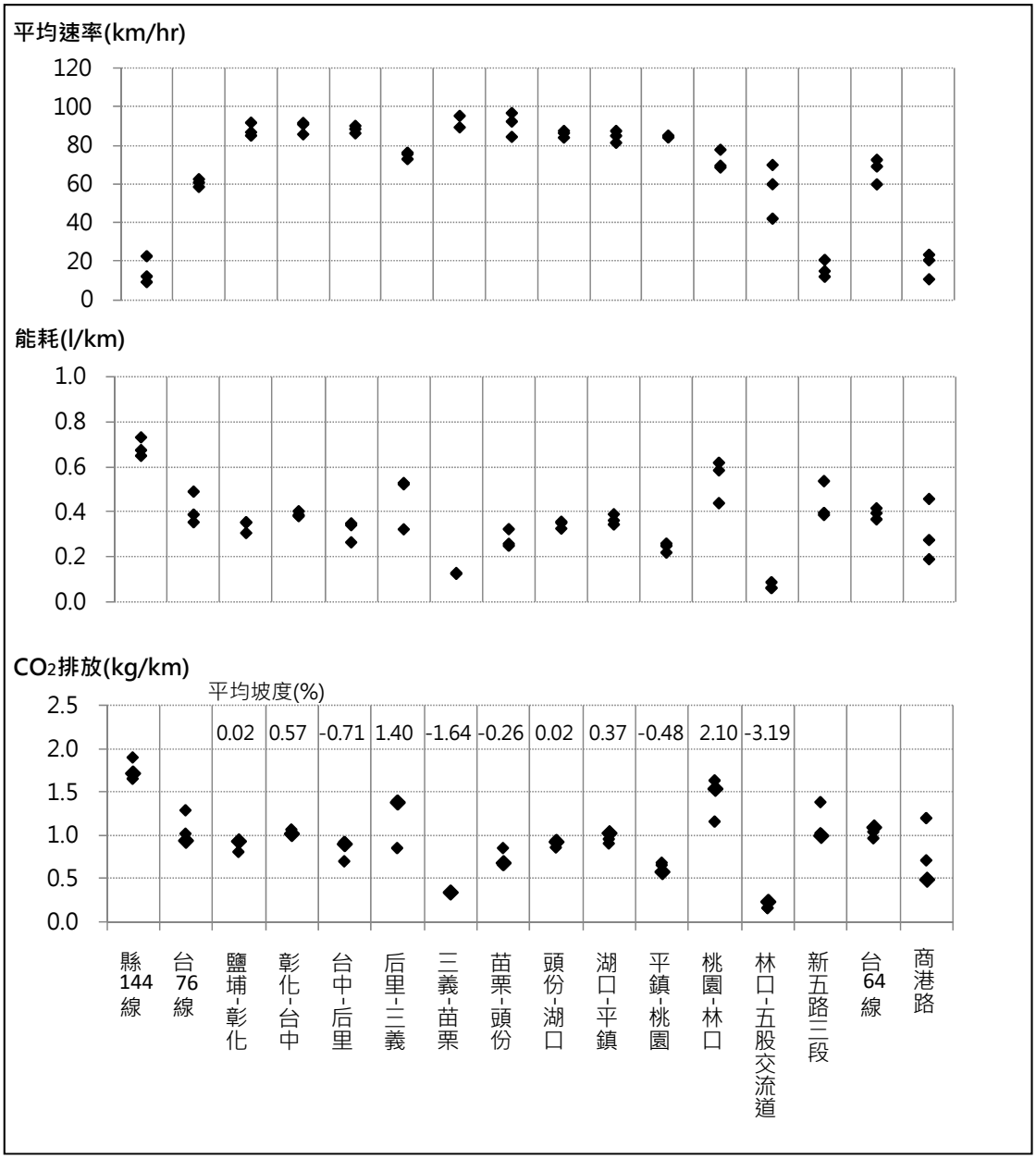
(1) 平均速率

由圖 5.1.3 與表 5.1-3 可知，省縣道等市區道路車速(速率區間為 8.81~23.02 km/hr)明顯低於台 64 線、台 76 線之快速道路(速率區間為 58.16~72.18 km/hr)以及高速公路路段(速率區間為 41.70~96.72 km/hr)。高速公路路段中，林口-五股交流道的車速變異情況顯著高於其他路段，主要因為在五股交流道進入市區道路的過程，易受下匝道車流影響車速較低，平均速率為 57.1 km/hr，其他高速公路路段平均速率皆達 70 km/hr 以上。

(2) 平均能耗率/排放

由圖 5.1.3 與表 5.1-3 可知，大貨車行駛於省道與市區道路之能耗/排放效率較差，平均能耗率在 0.55 l/km 以上，平均 CO_2 排放率 1.42 kg/km 以上；大貨車行駛於高速公路之能耗與排放較佳，且在平均坡度愈低的路段，能耗/排放效率愈理想(包含坡度-1.64%之三義-苗栗路段、坡度-0.48%之平鎮-桃園路段及坡度-3.19%之林口-五股交流道)。以三義-苗栗路段為例，為平均坡度-1.64%的負坡，平均能耗率 0.13 l/km，平均 CO_2 排放率 0.34 kg/km；反之，桃園-林口路段為 2.10%的正坡，平均能耗率 0.55 l/km，平均 CO_2 排放率 1.44 kg/km。

在圖 5.1.3 中可以發現，后里-三義、桃園-林口段，以及新五路三段和商港路之市區道路路段，能耗率及碳排率結果較分散，但同時這些路段的速率並沒有太大的變異；在市區道路的兩個路段可能因為車速較低，且市區路況較不穩定，而導致能耗及碳排變異較大的情況；而國道的兩個路段則可能因為皆包含長坡，使得坡度影響能耗與碳排遠比速率更為顯著。



資料來源：本計畫。

圖 5.1.3 北上旅次各路段速率、能耗/排放分布圖

表 5.1-3 北上旅次各路段資訊表

路段	平均坡度(%)	平均速率(km/hr)			能耗率(l/km)			CO_2 排放率(kg/km)		
		05/30	05/31	06/01	05/30	05/31	06/01	05/30	05/31	06/01
縣 144 線	-	22.42	11.77	8.81	0.65	0.67	0.73	1.65	1.72	1.90
台 76 線	-	62.50	58.16	60.62	0.49	0.35	0.39	1.29	0.94	1.02
埔鹽-彰化	0.02	86.92	91.44	85.00	0.36	0.35	0.31	0.94	0.93	0.81
彰化-台中	0.57	91.02	91.28	85.67	0.40	0.38	0.38	1.07	1.02	1.01
台中-后里	-0.71	88.60	89.78	86.19	0.27	0.34	0.35	0.70	0.90	0.92
后里-三義	1.40	76.27	75.19	72.78	0.32	0.52	0.53	0.85	1.38	1.40
三義-苗栗	-1.64	-註	94.94	89.29	-註	0.13	0.12	-註	0.34	0.33
苗栗-頭份	-0.26	84.52	92.03	96.72	0.32	0.26	0.25	0.85	0.68	0.66
頭份-湖口	0.02	84.13	87.18	86.34	0.36	0.35	0.33	0.94	0.93	0.86
湖口-平鎮	0.37	85.09	87.14	81.28	0.36	0.39	0.34	0.96	1.03	0.91
平鎮-桃園	-0.48	84.65	84.72	84.04	0.26	0.22	0.25	0.69	0.58	0.66
桃園-林口	**2.10**	**77.81**	**69.11**	**68.42**	**0.44**	**0.58**	**0.62**	**1.16**	**1.54**	**1.63**
林口-五股交流道	-3.19	69.90	41.70	59.70	0.06	0.09	0.06	0.17	0.24	0.16
新五路三段	-	11.76	14.51	20.34	0.54	0.39	0.40	1.38	1.00	1.02
台 64 線	-	59.80	72.18	68.94	0.37	0.41	0.39	0.97	1.09	1.04
商港路	-	10.44	20.16	23.02	0.46	0.19	0.28	1.20	0.49	0.71

註：2016/05/30 北上行經三義-苗栗路段時，電腦斷電導致此路段為遺漏值，因此不納入計算分析。
資料來源：本計畫。

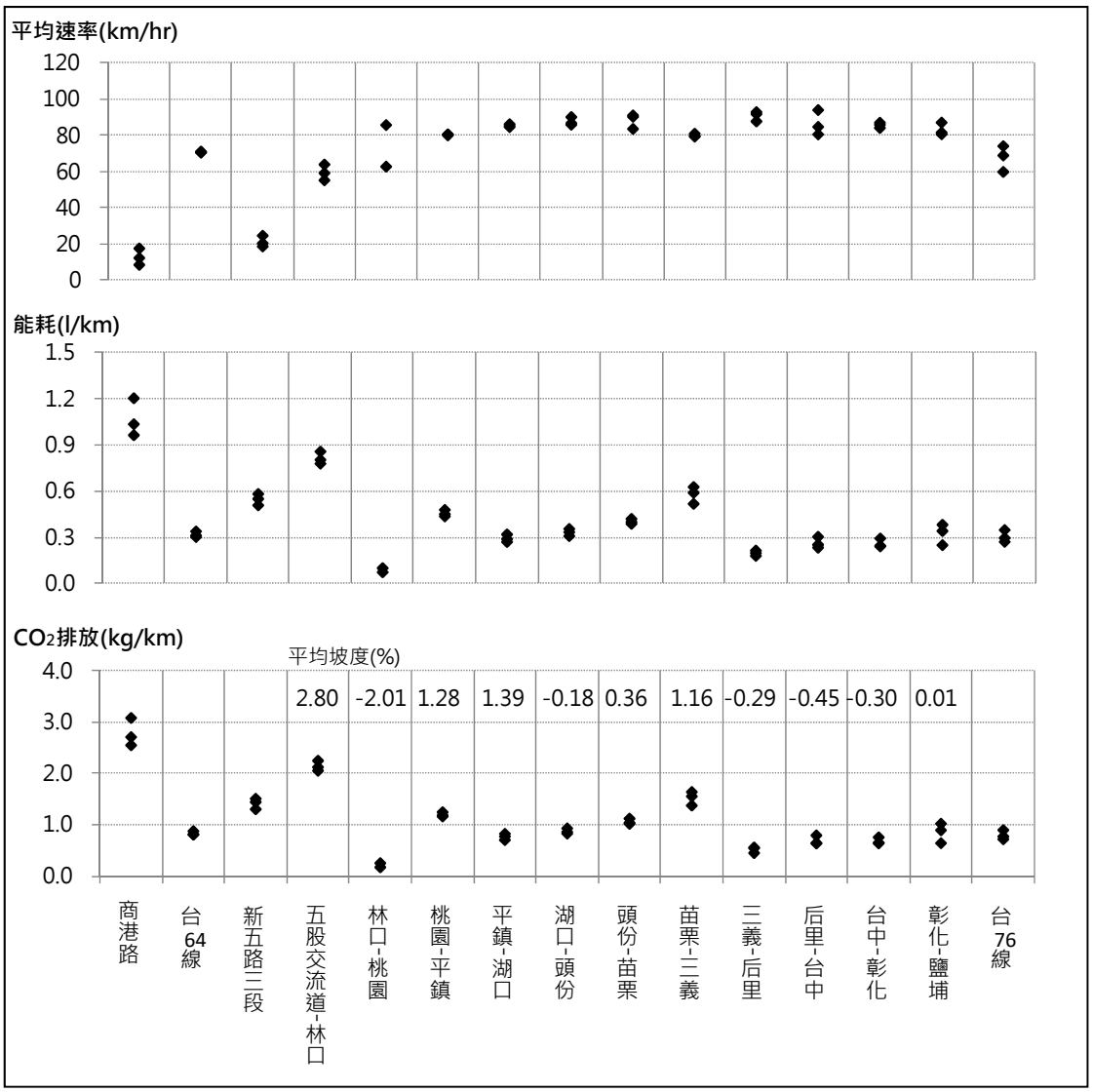
2. 南下旅次

(1) 平均速率

由圖 5.1.4 及表 5.1-4 可知，省縣道等市區道路車速明顯較低，林口-桃園路段與后里-台中路段的車速顯著高於其他路段，平均時速約為 74.2 km/hr 及 86.4 km/hr。因南下路線於五股交流道進入高速公路，易受到匝道交通流量影響，五股交流道-林口路段平均速率為 59.5 km/hr，其他國道路段平均速率皆達 80 km/hr 以上。

(2) 平均能耗率/排放

由圖 5.1.4 及表 5.1-4 可知，大貨車行駛於省道與市區道路之能耗/排放效率較差，平均能耗率在 0.55 l/km 以上，平均 CO_2 排放率 1.42 kg/km 以上；大貨車行駛於國道路段之能耗/排放較佳，且在平均坡度愈低的路段，能耗/排放效率愈理想(包含林口-桃園路段、三義-后里路段)。以林口-桃園路段為例，為平均坡度-2.01%的負坡，平均能耗率 0.08 l/km，平均 CO_2 排放率 0.22 kg/km；反之，苗栗-三義路段為 1.61%的正坡，平均能耗率 0.58 l/km，平均 CO_2 排放率 1.52 kg/km，能耗及排放表現較差。



資料來源：本計畫。

圖 5.1.4 南下旅次各路段速率、能耗/排放分布圖

表 5.1-4 南下旅次各路段資訊表

路段	平均坡度(%)	平均速率(km/hr)			能耗(l/km)			CO_2 排放率(kg/km)		
		05/30	05/31	06/01	05/30	05/31	06/01	05/30	05/31	06/01
商港路	-	11.93	17.59	8.75	0.96	1.03	1.21	2.54	8.50	3.09
台 64 線	-	70.65	71.08	70.51	0.30	0.31	0.34	0.79	0.82	0.89
新五路三段	-	24.39	18.70	20.54	0.55	0.58	0.51	1.43	1.51	1.31
五股交流道-林口	2.80	63.98	59.16	55.23	0.80	0.78	0.86	2.11	2.05	2.26
林口-桃園	-2.01	-註	85.70	62.74	-註	0.10	0.07	-註	0.26	0.18
桃園-平鎮	1.28	80.63	80.52	79.96	0.44	0.45	0.48	1.15	1.18	1.26
平鎮-湖口	1.39	86.45	84.60	85.16	0.29	0.27	0.32	0.76	0.71	0.84
湖口-頭份	-0.18	86.11	90.11	86.63	0.31	0.35	0.33	0.82	0.93	0.87
頭份-苗栗	0.36	90.53	91.02	83.47	0.42	0.39	0.40	1.11	1.02	1.05
苗栗-三義	**1.61**	**79.91**	**80.92**	**79.26**	**0.52**	**0.59**	**0.63**	**1.36**	**1.55**	**1.65**
三義-后里	-0.29	87.99	91.73	92.68	0.20	0.21	0.18	0.53	0.56	0.46
后里-台中	-0.45	80.73	84.68	93.84	0.23	0.30	0.25	0.62	0.80	0.66
台中-彰化	-0.30	84.35	86.99	85.72	0.24	0.24	0.29	0.64	0.64	0.77
彰化-埔鹽	0.01	80.80	81.56	86.94	0.38	0.34	0.25	1.01	0.90	0.65
台 76 線	-	74.20	59.82	68.86	0.27	0.29	0.35	0.71	0.77	0.91

註：2016/05/30 南下行經林口-桃園路段時，OBS 訊號異常導致此路段為遺漏值，因此不納入計算分析。
資料來源：本計畫。

5.2 國 1 長坡路段之速率與能耗觀察

大貨車行駛於上坡路段時須克服重力，行駛於下坡路段時為保持行車速率在速限或安全速率內，因而衍生行駛過程中可能有減速之需要，故速率、能耗率與坡度之特性，應從更微觀的層面觀察其之間的變化關係。

5.2.1 五股-林口長坡觀察

圖 5.2.1、圖 5.2.2 為實驗期間中一天於五股林口路段，距離約 8 公里之行車軌跡之微觀觀察圖，包含坡度線型、能耗與坡度、速率、加速度、功率(Power)之關係，橫軸為各路段行駛距離。

1. 上坡路段(圖 5.2.1)

(1) 進入此路段之起始速率約為 50 km/hr，在前 2 公里行駛距離車速逐漸爬升至接近 80 km/hr，之後略微下降後維持在 70 km/hr；在行駛距離 4 公里處車速下降至 50 km/hr，接著保持在 50 km/hr 左右；在接近 6 公里時車速下降至 40 km/hr 以下，之後速率開始爬升，最終在 8 公里附近結束這個坡段，最終速率為 80 km/hr。

(2) 在坡度較緩的 0~2.5 公里，能耗有許多分布在較低的位置，同時速率逐漸提高、加速度多為正，且搭配功率(Power)可以看出駕駛多次鬆開又再度踩油門的行為，判斷這段期間駕駛可能經頻繁換檔來提高行駛速率。

(3) 在 3~4 公里且坡度為 3%之路段，能耗、功率都為相當高的穩定值，推測駕駛可能已將油門踩至最大，雖然保持高油耗率，但加速度幾乎為 0，速率也沒有明顯變化。

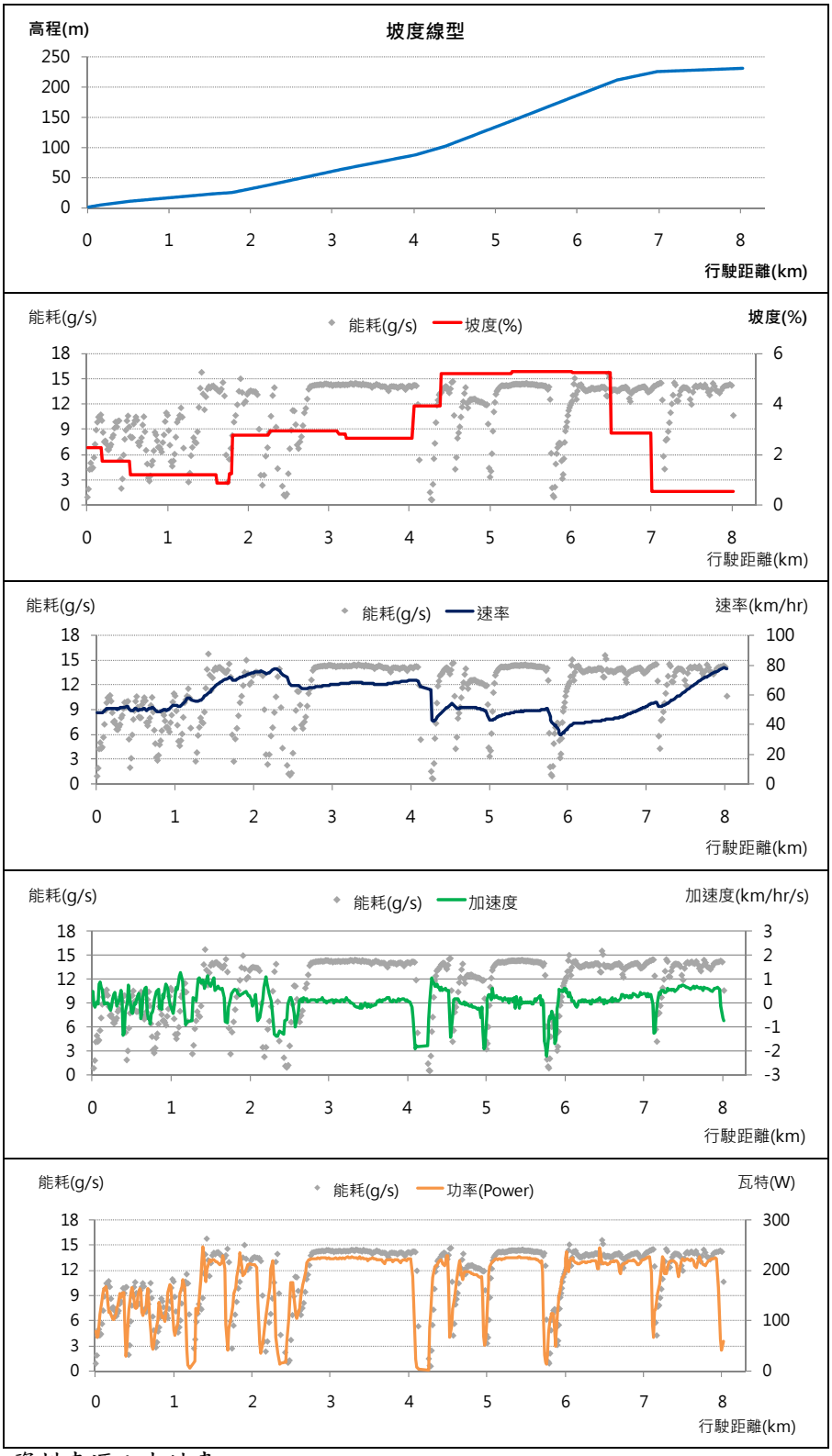
(4) 行駛過程在 4~6.5 公里處進入坡度為 5%的陡坡路段，速率由 70 km/hr 下降至 50 km/hr，油耗率也有幾次突然降低的現象，推測駕駛藉由幾次換檔提高行車速度，功率及能耗維持在較高的數值，加速度也多為大於 0，但速率僅維持在 50 km/hr 附近。

(5) 最後進入坡度平緩的路段，在高油門的情況下行車速率順利自 50 km/hr 提升至接近 80 km/hr。

2. 下坡路段(圖 5.2.2)

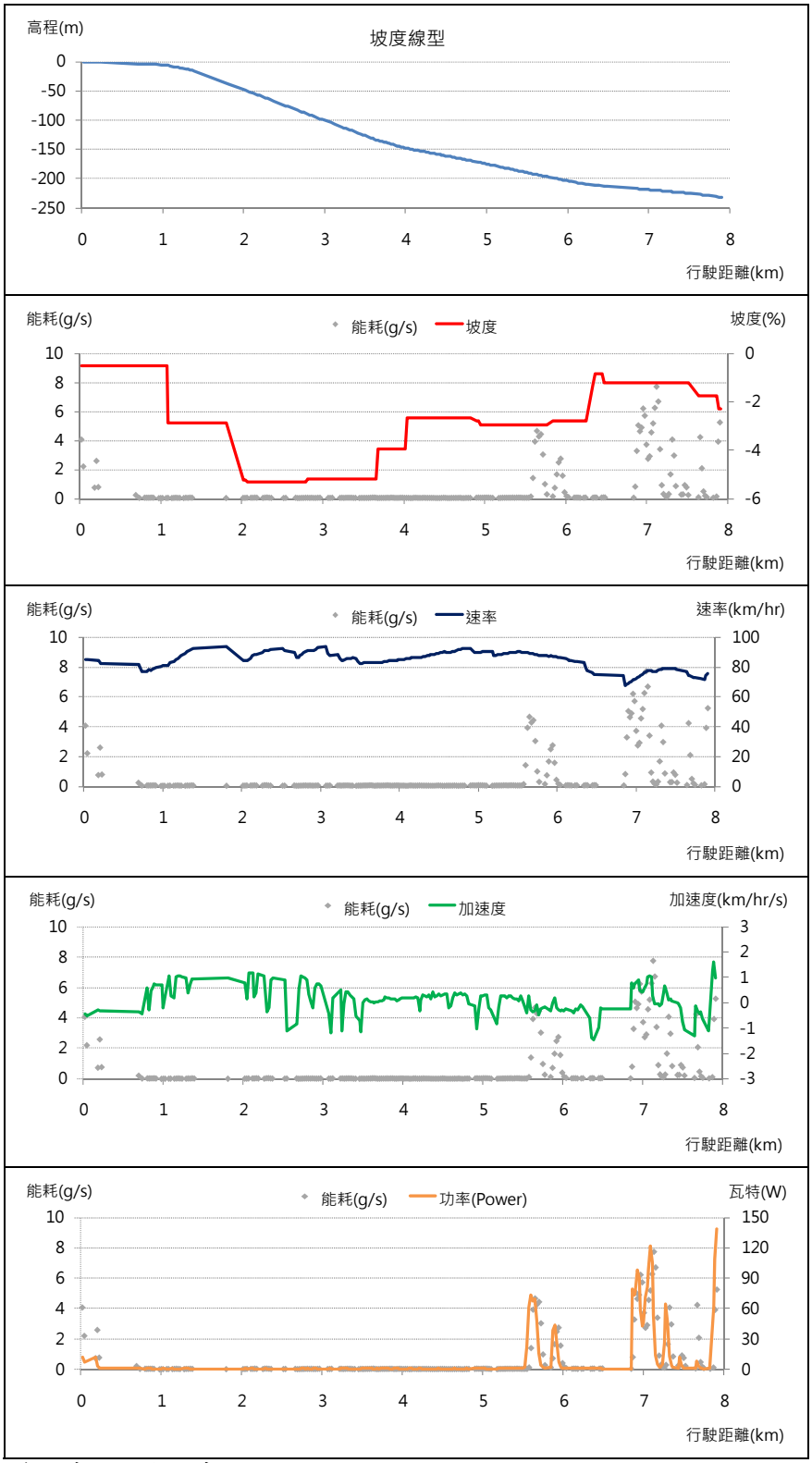
(1) 大貨車速限為 90 km/hr，在平坡及下坡路段較易到達高速行駛的狀態，因此駕駛一般多採用低速檔。由能耗及速率分布圖中看出起始速率約為 85 km/hr，前 6 公里內速率雖偶有波動，但大多維持在 80~100 km/hr 間；7 公里附近車速稍微下降，最後結束速率仍維持在 70 km/hr 以上。

(2) 能耗率於行使距離前 5 公里均維持在非常低的狀態，在 6 公里附近開始進入較平緩的路段，推測可能有換檔的需要因而踩油門導致能耗升高；7 公里附近則可能因為車速下降至 70 km/hr 以下，由功率(Power)及加速度看出此時為了提高行車速率有加踩油門的行為。



資料來源：本計畫。

圖 5.2.1 五股-林口段之上坡微觀觀察圖



資料來源：本計畫。

圖 5.2.2 林口-五股段之下坡微觀觀察圖

5.2.2 苗栗-三義長坡觀察

圖 5.2.3、圖 5.2.4 為實驗期間中一天於苗栗三義路段約 8 公里之行車軌跡微觀觀察圖，包含坡度線型、能耗與坡度、速率、加速度、功率(Power)之關係，橫軸為各路段行駛距離。

1. 上坡路段(圖 5.2.3)

   (1) 起始速度約為 90 km/hr，在 2 公里附近進入坡度為 4%左右較陡的路段，行駛速率自 80 km/hr 下降到 60 km/hr 附近，最後車速緩慢提升維持在 80~90 km/hr。

   (2) 在前 5.5 公里，能耗率維持在 14~15 g/s，功率(Power)也維持相當高，推測為駕駛在上坡過程中踩足油門。

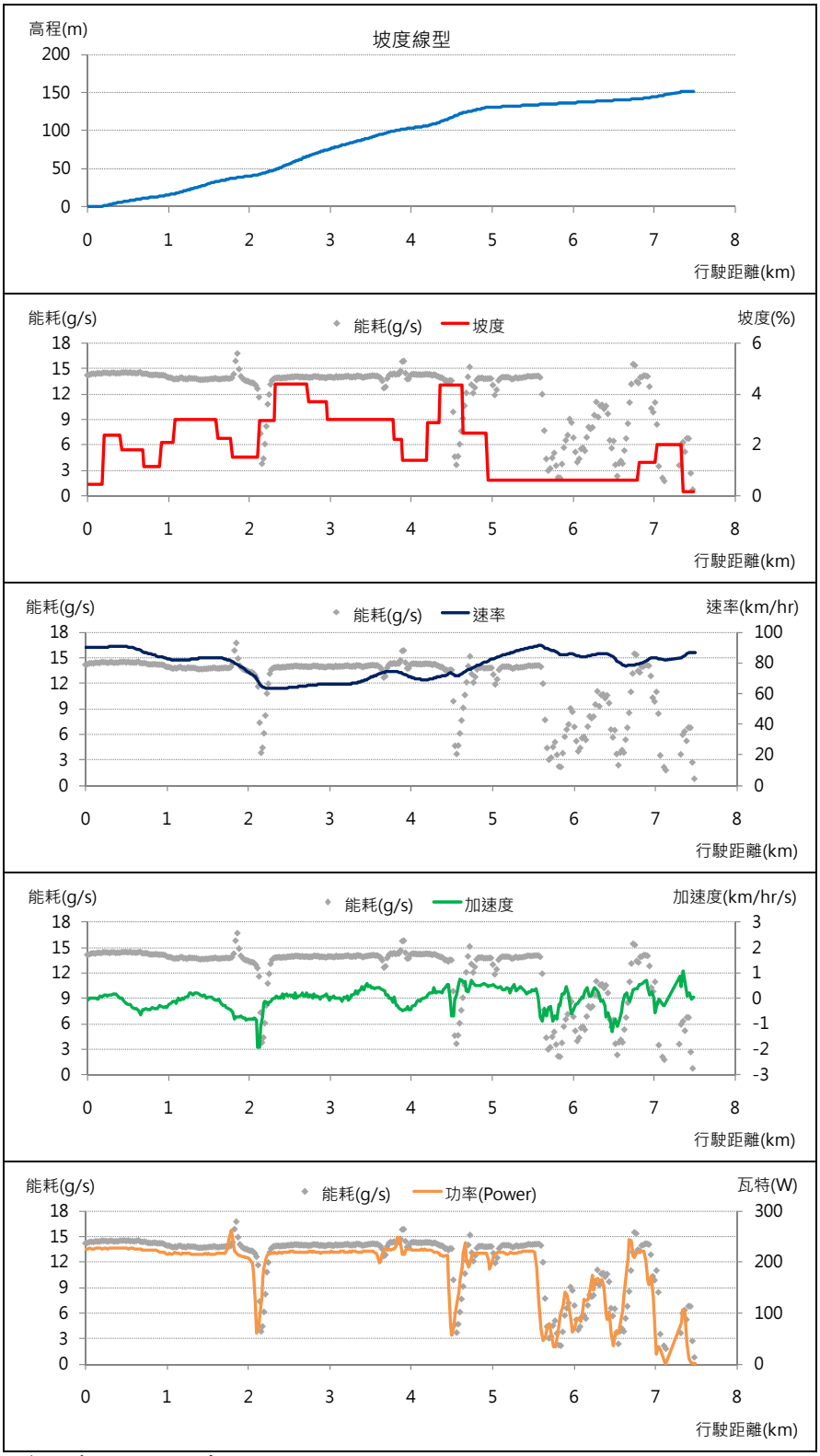
   (3) 在 2 公里及 4.5 公里處有能耗突然下降的情形，且能耗率下降後速率上升，能耗及功率回到穩定且高的狀態，判斷在上坡過程中有兩次換檔以期提高車速的現象。

   (4) 接近 6 公里處進入較平緩的坡段，能耗率及功率開始不穩定，加速度也多為負，推測為在 5.7 公里處達到 90 km/hr 附近後為了維持安全車速，且坡度也轉為平緩，駕駛開始有踩煞車減速的行為。

2. 下坡路段(圖 5.2.4)

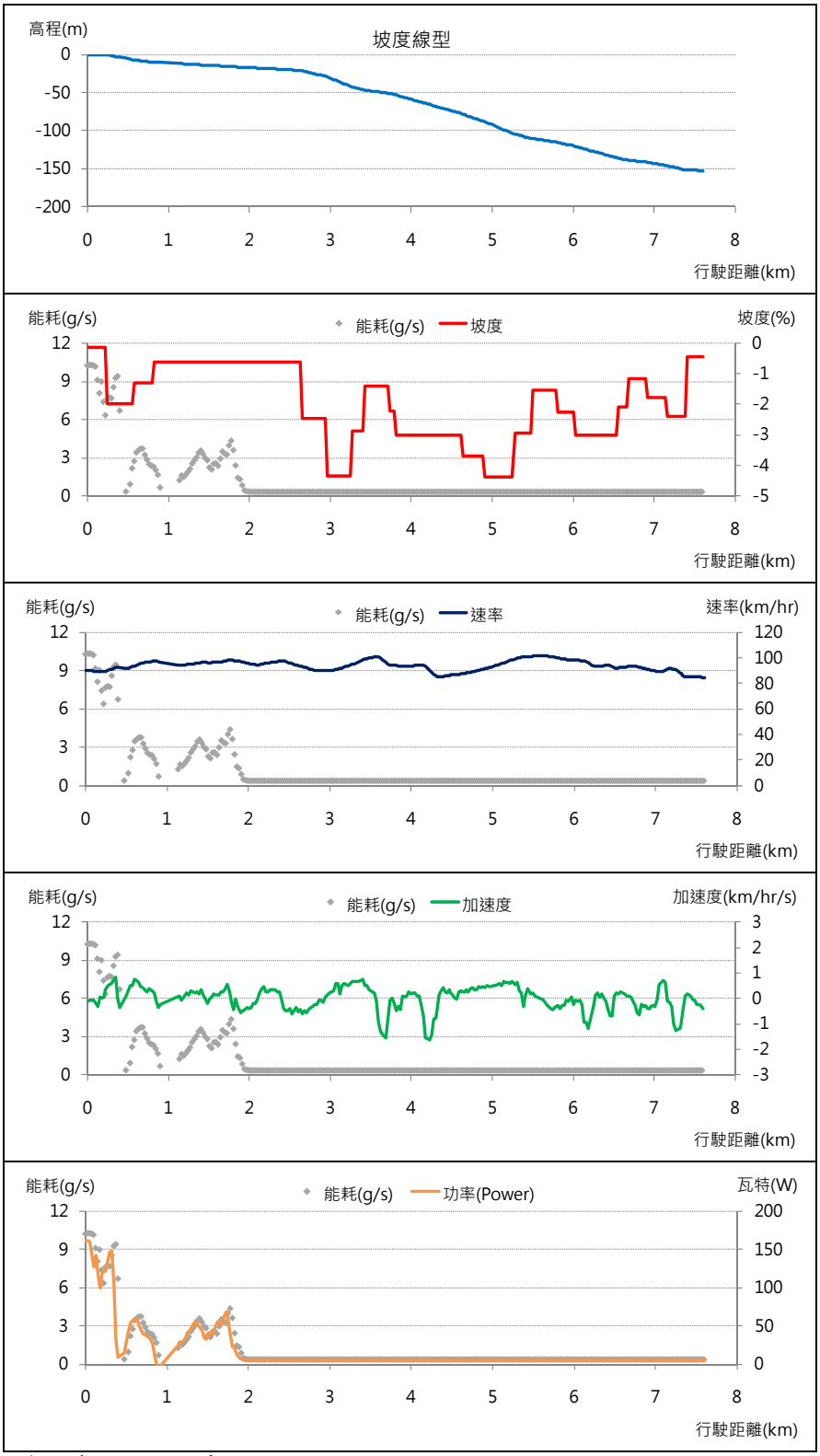
   (1) 從能耗及速率散布圖看到，在此下坡路段中維持穩定均速的狀態，速率分布保持在 80~100 km/hr 之間，變異相當低。

   (2) 由能耗及功率分布可以看出，在前 2 公里坡度較平緩時，駕駛有一些明顯的踩放油門行為；2 公里以後進入較陡的下坡路段，維持低能耗率，加減速分布平均；在 4 公里及 7 公里處有幾次明顯的減速度，推測為了維持穩定車速，駕駛可能加踩煞車。



資料來源：本計畫。

圖 5.2.3 苗栗-三義段之上坡微觀觀察圖



資料來源：本計畫。

圖 5.2.4 三義-苗栗段之下坡微觀觀察分布圖

5.2.3 三義-后里長坡觀察

圖 5.2.5、圖 5.2.6 為實驗期間中一天於三義后里路段，距離約 6 公里之行車軌跡微觀觀察圖，包含坡度線型、能耗與坡度、速率、加速度、功率(Power)之關係，橫軸為各路段行駛距離。

1. 上坡路段(圖 5.2.5)

   (1) 於前 1 公里左右之平坡路段，速率自起始速率 80 km/hr 上升至接近 100 km/hr，能耗率波動也較大；接著車速開始下降，在 3 公里處車速降至 50 km/hr 後維持穩定；在行駛距離約 5 公里處，車速開始上升，最後結束速率為 60 km/hr。

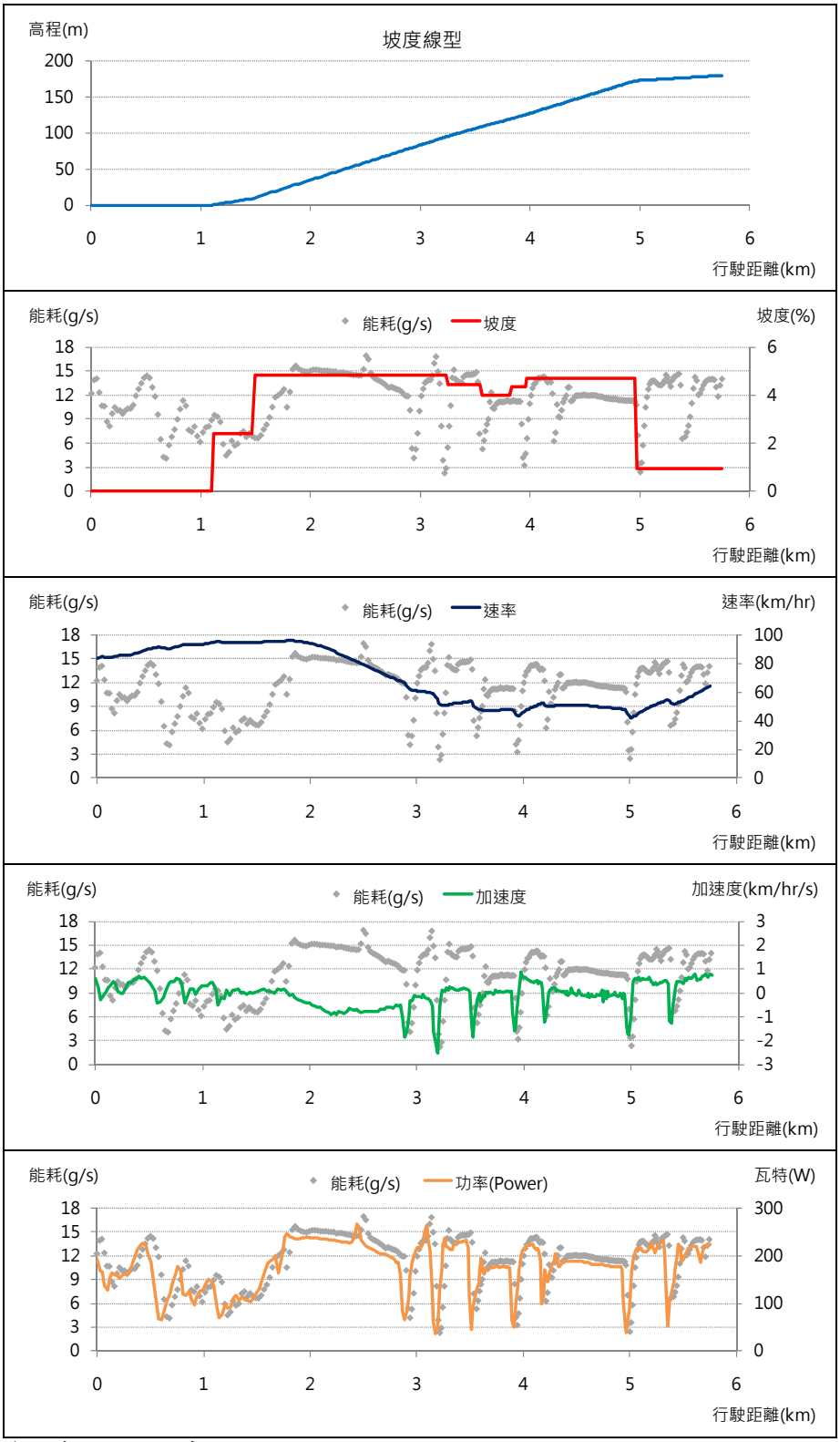
   (2) 在 1.5 公里處左右進入坡度為 5%之陡坡路段，能耗率也提高，開始保持在高能耗率及高功率的狀態；在 3~6 公里間有多次能耗率及功率皆突然下降的情形，推測為駕駛換檔中踩放油門的行為。

   (3) 在坡度 5%的陡坡路段中，維持高能耗率(10 g/s 以上)，但速率卻自 90 km/hr 下降至 40~50 km/hr；最後約 1 公里之緩坡路段，能耗率及功率皆較高的情形下速率上升至 60 km/hr。

2. 下坡路段(圖 5.2.6)

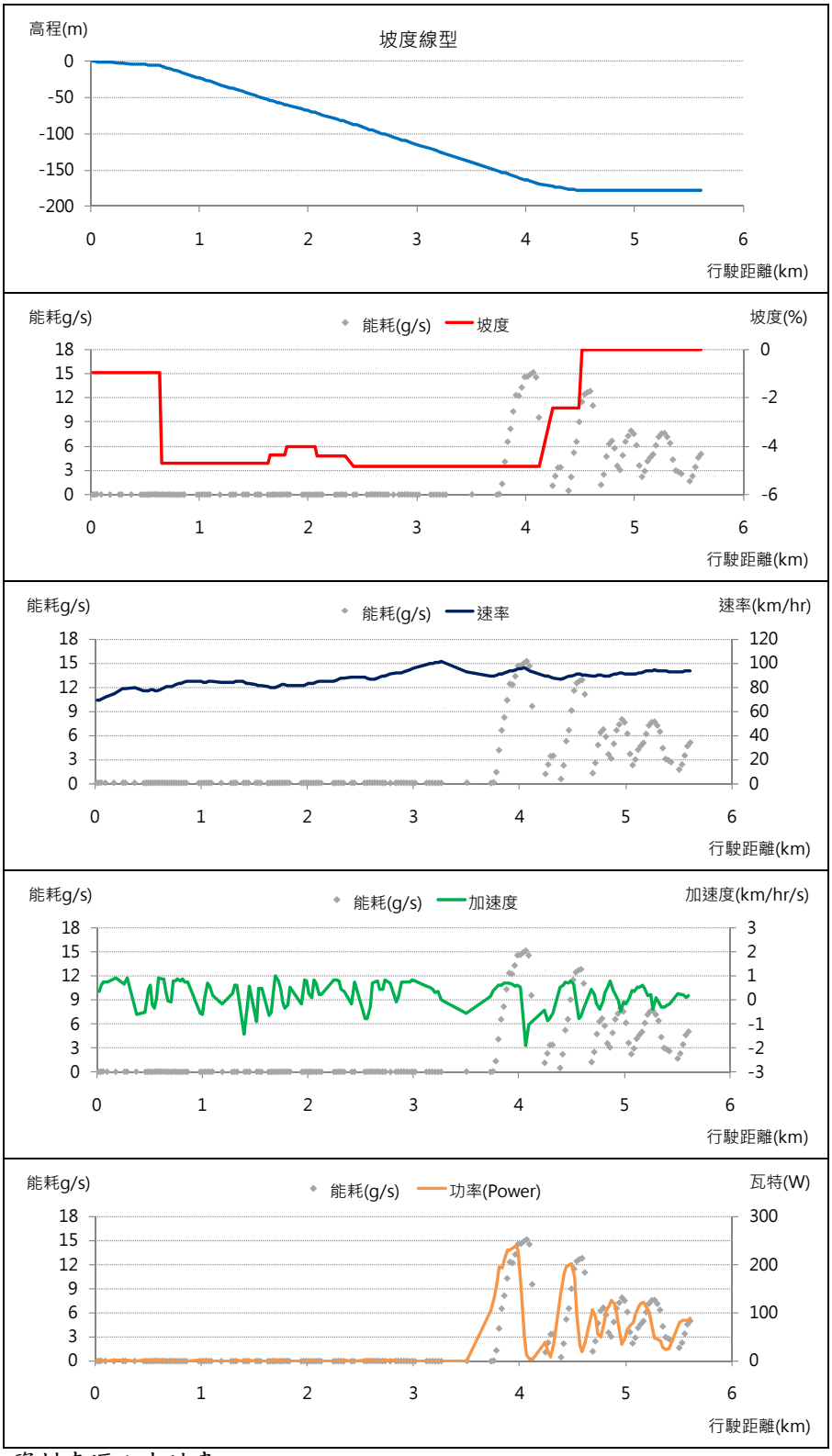
   (1) 由能耗及速率散布圖來看起始速率約為 70 km/hr，速率穩定緩慢的上升；在 3 公里附近，車速突破 100 km/hr；之後車速稍微下降，保持在 90 km/hr 左右到路段結束。

   (2) 下坡路段在前 3.5 公里之陡坡路段都維持低能耗的情形；3.5 公里後進入平緩坡路段，觀察能耗率及功率(Power)散布圖，推測駕駛開始加踩油門維持速率，車速保持在 90 km/hr 左右，整體行駛過程中加減速分布平均。



資料來源：本計畫。

圖 5.2.5 后里-三義段之上坡微觀觀察圖



資料來源：本計畫。

圖 5.2.6 三義-后里段之下坡微觀觀察分布圖

5.2.4 三種長坡路段速率及能耗/排放觀察

1. 速率觀察

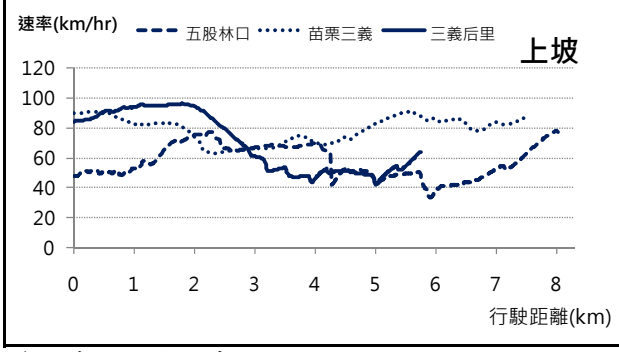
總結前項3種6~8公里長坡路段中取得之樣本製成表5.2-1，觀察說明如下：

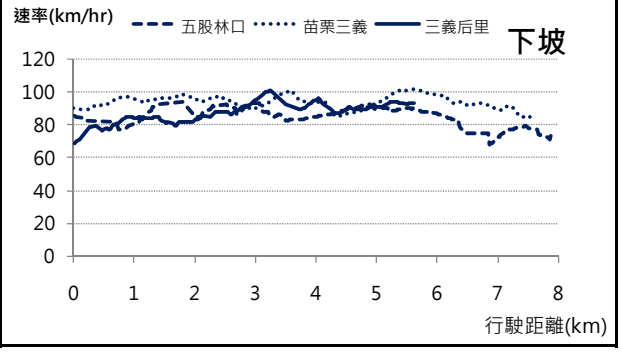
(1) 大貨車行駛於下坡路段之平均速率明顯高於上坡，兩者之速率差異介於15.75~28.26km/hr之間。

(2) 下坡路段速率較能維持在穩定均速的狀態，其速率範圍大多介於 70~100 km/hr；上坡路段之行駛速率則大多落在40~100 km/hr之間。

表 5.2-1 大貨車行駛長坡速率觀察

坡度型態		最低速率 (km/hr)	最高速率 (km/hr)	高低速差 (km/hr)	平均速率 (km/hr)
五股-林口 2.89%	上坡	33.24	78.12	44.88	55.22
	下坡	67.67	93.80	26.12	83.48
苗栗-三義 2.02%	上坡	63.11	91.42	28.32	77.64
	下坡	84.41	101.61	17.21	93.38
三義-后里 3.13%	上坡	42.11	96.10	54.00	64.67
	下坡	69.05	101.03	31.98	87.07





資料來源：本計畫。

2. 能耗/排放觀察

大貨車行駛於坡度路段之上、下坡能耗/排放有明顯差異，且旅次多成往復的成對行為，因此將上坡、下坡與雙向合計(上下坡合計)的結果彙整於表 5.2-2。歸納觀察結果如下：

(1) 以正坡與平坡相比，3 種坡型之能耗/排放皆明顯高於平坡，能耗率為 2.92~3.79 倍，碳排率為 2.49~3.21 倍。

(2) 以 3 個長坡路段之負坡與平坡相比，能耗/排放皆明顯較大貨車行駛於平坡時低，能耗率僅為平坡之 0.11~0.39 倍，碳排率則為 0.09~0.34 倍。

(3) 若以上、下坡雙向合計結果與平坡相比較，在平均坡度為 2.02%之苗栗三義路段能耗率為平坡之 1.58 倍，碳排率為 1.34 倍；在平均坡度較相近的五股林口及三義后里路段(平均坡度分別為 2.89%及 3.13%)，能耗率為平坡之 1.95 及 1.84 倍，碳排率則為 1.65 及 1.57 倍，兩者間的結果差異不大。

(4) 總結以上情況，大貨車行駛路段之平均坡度越高者，所造成之能耗及碳排也越高；而坡度越陡，上坡所造成之耗油量將越無法與下坡所節省之耗油量抵銷。

表 5.2-2 長坡路段油耗率、碳排率比較

坡度型態		平均燃油經濟性 (km/l)	平均能耗率 (l/km)	平均 CO_2 排放率 (kg/km)	能耗率與平坡比值	碳排率與平坡比值
平坡		5.25	0.19	0.71	1	1
五股-林口段 平均坡度 2.89%	上坡	1.38	0.72	2.27	3.79	3.21
	下坡	48.88	0.02	0.07	0.11	0.09
	雙向合計	2.70	0.37	1.17	1.95	1.65
苗栗-三義段 平均坡度 2.02%	上坡	1.8	0.56	1.75	2.92	2.49
	下坡	22.2	0.05	0.14	0.24	0.2
	雙向合計	3.33	0.3	0.95	1.58	1.34
三義-后里段 平均坡度 3.13%	上坡	1.59	0.63	1.98	3.3	2.8
	下坡	13.4	0.07	0.24	0.39	0.34
	雙向合計	2.86	0.35	1.11	1.84	1.57

資料來源：本計畫。

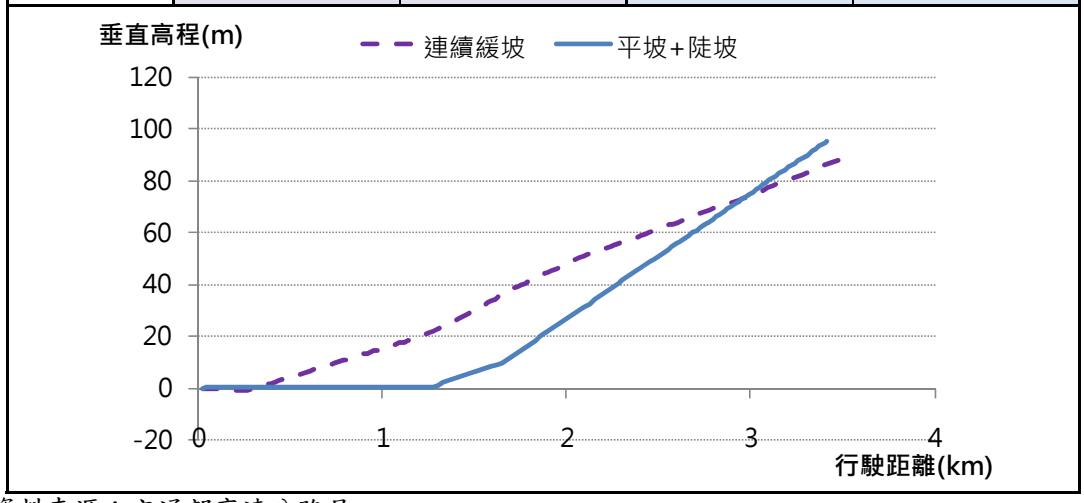
5.2.5 兩種坡型之 4 公里長坡能耗/排放觀察

高速公路坡段的線型設計有許多工程環境上的考量，於一定距離內達到一定高程差，可能有多種不同的路線設計。參考本系列研究 103 年度大客車實驗之案例分析，欲了解大貨車行駛過程中，在相同距離下到達相同的高程，在不同的坡度的線型設計之能耗/排放差異，以本年度道路實驗在國道 1 號苗栗-三義及三義-后里部分路段蒐集之能耗/排放資料觀察，詳表 5.2-3。

1. 連續緩坡：在苗栗-三義路段中，一段由多種不同坡度所組成之坡段，行駛總距離為 3,662 公尺，坡度範圍為-0.25%~3.85%，平均坡度為 2.56%。
2. 平坡+陡坡： 於三義-后里路段，一開始為坡度 0.49%及 0%組成 1.3 公里之平坡，接著進入坡度 2.42%及 4.84%的陡坡，行駛里程 3,450 公尺，坡度範圍自 0%~4.84%，平均坡度為 2.79%。

表 5.2-3 坡段線型、坡度與距離資料

坡段類型	連續緩坡 (苗栗-三義局部路段)		平坡+陡坡 (三義-后里局部路段)	
分坡資料	坡度(%)	距離(m)	坡度(%)	距離(m)
	-0.25	275	0.49	200
	2.2	937	0	1,112
	3.03	150	2.42	375
	3.85	425	4.84	1,763
	3.23	300		
	2.6	825		
	2.72	150		
	2.84	600		
總計	2.56%	3,662	2.79%	3,450



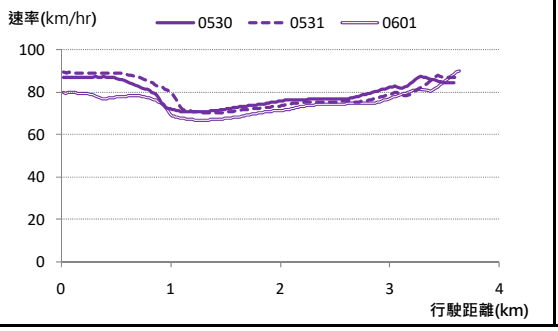
資料來源：交通部高速公路局。

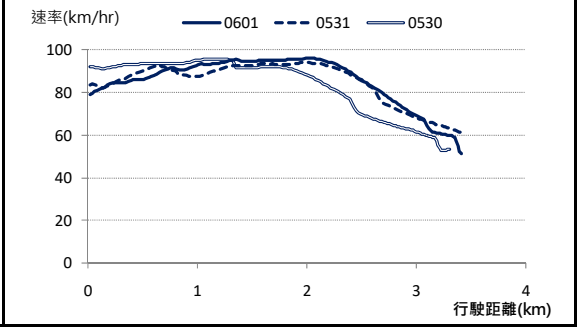
此兩種不同的坡度線型，行駛距離皆約為 3.5 公里，高程約為 94 公尺，蒐集此兩種坡型於實驗期間日能耗/排放資料及速率變化，整理如表 5.2-4、圖 5.2.7。

1. 觀察其能耗/排放率可以發現，連續緩坡之平均能耗為 0.72 l/km 較平坡+陡坡耗油(平均能為耗 0.51 l/km)；連續緩坡 CO_2 平均排放率為 1.88 kg/km 也較平坡+陡坡之 1.33 kg/km 高。
2. 觀察其速率變化，同一坡型於實驗期間 3 日內趨勢一致、變異不大，兩者在進入坡段時車速皆為 80~90 km/hr 間，其中，連續緩坡於爬坡過程中速率下降至 70 km/hr 附近，結束坡段時仍保持在 80 km/hr 以上；而平坡+陡坡在前 2 公里車速可維持在 90 km/hr 之高速行駛狀態，2 公里以後因處在陡坡爬升的狀態，速率逐漸下降，最終結束坡段時車速約為 60 km/hr。但平均速率而言，平坡+陡坡為 82.05 km/hr 仍高於連續陡坡 76.92 km/hr。

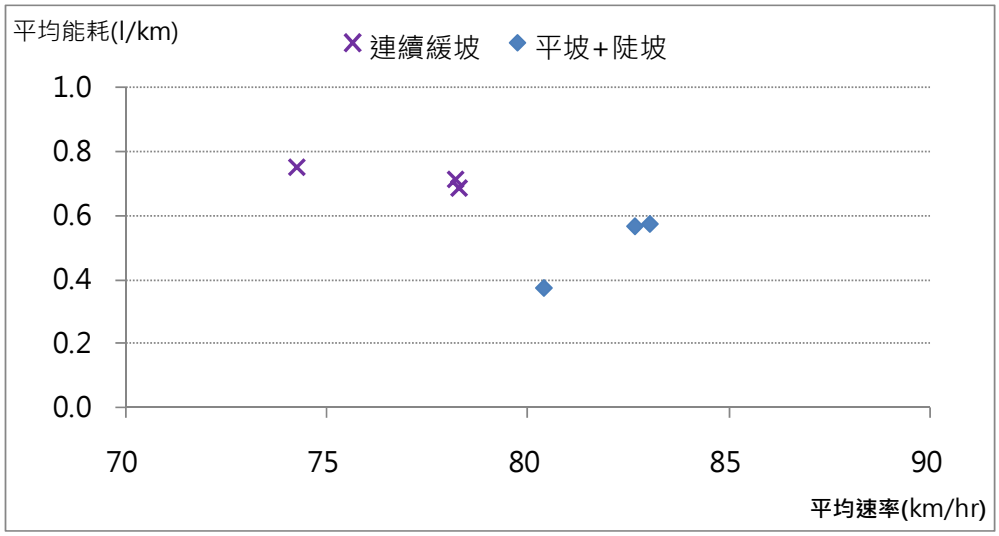
表 5.2-4 坡段線型、坡度與距離資料

類型	連續緩坡 (苗栗-三義局部路段)			平坡+陡坡 (三義-后里局部路段)		
	坡度(%)	里程(m)	高程(m)	坡度(%)	里程(m)	高程(m)
	2.56%	3,662	93.09	2.79%	3,450	95.38
日期	速率(km/hr)	能耗(l/km)	CO_2(kg/km)	速率(km/hr)	能耗(l/km)	CO_2(kg/km)
2016/5/30	78.29	0.68	1.79	80.40	0.37	0.98
2016/5/31	78.20	0.71	1.88	82.69	0.57	1.50
2016/6/1	74.27	0.75	1.98	83.06	0.57	1.52
平均	76.92	0.72	1.88	82.05	0.51	1.33





資料來源：本計畫。



資料來源：本計畫。

圖 5.2.7 坡段速率能耗分布圖

經上述分析結果推論，依據大貨車實驗的結果，在近似距離的路段以及最終高程差相同的長坡路段，平坡+陡坡較連續緩坡節能減碳；相同的坡度條件下，較高的行駛速率會具有較好的能耗/排放表現，且此結果與 103 年度大客車實驗結果相呼應。

5.3 港區內貨櫃車旅運行為觀察

5.3.1 貨櫃場作業流程

1. 貨櫃車於港區內作業流程

進出口貨櫃於船舶進出港後，須經相關作業流程將船邊裝卸貨交負受貨人，包含運送至貨櫃集散站、通關放行、提領運送等作業流程，可依進口貨櫃、出口貨櫃等型態，產生不同裝卸貨及驗放作業流程，衍生貨櫃車進入港區內之旅運型態，如圖 5.3.1 及圖 5.3.2 所示。

(1) 進口貨櫃作業流程

- 發放提貨單

  ① 船舶到港後，經由船公司辦理貨櫃裝卸作業，貨櫃需經過過磅、封條等作業確認，並運送至貨櫃集散站，船公司通知貨主船舶到港日期。

  ② 受貨人向船公司領取提貨單(D/O, Delivery order)，派貨櫃車至港口領貨。

- 門哨系統，貨櫃車(空櫃)憑提貨單進入港區

  貨櫃車進入港口，持提貨單進入門哨系統，檢查貨櫃號碼、貨物品項、費用是否繳清等程序，確認無誤後方可通過。

- 管制站，指派貨櫃集散站

  貨櫃車進入港區至管制站，作業人員依據提貨單內容，確認貨櫃存放區之位置，並通報貨櫃吊掛作業人員執行卸貨動作。

- 集散貨櫃站，提領貨櫃貨

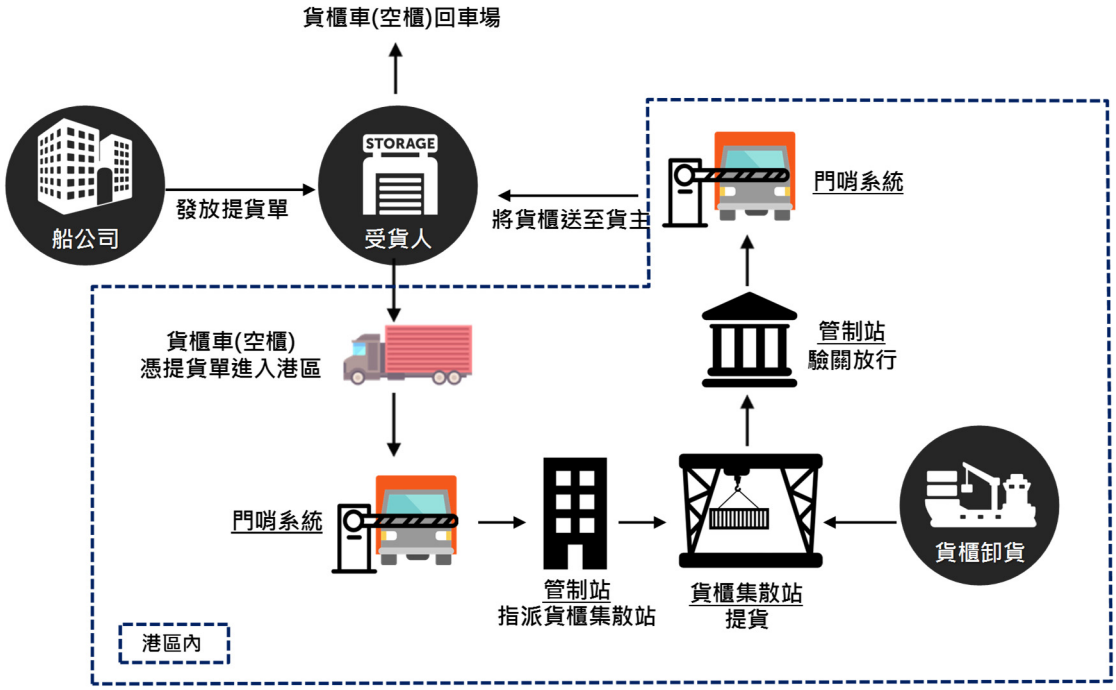
  貨櫃車到達指定地點後，作業人員開始使用門式起重機將貨櫃吊掛至車上。

- 管制站，驗關放行

  貨櫃車行駛至管制站，由海關人員、保三總隊進行審核，通報報關行是否需查驗，確認相關程序皆完成後，海關予以放行。

➢ 門哨系統，提貨後駛出港區

貨櫃車行駛至門哨系統，港警收到放行通知單後，核對無誤才以放行。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.3.1 進口整櫃流程圖

(2) 出口貨櫃作業流程

➢ 發放託運單

① 出口貨主可由貨櫃租賃公司取得空櫃，或由船公司發給「領櫃單」向貨櫃集散站領取空櫃及封條。

② 受貨人領取託運單(S/O, Shipping order)，派貨櫃車至港口將貨櫃拖運。

➢ 門哨系統，貨櫃車憑託運單(滿櫃)/領櫃單(空櫃)進入港區

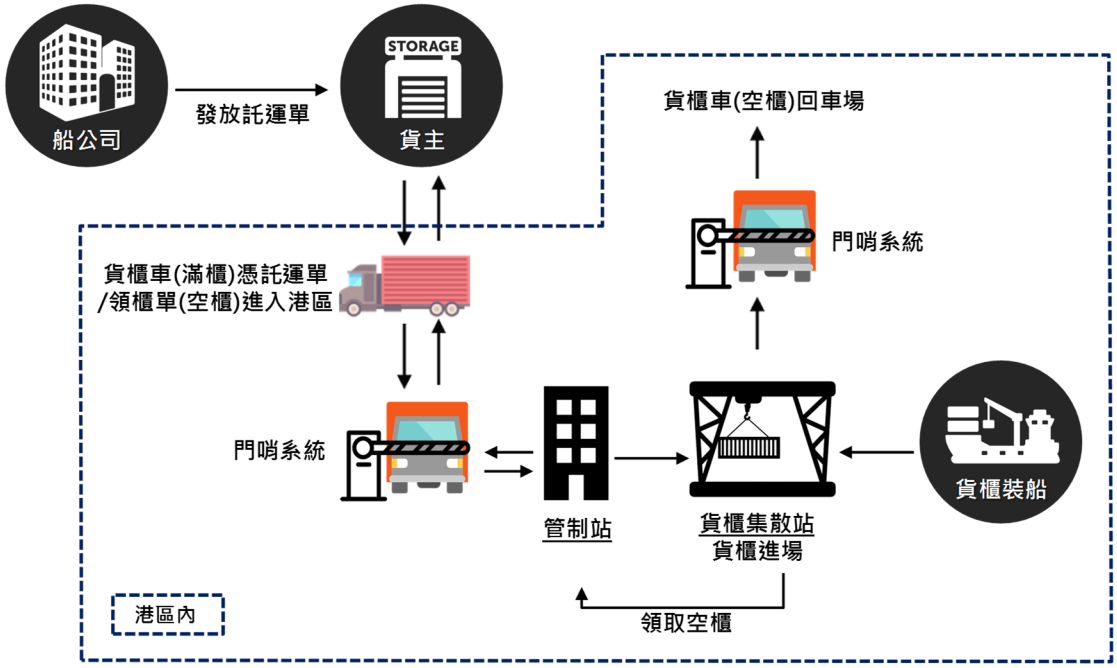
貨櫃車進入港口，持提貨單進入門哨系統，檢查貨櫃號碼、貨物品項、費用是否繳清等程序，確認無誤後方可通過。

➢ 管制站，指派貨櫃集散站

貨櫃車進入港區至管制站，海關依據託運單內容近行審核及查驗，並通報貨櫃吊掛作業人員執行卸貨動作。

➢ 門哨系統，駛出港區

將貨櫃裝卸至船邊或將貨櫃裝船後放行。



資料來源：本計畫繪製。

圖 5.3.2 出口整櫃流程圖

2. 貨櫃碼頭自動化作業

臺灣港口之貨櫃碼頭，由臺北港率先採用「ZigBee 無線感測雙向技術」導入貨櫃碼頭，全場貨櫃裝卸作業機具均採電子驅動、自動化營運，以提升貨櫃裝卸作業效率；近期更導入 RFID 門禁管理系統，整合貨車駕駛人證卡及經由光學字元辨識系統辨識車號、貨櫃號碼，將資料傳送至管制區，解決以往人工作業耗時、安全及管理疏失等問題，以下分別說明臺北港全自動化流程之介紹。

(1) 車櫃號自動辨識

設置於港區門哨站、海關電子封條感測車道，可辨識車號、貨櫃號碼，協助自動化蒐集及核對交領櫃作業。

(2) 進出站自動櫃員機服務

設置於碼頭區進出口，如有事先預約，可自動核發「儲位報到卡」後直接進場，並自動導引停放位置，由自動門式機提供吊卸服務。

(3) 自動定位與報到

此設備透過儲區內無線感測網路，整合感測點與「儲位報到卡」的訊號，提供交換與車櫃定位。

(4) 自動門式機

貨櫃集散場採用軌道式無人自動門式機，電力驅動，取代傳統柴油式引擎，可達到環保節能低污染之環境。

(5) 海關電子封條系統

海端電子封條系統連線，檢核貨櫃號碼、托車號碼、封條號碼，以管制車輛進出站作業。

(6) 出站自動化作業

自動化檢察與回收「儲位報到卡」，檢核作業程序完成無誤，便可出站。

3. 貨櫃碼頭自動化可解決問題

(1) 人工通關耗時、排隊車潮

若以人工通關方式進出港區，駕駛需親自提領文件交由港警、海關人員審核，若提交文件不完整，則需現場交辦完成，若遇到港區裝卸貨尖峰時段，導致車輛排隊情況發生，若門哨車道儲車長度不足，容易回堵至聯外道路。

(2) 人工指派門式機吊掛貨櫃，進場效率低，造成排隊車潮

貨櫃車進場後，需至管制站提領貨櫃儲區指派單，並同時聯繫門式機作業人員，若遇港區裝卸貨尖峰時段，容易在管制站及貨櫃儲區車輛排隊情況發生；自動核發「儲位報到卡」可減少人工作業程序，提升進場效率。

(3) 管制站作業整合，降低人工審核可能疏失

港警及海關人員需審核每一臺進出港口之車輛，有時為避免車輛排隊情況發生，會選擇先審核必要性項目，包含貨櫃貨、貨櫃號碼、封條號碼等，而貨車駕駛僅能以抽查方式；以自動化門哨辨識駕駛身份，可逐一查核進出港口車輛，讓貨物移送更安全。

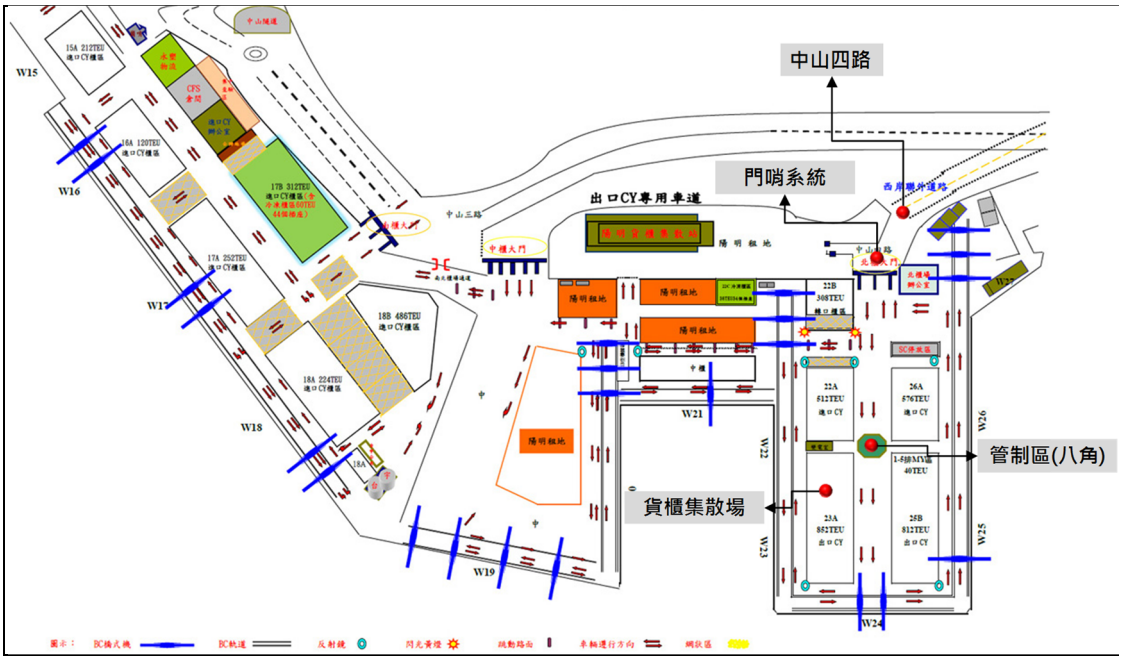
5.3.2 貨櫃車進入港區行車型態分析

為進一步探討臺北港全自動化作業對於貨櫃車行車型態停等行為之影響，本研究計畫經由「漢鴻交通有限公司」提供 105/9/30 貨櫃車進入臺北港及基隆港之 GPS 相關資料，予以分析貨櫃車進入臺北港、基隆港運輸流程之差異，分別分析如后。

1. 基隆港

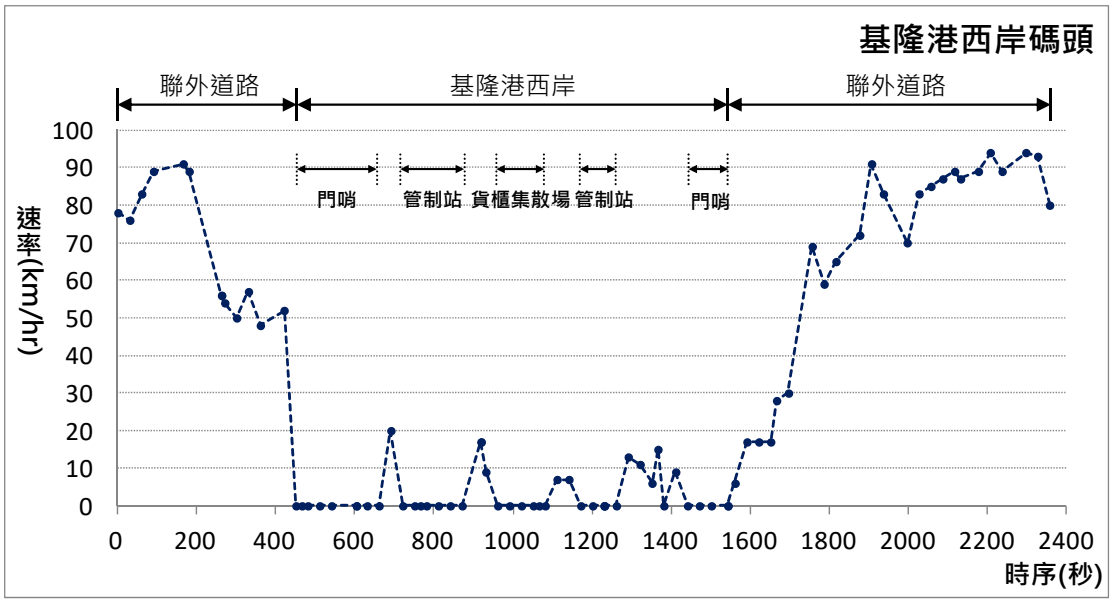
貨櫃車進入基隆港西岸碼頭之 GPS 路線，路徑為中山四路→門哨→管制區(八角塔)→貨櫃集散場→管制區(海關審核)→門哨→中山四路→港西聯絡道，港區內貨櫃場區位配置如圖 5.3.3 所示，貨櫃車進入港區之 GPS 速率分布如圖 5.3.4 所示。

由圖 5.3.4 貨櫃車行駛速率分布顯示，貨櫃車進入港區內之速率多為停等狀態，停等原因在於門哨、管制區及貨櫃集散場之作業程序，除了停等狀態外，貨櫃車在港區內行駛速率不高於 20km/hr。



資料來源：基隆港務分公司

圖 5.3.3 基隆港西岸貨櫃碼頭示意圖



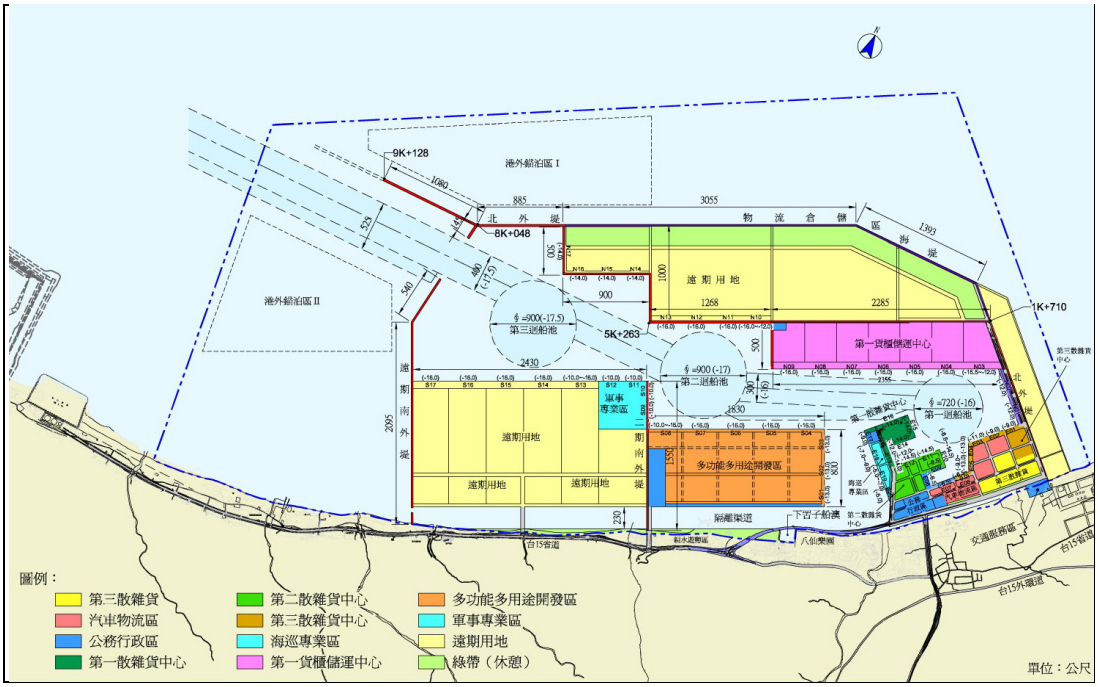
註：資料日期為 105/9/30，時間為 17:43~18:49。
資料來源：1.漢鴻交通有限公司。2.本計畫繪製。

圖 5.3.4 貨櫃車進入基隆港之行車速率分布圖

2 臺北港

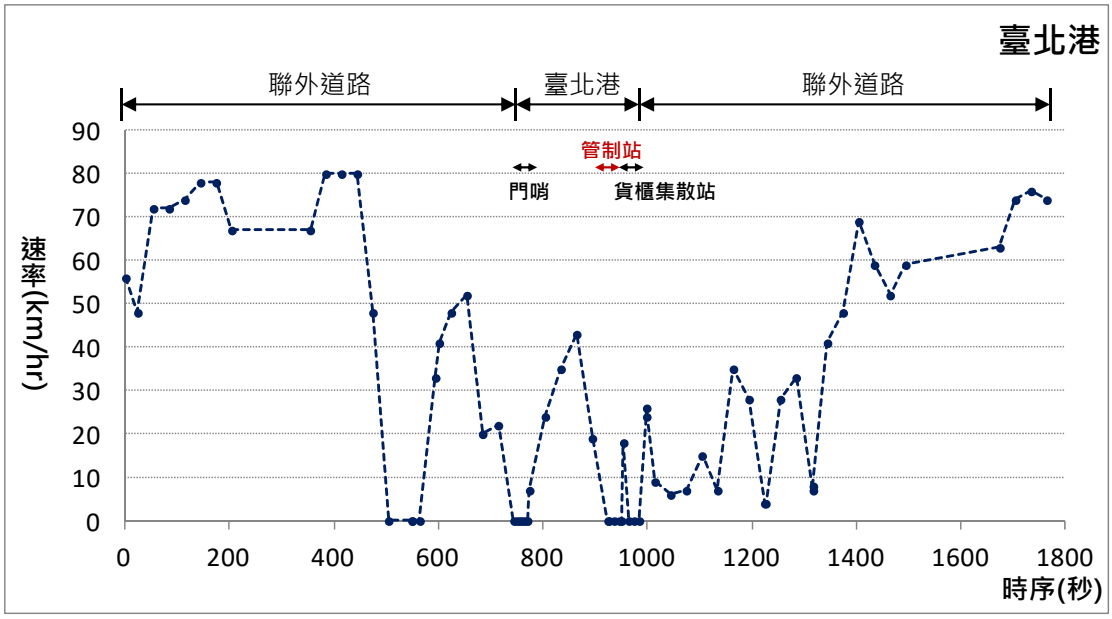
「漢鴻交通有限公司」所提供貨櫃車進入臺北港之 GPS 路線，路徑為臺 64 線→臨港大道→門哨→管制區→貨櫃集散場(第一貨櫃儲運中心)→門哨→臨港大道→臺 64 線，港區內貨櫃場區位配置如圖 5.3.5 所示，貨櫃車進入港區之 GPS 速率分布如圖 5.3.6 所示。

由圖 5.3.6 貨櫃車行駛速率分布顯示，貨櫃車進入港區前因號誌系統而有停等狀態，然進入港區後之行駛速率較不受作業程序所影響，行駛速率可達 20~40km/hr 之間。



資料來源：臺北港務分公司

圖 5.3.5 臺北港貨櫃碼頭現況與未來規劃示意圖



註：資料日期為 105/9/30，時間為 22:41~23:35。。
資料來源：1.漢鴻交通有限公司。2.本計畫繪製。

圖 5.3.6 貨櫃車進入臺北港之行車速率分布圖

3. 基隆港、臺北港區內運輸型態差異分析

(1) 停等型態

由圖 5.3.4 及圖 5.3.6 可得知，因基隆港貨櫃碼頭為人工作業程序，與臺北港貨櫃碼頭全自動化作業有所差異，導致貨櫃車進入港區內運輸型態有明顯差異，進一步探討各港區相同作業關卡導致貨櫃車停等時間之差異，如表 5.3-1 所示。

① 門哨站(進站)：進入基隆港門哨，駕駛須將領貨單提交港警，並核對身份、繳費情況等，必要時駕駛需下車辦理手續，此貨櫃車因門哨作業程序需停等 240 秒；而臺北港門哨因建置 RFID 自動辨識系統，貨櫃車在門哨站僅需停等 30 秒。

② 管制站：行駛至基隆港管制站時，需將領貨單交於管制人員，管制人員再提供領櫃資訊，並通報門式機作業人員，此貨櫃車於管制站停等 180 秒；而臺北港設有自動櫃員機服務，可自動核發「儲位報到卡」並直接進場，因此僅需停等 32 秒。

③ 貨櫃集散站：貨櫃車行駛至指定貨櫃儲位區，並等待門式機吊掛貨櫃至車上,基隆港門式機吊掛作業因人工作業,此貨櫃車需停等 150 秒；臺北港因設置 ZigBee 掃描器及櫃場管理系統，感應與調度貨櫃貨，貨櫃車從管制站行駛至指定貨櫃儲位區，此時門式吊掛貨櫃程序已啟動，因此僅需停等 20 秒便完成程序。

④ 管制站(驗關放行)：貨櫃車領貨後，需至管制站由海關人員及保三總隊檢核貨櫃號碼、封條號碼及駕駛身份,必要時須下車提領單據受檢，貨櫃車於基隆港驗關受檢需停等 120 秒；臺北港建置通關車道，由 RFID 自動辨識系統讀取,不需停車受檢或遞交單據,便能離開港區。

⑤ 門哨站(出站)：貨櫃車於基隆港領貨及海關檢核放行後，需行駛至門哨站提單據於港警確認所有程序是否完成，確認無誤便可放行出站，此貨櫃車需停等 132 秒。

整體而言，貨櫃車進入基隆港之運輸型態，因貨櫃碼頭作業程序導致停等總時間為 822 秒(約 13 分)，占港區內總行駛時間約 73%；貨櫃車進入臺北港總停等時間為 82 秒(約 2 分)，占港區內總行駛時間約 32%，由此可知，貨櫃碼頭全自動化設置可明顯提升作業效率，減少貨櫃車停等排隊等問題。

表 5.3-1 基隆港及臺北港區內貨櫃車運輸型態

行車型態	項目	基隆港	臺北港
		停等時間(秒)	停等時間(秒)
停等 (V=0&A=0, V=0&A>0)	門哨站(進站)	240	30
	管制站	180	32
	貨櫃集散場	150	20
	管制站(驗關受檢)	120	0
	門哨站(出站)	132	0
	貨櫃車停等總時間(秒)	822	82
行駛狀態 (V≧1)	港口內行駛時間(秒)	300	178
加總	完成港區程序所需時間(秒)	1,122	240
停等占比(%)		73%	32%

註：資料日期為 105/9/30。
資料來源：漢鴻交通有限公司。

(2) 能耗/排放量分析

依據「漢鴻交通有限公司」所提供 105/9/30 貨櫃車進入基隆港及臺北港區內速率資料，結合 5.6 節之大貨車能耗/排放應用版能耗推估值，分析不同港區作業程序對於貨櫃車運輸型態之差異，如表 5.3-2 所示。

① 基隆港區內貨櫃車行駛過程中，因作業程序之停等總能耗為 0.441 公升，臺北港之停等總能耗為 0.045 公升，因作業程序之差異，導致此貨櫃車行駛港區內之總能耗差距近 10 倍。

② 貨櫃車行駛基隆港區內，因作業程序停等之 CO_2 排放量為 1.15 公斤，行駛於臺北港區內之停等 CO_2 排放量為 0.116 公斤。

③ 基隆港區內因人工作業，貨櫃車行駛較難提高車速，以圖 5.3.4 所示，速率多為 20km/hr 以下；然臺北港因全自動化通關，貨櫃車行駛過程可避免減速及停車受檢之情況，因此如圖 5.3.6 所示，行駛速率可至 20km/hr 以上，因此，貨櫃車在基隆港以低速行駛之總能耗(0.453 公升)為臺北港(0.057 公升)近 8 倍。

④ 臺北港因導入全自動化作業程序，由貨櫃車運輸型態及能耗/排放分析所述，確實可提高運轉與節能的效益，因基隆港與臺北港環境條件與動線距離不盡相同，惟可假設基隆港與臺北港作業程序相同，因此若基隆港未來為全自動化港口，可假設基隆港自動化作業程序貨櫃車需停等時間比擬臺北港，估算貨櫃車進入基隆港停等時間之能耗量，進入港區完成作業程序後出港總能耗可節省約 40%，如圖 5.3.7 所示。

表 5.3-2 基隆港及臺北港區內貨櫃車能耗/排放量

行駛狀態	項目	基隆港			臺北港		
		能耗 (g)	能耗 (l)	碳排放 (kg)	能耗 (g)	能耗 (l)	碳排放 (kg)
停等 (V=0&A=0, V=0&A>0)	門哨站 (進站)	95.91	0.114	0.298	13.70	0.016	0.043
	管制站	85.66	0.102	0.266	14.61	0.017	0.045
	貨櫃集散場	70.23	0.084	0.218	9.13	0.011	0.028
	管制站 (驗關受檢)	58.25	0.069	0.181	0	0	0
	門哨站 (出站)	60.29	0.072	0.187	0	0	0
	加總	370.34	0.441	1.150	37.45	0.045	0.116
行駛狀態(V≧1)		379.90	0.453	1.180	47.46	0.057	0.147
總計		750.24	0.894	2.330	84.91	0.101	0.264

註：1.本計畫利用油品密度將單位公克轉換為公升。
2.依據 2006, IPCC Guidelines for National Gas Inventories, Intergovermental Panel on Climate Change,每公升柴油排放 CO_2 轉換單位為 2.606KgCO2/L。
資料來源：本計畫。

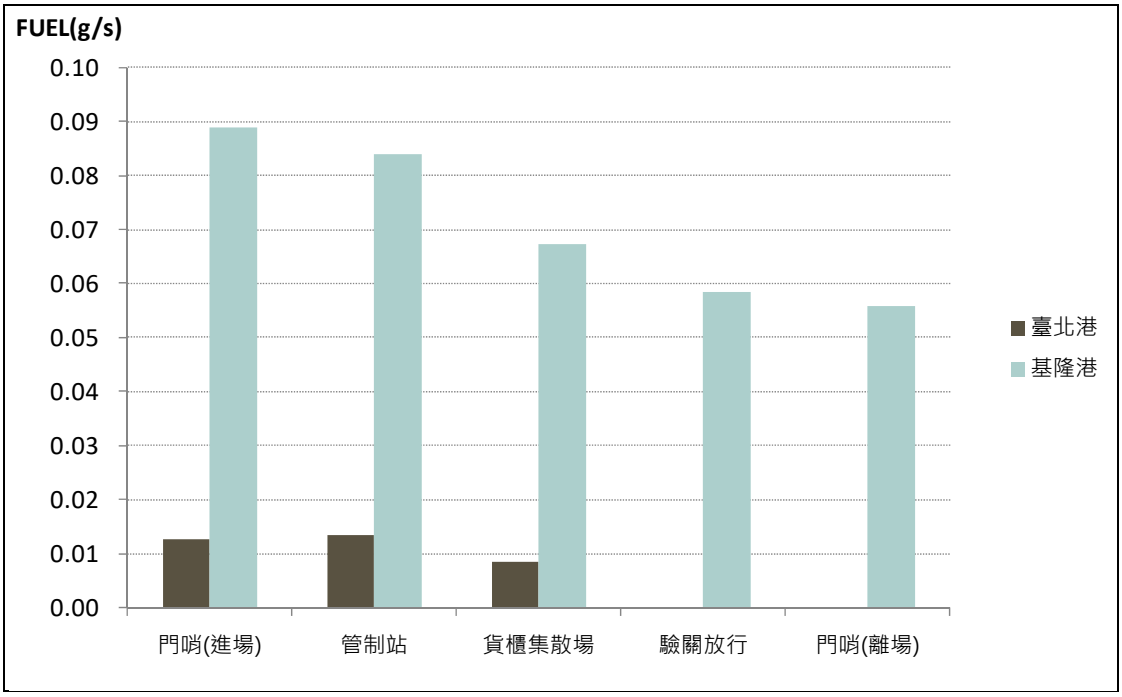


圖 5.3.7 貨櫃車進入臺北港及基隆港之作業程序停等能耗量

5.4 大貨車行駛路段與時段能耗/碳排觀察分析

國內各地區針對貨車安全行駛路線，依各地區不同道路條件、土地使用、交通現況給予管制，前述2.2.3節彙整國內桃園市及高雄市大貨車行駛路線規範，顯示大貨車及聯結車禁止通行道路類型包含道路寬度狹小、尖峰時段交通量大之路段、學區上下學時段之周邊道路、土地使用密集(都會核心區)之周邊道路、橋梁及道路承受重量限制等。

而大貨車及聯結車允許通行道路包含工業區範圍內道路、路幅較寬之道路、交通流量順暢之道路、離峰時段交通量小之道路等；上述彙整國內各地區針對大貨車、聯結車禁止通行路段規劃方法係基於道路安全，本節進一步探討大貨車行駛全日允許通行之路段，因交通量影響時段上速率之變化，應用於本計畫建構能耗/CO_2模式，便可估算不同時段大貨車行駛此路段之能耗及碳排放量。

1. 觀察路段說明

路段資料優先挑選全日時段允許大貨車通行之路段、交通量大之路段，透過臺北市交通管制工程處及新北市交通局綜合規劃科公開交通量資料，挑選臺北市基隆路二段（和平東路三段98巷－樂業街）及新北市新台五路一段(青山路－連興街)全日交通量及速率分布作能耗/碳排觀察，觀察範圍如圖5.4.1及圖5.4.2所示。



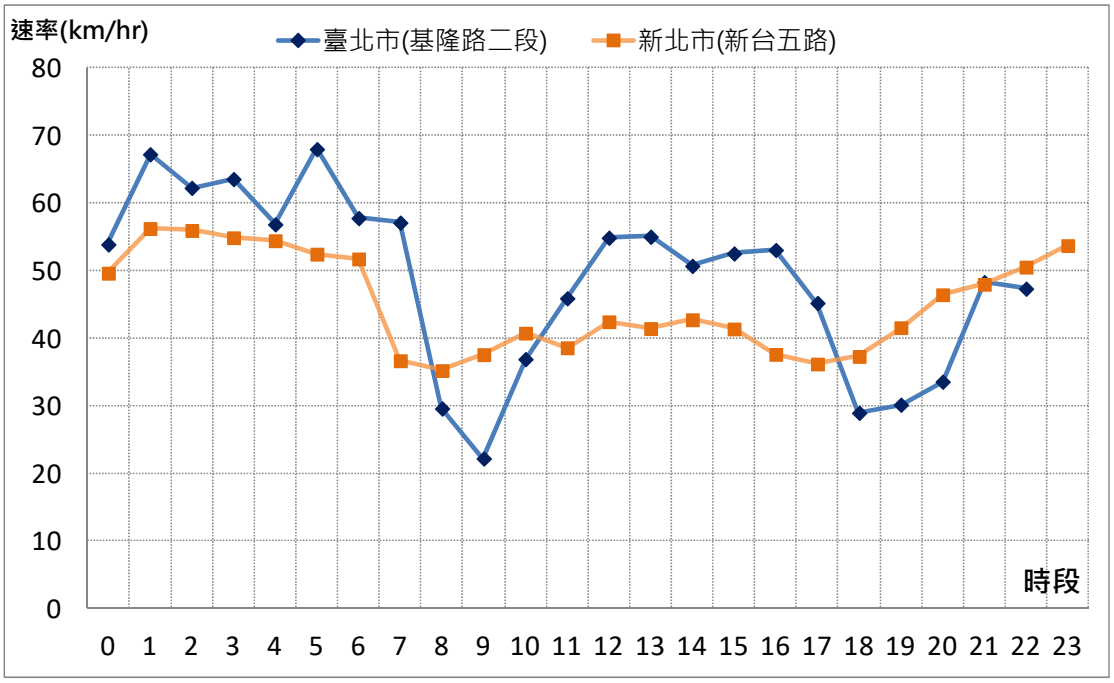
圖 5.4.1 大貨車行駛臺北市基隆路二段能耗/碳排量估算範圍



圖 5.4.2 大貨車行駛新北市新台五路一段能耗/碳排量估算範圍

2. 觀察路段全日速率變化

大貨車行經臺北市基隆路二段及新北市新台五路一段觀察路段之全日速率分布如圖 5.4.3、表 5.4.1 所示，顯示兩條觀察路段速率皆有明顯變化，基隆路二段在上午時段 8 時至 10 時速率最低，平均速率由 58km/hr 降至 22km/hr、下午時段為 6 時至 8 時速率最低，平均速率由 45km/hr 降至 29km/hr；新北市新台五路一段在早上時段 7 時至 9 時平均速率最低，平均速率由 52km/hr 降至 35km/hr，下午時段為 4 時至 6 時速率最低，平均速率由 41km/hr 降至 37km/hr。整體而言，大貨車行駛路段在晨昏峰及離峰速率有明顯變化，最大差距可至 36km/hr 以上，原因在於全日速率在波谷時段，受交通量較大影響，導致速率明顯較低。

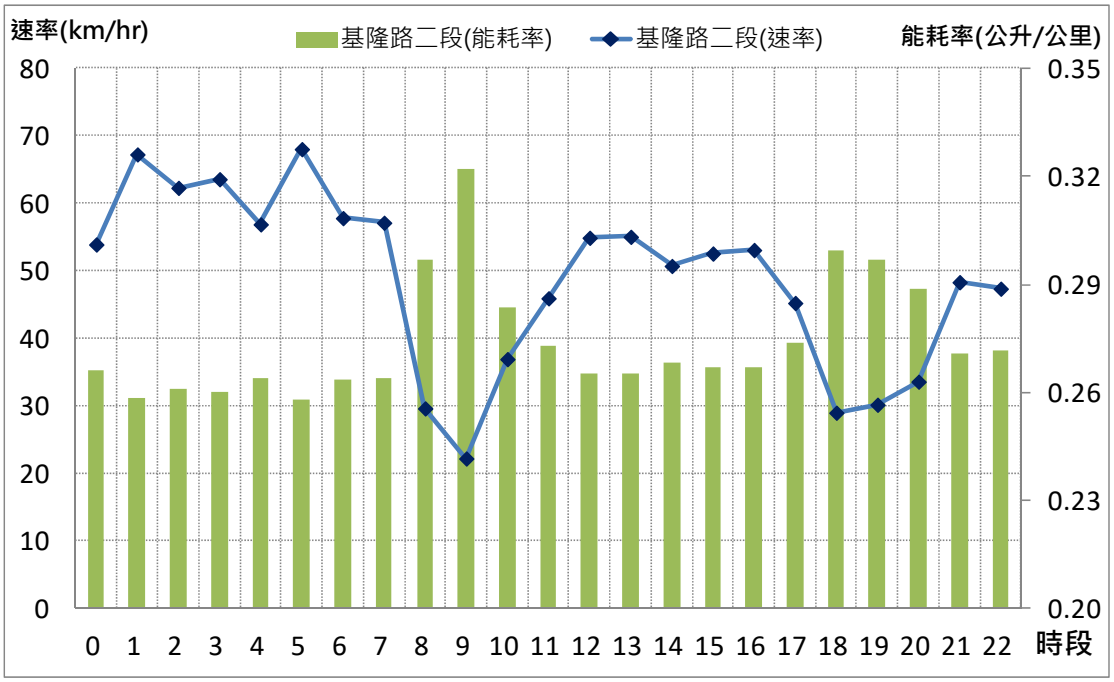


註：資料時間為 2015 年 4 月 1 日。
資料來源：1.臺北市交通管制工程處，104 年 4 月。2.新北市交通綜合規劃科，104 年 4 月。

圖 5.4.3 臺北市基隆路二段與新北市新台五路行駛速率分布

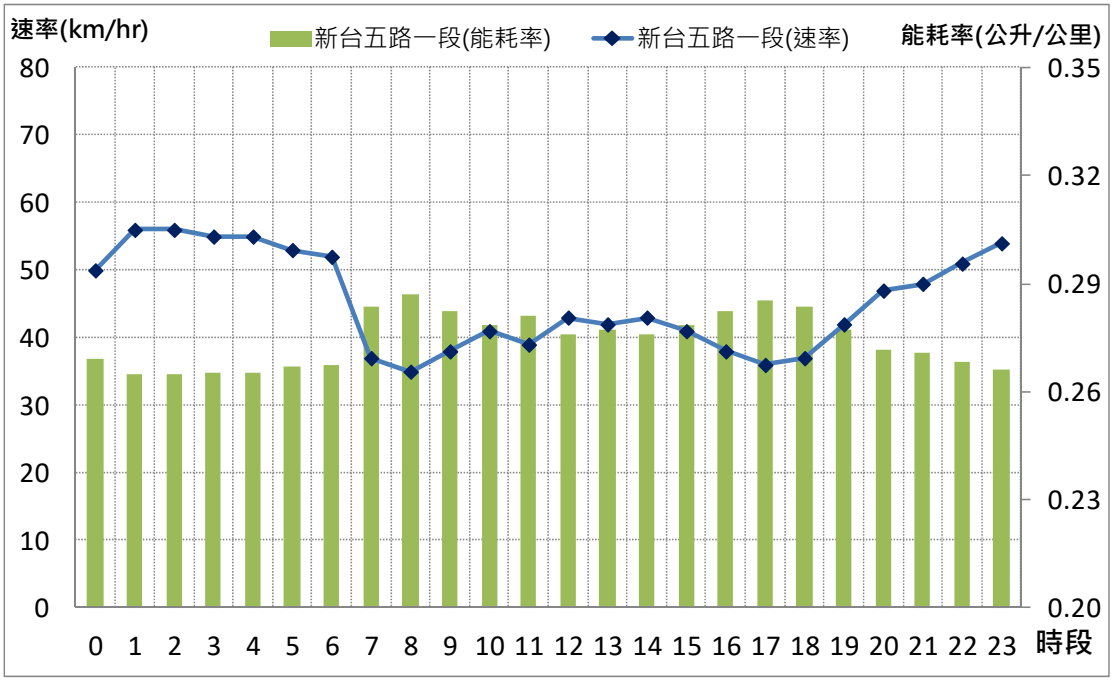
3. 各速率能耗/碳排率比較

將大貨車行駛路段全日速率及能耗率分布作觀察，如圖 5.4.4 及圖 5.4.5 所示，顯示速率越低之時段，大貨車能耗率越高，反之，速率維持在 50~70km/hr 區間，能耗率最具經濟性。以基隆路二段速率差最大者為例，上午 7 時速率為 57km/hr，能耗率為 0.264062 公升/公里，上午 9 時速率降至 22km/hr，能耗率為 0.322227 公升/公里，差異達 1.2 倍，顯示大貨車在尖離峰行駛速率變化，明顯反映在能耗/碳排率上。



註 1：資料時間為 2015 年 4 月 1 日。
註 2：能耗率為本計畫建構大貨車能耗/CO_2 推估模式。
資料來源：1.臺北市交通管制工程處，104 年 4 月。2.新北市交通綜合規劃科，104 年 4 月。

圖 5.4.4 臺北市基隆路二段全日速率與能耗率分布圖



註 1：資料時間為 2015 年 4 月 1 日。
註 2：能耗率為本計畫建構大貨車能耗/CO_2 推估模式。
資料來源：1.臺北市交通管制工程處，104 年 4 月。2.新北市交通綜合規劃科，104 年 4 月。

圖 5.4.5 臺北市新台五路一段全日速率與能耗率分布圖

4. 觀察路段能耗與碳排放量

將大貨車行經觀察路段全日分時速率及大貨車運量，結合 5.6 節之大貨車能耗/排放應用版能耗推估值，便可估算大貨車行駛觀察路段能源消耗量及碳排放量，估算結果如表 5.4-1、圖 5.4.6 及圖 5.4.7 所示。

基隆路二段大貨車交通量較新台五路高，在速率低時段越能反映能源消耗量的需求，以基隆路二段大貨車行駛觀察路段為例，晨峰運量最大為早上 9 時，大貨車運量總計 251 輛，平均速率為 22km/hr，總能耗量為 0.11323 公升，碳排放量為 0.29508 公斤；昏峰運量最大為下午 6 時，大貨車運量總計 182 輛，平均速率為 29km/hr，總能耗量為 0.07628 公升，碳排放量為 0.19878 公斤，相較於大貨車全日行駛所消耗平均能耗量，差距達 3 倍以上，顯示大貨車在尖峰時段行經交通流量較大之路段，速率降低而反映在能耗量及碳排量上。

提升大貨車行駛道路運轉效率，建議避免在尖峰時段進入重要幹道，除了考量尖峰時段因車流複雜而有安全疑慮外，可改善大貨車運轉效率低，達到節能減碳之目的。

表 5.4-1 大貨車行駛觀察路段全日分時總能耗及碳排量

時段	基隆路二段				新台五路一段			
	平均速度	運量	總能耗	碳排量	平均速度	運量	總能耗	碳排量
	km/hr	輛	公升	公斤	km/hr	輛	公升	公斤
0	54	12	0.00447	0.01165	50	5	0.00242	0.00631
1	67	7	0.00253	0.00660	56	6	0.00286	0.00745
2	62	4	0.00146	0.00381	56	0	0.00000	0.00000
3	64	3	0.00109	0.00285	55	2	0.00096	0.00249
4	57	6	0.00222	0.00578	55	3	0.00143	0.00373
5	68	1	0.00036	0.00094	53	4	0.00192	0.00501
6	58	13	0.00479	0.01249	52	2	0.00096	0.00251
7	57	38	0.01405	0.03661	37	18	0.00920	0.02396
8	30	191	0.07941	0.20694	35	4	0.00207	0.00539
9	22	251	0.11323	0.29508	38	17	0.00864	0.02251
10	37	96	0.03815	0.09941	41	17	0.00852	0.02219
11	46	82	0.03132	0.08161	39	0	0.00000	0.00000
12	55	54	0.02006	0.05229	43	8	0.00397	0.01036
13	55	38	0.01412	0.03679	42	7	0.00349	0.00910
14	51	59	0.02217	0.05777	43	15	0.00745	0.01942
15	53	53	0.01980	0.05159	41	13	0.00651	0.01697
16	53	51	0.01905	0.04965	38	36	0.01830	0.04768
17	45	60	0.02300	0.05994	36	5	0.00257	0.00669
18	29	182	0.07628	0.19878	37	3	0.00153	0.00399
19	30	144	0.05987	0.15602	42	9	0.00449	0.01170
20	34	97	0.03922	0.10220	47	0	0.00000	0.00000
21	48	24	0.00910	0.02372	48	1	0.00049	0.00127
22	47	18	0.00685	0.01785	51	1	0.00048	0.00126

資料來源：本計畫。

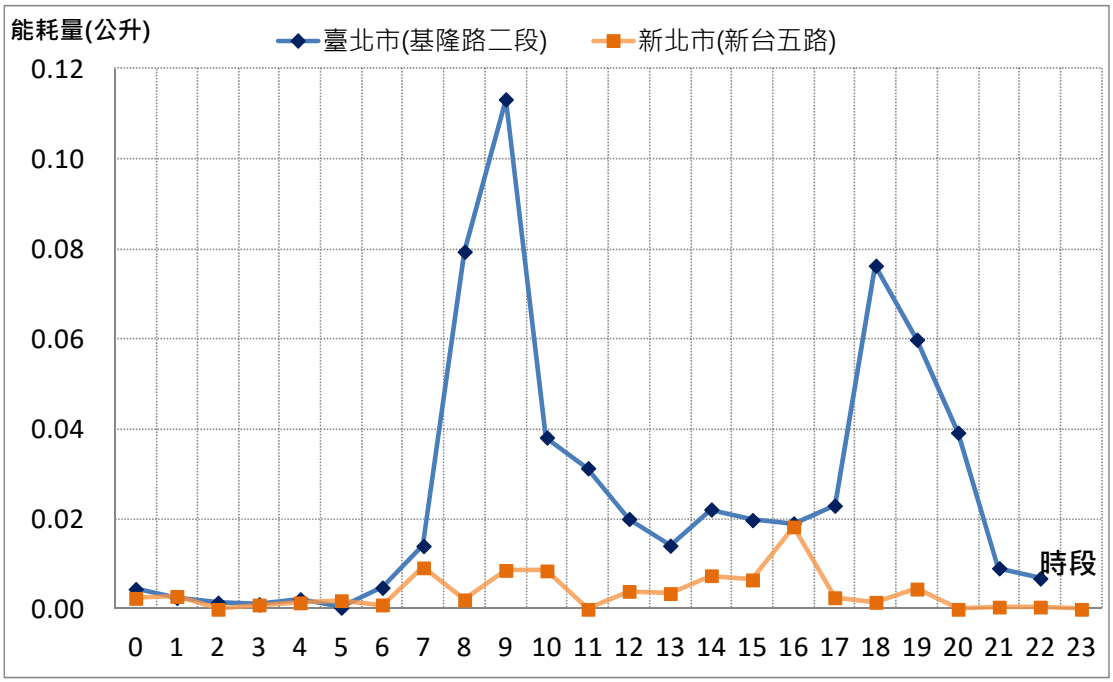


圖 5.4.6 大貨車行駛觀察路段全日分時總能耗分布圖

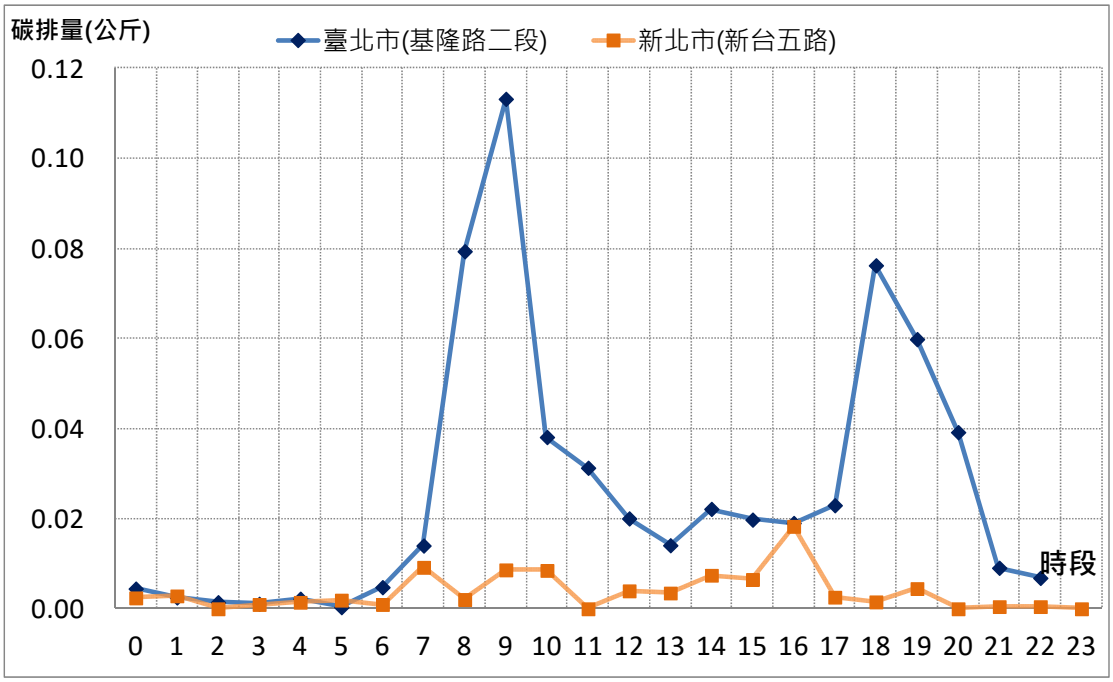


圖 5.4.7 大貨車行駛觀察路段全日分時碳排量分布圖

5.5 小結

1. 觀察本計畫今年實驗路線之各路段資訊發現，不同道路類型間速率及能耗/排放有明顯差異，國道及快速道路之行駛速率明顯高於一般道路，且一般道路之能耗/排放率也顯著大於國道及快速道路；國道路段則受坡度影響，平均坡度大的路段能耗及排放也較高。
2. 觀察大貨車行駛於國 1 長坡路段之情況，大貨車行駛於下坡路段之平均速率明顯高於上坡，且下坡路段速率較能維持在穩定均速的行駛狀態，上坡路段則受坡度影響，較難維持車速。
3. 大貨車行駛路段之平均坡度越高者，所造成之能耗及碳排也越高；且坡度路段之上、下坡能耗/排放有明顯差異，長坡路段坡度越陡，則於上坡所造成之耗油量將越無法與下坡所節省之耗油量抵銷。
4. 在近似距離的以及最終高程差相同的長坡路段，平坡+陡坡較連續緩坡更為節能減碳；相同的坡度條件下，較高的行駛速率會較低速行駛具有更好的節能減碳效果。
5. 一般公路坡度之線型設計，多因應地形找出最具經濟效益之路線，若要以此次大貨車實驗觀察之結果對道路線型設計提出建議，應單純只從節能減碳之角度來看，大貨車於爬坡路段之能耗及碳排量最為明顯，建議於坡度爬升前設有足夠之平坡路段，以利大貨車提高行駛速度，避免以低速狀態行駛長陡坡，以降低能耗/碳排量。
6. 港區怠速議題以基隆港及臺北港作案例分析，因臺北港作業流程為全自動化，貨櫃車進入港區可減少停車受檢及提升行駛速率，而基隆港目前為人工作業，因此貨櫃車進入港區因停車受檢，停等總時間(13 分)占港區內總行駛時間約 73%，而臺北港停等總時間僅需 2 分，顯示自動化港口可顯著改善貨櫃車在港區內停等的問題。
7. 貨櫃車行駛進入基隆港，因停車受檢需求高，常有走走停停的運輸型態，導致行駛速率皆低於 20km/hr，而臺北港區內行駛速率則可維持 20km/hr 以上；整體而言，臺北港全自動化作業程序可避免低速行駛及停車受檢，貨櫃車進入基隆港及臺北港完成所有程序之能源消耗量及碳排放量差距近 8 倍，若未來基隆港改為全自動化港口，估計貨櫃車進入港口因停等時間改善，總能耗

可節省約 40%。

8. 大貨車行駛路段觀察範圍包含基隆港二段及新台五路一段之範疇，以 105/4/1 全日分時交通量及速率資料，套入本計畫建構大貨車動態能耗/CO_2 排放推估模式，可觀察大貨車行駛此路段所需能耗量及碳排放量。結果顯示，在交通量大之路段，大貨車於尖峰時段進入此路段，將因行駛速率降低，導致能耗量及碳排放量明顯增加。以基隆路二段為例，大貨車若在晨昏峰進入此路段，能耗量及碳排放量相較於全日平均能耗/碳排量差距達 3 倍以上。

第六章 未來車輛動態能耗/碳排放資料蒐集與應用方式試作與探討

6.1 資料蒐集方式

本系列研究，皆以車載排放量測系統(On-Board Emission Measurement System，簡稱 OBS；亦名為 Portable Equipment Measurement System，簡稱 PEMS)取得車輛尾氣排放資料，此設備符合美國 EPA 法規測試要求，精度與可信度皆可昭公信，唯缺點是設備費用與實驗執行成本較高。近年來，車上診斷系統(On-Board Diagnosis System，簡稱 OBD)漸漸成為新一代車輛的基本配備，可蒐集車輛相關參數以供分析，優點是可大幅降低資料取得成本。基於本系列研究資料精確度與成本之考量，105 年度透過車載排放量測設備及車上診斷系統同步取得之資料進行比較分析，藉以歸納後續應用上的可行性。

本計畫實驗量測能耗之設備分為車載排放量測系統及車上診斷系統，設備特性彙整如表 6.1-1，另資料觀察如後。

1. 設備特性

(1) 車載排放量測系統(OBS)

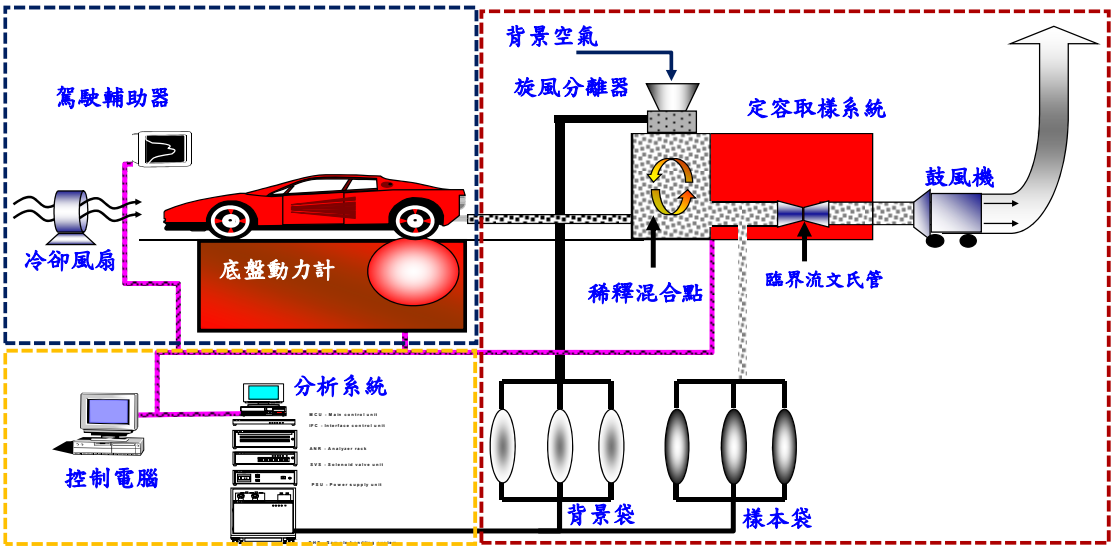
①量測原理

此量測設備能夠真正量測排氣中各種排放氣體的體積濃度，再透過各種方式獲得瞬時排氣體積、體積濃度及密度相乘後，便可得到瞬間排放污染物的重量，亦即量測完全燃燒的尾氣量。如圖 6.1.1 所示。

②資料內涵

HORIBA OBS-2200 車載量測設備可以對行駛中車輛所排放 CO、CO_2、THC、FUEL 等進行連續取樣，並與衛星定位系統、溫度、溼度、大氣壓力等環境整合，得到車輛在實際道路上行駛的真實排放數據，亦即燃油實際完全燃燒的尾氣計算耗油量。

此設備量測數據具有高度穩定性及精確度，系統體積小、功率消耗低、並採用耐振動設備，符合美國環保署(EPA)排放測試法規要求。



資料來源：日本 HORIBA 公司使用手冊。

圖 6.1.1 實驗室實驗取樣運作示意圖

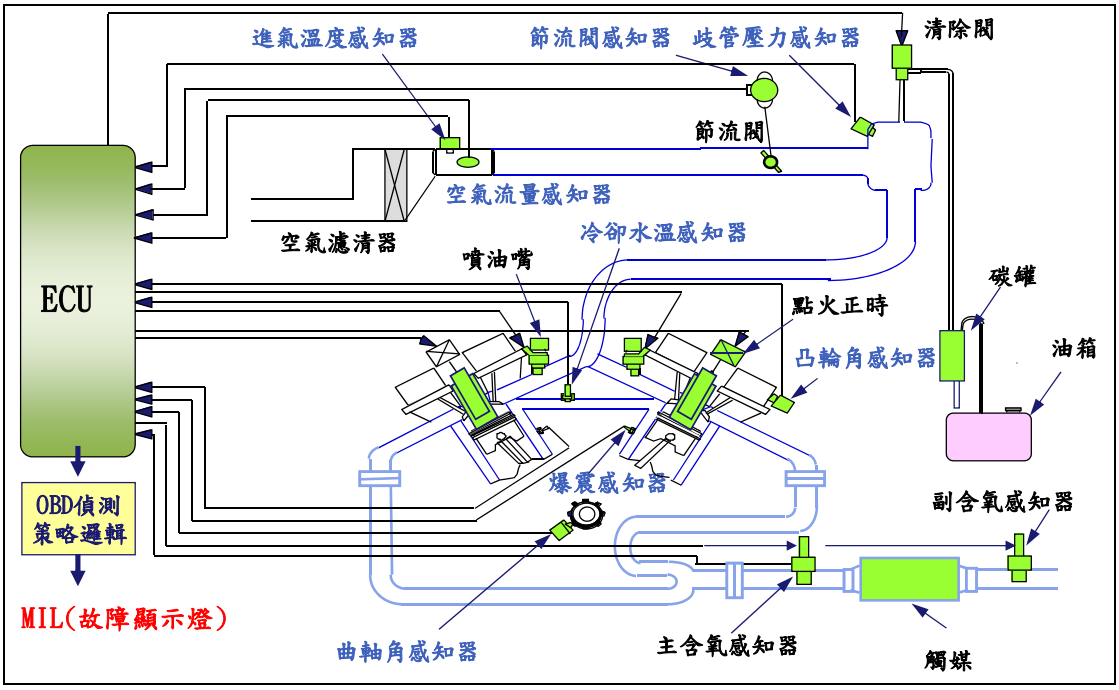
(2) 車上診斷系統(OBD)

①量測原理

此量測設備可以發現污染控制元件發生問題時，能產生故障訊號提醒駕駛人進行車輛維修，降低車輛因控制元件故障導致污染過度排放。經由不同車廠電腦提供參數進行計算，依據不同車速、空氣流量、進氣壓力、空燃比、噴油脈衝時間等參數，由電腦推算燃油消耗量，如圖 6.1.2 所示。

②資料內涵

車上電腦藉由換算公式推估每秒噴油量，量測的數值非燃油完全燃燒後的真實燃油消耗量，然而若電腦指示噴出的油量未完全燃燒，系統會將燃油導回引擎燃油系統，然而 OBD 僅紀錄電腦噴油量，回油量方面則未有扣除機制，因此每秒記錄的油耗量可能會高於實際油耗量。



資料來源：http://www.car2taiwan.com/blog/post/25683247。

圖 6.1.2 車上診斷系統(OBD)運作示意圖

表 6.1-1 OBS 及 OBD 油耗量測原理彙整

量測系統	量測原理	量測內容	精準度	成本
OBS (車載排放量測系統)	測出發動機尾氣中之碳含量，再與單位體積油品中的碳量相比，可得到能源消耗量，亦即 OBS 量測完全燃燒的尾氣量。	以實際完全燃燒尾氣計算耗油量，逐秒資料。	高	高
OBD (車上診斷系統)	不同車廠電腦提供參數進行計算，依據不同車速、空氣流量、進氣壓力、空燃比、噴油脈衝時間等參數，由電腦推算燃油消耗量。	依據車廠提供之參數推估耗油量之，參數未經認證，僅透過介面讀出，而非真實量測。	低	低

資料來源：本計畫。

6.2 不同設備取得油耗資料觀察

將 105 年度實際道路實驗不同設量測設備所蒐集省縣道、國道之能耗率，作資料初步檢定及特性分析，探討不同設備取得油耗之可行性。

將 2 種量測系統量測值之能耗率以 t 檢定探討分布特性，以 OBS 量測結果為基準，分別探討各速率下 2 種量測耗油量之差異以及檢定量的分布特性，初步了解不同量測系統資料蒐集方式之可用性。成對樣本 t 檢定公式如式 6-2-1 所示。

$$T = \frac{\overline{D}}{S_D/\sqrt{N}} \qquad \text{(式 6-2-1)}$$

其中，S_D為 D 的標準差

$$S_D = \sqrt{\frac{\sum D^2 - N\overline{D}^2}{N-1}} \qquad \text{(式 6-2-2)}$$

T 為檢定統計量；D 為 OBD 各速率下之平均能耗率與 OBS 各速率下之平均能耗率的差；N 為成對樣本數。

1. 各速率下能耗值檢定差異性

由表 6.2-1~表 6.2-2 可得知，省縣道及國道之 OBD 量測值與 OBS 量測結果是否有顯著差異。省縣道在速率 60～65 km/hr 及 75 km/hr 量測之 OBD 能耗率與 OBS 無明顯差異，而速率 10～55 km/hr 及 70 km/hr 之 OBD 量測結果與 OBS 有顯著差異。國道部分，85 km/hr 及 95km/hr 時 OBD 能耗率與 OBS 無明顯差異，其餘皆有差異。

省縣道及國道 OBD 與 OBS 量測檢定結果，顯示 OBD 並不能作為 OBS 之替代參數。

表 6.2-1 省縣道 OBS 及 OBD 量測值 t 檢定統計結果

速率 (km/hr)	樣本數	平均數		變異數		t 統計量	檢定結果
		OBS	OBD	OBS	OBD		
10	1,326	1.44	1.72	0.97	3.85	6.0804	有差異
15	1,391	1.70	2.43	1.51	5.40	13.5997	有差異
20	1,135	2.85	3.69	4.31	10.90	13.7895	有差異
25	1,359	3.16	3.99	5.75	14.34	12.6754	有差異
30	1,667	3.45	4.16	6.49	14.21	11.5823	有差異
35	2,151	3.53	4.19	6.73	14.06	12.9070	有差異
40	2,639	3.66	4.14	7.97	14.83	11.2756	有差異
45	3,375	3.77	3.99	8.52	13.00	5.8328	有差異
50	3,372	3.75	3.98	8.28	13.78	6.5266	有差異
55	2,575	4.28	4.40	12.01	17.01	2.9449	有差異
60	1,889	5.02	5.03	14.59	18.46	0.1446	無差異
65	1,483	5.15	5.23	11.17	16.58	1.3518	無差異
70	827	6.29	6.08	13.07	18.65	-2.4477	有差異
75	313	6.89	6.59	14.27	19.82	-1.9029	無差異

註：信心水準為 95%。
資料來源：本計畫。

表 6.2-2 國道 OBS 及 OBD 量測值 t 檢定統計結果

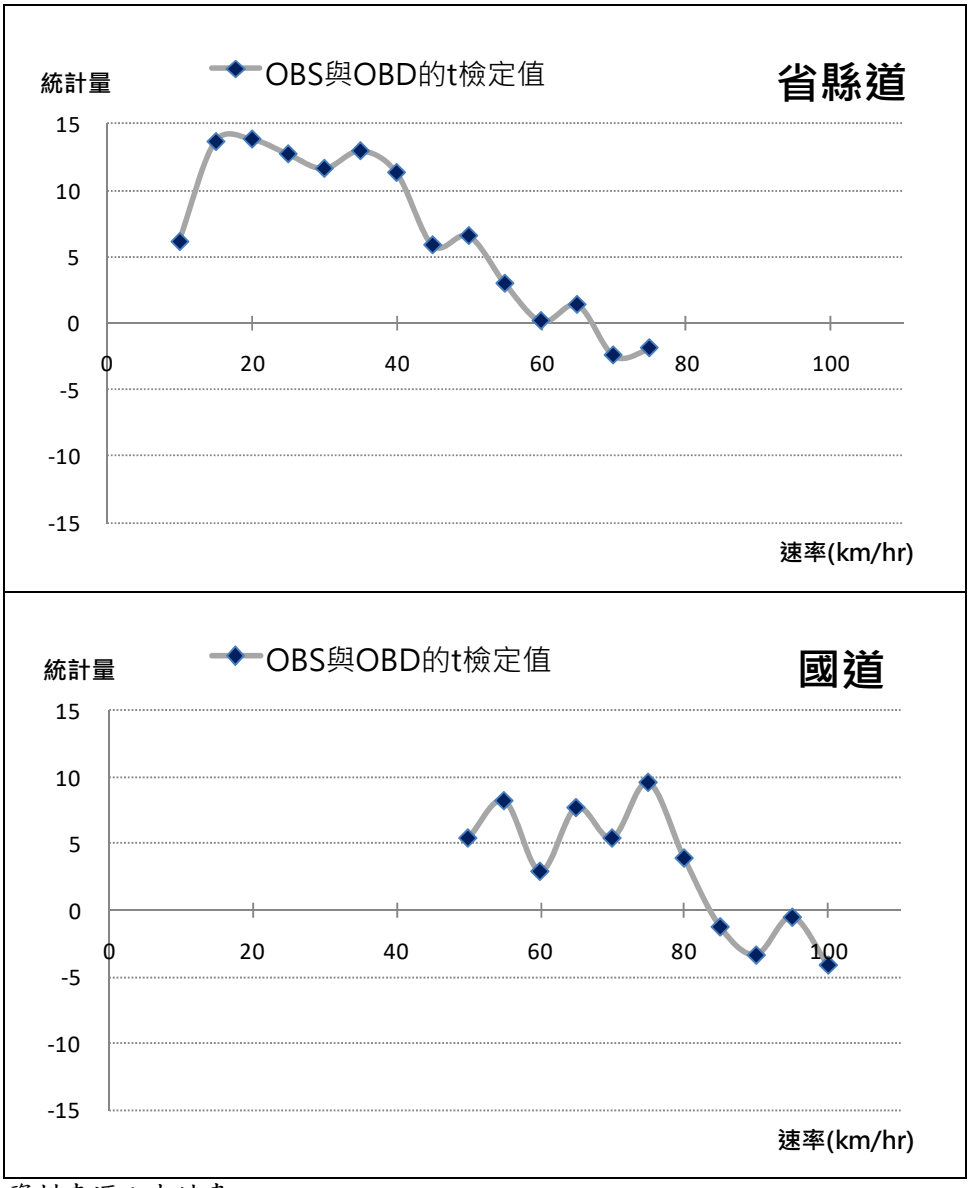
速率 (km/hr)	樣本數	平均數		變異數		t 統計量	檢定結果
		OBS	OBD	OBS	OBD		
50	705	11.20	11.77	10.50	11.58	5.4637	有差異
55	439	9.95	11.44	15.03	17.81	8.2697	有差異
60	467	11.13	11.54	18.70	19.86	2.9680	有差異
65	897	9.79	10.53	20.56	22.40	7.7524	有差異
70	1,265	9.14	9.64	21.58	24.62	5.4660	有差異
75	2,238	8.29	8.97	24.30	26.88	9.6440	有差異
80	4,839	7.69	7.88	22.76	26.80	3.9683	有差異
85	9,640	7.10	7.06	17.15	22.07	-1.1973	無差異
90	8,971	7.41	7.32	16.48	21.06	-3.3166	有差異
95	4,867	8.10	8.08	18.92	22.00	-0.4760	無差異
100	1,504	9.04	8.79	21.36	25.22	-4.0627	有差異

註：信心水準為 95%。
資料來源：本計畫。

2. 各速率下能耗值統計量趨勢分布

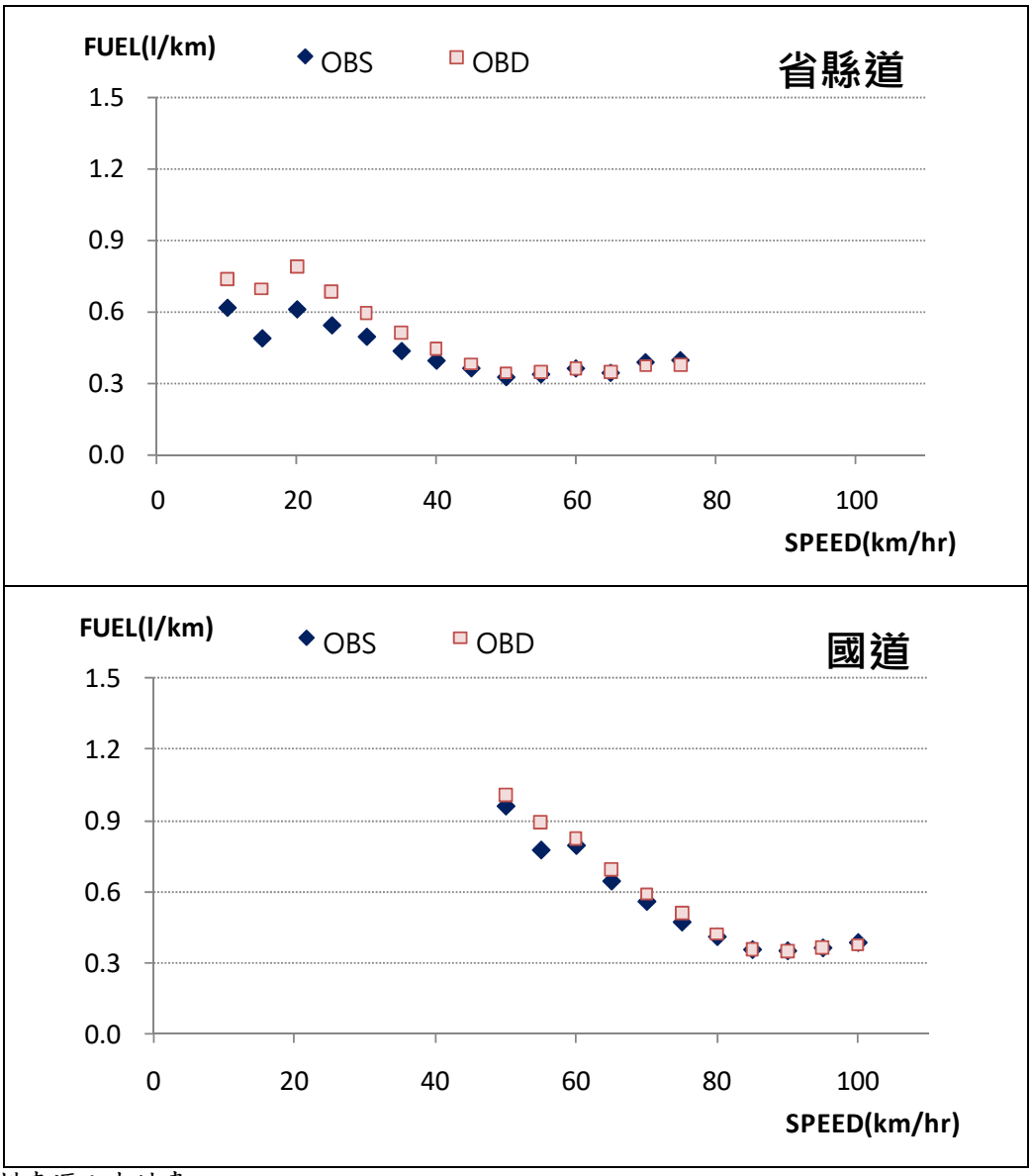
由式 6-2-1，當 t 檢定統計量為正值時，代表 OBD 量測結果相較於 OBS 來的高；當 t 檢定統計量為負值時，代表 OBD 量測結果相較於 OBS 來的低；t 檢定統計量(信心水準 95%)介於 ±1.96 之間，則代表量測結果與 OBS 相似。

如圖 6.2.1 所示，顯示對於省縣道能耗的估計量在速率低於 65 km/hr 時，OBD 的推估值會高估 OBS 量測值，越低速區間所高估的程度就越高，速率高於 70 km/hr 時，OBD 量測結果成反轉現象，開始有低於 OBS 量測能耗值的情況發生。國道則是於速率低於 80 km/hr 時，OBD 的推估值會高估 OBS 量測值，速率大於 85 km/hr 則 OBD 推估值會低於 OBS 的量測值。整體而言越高速 OBD 越趨近於 OBS，原因在於 OBD 將高速時之未完全燃燒比例降低，完全燃燒之比例增加，但以物理原理而言，OBD 仍應高於 OBS。



資料來源：本計畫。

圖 6.2.1 OBS 及 OBD 量測值之 t 檢定統計量分布



資料來源：本計畫。

圖 6.2.2 OBS 及 OBD 量測油耗率分布：NV_F

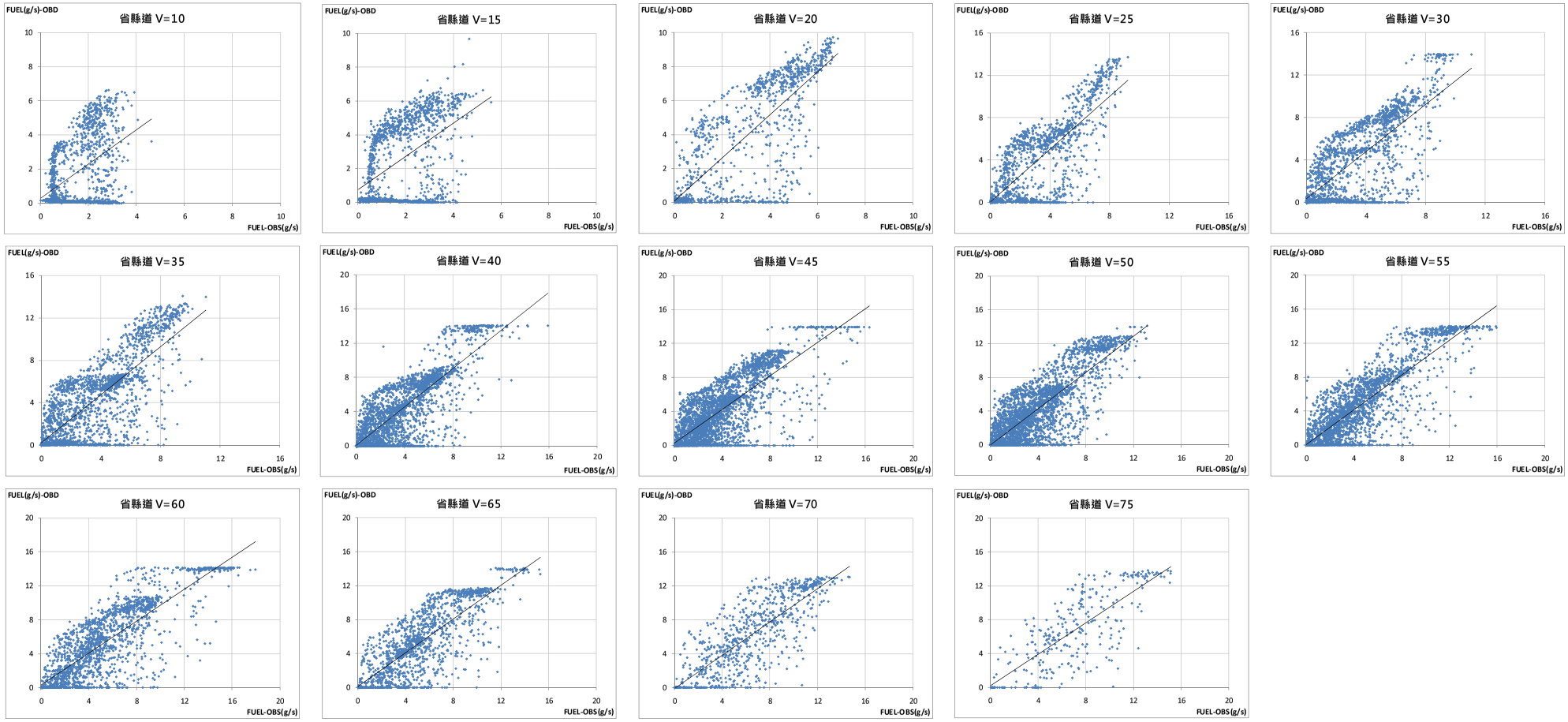
3. 各速率下能耗值趨勢線分布

將 OBS 及 OBD 量測系統之能耗率做 t 檢定後，發現不論省縣道或國道之實測值皆有相同趨勢，亦即 OBD 在低速區間所量測之能耗率皆會明顯高於 OBS，速率越高，OBD 量測值有越趨近 OBS 之現象。

以 OBD 及 OBS 量測設備之量測原理而言，OBD 係以車廠提供參數進行計算燃油消耗量，未完全燃燒之油耗並未有扣除機制；而 OBS 係量測完全燃燒的尾氣量，因此，OBD 量測耗油率可能會高於 OBS。以 105 年度所蒐集能耗率，在低速區間 OBD 量測值確實較高於 OBS，但速率越高未完全燃燒之能耗量就越少，因此量測值會越相近。為進一步探討省縣道及國道各速率下所量測 OBS 及 OBD 能耗率分佈特性，以各速率下 2 種量測設備之能耗率繪製趨勢分布圖，予以觀察，如圖 6.2.3 及圖 6.2.4 所示。

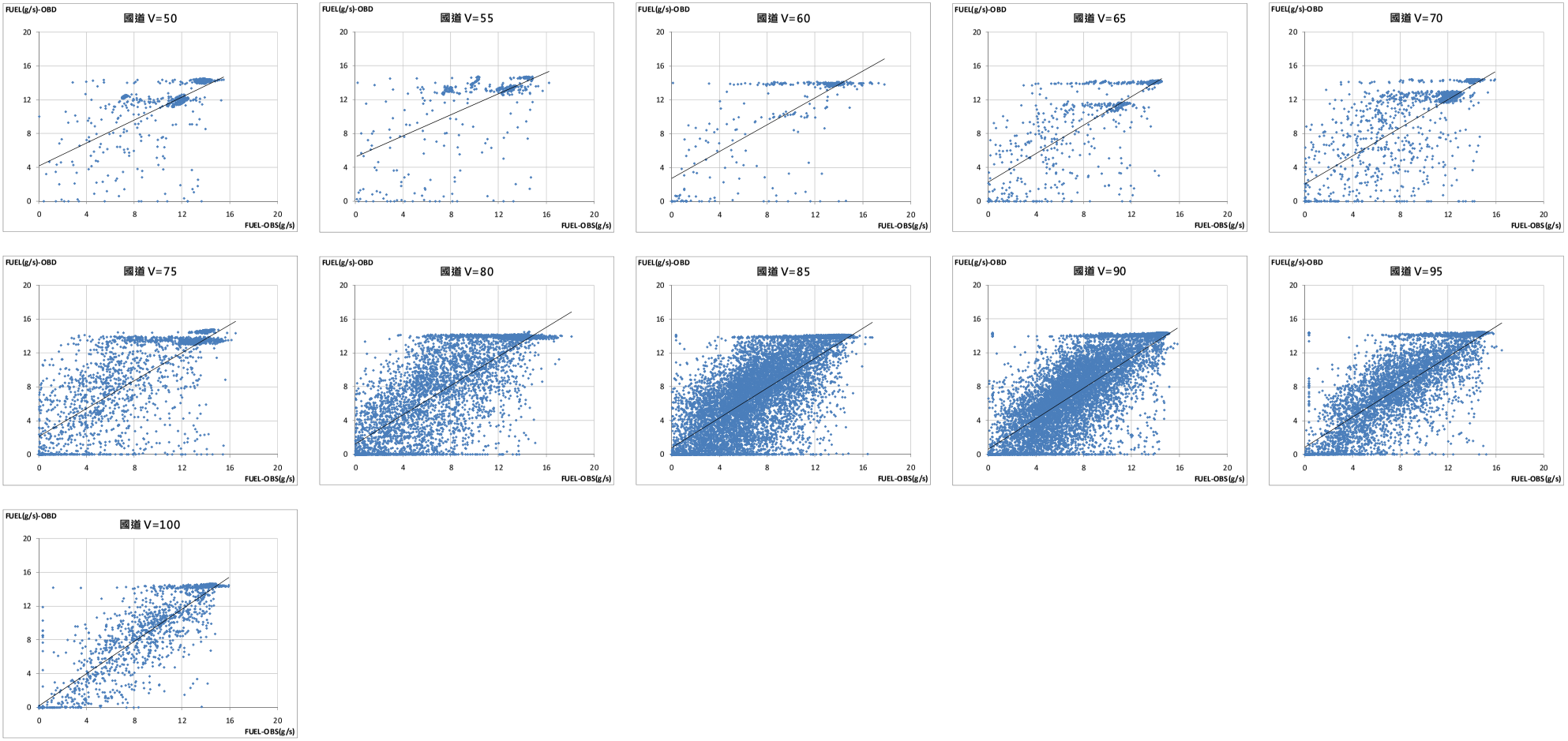
由圖 6.2.3 及圖 6.2.4 可以發現，OBD 量測能耗值有明顯上限值，尤其以速率越高時上限值更為明顯，大約發生在 14 g/s。以省縣道實測而言，OBD 量測速率高於 40 km/hr 時，OBD 量測能耗值開始有明顯上限值；以國道實測而言，OBD 量測速率高於 60 km/hr 時，OBD 量測能耗值開始有明顯上限值。

綜整以上，105 年度實測經由 OBD 量測結果顯示，高速區間瞬時油耗量測值可能無法反映在 OBD 量測設備上，並反映越高速所量測 OBD 能耗率，越趨近 OBS 之能耗率，且有低估的可能性，因此，呼應前述在圖 6.2.1 中高速區間出現之反轉現象。



資料來源：本計畫。

圖 6.2.3　105 年度省縣道量測 OBS 及 OBD 能耗率分布：NV_F



資料來源：本計畫。

圖 6.2.4　105 年度國道量測 OBS 及 OBD 能耗率分布：NV_F

6.3 應用課題

上述探討車輛動態能耗/碳排放資料之方式，藉由量測儀器之物理意義、統計檢定及能耗率趨勢分布，彙整現階段各量測儀器在應用上之課題，分別說明如后，及彙整如表 6.3-1 所示。

1. 車載排放量測系統

(1) 可攜式車載排放量測系統已成為美國、歐盟法規審驗工具

歐盟第 6 期重車柴油引擎排放管制規定，使用中重車測試程序由引擎型車測試型態，改為可攜式污染量測系統，並規定在實際道路上測試，以解決過去在實驗室量測排放量，無法直接表現出車輛實際行駛道路之排放特性。

我國重車柴油車排放管制預計 2019 年 9 月進入第 6 期排放標準，為因應歐盟 6 期使用中車輛測試方法，環保署已於 2015 年進行可攜式量測系統之實際道路測試，並確認國內可以操作歐盟 6 期標準之規範。

可攜式車載排放量測系統已成為美國、歐盟法規測試工具，國內擬朝向與歐盟法規測試方法接軌，因此，未來針對車輛動態能耗/排放資料之取得相當可觀。

(2) 資料精度可達每秒多筆

本計畫系列研究之量測設備皆選用 HORIBA OBS-2200，此設備符合美國環保署(EPA)排放測試工具，量測原理係真正量測排氣中各氣體排放數據，資料精度受美國環保署認證，資料格式精密度可達每秒多筆。

(3) 安裝技術門檻高、成本高昂

HORIBA OBS-2200 為日本進口，相關設備需向日本廠商訂購，訂購時程及成本考量皆會影響測試時程；量測設備安裝需穩固置於座椅上，若空間較狹小，則須將車廂座椅拆除，前置作業需 1~2 天時間，安裝技術門檻相當高。

(4) 考量電力續航力，需定時校正儀器

車載排放量測系統所需直流電，需仰賴電池，若實際道路測試需長時間進行，則需考量電池續航力，並定期校正儀器精度。

2. 車上診斷系統(On-Board Diagnosis System，簡稱 OBD)

(1) 自 2008 年開始，國內法規規定 OBD 應為新車配備

依據我國重車柴油車空氣污染第 4 期排放標準規定，汽油車於 2008 年 1 月 1 日出廠之新車應配備車上診斷系統(OBD)；而第 5 期排放標準規定，柴油車於 2012 年 1 月 1 日出廠之新車配備車上診斷系統(OBD)。

因此，未來蒐集車輛動態能耗/排放資料，汽油客貨車僅能蒐集 2008 年之後出廠之車輛；柴油重車僅能蒐集新環保期別之車輛，老舊車無法產製此數據。

(2) 主要監控污染元件，降低車輛污染過度排放

車上診斷系統運作模式是車上污染控制元件發生問題時，能產生故障燈號提供駕駛人進行車輛維修，因此，建構車輛動態能耗/排放推估模式需蒐集每秒能耗率，需由車廠提供相關參數進行估算，參數包含車速、轉速、水溫、引擎負載、電壓及故障碼資料，從車輛擷取後經由程式碼轉換推估而得，SAEJ1939 通訊協定格式如表 6.3-2 所示。

(3) 依據各車廠提供參數，推算瞬時能耗率，精確度有待商榷

經由上述說明量測系統之物理意義，OBD 之瞬間能耗率是參數推估結果，各車廠提供參數有差異，因此，瞬間能耗率之精確度有待商榷。

表 6.3-1 OBS 與 OBD 油耗量測結果比較表

項目	車載排放量測系統(OBS)	車上診斷系統(OBD)
量測原理	測出發動機尾氣中之碳含量，再與單位體積油品中的碳量相比，可得到能源消耗量，亦即 OBS 量測完全燃燒的尾氣量。	不同車廠電腦提供參數進行計算，依據不同車速、空氣流量、進氣壓力、等參數，由電腦程式推估能耗率。
資料內容	可蒐集每秒多筆實際燃燒尾氣能耗率	可蒐集每秒推估能耗率
資料精準度	1.經過美國環保署認證。 2.歐盟 6 期排放標準，實際道路測試規定應使用可攜式量測系統。	尚未有法規規範各車廠提供參數之準確性。
實驗成本	量測儀器及相關氣體需仰賴進口，成本相當高昂。	因國內法規規定新車需配置 OBD 設備，擷取資料僅需透過車廠提供。
擷取資料技術	安裝儀器之技術門檻高，前置作業天數較長。	需經由 OBD 擷取參數之特定程式，轉換推算而得。
車輛多樣性	受限成本考量，較難同時蒐集多車資料。	可蒐集 2008 年後出廠汽油車、2012 年後出廠柴油車之參數資料。
未來趨勢	我國第 6 期排放標準擬與歐盟 6 期接軌，預計 2019 年使用中車輛將使用可攜式量測系統進行道路實測。	OBD 規範更為嚴謹，控制元件更可靠符合 OBD 診斷要求，可提早挑選高污染車輛。
105 年度實驗資料發現	本計畫系列研究實際道路試驗，所蒐集各車種 OBS 每秒能耗率沒有發生上限值，均能反映各速率能耗敏感度。	105 年度實驗數據分析顯示，不論省縣道、國道，行駛速率在低速區間時，OBD 推估能耗率會高於 OBS 量測值，速率越高，OBD 推估值有明顯上限值 14 g/s，導致更高的瞬時油耗無法反映在 OBD 量測設備上。

資料來源：本計畫。

表 6.3-2 OBD II 訊號轉換擷取資訊之 SAEJ1939 通訊協定格式

擷取資料名稱		J1939 code	J1939 定義	Data Length	Resolution	Data Range	Type
FuelDeliveryPressure	燃油壓力	SPN 94	Engine Fuel Delivery Pressure	1 byte	4 kPa/bit, 0 offset	0 to 1000 kPa	Measured
EngineLoading	引擎負載	SPN 92	Engine Percent Load At Current Speed	1 byte	1 %/bit, 0 offset	0 to 250 %	Status
EngineTorque	引擎扭矩	SPN 513	Actual Engine - Percent Torque	1 byte	1 %/bit, -125 % offset	-125 to 125 %	Measured
RPM	轉速	SPN 190	Engine Speed	2 bytes	0.125 rpm/bit, 0 offset	0 to 8,031.875 rpm	Measured
Speed	車速	SPN 1624	Tachograph vehicle speed	2 bytes	1/256 km/h per bit, 0 offset	0 to 250.996 km/h	Measured
TripDistance	行駛總里程	SPN 918	High Resolution Trip Distance	4 bytes	5 m/bit, 0 offset	0 to 21,055,406 km	Measured
TruckTime	日期、時間	SPN 959	Seconds	1 byte	0.25 s/bit, 0 offset	0 to 62.5 s	Measured
		SPN 960	Minutes	1 byte	1 min/bit, 0 offset	0 to 250 mins	Measured
		SPN 961	Hours	1 byte	1 hr/bit, 0 offset	0 to 250 hr	Measured
		SPN 962	Day	1 byte	0.25 days/bit, 0 offset	0 to 62.5 days	Measured
		SPN 963	Month	1 byte	1 month/bit, 0 offset	0 to 250 months	Measured
		SPN 964	Year	1 byte	1 year/bit, 1985 years offset	1985 to 2235 years	Measured
TotalFuelUsed	使用總燃料	SPN 250	Engine Total Fuel Used	4 bytes	0.5 L/bit, 0 offset	0 to 2,105,540,607.5 L	Measured
FuelRate	油耗	SPN 183	Engine Fuel Rate	2 bytes	0.05 L/h per bit, 0 offset	0 to 3,212.75 L/h	Measured
FuelEconomic	燃油經濟	SPN 184	Engine Instantaneous Fuel Economy	2 bytes	1/512 km/L per bit, 0 offset	0 to 125.5 km/L	Measured
Pressure	大氣壓力	SPN 108	Barometric Pressure	1 byte	0.5 kPa/bit, 0 offset	0 to 125 kPa	Measured
AmbientAirTemperature	環境溫度	SPN 171	Ambient Air Temperature	2 bytes	0.03125 deg C/bit, -273 deg C offset	-273 to 1735 deg C	Measured
ManifoldPressure	歧管壓力	SPN 102	Engine Turbocharger Boost Pressure	1 bytes	2 kPa/bit, 0 offset	0 to 500 kPa	Measured
IntakeAirTemperature	進氣溫度	SPN 105	Engine Intake Manifold 1 Temperature	1 bytes	1 deg C/bit, -40 deg C offset	-40 to 210 deg C	Measured
Fuel Level	油量	SPN 96	Fuel Level	1 byte	0.4 %/bit, 0 offset	0 to 100 %	Measured

資料來源：本計畫。

6.4 小結

1. 本計畫研究以HORIBA OBS-2200(車載排放量測系統)及OBD(車上診斷系統)所量測每秒能耗值作差異分析，以量測設備物理意義而言，OBS量測發動機尾氣中之碳含量，再與單位體積油品中的碳量相比，可得到能源消耗量；OBD 量測能源消耗量，係以車廠提供參數，經由車速、空氣流動等參數推估而得，因電腦推估能耗量並未扣除回油量，因此每秒量測能耗率可能會高於實際油耗量。
2. 將 105 年度實際道路測試所蒐集省縣道、國道之能耗率，檢定各速率下 2 者量測設備之能耗率之差異程度，檢定結果顯示，省縣道行駛速率 60~65 km/hr 及 70 km/hr，OBS 與 OBD 所量測能耗率無顯著差異；國道行駛速率 85 km/hr、95~100 km/hr 時，OBS 與 OBD 所量測能耗率無顯著差異。
3. 整體而言，省縣道與國道之檢定結果皆有相同趨勢，亦即速率越低，OBD 量測能耗值越高於 OBS，低速區間所量測值差異越明顯，而速率越高，則會越趨近或低於 OBS 之情況發生，此系統性誤差顯示 OBD 並不能作為 OBS 之替代參數，因此 OBS 與 OBD 無法視為無差異。
4. 以省縣道、國道各速率之 2 者量測設備之能耗分佈而言，行駛速率在高速區間時，OBD 量測能耗率開始出現上限值 14 g/s，省縣道實測值發生在速率 40 km/hr 以上甚為明顯；國道實測值則發生在速率 60 km/hr 以上。
5. 綜整以上，低速區間之 OBD 量測值皆高於 OBS，與 2 種量測系統之量測原理相符，速率越高則越趨近 OBS，但可能會有低估 OBS 之情況發生，初步觀察其原因在於 OBD 在不同道路類型及高速區間所量測能耗率有上限值之情況發生，導致更高的瞬時油耗無法反映在 OBD 量測設備上。
6. 目前 OBD 量測系統主要降低車輛因控制元件故障導致污染過度排放，而產生電腦診斷系統，對於本系列研究需蒐集每秒實際燃油量以建構不同道路、速率、坡度之能耗/排放推估模式，以量測物理意義及檢定特性而言，HORIBA OBS-2200 具有較高的可靠度，因此，仍建議未來車輛動態能耗/碳排放資料蒐集以車載排放量測系統 HORIBA OBS-2200 為優先考量。

第七章 結論與建議

因應全球氣候變遷，加強管制溫室氣體排放已成為國際趨勢，為落實推動運輸部門節約能源與減少溫室氣體排放量各項行動方案，有必要建置完整公路運輸之車輛能耗率及碳排放係數資料庫及推估模式，方有助於推估預測之精準度。然而，車輛能耗與碳排放特性隨車種、道路類型、交通狀況而異，相關參數有必要針對國內車隊狀況及環境特性予以修正調整。而依據文獻顯示，國際間對於車輛能耗與碳排放推估模式發展趨勢，已朝向依各類車輛行駛時間為分析基礎，探討車輛動態行駛中之能耗與碳排放特性。爰本所近年著手發展車輛動態(行進間)能耗與碳排放與運輸規劃關聯模式，希藉由強化運輸部門基線資料庫，逐步修正國內車輛能耗率及碳排放係數相關資料，建立運輸活動與能耗及碳排放之關聯，以期將此兩大環境永續層面之議題納入評估體系。

本所自 96 年起陸續辦理「車輛動態能源消耗與溫室氣體排放特性」系列研究，目前已先後完成小客車、大客車、機車等車種之實車道路試驗與分析，並建立較完整之本土化資料庫，提供政府政策分析及後續研究之基礎。鑑於公路運輸系統總耗油量約有三分之一係來自於貨運車輛，為完備各車種能耗與碳排放特性研究，實有必要接續針對貨運車輛(含大貨車及小貨車)之能耗與碳排放特性進行研究。

考量大貨車的整體能源消耗量占比僅次於自小客車，約為小貨車的 2 倍，本計畫以 2 年(104~105 年)時間針對大貨車進行實車道路試驗與分析，透過構建大貨車動態能耗與碳排放推估模式，期能具體估算公路新建或改善計畫對貨車之節能減碳效果，同時有助於大貨車港區怠速停等議題的研析，以及行駛路段與時段之管制策略等之擬定，進而有助於提升公路運輸整體節能減碳的綜效。

7.1 兩年度計畫結論

1. 國內外相關文獻回顧

(1) 國內重型柴油車法規僅有環保標準，並無能耗標準。近幾年，歐美日中皆在發展能耗法規與測試設備。我國最可能與歐規接軌，以歐盟的重車能耗法規分類內容來看，應考慮客/貨車、車軸數、軸配置、車重以及行車型態等因素。其中行車型態牽涉到車輛的營運狀況，其分類大致上以「城際」、「都市」為最極端的兩類。對應國內的車隊，城際型車隊包括大貨車(含貨櫃車、聯結車等)、國道客運、遊覽車；都市型車隊包括小貨車、市區公車、公路客運等，未來在法規將對應不同的油耗或排碳標準。

(2) 自歐盟 6 期法規開始，對於使用中重車的排放檢測，將改用車載排放量測系統於實際道路上執行實車測試。測試路線將包含市區(車速 0~50km/hr)、郊區(車速 50~75km/hr)及高速公路(75km/hr 以上)3 種道路類型，依據車輛種類設定不同道路類型之行駛時間占比。環保署已著手研擬國內實施此制度的可行性。透過此制度實施後，將可累積使用中重車的實測數據，對於相關研究相當有助益。

(3) 從國內貨運車隊行駛型態分析可知，國內貨運可區分為　行駛於高快速公路上的貨物運輸；以及　行駛於市區道路上的市區宅配物流運輸、港區內貨物運輸，其中，貨車於港區需配合船班排程，在碼頭間移動多有走走停停之行駛型態，與市區道路相當類似。就行駛型態對燃油經濟性影響方面，城際運輸多行駛高快速公路，平均速率較高且較易以穩定速率行駛，使得燃油經濟性較高；都會物流除了裝卸貨不易控制怠速熄火之外，其受市區號誌及車流影響，有較多低速與停等情形，故燃油經濟性較差。

(4) 主要影響重型柴油車輛能耗/排放率的影響因素包括：道路類型、行車速率、加減速率、坡度、車重等。

2. 兩年度實驗設計與資料庫

(1) 量測設備

本計畫採用 HORIBA OBS-2200 車載排放量測設備，對行駛車輛中的 CO、CO_2、THC、NOx 以及 A/F 進行連續取樣，並與衛星定位系統(GPS)以及溫度、溼度、大氣壓力等環境條件聯繫在一起，從而得到車輛在實際道路上行駛時逐秒的排放真實數據。

(2) 104 年度實驗設計

實驗車輛主要考量重點為：應用於城際及港區貨運車輛之車重與排氣量、保固期內車輛（摒除車輛因老舊等因素所造成之車輛排放劣化所產生不穩定影響）、可裝置車載排放量測設備、符合次年度模式建構之需求。此外，受限部分實驗條件要求，包含考量試車場測試場域滿載載重下安全速率限制與目前擁有最大 E-Type 流量計只適用於排氣量 10,000c.c.以內規格及可順利取得 OBD 資料作為比對耗能之參數。因此，評估結果優先考慮實驗車輛為日本進口之 HINO 500 框式貨車，搭載直列 5 缸 F7DJ 直接噴射附渦輪增壓柴油引擎，排氣量為 6,403c.c.，核定車重為 11 噸，符合歐盟 5 期引擎，該車於 2014 年出廠，車齡不到 2 年。

實驗場域則考量實驗車輛載重下之操控安全，爰於財團法人車輛研究測試中心國際級試車場內模擬高快速公路定速巡航行車狀態，另外於彰濱工業區內模擬省縣道與市區道路之行駛狀態，該區車流量小，可兼顧試驗安全。

考量實測安全性及易行性，主要以車輛中心試車場執行定速巡航，並於彰濱工業區內道路模擬市區道路繞行測試。考量載重之影響，設計 3 種情境：包括滿載(100%核定車重)、半載(78%核定車重)、空載(55%核定車重)。受限於可用資源，該年度未處理坡度變數。

(3) 105 年度實驗設計

104 年度大貨車實驗已完成城際運輸常使用之框式貨車實車實驗，在車輛中心進行定速巡航模擬高快速公路之能耗表現；並在彰濱工業區模擬市區道路行駛之能耗表現，今年度實驗優先以實際道路實測，重現大貨車行駛實際道路現況。惟大貨車實測調查與分析會面臨許多限制，會影響研究團隊之實驗設計，包含實驗車輛選擇也會受限於車載排放量測儀器設備之安裝。因此，本計畫實驗大貨車其選取車輛主要考量因素包含：國內貨運運輸需求、可順利取得 OBD 資料、實驗設備安裝限制、實驗車輛租借限制，經由上述考量因素後，105 年度實驗車輛選用 Scania P340、2010 年出廠、核定車重 35 噸之前單後單曳引車。

另 105 年蒐集貨櫃車行駛實際道路需將坡度納入考量，為有效蒐集坡道資料，實驗路線優先以國 1 為主，其他考量包含　起迄點模擬港區貨櫃車行駛路線，道路類型包含國道、省縣道；　坡道樣本蒐集足夠；　車輛補給可行性及迴轉半徑足夠之區域；　實驗路線單趟以 3 小時為限。

經由上述考量因素，105 年度實驗路線以國道而言，起點為駐車場－埔鹽系統交流道－國 1－五股交流道－台 64 快速道路－臺北港；以省縣道而言，起點為駐車場－台 1 線－台 10 線－台 17 線－縣 144 線－駐車場。

(4) 大貨車資料庫

105 年大貨車進行實際道路實測，道路實驗取得總樣本數共 86,367 筆，其中行駛狀態下用於建構模式之樣本數為 61,387 筆，建構停等狀態之樣本數為 9,007 筆；行駛狀態下：國道正 2 度坡(G+2%)模式應用樣本數為 4,528 筆，國道正 1 度坡(G+1%)模式應用樣本數為 4,206 筆，國道平坡(G 0%)模式應用樣本數為 20,238 筆，國道負 1 度坡(G-1%)模式應用樣本數為 3,294 筆，國道負 2 度坡(G-2%)模式應用樣本數為 1,715 筆，省縣道模式應用樣本數為 27,406 筆。

3. 大貨車能耗/碳排放推估模式成果

(1) 大貨車能耗/CO_2 排放推估模式之建構

利用大貨車實際道路實驗所取得約 8.6 萬筆資料，本計畫完成道路類型轉換因子($FI^{\wedge}_F$)、碳排放轉換當量(FF_U)、停等轉換因子(R_{idle})之模式建構。並成功整合 104 年市區繞行及 105 年省縣道轉換因子($FI^{\wedge}_F$)，透過大貨車實際耗能值，便可得到行駛狀態下之能耗/CO_2 排放推估模式，以及非行駛狀態下能耗/CO_2 排放推估值。

大貨車動態能耗/CO_2 排放推估模式可在不同道路類型、坡度及速率皆能反應能耗/CO_2 排放量之敏感程度，尤其以省縣道低速區間(低於 20km/hr)及國道正坡低速區間(30~50km/hr)，能耗/CO_2 排放量高，國道正 2 度坡以上之能耗/CO_2 排放量顯著高於省縣道及國道(平坡、負坡)。

(2) 大貨車能耗/CO_2 排放推估模式之驗證結果

分別以　同一車輛、駕駛、營運路線資料；　不同車輛、駕駛、營運路線資料作背景資料，進行模式驗證，並驗證大貨車省縣道能耗/CO_2 排放推估模式驗證 104 年實驗大貨車之推估能力。整體旅次之驗證結果皆在±7%範圍內，顯示本計畫大貨車能耗/CO_2 排放推估模式具有良好推估能力。

4. 大貨車動態能耗重要觀察

(1) 載重之影響

104 年度框式大貨車實測得知，無論是試車場定速巡航、彰濱工業區內繞行，不同載重情境下，能耗率皆有顯著差異。試車場定速巡航結果顯示：以滿載為比較基準，不論任何速率下，能耗及碳排放均高於半載及空載；半載能耗及碳排放量又大多高於空載。

(2) 國 1 長坡路段觀察

根據貨櫃車行經長坡路段之動態速率、能耗與功率變化可知，上坡對於速率影響甚鉅，為了克服坡度，上坡階段需透過不停的換檔與耗能才能完成爬坡，即使進入速率為 90km/hr，最終可能降至 40km/hr。相較之下，下坡較容易維持速率，且能耗率極低。以五股-林口段、苗栗-三義段、三義-后里段的長坡來看，上坡+下坡的總耗能約為平坡路段之 1.3~1.7 倍，顯示下坡的節能不足以完全彌補上坡的耗能。

5. 港區怠速議題分析

目前基隆港貨櫃碼頭為人工作業程序，而臺北港貨櫃碼頭採用全自動化作業，根據本計畫蒐集貨櫃車進出基隆港、臺北港之 GPS 資料可知，貨櫃車進入基隆港之運輸型態，因貨櫃碼頭作業程序導致停等總時間為 822 秒(約 13.7 分鐘)，占港區內總行駛時間約 73%；貨櫃車進入臺北港總停等時間為 82 秒(約 1.4 分鐘)，占港區內總行駛時間約 32%，由此可知，貨櫃碼頭全自動化設置可明顯提升作業效率，減少貨櫃車之停等時間。

再者，基隆港區內因人工作業，貨櫃車行駛速率多為 20km/hr 以下；然臺北港因全自動化通關，貨櫃車行駛過程可避免減速及停車受檢行駛速率可至 20km/hr 以上，因此，貨櫃車在基隆港以低速行駛之總能耗(0.453 公升)為臺北港(0.057 公升)近 8 倍。臺北港因導入全自動化作業程序，由貨櫃車運輸型態及能耗/排放分析所述，確實可提高運轉與節能的效益，若基隆港未來為全自動化港口，估計貨櫃車進入港口因停等時間改善，總能耗可節省約 40%。

6. 大貨車行駛路段與時段能耗/碳排放觀察分析

大貨車行駛路段觀察範圍包含臺北市基隆路二段及新北市新台五路一段，以105/4/1 全日分時交通量及速率資料，套入本計畫建構大貨車動態能耗/CO_2排放推估模式，可觀察大貨車行駛此路段所需能耗量及碳排放量，結果顯示，在交通量需求大之路段，大貨車於尖峰時段進入此路段，因交通影響導致速率降低，明顯反映能耗量及碳排放量上，以基隆路二段為例，大貨車若在晨昏峰進入此路段，能耗量及碳排放量相較於全日平均能耗/碳排量差距達 3 倍以上。

7. 大數據應用課題分析

本系列研究皆以 HORIBA OBS-2200 車載排放量測系統(OBS)取得車輛尾氣排放資料，此設備為美國 EPA 法規測試要求，精度與可信度皆可昭公信，惟設備費用與實驗執行成本較高。近年來，車上診斷系統(OBD)漸漸成為新一代車輛的基本配備，可蒐集車輛相關參數以供分析，優點是可大幅降低資料取得成本。基於研究資料精確度與成本之考量，105 年度透過車載排放量測設備及車上診斷系統同步取得之資料進行比較分析，藉以歸納後續大數據應用上的可行性。

(1) 對於 OBS 的評析

可攜式車載排放量測系統已成為美國、歐盟法規測試工具，國內擬朝向與歐盟法規測試方法接軌，因此，未來針對車輛動態能耗/排放資料之取得相當可觀。OBS 量測原理係真正量測排氣中各氣體排放數據，資料精度受美國環保署認證，資料格式精密度可達每秒 5 筆，精度與可信度高。由於設備重達 222 公斤，需穩固置於座椅上，若空間較狹小須將車廂座椅拆除，前置作業需 1~2 天時間，安裝技術門檻相當高。車載排放量測系統需仰賴電池提供直流電運作，若實際道路測試時間較長，則需考量電池續航力，並定期校正儀器精度。

(2) 對於 OBD 的評析

依據我國重車柴油車空氣污染第 4 期排放標準規定，汽油車於 2008 年 1 月 1 日出廠之新車應配備車上診斷系統(OBD)；而第 5 期排放標準規定，柴油車於 2012 年 1 月 1 日出廠之新車配備車上診斷系統(OBD)。因此，未來蒐集車輛動態能耗/排放資料，汽油客貨車僅能蒐集 2008 年之後出廠之車輛；柴油重車僅能蒐集新環保期別之車輛，老舊車無法產製此數據。此外，車上診斷系統運作模式是車上污染控制元件發生問題時，能產生故障燈號提供駕駛人進行車輛維修，因此能耗與碳排放的推估非原本設計的重點，目前依據各車廠提供參數所推算瞬時能耗率，精確度有待商榷。

(3) 數據觀察

以 105 年實驗資料觀察得知，低速區間之 OBD 量測值皆高於 OBS，與量測系統之物理意義相符，速率越高則越趨近 OBS，但可能會有低估 OBS 之情

況發生，初步觀察其原因在於 OBD 在不同道路類型及高速區間所量測能耗率有上限值之情況發生，導致更高的瞬時油耗無法反映在 OBD 量測設備上。

(4) 後續應用建議

目前發展出來的OBD量測系統主要係為因應降低車輛因控制元件故障導致污染過度排放，而產生電腦診斷系統，對於本系列研究需蒐集每秒實際燃油量以建構不同道路、速率、坡度之能耗/排放推估模式，以量測物理意義及檢定特性而言，HORIBA OBS-2200 具有較高的可靠度，因此，建議近期內車輛動態能耗/碳排放資料蒐集以車載排放量測系統 HORIBA OBS-2200 為優先考量，將來若要採用 OBD 數據，須先要求車廠出示資料的準確度，再納入應用。

8. 大貨車節能減碳策略建議

(1) 觀察大貨車行駛於國 1 長坡段線形設計之差異，可因應地形找出最具經濟效益之路線，以節能減碳角度而言，因大貨車進入爬坡段需踩足油門維持速率，直接反映在能耗/碳排放量上，因此，建議坡度爬升前應設有足夠之平坡路段，以利大貨車在爬升陡坡之前可加速至一定速率，並於進入陡坡路段後減輕維持車速之困難度，俾能降低能耗/碳排放量。

(2) 觀察貨櫃車進入基隆港與臺北港之能耗/碳排放量差異，顯示臺北港全自動化作業程序，可大幅降低貨櫃車停車受檢及低速行駛之運輸型態，建議未來基隆港改為全自動化港口，基隆港貨櫃車停等時間改善後，進入港區之作業程序可達到節能減碳之需求。

(3) 大貨車行駛重要幹道之能耗/碳排量觀察，顯示大貨車在尖峰時段進入交通量大之路段，將因速率降低導致較差的油耗。以 105/4/1 基隆路二段全日分時交通量及速率分布為例，尖峰時段能耗/碳排量需求較全日平均量差距達 3 倍以上，為提升大貨車行駛道路運轉效率，建議避免在尖峰時段進入重要幹道，除了考量尖峰時段因車流複雜而有安全疑慮外，可改善大貨車運轉效率低，達到節能減碳之效果。

7.2 後續研究建議

1. 持續追蹤重車能耗、碳排法規與 OBS 實測資料庫

由於各國陸續實施之重車法規皆高度重視碳排放，因此有關法規的執行內容、檢測方式等，皆會影響本計畫後續對實測設備選用、模式構建及資料庫累積。以目前的趨勢來看，採用車載排放量測設備已成為未來執法的工具；另一方面，累積實測資料庫也指日可待，本系列研究的方法論與法規發展方向一致，建議後續可持續關注有關發展，擴充研究成果與應用性。

2. 規範 OBD 資料之準確性與可取得性，加強可應用性

有鑑於應用車載系統進行實際能耗之量測，涉及設備裝載工程，實驗成本高，也需要業者深度配合，不易於大量取樣。但國內近年來導入之歐規環保 4 期標準的大貨車均已搭載 OBD，可以提供油耗參數與車輛運轉資料，亦成為車輛動態大數據應用的重要來源。由於能耗與碳排參數並不是 OBD 原本的設計重點，目前此參數多為相關參數運算得知，準確度無法驗證，因此就應用面來看，建議須先確保資料的準確性，才能納入應用。

3. 現今監理制度執法目的，強制規範提供 OBD 資料正當性似不足

國內新車裝設 OBD 設備使得蒐集數據資料更為簡便可行，在規範 OBD 資料準確性前提下，可透過監理制度管理及規範資料品質，但交通監理係以安全、空氣污染排放為執法目的，目前我國僅制定廠商或進口小客車、機車、小貨車耗能標準，尚未訂定使用中車輛能耗與碳排標準，因此現階段在交通監理方面，強制使用中車輛召回檢查以提供 OBD 資料之正當性似不足。

對於引入 OBD 大數據，短期內建議持續蒐集觀察並探討適用或可應用的範圍，建構能耗模式仍以 OBS 為主要工具。

參考文獻

1. Boriboonsomsin, Kanok, Scora, George, and Barth, Matthew. (2010). Analysis of Heavy-Duty Diesel Truck Activity and Fuel Economy based on Electronic Control Module Data. Paper for the 89th Annual Meeting of Transportation Research Board, Washington, D.C. January 2010.
2. Capps, Gary, Franzese, Oscar, Knee, Bill, Lascurain, Mary Beth, and Otaduy, Pedro. (2008). Class-8 Heavy Truck Duty Cycle Project Final Report. December 2008. Prepared by OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY, Oak Ridge, Tennessee 37831-6283. managed by UT-BATTELLE, LLC for the U.S. DEPARTMENT OF ENERGY under contract DE-AC05-00OR22725. http://cta.ornl.gov/cta/Publications/Reports/ORNL_TM_2008-122.pdf （2010/08/04 擷取）。
3. Davis, Stacy C., Diegel, Susan W., and Boundy, Robert G. Transportation Energy Data Book Edition 33. July 2014. Prepared for the Vehicle Technologies Office, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, U. S. Department of Energy.
4. Franzese, Oscar, and Davidson, Diane. (2011). Effect of Weight and Roadway Grade on the Fuel Economy of Class-8 Freight Trucks. Prepared by OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY, Oak Ridge, Tenseness 37831-6283. Managed by UT-BATTELLE, LLC for the U. S, Department of Energy, under contract DE-AC05-00OR22725.
5. Linda Gaines, Anant Vyas, John L. Anderson. (2006). Estimation of Fuel Use by Idling Commercial Trucks.
6. Therese Langer and Siddig Khan. (2013). International Alignment of Fuel Efficiency Standards for Heavy-Duty Vehicles.
7. Reduction and Testing of Greenhouse Gas Emissions from Heavy Duty Vehicles - LOT 2 (Development and testing of a certification procedure for CO_2 emissions and fuel consumption of HDV) Final Report, 2012.1.9.
8. Su, Kao-Chun, Lai, Wen-Kuang, Chen, Cheng-Yi, and Chou, Ching-Cheng. (2013). Wind Tunnel and Fuel Consumption Tests of Truck –trailer with Side Skirt. Paper presented at the 18th National Conference on Vehicle Engineering, Dec. 13, 2013. NPUST, Pingtung, Taiwan.

9. HORIBA 公司設備使用手冊。
10. 車輛總重量及總聯結重量限制規定，道路交通安全規則規範，法務部全國法規資料庫。
11. 我國車輛能耗管理制度及沿革，經濟部能源局。
12. 重型柴油客、貨車各期排放標準，行政院環保署。
13. 柴油車審驗計畫，行政院環保署。
14. 美國能源部網站，http://www.afdc.energy.gov/data/#tab/all/data_set/10380
15. 基隆市 102 年智慧交控與幹道時制重整計畫(一般型)技術服務委託案。基隆市政府，民國 102 年。
16. 101 年貨運車輛依軸組型態、車輛總重量為類別依據之車輛數統計資料，交通部公路總局監理處。
17. 103 年機動車輛登記數，交通部統計處。
18. 102 年運輸部門溫室氣體排放清冊，交通部運輸研究所。
19. 港埠節能減碳基礎資料建置方法之研究，交通部運輸研究所，民國 100 年。
20. 車輛節能應用技術研究計畫(1/3)，經濟部能源局，民國 100 年。
21. 臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(1/4)，交通部運輸研究所，民國 101 年。
22. 臺灣港埠節能減碳效益提升之研究(2/4)，交通部運輸研究所，民國 102 年。
23. 車輛能源效率管制策略與節能技術導入之效益分析(第二年度)，經濟部能源局，民國 101 年。
24. 車輛能源效率經營投資策略與節能技術導入之效益分析，經濟部能源局，民國 102 年。
25. 第 5 期整體運輸規劃研究系列-城際運輸需求模式檢討及參數更新研究(2/3)，交通部運輸研究所，民國 102 年。
26. 第 5 期整體運輸規劃研究系列-城際運輸需求模式檢討及參數更新研究(3/3)，交通部運輸研究所，民國 103 年。
27. del Parque, Adolfo Perujo Mateos, and Villafuerte, Pablo Mendoza. （2015）. PEMS EMISSIONS TESTING OF HEAVY DUTY VEHICLES/ENGINES: ASSESSMENT OF PEMS PROCEDURES IN FULFILMENT OF ARTICLE 14(3) TO REGULATION (EU) 582/2011. Institute for Energy and Transport, Sustainable Transport Unit. JRC Technical Report, Report EUR 27251 EN.

28. del Parque, Adolfo Perujo Mateos, Bonnel, Pierre, and Villafuerte, Pablo Mendoza. （2015）. PEMS BASED IN-SERVICE TESTING: PRACTICAL RECOMMENDATIONS FOR HEAVY-DUTY ENGINES/ VEHICLES. Institute for Energy and Transport, Sustainable Transport Unit. JRC Technical Report, Report EUR 27338 EN.
29. EU（2011）. Official Journal of the European Union. L167/1. Volume 54. 25 June 2011.
30. EU（2014）. EU clean road vehicles legislation & policy. Clean Fleets Factsheet (July 2014). http://www.clean-fleets.eu/fileadmin/files/documents/Publications/European_clean_road_vehicles_policy__legislation_-_FINAL.pdf.，2015/12/09 擷取。
31. May, John. （2015）. Real Driving Emissions. Presentation at the UnICEGmeeting, 8 April 2015. http://www.aecc.eu/content/pdf/150408_UnICEG_RDE_AECC.pdf，2015/12/09 擷
32. USEPA（2011）. Final Rulemaking to Establish Greenhouse Gas Emissions Standards and Fuel Efficiency Standards for Medium-and Heavy-Duty Engines and Vehicles: Regulatory Impact Analysis, EPA-420-R-11-901, Ann Arbor, MI: August 2011, http://www.epa.gov/otaq/climate/documents/420r11901.pdf.
33. USEPA（2012）. Updates to the Greenhouse Gas and Energy Consumption Rates in MOVES2010a. EPA-420-R-12-025. Office of Transportation and Air Quality. US Environmental Protection Agency. Ann Arbor, MI. August, 2012. http://www.epa.gov/otaq/models/moves/documents/420r12025.pdf.
34. USEPA（2015）. Exhaust Emission Rates for Heavy-Duty On-road Vehicles in MOVES2014. http://www3.epa.gov/otaq/models/moves/documents/420r15015a.pdf ，2015/12/07 擷取。November 2015. EPA-420-R-15-015a.
35. USEPA（2015）. Population and Activity of On-road Vehicles in MOVES2014. Draft Report. EPA-420-D-15-001. July 2015. http://www3.epa.gov/otaq/models/moves/documents/420d15001.pdf，2015/12/07 擷取。
36. Villafuerte, Pablo Mendoza, del Parque, Adolfo Perujo Mateos, Bonnel, Pierre, Carriero, Massimo, Forni, Fausto, and Riccobono, Francesco. （2015）. EU-PEMS PM Pilot Program: Testing, data analysis and results. Institute for Energy and Transport, Sustainable Transport Unit. JRC Technical Report, Report EUR 27326 EN.

37. Vlachos, Theodoros G., Bonnel, Pierre, Weiss, Martin, Giechaskiel, Barouch, and Riccobono, Francesco.（2015）.New Euro 6 Legislation on RDE: Overview and Technical Challenges. Presentation at the AECC RDE Technical Seminar, Brussels, Belgium, April 2015. http://www.aecc.eu/content/RDE_seminar/04%20-%20AECC%20RDE%20Seminar%20JRC%20New%20Euro%206%20Legislation%20on%20RDE%20Overview%20and%20Technical%20Challenges.pdf，2015/12/09 擷取。

38. 温蓓章、胡以琴、陳柏君等，2012，新一代運輸部門能源消耗與排放推估模式之建構與發展趨勢：美國 MOVES 模式與我國相關研究之比對探討。運輸學刊第 24 卷第 3 期：227-304 頁。

附錄 1　審查意見回覆表

附錄 1 審查意見回覆表

交通部運輸研究所合作研究計畫(具委託性質)

期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：反映實際交通情境之車輛動態能耗與碳排放特性研究-以大貨車為例

執行單位：鼎漢國際工程顧問股份有限公司

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
黃委員國修	1. 本期(105 年)計畫實驗資料之異常資料的篩選移除的比例以及異常資料包含哪些。	異常資料包含(1)系統自動校正、(2)不連續秒數、(3)瞬時加速率大於正負 7、(4)能耗/排放其一為負值、(5)能耗/排放同時為 0 之樣本，其中，不連續秒數、瞬時加速率、能耗/排放其一為負值、能耗/排放同時為 0 之樣本比例約占 10%。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	2. 本次實驗車輛只有 1 部，請說明該車型的代表性。	本期(105 年)實驗車選取已考量國內的重要車種(貨櫃車)、主要廠牌(SCANIA)、並參酌國內貨櫃車的營運型態進行載重配置與實驗路線規劃。另為符合合約要求，為取得 OBD 資料，需選擇符合歐盟 4 期(我國 5 期)之後期別的大貨車。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	3. 請說明 6 天實驗過程中，時間、四季、天候…等資料對於能耗模型的影響性。例如本次實驗時間為夏季，若改為冬季或其他時間進行實驗是否會影響結果。	1. 本系列研究基於研究時程，歷年皆於 5-6 月且避開陰雨狀況下進行實驗，此段期間皆屬夏季對空調需求較高的期間。前期(104 年)與本期(105 年)選擇實驗車型皆無獨立空調，因此加上空調需求後，車輛能耗需求確實較高。參考過去小客車實驗結果，有無開空調能耗表現差距約 6%，然	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
		大貨車的營運特性與小客車相較之下，認為大貨車受氣候影響之能耗表現差距會較小。 2. 以運輸規劃模型應用而言，不易納入天氣因素，因此未納入主要討論變數。由於本系列延就各車種的實驗取樣季節相同，因此所建構的各車種能耗推估模式在車種相對關係上應具有客觀可比較性。	
黃委員國修	4. 前期(104 年)實驗若要上路實測有相當困難，而本期(105 年)開始進行道路實驗，請詳細說明。前期需於 ARTC 內測試，無法以路測進行，為何本期可以實路量測，請補充說明。	前期(104 年)第 1 年執行之際，考量國內尚無大貨車道路實測經驗，考量安全性及操作性，因此選在車輛中心試車場及彰濱工業區進行實驗。隨後，環保署 104 年「柴油車新車型審驗、新車抽驗及召回改正調查測試專案」計畫委託車輛中心研究搭載 PEMS 應用於使用中車輛，執行車輛污染排放管制之可行性研究，並累積大客車、大貨車各一輛的實測經驗後，本期對於大貨車重載實測較有掌握，因此，本期(105 年)選擇實際道路(國道、省縣道)進行實測。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	5. 實驗過程中因天氣、載重、震動等原因造成矽膠套破裂，是否考慮使用其他材質，例如 Bellow Connector(彈性波紋管)，以避免矽膠套破損情形	本期(105 年)實測有考慮將矽膠套改由其他材質，以避免矽膠套破損等情形，但須考量實驗車輛是租借而來，若將車輛改裝可能會造成租車廠商不便，並考量不影響流量計等情形，本期實驗依然選用矽膠套。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	6. 請補充說明及分析量測數	本系列研究所使用之 OBS	同意合作研究單位回覆

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
	值的誤差度與可重複性、Uncertainty Analysis，以得知資料可信度及重複性為何。	量測系統是為美、歐法規測試之認可設備，且實驗執行前儀器設備皆會進行校正及確認穩定度，相信其測試結果應具可重複性與可信度。同一道路類型進行數次測試，且所取得資料亦經樣本散布圖、統計標準差（不準度）等方式檢核量測結果的誤差程度，藉以確認資料信度與重複性。	辦理情形。
	7. 請比較 105 年推估曲線的參數與 104 年的參數有何不同。	透過前期(104 年)半載市區繞行及本期(105 年)省縣道之轉換率($FI^{\wedge}_F$)進行鄒檢定(Chow test)，檢定結果發現前期(104)與本期(105 年)大貨車行駛省縣道之轉換率($FI^{\wedge}_F$)無明顯差異，代表前期與本期大貨車所蒐集省縣到資料可以整合，建構大貨車省縣道能耗/CO_2排放推估模式，詳見 5.4 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	8. 可考慮以港區應用做為案例，並詳加驗證，提供交通部政策考量。	敬悉，已將大貨車進入港區內之運輸特性作觀察，詳見 6.3 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
黃委員國修	9. 請加強描述對交通運輸政策擬定的實質貢獻，包含量化與質化成果。	車輛動態能耗/排放系列研究之交通運輸政策已應用案例，包含： (1)巨觀議題，例如高速公路收費站實施 ETC 與人工收費之比較、國 1 五股-楊梅路段拓寬效益評估等； (2)微觀議題，例如①高速交流道與連絡道號誌改善②市區幹道時制重整及交控系統擴充計畫。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
胡委員明輝	1. Scania 車款在歐洲是否也有進行實驗(PEMS 測試)，建議可以蒐集相關實測資料來進行比較及應用。	歐洲車廠為符合歐盟六期法規，採用近期發展之 PEMS 搭載於提前符合六期測試車輛進行實際道路測試研究，由於本年度所	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
		使用之實驗車型為四期車對應 SCANIA 相關車款並未以 PEMS 執行過車載實驗，故無測試數據可供團隊參考比較。	
	2. 本計畫油品為控制變數，報告中有強調在同一間加油站加油，是否有確認實驗期間皆使用同一批油。	本系列研究實驗期間皆會向該加油站取得油品報告，確認皆為同一批油品，有關油品化驗報告及實驗期間加油品項已納入報告中，詳見附錄 2.3。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	3. 表 4.4-7 中，行駛國道各坡度下有許多低速區間的實驗資料，實驗執行過程中是否有塞車的狀況。	5/26(四)執行國道實驗時，於北上五股－林口段有壅塞情形，因此，在低速區間有些許樣本數。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	4. 報告書 P.4-33 提出實驗時遇到的問題，在 5/26 發現矽膠套破裂，請補充說明 5/26 的資料是否有運用在後續相關分析中。	該日資料並未納入建構大貨車動態能耗/排放資料庫。分析 5/26 資料與其他實驗資料無明顯差異，包含能耗/排放、排氣壓力、溫度等，並分析「實際加油量」與「OBS 每秒累計的油耗」差異，誤差值在容許範圍內，將該日資料作模式驗證，詳見附錄 5.2。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	5. 前期研究曾進行國道客運實測，由於大貨車及大客車皆為柴油引擎，建議可以將實測結果進行比較分析。	敬悉。由於客貨車實驗期間之條件仍有差異，包含氣候、交通條件、駕駛、實驗路線等，比較基準較不相同。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	6. 請說明後續案例應用的方向。	後續案例將考慮大貨車相關課題，從港區交通改善、城際運輸能耗特性、國道長坡運行特性等，並徵詢主辦單位同意後，挑選適當議題進行分析。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
胡委員明輝	7. 建議可以與臺灣港埠節能減碳效益提升系列研究污染排放資料進行比較分析。	敬悉。	略。
陳委員志臣	1. 車輛能耗表現之影響因素相當多樣(包含天候、車型、胎壓、載重、駕駛習	遵照辦理。	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	性、路況等等)，但受限實驗經費及可操作性，建議詳細說明本次實驗考量因素，併納入報告書中，以提供未來應用。		
	2. 實驗分析結果受設備(儀器、車輛等)及人為(駕駛等)影響，篩選資料所移除之異常值是否包含上述突發狀況。	大貨車實驗設計優先考量道路交通條件之差異，設備(儀器、車輛等)、人為(駕駛等)皆為固定變數，然行駛過程中有瞬時加速率不合理等情況皆會移除。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	3. 針對本系列研究之不同車種所得到之實驗資料及分析結果，是否可以做出相關比較或建立資料庫供未來使用？	車輛動態能耗/排放模式系列研究各實驗情境及車型皆不相同，比較基準較有不同。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	4. 請說明本系列研究之資料庫與分析結果，如何提出政策建議供交通部參考。	除了應用於交通的巨觀與微觀案力之外，根據汽車、機車、大客車能耗曲線可知，當速率越低越耗油，在時速 40 公里以下區間更為敏感，因此以交通節能減碳觀點，改善市區壅塞問題，包括停等減少與速率提升，效益最為明顯。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	5. 本次實驗在有限時間及經費狀況下進行實際道路實測，相當辛苦，予以勉勵。	感謝委員肯定。	略。
	6. 建議增加願景論述於報告中，再引入實驗設計，呈現出可得到的效益。	遵照辦理。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
張委員瓊文	1. 肯定團隊之努力，運輸部門在貨車相關特性資料的掌握較客運少很多，本研究成果有其重要性。	感謝委員肯定。	略。
	2. 請強化本年度研究與上(104)年度大貨車調查分析之關聯性說明(如比較分析的重點等)。	本期(105 年)實驗方向係以前期(104 年)實驗設計為基礎，進行實際道路實車測試，本期建構動態能耗/排放模式已與前期之實驗項目整合，詳見 5.4 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
張委	3. 本期(105 年)案例應用應	遵照辦理，詳見附錄 5.2	同意合作研究單位回覆

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
員瓊文	將應用結果及實測資料之進行驗證，請補充說明車輛逐秒資料合計量與總能耗資料之比對情況，以利了解其間之差距，亦有利於驗證推估模式之準確性。	節。	辦理情形。
	4. 本年度資料包括坡度路段的資料，除了用於運輸規劃分析外，亦可結合運計組既有坡度路段模擬模式進行相關分析，以更充分發揮資料之效用。	敬悉。	略。
	5. 期望本計畫之成果可以與本組相關計畫作整合應用。	敬悉。	略。
蘇委員振維	1. 研究團隊之期中研究內容符合原預定文獻回顧、前期相關研究成果檢討及資料庫擴充等進度。	敬悉。	略。
	2. 本研究為實測大貨車動態能耗，而以實車進行道路試驗蒐集資料，為彌補樣本數，也提出以 OBD 據以累積資料數並建構資料庫以進行大數據分析，值得認同與贊許。	感謝委員肯定。	略。
	3. 簡報第 16 頁，國道平均行駛里程為 118 公里，未來若再增加貨櫃港，對此參數是否有影響，請說明之。	由於貨櫃車主要行駛路徑受港區、裝卸貨場等區位影響，且於城際運輸過程多使用國道，現階段大致以基隆港、臺中港、高雄港為主要節點與服務區。未來若新闢貨櫃港或者貨櫃分布改變(例如台北港處理能力增加)，預期將影響國道上的平均行駛里程，業者應會朝向縮短里程、降低成本方面改變。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
運計組(書面意見)	1. 報告書第 1-4 頁，有關研究流程 3.「實驗數據蒐集」請補充本年度實驗設計規劃工作之相關敘述，包括車型及實驗路線(場域)之	遵照辦理，已補充。	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	選擇等。		
運計組(書面意見)	2. 報告書第 2-5 及 2-7 頁，表 2.1-1 及表 2.1-2 分別清楚顯示不同車種所考慮的能耗與碳排放影響因素、推估方法、實驗車及資料庫，後續請依據 104 及 105 年度(大貨車)之實驗分析成果，修正此兩對照表。	遵照辦理，已補充。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	3. 本案期末報告請綜整呈現 104 及 105 年度(大貨車)之研究成果。	遵照辦理。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	4. 報告書第 2-47 頁，有關國內貨車行駛路線限制規範「3.小結」前 2 行文字敘述內容似有部分混淆，請檢視後修正。	遵照辦理，已修正內容。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	5. 從報告書 2.3.2 節有關國內貨運車隊行車型態分析結果，顯示大型貨車於運輸旅次中之怠速停等的時間占比普遍偏高，亦即停等造成的耗能偏高，從運輸部門節能減碳的觀點而言，此一現象值得重視並提出改善因應策略。請於後續案例應用分析時，針對此一議題進行深入研析。	遵照辦理，已將港區內貨櫃車運輸行為作案例分析，詳見 6.3 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	6. 報告書 2.3.3 節有關國內貨車車隊能耗調查分析，請於適當段落備註說明何謂一般汽車貨運業、汽車路線貨運業及汽車貨櫃貨運業？另有關經濟部相關研究顯示 10 年以上車齡之燃油效率高於 5 年以上車輛乙節，前期(104 年)計畫時本所曾建議再洽環保署及能源局檢視確認，研究團隊曾回應將做部分文字修正，請檢視確認。	1. 遵照辦理，已補充說明於表 2.3-8。 2. 有關經濟部相關研究顯示 10 年以上車齡之燃油效率高於 5 年以上車輛乙節，已補充說明於表 2.3-10。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
運計組(書	7. 報告書第 2-80 頁，表 2.3-22 有關我國運輸部門	1. 我國運輸部門排放清冊歷年大貨車燃油效	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
面意見)	排放清冊大貨車燃油效率，未見相關內文論述，請補正；另本表顯示 2012 年以後不論自用或營業用大貨車燃油效率均明顯提升，可否查明可能原因，並於備註補充說明？	率之計算方法係由公路汽車貨運業營運概況(統計資料)及營業小貨車能耗推估值(推估值)換算而得，以國內公路汽車貨運統計資料顯示，自 2012 年燃油效率從 2.44km/l 明顯提升至 2015 年 3.23km/l。 2. 交通部統計處公告公路汽車貨運業營運概況係包含大貨車及小貨車，目前尚未能拆分大貨車、小貨車車種，因此，較難評估大貨車燃油效率明顯提升之原因。 3. 已於備註補充說明。	
	8. 前期計畫曾針對我國貨運模式公路運輸指派結果進行論述，部分結果可作為本年度實驗設計之參據，建議於第 2 章予以補充納入。	遵照辦理，已補充於 2.3.5 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	9. 報告書第 3-2 節，有關定速巡航與市區繞行情境下，於(1)各載重動態能耗配適過程第 1 段文字對於各載重多項方程式之迴歸次方處理的語意不清，請一併檢視修正。	遵照辦理，已修正說明。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	10. 報告書第 3-17 及 3-18 頁，有關 3.定速巡航與市區繞行動態能耗推估曲線比較，有幾處發現在實務上尚有疑義，請檢視之並補充說明。 11. 圖 3.2.7 中圖例「市區/定速」(即圖中左上方線條)之意義為何？請備註說明。 12. 本頁第(4)點大貨車行駛高速公路時速約 50 km/hr	1. 市區/定速亦即市區繞行推估曲線與定速巡航推估曲線之比值，可以看出各速率下能耗推估值之差異比，可初步探討市區繞行與定速巡航動態能耗特性之差異（反應出實際行駛受干擾車流[市區]中，相比於無干擾狀態下[定速巡航]，所多增加的	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
運計組(書面意見)	最具有燃油經濟性，惟此發現不符高速公路最低速限 60 km/hr 之規定。 13. 本頁第(5)點大貨車行駛市區道路時速約 65~70 km/hr 最具有能耗率經濟性，惟此發現不符大貨車於一般市區道路速限規定。 14. 前述 2 點所提「燃油經濟性」與「能耗率經濟性」用詞請統一。	耗油率）。 2. 第 3-17 頁「高速公路」誤植，應為定速巡航，前期(104 年)定速巡航之推估曲線僅能代表大貨車在行駛各速率下、加速率為 0 之行車樣態。 3. 本期(105 年)大貨車實際道路進行實測，將嘗試與前期推估曲線作整合，提供更符合實際道路之動態能耗/排放之係數。 4. 遵照辦理，已修正用詞。	
	15. 報告書第 4-3 頁，第 6 行述及「平面道路少有坡度路段」因尚有疑義，建議予以刪除，僅論述選用國道進行有關坡度實測之理由即可。	遵照辦理，已刪除文字。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	16. 報告書第 4-10 至 4-12 頁，請於圖 4.2.1 中標示所提 8 個有關模式建構的步驟。	遵照辦理，已修正圖 4.2.1。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	17. 依據 4.3.4 節所述，實驗執行過程易受行駛路線、震動、天候等因素影響，甚至數據蒐集時還有時間差與異常資料的問題，雖然團隊都有進行相對因應措施，但如何確保實驗結果值得信賴？請在報告中加強說明。	藉由分析「OBS 逐秒能耗資料」與「實際加油量」進行比對，加強驗證推估模式之準確性，選用 5/26 國道資料及 5/27 省縣道資料分析，結果顯示 5/26 國道 OBS 逐秒能耗資料與實際加油量差異結果為 -3.29%、-5.53%；5/27 省縣道之差異為-6.41%，與前期大客車系列研究差異結果趨勢相符，詳細資料如附錄 5.2 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	18. 報告書第五章所稱大貨車能耗/碳排放模式，若僅是透過本年度實驗對象(貨櫃車)所蒐集數據得來，為避免與上年度(104 年)針	遵照辦理，本計畫針對前期框是大貨車半載市區繞行資料與本期貨櫃車行駛省縣道資料整合，模式整合過程詳見 5.4 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。

參與審查人員及其所提之意見		合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	對框式大貨車特性混淆，請加強註明；另後續針對框式大貨車(上年度實驗對象)，如何做相關模式之應用，亦請於期末報告中補充說明。		
	19. 5/26 因矽膠套破裂所蒐集之數據，如何確認可用於模式驗證？如何使用全部筆數或部分筆數？請於期末報告詳細論述。	建構大貨車動態能耗/排放模式不會使用 5/26 之資料，分析 5/26 資料與其他實驗資料無明顯差異，包含能耗/排放、排氣壓力、溫度等，並分析「實際加油量」與「OBS 每秒累計的油耗」差異，誤差值在容許範圍內，將該日資料作模式驗證，詳見附錄 5.2。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
主席結論	1. 本期中報告經與會審查委員評分後，平均分數為 84 分，原則審查通過。	敬悉。	略。
	2. 報告中應再補充不準度分析，及實驗期間加油量與 OBS 總耗油量比較分析。	遵照辦理，已針對 5/26 國道、5/27 省縣道實驗資料作比較分析，詳見附錄 5.2。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	3. 請將本系列研究前期實驗結果與本計畫進行比較。	遵照辦理，已透過鄒檢定(Chow test)測試前期框式大貨車半載市區繞行及本期貨櫃車行駛省縣道之模式整合，詳見 5.4 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	4. 本年度實驗影響變數多，應針對各個變數之可能影響與因應作法進行探討與補充說明。	遵照辦理。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	5. 請研究團隊針對與會委員及各單位代表所提意見，於會議紀錄文到 1 週內研提回覆辦理情形說明表，以作為後續撰提期末報告之依據。	遵照辦理。	同意合作研究單位回覆辦理情形。

交通部運輸研究所合作研究計畫(具委託性質)

期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：反映實際交通情境之車輛動態能耗與碳排放特性研究-以大貨車為例
執行單位：鼎漢國際工程顧問股份有限公司

委員 審查意見		意見回覆及處理情形	
黃副所長新薰	1. 簡報 p.7，期中審查會議有委員提到 SCANIA 車款在國外有進行實驗，建議可以蒐集相關資料來進行比較分析乙節，相關回覆處理情形應加強說明。	歐洲車廠為符合歐盟六期法規，採用近期發展之 PEMS 搭載於提前符合六期測試車輛進行實際道路測試研究，由於本年度所使用之實驗車型為 4 期車，對應 SCANIA 相關車款並未以 PEMS 執行過車載實驗，故無測試數據可供團隊參考比較。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	2. 簡報 p.27，兩年度模式整合後，是否表示大貨車在 11 噸到 35 噸間不論何種車型皆具有相同能耗/排放特性，請說明。	1. 模式概念為建構各車型實際道路實測值與平均能耗值之綜合轉換率，整合前期實驗車(HINO500)與本期(Scania P340)在省縣道之綜合轉換率，亦即兩台實驗車在省縣道行駛樣態與平均能耗值相對關係無顯著差異，但不表示二者的能耗值相同。 2. 大貨車各車型之實際平均能耗值乘以省縣道綜合轉換率即可得到此台大貨車動態能耗/碳排推估模式，二車有各自的能耗推估值。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	3. 簡報 p.36，上坡路段在前 6 公里能耗都相當平穩，請針對 6 公里以後能耗波動相當大的情況加強說明。	國道 1 號苗栗－三義長坡上坡段，坡型為緩坡→陡坡→緩坡，進入陡坡為維持車速，需踩足油門，因此反應在高能耗與高引擎高功率；後期進入緩坡，因車速已接近速限，且不需要踩足油門維持	

委員 審查意見		意見回覆及處理情形	
		車速，因此開始踩放油門，導致能耗率波動相當大。	
	4. 簡報 p.47，顯示不論省縣道或國道高速區間透過 OBS 與 OBD 蒐集之能耗特性並無差異，但省縣道為速率 55km/hr 以上，國道為 85km/hr 以上，是否因為速限及樣本蒐集導致這些速率差異，請加強說明。	1. 本計畫蒐集各速率之實測值已排除樣本數不足之速率，省縣道、國道各速率檢定速率區間之樣本數皆大於 30 筆，符合 t 檢定樣本數大於 30 筆之標準，相關統計數據已補充於報告中，參見表 7.2-1、表 7.2-2。 2. 蒐集速率區間受限實驗速限及行車樣態影響，本年度執行省縣道實測實驗，建構模式之速率區間為 0~79km/hr；大貨車重車行駛國道需維持一定車速，建構模式之速率區間為 41~100km/hr。 3. 經由國道、省縣道分別以速率實測值作分析，顯示速率越高，OBD 有明顯上限值，造成不準確之原因。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	4. 簡報 p.52，歐盟已將 OBS 車載量測系統視為未來執法工具，須釐清是如何挑選車輛放置車載量測系統。	歐盟 6 期排放管制，將朝向新車認證時，車廠就必需提報該引擎族執行道路實測數據給主關機關進行審核，由車廠執行，公證單位監測，主觀機關審核方式進行。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
黃教授國修	1. 本計畫為交通部 NEP II 計畫下的項目之一，建議於報告中說明本計畫在交通部運研所幾個國家型計畫的架構中，所扮演的角色及定位，與整個計	遵照辦理，已補充說明於報告中，參見 1.5 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。

委員 審查意見		意見回覆及處理情形	
	畫可以帶來的效益。		
	2. 本計畫為大貨車能耗及碳排的第二年度成果，宜於報告中更明確說明推估模型的應用情況與限制、可靠度及預期貢獻。	建構能耗模式係應用於運輸需求模式及交通規劃模擬方案，因此能耗模式建構不考量車輛靜態特性，建模限制參見表4.2-3；能耗模式可靠度可由模式驗證得到結果，本計畫模式驗證誤差率皆在7%以內，顯示本年度模式建構具有可信度。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	3. 請問團隊針對大貨車在節能減碳方面是否有明確結論或是可以實際應用的方向，以及後續可以應用在哪類交通政策上和其預期效益，或協助交通部做後續查核與驗證。	針對大貨車節能減碳明確結論及應用面補充於報告，參見第 8 章。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	4. 計畫團隊對於目前所做的大貨車研究之應用面的信心水準為何？請補充說明。	本計畫分別以實驗車、非實驗車(駕駛、路線、司機皆不同)進行驗證，，模式推估誤差在 7%以內，認為推估結果具有相當信心。若以全國車隊平均能耗值為模式應用版，較有信心誤差率在合理範圍內；若僅針對單一車款、特殊行駛狀態模式應用時，誤差較無法掌握。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
蕭教授再安	1. 本次案例觀察到坡度與油耗/碳排的關係，尤其在相同路段的上坡與下坡差異倍數相當大，建議強化應用面的說明，例如以往公路建設遇到坡度路段可能只考慮到建造成本，或許在建造時可以將各坡度下的油耗及碳排納入考慮。	遵照辦理，已補充於報告中，參見 6.5 節，並納入建議。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	2. OBS 及 OBD 比較分析後也可以考慮未來的應用及轉換，由於 OBD 將來的普及和資料取得成本	敬悉，OBD 推估能耗率係以各車廠提供不同參數計算而得，資料精度較不穩定，且各車廠有其自有	同意合作研究單位回覆辦理情形。

委員 審查意見		意見回覆及處理情形	
	較低等因素，或許可以在OBD及OBS的關係中可以找出修正因子或轉換率，使OBD可以被應用。	邏輯，目前無法通盤掌握。較難經由本年度實驗資料找出修正因子或轉換率。	
	3. 在臺北港以及基隆港的觀察中，兩個港區除了自動化及人工作業外的其餘環境條件也不相同，建議若欲比較節能減碳成果須慎重考慮或採模擬的方式因地制宜。	考量經費有限，本計畫透過交通公司提供貨櫃車進入港區之GPS資料，結合能耗模式評估基隆港作業程序之停等時間改善效益，後續可提供研究成果納入「基隆港、臺北港、蘇澳港交通整合規劃」計畫分析應用。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	4. 期末報告書中，圖2.3.7~2.3.9比較變數之間的關聯應給予統計數值；表2.3-9~2.3-10提到不同貨運類別的平均油耗，因不同業者車隊的組成有差異，直接以油耗比較可能會誤導，建議加強說明或改用不同表達方式；表2.3.11及表2.3.13中有一欄位為編號，應加強說明為貨運公司編號；表2.3-18~2.3-19，起訖點(縣市別)欄位建議表達方式須修正或詳細補充說明。	1. 圖2.3.7~2.3.9將不同路線特性與速率、油耗、停等型態作初步觀察，以分布特性而言，較明顯觀察出變數之間之差異。 2. 敬悉。 3. 遵照辦理，已修改為「貨運公司編號」，詳見表2.3.11、表2.3.13。 4. 海關進、出口關貿資料為貨櫃車將貨物從港口內運送至貨櫃集散場，原始資料欄位起迄點僅提供縣市別。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
張組長瓊文	1. 本案量測資料量龐大，肯定本案成果具體。	感謝委員肯定。	略。
	2. 期末報告5-25，請說明驗證過程中實際耗油量的取得方式。	實際油耗量請貨運業者協助實驗期間紀錄實際加油量與當日行駛里程。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	3. 簡報P.32，驗證2選用的車款及方式請詳細說明。	1. 驗證方式2之驗證目的為測試不同車輛、駕駛、營運路線之模式推估能力，因此透過車廠協助租借FUSO前單後單曳引車、核定車重為35噸、營運型態為40	同意合作研究單位回覆辦理情形。

委員 審查意見		意見回覆及處理情形	
		呎冷凍貨櫃車、營運路線為臺中工業區—中壢工業區。 2. 透過貨運業者驗證期間紀錄實際加油量與行駛里程，及在車上裝設 GPS 資料，即可蒐集逐秒行駛速率，套用本計畫建構模式便可計算推估能耗值。	
	4. 今年度研究加入了坡度因素，將來應用在模式上是否有依不同坡度分別處理？另報告書 p.6-22，能耗率及排放率與 3 個坡的平均坡度似無必然關係，對於以後的應用方式請再加強說明。	1. 相關模式需產出各路段坡度變數即可應用，以運輸需求模式應用面，可透過國道 1 號北上、南下速率區間、路段之能耗/排放值作結合，參見 5.8 節。 2. 平均坡度為該路段總高程變化與距離的關係，平均坡度相近但路段中的組合可能有差異，且能耗/排放受坡度度影響外，也與行駛速率有關。 3. 案例觀察為實驗當日所蒐集到的資料，具有當日行駛情境狀態的特性，且不同路段有不同的先天環境限制，如五股林口路段可能因近匝道口及車流量較大的特性，行駛速率受到影響。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	5. 案例應用分析部分請強化說明，俾利後續應用。	遵照辦理，已補充於報告中，參見 8.1 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	6. 報告結論請強化數據性的說明，非僅定性說明。	遵照辦理，已補充於報告中，參見 8.1 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
運計組(書	1. 目前期末報告偏重本期的實驗內容，期中審查中	遵照辦理。	同意合作研究單位回覆辦理情形。

委員 審查意見		意見回覆及處理情形	
面意見)	有提到定稿報告應包含前一年度的內容整合後一起出版。		
	2. 本系列研究已執行多年，相關實驗設計架構大致類似，惟如有針對不同車種(例如大貨車)之特性進行調整的部分，應詳加補充說明。	敬悉。	略。
	3. 報告書中仍有許多圖表有缺漏，提請通盤檢視後於定稿報告中補正。例如： (1) 第 5-8 頁，表 5.3-1 中所提參見圖 5.3.1、圖 5.3.2 及表 5.3-2，未見於報告中。 (2) 第 5-9 頁，表 5.3-2 所提參見表 5.3-4，未見於報告中。 (3) 第 5-23 頁，5.5.2 節第 1 段第 4 行「…如表 5.4-2…」是否為「…如表 5.5-2…」之誤植？	遵照辦理，已修正報告內容。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	4. 本年度有一項工作重點就是將前期(104 年)與本年度之大貨車動態能耗與碳排放推估模式進行整合，由於此兩年度所採用之實驗車型、載重與實驗場域皆有不同，有關模式整合可行性與驗證結果之論述，對後續模式應用非常重要。請針對以下意見進行補充： (1) 有關模式整合方法，本研究係透過「鄒檢定(chow test)」來檢定行駛於省縣道的能耗與碳排估曲線，而以 t 檢	(1) 前期與本期省縣道行駛中(V≧1~Max)能耗/CO_2 推估模式，因需整合速率 0~80km/hr 之綜合轉換率，需經由鄒檢定(chow test)檢定兩組不同轉換率之回歸係數是否相同；而非行駛狀態下(V=0&A=0)之能耗/CO_2 推估模式只有一組數值（速率為 0），因此，以 t 檢定測試兩年度非行駛狀態下之轉換率差異。	同意合作研究單位回覆辦理情形。

委員 審查意見		意見回覆及處理情形	
	定來檢定非行駛狀態下之能耗與碳排推估曲線，請分別備註說明選用該 2 種檢定方法之理由(合適性)。 (2) 有關行駛於省縣道之能耗與碳排估模式整合，為何僅選用速率多項式加以配適？其檢定結果顯示此兩年度實驗車平均能耗值之轉換率無顯著差異，是否也代表不受車型或載重影響？ (3) 有關前期(104 年)於車測中心試車場所獲得之定速巡航下的資料，與本年度於國道運行所獲得之資料整合的合適性與做法，說明不夠明確，請補充。	(2) 模式整合時，考量兩年度實驗車輛行駛條件，包含： ● 已控制載重影響，均以半載狀態。 ● 已控制坡度影響，前期市區道路與本期省縣道行駛路線無坡度干擾。 ● 加減速受道路真實情境影響，無法控制，不特別處理加減速的影響。 ● 為與系列研究模式維持一致，故以速率為主要變數。 本年度整合檢定結果，兩台實驗車行駛於市區道路之轉換率無差異，顯示不受車型影響，但目前無法確認兩台車能耗/排放受載重影響，因本期實驗僅執行單一載重，無法取得不同載重對能耗/碳排影響。 (3) 前期於車測中心試車場進行送巡航實驗，實驗設計及數據資料為速率 10km/hr、15~100km/hr，加減速為 0 之資料；本期國道實驗於國道 1 號進行實測，資料內容涵蓋大貨車實際運行樣態(加減速等)，因此兩年度國道運行資料條件不同，無	

委員 審查意見		意見回覆及處理情形	
		法進行整合，詳細資料補充於報告中，參見附錄 11。	
	5. 有關推估模式之驗證 (1) 同一車輛、駕駛、營運路線資料驗證方式請補充步驟流程圖；驗證目的係為瞭解本計畫模式對於不同道路類型之推估能力，為何驗證結果及表 5.6-1 卻僅對國道的部分作說明？另驗證結果顯示於國道平坡與正坡之推估結果優於負坡時，此結果對於後續應用有何影響？ (2) 不同車輛、駕駛、營運路線資料本驗證實驗透過人工紀錄當日行始里程與實際加油量，如何確保所蒐集資料之可靠度？另在驗證結果方面，只做了兩次驗證(誤差分別為-1.68%及-5.19%)，是否足以認定本模式具有良好推估能力？ (3) 前期(104 年)省縣道推估模式驗證同前，本驗證實驗透過人工紀錄當日行駛里程與實際加油量，如何確保所蒐集資料之可靠度？另前項與本項驗證結果來看，本計畫推估模式似容易有低估能耗之情形，可能原	(1) 驗證方法 1 僅以 5/26 實測資料進行驗證，當日資料為國道實驗，因此驗證結果以國道之實際能耗值與推估能耗值作差異分析。驗證結果平坡與正坡優於負坡，且總體合計的誤差率甚低，顯示：應用模式推估全路線運行（有上、下坡路段）的誤差相當有限，但若區分單一坡度路段時（特別是相對省油的下坡路段），誤差較大。 (2) 為了蒐集不同車輛、駕駛、營運路線資料，透過車廠租借車驗證車輛，受限經費考量，驗證車輛租借 105/9/19~26，但 105/9/19~9/22 裝設 GPS 讀取資料錯誤，驗證資料僅能以 9/23~9/26 資料進行驗證。 (3) 驗證過程中需透過車廠和司機的協助，車輛中心提供司機車輛行駛紀錄表，並另派相關人員跟車協助司機作業，驗證期間行駛紀錄表已納入報告中，詳見附錄 10。能耗推估模式誤差原因包含： ● 驗證過程由司	同意合作研究單位回覆辦理情形。

委員 審查意見		意見回覆及處理情形	
	因為何？未來是否需要加上調整係數，以讓推估值更能反映實際交通情境下之能耗/碳排？	機人工紀錄加油量，由司機視覺判定加油基準點時停止加油；加油站之加油槍容許誤差為±0.3%以內。 ● 驗證過程司機駕駛差異、車種差異、營運路線差異等。 驗證結果顯示能耗推估模式略顯低估，代表採用較保守的模式推估能耗量。	
	6. 報告書第 5-31 頁，5.7 節第 1 段最後第 2 行「…式 5.6-1…」應係「…式 5.7-1…」之誤植。	遵照辦理，已修正報告內容。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	7. 有關案例分析 (1) 本計畫於國 1 坡度與長坡路段之能耗與碳排觀察，請增加一「小結」綜整觀察所得結果；另外，相關觀察結果請比照 103 年計畫做法，針對可回饋於國道坡度路段之規劃設計組合方式提出建議。 (2) 有關港區大貨車港區停等分析，鑑於臺北港與基隆港條件與作業環境不同，其比較結果能否據以顯示基隆港全自動化後之能耗改善率可達 88%，尚有疑義，請加強相關論述。 (3) 本計畫 RFP 工作項目要求針對公路新建或改善計畫之大	(1) 遵照辦理，增加「小結」為 6.5 節；詳細資料請參見 6.2.5 節。 (2) 港區內作業程序之模擬需以套裝軟體執行，考量經費有限，本計畫透過「基隆港、臺北港、蘇澳港交通整合規劃」案得以參訪基隆港與臺北港，並透過交通公司提供貨櫃車進入港區之 GPS 資料，為考量兩者營運條件、環境條件之差異，僅將基隆港作業程序之停等時間比擬臺北港作改善計算，已加強相關論述。 (3) 本計畫案例分析已將大貨車進入港區怠速停等議題作觀察分析，而大貨車行駛路段與時段管制策略議	同意合作研究單位回覆辦理情形。

委員 審查意見		意見回覆及處理情形	
	貨車節能減碳效果、大貨車港區怠速停等，以及大貨車行駛路段與時段管制策略等相關議題，進行案例應用分析，爰有關大貨車行駛路段與時段管制策略議題之觀察分析，仍請補充。	題之觀察分析已補充於 6.4 節。	
	8. 本計畫觀察結果顯示省縣道及國道 OBD 量測值與 OBS 量測值均在較高速區間呈現無差異，低速區間則有顯著差異，針對這樣的結果，還有無以 OBD 取代 OBS 進行相關應用的可能？另建議未來可將 OBD 資料蒐集回歸監理制度，統一資料的質與量，請提出必要資料及格式建議。	1. 本計畫實際道路所蒐集 OBD 與 OBS 實測值，進行兩者實驗儀器各速率下能耗率分布圖，詳見圖 7.2.3、圖 7.2.4，顯示不論道路類型，速率越高，OBD 能耗率有明顯上限值(14g/s)，代表高速區間越高瞬時油耗無法從 OBD 計算出，換言之 OBD 並非油耗的不偏估計值，可能形成誤導。 2. 目前 OBD 並無統一格式，由於並無相關法規可要求車廠開放並提供車上相關參數，且 OBD 通訊協議標準尚未統一，無法採用固定通訊協議取得所有車型參數資料建議建構模式所需參數為優先考量，例如大車協議 J1939 為優先，參見表 7.3-2。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
主席結論	1. 本期末報告經與會審查委員評分後，平均分數為 84.2 分，原則審查通過。請研究團隊依據與會委員及單位代表所提意見	敬悉。	略。

委員 審查意見		意見回覆及處理情形	
	進行檢討修正，並製表整理回覆辦理情形，納入定稿報告附錄。		
	2. 請補充模式驗證步驟之流程圖，並針對模式推估能力及誤差是否在容許範圍內等詳加論述。	1. 遵照辦理，已補充模式驗證步驟流程圖，參見圖 5.6.1。 2. 模式推估能力係以驗證車實際能耗率及推估能耗率做差異比較，當誤差很小時，表示模式建構具有可信度。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	3. 本案的案例分析有良好的論述及數據量化結果，應該有進一步延伸做為對交通部的施政參考，如 103 年度之大客車能耗/排放案，設計路段及坡度組合，對於公路幾何設計上有實質的效益，請團隊比照 103 年度成果做相同的影響分析並提出建議。	遵照辦理，詳細資料請參見 6.2.5 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	4. 本系列研究未來希望以使用 OBD 數據為目標，請團隊說明未來可應用的情境或模式，及監理制度等配套措施；雖然目前透過 OBD 獲取資料在精度上仍有不足，惟仍請針對其可能的應用方式、所需資料項目與格式，以及相關制度(如監理制度)等之配套與可能遭遇困難等，進行更深入的探討，納入報告中。	OBD 使得車輛大數據蒐集更為簡便可行，但其能耗參數的準確性仍存有疑慮，現階段不建議直接引用建模。此外，能耗碳排建模需結合不同層級的道路進行路線設計，若引要用 OBD 資料，需另行同步蒐集 GPS 方能辨別行駛道路，應用性仍有限。 交通監理係以車輛安全、污排為執法目的，可確保使用中車輛符合排放標準。由於我國尚未訂定使用中車輛能耗與碳排標準，因此就現階段交通監理用意，強制規範提供 OBD 資料之正當性似不足。	同意合作研究單位回覆辦理情形。

委員 審查意見		意見回覆及處理情形	
		綜上，對於引入 OBD 大數據，短期內建議持續蒐集觀察並探討適用或可應用的範圍，能耗建模仍以 OBS 為主要工具，並納入結論。	
	5. 為凸顯本計畫研究成果之重要性，並發揮所建能耗/碳排特性資料庫與推估模式之價值，請綜整目前所得到之研究成果，在運輸部門節能減碳的目標下，研提大貨車相關節能減碳具體策略建議，俾供交通部未來研訂相關施政措施參考。	遵照辦理，已補充於報告中，參見 8.1 節。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	6. 請將近幾年實際應用的成果及效益在報告書中再詳實說明，例如應用於重大建設的經濟效益評估及路徑規劃 APP 等。	近幾年實際應用成果與效益參見 2.1.5 節，並納入結論。	同意合作研究單位回覆辦理情形。
	7. 請研究團隊於本(105)年 12 月 26 日前提交修正定稿報告，並依契約規定辦理請款及驗收事宜。	敬悉。	略。

附錄 2　實驗流程與日誌

附錄 2 實驗流程與日誌

附錄 2.1.1　104 年實驗流程

本年度實驗期程自 2015/5/12（二）開始至 5/25（一）結束，總計 14 天。其中實驗執行均在平常日，假日未進行實驗，詳細流程說明如下：

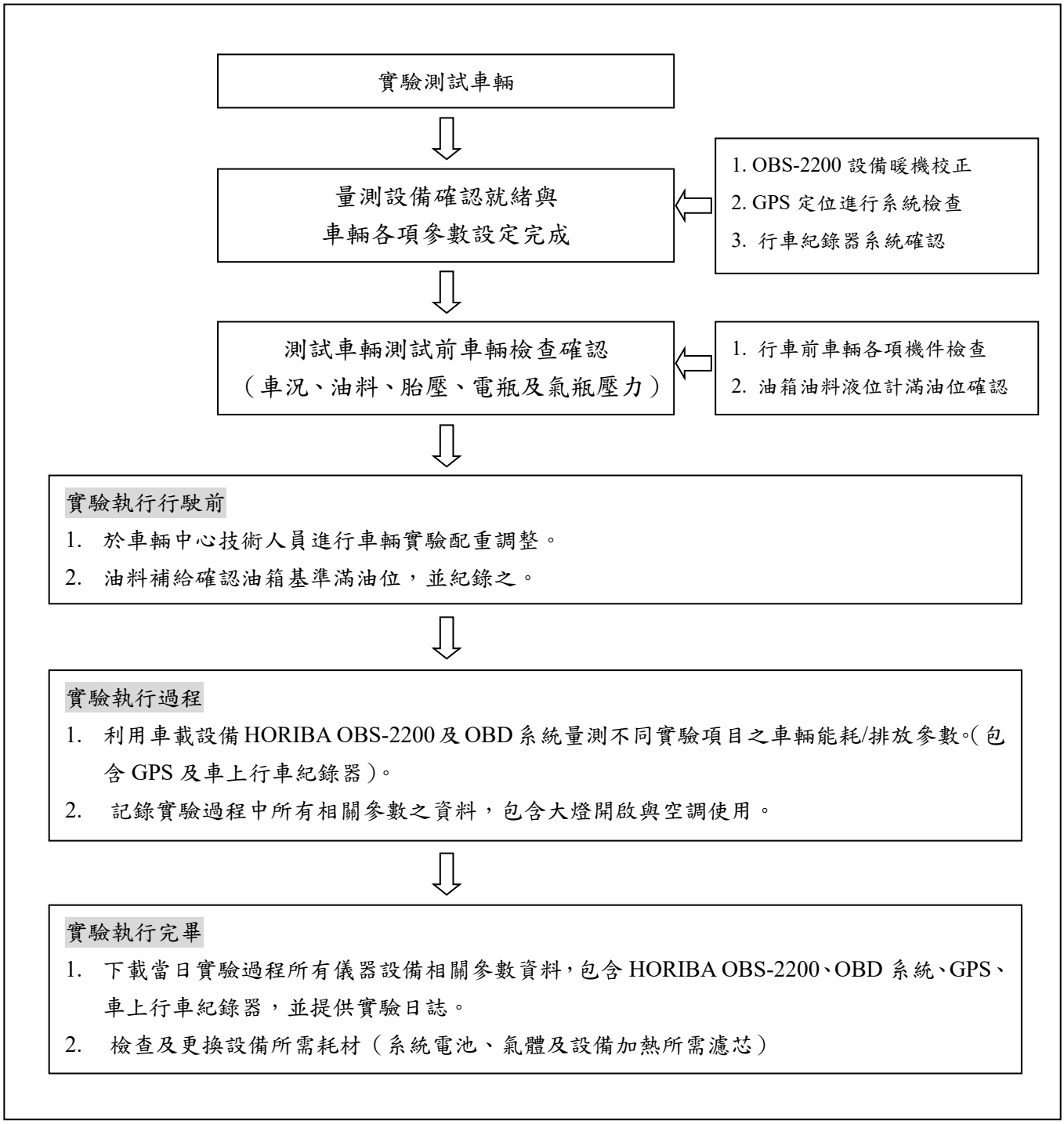
- 5/12（二）實驗設備安裝
- 5/13（三）試營運
- 5/14（四）~5/25（一）正式執行實驗

  其中，

  - ✓ 5/18（一）~5/19（二）因量測氣體動壓管破裂，資料無法使用
  - ✓ 5/20（三）因天候不佳未進行實驗
  - ✓ 5/21（四）~5/25（一）實驗日誌增加「實驗前/後惰轉流量」檢核，並繼續完成實驗
- 5/25（一）實驗最終日並完成車輛復舊

每日執行實驗之前置工作需於執行取樣測試工作前 1.5 小時開始進行，包含車載設備 OBS-2200 之暖機及取樣管加熱、GPS 衛星定位測試等，同時進行設備耗材點檢更換低於安全標準之設備氣體、電瓶及濾芯。

執行測試過中除隨時監控車載取樣各項數值外，並且紀錄車況各項資訊，並於當次實驗測試完成後，更換所需耗材及電瓶，並下載測試過程中所有儀器設備紀錄之資料，整體實驗執行流程如附圖 2.1.1。



附圖 2.1.1　104 年實驗執行流程

附錄 2.1.2　105 年實驗流程

本年度實驗期程自 2016/5/22（日）開始至 2016/6/2（三）結束，總計 12 天。其中實驗執行均在平常日，假日未進行實驗，詳細流程說明如下：

- 5/22（日）~5/24(二)實驗設備安裝、載重配置、試營運

  考量現有沙包為 10 kg/包受限沙包重與體積，在貨櫃車推疊後若無全滿，行駛和煞車過程中會導致沙包移動，造成重新改變，或有行車安全的疑慮，因此改以符合貨櫃寬度之沙袋進行裝載，平均放置貨櫃內。

- 5/25（三）~6/1（三）正式執行實驗

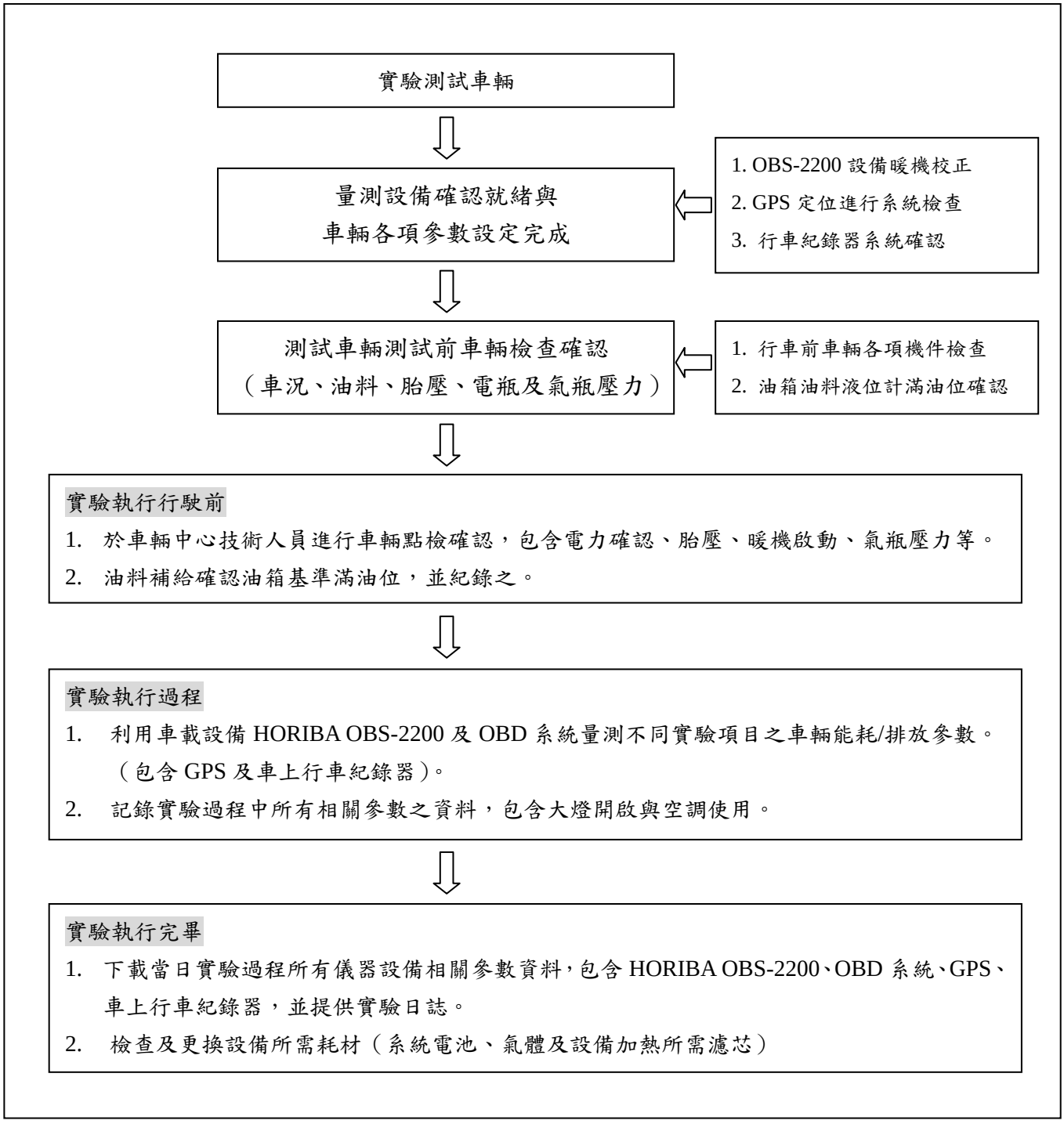
  其中，

  - ✓ 省縣道實驗路線：回程往埔心方向會經過涵洞限高 4.1m，調整原先路線改由上方道路(臺 76 線)以避開涵洞限高。
  - ✓ 由於曳引車車頭震動相當大，主控電腦資料擷取過程會因震動導致連接通訊中斷，須重新啟動連接。
  - ✓ 5/26（四）國道實驗南下途中，發現排氣管連接流量計之矽膠套破裂，可能原因除行駛過程中震動外，最主要是行駛國道重載爬坡途中，散熱不良且當天環境溫度偏高，爬坡過程因車速慢導致氣流流動較慢，排氣管無法得到適當冷卻，溫度急遽升高，造成矽膠套軟化，即震動之下導致破裂。
  - ✓ 考量國道實驗數據品質，於 6/1(三)補測國道實驗。

- 6/2（四）實驗最終日並完成車輛復舊

每日執行實驗之前置工作需於執行取樣測試工作前 1.5 小時開始進行，包含車載設備 OBS-2200 之暖機及取樣管加熱、GPS 衛星定位測試等，同時進行設備耗材點檢更換低於安全標準之設備氣體、電瓶及濾芯。

執行測試過中除隨時監控車載取樣各項數值外，並且紀錄車況各項資訊，並於當次實驗測試完成後，更換所需耗材及電瓶，並下載測試過程中所有儀器設備紀錄之資料，整體實驗執行流程如附圖 2.1.2。



附圖 2.1.2　105 年實驗執行流程

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：□環形跑道■彰濱工業區 □停等　　2015/5/14

駕駛編號	陳偉仁	隨車人員	■莊志偉□蘇晏慶■陳瑞森
開始測試時間	15: 42	起始里程	19281 km
車速	0-50kph	檔位	■2 檔 10-15■3 檔 20-25 ■4 檔 30-45□5 檔 50-65 □6 檔 65 以上 ■空檔
電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟		
實驗車重	11000 kg	載重	□空 □半 ■全
氣候狀況	■晴 □陰 □雨	氣溫 34.6 ℃	
結束測試時間	18:45	結束里程	19313 / Trip A / 32（km）
實際加油量	9.93 公升（L）	平均油耗（km/L）	3.22

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定＿＿＿＿＿psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK

原因說明：

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air：9.0 Mpa	(1) Air：8.0 Mpa
(2) H2/He：12 Mpa	(2) H_2/He：11 Mpa
(3) Span：12 Mpa	(3) Span：11 Mpa

更換：□Air □H_2/He □Span　原因說明：

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電池組編號：■①■②■③■④	(1) 電池組編號：■①■②■③■④
(2) 電瓶電壓：24.5 V	(2) 電瓶電壓：22.1 V
(3) 電池容量確認：■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間：15 ： 00	(4) 充電開始時間：19 ：00

原因說明：

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料(含 OBD、油耗計數據) (b) GPS 路徑資料 (c) 行車紀錄器資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗記錄	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	
實驗日誌	
紀錄說明：	

確認日期：2015/5/14　　確認：陳偉仁　　查核：莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：□環形跑道 □彰濱工業區■停等　　2015/5/14

駕駛編號	陳偉仁	隨車人員	■莊志偉□蘇晏慶■陳瑞森		
開始測試時間	19 ： 01	起始里程	19313 km		
車速	0 kph	檔位	□2 檔 10-15□3 檔 20-25 □4 檔 30-45□5 檔 50-65 □6 檔 65 以上 ■空檔		
電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟				
實驗車重	11000 kg	載重	□空 □半 ■全		
氣候狀況	■晴 □陰 □雨	氣溫 30.4 ℃			
結束測試時間	19:32	結束里程	19313	Trip A	0（km）
實際加油量	0.65 公升（L）		平均油耗（km/L）		-

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK
原因說明：	

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air：8.0 Mpa	(1) Air：7.0 Mpa
(2) H2/He：11.0 Mpa	(2) H_2/He：10.5 Mpa
(3) Span：11.0 Mpa	(3) Span：10.5 Mpa
更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：	

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電池組編號：■①■②■③■④	(1) 電池組編號：■①■②■③■④
(2) 電瓶電壓：24.5 V	(2) 電瓶電壓：22.0 V
(3) 電池容量確認：■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間：15 ：00	(4) 充電開始時間：20 ： 00
原因說明：	

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料(含 OBD、油耗計數據) (b) GPS 路徑資料 (c) 行車紀錄器資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗記錄	■OK
原因說明：	
3. 設備 (d) 電瓶充電 (e) 氣體確認 (f) 設備保養	■OK
原因說明：	

實驗日誌

紀錄說明：

油耗計部分數據(EIU 01),因誤關油耗計電源,故 5644~9341 列未讀到數據。

確認日期：2015/5/14 確認：陳偉仁 查核：莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線： ■環形跑道 □彰濱工業區 □停等　　2015/5/15

駕駛編號	陳偉仁	隨車人員	■莊志偉■蘇晏慶■陳瑞森
開始測試時間	09 ： 33	起始里程	19313 km
車速	10-100kph	檔位	■2 檔 10-15■3 檔 20-25 ■4 檔 30-45■5 檔 50-65 ■6 檔 65 以上
電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟		
實驗車重	11000 kg	載重	□空 □半 ■全
氣候狀況	■晴 □陰 □雨	氣溫 31.1 ℃	

結束測試時間	11:46	結束里程	19429	Trip A	116（km）
實際加油量	20.71 公升（L）		平均油耗（km/L）		5.6

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定＿＿＿＿＿psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK
原因說明：	

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air：7.0 Mpa	(1) Air：5.0 Mpa
(2) H2/He：10.5 Mpa	(2) H_2/He：7.8 Mpa
(3) Span：10.5 Mpa	(3) Span：8.3 Mpa
更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：	

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電池組編號：■①■②■③■④	(1) 電池組編號：■①■②■③■④
(2) 電瓶電壓：24.5 V	(2) 電瓶電壓：22.0 V
(3) 電池容量確認：■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間：08 ： 00	(4) 充電開始時間：12 ：00
原因說明：	

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料(含 OBD、油耗計數據) (b) GPS 路徑資料 (c) 行車紀錄器資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗記錄	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	
實驗日誌	
紀錄說明：	

確認日期：2015/5/15　　確認：陳偉仁　　查核：莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：□環形跑道■彰濱工業區 □停等　　2015/5/21

駕駛編號	陳偉仁	隨車人員	■莊志偉□蘇晏慶□陳瑞森
開始測試時間	09 ： 07	起始里程	19807 km
車速	0-50 kph	檔位	■2 檔 10-15■3 檔 20-25 ■4 檔 30-45□5 檔 50-65 □6 檔 65 以上 ■空檔
電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟		
實驗車重	6420 kg	載重	■空 □半 □全
氣候狀況	□晴 ■陰 □雨	氣溫 27.3 ℃	

結束測試時間	11 ： 30	結束里程	19838	Trip A	31（km）
實際加油量	7.29 公升（L）		平均油耗（km/L）		4.252

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況	
測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK
(4) 惰轉下流量值 1.4 m^3/min	(4) 惰轉下流量值 1.4 m^3/min
原因說明：	

2. 氣瓶壓力	
測試前確認	測試後確認
(1) Air： 11.5 Mpa	(1) Air： 10.5 Mpa
(2) H2/He： 7.8 Mpa	(2) H_2/He： 7.5 Mpa
(3) Span： 8.3 Mpa	(3) Span： 8.0 Mpa
更換：■Air □H_2/He □Span 原因說明：AIR 低氣更換	

3. 電瓶電壓	
測試前確認	測試後確認
(1) 電池組編號：■①■②■③■④	(1) 電池組編號：■①■②■③■④
(2) 電瓶電壓： 24.5 V	(2) 電瓶電壓： 21.8 V
(3) 電池容量確認：■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間： 08 ： 30	(4) 充電開始時間： 12 ：00
原因說明：	

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料(含 OBD、油耗計數據) (b) GPS 路徑資料 (c) 行車紀錄器資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗記錄	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	

實驗日誌
紀錄說明：

確認日期：2015/5/21　　確認：陳偉仁　　查核：莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：■環形跑道□彰濱工業區 □停等　　2015/5/21

駕駛編號	陳偉仁	隨車人員	■莊志偉□蘇晏慶□陳瑞森
開始測試時間	13 ： 13	起始里程	19839 km
車速	10-100 kph	檔位	■2 檔 10-15■3 檔 20-25 ■4 檔 30-45■5 檔 50-65 ■6 檔 65 以上 □空檔
電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟		
實驗車重	6420 kg	載重	■空 □半 □全
氣候狀況	□晴 ■陰 □雨	氣溫 27.5 ℃	

結束測試時間	16 ： 09	結束里程	19988	Trip A	149（km）
實際加油量	23.46 公升（L）		平均油耗（km/L）		6.35

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定 psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK
(4) 惰轉下流量值 1.4 m^3/min	(4) 惰轉下流量值 1.4 m^3/min

原因說明：

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air： 10.5 Mpa	(1) Air： 9.5 Mpa
(2) H2/He： 7.5 Mpa	(2) H_2/He： 7.2 Mpa
(3) Span： 8.0 Mpa	(3) Span： 7.8 Mpa

更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電池組編號：■①■②■③■④	(1) 電池組編號：■①■②■③■④
(2) 電瓶電壓： 24.5 V	(2) 電瓶電壓： 22.0 V
(3) 電池容量確認：■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間： 08 ： 30	(4) 充電開始時間： 16 ： 30

原因說明：

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料(含 OBD、油耗計數據) (b) GPS 路徑資料 (c) 行車紀錄器資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗記錄	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	

實驗日誌
紀錄說明： 1609 測試終了前出現#51 電力不足警告

確認日期：2015/5/21　　確認：陳偉仁　　查核：莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：■環形跑道□彰濱工業區 □停等　　2015/5/22

駕駛編號	陳偉仁	隨車人員	■莊志偉□蘇晏慶□陳瑞森		
開始測試時間	08 ： 49	起始里程	19988 km		
車速	10-100 kph	檔位	■2 檔 10-15■3 檔 20-25 ■4 檔 30-45■5 檔 50-65 ■6 檔 65 以上 □空檔		
電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟				
實驗車重	8557.5 kg	載重	□空 ■半 □全		
氣候狀況	□晴 ■陰 □雨	氣溫 27.0 ℃			
結束測試時間	11 ： 38	結束里程	20129	Trip A	141（km）
實際加油量	22.95 公升（L）		平均油耗（km/L）		6.143

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK
(4) 惰轉下流量值 1.38 m^3/min	(4) 惰轉下流量值 1.38 m^3/min
原因說明：	

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air： 9.5 Mpa	(1) Air： 9.0 Mpa
(2) H2/He： 7.2 Mpa	(2) H_2/He： 7.0 Mpa
(3) Span： 7.8 Mpa	(3) Span： 7.5 Mpa
更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：	

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電池組編號：■①■②■③■④	(1) 電池組編號：■①■②■③■④
(2) 電瓶電壓： 24.5 V	(2) 電瓶電壓： 21.5 V
(3) 電池容量確認：■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間： 08 ： 30	(4) 充電開始時間： 12 ： 00
原因說明：	

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料(含 OBD、油耗計數據) (b) GPS 路徑資料 (c) 行車紀錄器資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗記錄	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	

實驗日誌

紀錄說明：

確認日期：2015/5/22　　確認：陳偉仁　　查核：莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：□環形跑道■彰濱工業區 □停等　　2015/5/25

駕駛編號	陳偉仁	隨車人員	■莊志偉□蘇晏慶□陳瑞森
開始測試時間	10 ： 13	起始里程	20130 km
車速	0-50 kph	檔位	■2 檔 10-15■3 檔 20-25 ■4 檔 30-45□5 檔 50-65 □6 檔 65 以上 □空檔
電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟		
實驗車重	8557.5 kg	載重	□空 ■半 □全
氣候狀況	□晴 ■陰 □雨	氣溫 29.5 ℃	
結束測試時間	12 ： 52	結束里程	20162 Trip A 32（km）
實際加油量	9.06 公升（L）	平均油耗（km/L）	3.53

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定＿＿＿＿＿psi	■OK	

備註：

104205~105021 車輛自行再生，清除 PM，此時惰轉狀態下，引擎轉速會提升至 800 轉以上，排氣溫度提高至 400~500 度左右，進行 PM 燃燒清除碳粒，此部分數據不建議使用。

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK
(4) 惰轉下流量值 1.38 m^3/min	(4) 惰轉下流量值 1.38 m^3/min

原因說明：

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air： 9.0 Mpa	(1) Air： 8.8 Mpa
(2) H2/He： 7.0 Mpa	(2) H_2/He： 6.8 Mpa
(3) Span： 7.5 Mpa	(3) Span： 7.2 Mpa

更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電池組編號：■①■②■③■④	(1) 電池組編號：■①■②■③■④
(2) 電瓶電壓： 24.5 V	(2) 電瓶電壓： 22.5 V
(3) 電池容量確認：■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間： 09 ：00	(4) 充電開始時間： 13 ： 00

原因說明：

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料(含 OBD、油耗計數據) (b) GPS 路徑資料 (c) 行車紀錄器資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗記錄	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	
實驗日誌	
紀錄說明：	

確認日期：2015/5/25　　確認：陳偉仁　　查核：莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：□環形跑道□彰濱工業區■停等　　2015/5/25

駕駛編號	陳偉仁	隨車人員	■莊志偉□蘇晏慶□陳瑞森
開始測試時間	13 ： 04	起始里程	20162 km
車速	0 kph	檔位	□2 檔 10-15□3 檔 20-25 □4 檔 30-45□5 檔 50-65 □6 檔 65 以上 ■空檔
電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟		
實驗車重	11000 kg	載重	□空 □半 ■全
氣候狀況	■晴 □陰 □雨	氣溫 34.5 ℃	

結束測試時間	13 ： 46	結束里程	20170	Trip A	8（km）
實際加油量	0.75 公升（L）		平均油耗（km/L）		0

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK
(4) 惰轉下流量值 1.38 m^3/min	(4) 惰轉下流量值 1.38 m^3/min
原因說明：	

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air： 8.8 Mpa	(1) Air： 8.5 Mpa
(2) H2/He： 6.8 Mpa	(2) H_2/He： 6.5 Mpa
(3) Span： 7.2 Mpa	(3) Span： 7.0 Mpa
更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：	

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電池組編號：■①■②■③■④	(1) 電池組編號：■①■②■③■④
(2) 電瓶電壓： 24.5 V	(2) 電瓶電壓： 22.5 V
(3) 電池容量確認：■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間： 09 ：00	(4) 充電開始時間： 14 ：00
原因說明：	

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料(含 OBD、油耗計數據) (b) GPS 路徑資料 (c) 行車紀錄器資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗記錄	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	

實驗日誌

紀錄說明：

確認日期：2015/5/25　　確認：陳偉仁　　查核：莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：□環形跑道□彰濱工業區■停等　　2015/5/25

駕駛編號	陳偉仁	隨車人員	■莊志偉□蘇晏慶□陳瑞森
開始測試時間	14 ： 29	起始里程	20170 km
車速	0 kph	檔位	□2 檔 10-15□3 檔 20-25 □4 檔 30-45□5 檔 50-65 □6 檔 65 以上 ■空檔
電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟		
實驗車重	11000 kg	載重	□空 □半 ■全
氣候狀況	■晴 □陰 □雨	氣溫 34.5 ℃	

結束測試時間	15 ： 12	結束里程	20178	Trip A	8（km）
實際加油量	0.85 公升（L）		平均油耗（km/L）		0

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定＿＿＿＿＿psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK
(4) 惰轉下流量值 1.38 m^3/min	(4) 惰轉下流量值 1.38 m^3/min

原因說明：

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air： 8.5 Mpa	(1) Air： 8.0 Mpa
(2) H2/He： 6.5 Mpa	(2) H_2/He： 6.3 Mpa
(3) Span： 7.0 Mpa	(3) Span： 6.8 Mpa

更換：□Air □H_2/He □Span　原因說明：

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電池組編號：■①■②■③■④	(1) 電池組編號：■①■②■③■④
(2) 電瓶電壓： 24.5 V	(2) 電瓶電壓： 22.5 V
(3) 電池容量確認：■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間： 09 ： 00	(4) 充電開始時間： 14 ： 00

原因說明：

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料(含 OBD、油耗計數據) (b) GPS 路徑資料 (c) 行車紀錄器資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗記錄	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	
實驗日誌	
紀錄說明：	

確認日期：2015/5/25　　確認：陳偉仁　　查核：莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：路線：台中港　　2016/ 5 /25

駕駛編號	1	隨車人員	■陳偉仁□莊志偉□江岳翰		
開始行駛時間	07:30	起始里程	1099821 km		
起站	■埔心□臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		
車輛電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟 ■電瓶電力				
實驗車重	24480 kg	執行時段	■上午 □下午		
氣候狀況	■晴 □陰 □雨 氣溫 28 ℃				
結束行駛時間	09:45	結束里程	1099871	Trip A	50（km）
實際加油量	公升（L）	平均油耗（km/L）			
迄站	□埔心■臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		

車輛點檢項目	確認	備註
3. 燃油是否加滿	■OK	
4. 胎壓是否依原廠規定 psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

4. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(3) 暖機啟動 ■OK	(5) 暖機啟動 ■OK
(4) 自我校正 ■OK	(6) 自我校正 ■OK
(5) 耗材更換 ■OK	(7) 耗材更換 ■OK
原因說明：	

5. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air：11.6 Mpa	(4) Air：11.0 Mpa
(2) H2/He：8.6 Mpa	(5) H_2/He：8.3 Mpa
(3) Span：10.0 Mpa	(6) Span：9.9 Mpa
更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：	

6. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電力編號：■① □②	(5) 電力編號：■① □②
(2) 電瓶電壓：23.8 V	(6) 電瓶電壓：22.7 V
(3) 電池容量確認：■OK	(7) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間：07 ： 00	(8) 充電開始時間： - ： -
原因說明：	

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
4. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料 (b) OBD 引擎數據 (c) GPS 路徑資料	■OK
原因說明：	
5. 報表 (d) 車輛確認 (e) 設備確認 (f) 當趟實驗日誌	■OK
原因說明：	
6. 設備 (d) 電瓶充電 (e) 氣體確認 (f) 設備保養	■OK
原因說明：	

實驗日誌

紀錄說明：

確認日期：2016/ 05/ 25　　確認：陳偉仁　　查核： 莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：路線：台中港　　2016/ 5 /25

駕駛編號	1	隨車人員	■陳偉仁□莊志偉□江岳翰		
開始行駛時間	09:45	起始里程	1099871 km		
起站	□埔心■臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		
車輛電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟 ■電瓶電力				
實驗車重	24480 kg	執行時段	■上午 □下午		
氣候狀況	■晴 □陰 □雨 氣溫 32 ℃				
結束行駛時間	11:15	結束里程	1099924	Trip A	53（km）
實際加油量	56.415 公升（L）	平均油耗（km/L）	1.826		
迄站	■埔心□臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK
原因說明：	

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air：11.0 Mpa	(1) Air：10.5 Mpa
(2) H2/He：8.3 Mpa	(2) H_2/He：8.0 Mpa
(3) Span：9.9 Mpa	(3) Span：9.8 Mpa
更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：	

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電力編號：■① □②	(1) 電力編號：■① □②
(2) 電瓶電壓：23.8 V	(2) 電瓶電壓：21.8 V
(3) 電池容量確認：■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間：- ：-	(4) 充電開始時間：17：00
原因說明：	

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料 (b) OBD 引擎數據 (c) GPS 路徑資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗日誌	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	

實驗日誌
紀錄說明： 1. 臨海路一段左轉員林大排平面道路由於道路暫時封閉故改道再接回線 144

確認日期：2016/ 05/ 25　　確認：陳偉仁　　查核： 莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：路線：台中港　　2016/ 5 /25

駕駛編號	1	隨車人員	■陳偉仁□莊志偉□江岳翰		
開始行駛時間	12:54	起始里程	1099936 km		
起站	■埔心□臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		
車輛電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟 ■電瓶電力				
實驗車重	24480 kg	執行時段	□上午 ■下午		
氣候狀況	■晴 □陰 □雨 氣溫 31 ℃				
結束行駛時間	14:48	結束里程	1099986	Trip A	50（km）
實際加油量	- 公升（L）	平均油耗（km/L）	-		
迄站	□埔心■臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK
原因說明：	

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air：10.5 Mpa	(1) Air：10.0 Mpa
(2) H2/He：8.0 Mpa	(2) H_2/He：7.8 Mpa
(3) Span：9.8 Mpa	(3) Span：9.8 Mpa
更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：	

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電力編號：□① ■②	(1) 電力編號：□① ■②
(2) 電瓶電壓：23.8 V	(2) 電瓶電壓：22.1 V
(3) 電池容量確認： ■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間：12：00	(4) 充電開始時間： - ： -
原因說明：	

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料 (b) OBD 引擎數據 (c) GPS 路徑資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗日誌	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	

實驗日誌

紀錄說明：

確認日期：2016/ 05/ 25　　確認：陳偉仁　　查核： 莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：路線：台中港　　2016/ 5 /25

駕駛編號	1	隨車人員	■陳偉仁□莊志偉□江岳翰		
開始行駛時間	14:56	起始里程	1099986 km		
起站	□埔心■臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		
車輛電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟 ■電瓶電力				
實驗車重	24480 kg	執行時段	□上午 ■下午		
氣候狀況	■晴 □陰 □雨 氣溫 33 ℃				
結束行駛時間	14:48	結束里程	1100039	Trip A	53（km）
實際加油量	41.007 公升（L）	平均油耗（km/L）	2.512		
迄站	■埔心□臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK

原因說明：

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air：10.0 Mpa	(1) Air：9.7 Mpa
(2) H2/He：7.8 Mpa	(2) H_2/He：7.7 Mpa
(3) Span：9.8 Mpa	(3) Span：9.8 Mpa

更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電力編號：□① ■②	(1) 電力編號：□① ■②
(2) 電瓶電壓：22.1 V	(2) 電瓶電壓：21.2 V
(3) 電池容量確認：■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間：- ：-	(4) 充電開始時間：17： 00

原因說明：

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料 (b) OBD 引擎數據 (c) GPS 路徑資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗日誌	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	
實驗日誌	
紀錄說明：	

確認日期：2016/ 05/ 25　　確認：陳偉仁　　查核： 莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：路線： 台北港　　2016/ 5 /26

駕駛編號	1	隨車人員	■陳偉仁□莊志偉□江岳翰		
開始行駛時間	08:58	起始里程	1100046 km		
起站	■埔心□臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		
車輛電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟 ■電瓶電力				
實驗車重	24480 kg	執行時段	■上午 □下午		
氣候狀況	■晴 □陰 □雨 氣溫 30 ℃				
結束行駛時間	12:08	結束里程	1100240	Trip A	194（km）
實際加油量	- 公升（L）	平均油耗（km/L）	-		
迄站	□埔心□臨港路■台北港	載重	■55%□78%□100%		

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK
原因說明：	

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air：9.7 Mpa	(1) Air：8.8 Mpa
(2) H2/He：7.7 Mpa	(2) H_2/He：7.4 Mpa
(3) Span：9.8 Mpa	(3) Span：9.6 Mpa
更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：	

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電力編號：■① □②	(1) 電力編號：■① □②
(2) 電瓶電壓：23.8 V	(2) 電瓶電壓：21.0 V
(3) 電池容量確認： ■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間：07：30	(4) 充電開始時間： -
原因說明：	

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料 (b) OBD 引擎數據 (c) GPS 路徑資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗日誌	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	

實驗日誌

紀錄說明：

1. 1030~1050 湖口休息站暫停
2. 1131~1143 五股交流道擁塞
3. 1144~1156 五股交流道轉至 64 號快速道路間未依規畫路線行駛
4. 64 號快速道路行經觀音山隧道，GPS 失去訊號

確認日期：2016/ 05/ 26　　確認：陳偉仁　　查核： 莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：路線：台北港　　2016/ 5 /26

駕駛編號	1	隨車人員	■陳偉仁□莊志偉□江岳翰		
開始行駛時間	12:20	起始里程	1100240 km		
起站	□埔心□臨港路■台北港	載重	■55%□78%□100%		
車輛電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟 ■電瓶電力				
實驗車重	24480 kg	執行時段	□上午 ■下午		
氣候狀況	■晴 □陰 □雨 氣溫 32 ℃				
結束行駛時間	15:15	結束里程	1100430	Trip A	191（km）
實際加油量	142.914 公升（L）	平均油耗（km/L）	2.694		
迄站	■埔心□臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK
原因說明：	

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air：8.8 Mpa	(1) Air：8.1 Mpa
(2) H2/He：7.4 Mpa	(2) H_2/He：7.1 Mpa
(3) Span：9.6 Mpa	(3) Span：9.6 Mpa
更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：	

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電力編號：□① ■②	(5) 電力編號：①□ ■②
(2) 電瓶電壓：23.8 V	(6) 電瓶電壓：21.2 V
(3) 電池容量確認：■OK	(7) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間：07：30	(8) 充電開始時間：17：00
原因說明：	

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料 (b) OBD 引擎數據 (c) GPS 路徑資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗日誌	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	

實驗日誌
紀錄說明： 1. 1223~1227 行經台 64 線觀音山隧道時，GPS 失去訊號 2. 1232~1237 台 64 線與國道 1 號間平面道路未依規畫路線行駛 3. 1325~1346 湖口休息站暫停

確認日期：2016/ 05/ 26　　確認：陳偉仁　　查核： 莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：路線： 台中港　　2016/ 5 /27

駕駛編號	1	隨車人員	■陳偉仁□莊志偉□江岳翰		
開始行駛時間	07:07	起始里程	1100440 km		
起站	■埔心□臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		
車輛電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟 ■電瓶電力				
實驗車重	24480 kg	執行時段	■上午 □下午		
氣候狀況	■晴 □陰 □雨 氣溫 28 ℃				
結束行駛時間	09:07	結束里程	1100491	Trip A	51（km）
實際加油量	- 公升（L）	平均油耗（km/L）	-		
迄站	□埔心■臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定 psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK
原因說明：	

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air：8.1 Mpa	(1) Air：7.4 Mpa
(2) H2/He：7.1 Mpa	(2) H_2/He：6.9 Mpa
(3) Span：9.6 Mpa	(3) Span：9.5 Mpa
更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：	

7. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電力編號：■① □②	(1) 電力編號：■① □②
(2) 電瓶電壓：23.8 V	(2) 電瓶電壓：22.7 V
(3) 電池容量確認：■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間：08 ： 00	(4) 充電開始時間：- ： -
原因說明：	

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料 (b) OBD 引擎數據 (c) GPS 路徑資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗日誌	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	

實驗日誌

紀錄說明：

確認日期：2016/ 05/ 27　　確認：陳偉仁　　查核： 莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：路線：台中港　　2016/ 5 /27

駕駛編號	1	隨車人員	■陳偉仁□莊志偉□江岳翰		
開始行駛時間	09:15	起始里程	1100491 km		
起站	□埔心■臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		
車輛電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟 ■電瓶電力				
實驗車重	24480 kg	執行時段	■上午 □下午		
氣候狀況	■晴 □陰 □雨 氣溫 32 ℃				
結束行駛時間	10:24	結束里程	1100541	Trip A	50（km）
實際加油量	57.4 公升（L）	平均油耗（km/L）	1.742		
迄站	■埔心□臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK

原因說明：

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air：7.4 Mpa	(1) Air：7.0 Mpa
(2) H2/He：6.9 Mpa	(2) H_2/He：6.7 Mpa
(3) Span：9.5 Mpa	(3) Span：9.4 Mpa

更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電力編號：■① □②	(1) 電力編號：■① □②
(2) 電瓶電壓：22.7 V	(2) 電瓶電壓：21.8 V
(3) 電池容量確認：■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間：- ：-	(4) 充電開始時間：17：00

原因說明：

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料 (b) OBD 引擎數據 (c) GPS 路徑資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗日誌	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	

實驗日誌
紀錄說明： 1. 臨海路一段左轉員林大排平面道路由於道路暫時封閉故改道再接回線144

確認日期：2016/ 05/ 27　　確認：陳偉仁　　查核： 莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：路線：台中港　　2016/ 5 /27

駕駛編號	1	隨車人員	■陳偉仁□莊志偉□江岳翰		
開始行駛時間	11:41	起始里程	1100550 km		
起站	■埔心□臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		
車輛電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟 ■電瓶電力				
實驗車重	24480 kg	執行時段	□上午 ■下午		
氣候狀況	■晴 □陰 □雨 氣溫 32 ℃				
結束行駛時間	13:15	結束里程	1100600	Trip A	50（km）
實際加油量	- 公升（L）	平均油耗（km/L）	-		
迄站	□埔心■臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK
原因說明：	

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air：7.0 Mpa	(1) Air：6.4 Mpa
(2) H2/He：6.7 Mpa	(2) H_2/He：6.6 Mpa
(3) Span：9.4 Mpa	(3) Span：9.5 Mpa
更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：	

4. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電力編號：□① ■②	(1) 電力編號：□① ■②
(2) 電瓶電壓：23.8 V	(2) 電瓶電壓：22.5 V
(3) 電池容量確認： ■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間：12 ：00	(4) 充電開始時間： - ： -
原因說明：	

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料 (b) OBD 引擎數據 (c) GPS 路徑資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗日誌	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	

實驗日誌

紀錄說明：

確認日期：2016/ 05/ 27　　確認：陳偉仁　　查核： 莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：路線：台中港　　2016/ 5 /27

駕駛編號	1	隨車人員	■陳偉仁□莊志偉□江岳翰		
開始行駛時間	13:21	起始里程	1100600 km		
起站	□埔心■臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		
車輛電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟 ■電瓶電力				
實驗車重	24480 kg	執行時段	□上午 ■下午		
氣候狀況	■晴 □陰 □雨 氣溫 33 ℃				
結束行駛時間	14:29	結束里程	1100651	Trip A	51（km）
實際加油量	52.483 公升（L）	平均油耗（km/L）	1.924		
迄站	■埔心□臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK

原因說明：

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air：6.4 Mpa	(1) Air：6.1 Mpa
(2) H2/He：6.6 Mpa	(2) H_2/He：6.5 Mpa
(3) Span：9.5 Mpa	(3) Span：9.4 Mpa

更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電力編號：□① ■②	(1) 電力編號：□① ■②
(2) 電瓶電壓：22.5 V	(2) 電瓶電壓：21.4 V
(3) 電池容量確認：■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間：- ：-	(4) 充電開始時間：17： 00

原因說明：

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料 (b) OBD 引擎數據 (c) GPS 路徑資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗日誌	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	
實驗日誌	
紀錄說明：	

確認日期：2016/ 05/ 27　　確認：陳偉仁　　查核： 莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：路線： 台北港　　2016/ 5 /30

駕駛編號	1	隨車人員	■陳偉仁□莊志偉□江岳翰		
開始行駛時間	08:52	起始里程	1100660 km		
起站	■埔心□臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		
車輛電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟 ■電瓶電力				
實驗車重	24480 kg	執行時段	■上午 □下午		
氣候狀況	■晴 □陰 □雨 氣溫 30 ℃				
結束行駛時間	11:39	結束里程	1100851	Trip A	191（km）
實際加油量	- 公升（L）	平均油耗（km/L）	-		
迄站	□埔心□臨港路■台北港	載重	■55%□78%□100%		

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK
原因說明：	

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air：6.1 Mpa	(1) Air：5.4 Mpa
(2) H2/He：6.5 Mpa	(2) H_2/He：6.3 Mpa
(3) Span：9.4 Mpa	(3) Span：9.3 Mpa
更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：	

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電力編號：■① □②	(1) 電力編號：■① □②
(2) 電瓶電壓：23.8 V	(2) 電瓶電壓：22.5 V
(3) 電池容量確認： ■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間：08：30	(4) 充電開始時間： -
原因說明：	

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料 (b) OBD 引擎數據 (c) GPS 路徑資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗日誌	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	

實驗日誌

紀錄說明：

1. 0941~1001 設備與主控電腦通訊異常重新啟動

確認日期：2016/ 05/30　　確認：陳偉仁　　查核： 莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：路線：台北港　　2016/ 5 /30

駕駛編號	1	隨車人員	■陳偉仁□莊志偉□江岳翰		
開始行駛時間	11:53	起始里程	1100851 km		
起站	□埔心□臨港路■台北港	載重	■55%□78%□100%		
車輛電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟 ■電瓶電力				
實驗車重	24480 kg	執行時段	□上午 ■下午		
氣候狀況	■晴 □陰 □雨 氣溫 32 ℃				
結束行駛時間	14:54	結束里程	1101042	Trip A	191（km）
實際加油量	149.292 公升（L）	平均油耗（km/L）	2.559		
迄站	■埔心□臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK

原因說明：

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air：5.4 Mpa	(1) Air：4.6 Mpa
(2) H2/He：6.3 Mpa	(2) H_2/He：6.0 Mpa
(3) Span：9.3 Mpa	(3) Span：9.1 Mpa

更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電力編號：□① ■②	(1) 電力編號：①□ ■②
(2) 電瓶電壓：22.5 V	(2) 電瓶電壓：20.9 V
(3) 電池容量確認：■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間：-	(4) 充電開始時間：17：00

原因說明：

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料 (b) OBD 引擎數據 (c) GPS 路徑資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗日誌	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	

實驗日誌
紀錄說明： 1. 1153~1226 OBS-OBD 訊號異常重新啟動後恢復 2. 1254~1323 湖口休息站暫停

確認日期：2016/ 05/ 30　　確認：陳偉仁　　查核： 莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：路線： 台北港　　2016/ 5 /31

駕駛編號	1	隨車人員	■陳偉仁□莊志偉□江岳翰		
開始行駛時間	08:50	起始里程	1101051 km		
起站	■埔心□臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		
車輛電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟 ■電瓶電力				
實驗車重	24480 kg	執行時段	■上午 □下午		
氣候狀況	■晴 □陰 □雨 氣溫 30 ℃				
結束行駛時間	11:36	結束里程	1101242	Trip A	191（km）
實際加油量	- 公升（L）	平均油耗（km/L）	-		
迄站	□埔心□臨港路■台北港	載重	■55%□78%□100%		

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK
原因說明：	

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air：4.6 Mpa	(1) Air：3.9 Mpa
(2) H2/He：6.0 Mpa	(2) H_2/He：5.6 Mpa
(3) Span：9.1 Mpa	(3) Span：9.0 Mpa
更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：	

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電力編號：■① □②	(1) 電力編號：■① □②
(2) 電瓶電壓：23.8 V	(2) 電瓶電壓：22.3 V
(3) 電池容量確認： ■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間：08：30	(4) 充電開始時間： -
原因說明：	

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料 (b) OBD 引擎數據 (c) GPS 路徑資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗日誌	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	

實驗日誌

紀錄說明：

1. 1019~1035 湖口休息站暫停

確認日期：2016/ 05/31　　確認：陳偉仁　　查核： 莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：路線：台北港　　2016/ 5 /31

駕駛編號	1	隨車人員	■陳偉仁□莊志偉□江岳翰		
開始行駛時間	11:58	起始里程	1101242 km		
起站	□埔心□臨港路■台北港	載重	■55%□78%□100%		
車輛電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟 ■電瓶電力				
實驗車重	24480 kg	執行時段	□上午 ■下午		
氣候狀況	■晴 □陰 □雨 氣溫 32 ℃				
結束行駛時間	14:33	結束里程	1101433	Trip A	191（km）
實際加油量	149.973 公升（L）	平均油耗（km/L）	2.547		
迄站	■埔心□臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK
原因說明：	

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air：3.9 Mpa	(1) Air：3.2 Mpa
(2) H2/He：5.6 Mpa	(2) H_2/He：5.4 Mpa
(3) Span：9.0 Mpa	(3) Span：8.9 Mpa
更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：	

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電力編號：□① ■②	(1) 電力編號：①□ ■②
(2) 電瓶電壓：22.5 V	(2) 電瓶電壓：20.5 V
(3) 電池容量確認：■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間：-	(4) 充電開始時間：17：00
原因說明：	

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料 (b) OBD 引擎數據 (c) GPS 路徑資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗日誌	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	

實驗日誌
紀錄說明： 1. 1259~1304 湖口休息站暫停

確認日期：2016/ 05/ 31　　確認：陳偉仁　　查核： 莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：路線：台北港　　2016/ 6 /1

駕駛編號	1	隨車人員	■陳偉仁□莊志偉□江岳翰		
開始行駛時間	08:50	起始里程	1101422 km		
起站	■埔心□臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		
車輛電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟 ■電瓶電力				
實驗車重	24480 kg	執行時段	■上午 □下午		
氣候狀況	■晴 □陰 □雨 氣溫 29 ℃				
結束行駛時間	11:46	結束里程	1101633	Trip A	191（km）
實際加油量	- 公升（L）	平均油耗（km/L）	-		
迄站	□埔心□臨港路■台北港	載重	■55%□78%□100%		

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK
原因說明：	

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air：3.2 Mpa	(1) Air：2.5 Mpa
(2) H2/He：5.4 Mpa	(2) H_2/He：5.1 Mpa
(3) Span：8.9 Mpa	(3) Span：8.8 Mpa
更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：	

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電力編號：■① □②	(1) 電力編號：■① □②
(2) 電瓶電壓：23.6 V	(2) 電瓶電壓：22.2 V
(3) 電池容量確認： ■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間：08：30	(4) 充電開始時間： -
原因說明：	

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料 (b) OBD 引擎數據 (c) GPS 路徑資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗日誌	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	

實驗日誌

紀錄說明：

1. 1023~1042 湖口休息站暫停

確認日期：2016/ 6/1　　確認：陳偉仁　　查核： 莊志偉

行車前/後車輛確認（1）

測試路線：路線：台北港　　2016/ 6 /1

駕駛編號	1	隨車人員	■陳偉仁□莊志偉□江岳翰		
開始行駛時間	12:24	起始里程	1101633 km		
起站	□埔心□臨港路■台北港	載重	■55%□78%□100%		
車輛電力確認	■冷氣開啟 ■大燈開啟 ■電瓶電力				
實驗車重	24480 kg	執行時段	□上午 ■下午		
氣候狀況	■晴 □陰 □雨 氣溫 33 ℃				
結束行駛時間	15:05	結束里程	1101825	Trip A	192（km）
實際加油量	155.325 公升（L）	平均油耗（km/L）	2.466		
迄站	■埔心□臨港路□台北港	載重	■55%□78%□100%		

車輛點檢項目	確認	備註
1. 燃油是否加滿	■OK	
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	■OK	

備註：

測試前/後設備確認（2）

1. 分析儀狀況

測試前確認	測試後確認
(1) 暖機啟動 ■OK	(1) 暖機啟動 ■OK
(2) 自我校正 ■OK	(2) 自我校正 ■OK
(3) 耗材更換 ■OK	(3) 耗材更換 ■OK

原因說明：

2. 氣瓶壓力

測試前確認	測試後確認
(1) Air：2.5 Mpa	(1) Air：1.6 Mpa
(2) H2/He：5.1 Mpa	(2) H_2/He：4.9 Mpa
(3) Span：8.8 Mpa	(3) Span：8.7 Mpa

更換：□Air □H_2/He □Span 原因說明：

3. 電瓶電壓

測試前確認	測試後確認
(1) 電力編號：□① ■②	(1) 電力編號：①□ ■②
(2) 電瓶電壓：22.4 V	(2) 電瓶電壓：20.3 V
(3) 電池容量確認：■OK	(3) 電池容量確認：■OK
(4) 充電結束時間：-	(4) 充電開始時間：17：00

原因說明：

備註：

單趟實驗完成確認（3）

確認項目	
1. 測試資料下載 (a) OBS 排放資料 (b) OBD 引擎數據 (c) GPS 路徑資料	■OK
原因說明：	
2. 報表 (a) 車輛確認 (b) 設備確認 (c) 當趟實驗日誌	■OK
原因說明：	
3. 設備 (a) 電瓶充電 (b) 氣體確認 (c) 設備保養	■OK
原因說明：	

實驗日誌
紀錄說明： 1. 1418~1424 泰安休息站暫停

確認日期：2016/ 6/ 1　　確認：陳偉仁　　查核： 莊志偉

附錄2.3 本年度實驗用油之油品化驗報告

台灣中油 煉製研究所

檢 驗 報 告

台灣中油股份有限公司煉製研究所燃料檢測實驗室
嘉義市民生南路217號
電話：（05）2224171
傳真：（05）2294286
任何報告質疑請於期限內洽報告簽署人

ilac-MRA TAF Testing Laboratory 0386

報告日期： 民國105年04月28日

報告編號： FU105040317

申請單位： 財團法人車輛研究測試中心
住　　址： 彰化縣鹿港鎮彰濱工業區鹿工南七路6號

組　　長： 陳中邦

專案經理： 周才立

台灣中油股份有限公司
煉製研究所燃料及潤滑劑組
檢驗報告

報告編號： FU105040317　　申請單位： 財團法人車輛研究測試中心
報告日期： 105年4月28日　　申請人： 莊志偉
收樣編號： F105040095 / FD10504054　　樣品編號： _
收樣日期： 105年4月18日　　業者：
檢驗日期： 105年4月19日　至 105年4月28日　　

檢驗項目	檢驗結果	單位	檢驗方法	備註
蒸餾(Recovered)溫度,IBP	197.2	℃	ASTM D86 & CNS 1218	
蒸餾(Recovered)溫度,T5	223.2	℃	ASTM D86 & CNS 1218	
蒸餾(Recovered)溫度,T10	231.7	℃	ASTM D86 & CNS 1218	
蒸餾(Recovered)溫度,T15	237.8	℃	ASTM D86 & CNS 1218	
蒸餾(Recovered)溫度,T20	242.6	℃	ASTM D86 & CNS 1218	
蒸餾(Recovered)溫度,T30	251.9	℃	ASTM D86 & CNS 1218	
蒸餾(Recovered)溫度,T40	261.4	℃	ASTM D86 & CNS 1218	
蒸餾(Recovered)溫度,T50	271.2	℃	ASTM D86 & CNS 1218	
蒸餾(Recovered)溫度,T60	281.1	℃	ASTM D86 & CNS 1218	
蒸餾(Recovered)溫度,T70	292.6	℃	ASTM D86 & CNS 1218	
蒸餾(Recovered)溫度,T80	308.0	℃	ASTM D86 & CNS 1218	
蒸餾(Recovered)溫度,T85	317.8	℃	ASTM D86 & CNS 1218	
蒸餾(Recovered)溫度,T90	331.2	℃	ASTM D86 & CNS 1218	
蒸餾(Recovered)溫度,T95	353.1	℃	ASTM D86 & CNS 1218	
蒸餾(Recovered)溫度,FBP	365.1	℃	ASTM D86 & CNS 1218	
蒸餾殘餘	1.4	vol%	ASTM D86 & CNS 1218	
以下為0135實驗室檢驗報告	---	-	以下為0135實驗室	
密度,@15 ℃	0.8392	g/ml	ASTM D4052 & CNS 14474 & NIEA A204.72C	
十六烷指數	51.7		ASTM D976	
*淨熱值	10263	cal/g	*ASTM D240	
碳	86.00	wt%	ASTM D-5291	
氫	13.99	wt%	ASTM D-5291	
脂肪酸甲酯含量	0.00	vol%	FAME amounts in Diesel by Mid-IR analysis	
多環芳香烴	2.4	%	ASTM D6591	
總芳香烴	23.0	%	ASTM D6591	

附註：
1. 本報告之內容僅供申請單位參考，不得作為商業推銷廣告之用。
2. 本報告僅對送驗樣品負責，僅正本有效，其它形式之複印本均無效。
3. 客戶質疑時，請於報告簽發日起七天(所外)/ 三天(所內)內提出。
4. 樣品檢測類別為柴油類，樣品保存期限，自報告簽發日起十四天。
5. 本0386實驗室若檢測項目或方法欄位有*號項目則不屬認證範圍項目。
6. 本報告柴油試驗方法取得TAF/CNLA認可實驗室編號:0135之認可項目：ASTM D6591、D5453、D4294、D2622、CNS 14505、14472、13877、15057、NIEA A504.7、A446.7、A447.7、EN 14078。
7. 本報告請勿分離使用。

製表：何麗貞　報告審核：徐文杰　報告簽署人：周才立

台灣中油股份有限公司
煉製研究所燃料及潤滑劑組
檢驗報告

報告編號： FU105040317　　申請單位： 財團法人車輛研究測試中心
報告日期： 105年4月28日　　申請人： 莊志偉
收樣編號： F105040095 / FD10504054　　樣品編號： _
收樣日期： 105年4月18日　　業者：
檢驗日期： 105年4月19日　至 105年4月28日　　

檢驗項目	檢驗結果	單位	檢驗方法	備註
熱值	10972	cal/g	ASTM D240 (gross)	
KF_含水量	60	ppmw	ASTM E1064	
硫-D5453	5.0	ppmw	ASTM D5453 & NIEA A446.71C & CNS14505	

以下空白

附註：
1. 本報告之內容僅供申請單位參考，不得作為商業推銷廣告之用。
2. 本報告僅對送驗樣品負責，僅正本有效，其它形式之複印本均無效。
3. 客戶質疑時，請於報告簽發日起七天(所外)/ 三天(所內)內提出。
4. 樣品檢測類別為柴油類，樣品保存期限，自報告簽發日起十四天。
5. 本0386實驗室若檢測項目或方法欄位有*號項目則不屬認證範圍項目。
6. 本報告柴油試驗方法取得TAF/CNLA認可實驗室編號:0135之認可項目：ASTM D6591、D5453、D4294、D2622、CNS 14505、14472、13877、15057、NIEA A504.7、A446.7、A447.7、EN 14078。
7. 本報告請勿分離使用。

製表： 何麗貞 105.4.28　　報告審核： 徐文杰 105.4.28　　報告簽署人： 周才立 105.4.28

附錄 3　實驗資料之速率與能耗/排放時間差確認

附錄 3 實驗資料之速率與能耗/排放時間差確認

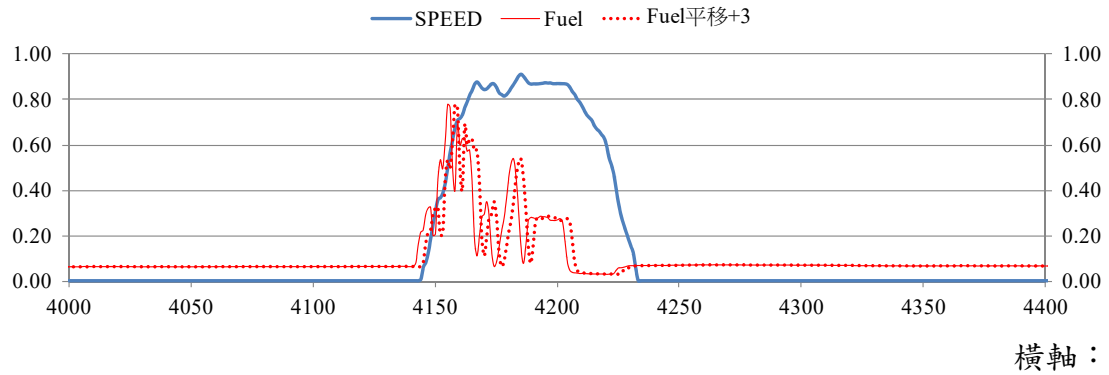
附錄 3.1 104 年時間差確認

附表 3.1-1 速率與能耗排放時間差： 滿載市區繞行(FUEL)

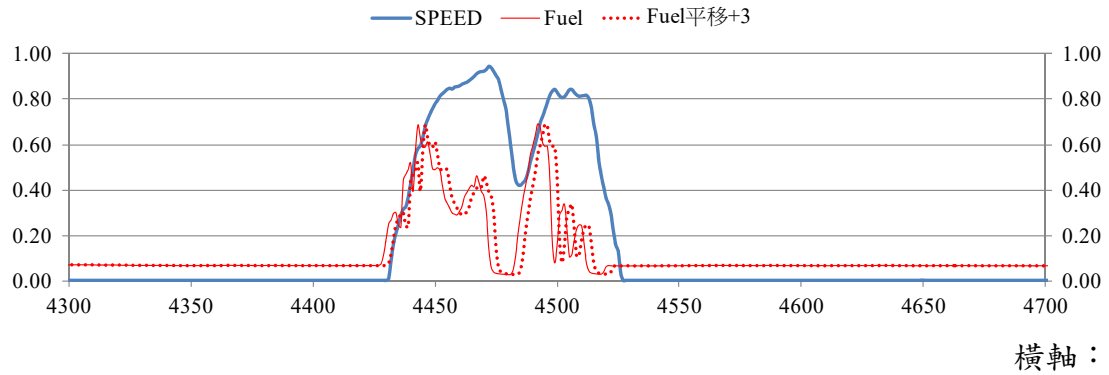
實驗日期	FUEL 平移秒數	平方和
2015/5/14	往前移 5 秒	622.8771
	往前移 4 秒	639.7921
	往前移 3 秒	661.3885
	往前移 2 秒	688.2842
	往前移 1 秒	719.5787
	不移	751.8668
	往後移 1 秒	786.0798
	往後移 2 秒	820.8793
	往後移 3 秒	856.2586
	往後移 4 秒	891.789
	往後移 5 秒	926.8654

FUEL 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 FUEL(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

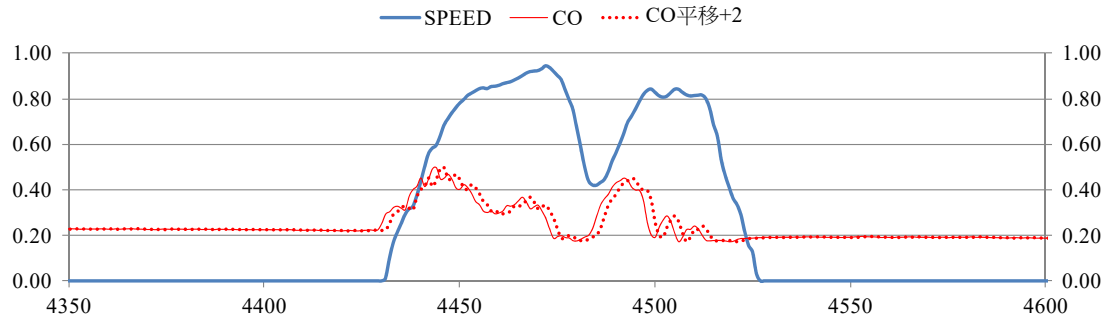
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-2 速率與能耗排放時間差： 滿載市區繞行(CO)

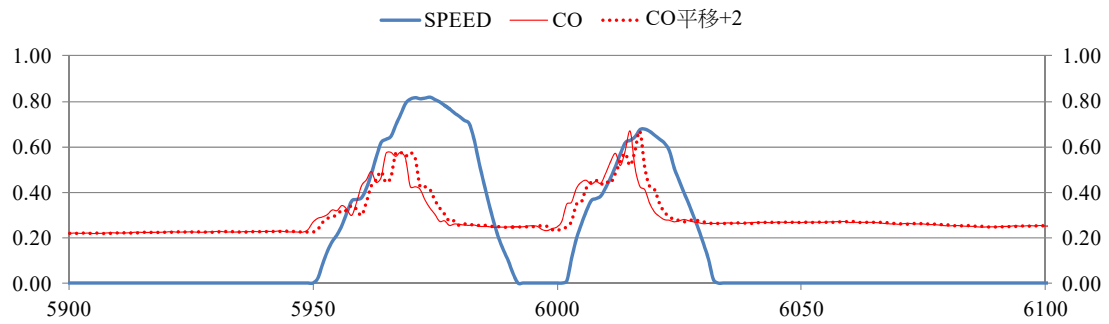
實驗日期	CO 平移秒數	平方和
2015/5/14	往前移 5 秒	787.5526
	往前移 4 秒	792.52
	往前移 3 秒	799.4347
	往前移 2 秒	808.8925
	往前移 1 秒	820.6378
	不移	833.2401
	往後移 1 秒	847.3356
	往後移 2 秒	861.5854
	往後移 3 秒	876.2602
	往後移 4 秒	891.2187
	往後移 5 秒	906.3474

CO 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。

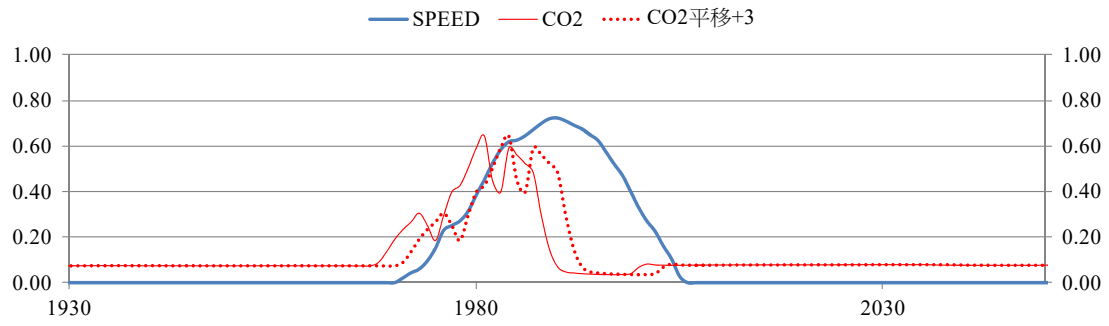
資料來源：本計畫。

附表 3.1-3 速率與能耗排放時間差： 滿載市區繞行(CO_2)

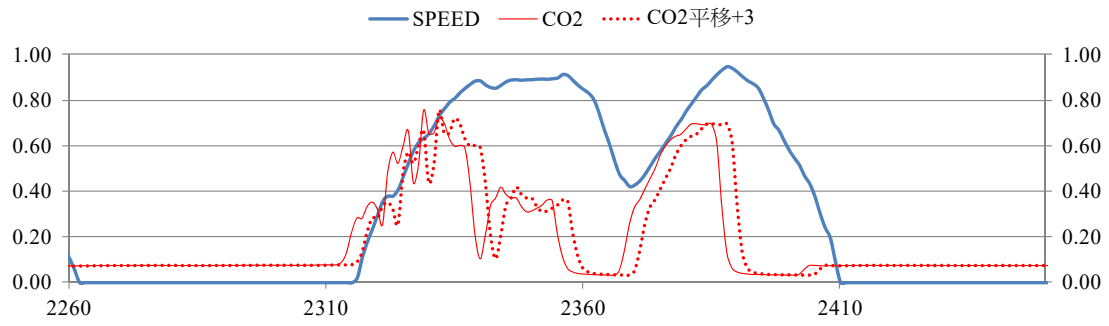
實驗日期	CO_2 平移秒數	平方和
2015/5/14	往前移 5 秒	621.3647
	往前移 4 秒	638.3964
	往前移 3 秒	660.1344
	往前移 2 秒	687.1955
	往前移 1 秒	718.673
	不移	751.1432
	往後移 1 秒	785.5391
	往後移 2 秒	820.5256
	往後移 3 秒	856.0926
	往後移 4 秒	891.8084
	往後移 5 秒	927.063

CO_2 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO_2 (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

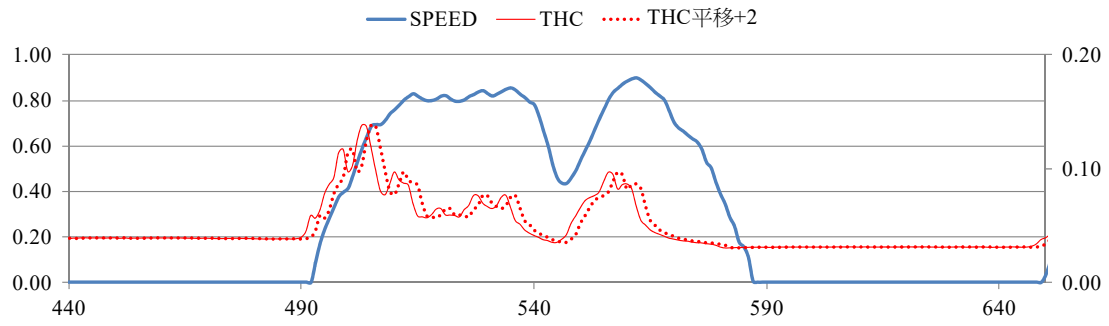
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-4 速率與能耗排放時間差： 滿載市區繞行(THC)

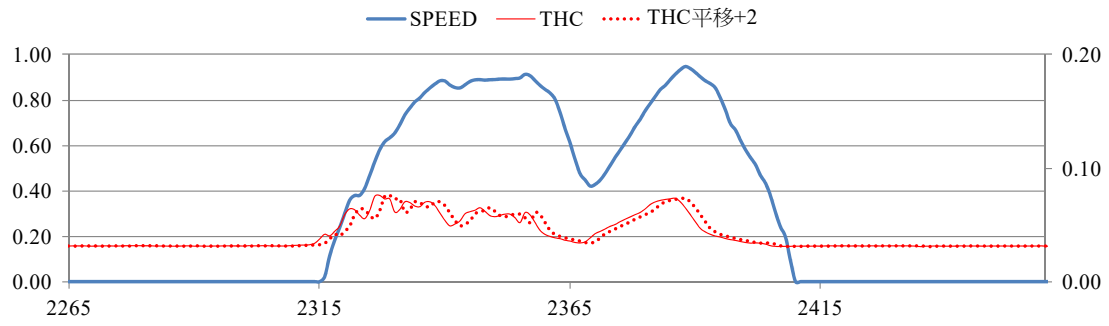
實驗日期	THC 平移秒數	平方和
2015/5/14	往前移 5 秒	1211.263
	往前移 4 秒	1211.829
	往前移 3 秒	1212.889
	往前移 2 秒	1214.463
	往前移 1 秒	1216.63
	不移	1219.325
	往後移 1 秒	1223.234
	往後移 2 秒	1227.354
	往後移 3 秒	1231.505
	往後移 4 秒	1236.087
	往後移 5 秒	1240.86

THC 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 THC (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

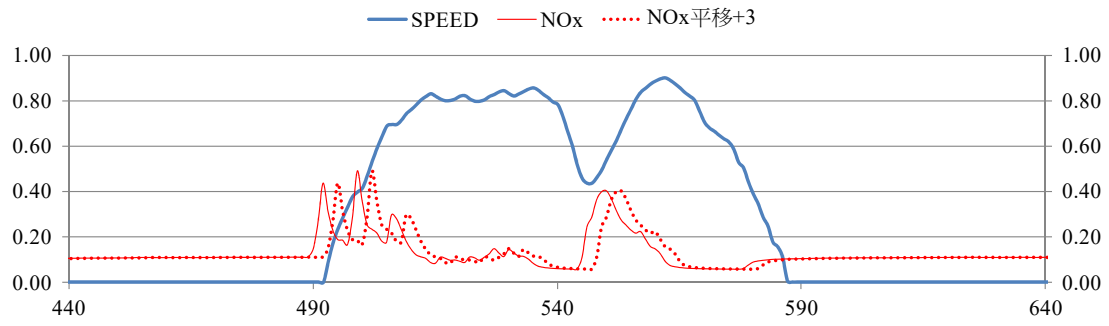
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-5 速率與能耗排放時間差： 滿載市區繞行(NOx)

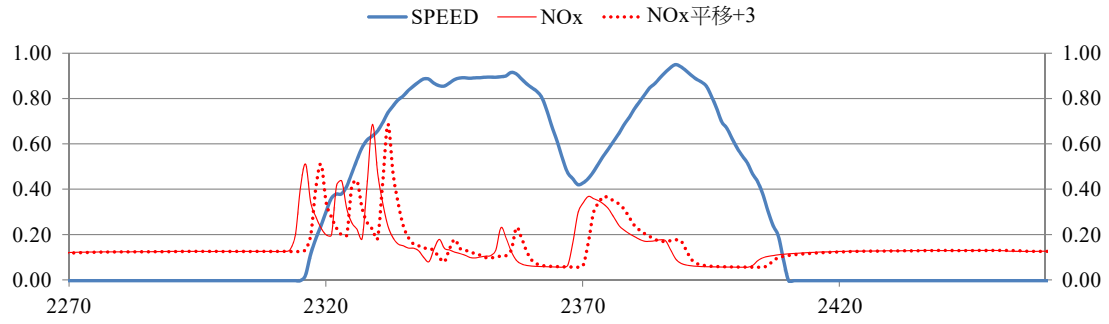
實驗日期	NOx 平移秒數	平方和
2015/5/14	往前移 5 秒	1039.991
	往前移 4 秒	1056.424
	往前移 3 秒	1075.092
	往前移 2 秒	1094.97
	往前移 1 秒	1114.565
	不移	1132.333
	往後移 1 秒	1149.432
	往後移 2 秒	1166.808
	往後移 3 秒	1184.401
	往後移 4 秒	1201.15
	往後移 5 秒	1216.003

NOx 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 NOx (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

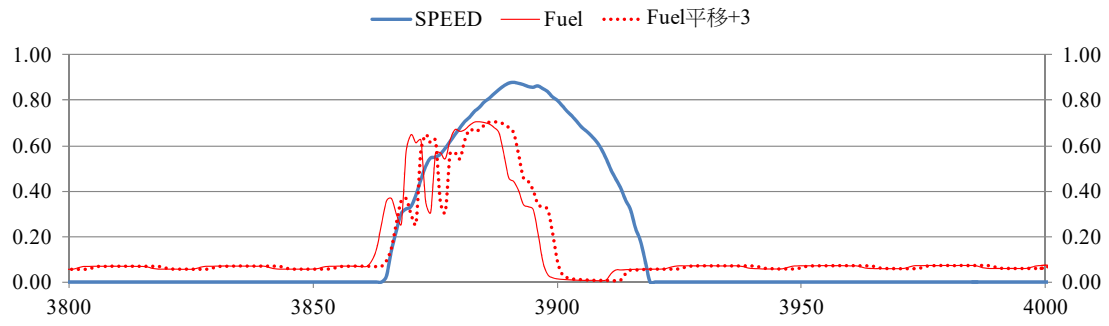
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-6 速率與能耗排放時間差： 半載市區繞行(FUEL)

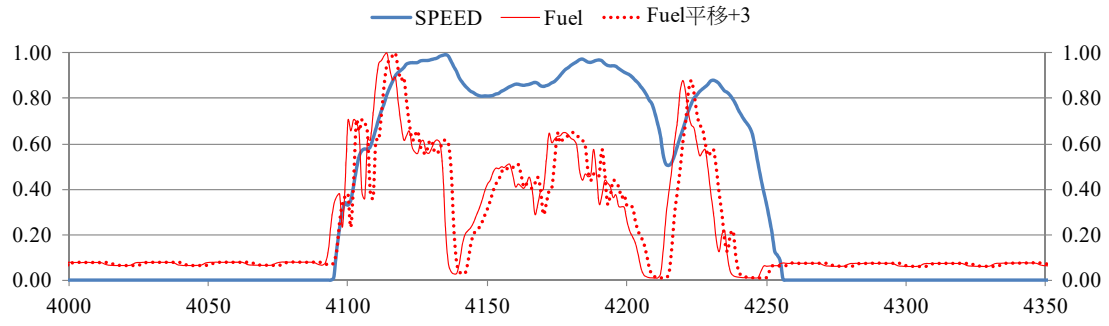
實驗日期	FUEL 平移秒數	平方和
2015/5/25	往前移 5 秒	533.366
	往前移 4 秒	554.8857
	往前移 3 秒	581.7026
	往前移 2 秒	614.3335
	往前移 1 秒	651.6864
	不移	689.5256
	往後移 1 秒	728.6867
	往後移 2 秒	766.4783
	往後移 3 秒	803.0773
	往後移 4 秒	838.3139
	往後移 5 秒	872.6518

FUEL 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 FUEL(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

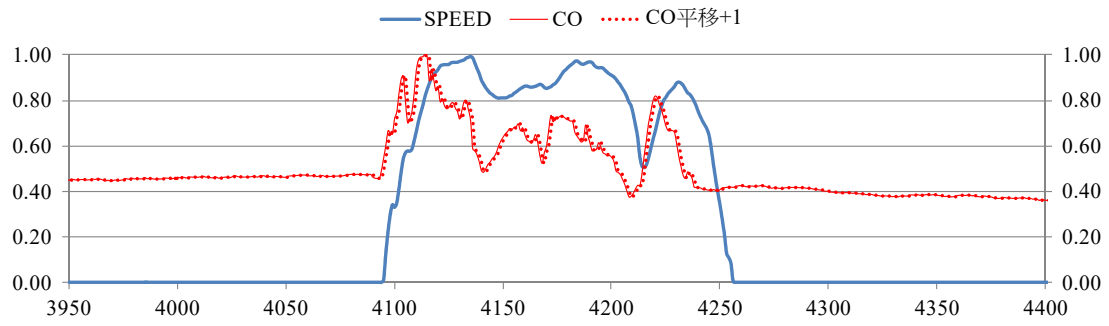
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-7 速率與能耗排放時間差： 半載市區繞行(CO)

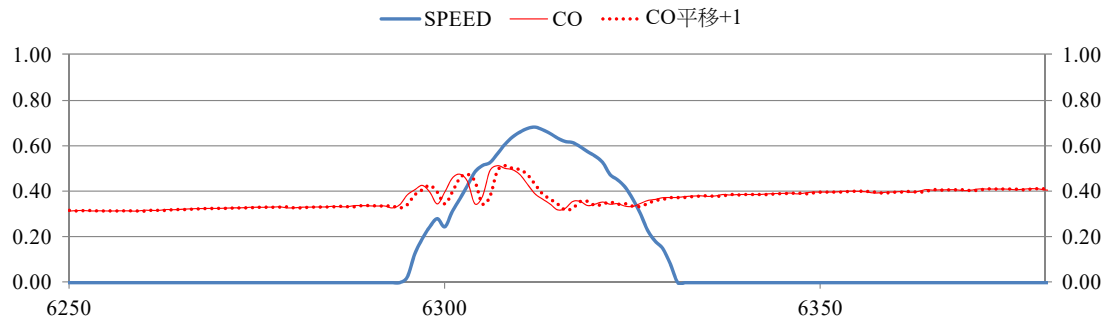
實驗日期	CO 平移秒數	平方和
2015/5/25	往前移 5 秒	1112.821
	往前移 4 秒	1118.502
	往前移 3 秒	1126.2
	往前移 2 秒	1136.345
	往前移 1 秒	1148.807
	不移	1162.33
	往後移 1 秒	1176.201
	往後移 2 秒	1189.362
	往後移 3 秒	1201.669
	往後移 4 秒	1213.316
	往後移 5 秒	1224.578

CO 圖形：平移+1 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

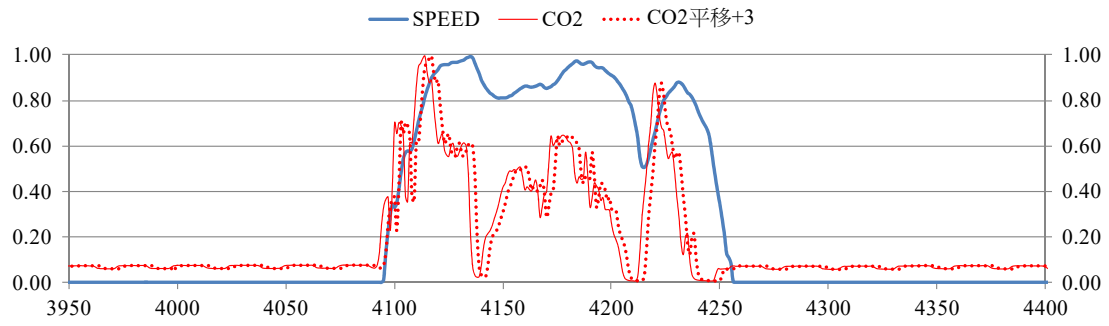
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-8 速率與能耗排放時間差： 半載市區繞行(CO_2)

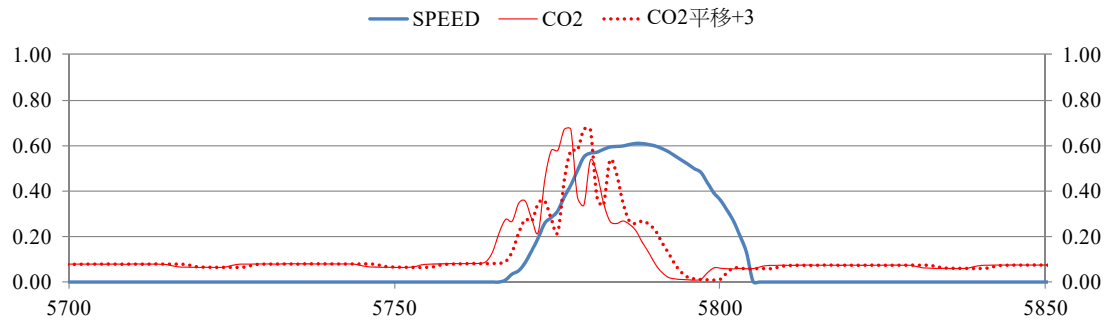
實驗日期	CO_2 平移秒數	平方和
2015/5/25	往前移 5 秒	533.4828
	往前移 4 秒	555.0349
	往前移 3 秒	581.8851
	往前移 2 秒	614.5472
	往前移 1 秒	651.9262
	不移	689.7816
	往後移 1 秒	728.9599
	往後移 2 秒	766.7703
	往後移 3 秒	803.392
	往後移 4 秒	838.6525
	往後移 5 秒	873.0146

CO_2 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO_2 (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

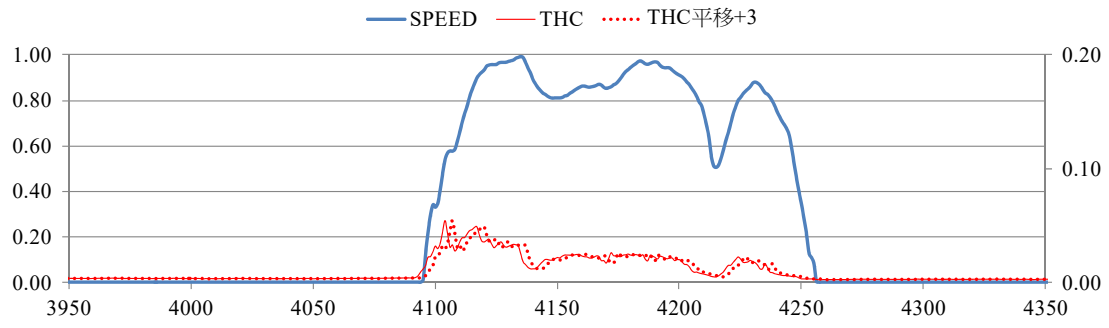
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-9 速率與能耗排放時間差： 半載市區繞行(THC)

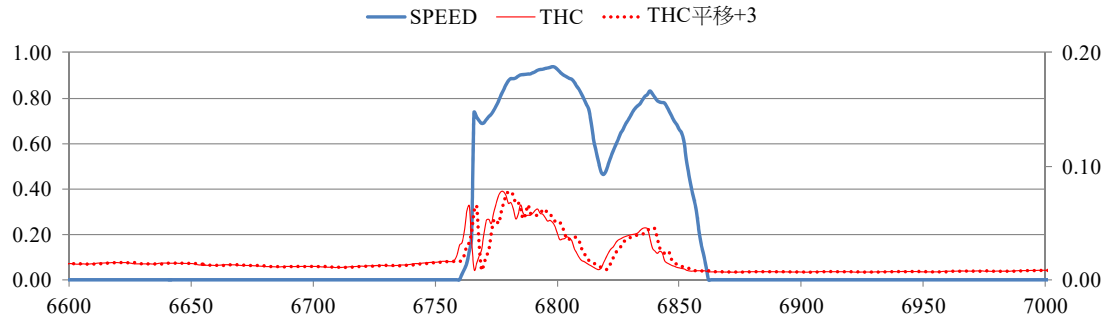
實驗日期	THC 平移秒數	平方和
2015/5/25	往前移 5 秒	1485.585
	往前移 4 秒	1485.649
	往前移 3 秒	1486.252
	往前移 2 秒	1487.561
	往前移 1 秒	1489.495
	不移	1491.779
	往後移 1 秒	1494.616
	往後移 2 秒	1497.589
	往後移 3 秒	1500.588
	往後移 4 秒	1503.538
	往後移 5 秒	1506.459

THC 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 THC (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

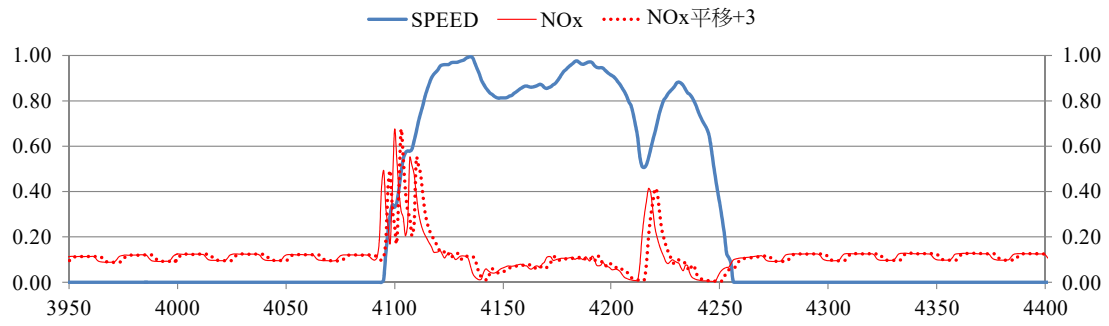
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-10 速率與能耗排放時間差： 半載市區繞行(NOx)

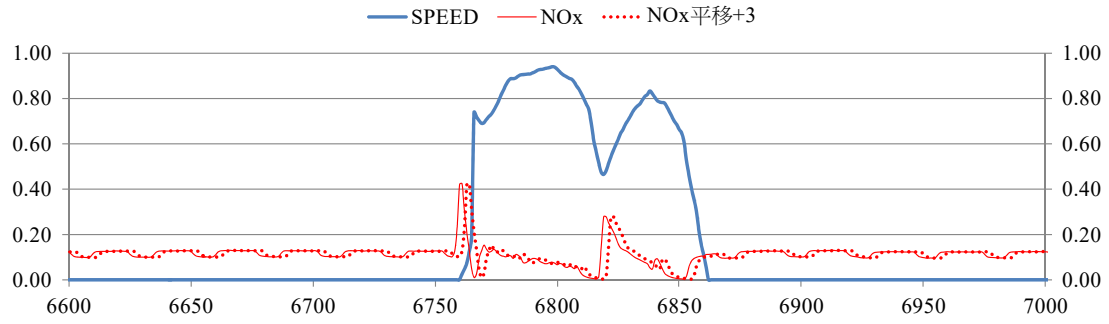
實驗日期	NOx 平移秒數	平方和
2015/5/25	往前移 5 秒	1260.701
	往前移 4 秒	1278.414
	往前移 3 秒	1297.841
	往前移 2 秒	1318.393
	往前移 1 秒	1338.646
	不移	1356.202
	往後移 1 秒	1371.507
	往後移 2 秒	1385.314
	往後移 3 秒	1398.218
	往後移 4 秒	1410.049
	往後移 5 秒	1420.445

NOx 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 NOx (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

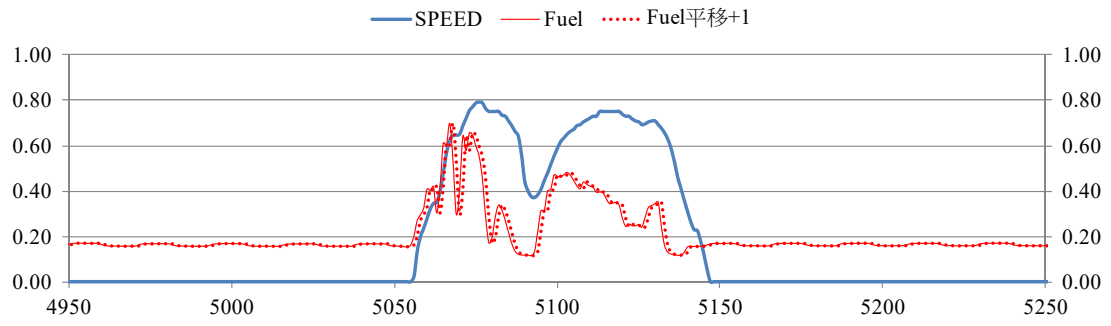
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-11 速率與能耗排放時間差： 空載市區繞行(FUEL)

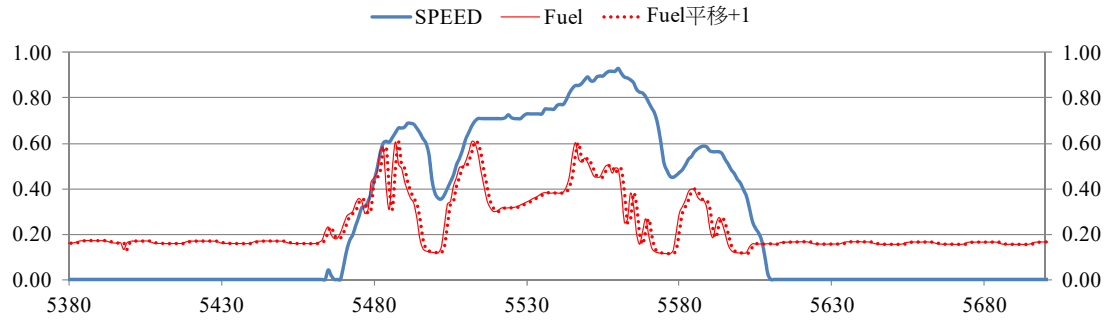
實驗日期	FUEL 平移秒數	平方和
2015/5/21	往前移 5 秒	489.6401
	往前移 4 秒	499.1952
	往前移 3 秒	511.4497
	往前移 2 秒	526.6962
	往前移 1 秒	546.1698
	不移	571.8024
	往後移 1 秒	604.0901
	往後移 2 秒	638.6007
	往後移 3 秒	672.1262
	往後移 4 秒	704.5801
	往後移 5 秒	735.6777

FUEL 圖形：平移+1 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 FUEL(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

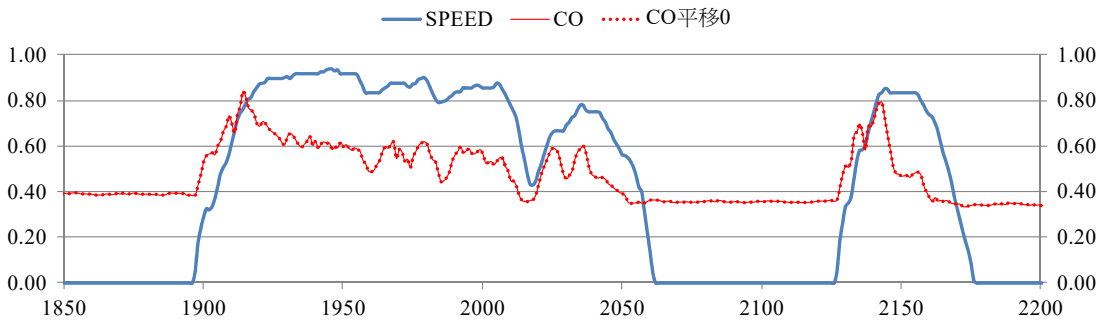
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-12 速率與能耗排放時間差： 空載市區繞行(CO)

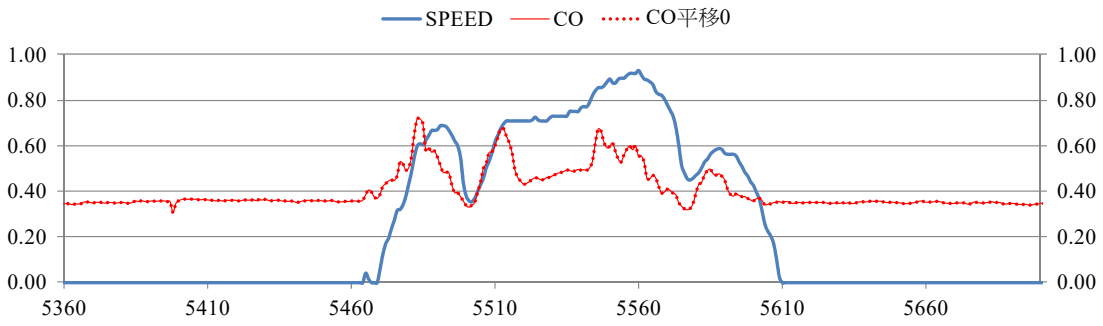
實驗日期	CO 平移秒數	平方和
2015/5/21	往前移 5 秒	762.5171
	往前移 4 秒	763.8743
	往前移 3 秒	766.7041
	往前移 2 秒	770.8
	往前移 1 秒	776.6656
	不移	785.153
	往後移 1 秒	797.4983
	往後移 2 秒	812.9287
	往後移 3 秒	829.5201
	往後移 4 秒	845.926
	往後移 5 秒	861.6816

CO 圖形：平移 0 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

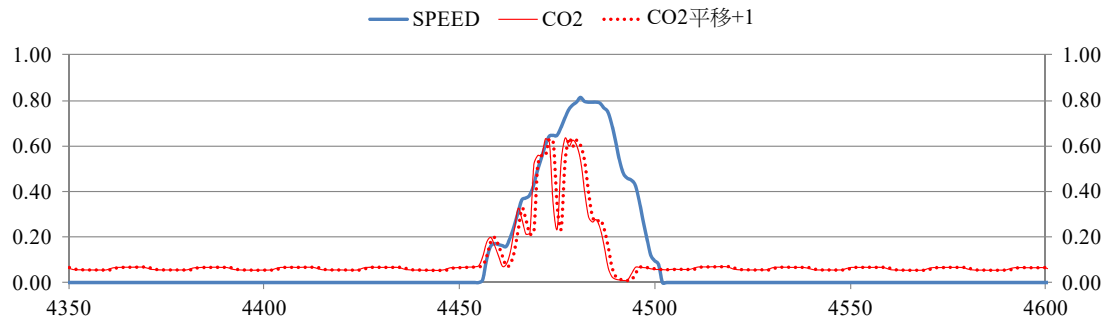
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-13 速率與能耗排放時間差： 空載市區繞行(CO_2)

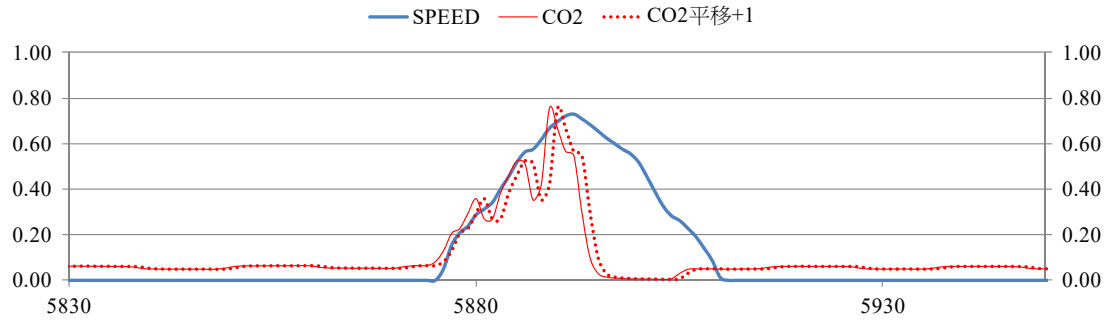
實驗日期	CO_2 平移秒數	平方和
2015/5/21	往前移 5 秒	573.676
	往前移 4 秒	584.5185
	往前移 3 秒	598.3821
	往前移 2 秒	615.6182
	往前移 1 秒	637.6197
	不移	666.5648
	往後移 1 秒	703.0032
	往後移 2 秒	741.927
	往後移 3 秒	779.724
	往後移 4 秒	816.3092
	往後移 5 秒	851.3658

CO_2 圖形：平移+1 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO_2 (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

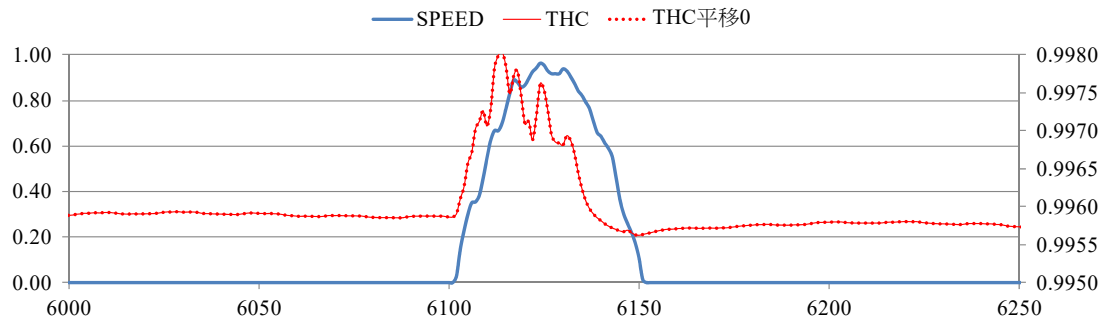
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-14 速率與能耗排放時間差： 空載市區繞行(THC)

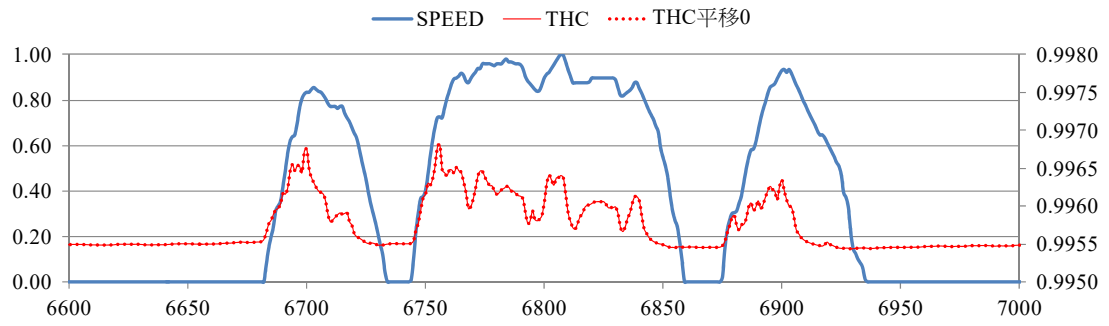
實驗日期	THC 平移秒數	平方和
2015/5/21	往前移 5 秒	4988.856
	往前移 4 秒	4987.773
	往前移 3 秒	4986.797
	往前移 2 秒	4985.828
	往前移 1 秒	4984.865
	不移	4983.909
	往後移 1 秒	4982.963
	往後移 2 秒	4982.026
	往後移 3 秒	4981.097
	往後移 4 秒	4980.172
	往後移 5 秒	4979.247

THC 圖形：平移 0 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 THC (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

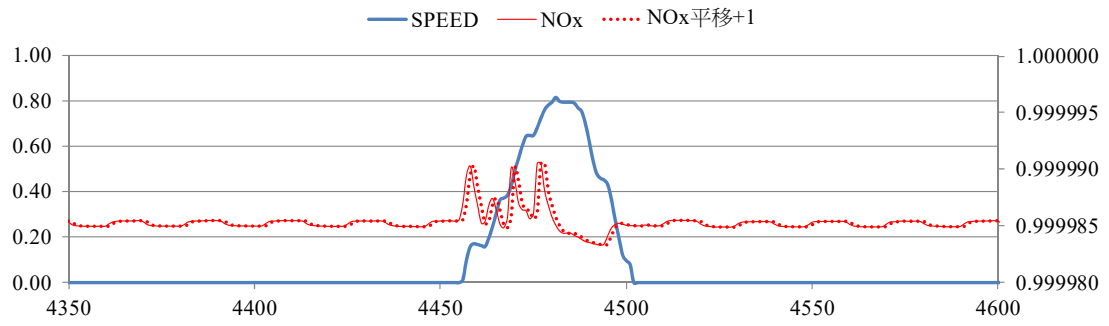
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-15 速率與能耗排放時間差： 空載市區繞行(NOx)

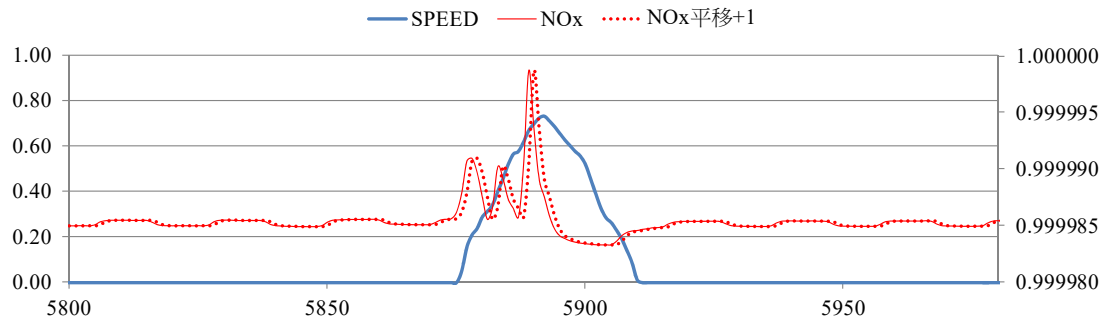
實驗日期	NOx 平移秒數	平方和
2015/5/21	往前移 5 秒	5038.901
	往前移 4 秒	5037.901
	往前移 3 秒	5036.901
	往前移 2 秒	5035.901
	往前移 1 秒	5034.902
	不移	5033.902
	往後移 1 秒	5032.903
	往後移 2 秒	5031.903
	往後移 3 秒	5030.903
	往後移 4 秒	5029.904
	往後移 5 秒	5028.904

NOx 圖形：平移+1 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 NOx (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

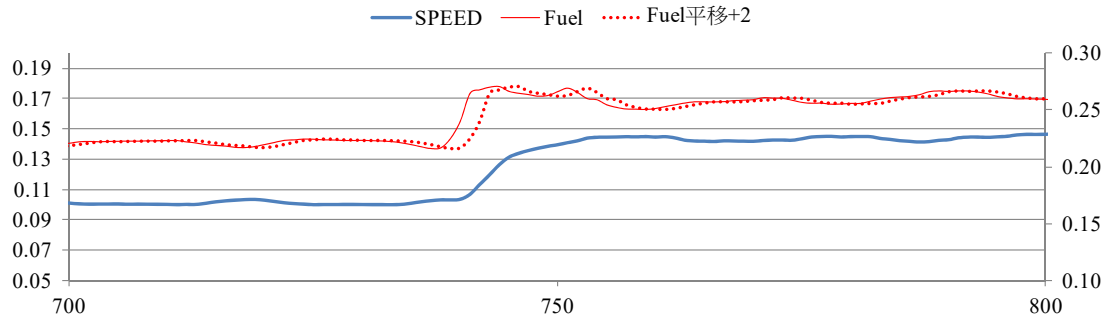
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-16 速率與能耗排放時間差： 滿載定速巡航(FUEL)

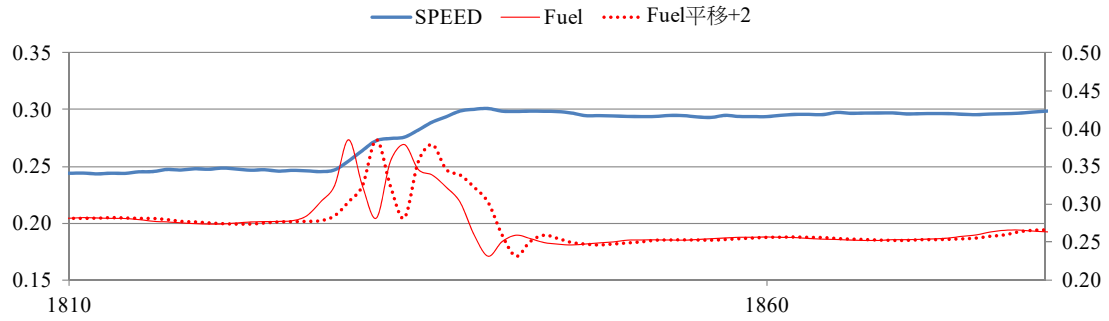
實驗日期	FUEL 平移秒數	平方和
2015/5/15	往前移 5 秒	293.032
	往前移 4 秒	293.682
	往前移 3 秒	294.4925
	往前移 2 秒	295.5041
	往前移 1 秒	296.7037
	不移	297.9638
	往後移 1 秒	299.1716
	往後移 2 秒	300.2507
	往後移 3 秒	301.1521
	往後移 4 秒	301.9009
	往後移 5 秒	302.5458

FUEL 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 FUEL(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。

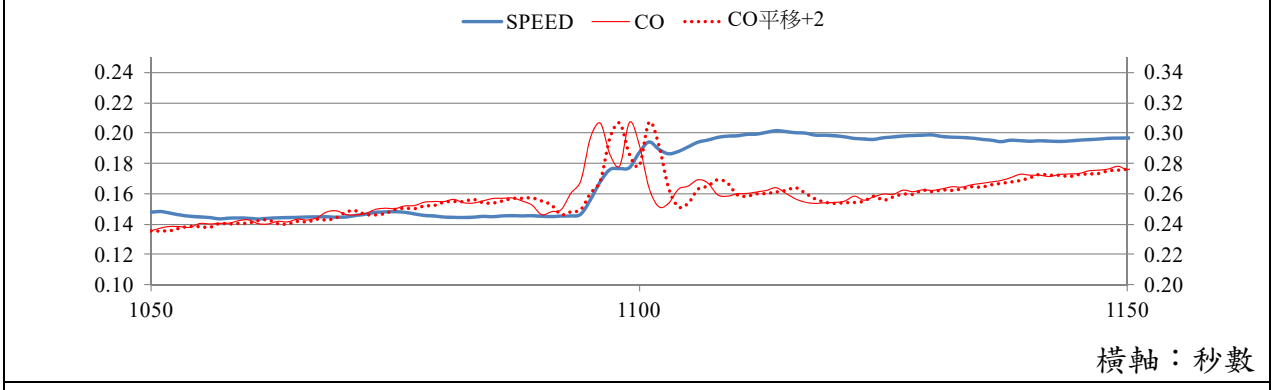
資料來源：本計畫。

附表 3.1-17 速率與能耗排放時間差：滿載定速巡航(CO)

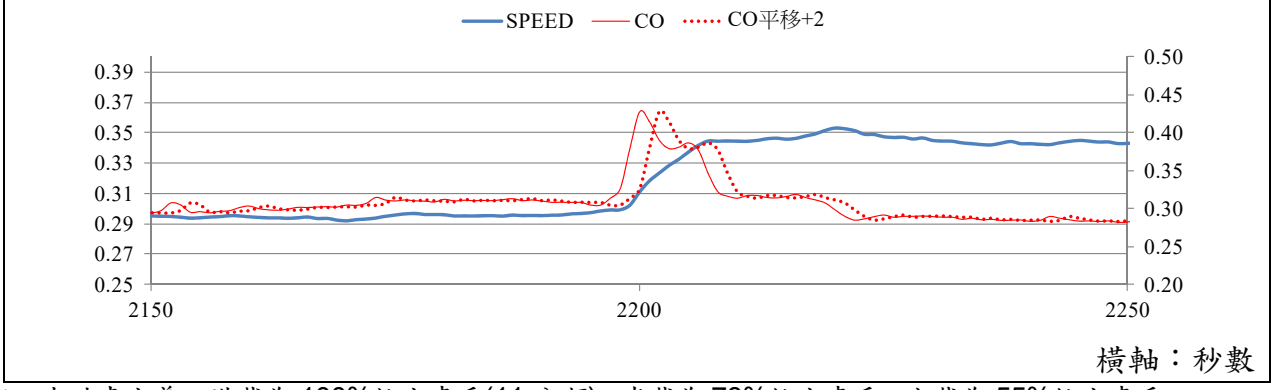
實驗日期	CO 平移秒數	平方和
2015/5/15	往前移 5 秒	418.8352
	往前移 4 秒	419.2285
	往前移 3 秒	419.74
	往前移 2 秒	420.3995
	往前移 1 秒	421.1987
	不移	422.0515
	往後移 1 秒	422.8824
	往後移 2 秒	423.6223
	往後移 3 秒	424.2386
	往後移 4 秒	424.7466
	往後移 5 秒	425.1818

CO 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。

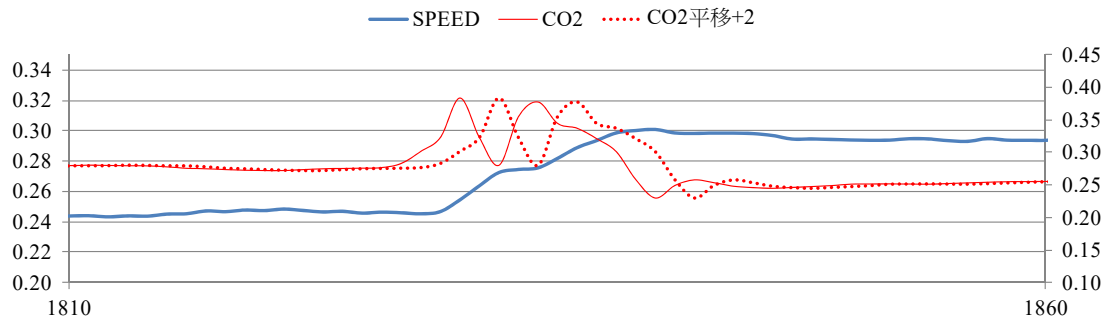
資料來源：本計畫。

附表 3.1-18 速率與能耗排放時間差：滿載定速巡航(CO_2)

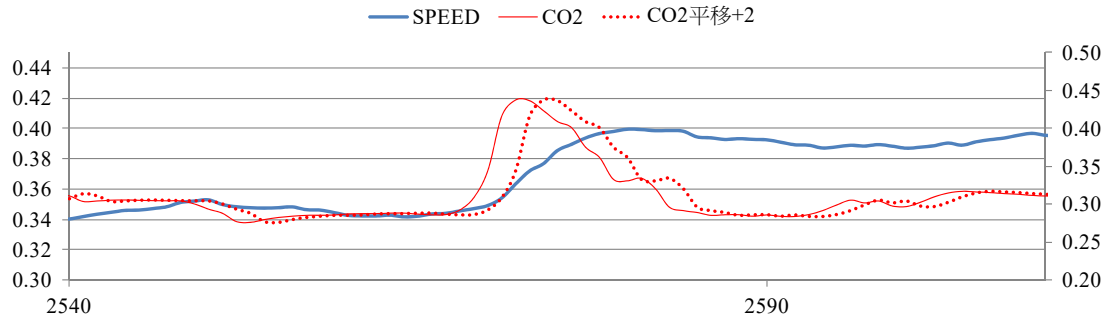
實驗日期	CO_2 平移秒數	平方和
2015/5/15	往前移 5 秒	295.5194
	往前移 4 秒	296.1695
	往前移 3 秒	296.98
	往前移 2 秒	297.9915
	往前移 1 秒	299.1907
	不移	300.4505
	往後移 1 秒	301.6579
	往後移 2 秒	302.7366
	往後移 3 秒	303.6379
	往後移 4 秒	304.3868
	往後移 5 秒	305.0318

CO_2 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO_2 (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。

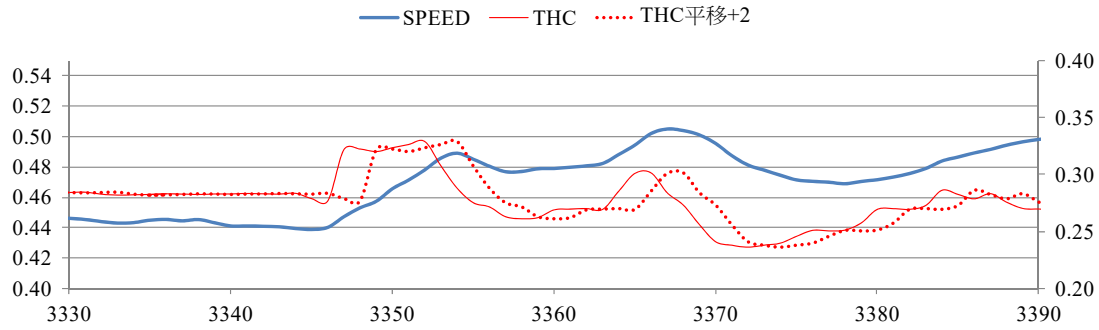
資料來源：本計畫。

附表 3.1-19 速率與能耗排放時間差：滿載定速巡航(THC)

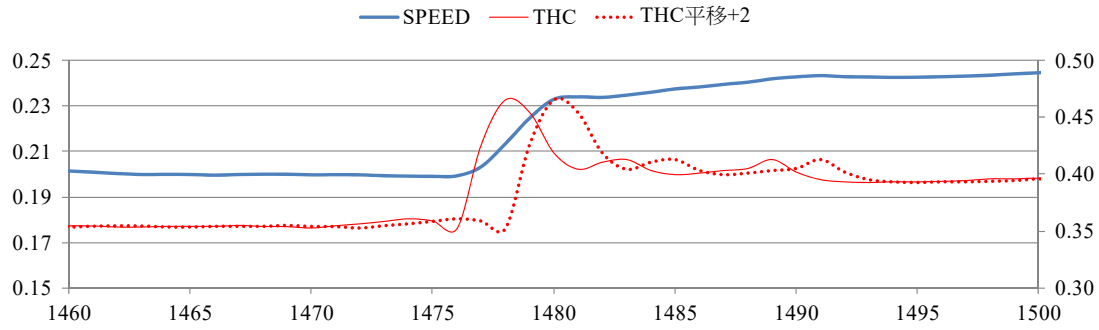
實驗日期	THC 平移秒數	平方和
2015/5/15	往前移 5 秒	1178.434
	往前移 4 秒	1178.494
	往前移 3 秒	1178.564
	往前移 2 秒	1178.649
	往前移 1 秒	1178.756
	不移	1178.893
	往後移 1 秒	1179.052
	往後移 2 秒	1179.213
	往後移 3 秒	1179.361
	往後移 4 秒	1179.495
	往後移 5 秒	1179.615

THC 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 THC (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。

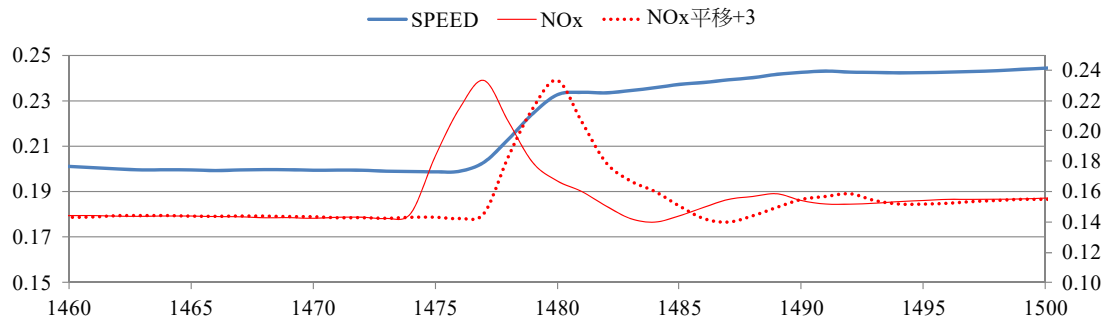
資料來源：本計畫。

附表 3.1-20 速率與能耗排放時間差：滿載定速巡航(NOx)

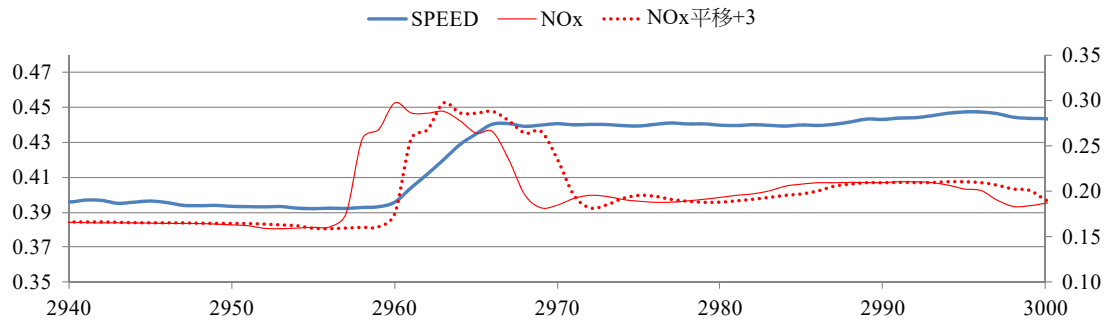
實驗日期	NOx 平移秒數	平方和
2015/5/15	往前移 5 秒	844.7781
	往前移 4 秒	845.5585
	往前移 3 秒	846.4673
	往前移 2 秒	847.5202
	往前移 1 秒	848.5979
	不移	849.5142
	往後移 1 秒	850.1965
	往後移 2 秒	850.5611
	往後移 3 秒	850.6559
	往後移 4 秒	850.7473
	往後移 5 秒	850.9859

NOx 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 NOx (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

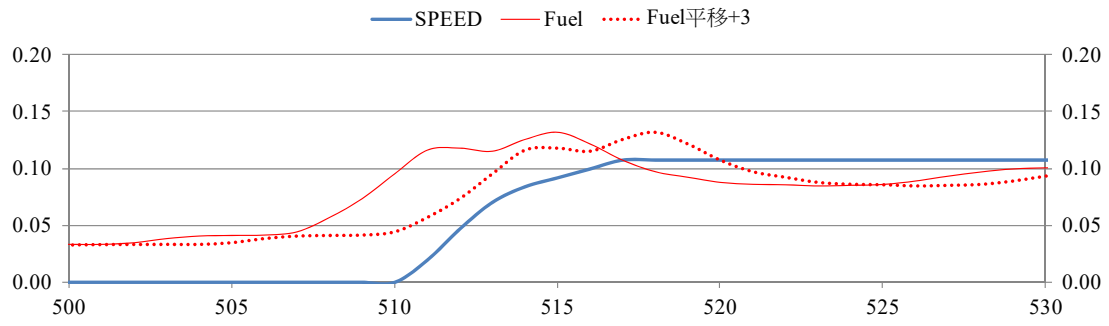
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-21 速率與能耗排放時間差： 半載定速巡航(FUEL)

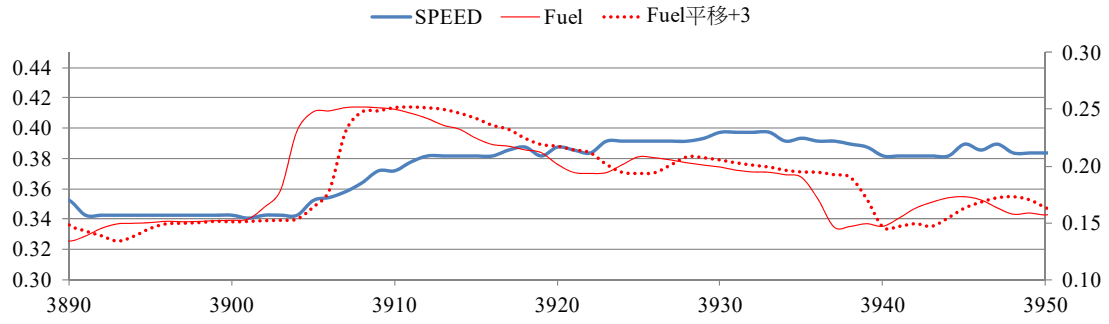
實驗日期	FUEL 平移秒數	平方和
2015/5/22	往前移 5 秒	612.2846
	往前移 4 秒	612.9713
	往前移 3 秒	613.7853
	往前移 2 秒	614.7528
	往前移 1 秒	615.8887
	不移	617.1928
	往後移 1 秒	618.5551
	往後移 2 秒	619.8729
	往後移 3 秒	621.1171
	往後移 4 秒	622.2382
	往後移 5 秒	623.2305

FUEL 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 FUEL(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

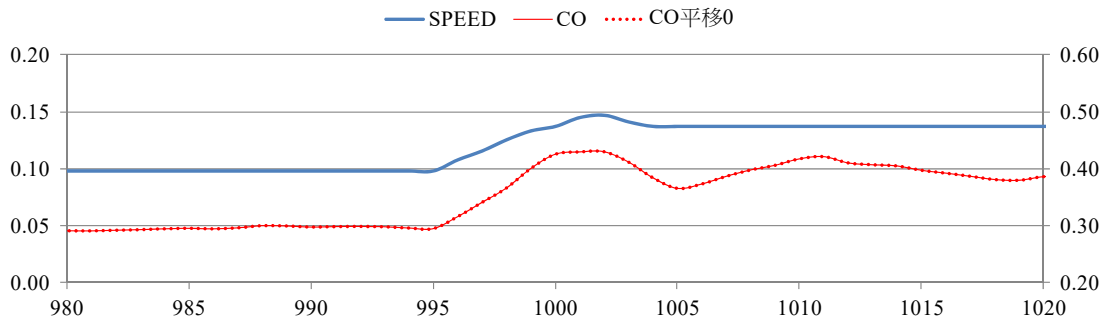
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-22 速率與能耗排放時間差：半載定速巡航(CO)

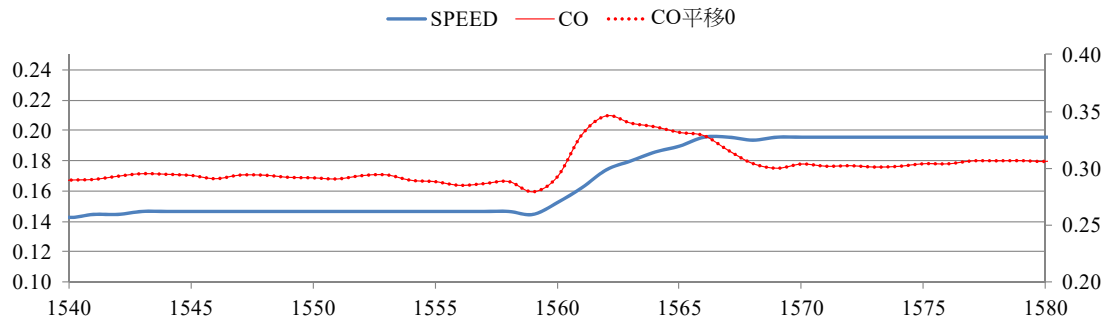
實驗日期	CO 平移秒數	平方和
2015/5/22	往前移 5 秒	576.7001
	往前移 4 秒	576.7614
	往前移 3 秒	576.8923
	往前移 2 秒	577.1029
	往前移 1 秒	577.4026
	不移	577.793
	往後移 1 秒	578.2341
	往後移 2 秒	578.6748
	往後移 3 秒	579.0859
	往後移 4 秒	579.4439
	往後移 5 秒	579.7511

CO 圖形：平移 0 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

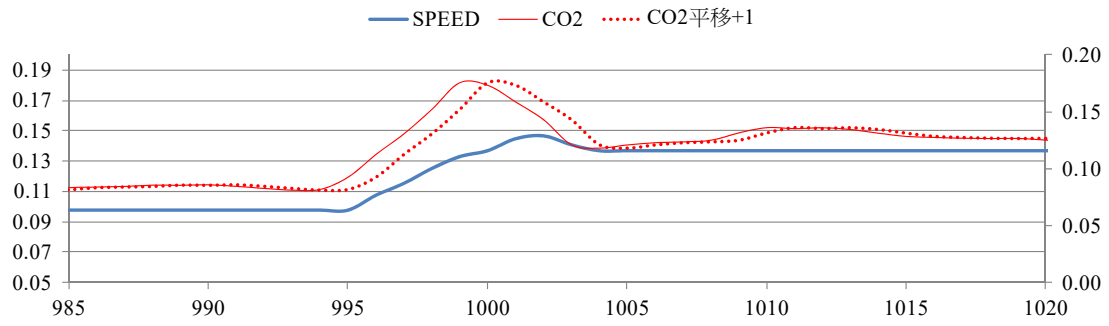
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-23 速率與能耗排放時間差：半載定速巡航(CO_2)

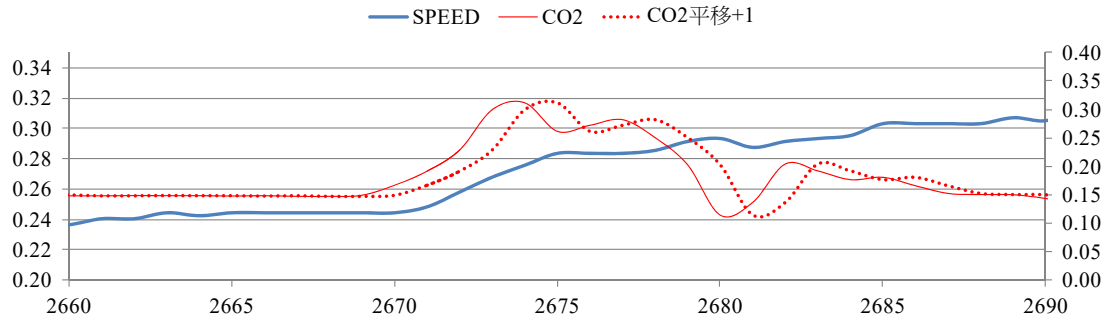
實驗日期	CO_2 平移秒數	平方和
2015/5/22	往前移 5 秒	609.0625
	往前移 4 秒	609.7518
	往前移 3 秒	610.5684
	往前移 2 秒	611.5387
	往前移 1 秒	612.6775
	不移	613.9846
	往後移 1 秒	615.3497
	往後移 2 秒	616.6701
	往後移 3 秒	617.9167
	往後移 4 秒	619.04
	往後移 5 秒	620.0343

CO_2 圖形：平移+1 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO_2 (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

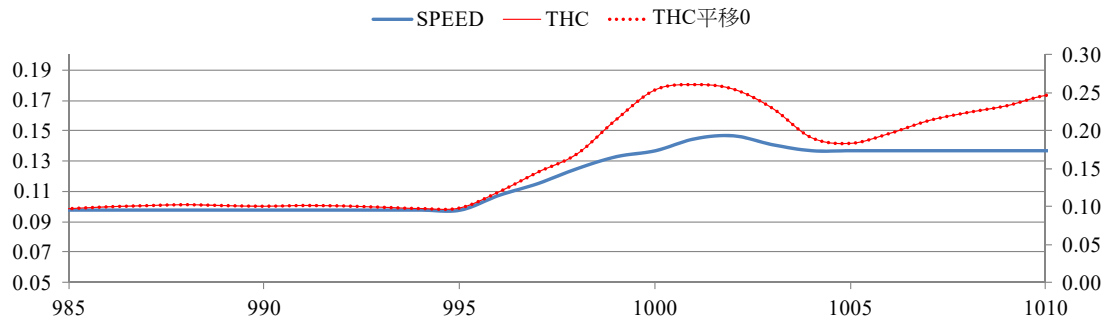
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-24 速率與能耗排放時間差：半載定速巡航(THC)

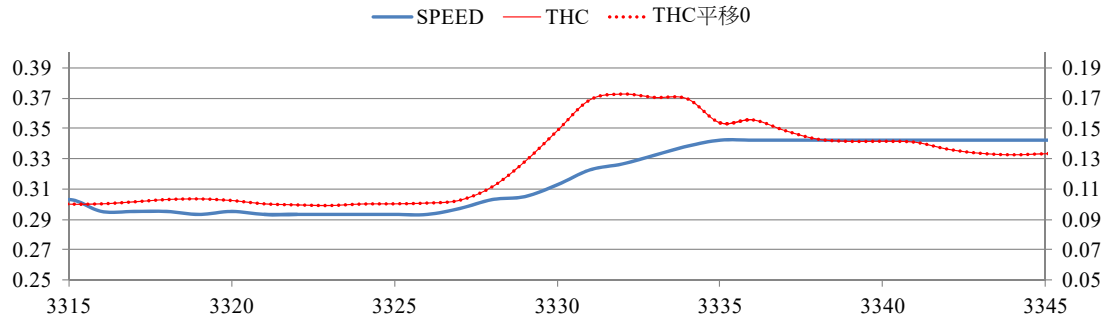
實驗日期	THC 平移秒數	平方和
2015/5/22	往前移 5 秒	2586.589
	往前移 4 秒	2586.697
	往前移 3 秒	2586.809
	往前移 2 秒	2586.929
	往前移 1 秒	2587.06
	不移	2587.214
	往後移 1 秒	2587.393
	往後移 2 秒	2587.589
	往後移 3 秒	2587.791
	往後移 4 秒	2587.989
	往後移 5 秒	2588.177

THC 圖形：平移 0 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 THC (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

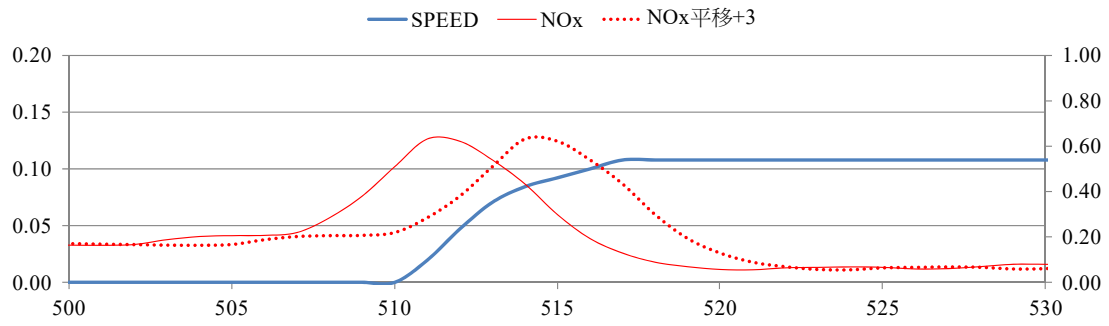
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-25 速率與能耗排放時間差：半載定速巡航(NOx)

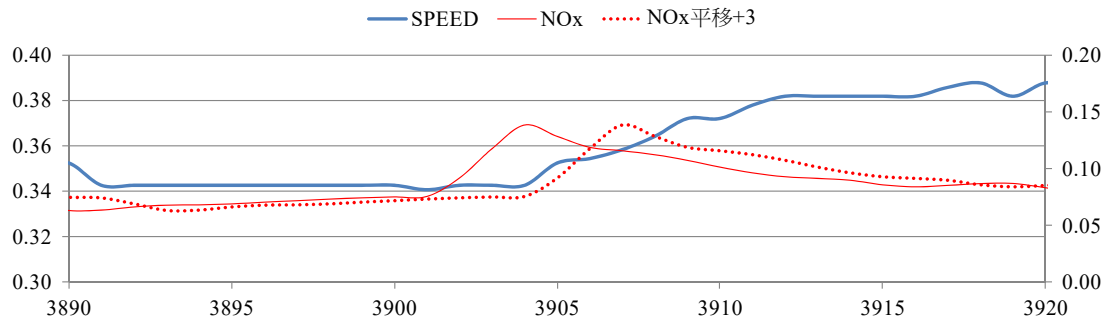
實驗日期	NOx 平移秒數	平方和
2015/5/22	往前移 5 秒	1339.294
	往前移 4 秒	1339.73
	往前移 3 秒	1340.255
	往前移 2 秒	1340.866
	往前移 1 秒	1341.552
	不移	1342.282
	往後移 1 秒	1342.977
	往後移 2 秒	1343.609
	往後移 3 秒	1344.169
	往後移 4 秒	1344.638
	往後移 5 秒	1345.014

NOx 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 NOx (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

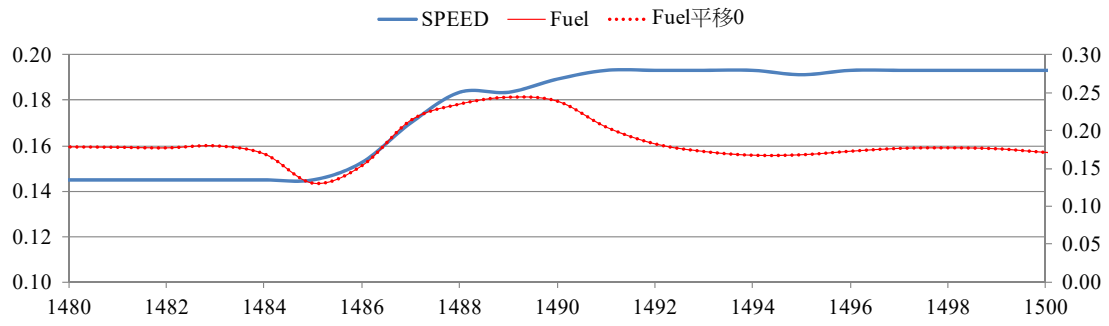
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-26 速率與能耗排放時間差： 空載定速巡航(FUEL)

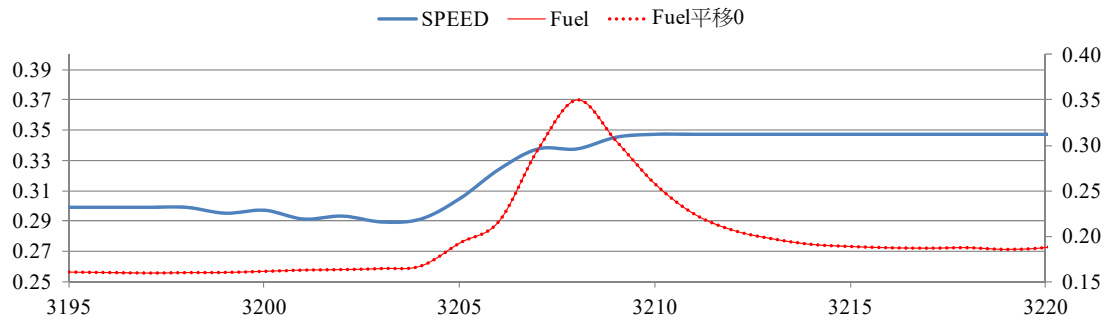
實驗日期	FUEL 平移秒數	平方和
2015/5/21	往前移 5 秒	469.2214
	往前移 4 秒	469.5002
	往前移 3 秒	469.8933
	往前移 2 秒	470.4008
	往前移 1 秒	471.0567
	不移	471.8849
	往後移 1 秒	472.8954
	往後移 2 秒	474.0528
	往後移 3 秒	475.2131
	往後移 4 秒	476.2943
	往後移 5 秒	477.225

FUEL 圖形：平移 0 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 FUEL(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。

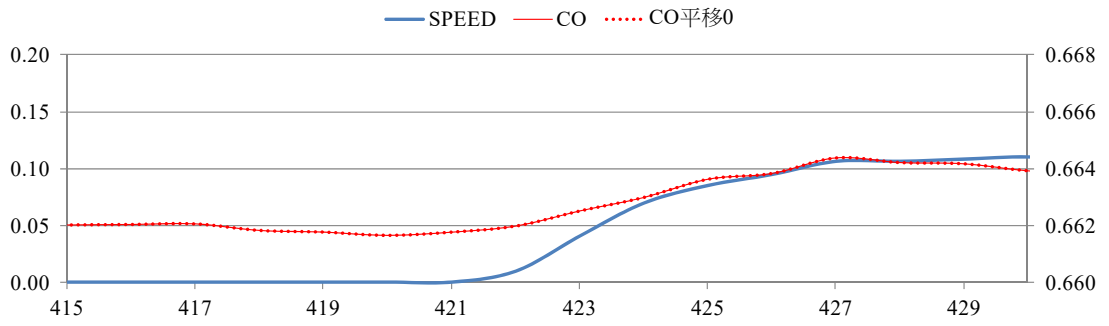
資料來源：本計畫。

附表 3.1-27 速率與能耗排放時間差：空載定速巡航(CO)

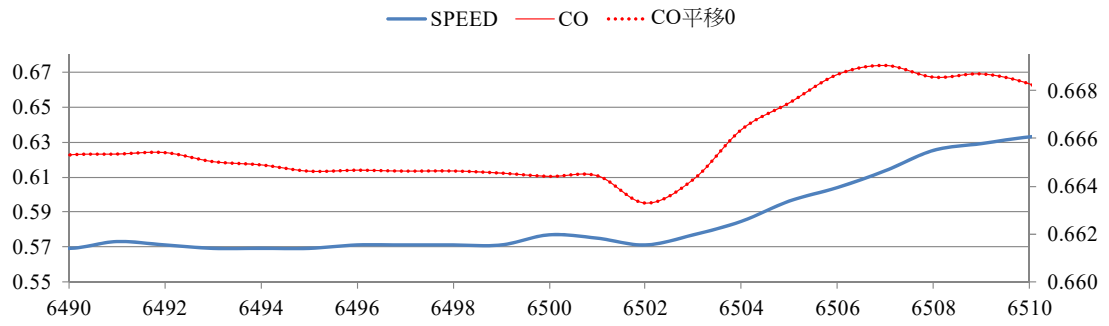
實驗日期	CO 平移秒數	平方和
2015/5/21	往前移 5 秒	957.8453
	往前移 4 秒	957.4058
	往前移 3 秒	956.9648
	往前移 2 秒	956.5246
	往前移 1 秒	956.0924
	不移	955.6656
	往後移 1 秒	955.2337
	往後移 2 秒	954.8213
	往後移 3 秒	954.4018
	往後移 4 秒	953.9733
	往後移 5 秒	953.5397

CO 圖形：平移 0 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

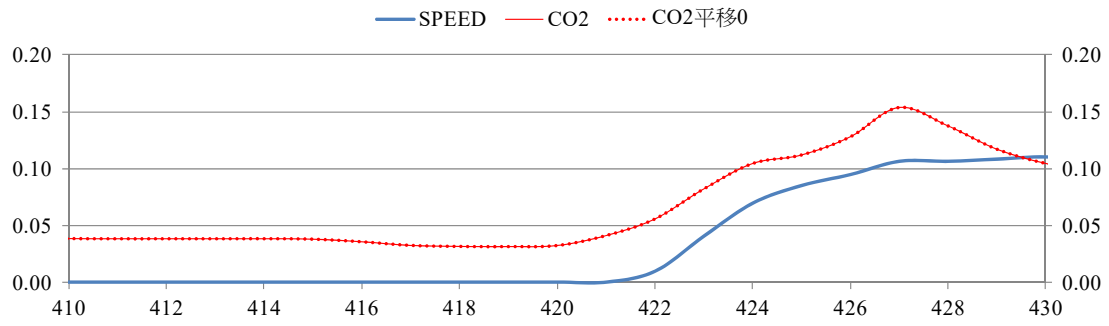
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-28 速率與能耗排放時間差：空載定速巡航(CO_2)

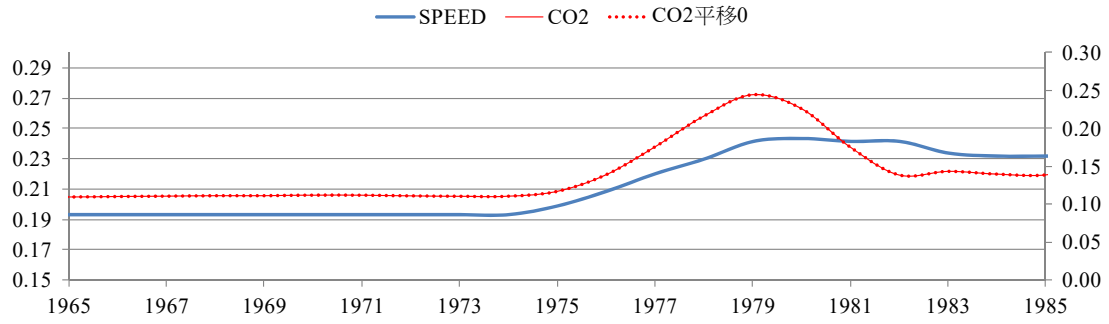
實驗日期	CO_2 平移秒數	平方和
2015/5/21	往前移 5 秒	651.6095
	往前移 4 秒	651.9187
	往前移 3 秒	652.3472
	往前移 2 秒	652.8967
	往前移 1 秒	653.6029
	不移	654.4922
	往後移 1 秒	655.5778
	往後移 2 秒	656.819
	往後移 3 秒	658.0732
	往後移 4 秒	659.2463
	往後移 5 秒	660.2544

CO_2 圖形：平移 0 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO_2 (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

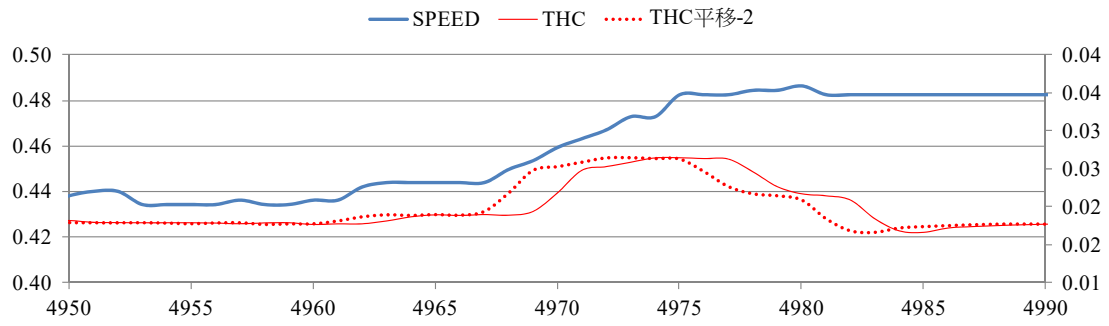
註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 3.1-29 速率與能耗排放時間差：空載定速巡航(THC)

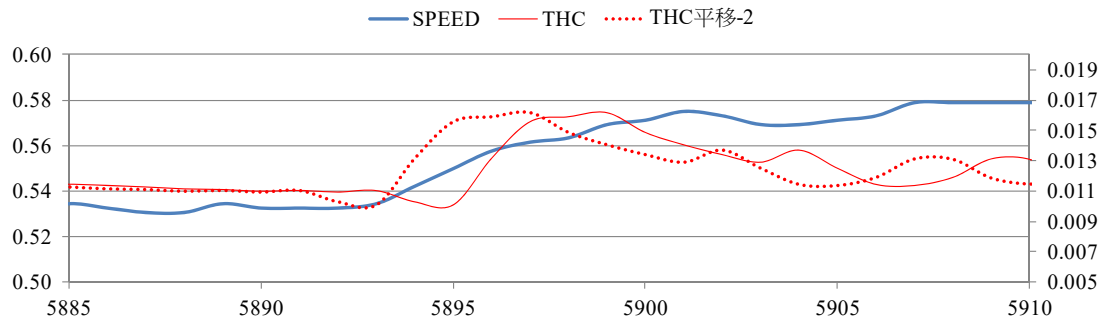
實驗日期	THC 平移秒數	平方和
2015/5/21	往前移 5 秒	2963.53
	往前移 4 秒	2963.562
	往前移 3 秒	2963.605
	往前移 2 秒	2963.642
	往前移 1 秒	2963.682
	不移	2963.725
	往後移 1 秒	2963.777
	往後移 2 秒	2963.837
	往後移 3 秒	2963.904
	往後移 4 秒	2963.974
	往後移 5 秒	2964.042

THC 圖形：平移-2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 THC (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。

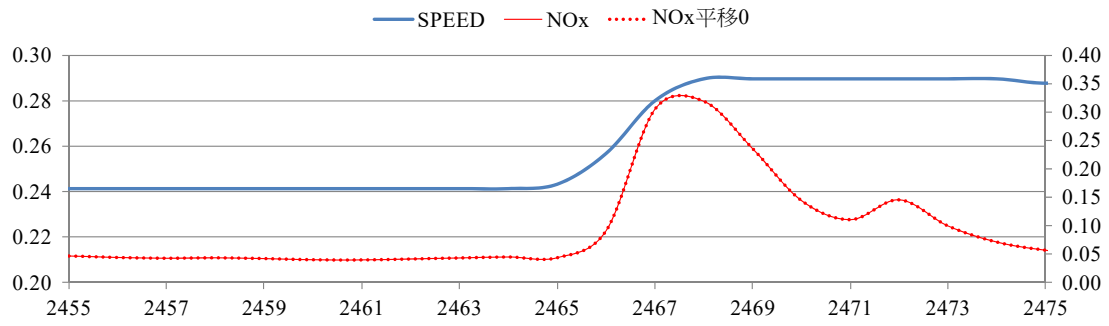
資料來源：本計畫。

附表 3.1-30 速率與能耗排放時間差：空載定速巡航(NOx)

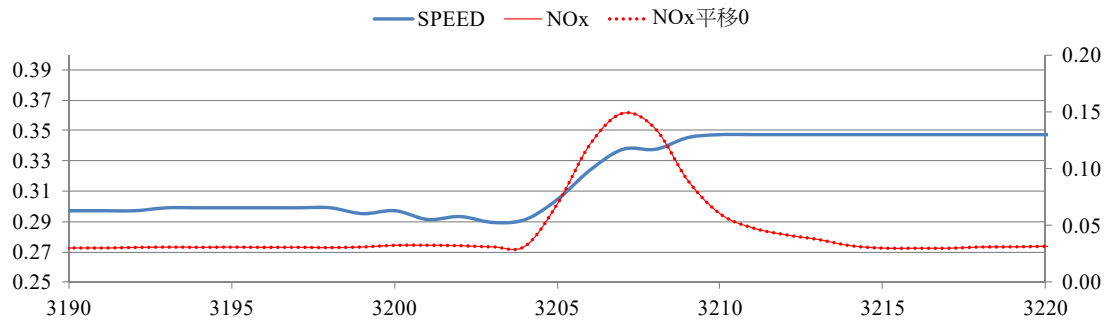
實驗日期	NOx 平移秒數	平方和
2015/5/21	往前移 5 秒	2246.324
	往前移 4 秒	2246.399
	往前移 3 秒	2246.482
	往前移 2 秒	2246.591
	往前移 1 秒	2246.778
	不移	2247.089
	往後移 1 秒	2247.498
	往後移 2 秒	2247.926
	往後移 3 秒	2248.295
	往後移 4 秒	2248.555
	往後移 5 秒	2248.743

NOx 圖形：平移 0 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 NOx (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

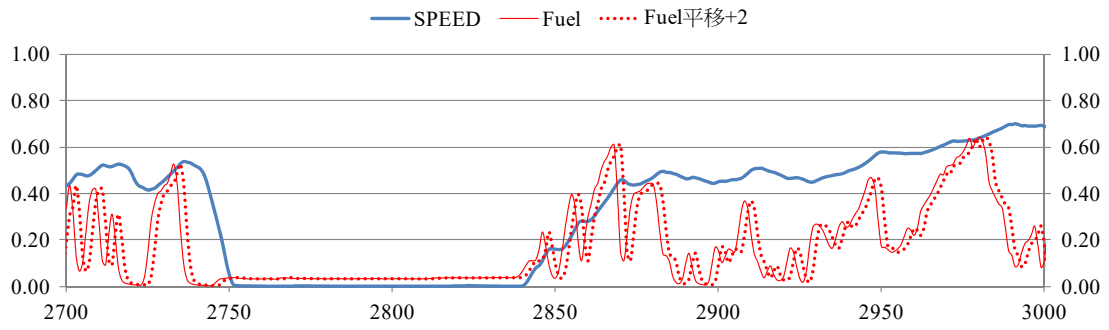
附錄 3.2　105 年時間差確認

附表 3.2-1 速率與能耗排放時間差：5/25 省縣道上午(FUEL)

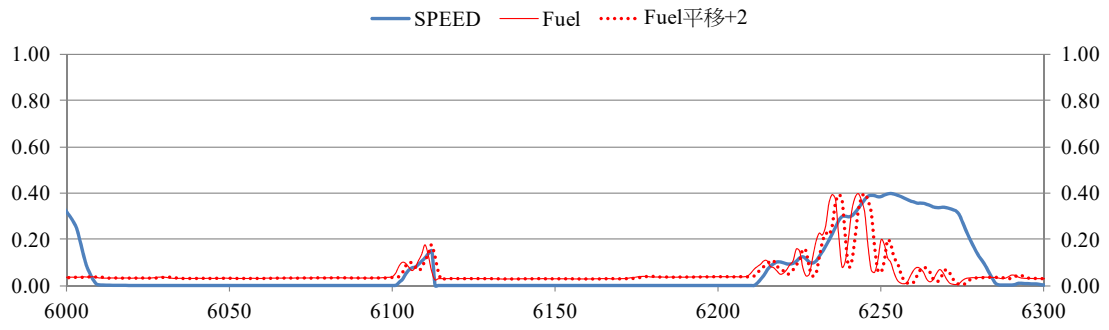
實驗日期	FUEL 平移秒數	平方和
2016/5/25	往前移 5 秒	535.4155229
	往前移 4 秒	543.1753822
	往前移 3 秒	553.4050058
	往前移 2 秒	566.9028717
	往前移 1 秒	583.3414385
	不移	600.8687873
	往後移 1 秒	617.1354672
	往後移 2 秒	630.8944356
	往後移 3 秒	642.5105946
	往後移 4 秒	652.6961773
	往後移 5 秒	662.3849183

FUEL 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 FUEL(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

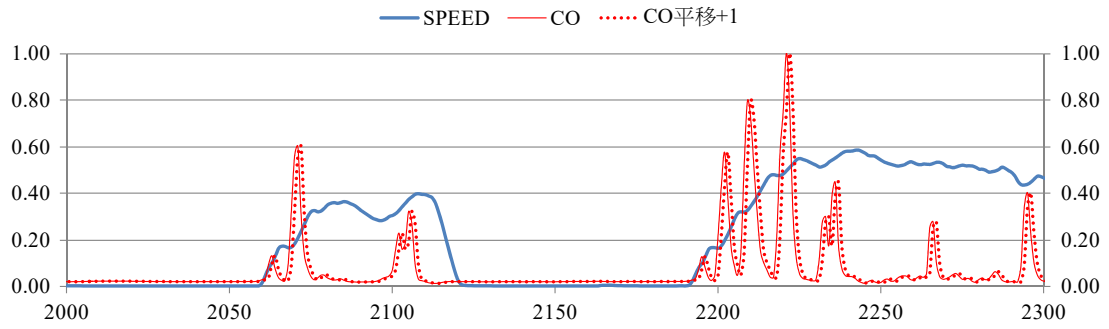
資料來源：本計畫。

附表 3.2-2 速率與能耗排放時間差：5/25 省縣道上午(CO)

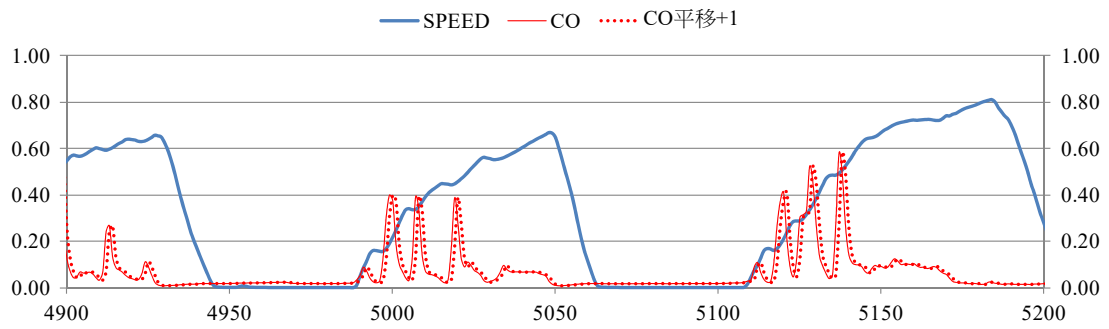
實驗日期	CO 平移秒數	平方和
2016/5/25	往前移 5 秒	888.746345
	往前移 4 秒	894.925910
	往前移 3 秒	903.006414
	往前移 2 秒	912.748112
	往前移 1 秒	923.219291
	不移	933.050186
	往後移 1 秒	941.082141
	往後移 2 秒	946.984388
	往後移 3 秒	951.604574
	往後移 4 秒	956.220202
	往後移 5 秒	961.900993

CO 圖形：平移+1 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

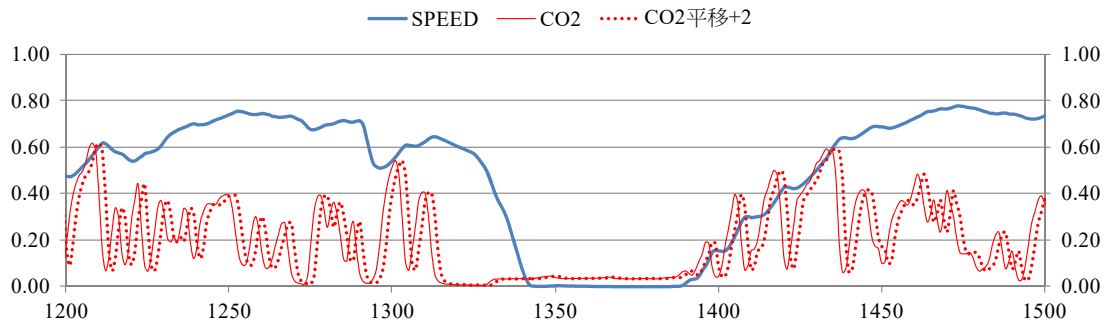
資料來源：本計畫。

附表 3.2-3 速率與能耗排放時間差：5/25 省縣道上午(CO_2)

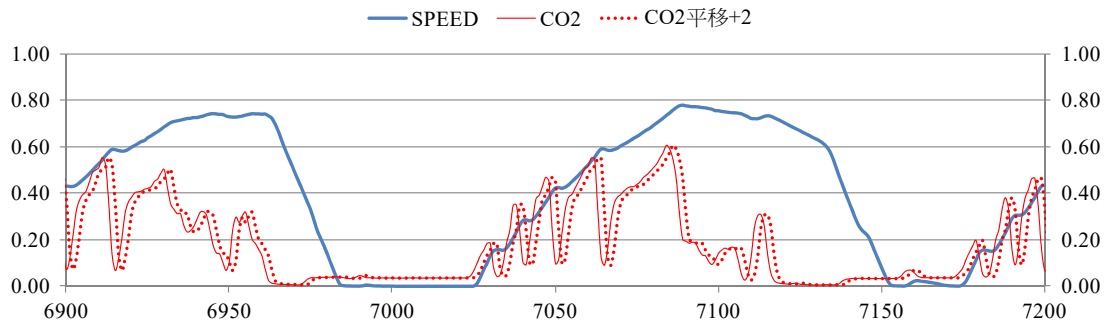
實驗日期	CO_2 平移秒數	平方和
2016/5/25	往前移 5 秒	539.0600297
	往前移 4 秒	546.5342774
	往前移 3 秒	556.3909518
	往前移 2 秒	569.4491083
	往前移 1 秒	585.4360796
	不移	602.5640833
	往後移 1 秒	618.5276591
	往後移 2 秒	632.0857268
	往後移 3 秒	643.5564593
	往後移 4 秒	653.5825471
	往後移 5 秒	663.0410459

CO_2 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO_2 (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

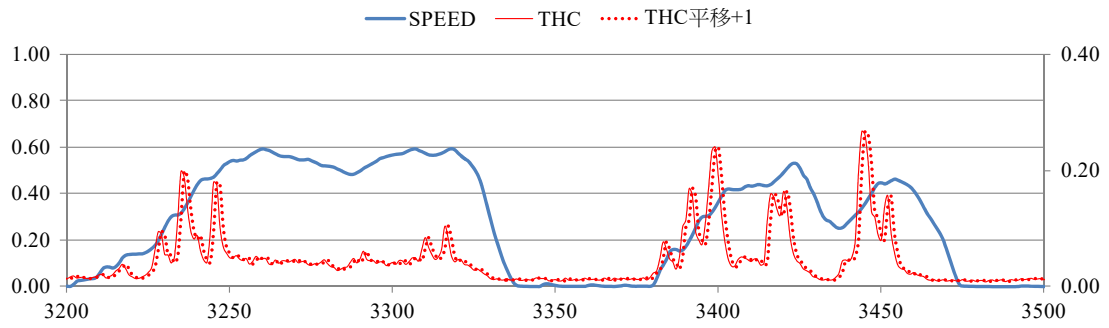
資料來源：本計畫。

附表 3.2-4 速率與能耗排放時間差：5/25 省縣道上午(THC)

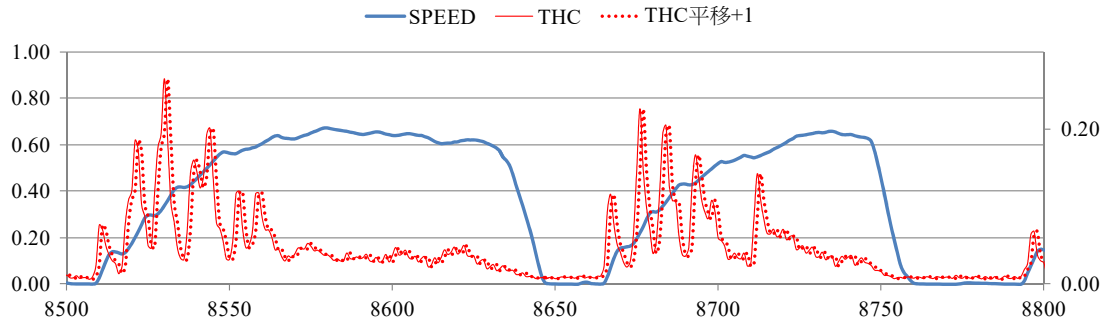
實驗日期	THC 平移秒數	平方和
2016/5/25	往前移 5 秒	838.980259
	往前移 4 秒	842.253342
	往前移 3 秒	846.448115
	往前移 2 秒	851.744225
	往前移 1 秒	857.961859
	不移	864.526920
	往後移 1 秒	870.869761
	往後移 2 秒	876.501667
	往後移 3 秒	881.488309
	往後移 4 秒	886.127516
	往後移 5 秒	890.795883

THC 圖形：平移+1 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 THC (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

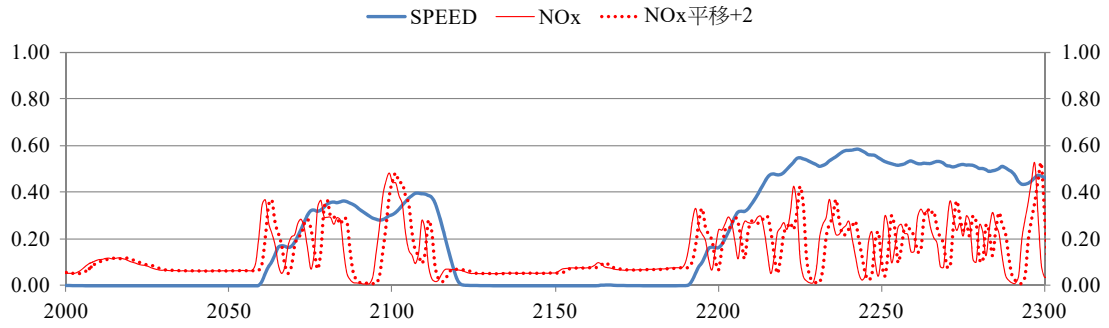
資料來源：本計畫。

附表 3.2-5 速率與能耗排放時間差：5/25 省縣道上午(NOx)

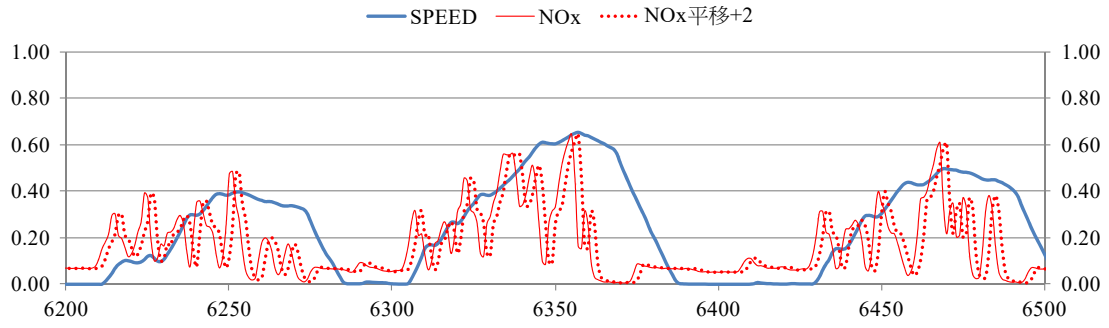
實驗日期	NOx 平移秒數	平方和
2016/5/25	往前移 5 秒	514.19605
	往前移 4 秒	521.36999
	往前移 3 秒	530.76925
	往前移 2 秒	542.51580
	往前移 1 秒	556.03615
	不移	569.93119
	往後移 1 秒	582.42419
	往後移 2 秒	593.00358
	往後移 3 秒	602.30986
	往後移 4 秒	610.73944
	往後移 5 秒	618.78265

NOx 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 NOx (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

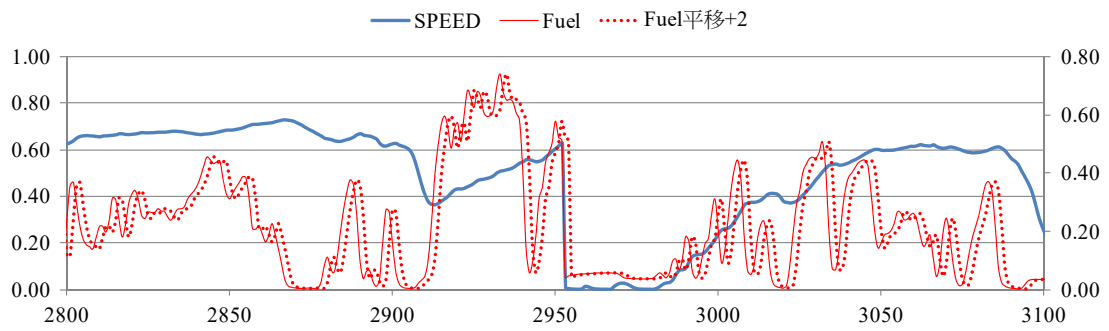
資料來源：本計畫。

附表 3.2-6 速率與能耗排放時間差：5/25 省縣道下午(FUEL)

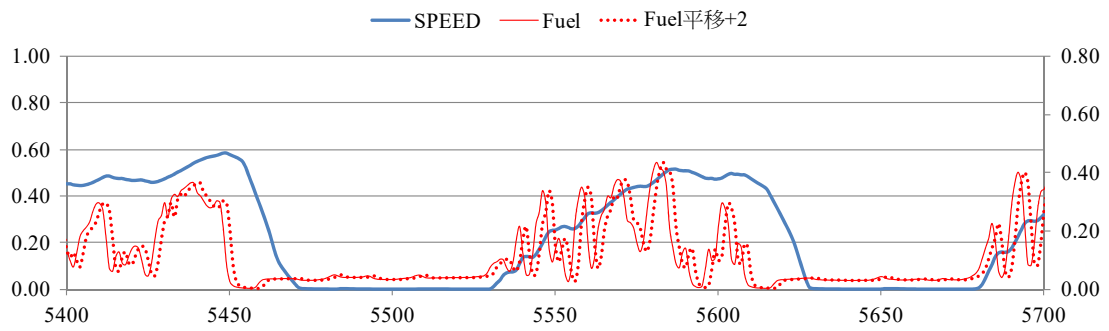
實驗日期	FUEL 平移秒數	平方和
2016/5/25	往前移 5 秒	538.1269614
	往前移 4 秒	544.5594695
	往前移 3 秒	552.6431138
	往前移 2 秒	563.2319162
	往前移 1 秒	576.6731331
	不移	591.6459732
	往後移 1 秒	606.7037453
	往後移 2 秒	619.7760274
	往後移 3 秒	630.8997454
	往後移 4 秒	640.5806857
	往後移 5 秒	649.5111052

FUEL 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 FUEL(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

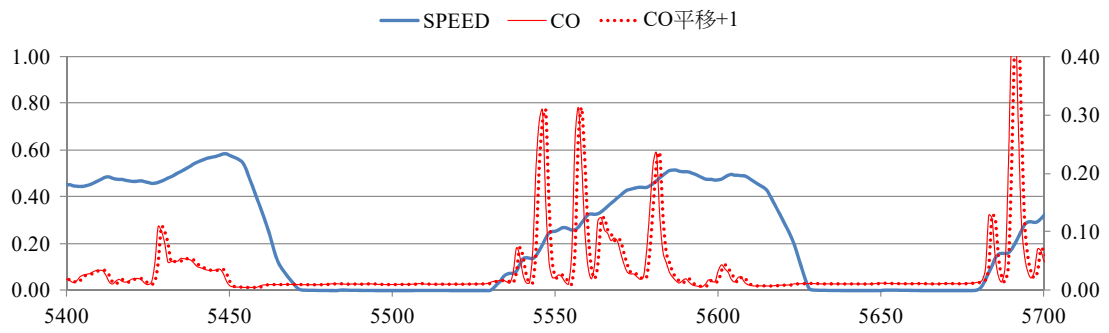
資料來源：本計畫。

附表 3.2-7 速率與能耗排放時間差：5/25 省縣道下午(CO)

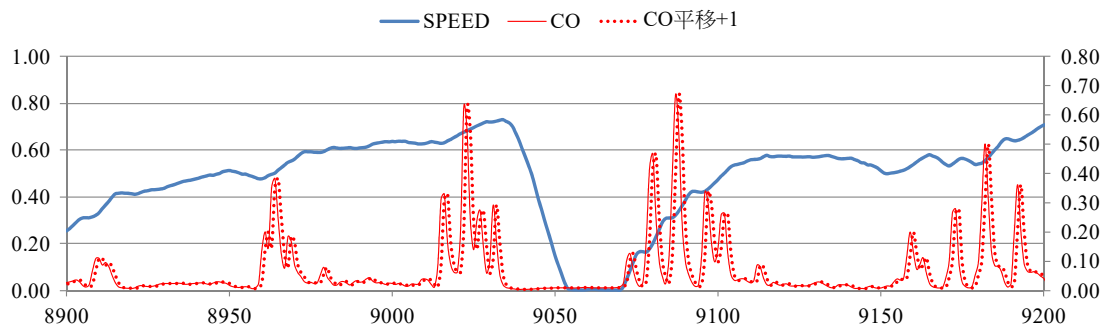
實驗日期	CO 平移秒數	平方和
2016/5/25	往前移 5 秒	1017.4097
	往前移 4 秒	1021.0937
	往前移 3 秒	1025.8269
	往前移 2 秒	1031.8841
	往前移 1 秒	1039.0094
	不移	1046.2726
	往後移 1 秒	1052.5666
	往後移 2 秒	1057.2949
	往後移 3 秒	1060.857454
	往後移 4 秒	1064.090084
	往後移 5 秒	1067.741787

CO 圖形：平移+1 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

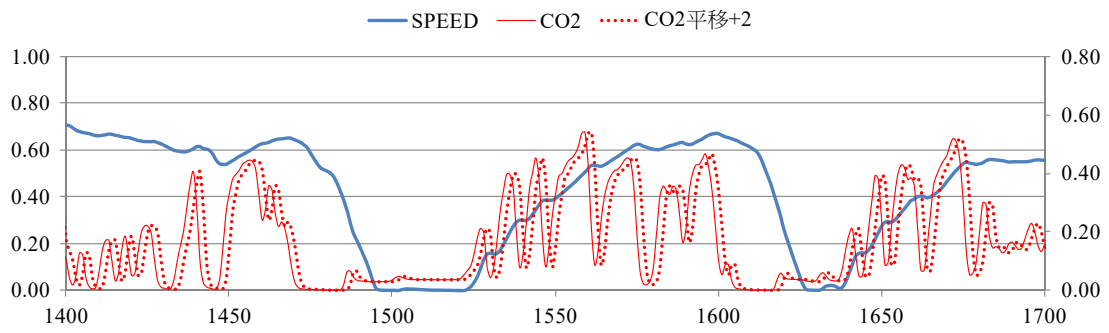
資料來源：本計畫。

附表 3.2-8 速率與能耗排放時間差：5/25 省縣道下午(CO_2)

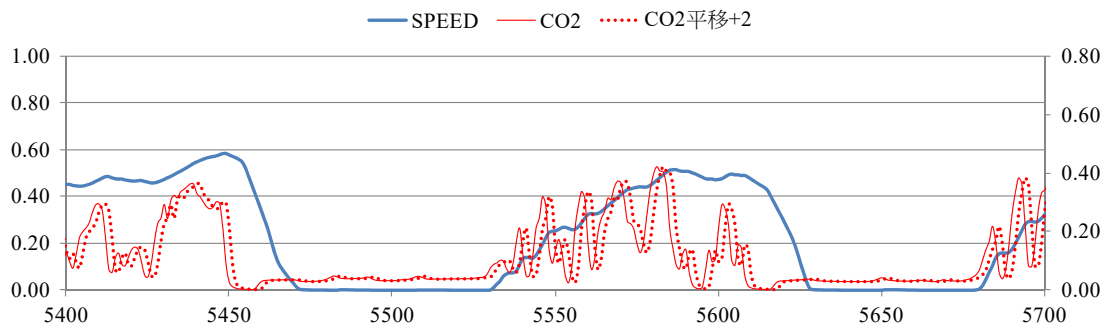
實驗日期	CO_2 平移秒數	平方和
2016/5/25	往前移 5 秒	540.920584
	往前移 4 秒	547.150610
	往前移 3 秒	554.968871
	往前移 2 秒	565.218091
	往前移 1 秒	578.267140
	不移	592.853121
	往後移 1 秒	607.590278
	往後移 2 秒	620.432667
	往後移 3 秒	631.391039
	往後移 4 秒	640.919396
	往後移 5 秒	649.665068

CO_2 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO_2 (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

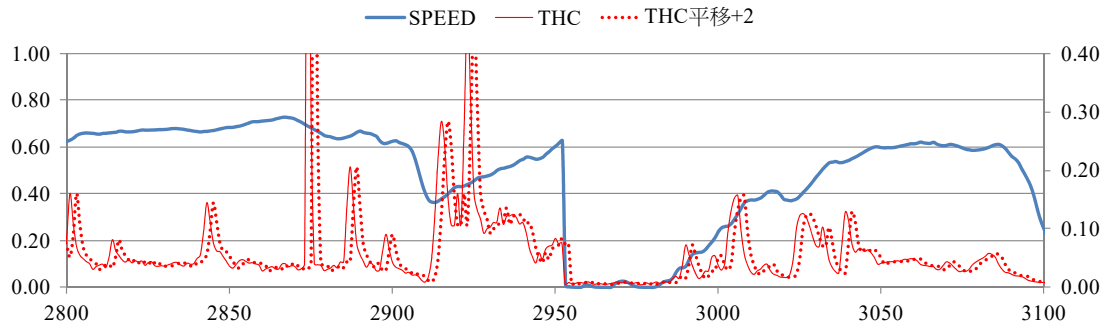
資料來源：本計畫。

附表 3.2-9 速率與能耗排放時間差：5/25 省縣道下午(THC)

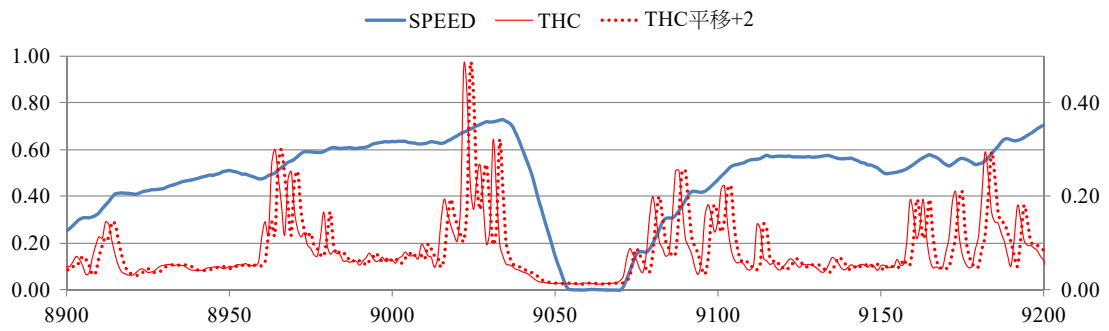
實驗日期	THC 平移秒數	平方和
2016/5/25	往前移 5 秒	889.79679
	往前移 4 秒	892.13688
	往前移 3 秒	895.11713
	往前移 2 秒	899.05002
	往前移 1 秒	903.99979
	不移	909.56841
	往後移 1 秒	915.19379
	往後移 2 秒	920.16462
	往後移 3 秒	924.45301
	往後移 4 秒	928.30719
	往後移 5 秒	932.09300

THC 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 THC (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

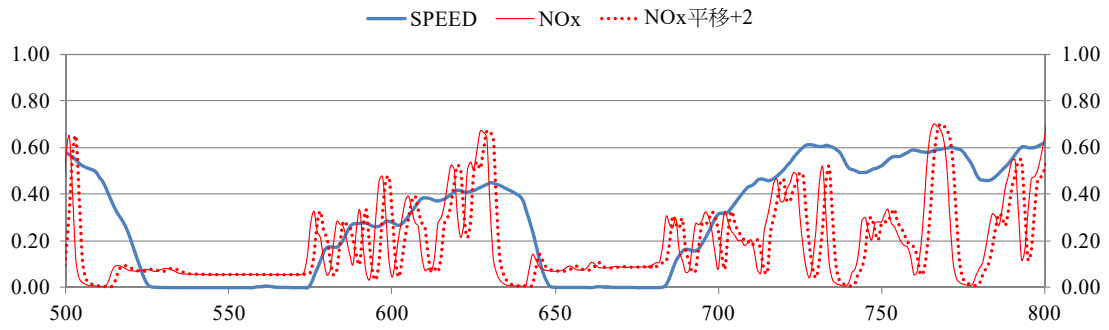
資料來源：本計畫。

附表 3.2-10 速率與能耗排放時間差：5/25 省縣道下午(NOx)

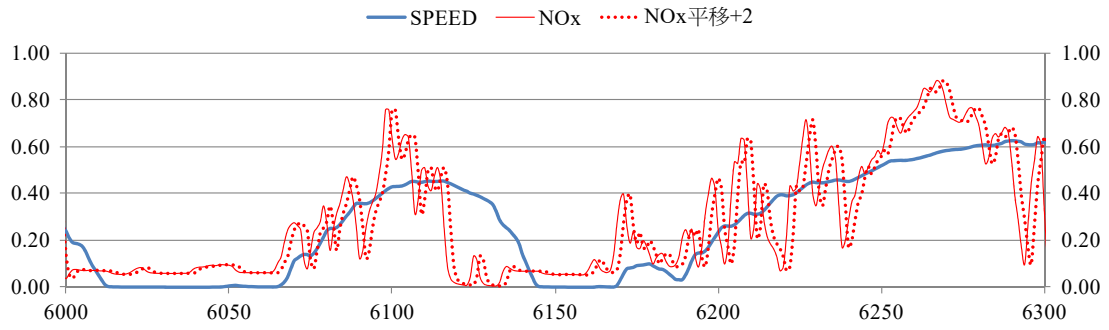
實驗日期	NOx 平移秒數	平方和
2016/5/25	往前移 5 秒	387.8378939
	往前移 4 秒	395.6787207
	往前移 3 秒	405.8266339
	往前移 2 秒	418.7378874
	往前移 1 秒	434.1247777
	不移	450.6201829
	往後移 1 秒	466.2273249
	往後移 2 秒	479.7062614
	往後移 3 秒	491.3780228
	往後移 4 秒	501.9214071
	往後移 5 秒	512.2224677

NOx 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 NOx (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

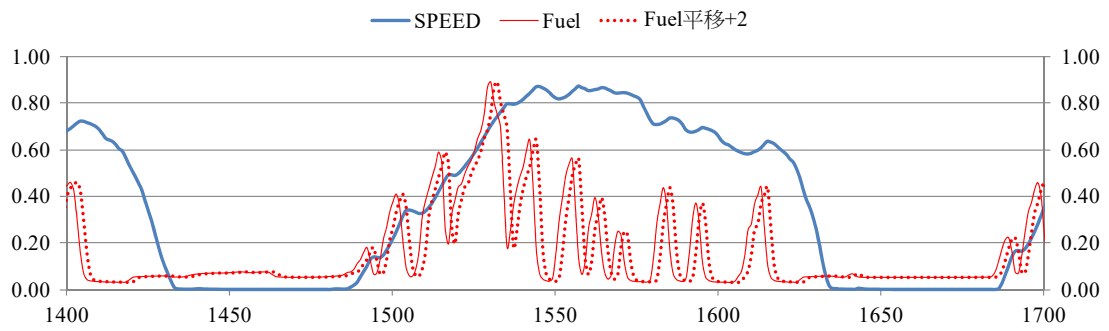
資料來源：本計畫。

附表 3.2-11 速率與能耗排放時間差：5/27 省縣道上午(FUEL)

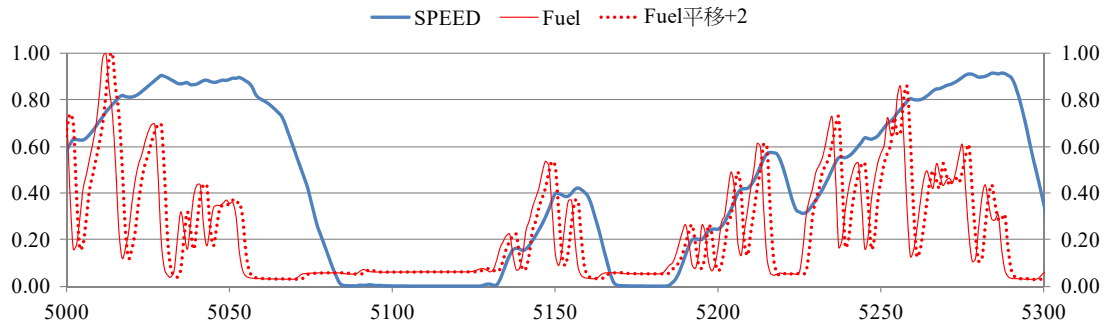
實驗日期	FUEL 平移秒數	平方和
2016/5/27	往前移 5 秒	743.957865
	往前移 4 秒	756.280455
	往前移 3 秒	772.121965
	往前移 2 秒	792.831485
	往前移 1 秒	817.853681
	不移	843.674487
	往後移 1 秒	867.751880
	往後移 2 秒	888.233887
	往後移 3 秒	905.822228
	往後移 4 秒	921.583995
	往後移 5 秒	936.514399

FUEL 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 FUEL(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

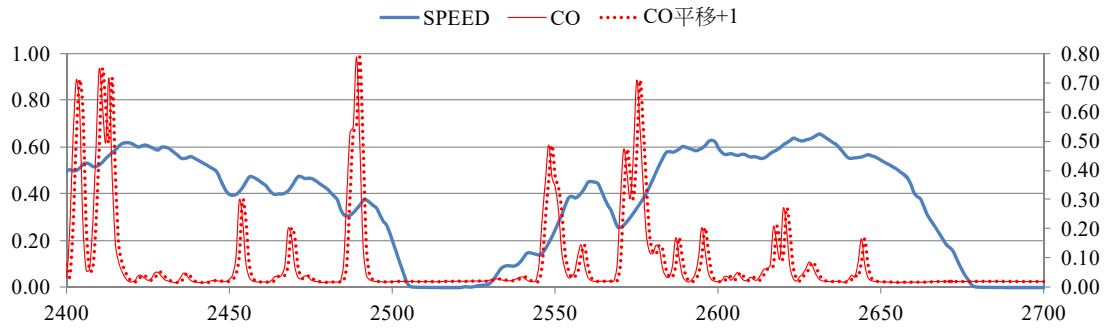
資料來源：本計畫。

附表 3.2-12 速率與能耗排放時間差：5/27 省縣道上午(CO)

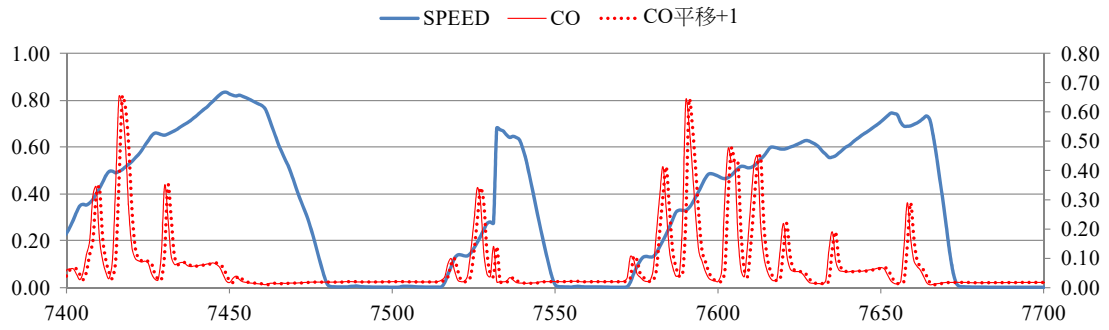
實驗日期	CO 平移秒數	平方和
2016/5/27	往前移 5 秒	1378.10211
	往前移 4 秒	1386.18619
	往前移 3 秒	1395.90191
	往前移 2 秒	1407.24720
	往前移 1 秒	1419.52235
	不移	1431.22723
	往後移 1 秒	1441.27550
	往後移 2 秒	1448.65859
	往後移 3 秒	1453.91398
	往後移 4 秒	1458.62859
	往後移 5 秒	1463.93691

CO 圖形：平移+1 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

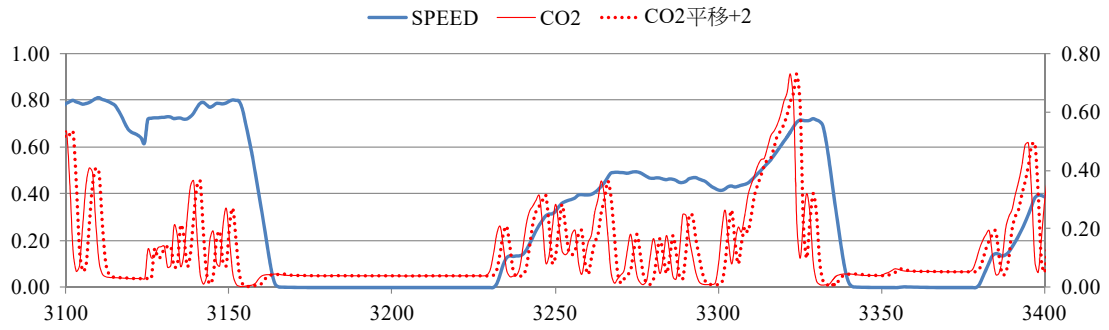
資料來源：本計畫。

附表 3.2-13 速率與能耗排放時間差：5/27 省縣道上午(CO_2)

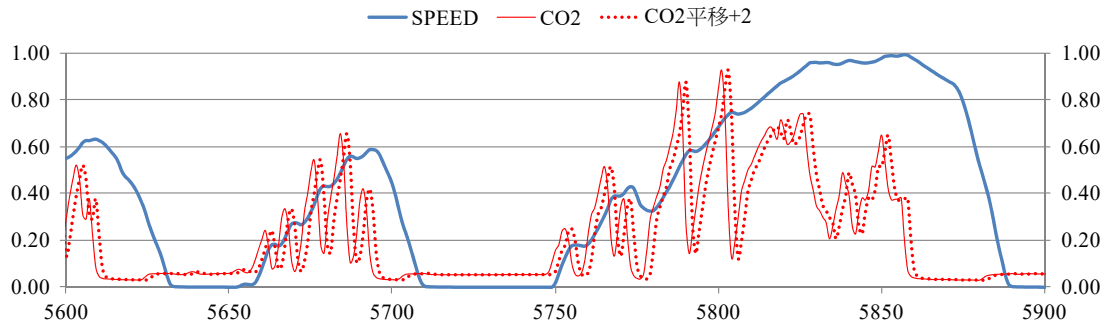
實驗日期	CO_2 平移秒數	平方和
2016/5/27	往前移 5 秒	734.333971
	往前移 4 秒	746.621200
	往前移 3 秒	762.455112
	往前移 2 秒	783.228275
	往前移 1 秒	808.405335
	不移	834.438634
	往後移 1 秒	858.765033
	往後移 2 秒	879.513138
	往後移 3 秒	897.381797
	往後移 4 秒	913.405018
	往後移 5 秒	928.542380

CO_2 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO_2 (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

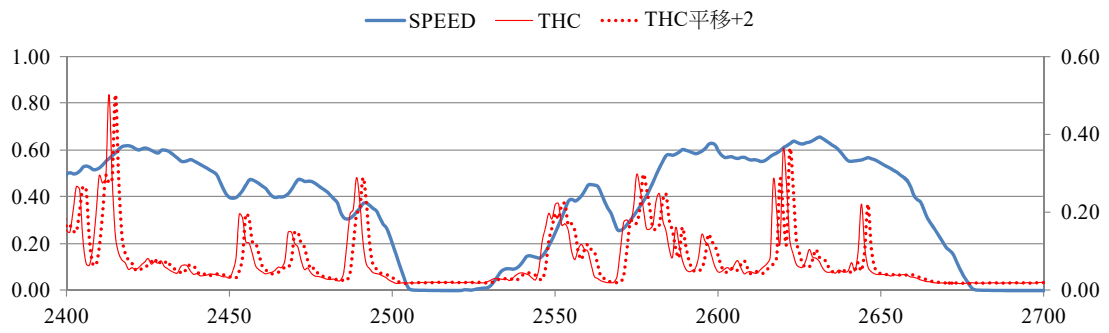
資料來源：本計畫。

附表 3.2-14 速率與能耗排放時間差：5/27 省縣道上午(THC)

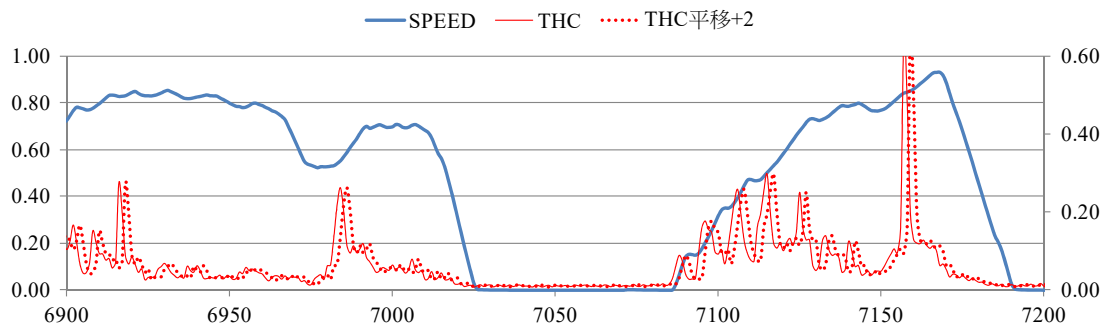
實驗日期	THC 平移秒數	平方和
2016/5/27	往前移 5 秒	1216.19440
	往前移 4 秒	1220.53985
	往前移 3 秒	1225.88172
	往前移 2 秒	1232.51027
	往前移 1 秒	1240.48139
	不移	1249.32314
	往後移 1 秒	1258.49773
	往後移 2 秒	1267.10860
	往後移 3 秒	1274.82626
	往後移 4 秒	1281.86393
	往後移 5 秒	1288.49319

THC 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 THC (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

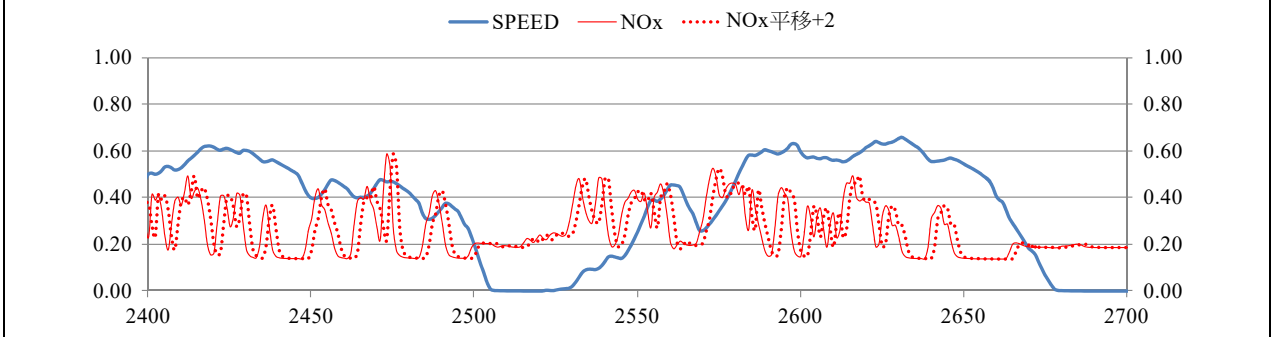
資料來源：本計畫。

附表 3.2-15 速率與能耗排放時間差：5/27 省縣道上午(NOx)

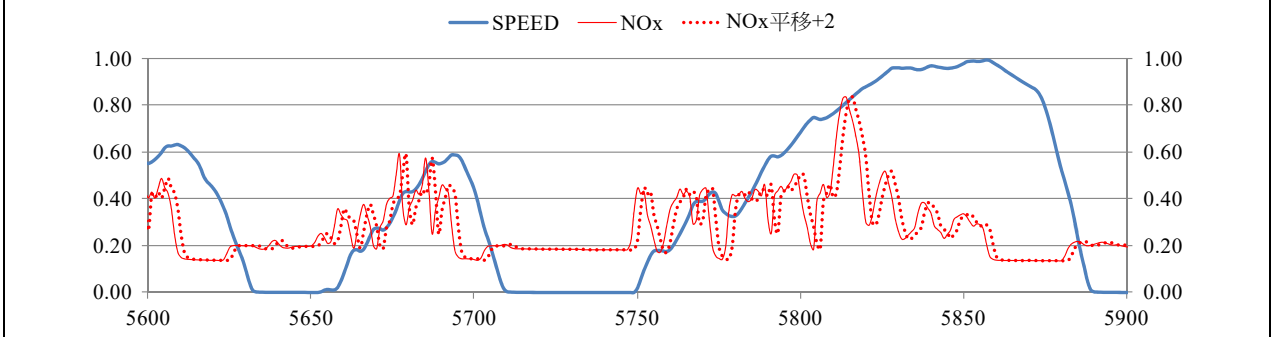
實驗日期	NOx 平移秒數	平方和
2016/5/27	往前移 5 秒	701.488896
	往前移 4 秒	711.826245
	往前移 3 秒	724.561366
	往前移 2 秒	739.911854
	往前移 1 秒	757.144758
	不移	773.889494
	往後移 1 秒	788.382494
	往後移 2 秒	800.177776
	往後移 3 秒	810.129202
	往後移 4 秒	818.997894
	往後移 5 秒	827.330045

NOx 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 NOx (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

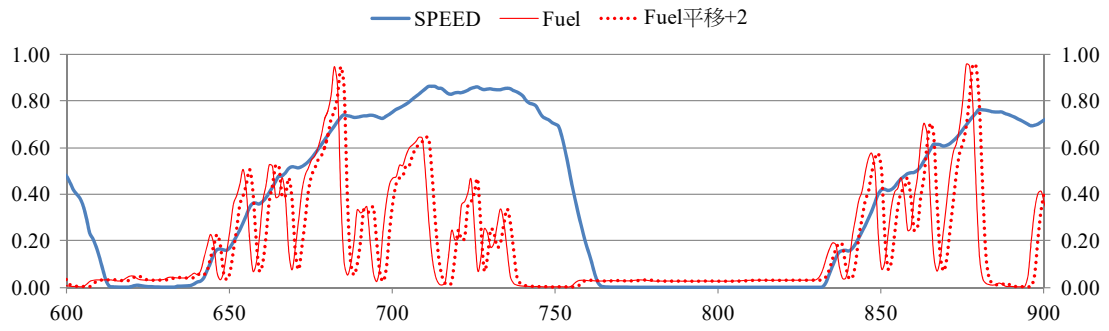
資料來源：本計畫。

附表 3.2-16 速率與能耗排放時間差：5/27 省縣道下午(FUEL)

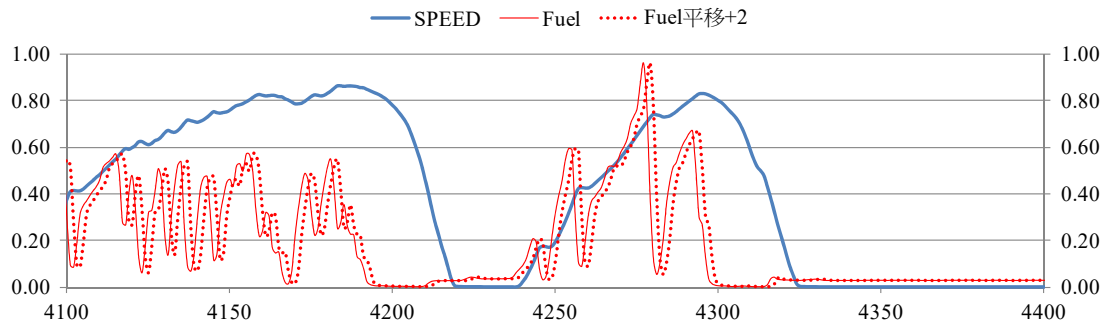
實驗日期	FUEL 平移秒數	平方和
2016/5/27	往前移 5 秒	852.594754
	往前移 4 秒	867.362669
	往前移 3 秒	886.765934
	往前移 2 秒	912.025498
	往前移 1 秒	942.591348
	不移	974.781591
	往後移 1 秒	1004.75582
	往後移 2 秒	1030.56126
	往後移 3 秒	1052.55695
	往後移 4 秒	1071.68196
	往後移 5 秒	1089.12320

FUEL 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 FUEL(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

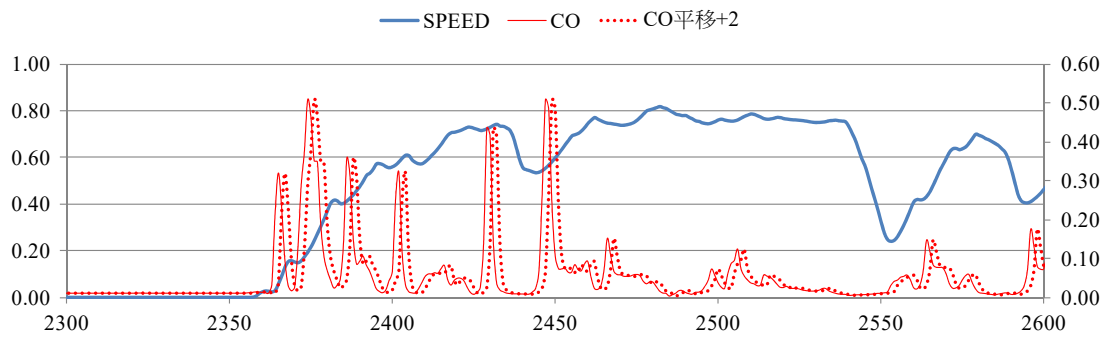
資料來源：本計畫。

附表 3.2-17 速率與能耗排放時間差：5/27 省縣道下午(CO)

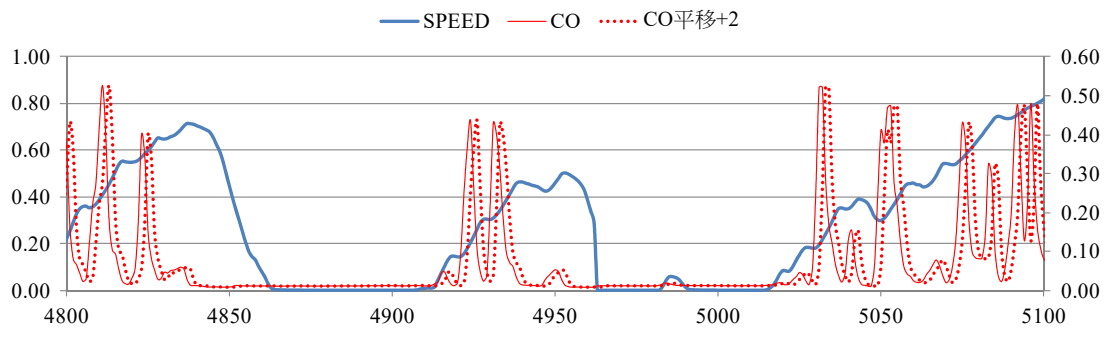
實驗日期	CO 平移秒數	平方和
2016/5/27	往前移 5 秒	1651.246263
	往前移 4 秒	1658.327686
	往前移 3 秒	1666.902287
	往前移 2 秒	1676.812685
	往前移 1 秒	1687.504776
	不移	1697.886607
	往後移 1 秒	1706.667592
	往後移 2 秒	1713.371531
	往後移 3 秒	1718.211358
	往後移 4 秒	1722.155284
	往後移 5 秒	1726.515543

CO 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

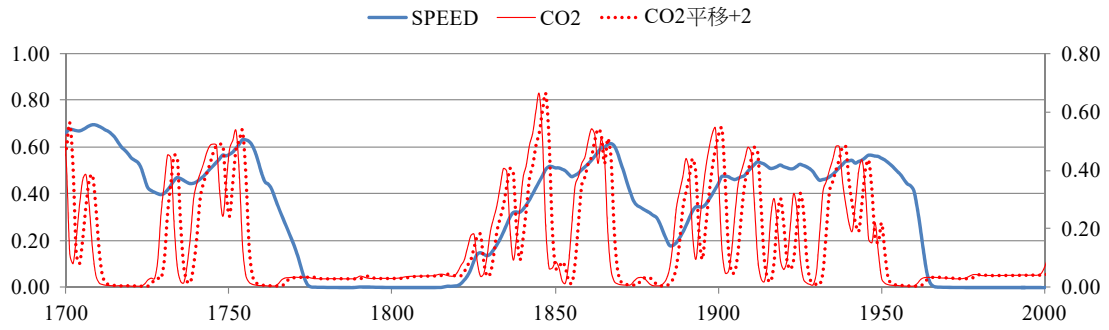
資料來源：本計畫。

附表 3.2-18 速率與能耗排放時間差：5/27 省縣道下午(CO_2)

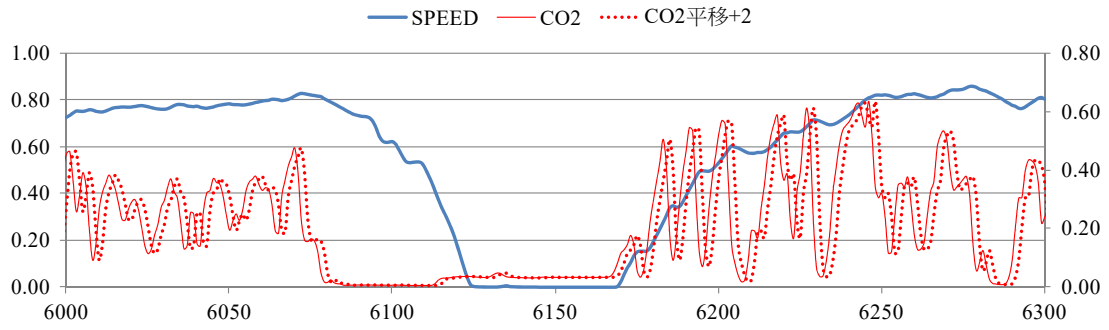
實驗日期	CO_2 平移秒數	平方和
2016/5/27	往前移 5 秒	855.70456
	往前移 4 秒	870.07042
	往前移 3 秒	888.99984
	往前移 2 秒	913.73699
	往前移 1 秒	943.76943
	不移	975.46429
	往後移 1 秒	1005.04366
	往後移 2 秒	1030.57333
	往後移 3 秒	1052.39969
	往後移 4 秒	1071.39732
	往後移 5 秒	1088.66482

CO_2 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO_2 (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

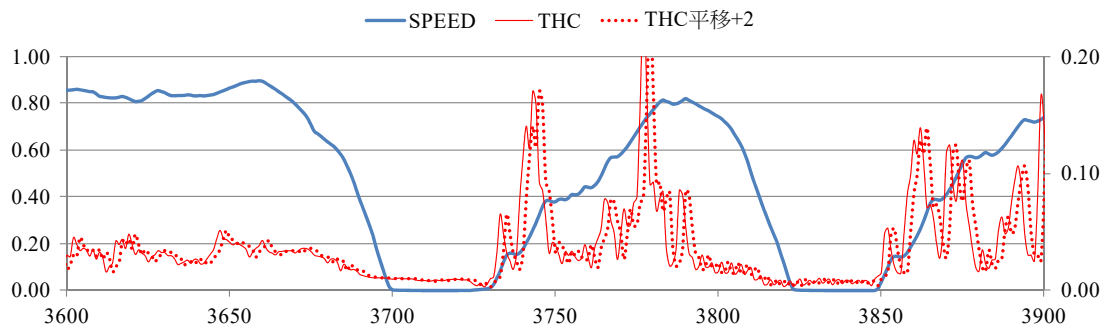
資料來源：本計畫。

附表 3.2-19 速率與能耗排放時間差：5/27 省縣道下午(THC)

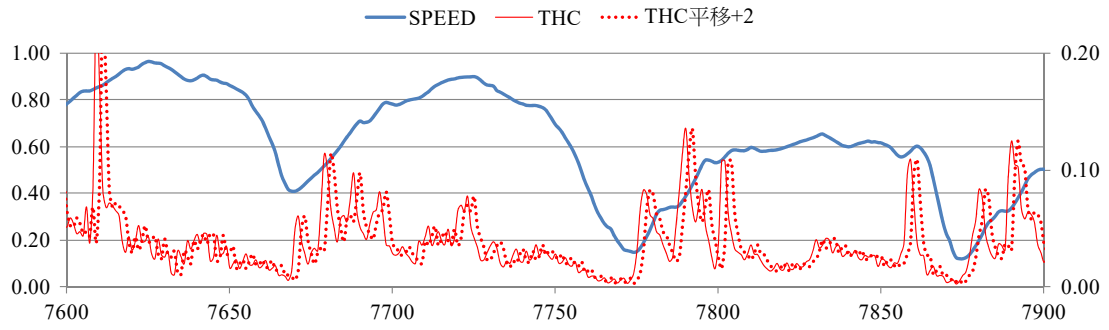
實驗日期	THC 平移秒數	平方和
2016/5/27	往前移 5 秒	1676.61162
	往前移 4 秒	1678.79487
	往前移 3 秒	1681.60634
	往前移 2 秒	1685.11496
	往前移 1 秒	1689.28891
	不移	1693.96764
	往後移 1 秒	1698.74754
	往後移 2 秒	1703.21670
	往後移 3 秒	1707.16668
	往後移 4 秒	1710.64477
	往後移 5 秒	1713.93456

THC 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 THC (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

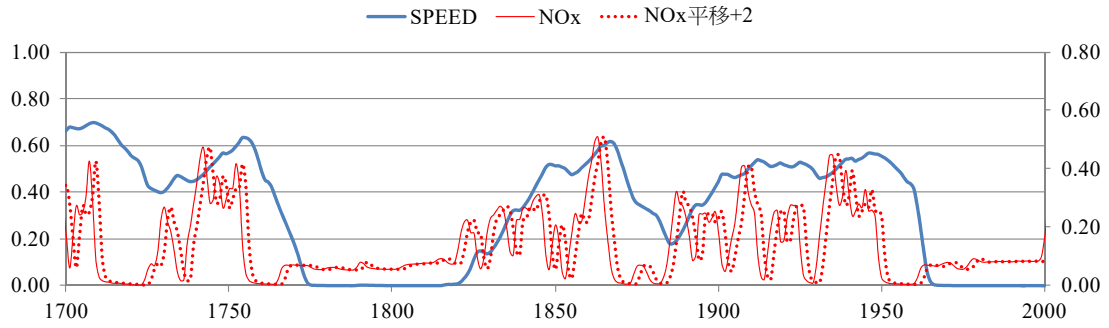
資料來源：本計畫。

附表 3.2-20 速率與能耗排放時間差：5/27 省縣道下午(NOx)

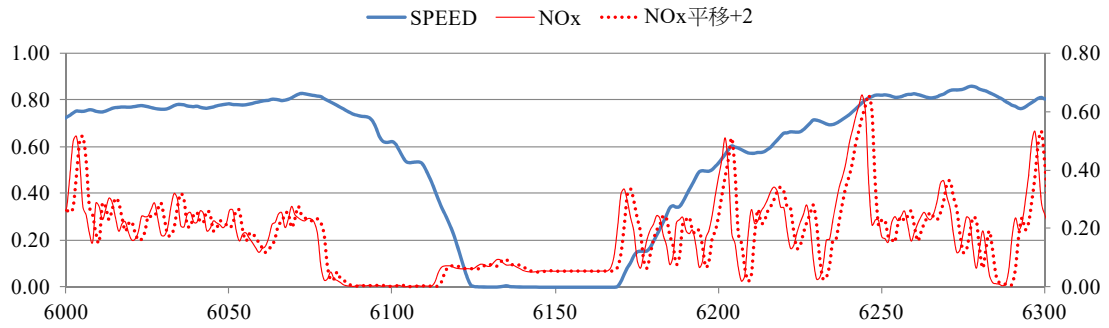
實驗日期	NOx 平移秒數	平方和
2016/5/27	往前移 5 秒	1103.12734
	往前移 4 秒	1114.26753
	往前移 3 秒	1127.62108
	往前移 2 秒	1143.53735
	往前移 1 秒	1161.29062
	不移	1178.99758
	往後移 1 秒	1194.88740
	往後移 2 秒	1208.27704
	往後移 3 秒	1219.80479
	往後移 4 秒	1229.97481
	往後移 5 秒	1239.11990

NOx 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 NOx (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

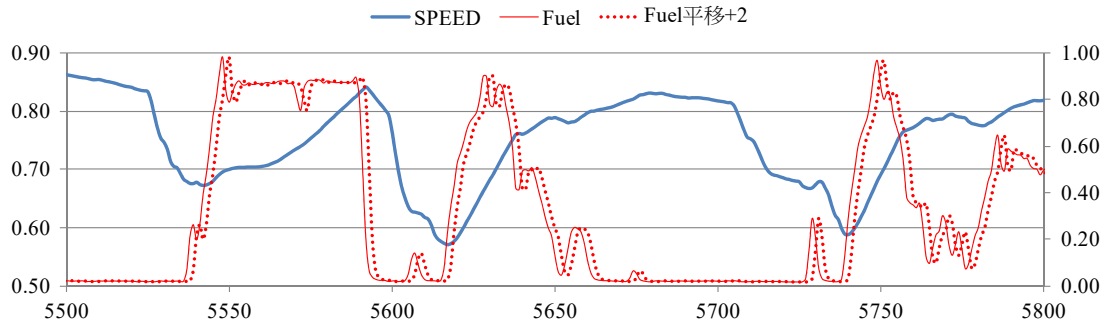
資料來源：本計畫。

附表 3.2-21 速率與能耗排放時間差：5/30 國道北上(FUEL)

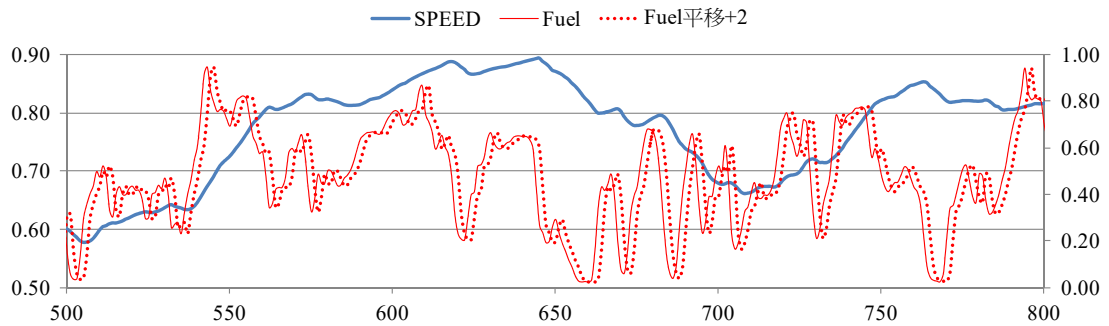
實驗日期	FUEL 平移秒數	平方和
2016/5/30	往前移 5 秒	1664.039677
	往前移 4 秒	1667.545847
	往前移 3 秒	1672.753531
	往前移 2 秒	1679.703365
	往前移 1 秒	1688.192354
	不移	1697.397902
	往後移 1 秒	1706.294046
	往後移 2 秒	1714.254981
	往後移 3 秒	1720.930477
	往後移 4 秒	1726.224782
	往後移 5 秒	1730.220844

FUEL 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 FUEL(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

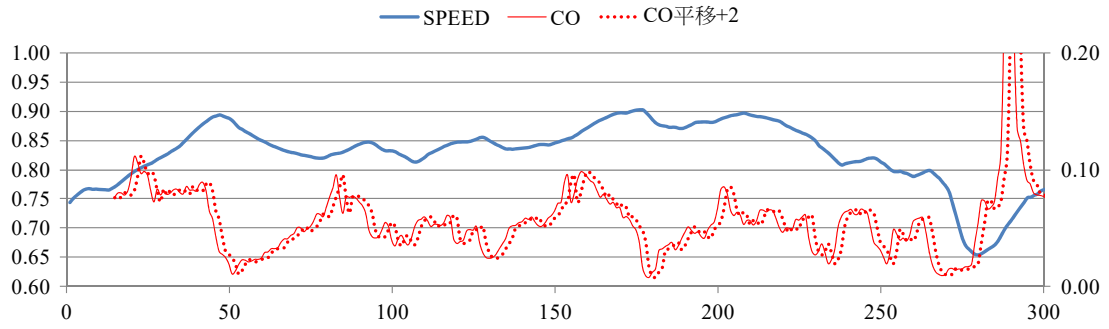
資料來源：本計畫。

附表 3.2-22 速率與能耗排放時間差：5/30 國道北上(CO)

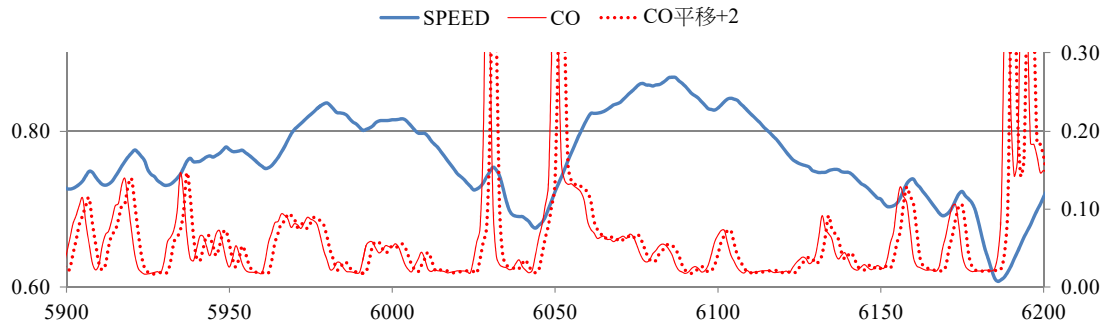
實驗日期	CO 平移秒數	平方和
2016/5/30	往前移 5 秒	3430.694206
	往前移 4 秒	3431.659392
	往前移 3 秒	3432.883608
	往前移 2 秒	3434.339323
	往前移 1 秒	3435.987882
	不移	3437.710522
	往後移 1 秒	3439.339904
	往後移 2 秒	3440.780216
	往後移 3 秒	3441.965942
	往後移 4 秒	3442.849175
	往後移 5 秒	3443.439093

CO 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

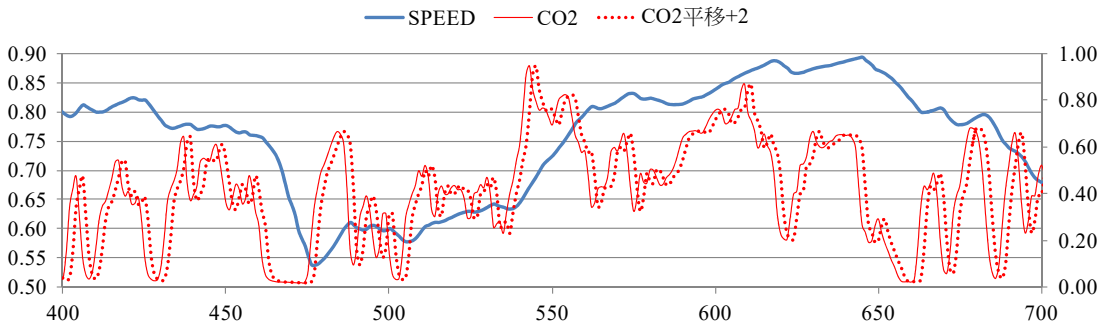
資料來源：本計畫。

附表 3.2-23 速率與能耗排放時間差：5/30 國道北上(CO_2)

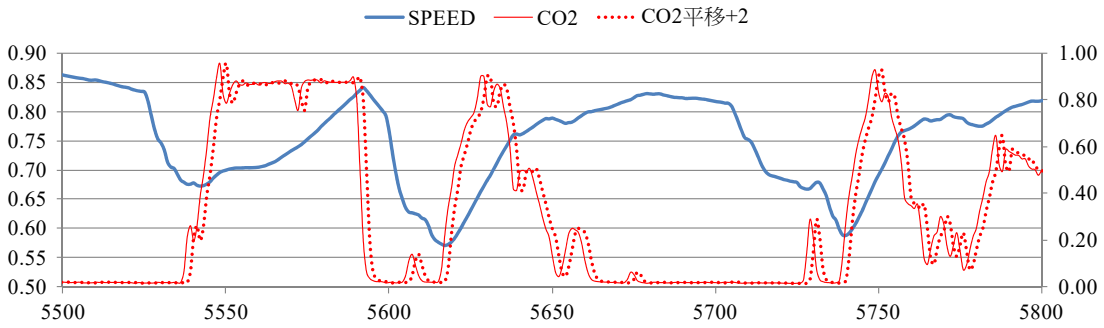
實驗日期	CO_2 平移秒數	平方和
2016/5/30	往前移 5 秒	1662.134269
	往前移 4 秒	1665.623268
	往前移 3 秒	1670.815398
	往前移 2 秒	1677.752944
	往前移 1 秒	1686.233052
	不移	1695.431986
	往後移 1 秒	1704.324106
	往後移 2 秒	1712.282276
	往後移 3 秒	1718.956722
	往後移 4 秒	1724.253273
	往後移 5 秒	1728.255053

CO_2 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO_2 (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

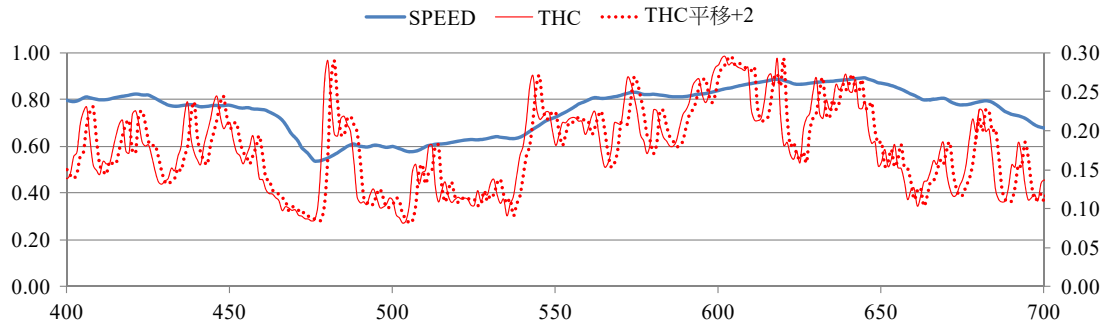
資料來源：本計畫。

附表 3.2-24 速率與能耗排放時間差：5/30 國道北上(THC)

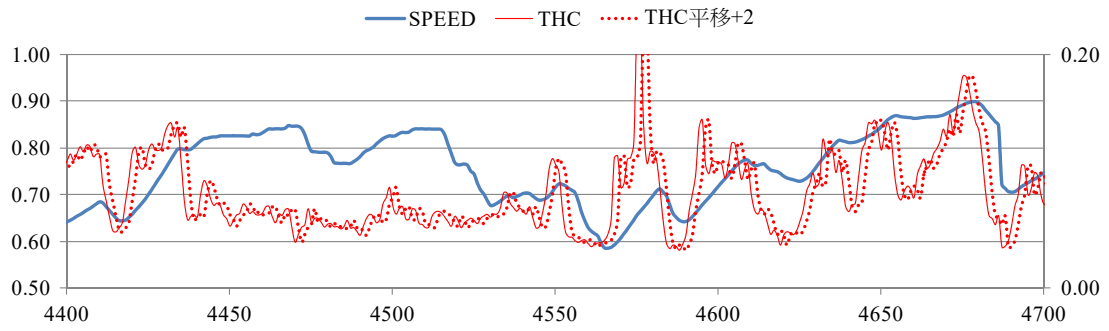
實驗日期	THC 平移秒數	平方和
2016/5/30	往前移 5 秒	3075.61790
	往前移 4 秒	3076.21758
	往前移 3 秒	3077.05523
	往前移 2 秒	3078.10676
	往前移 1 秒	3079.40773
	不移	3080.95367
	往後移 1 秒	3082.68308
	往後移 2 秒	3084.44696
	往後移 3 秒	3086.11985
	往後移 4 秒	3087.62781
	往後移 5 秒	3088.95320

THC 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 THC (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

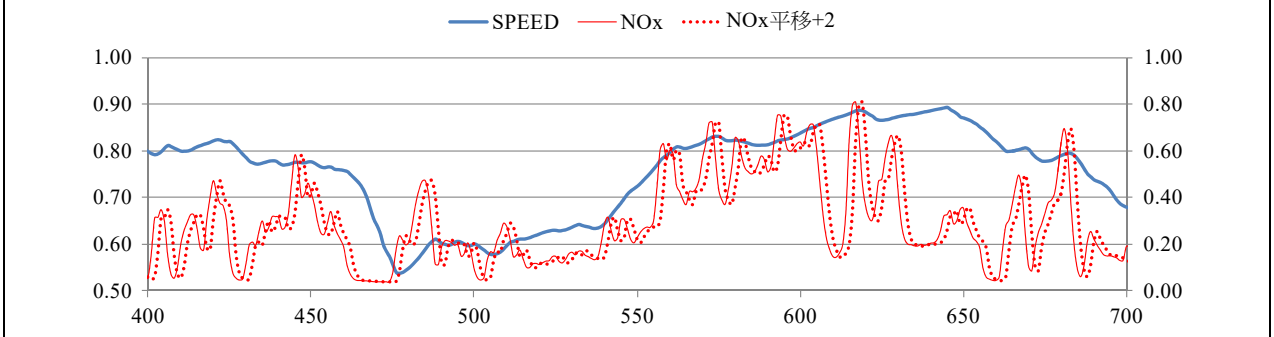
資料來源：本計畫。

附表 3.2-25 速率與能耗排放時間差：5/30 國道北上(NOx)

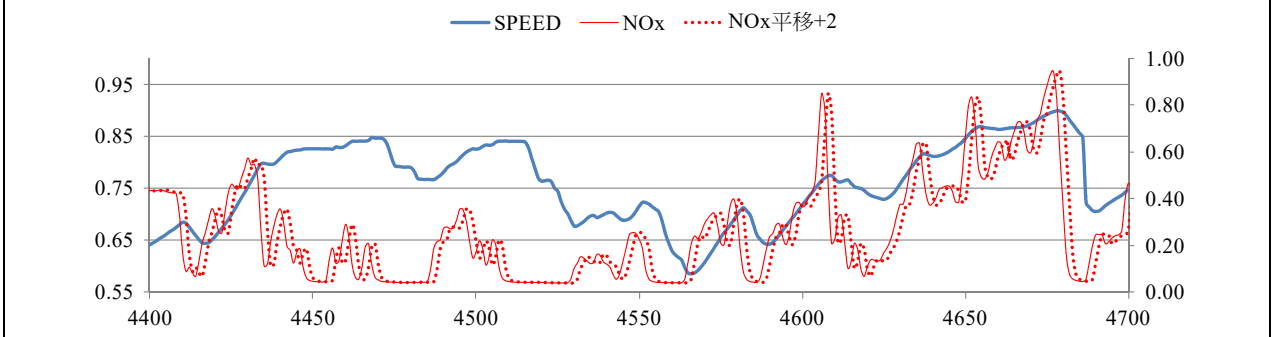
實驗日期	NOx 平移秒數	平方和
2016/5/30	往前移 5 秒	1973.834708
	往前移 4 秒	1974.588614
	往前移 3 秒	1976.103649
	往前移 2 秒	1978.491183
	往前移 1 秒	1981.858797
	不移	1985.962864
	往後移 1 秒	1990.327561
	往後移 2 秒	1994.495424
	往後移 3 秒	1998.219441
	往後移 4 秒	2001.372491
	往後移 5 秒	2003.980161

NOx 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 NOx (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

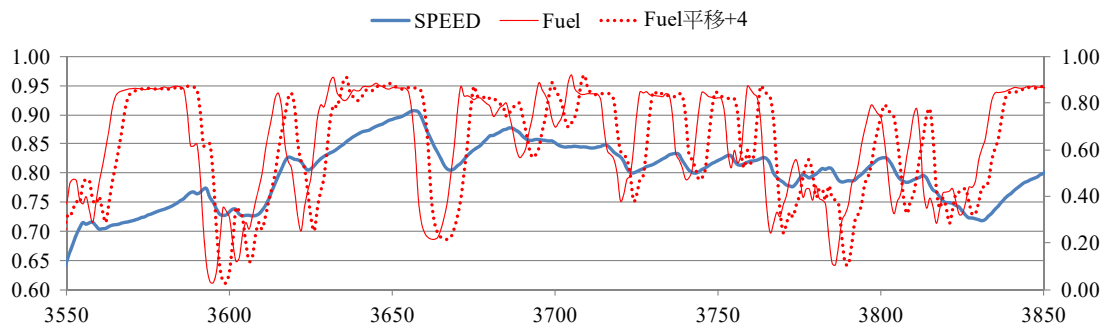
資料來源：本計畫。

附表 3.2-26 速率與能耗排放時間差：5/30 國道南下(FUEL)

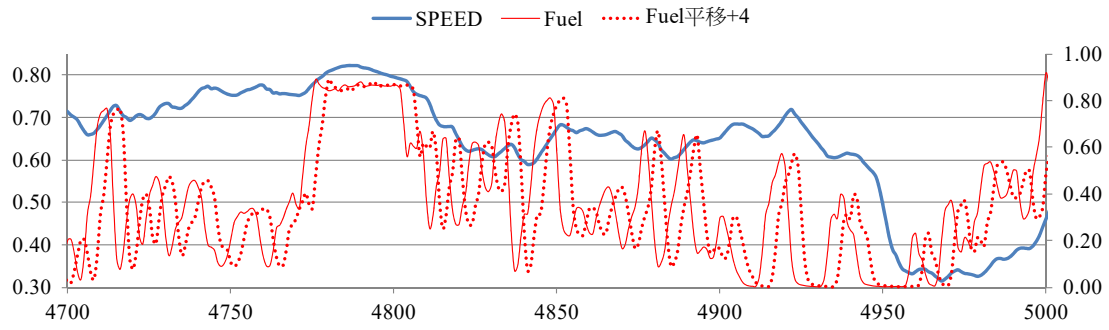
實驗日期	FUEL 平移秒數	平方和
2016/5/30	往前移 5 秒	879.1104015
	往前移 4 秒	881.6970632
	往前移 3 秒	887.0955826
	往前移 2 秒	895.7844852
	往前移 1 秒	907.5031709
	不移	920.6479798
	往後移 1 秒	932.0131145
	往後移 2 秒	941.3479948
	往後移 3 秒	948.2044348
	往後移 4 秒	952.6511427
	往後移 5 秒	955.2316014

FUEL 圖形：平移+4 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 FUEL(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

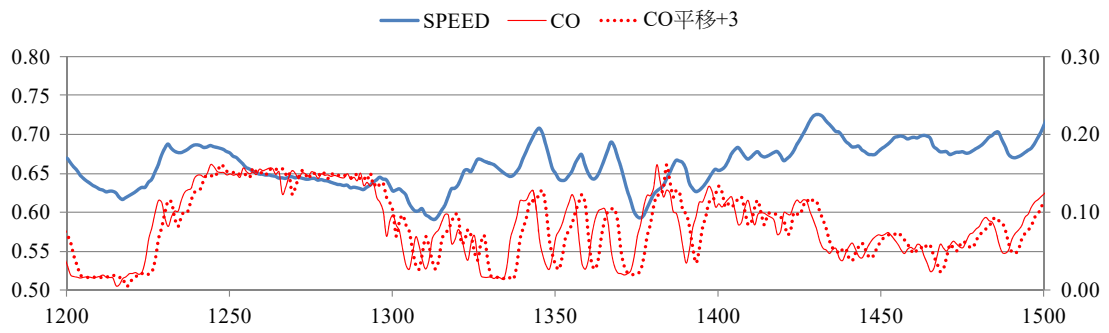
資料來源：本計畫。

附表 3.2-27 速率與能耗排放時間差：5/30 國道南下(CO)

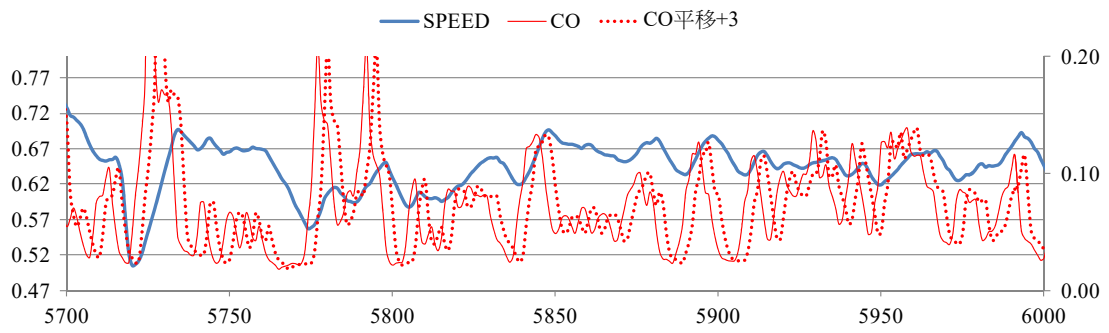
實驗日期	CO 平移秒數	平方和
2016/5/30	往前移 5 秒	2000.348305
	往前移 4 秒	2001.041971
	往前移 3 秒	2002.317077
	往前移 2 秒	2004.192751
	往前移 1 秒	2006.577142
	不移	2009.175605
	往後移 1 秒	2011.336716
	往後移 2 秒	2013.118468
	往後移 3 秒	2014.442957
	往後移 4 秒	2015.310665
	往後移 5 秒	2015.820319

CO 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

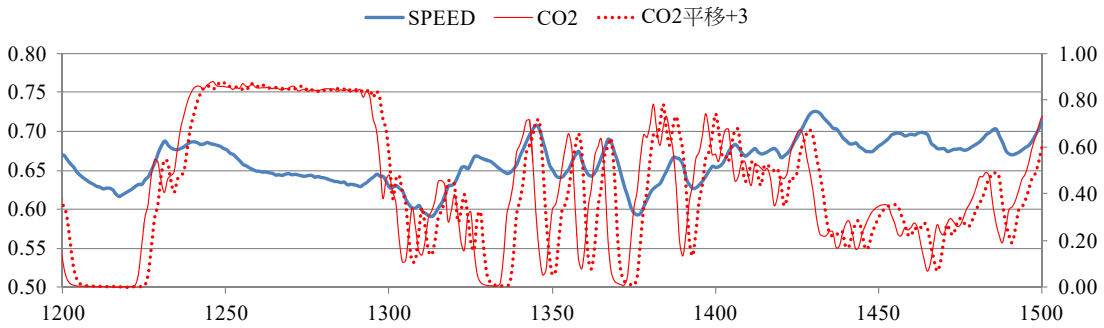
資料來源：本計畫。

附表 3.2-28 速率與能耗排放時間差：5/30 國道南下(CO_2)

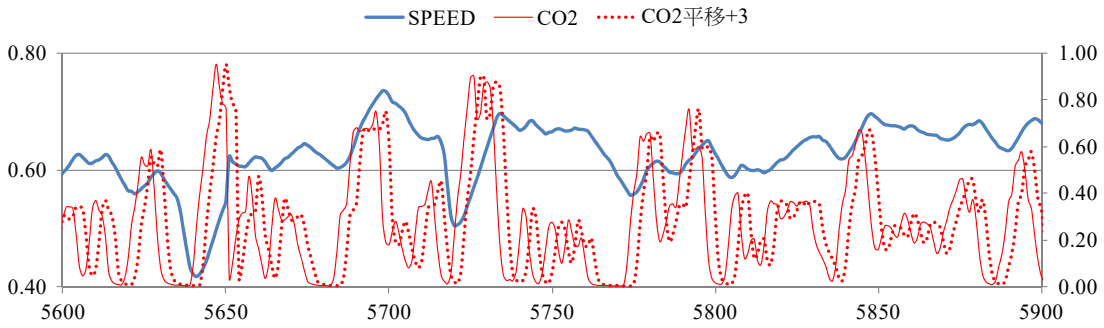
實驗日期	CO_2 平移秒數	平方和
2016/5/30	往前移 5 秒	879.6396351
	往前移 4 秒	882.2215409
	往前移 3 秒	887.6140619
	往前移 2 秒	896.2988452
	往前移 1 秒	908.0165363
	不移	921.1625834
	往後移 1 秒	932.5325143
	往後移 2 秒	941.8716072
	往後移 3 秒	948.7310442
	往後移 4 秒	953.1801061
	往後移 5 秒	955.7626229

CO_2 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO_2 (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

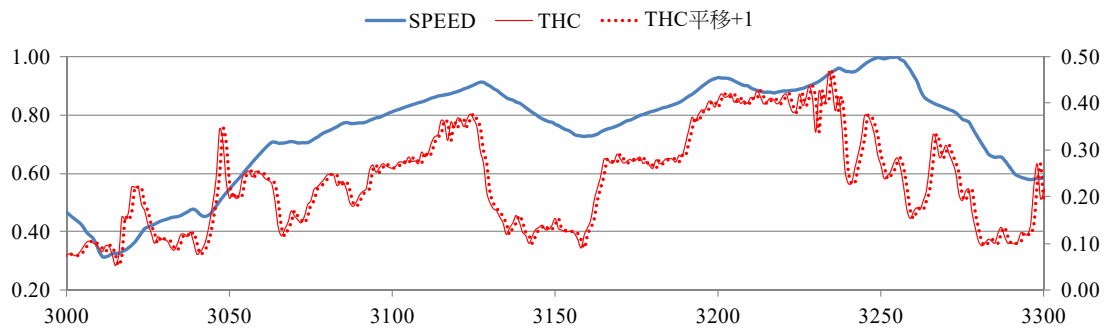
資料來源：本計畫。

附表 3.2-29 速率與能耗排放時間差：5/30 國道南下(THC)

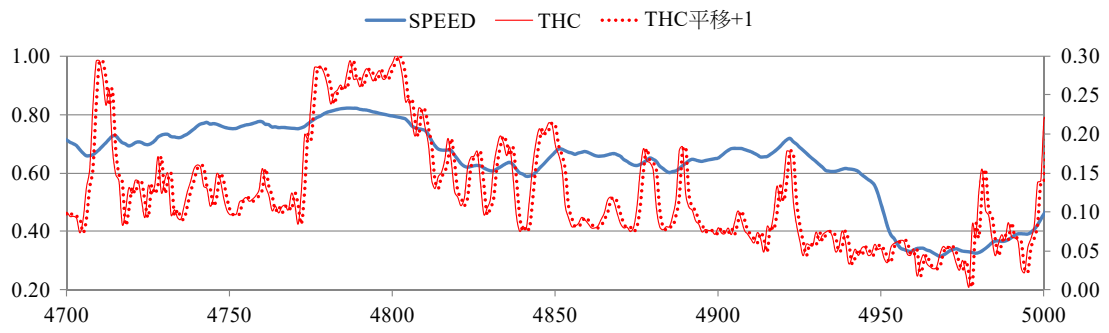
實驗日期	THC 平移秒數	平方和
2016/5/30	往前移 5 秒	1639.414736
	往前移 4 秒	1640.080801
	往前移 3 秒	1641.052357
	往前移 2 秒	1642.546242
	往前移 1 秒	1644.713319
	不移	1647.492568
	往後移 1 秒	1649.732504
	往後移 2 秒	1651.916335
	往後移 3 秒	1653.710915
	往後移 4 秒	1655.015504
	往後移 5 秒	1655.866384

THC 圖形：平移+1 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 THC (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

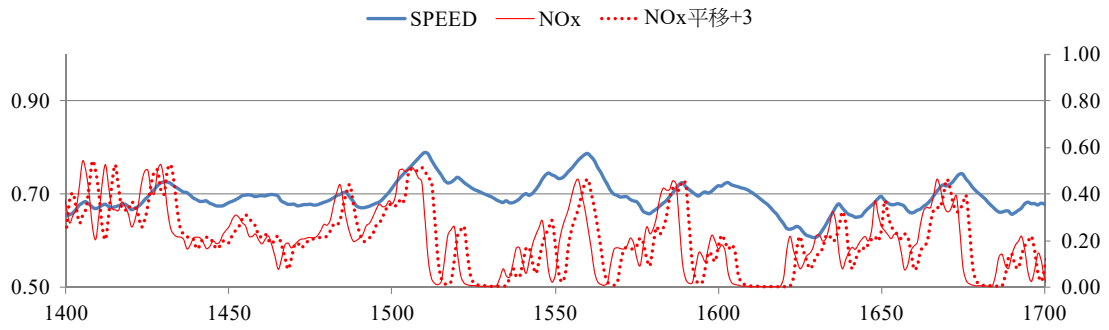
資料來源：本計畫。

附表 3.2-30 速率與能耗排放時間差：5/30 國道南下(NOx)

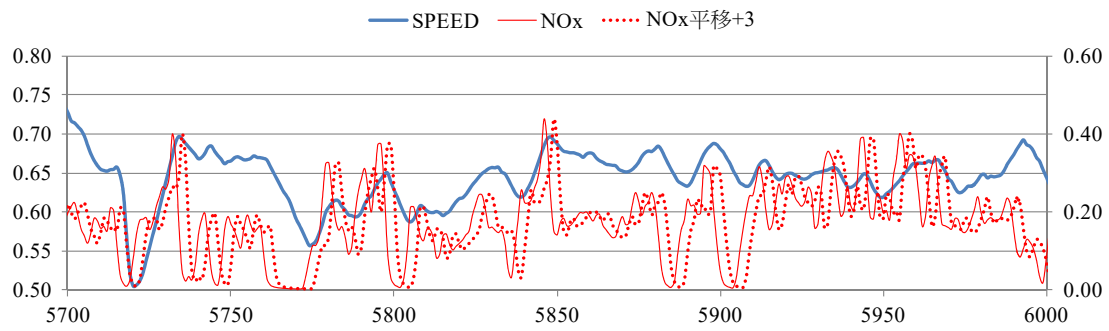
實驗日期	NOx 平移秒數	平方和
2016/5/30	往前移 5 秒	1303.260895
	往前移 4 秒	1303.436239
	往前移 3 秒	1304.387041
	往前移 2 秒	1306.525146
	往前移 1 秒	1310.093096
	不移	1314.744949
	往後移 1 秒	1319.301315
	往後移 2 秒	1323.499109
	往後移 3 秒	1326.989936
	往後移 4 秒	1329.726303
	往後移 5 秒	1332.007074

NOx 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 NOx (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

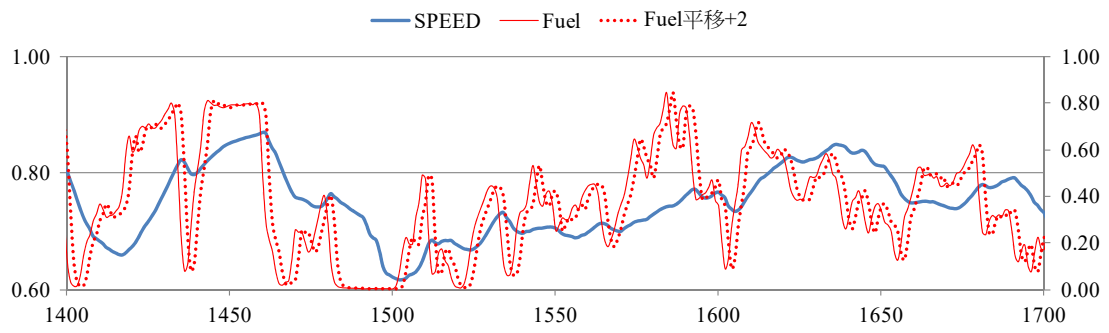
資料來源：本計畫。

附表 3.2-31 速率與能耗排放時間差：5/31 國道北上(FUEL)

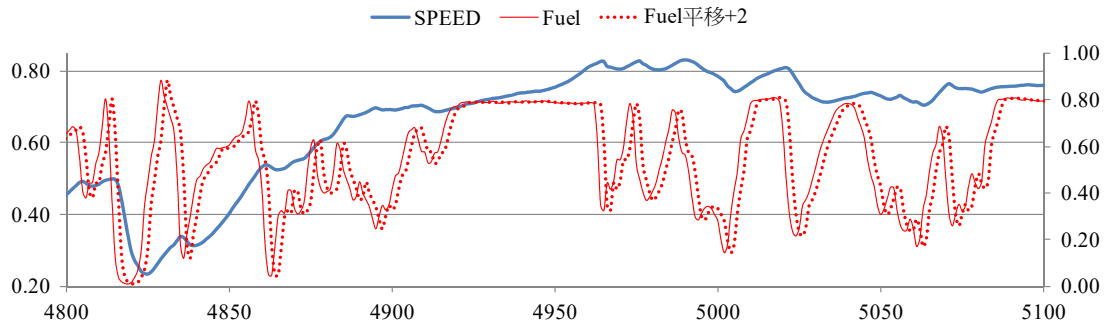
實驗日期	FUEL 平移秒數	平方和
2016/5/31	往前移 5 秒	1466.42194
	往前移 4 秒	1469.75395
	往前移 3 秒	1475.30004
	往前移 2 秒	1483.45604
	往前移 1 秒	1494.01780
	不移	1505.58767
	往後移 1 秒	1517.17443
	往後移 2 秒	1527.04400
	往後移 3 秒	1534.84580
	往後移 4 秒	1540.44702
	往後移 5 秒	1544.16002

FUEL 圖形：平移+2 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 FUEL(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

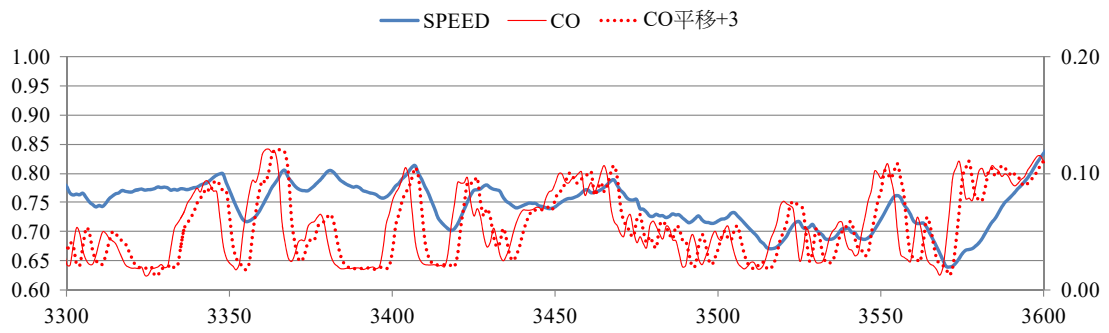
資料來源：本計畫。

附表 3.2-32 速率與能耗排放時間差：5/31 國道北上(CO)

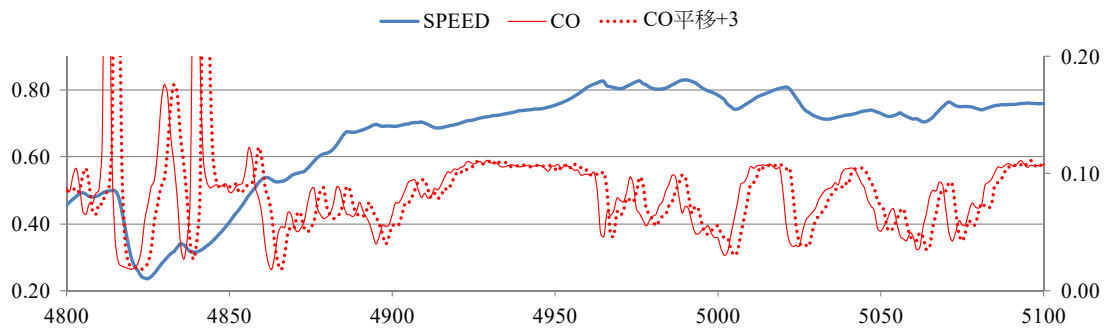
實驗日期	CO 平移秒數	平方和
2016/5/31	往前移 5 秒	2897.11798
	往前移 4 秒	2897.74959
	往前移 3 秒	2898.69052
	往前移 2 秒	2899.95765
	往前移 1 秒	2901.46745
	不移	2903.09933
	往後移 1 秒	2904.89986
	往後移 2 秒	2906.36827
	往後移 3 秒	2907.40604
	往後移 4 秒	2908.03832
	往後移 5 秒	2908.40840

CO 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

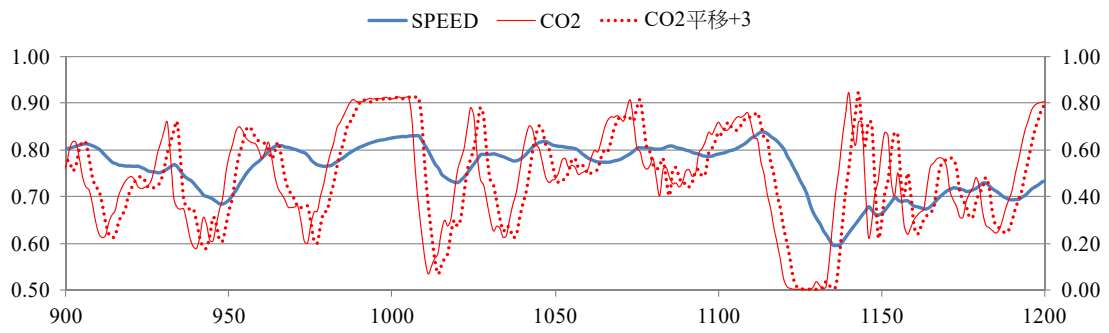
資料來源：本計畫。

附表 3.2-33 速率與能耗排放時間差：5/31 國道北上(CO_2)

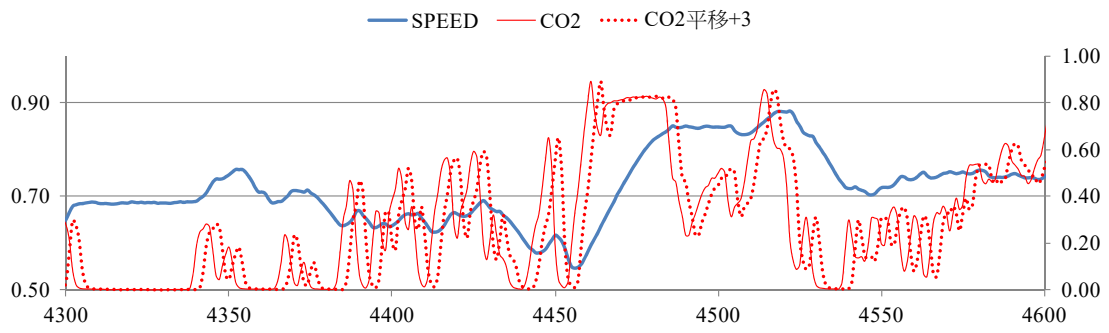
實驗日期	CO_2 平移秒數	平方和
2016/5/31	往前移 5 秒	1467.9376
	往前移 4 秒	1471.2631
	往前移 3 秒	1476.8029
	往前移 2 秒	1484.9549
	往前移 1 秒	1495.5172
	不移	1507.0884
	往後移 1 秒	1518.6680
	往後移 2 秒	1528.5341
	往後移 3 秒	1536.3387
	往後移 4 秒	1541.9472
	往後移 5 秒	1545.6672

CO_2 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO_2 (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

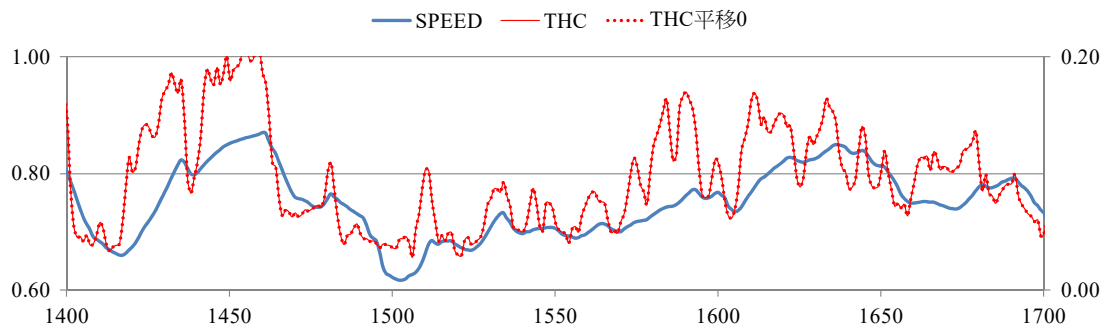
資料來源：本計畫。

附表 3.2-34 速率與能耗排放時間差：5/31 國道北上(THC)

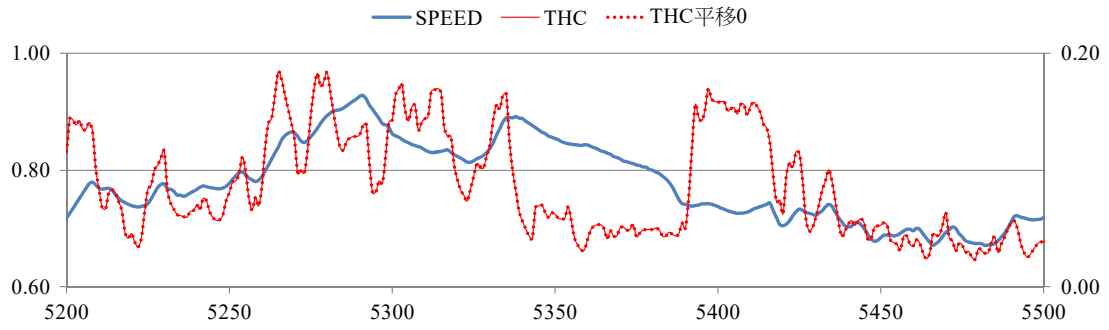
實驗日期	THC 平移秒數	平方和
2016/5/31	往前移 5 秒	2457.2294
	往前移 4 秒	2457.5194
	往前移 3 秒	2458.1469
	往前移 2 秒	2459.2045
	往前移 1 秒	2460.7231
	不移	2462.7106
	往後移 1 秒	2465.6668
	往後移 2 秒	2468.6164
	往後移 3 秒	2471.2394
	往後移 4 秒	2473.3496
	往後移 5 秒	2474.9889

THC 圖形：平移 0 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 THC (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

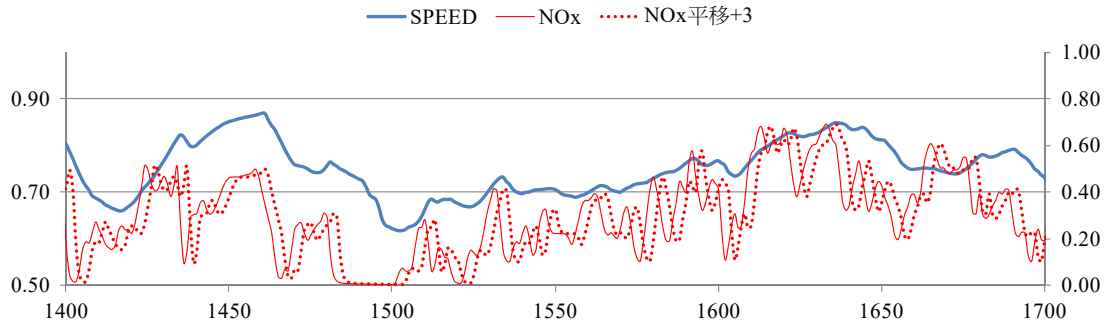
資料來源：本計畫。

附表 3.2-35 速率與能耗排放時間差：5/31 國道北上(NOx)

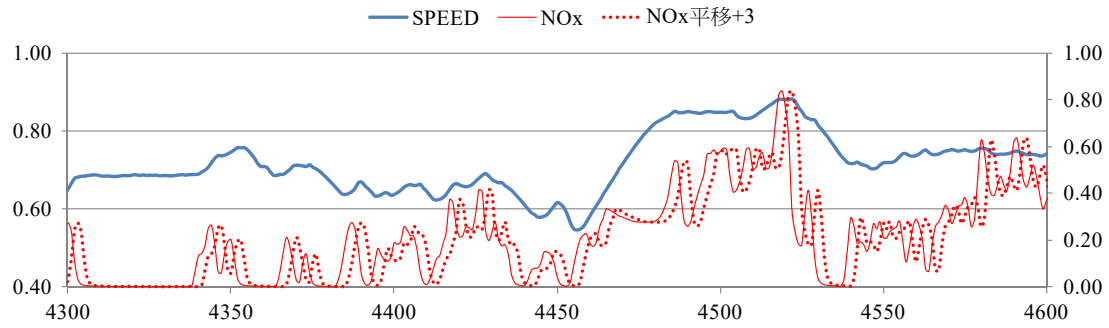
實驗日期	NOx 平移秒數	平方和
2016/5/31	往前移 5 秒	1691.096618
	往前移 4 秒	1692.291512
	往前移 3 秒	1694.423136
	往前移 2 秒	1697.775651
	往前移 1 秒	1702.633312
	不移	1708.592777
	往後移 1 秒	1715.099514
	往後移 2 秒	1721.157177
	往後移 3 秒	1726.390763
	往後移 4 秒	1730.587296
	往後移 5 秒	1733.889465

NOx 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 NOx (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

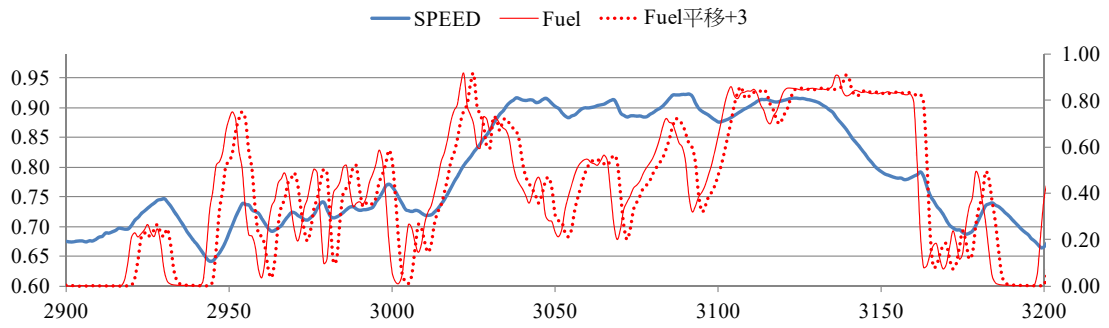
資料來源：本計畫。

附表 3.2-36 速率與能耗排放時間差：5/31 國道南下(FUEL)

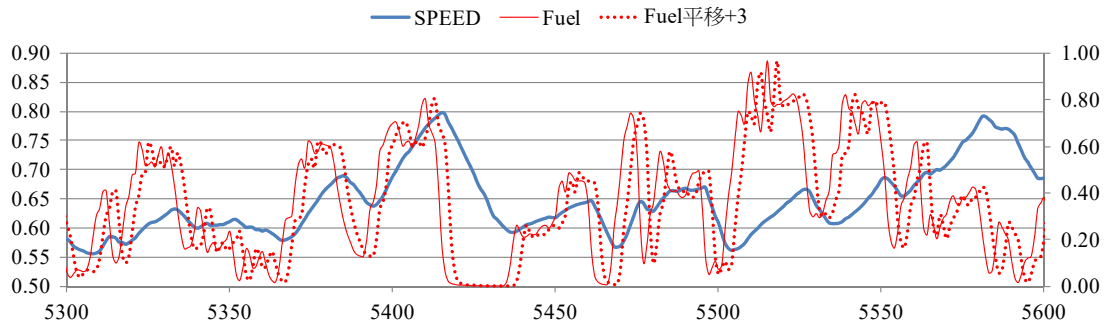
實驗日期	FUEL 平移秒數	平方和
2016/5/31	往前移 5 秒	1088.62396
	往前移 4 秒	1091.69471
	往前移 3 秒	1097.09984
	往前移 2 秒	1105.42950
	往前移 1 秒	1116.68117
	不移	1129.11319
	往後移 1 秒	1140.51138
	往後移 2 秒	1149.85171
	往後移 3 秒	1156.98949
	往後移 4 秒	1162.12740
	往後移 5 秒	1165.59574

FUEL 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 FUEL(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

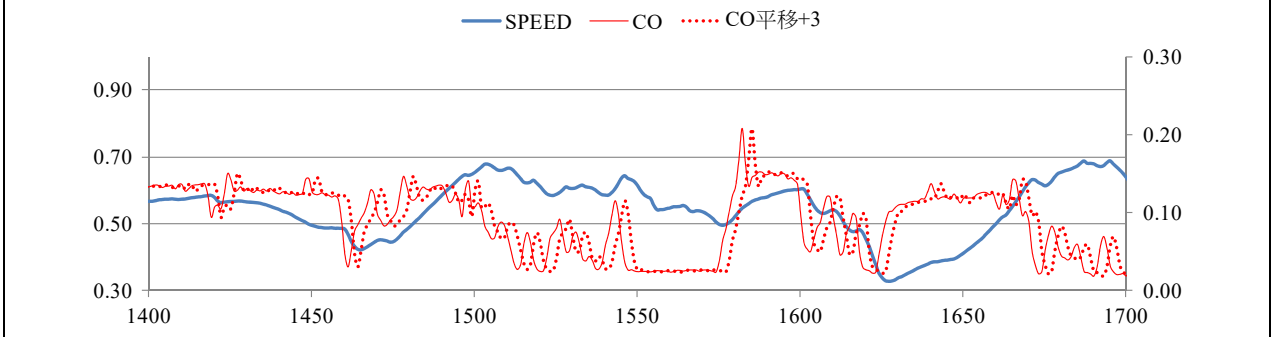
資料來源：本計畫。

附表 3.2-37 速率與能耗排放時間差：5/31 國道南下(CO)

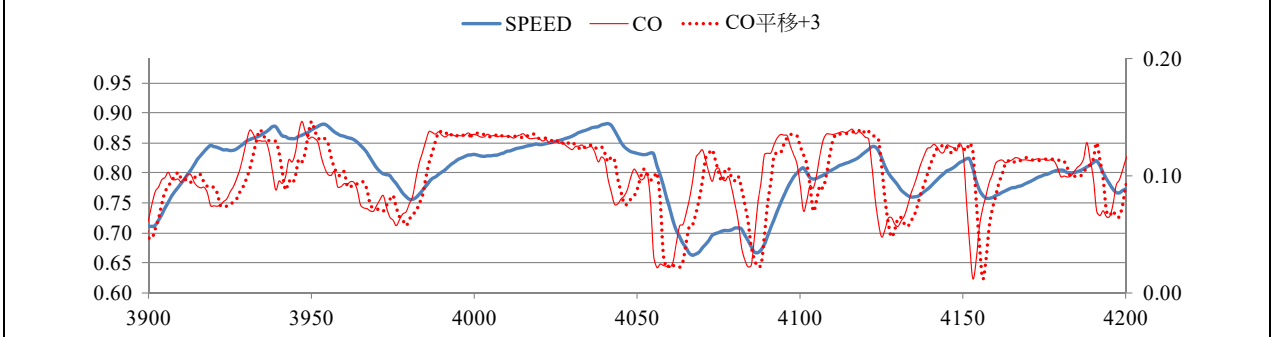
實驗日期	CO 平移秒數	平方和
2016/5/31	往前移 5 秒	2463.53820
	往前移 4 秒	2464.29218
	往前移 3 秒	2465.29343
	往前移 2 秒	2466.74974
	往前移 1 秒	2468.72031
	不移	2470.89313
	往後移 1 秒	2472.78244
	往後移 2 秒	2474.34835
	往後移 3 秒	2475.53270
	往後移 4 秒	2476.33132
	往後移 5 秒	2476.86501

CO 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

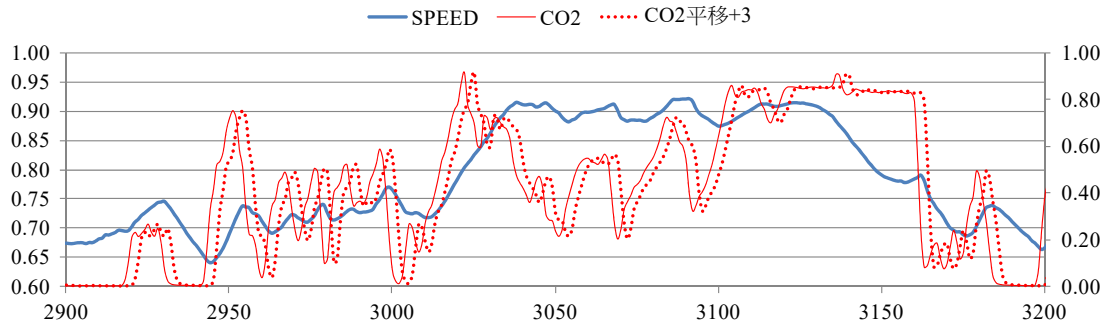
資料來源：本計畫。

附表 3.2-38 速率與能耗排放時間差：5/31 國道南下(CO_2)

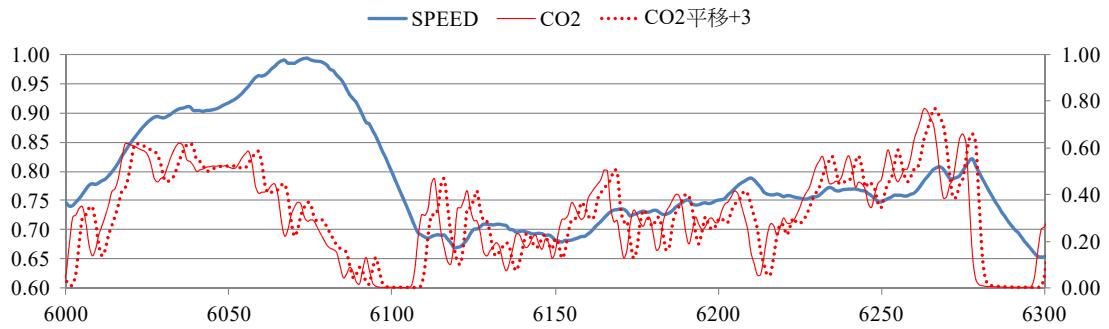
實驗日期	CO_2 平移秒數	平方和
2016/5/31	往前移 5 秒	1088.59590
	往前移 4 秒	1091.65965
	往前移 3 秒	1097.06406
	往前移 2 秒	1105.39477
	往前移 1 秒	1116.64677
	不移	1129.07881
	往後移 1 秒	1140.48185
	往後移 2 秒	1149.82616
	往後移 3 秒	1156.96812
	往後移 4 秒	1162.11189
	往後移 5 秒	1165.58522

CO_2 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO_2 (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

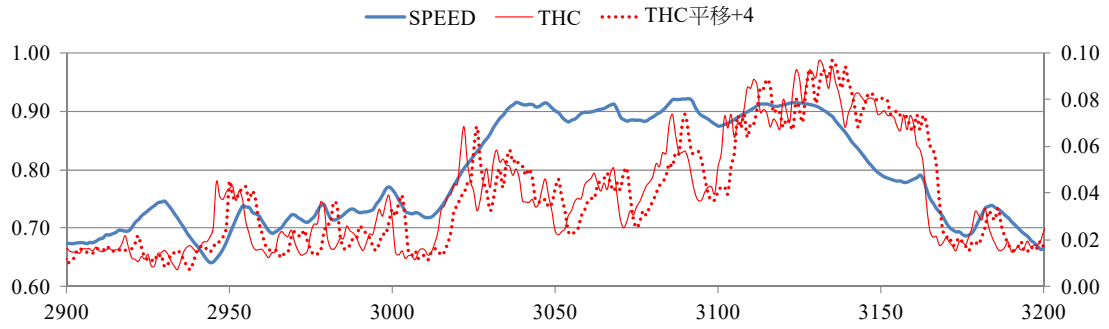
資料來源：本計畫。

附表 3.2-39 速率與能耗排放時間差：5/31 國道南下(THC)

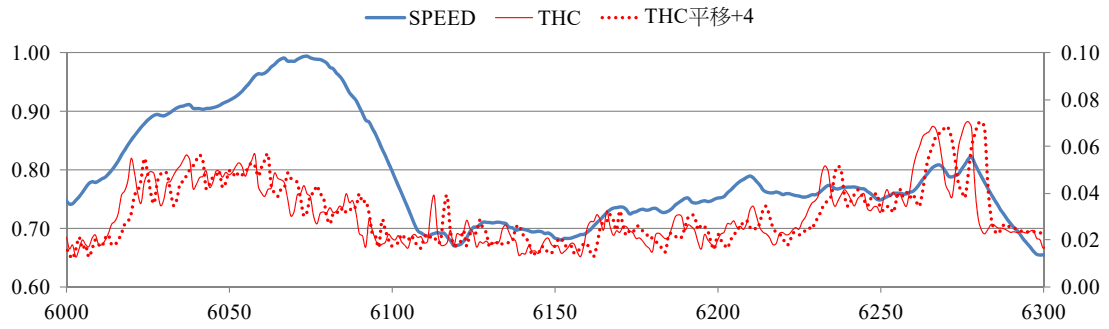
實驗日期	THC 平移秒數	平方和
2016/5/31	往前移 5 秒	2810.02199
	往前移 4 秒	2810.04674
	往前移 3 秒	2810.16681
	往前移 2 秒	2810.43071
	往前移 1 秒	2810.84456
	不移	2811.38707
	往後移 1 秒	2811.87932
	往後移 2 秒	2812.43314
	往後移 3 秒	2812.93689
	往後移 4 秒	2813.30352
	往後移 5 秒	2813.57205

THC 圖形：平移+4 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 THC (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

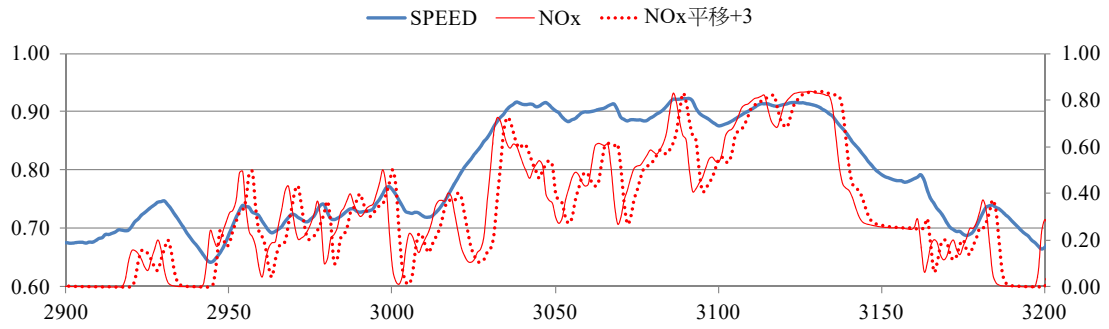
資料來源：本計畫。

附表 3.2-40 速率與能耗排放時間差：5/31 國道南下(NOx)

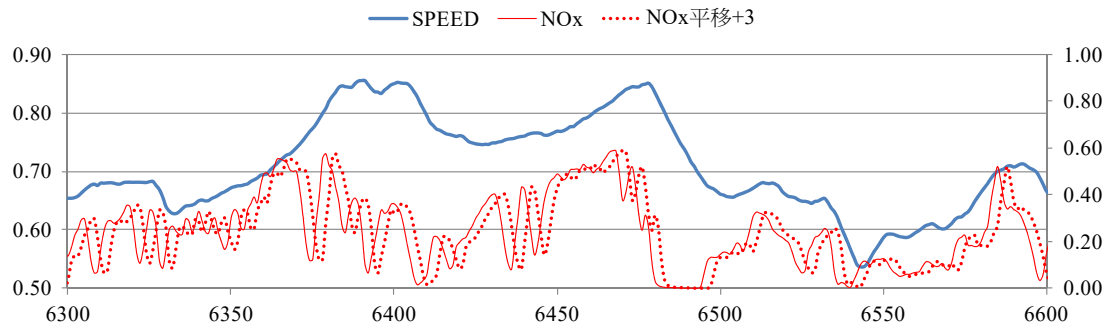
實驗日期	NOx 平移秒數	平方和
2016/5/31	往前移 5 秒	1453.16397
	往前移 4 秒	1453.44685
	往前移 3 秒	1454.65763
	往前移 2 秒	1457.09089
	往前移 1 秒	1460.95604
	不移	1465.88629
	往後移 1 秒	1471.24517
	往後移 2 秒	1476.34853
	往後移 3 秒	1480.91227
	往後移 4 秒	1484.89575
	往後移 5 秒	1488.31151

NOx 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 NOx (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

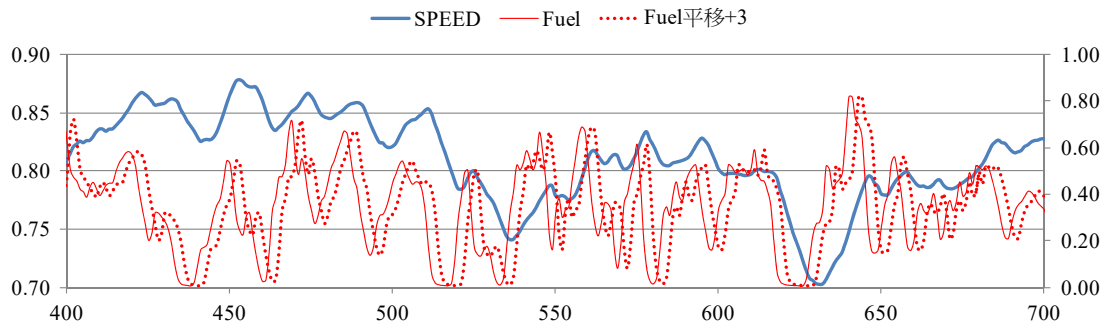
資料來源：本計畫。

附表 3.2-41 速率與能耗排放時間差：6/1 國道北上(FUEL)

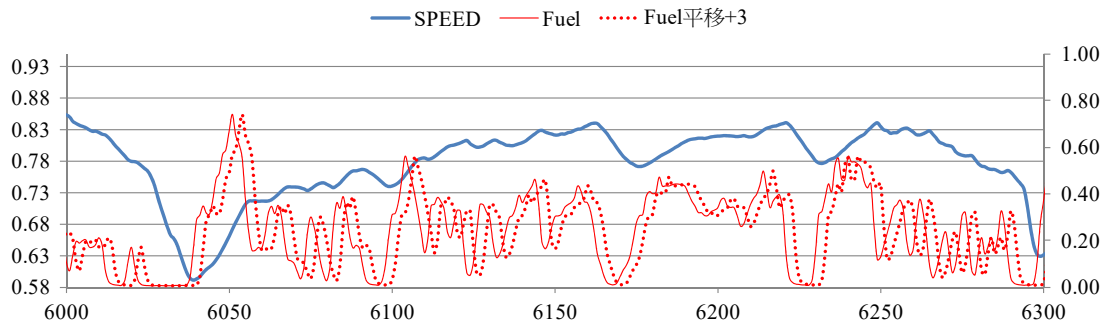
實驗日期	FUEL 平移秒數	平方和
2016/6/1	往前移 5 秒	1877.90396
	往前移 4 秒	1880.71415
	往前移 3 秒	1885.05837
	往前移 2 秒	1891.46286
	往前移 1 秒	1899.77887
	不移	1908.61297
	往後移 1 秒	1917.00659
	往後移 2 秒	1924.07025
	往後移 3 秒	1929.61938
	往後移 4 秒	1933.72724
	往後移 5 秒	1936.60131

FUEL 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 FUEL(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

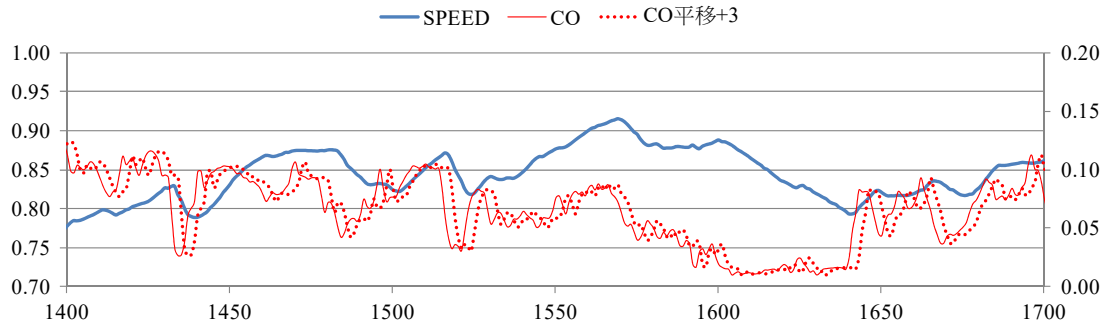
資料來源：本計畫。

附表 3.2-42 速率與能耗排放時間差：6/1 國道北上(CO)

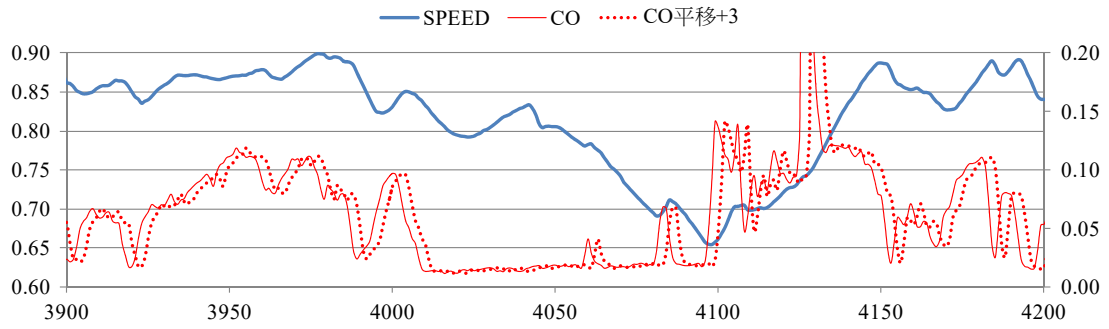
實驗日期	CO 平移秒數	平方和
2016/6/1	往前移 5 秒	3673.72568
	往前移 4 秒	3674.38742
	往前移 3 秒	3675.32336
	往前移 2 秒	3676.60335
	往前移 1 秒	3678.18103
	不移	3679.86885
	往後移 1 秒	3681.38795
	往後移 2 秒	3682.65684
	往後移 3 秒	3683.63965
	往後移 4 秒	3684.33151
	往後移 5 秒	3684.77074

CO 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

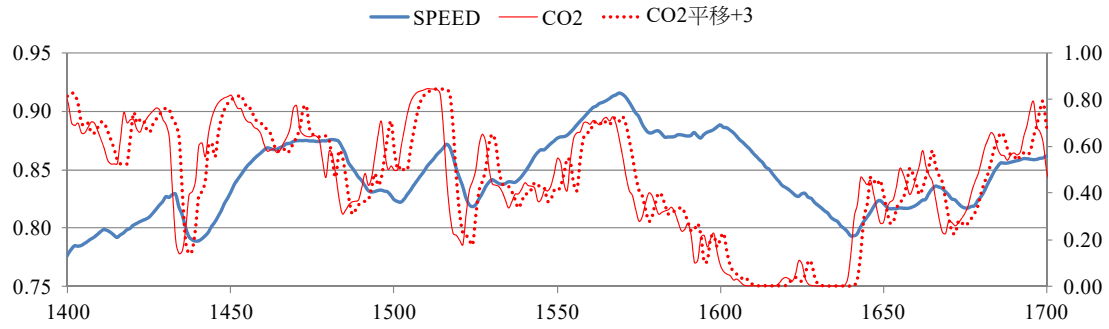
資料來源：本計畫。

附表 3.2-43 速率與能耗排放時間差：6/1 國道北上(CO_2)

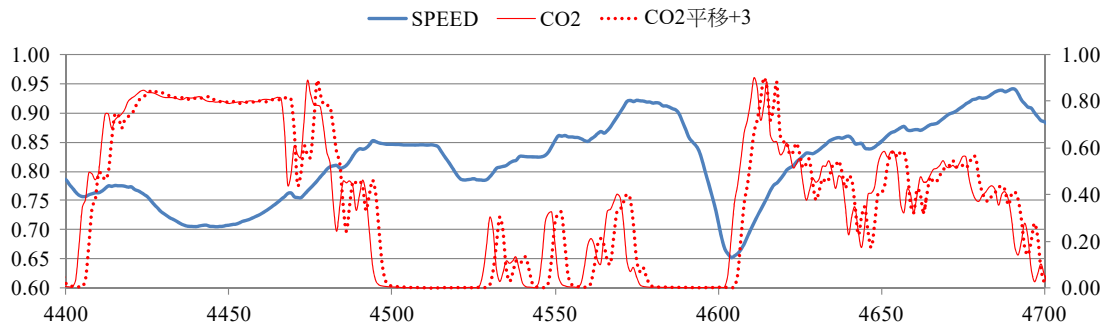
實驗日期	CO_2 平移秒數	平方和
2016/6/1	往前移 5 秒	1841.32991
	往前移 4 秒	1844.23049
	往前移 3 秒	1848.71834
	往前移 2 秒	1855.33821
	往前移 1 秒	1863.93554
	不移	1873.06778
	往後移 1 秒	1881.74636
	往後移 2 秒	1889.04706
	往後移 3 秒	1894.78183
	往後移 4 秒	1899.02573
	往後移 5 秒	1901.99524

CO_2 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO_2 (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

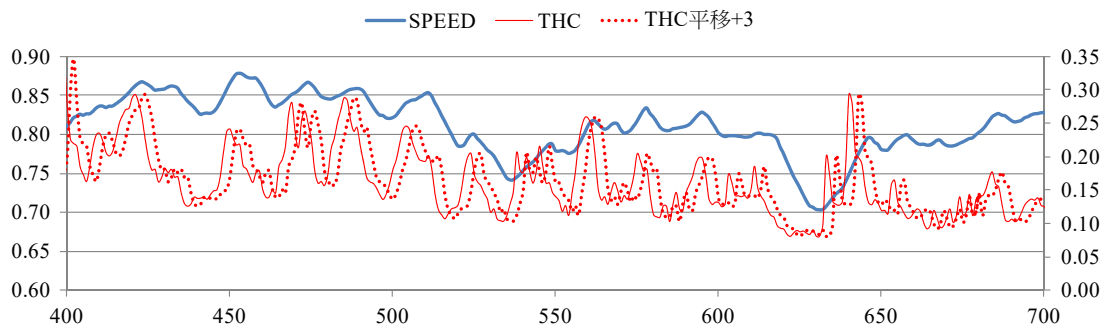
資料來源：本計畫。

附表 3.2-44 速率與能耗排放時間差：6/1 國道北上(THC)

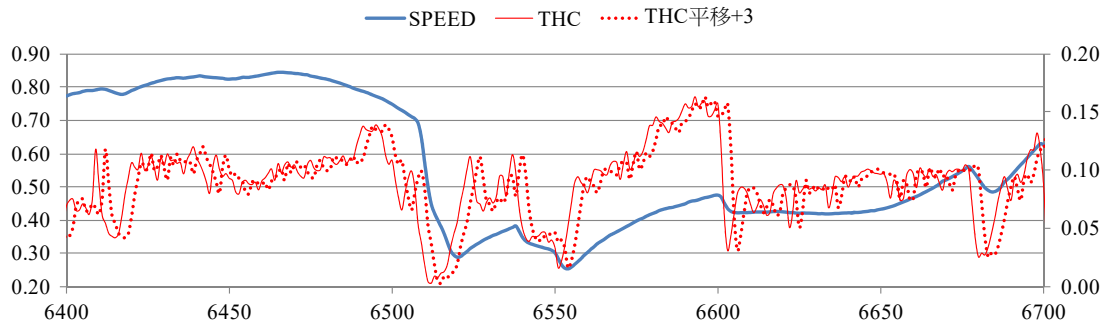
實驗日期	THC 平移秒數	平方和
2016/6/1	往前移 5 秒	3354.99759
	往前移 4 秒	3355.45504
	往前移 3 秒	3356.12313
	往前移 2 秒	3357.06740
	往前移 1 秒	3358.31463
	不移	3359.78329
	往後移 1 秒	3361.27783
	往後移 2 秒	3362.77565
	往後移 3 秒	3364.06819
	往後移 4 秒	3365.11970
	往後移 5 秒	3365.91771

THC 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 THC (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

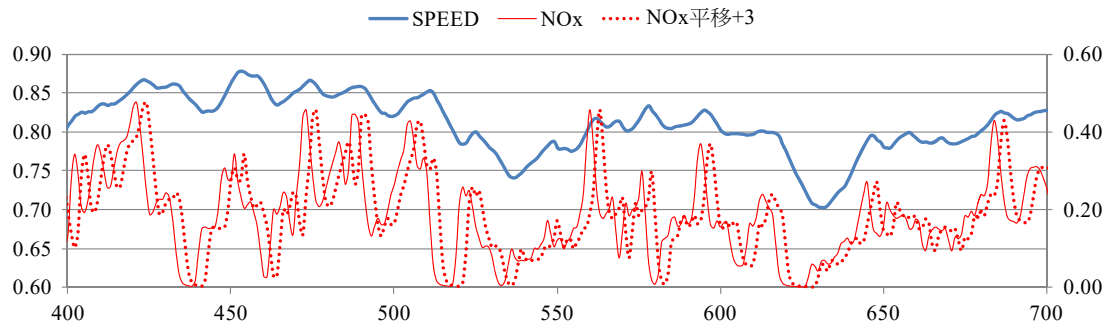
資料來源：本計畫。

附表 3.2-45 速率與能耗排放時間差：6/1 國道北上(NOx)

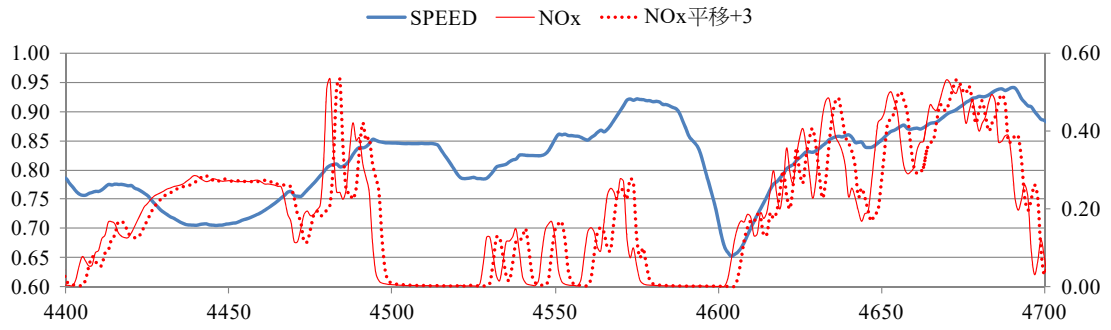
實驗日期	NOx 平移秒數	平方和
2016/6/1	往前移 5 秒	2650.67477
	往前移 4 秒	2651.14256
	往前移 3 秒	2652.15253
	往前移 2 秒	2653.95621
	往前移 1 秒	2656.70204
	不移	2660.10375
	往後移 1 秒	2663.53587
	往後移 2 秒	2666.69987
	往後移 3 秒	2669.41845
	往後移 4 秒	2671.72626
	往後移 5 秒	2673.72031

NOx 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 NOx (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

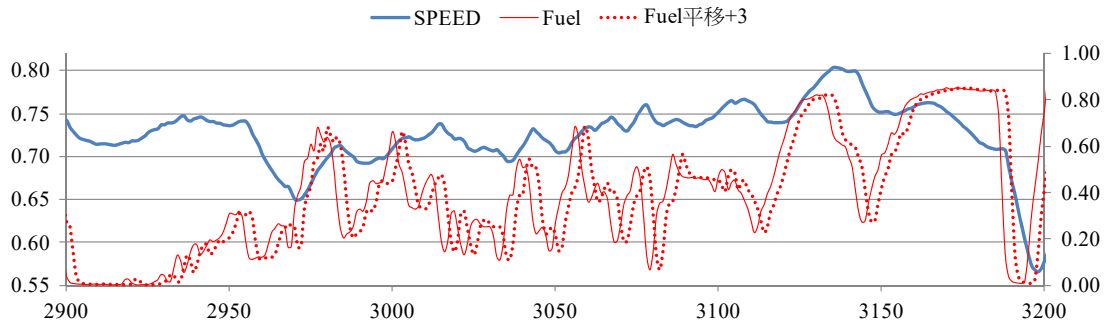
資料來源：本計畫。

附表 3.2-46 速率與能耗排放時間差：6/1 國道南下(FUEL)

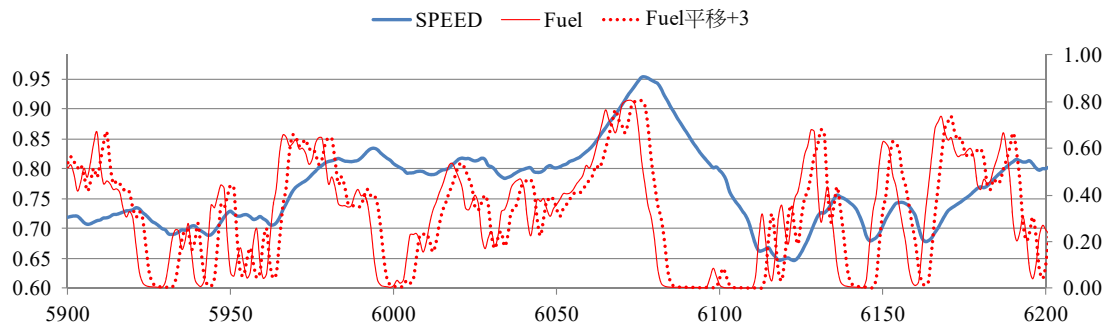
實驗日期	FUEL 平移秒數	平方和
2016/6/1	往前移 5 秒	1134.083884
	往前移 4 秒	1137.322442
	往前移 3 秒	1142.192361
	往前移 2 秒	1148.941385
	往前移 1 秒	1157.479945
	不移	1166.705791
	往後移 1 秒	1175.406729
	往後移 2 秒	1182.824897
	往後移 3 秒	1188.854894
	往後移 4 秒	1193.414273
	往後移 5 秒	1196.596332

FUEL 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 FUEL(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

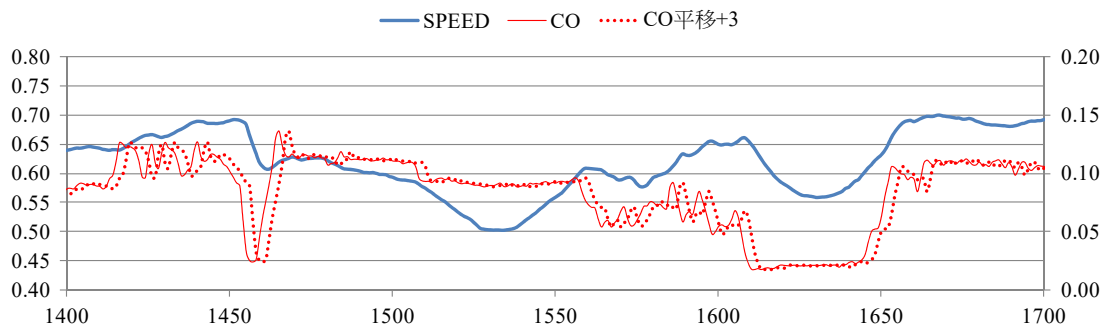
資料來源：本計畫。

附表 3.2-47 速率與能耗排放時間差：6/1 國道南下(CO)

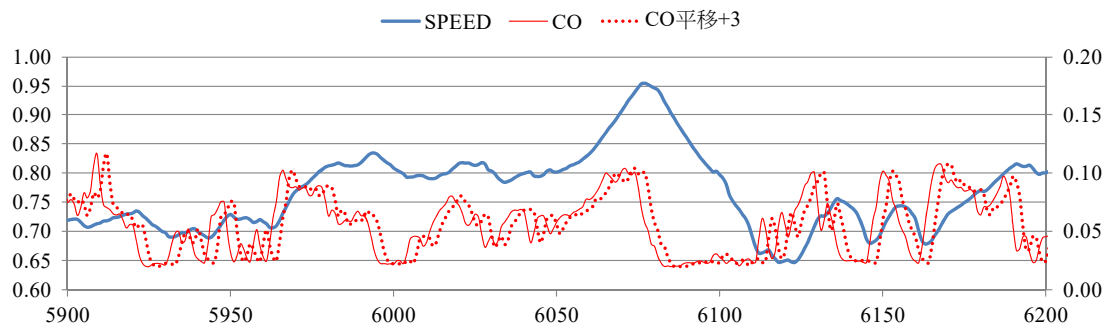
實驗日期	CO 平移秒數	平方和
2016/6/1	往前移 5 秒	2666.67479
	往前移 4 秒	2667.19892
	往前移 3 秒	2667.93782
	往前移 2 秒	2668.90890
	往前移 1 秒	2670.09505
	不移	2671.35600
	往後移 1 秒	2672.51573
	往後移 2 秒	2673.48513
	往後移 3 秒	2674.24954
	往後移 4 秒	2674.79272
	往後移 5 秒	2675.14311

CO 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO(右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

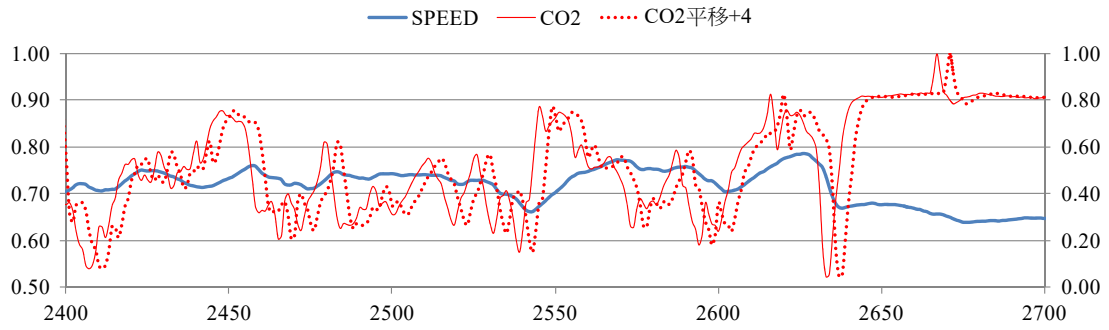
資料來源：本計畫。

附表 3.2-48 速率與能耗排放時間差：6/1 國道南下(CO_2)

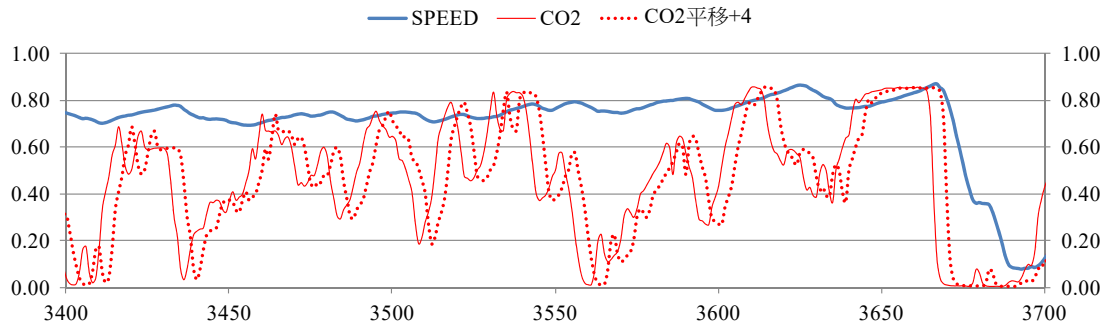
實驗日期	CO_2 平移秒數	平方和
2016/6/1	往前移 5 秒	1134.101339
	往前移 4 秒	1137.336129
	往前移 3 秒	1142.202249
	往前移 2 秒	1148.948004
	往前移 1 秒	1157.484263
	不移	1166.708229
	往後移 1 秒	1175.408463
	往後移 2 秒	1182.827517
	往後移 3 秒	1188.860022
	往後移 4 秒	1193.423681
	往後移 5 秒	1196.610777

CO_2 圖形：平移+4 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 CO_2 (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

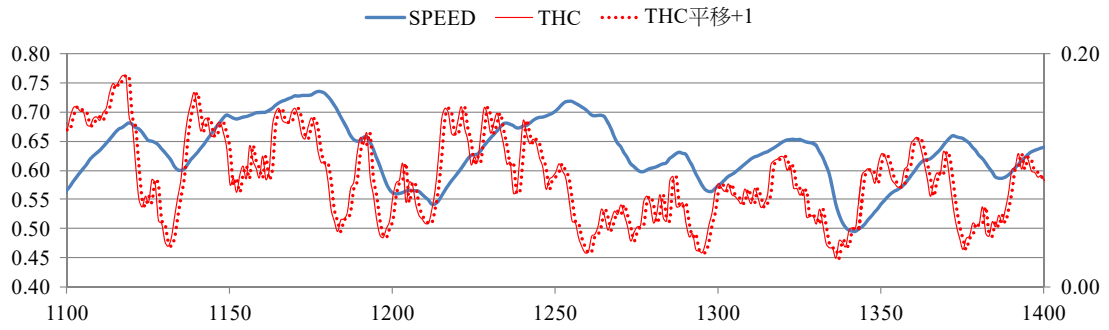
資料來源：本計畫。

附表 3.2-49 速率與能耗排放時間差：6/1 國道南下(THC)

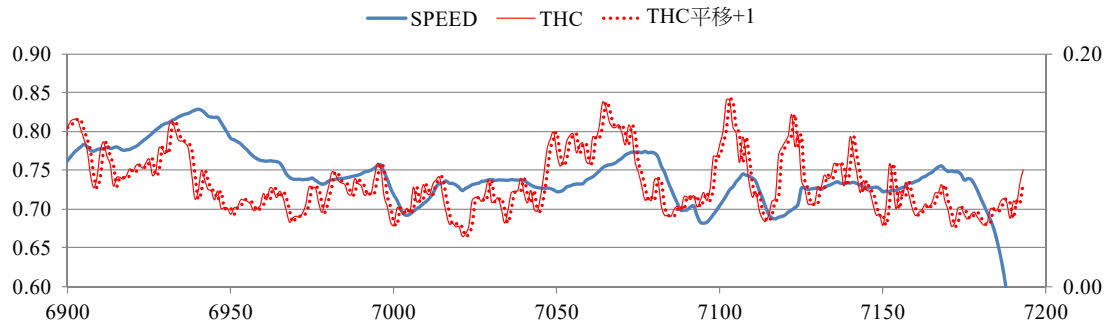
實驗日期	THC 平移秒數	平方和
2016/6/1	往前移 5 秒	2354.37017
	往前移 4 秒	2354.73647
	往前移 3 秒	2355.33374
	往前移 2 秒	2356.21164
	往前移 1 秒	2357.42234
	不移	2358.87903
	往後移 1 秒	2360.47387
	往後移 2 秒	2362.06745
	往後移 3 秒	2363.52535
	往後移 4 秒	2364.68438
	往後移 5 秒	2365.52936

THC 圖形：平移+1 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 THC (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

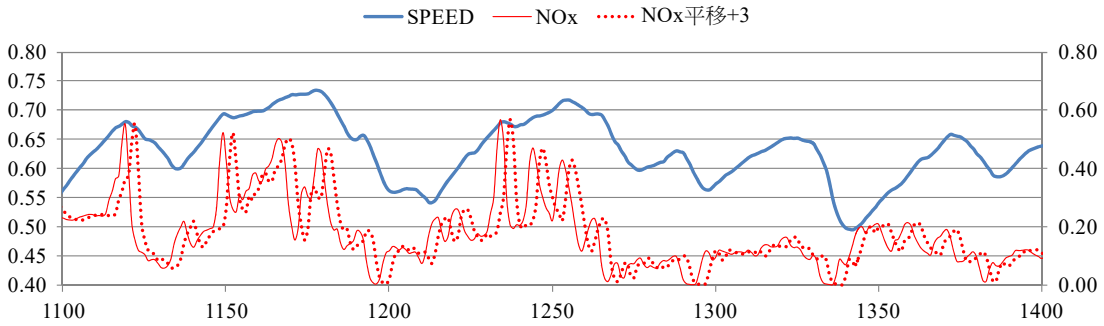
資料來源：本計畫。

附表 3.2-50 速率與能耗排放時間差：6/1 國道南下(NOx)

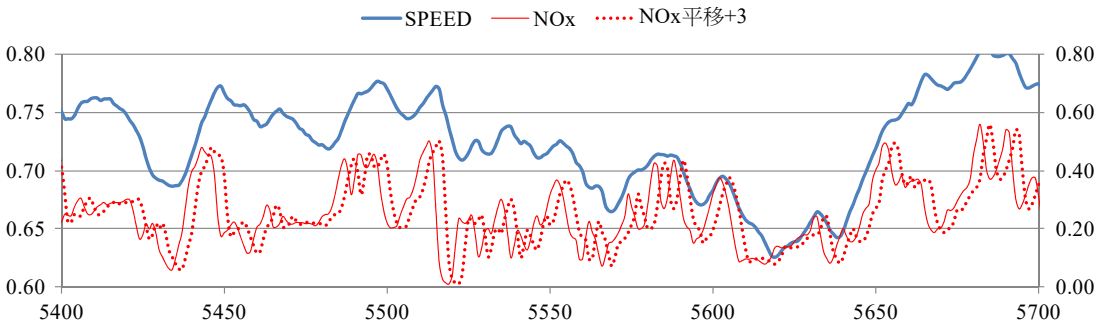
實驗日期	NOx 平移秒數	平方和
2016/6/1	往前移 5 秒	1674.83902
	往前移 4 秒	1675.14865
	往前移 3 秒	1676.06188
	往前移 2 秒	1677.78978
	往前移 1 秒	1680.52968
	不移	1684.05645
	往後移 1 秒	1688.10740
	往後移 2 秒	1691.90246
	往後移 3 秒	1695.21283
	往後移 4 秒	1698.00927
	往後移 5 秒	1700.46363

NOx 圖形：平移+3 秒

縱軸分別為速率(左軸)與 NOx (右軸)正規化後之數值；橫軸則為第幾筆。



橫軸：秒數



橫軸：秒數

資料來源：本計畫。

附錄 4　實驗數據及圖形彙整

附錄 4.1 道路實驗數據

附錄 4.1.1 104 年模式建構資料庫

附表 4.1-1 各實驗項目速率下之 NV_F 對照表

單位：g/s

速率	滿載						半載				空載			
	定速巡航		市區繞行		熱車停等		定速巡航		市區繞行		定速巡航		市區繞行	
Km/hr	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2
V=0&A=0	0.232089031	0.725214224	0.217676691	0.679000258	0.234603892	0.734549491	0.208206253	0.653032539	0.221020603	0.693220102	0.202501803	0.637166083	0.211318424	0.661224695
V=0&A>0	0.379582456	1.186484932	0.251167422	0.784674692			0.354886000	1.119061100	0.260880387	0.820713854	0.230009980	1.024463780	0.241254106	1.059243536
1	0.436397076	1.369539800	0.306551820	0.959443414					0.327592095	1.031398942	0.325939180	1.571013160	0.299344165	1.277089556
2	0.513415649	1.606319302	0.457823941	1.436149202					0.449568334	1.416489049	0.294181767	1.097628847	0.382289670	1.714073241
3	0.513987305	1.606322167	0.588726724	1.846455089			0.341578630	1.076006420	0.504549159	1.589136725	0.647296640	2.191424040	0.461958303	1.758734468
4	0.410888015	1.281024830	0.449642501	1.411513877					0.363783159	1.144529457	0.183257960	0.562334400	0.452299665	1.753556271
5	0.637011953	1.998467143	0.555326553	1.740225695			0.607955120	1.915854480	0.456411355	1.435817224	0.197725310	0.587561450	0.360809249	1.264463817
6	0.220847170	0.685161910	0.461480688	1.446799330			0.223125120	0.701815640	0.538038199	1.692010026	0.224003100	0.629184420	0.466104480	1.702540276
7	0.758944007	2.379854153	0.442630089	1.384621618			0.487047970	1.528903290	0.455445077	1.434304422	0.404498600	0.668691000	0.426389464	1.682696019
8	0.708307210	2.224797090	0.492133660	1.541651797					0.442439134	1.392764951	0.422625180	1.122398450	0.395984516	1.441641215
9	0.481138158	1.510486240	0.573832643	1.799132468			0.484257820	1.525236170	0.543948654	1.711912008	0.434495480	1.886579600	0.493231022	1.795369730
10	0.506965695	1.599920148	0.562818657	1.762182507			0.510055487	1.600754535	0.558652865	1.758421177	0.446746087	1.409779539	0.554143259	1.820125623
11	0.550002170	1.726945361	0.533586605	1.668490436			0.530205576	1.666354912	0.655658514	2.064322211	0.471262593	1.460334293	0.545934064	1.875678361
12	0.632903575	1.984097391	0.705614985	2.211601038			0.565787975	1.774704233	0.613128641	1.929816016	0.539857027	1.756492403	0.618897273	2.168779812
13	0.764343565	2.392976390	0.608551278	1.901920722			0.670116552	2.093549536	0.689608382	2.170010513	0.415562548	1.471403852	0.645064436	2.184006071
14	0.805688413	2.533283839	0.765905858	2.402137136			0.811522128	2.537536049	0.596309006	1.875935449	0.702803192	2.256327472	0.682048252	2.163006359
15	0.891586973	2.801639260	0.849391260	2.665368760			0.872112124	2.737092396	0.650971944	2.047798812	0.772763841	2.411313648	0.731919399	2.266765730
16	0.769663419	2.416145434	0.822149363	2.574918695			0.944122376	2.953841807	0.881823430	2.773883436	0.602604937	1.745343229	0.681613007	2.180593467

附 4-2

速率	滿載						半載				空載			
	定速巡航		市區繞行		熱車停等		定速巡航		市區繞行		定速巡航		市區繞行	
Km/hr	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2
17	0.920327411	2.892006751	0.915784410	2.873615799			1.264661050	3.955290724	0.740610772	2.330658525	0.529378140	1.587949956	0.727705698	2.563464372
18	0.734211721	2.304202932	0.901662835	2.826000733			1.146932063	3.566609160	0.703023405	2.212275997	0.535137282	1.790210220	0.596730173	2.472908404
19	0.810376150	2.545115609	0.778567496	2.435883838			0.745897186	2.339830138	0.935513849	2.946659631	0.690181201	2.183160619	0.598453349	2.297302936
20	0.796655562	2.503962163	0.920711258	2.888886604			0.711734005	2.233682376	0.888577804	2.798247181	0.670862335	2.099362848	0.753211297	3.232366765
21	0.909345563	2.853606914	0.829533261	2.601761317			0.738078537	2.318534336	1.093614223	3.442830882	0.679881175	2.112463112	0.432295828	1.912729086
22	1.256168709	3.942947041	1.051490463	3.296315349			1.343384700	4.229328340	0.938537213	2.954065229	0.762955837	2.354652623	0.623324034	2.591269296
23	1.423204023	4.464396449	1.079881676	3.387964947			0.783439640	2.470552915	1.053479435	3.316207142	0.980767110	3.281234660	0.882621015	3.103526705
24	1.107800935	3.478556139	0.982716225	3.075889846			0.952196130	2.994293900	0.895766226	2.819117902	0.906638255	2.857567133	1.008118840	3.321178961
25	1.106680049	3.474065017	1.177151268	3.692144332			0.958975466	3.017266911	1.113435483	3.503888211	0.924621167	2.903506414	0.993055084	3.305395687
26	0.961529788	3.018949101	1.238688061	3.881023893			0.991498426	3.119596830	1.177119941	3.703029701	0.889904821	2.665202881	0.955600938	3.073852260
27	1.012788369	3.184831064	1.314361355	4.120377319			1.210481751	3.812144174	1.291053795	4.059202863	0.442159849	1.716219578	1.047828920	3.270438878
28	0.854777015	2.684464642	1.483397128	4.651309358			1.373235200	4.325552235	1.288497134	4.052694648	0.787896740	2.476468973	1.215576118	3.732471106
29	1.259698123	3.956791794	1.616559431	5.070614973			0.944656593	2.972499584	1.479280383	4.655526522	0.769535079	2.553709035	1.057163359	3.159760160
30	0.880493209	2.766113913	1.789235941	5.616538059			0.771586529	2.427725887	1.262572228	3.973642871	0.715813825	2.251486157	1.177053525	3.850781638
31	0.997428747	3.139697435	1.720758191	5.401618777			0.824127182	2.593173618	1.368546297	4.308801691	0.649160036	2.107316949	1.270893666	4.168489980
32	1.621961913	5.089437443	1.651515461	5.183479788			0.916176696	2.882702228	1.278713082	4.025656540	0.751328325	3.215948515	1.165120930	3.576595634
33	2.234666438	7.010852944	1.915606221	6.013440719			1.548949124	4.879437160	1.416137681	4.457715866	2.151404274	7.240442129	1.278747612	4.000889699
34	1.438884585	4.518633862	1.501721609	4.710156756			0.999284198	3.141949236	1.373720081	4.321769732	1.011974880	3.254455500	1.180153969	3.599938919
35	1.094168448	3.438428791	1.562361581	4.903181934			0.979716754	3.082665812	1.522706297	4.790220947	0.912931487	2.887923511	1.315044852	4.089110125
36	1.268232836	3.984208968	1.541104923	4.828400633			1.150276991	3.616949817	1.595895127	5.021067499	1.017576662	3.161548746	1.305315850	3.819095675
37	1.247243870	3.916320353	1.553561635	4.868532359			2.849427495	8.978816393	1.504133784	4.732266306	1.694303097	5.175062194	1.386974457	4.104105579
38	1.914737691	6.014333740	1.575531933	4.939527269			2.132596523	6.722885295	1.617918527	5.091080360	1.365541750	4.296131195	1.295222648	3.773782089
39	1.495082268	4.697031680	1.724028930	5.405725785			1.295293269	4.076090170	1.658270540	5.218276317	1.166483188	3.589439387	1.316844881	4.011768898
40	1.314854452	4.133408482	1.639637896	5.141478750			1.231900773	3.874164363	1.591363753	5.005643601	1.131403274	3.545408033	1.417575212	4.299874718

速率	滿載						半載				空載			
	定速巡航		市區繞行		熱車停等		定速巡航		市區繞行		定速巡航		市區繞行	
Km/hr	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2
41	1.401457085	4.411726471	1.619630475	5.081966516			1.581293573	4.980019921	1.642083032	5.164106472	1.131339338	3.490285212	1.506182536	4.380457631
42	3.020092050	9.496672855	1.890295920	5.936973194			1.706848793	5.365785993	1.567305954	4.931056386	1.998596956	6.096051949	1.450695301	4.464808088
43	2.756162060	8.668868450	1.963316329	6.169620472			1.188559771	3.741497093	1.614411695	5.082991803	1.464972144	4.755728913	1.587872744	4.772153167
44	1.458950422	4.588160745	2.038150032	6.403765326			1.199309831	3.776810805	1.800316609	5.662164251	1.005441638	3.164194089	1.767151391	5.352335665
45	1.637684837	5.147607103	2.317847448	7.283418424			1.191376420	3.750137654	1.823047557	5.728585958	1.026624602	3.206757844	1.810846920	5.100098756
46	1.730680827	5.447008278					1.244101150	3.917738249			1.016254039	3.195811295	1.919674645	5.697329343
47	2.997366200	9.415393660					1.563453984	4.924417898			1.297009240	4.569200620		
48	1.277717751	4.010534369					1.439833722	4.523342388			1.581929885	5.829359665		
49	1.394997649	4.380649308					1.323083940	4.159889779			1.169072991	3.734120730		
50	1.445958983	4.542062625					1.291152503	4.059636466			1.229790749	3.855037567		
51	1.628277760	5.112469878					1.289468942	4.059417527			1.264979604	3.953294770		
52	2.369778940	7.459243500					2.135072880	6.733789430			1.367875750	5.361580180		
53	3.201947960	10.076215360					1.263443153	3.977936278			2.497038960	8.910384590		
54	1.614103776	5.054954985					1.481327817	4.661719396			1.390399630	4.382515550		
55	1.682479416	5.267102802					1.596926418	5.029011487			1.438672494	4.542194256		
56	1.784338534	5.596488265					1.719646146	5.411882381			1.469966867	4.561119847		
57	1.829341127	5.723555833					2.363744313	7.433684683			2.048759900	5.251021540		
58	1.928024108	6.039219208					1.895671992	5.967129852			2.408667765	7.926577980		
59	1.923804954	6.031908388					1.781776825	5.613652861			1.681568049	5.310537707		
60	2.008909505	6.303612102					1.867606891	5.882705262			1.664197606	5.252644363		
61	2.035350492	6.386777817					1.786757364	5.629638884			1.701100391	5.282488586		
62	3.500414580	10.976800340					1.946190096	6.125774170			2.076072333	6.862856597		
63	1.950822850	6.107105150					1.695227655	5.341895322			3.177391060	10.442508500		
64	2.299277373	7.197145570					1.819371718	5.733097955			1.549890870	4.944972524		

速率	滿載						半載				空載			
	定速巡航		市區繞行		熱車停等		定速巡航		市區繞行		定速巡航		市區繞行	
Km/hr	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2
65	2.375108586	7.448205957					1.907420491	6.006169375			1.743240842	5.495941462		
66	2.447985928	7.672810219					1.992878508	6.276045324			1.819103287	5.590113241		
67	3.616661400	11.376846480					1.988066893	6.269752733			1.942887624	6.235323676		
68	2.777495767	8.728728893					1.972221114	6.211161561			1.963965798	6.364864743		
69	2.378064653	7.456849394					2.050935209	6.454393697			1.946371020	6.217230093		
70	2.329755962	7.302688857					2.182813422	6.871136414			2.023868782	6.344626019		
71	2.197789659	6.885369669					2.274923916	7.159628215			2.214786051	6.800957148		
72	2.297777000	7.188068227					2.186724268	6.882577763			2.696850745	8.675136965		
73	1.964132450	6.142650630					2.137889484	6.727871875			3.065444753	9.754134687		
74	2.564318272	8.051209818					2.351581081	7.399854438			2.255963440	7.193371576		
75	2.583523424	8.110021407					2.388167214	7.515996123			2.400981715	7.537559960		
76	2.769862146	8.704307404					2.641338642	8.309213319			2.489022388	7.740655617		
77	1.601403600	5.024262190					2.796986025	8.789742276			2.197551820	7.605435940		
78	3.296038485	10.339701075					2.679208205	8.413327178			2.420942334	8.250032934		
79	3.171082600	9.946851941					2.748689571	8.636108286			2.413220206	7.709775176		
80	3.136434870	9.834257991					2.943269405	9.242788147			2.668799650	8.379259932		
81	3.030387267	9.498077706					2.769230854	8.696687204			2.756785354	8.593690977		
82	2.891336940	9.058987080					2.546641870	8.010533416			4.035208860	12.888229120		
83	3.888826130	12.212831710					2.961641291	9.326432787			3.387861340	10.401502497		
84	3.662702973	11.525711356					2.898356944	9.112966255			3.067103552	9.728590480		
85	3.624101890	11.403743999					3.204563047	10.082437425			3.248469527	10.156986320		
86	3.671921513	11.541217705					3.545259490	11.166833353			3.354003670	10.519115499		
87	3.890045320	12.208142260					3.555010566	11.194582458			2.042998700	6.971287870		
88	3.952856203	12.412397060					3.724649722	11.687093310			3.234418545	10.392827707		

速率	滿載						半載				空載			
	定速巡航		市區繞行		熱車停等		定速巡航		市區繞行		定速巡航		市區繞行	
Km/hr	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2	Fuel	CO2
89	4.055152205	12.713803563					3.699179823	11.616721916			3.562199722	11.297153565		
90	4.107698519	12.885916352					3.820238770	11.990414029			3.716957547	11.614540683		
91	4.409097267	13.825609861					4.081221970	12.807041279			3.891714049	11.961729675		
92	4.641115986	14.539161323					4.462519740	14.010457233			4.019576008	12.388681680		
93	3.751147190	11.755296380					3.569577275	11.220471800			3.942805280	12.524200410		
94	4.473924708	14.081311998					4.018015773	12.657510148			4.073610434	12.922969882		
95	4.602960146	14.480746736					4.494075884	14.151454847			4.426357722	13.914352097		
96	4.790518939	15.078767753					4.738156870	14.915981890			4.243214307	13.145349999		
97	6.769118167	21.320880580					4.598789584	14.487088980			4.117433846	13.304630197		
98	4.172885620	13.122179130					4.212068644	13.250814708			4.678249099	15.005091599		
99	5.271288839	16.584507087					4.498850626	14.149148905			4.737165692	14.999172193		
100	5.285703935	16.617394923					4.862315891	15.289601986			4.741654434	14.921434253		
101	5.703406451	17.933080006					5.309223993	16.688763860			4.873865547	15.272326824		
102							5.350504996	16.809945244			5.117082300	15.759424632		

註 1：本表資料內容滿載市區繞行 104/5/14、滿載定速巡航 104/5/15、滿載熱車停等 104/5/25、半載市區繞行 104/5/25、半載定速巡航 104/5/22、空載市區繞行 104/5/21、空載市區繞行 104/5/21 所蒐集之調查日期。

註 2：本表所提供之 CO_2 數值，為尾氣排放直接量測所得。事實上，尾氣排放之 CO 與 HC 將再經氧化轉化成 CO_2，與尾氣直接排放之 CO_2 合計，始為車輛的 CO_2 排放總量。

註 3：欄位空白處表示此道路類型未量測到此一速率下資料。

註 4：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。

資料來源：本計畫。

附錄 4.1.2　105 年模式建構資料庫

附表 4.1-2 各別速率下之 NV_F 對照表

單位：g/s

速率	國道速限 90~100						省縣道	
	正 1 度坡(G+1%)		平坡(G 0%)		負 1 度坡(G-1%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
V=0 &A=0			0.440570821	1.376678372			0.472841522	1.484375017
V=0 &A>0			0.462903060	1.448760800			0.551094348	1.730138366
1			0.563648120	1.766978820			0.614287897	1.928351336
2			0.963586020	3.025704360			0.698777560	2.193572793
3							0.726228866	2.279691762
4			1.532915240	4.812784760			0.836142632	2.622902487
5							0.945611773	2.960633957
6			1.984312260	6.223899180			1.109941496	3.467735879
7			2.385727980	7.474594140			1.251869142	3.904491145
8			2.254440960	7.066102850			1.246421407	3.855798033
9			1.619068930	5.065426130			1.409885839	4.322279564
10			3.062837353	9.582722247			1.528313409	4.664480413
11			0.653844640	2.044306780			1.455828352	4.464497084
12							1.479082853	4.558141071
13			1.231385500	3.808745040			1.525389190	4.720451742
14							1.395302279	4.301650666
15			2.509232600	7.460429940			1.665154690	5.068995869

速率	國道速限 90~100						省縣道	
	正 1 度坡(G+1%)		平坡(G 0%)		負 1 度坡(G-1%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
16							1.950981797	5.831205096
17			3.542690280	9.976687820			2.382111317	7.070936248
18							2.482349085	7.291202519
19			4.362100280	11.864328380			2.837850273	8.375187056
20							2.913238289	8.600647006
21							3.005937279	8.936537075
22			5.760762600	16.059686840			2.897059635	8.733192098
23							2.985008002	9.065528617
24			6.168682380	18.390319820			3.163490732	9.668459627
25							3.064794945	9.363670554
26							3.266296146	10.000050108
27			7.148879720	22.035400760			3.294404926	10.060083648
28			7.766586400	24.165289300			3.554647536	10.825441674
29			4.396003700	13.671909760			3.403158276	10.324135291
30			1.569454280	4.851681000			3.367457299	10.198671468
31			3.021439940	9.323574140			3.364877683	10.266116360
32							3.583599218	10.992854629
33			5.328906540	16.504355420			3.528013635	10.859149397
34							3.628558501	11.177441118
35			6.681210720	20.710738760			3.572289483	11.028241037
36							3.703478800	11.427296013
37			7.693219460	23.894768540			3.263181419	10.092252233

速率	國道速限 90~100						省縣道	
	正 1 度坡(G+1%)		平坡(G 0%)		負 1 度坡(G-1%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
38							3.566715572	11.052369188
39			1.979519800	6.024560980			3.545379264	10.978074991
40			3.137350700	8.811923435			3.521158737	10.860270448
41			1.586201120	5.192086720			3.747738796	11.523326725
42			4.224489840	12.426263830			3.898100008	11.916158061
43			5.774293947	18.170282747			3.545043141	10.912992635
44			7.546042400	20.667951824			3.832043477	11.863483899
45			6.406309697	17.566729427			3.876850415	12.044339769
46			10.258474740	30.922341088			3.854714153	11.994410901
47			9.413035003	29.187983109	12.135096740	37.938024900	3.756053375	11.692526725
48	3.416909140	8.828836640	11.012549646	33.644988300	12.840786360	40.242346180	3.720264572	11.594962599
49	4.264385451	14.087145582	8.764467953	28.500018282	7.713459410	24.199693790	3.893883358	12.152339891
50	7.934762997	25.414009928	7.237455588	26.296028070			3.581446151	11.205584549
51	8.182676310	25.568657109	10.467939626	32.065012616			3.663490068	11.457562716
52	8.671711428	26.688353875	10.002352458	31.294468318			3.904550226	12.193142151
53	6.766636208	20.190893518	11.656044856	37.691372179			3.942253475	12.300478783
54	5.271841580	11.504962295	12.008684859	37.750706840			3.944435790	12.288628905
55	6.106795233	14.926777227	11.203882168	35.147554881			4.236355107	13.203575617
56	6.027609210	16.733420328	10.786266740	33.895068214	0.705533120	2.142638780	4.723994855	14.754092014
57	9.577237915	30.948039915	10.029268164	31.197743816	2.917439420	8.684604920	4.702203799	14.698426281
58	9.330334227	28.267783020	10.795065714	33.545511232	5.125586860	15.342481620	4.430521638	13.844734098
59	7.972522266	23.624963223	11.482405008	32.480416332	3.117179170	9.311125270	5.000610403	15.603004423

速率	國道速限 90~100						省縣道	
	正 1 度坡(G+1%)		平坡(G 0%)		負 1 度坡(G-1%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
60	8.904582412	28.698631828	10.051460988	31.362715149	1.562658528	4.759623332	5.089073319	15.874314922
61	7.629968894	23.750492965	11.608534386	35.362414045	3.594631807	10.875517553	5.508589952	17.187637598
62	8.296165410	25.622765768	7.948546390	24.819009550	2.942995056	9.058034788	5.373788810	16.775832493
63	8.829904152	27.659015869	6.266190179	19.084505411	2.740335545	8.529983748	5.552389469	17.355712127
64	10.095155704	32.943138418	6.345186881	18.958005601	3.411239127	10.552754933	4.901809453	15.348524013
65	8.140434649	24.539776095	6.665803414	20.503859790	4.228530350	13.099986080	5.282750134	16.543326236
66	9.289494152	29.254182543	5.870974389	18.527957648	3.582371030	11.153992215	5.007101371	15.699479206
67	10.493555738	33.007511576	6.046321866	19.474710642	5.122911685	15.808543305	5.069628588	15.897865420
68	9.729161146	30.766725087	6.772900364	21.306218309	1.007460083	2.304565942	5.873754185	18.431190834
69	11.170209636	35.219877436	6.880129668	21.889872343	1.869273138	5.483195620	6.280481112	19.683760859
70	9.977100264	30.746257257	7.077896061	22.329761896	2.728801471	8.549221738	6.305885855	19.768886441
71	9.904928539	31.011461812	7.556246736	23.385397907	3.224006552	9.564871570	6.682217525	20.959173621
72	11.471298940	36.024389758	7.294894476	22.481996918	0.974606803	3.914983471	6.854318892	21.513371096
73	8.129830221	25.458984554	6.773525152	21.496837889	2.510915904	8.386981767	6.384613175	20.044649764
74	8.262186113	26.236831535	6.935057993	21.577060214	3.126171849	10.404335386	7.136858785	22.413994002
75	9.934217369	31.638026184	6.991732424	21.947654830	3.886786670	13.140827287	6.752754710	21.211834294
76	9.574254466	30.047230400	6.618360013	20.385762795	3.766993739	11.971863556	7.469023989	23.460124002
77	9.617770727	30.401868335	6.175084580	19.418744895	4.095523525	13.687733477	7.018155608	22.055144077
78	9.060651329	27.981967264	7.123912142	22.046465226	4.100904925	13.122690619	7.193870620	22.611439417
79	9.146904736	28.632245012	7.006497579	21.931992146	4.809413414	15.696631627	9.475343934	29.776468950
80	10.635208831	33.590634852	7.038300055	21.945154051	5.376439745	16.629877866	10.986182417	34.497038717
81	11.042518971	34.558458346	6.721218519	21.265529859	4.806131448	14.744354449	12.113908200	38.059655760

速率	國道速限 90~100						省縣道	
	正 1 度坡(G+1%)		平坡(G 0%)		負 1 度坡(G-1%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
82	10.008523829	31.617075064	6.797030337	21.530343394	4.629424457	14.001883881		
83	10.709338200	33.288887666	6.888741327	21.603324595	5.145449350	15.854156665		
84	9.874334604	31.090913811	7.107370806	22.089204052	5.163323965	16.004321899		
85	9.689836316	30.513815219	6.655195431	20.767784007	5.760494280	18.343029994		
86	9.784112093	30.888883985	6.741739839	21.196471572	5.424082054	16.526806714		
87	9.600283087	30.240659633	7.000558668	21.909855676	5.288790287	16.610550274		
88	9.473710392	29.601889591	6.915789695	21.815859425	4.882478430	15.517376572		
89	9.272876422	29.119788935	7.514138973	23.723516576	6.213390516	19.606451155		
90	10.020262506	31.279232173	7.821500362	24.686631234	5.880868444	18.450242888		
91	9.511899479	29.959294424	7.625895246	23.987883049	6.293329522	19.688976706		
92	9.355211744	29.208226591	7.719480825	24.438507173	5.765953873	18.203062405		
93	9.765873441	30.856175190	8.213702945	25.851050232	5.494295273	17.389094083		
94	8.603598537	27.249389316	8.427622147	26.531369103	5.958699755	19.295408449		
95	8.948842318	28.341774667	8.466386230	26.786800368	6.678442501	21.037238002		
96	9.900949158	31.249737588	8.949483206	28.144910277	4.975857664	15.549490883		
97	11.060073473	34.339887591	8.916302431	28.205194632	5.446379936	17.229388450		
98	12.338494893	38.798600909	8.853503417	27.996273737	6.145926614	20.190673795		
99	12.414695942	39.201364041	9.944403235	31.633520468	8.582328410	27.062587053		
100	12.070429773	38.774599516	9.555057923	30.108978912	4.966744349	15.716230881		
101	12.382032303	40.021659647	10.527287271	33.657646162	5.212830950	16.428713950		
102			11.377522831	35.949291267	5.498685774	16.549659316		
103			9.613075566	30.592108842	5.740132116	17.807620353		

速率	國道速限 90~100						省縣道	
	正 1 度坡(G+1%)		平坡(G 0%)		負 1 度坡(G-1%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
104			11.574621473	37.232520148	4.944896180	16.660434441		
105			9.308326027	28.642134794	7.737590555	24.311397690		
106			7.850656137	25.114658095	8.819646460	27.569188680		
107			7.208956725	23.182296226	8.788041873	27.716898487		
108			7.414700167	22.913762552	7.377869120	25.833819470		

註 1：本表資料內容為本計畫於 5/25、5/27、5/30、5/31、6/1 所蒐集之資料。

註 2：本表所提供之 CO_2 數值，為尾氣排放直接量測所得。事實上，尾氣排放之 CO 與 HC 將再經氧化轉化成 CO_2，與尾氣直接排放之 CO_2 合計，始為車輛的 CO_2 排放總量。

註 3：欄位空白處表示此道路類型未量測到此一速率下資料。

資料來源：本計畫。

附表 4.1-3 各別速率下之 NV_F 對照表

單位：g/s

速率	國道速限 90~100							
	正 3 度坡(G+3%)		正 2 度坡(G+2%)		負 2 度坡(G-2%)		負 3 度坡(G-3%)	
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
V=0 &A=0								
V=0 &A>0								
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12					0.460403420	1.451794220		
13					0.459387120	1.448517110		
14					0.467463360	1.474402660		
15					0.459861680	1.449789180		
16					0.490284600	1.546667460		
17								

速率	國道速限 90~100							
	正 3 度坡(G+3%)		正 2 度坡(G+2%)		負 2 度坡(G-2%)		負 3 度坡(G-3%)	
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
18					0.475089940	1.497552820		
19					0.688599820	2.151792050		
20								
21								
22					1.506306080	4.418603110		
23								
24					4.518909920	12.990502360		
25					0.493553360	1.555941400		
26								
27					2.677969400	8.222921380		
28					2.458450128	7.658387636		
29					3.642755523	11.406699753		
30					1.359531774	4.278381731		
31					2.402131357	7.542546503		
32					0.861888820	2.692331260		
33	4.045374080	12.437263107			2.471466170	7.616503520		
34	7.112848433	20.948027100			0.567565400	1.788021413		
35	6.029921935	18.051208085			2.968391360	9.187086312		
36	7.565760630	23.127523137	5.442087340	11.595006480	1.766169075	5.529903415		
37	6.357620125	17.535094765	7.199682800	17.097953040	6.278799907	19.590758827		
38	8.324599943	25.844318546	9.488241480	25.164677430	6.100206200	19.062835700		
39	7.090462567	21.395564693	12.034989540	31.911874000	5.822968580	18.089403730		

速率	國道速限 90~100							
	正 3 度坡(G+3%)		正 2 度坡(G+2%)		負 2 度坡(G-2%)		負 3 度坡(G-3%)	
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
40	9.306609358	27.911974614	14.106944460	37.827429940	1.343805900	4.218557600		
41	11.900210341	37.109883394	15.830710960	44.321921520	1.776948440	5.597030840		
42	10.841509213	33.789313748	9.838946380	30.427001157	9.292907900	28.719212740		
43	8.830261575	26.715545743	9.113877040	28.378489615	4.352616480	13.667782220		
44	8.665100073	27.082063679	11.914880340	39.146735277	5.580544500	17.432254687		
45	9.721044662	30.100899415	11.113197534	34.962977686				
46	12.113812602	37.984877624	9.903817880	31.734638860	1.268513800	4.002283520		
47	13.117597764	41.225943309	12.289896303	38.411398351	2.828911340	8.876447860		
48	11.851854669	36.857299262	10.888545054	33.913653347	3.002547760	9.408083640		
49	12.583006661	39.770534813	11.301184826	35.197127911	1.421413480	4.468774600		
50	12.382954874	38.860532668	11.989138643	36.926602828	1.910263240	6.018639460		
51	11.575098680	36.342781244	11.732008278	36.712370165	2.743651490	8.633754540		
52	11.580381682	36.759075478	13.248948474	41.265971926	0.619212740	1.950208460		
53	9.658805258	30.978011508	6.944978175	25.941910900				
54	10.230338452	32.061835989	6.447353756	23.083387100	6.185176233	19.351894147		
55	10.812912269	34.028751668	9.232612775	29.405341245	3.499973305	10.912714165		
56	10.390728658	32.967637191	8.500826807	27.738163876	4.538212965	10.756327240		
57	10.601207332	33.040506781	10.638675071	32.696447083	2.754542800	4.467730690		
58	12.555801651	39.658125331	11.827589793	36.742080410	1.471503920	3.451492920		
59	12.972025048	40.994929234	11.559237483	36.338820154	2.893697440	8.952134040		
60	12.598423335	39.803655716	13.121479503	41.867408749	3.056414860	10.913382430		
61	12.777244979	40.325540803	13.225694592	41.561667542				

速率	國道速限 90~100							
	正 3 度坡(G+3%)		正 2 度坡(G+2%)		負 2 度坡(G-2%)		負 3 度坡(G-3%)	
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
62	11.464706264	36.087799297	13.648095283	42.530478732	4.131144450	16.288631550		
63	12.780775881	40.199566887	11.017811676	34.571554387	6.566100120	20.530060200		
64	12.502691689	39.365877575	10.970363854	33.989729390	4.250459240	19.870125180	0.045454670	0.121512430
65	12.047856627	36.644098927	11.660767891	36.463574415	4.233357560	13.297530080	0.038146340	0.110431733
66	13.024241681	41.491130646	10.828529811	33.636945501	4.150409952	13.328027824	0.047154040	0.123788700
67	12.894911122	41.001275826	12.292389470	38.069155549	5.199521525	15.193383905	0.040084040	0.141133080
68	12.642993600	39.879227395	11.987933897	37.208602542	8.302509216	25.620679076	0.043725770	0.112760270
69	12.858045474	40.236725348	11.011152824	34.392335731	9.265933706	28.224789843	0.039482800	0.126836550
70	12.897188313	40.580633892	11.336117873	36.193113695	11.439916030	36.402587420	0.048233210	0.142267995
71	12.615039159	39.973704113	10.696720699	33.936449655	10.176798756	29.938764332	0.701195531	2.199715211
72	12.490147674	40.073882126	8.829549015	28.402133455	8.248842984	21.661097092	1.235910707	3.873293960
73	12.181201295	38.359820046	10.211529565	32.355643384	6.646283643	19.755563160	1.155420520	3.626999100
74	12.607129447	39.127246908	11.591550833	36.516314222	5.353144660	17.996659471	0.616418454	1.917661423
75	11.656093275	36.528961274	12.756783390	39.972766907	4.093975600	13.507797739	0.377621840	1.174927812
76	12.959917460	41.216211758	13.261079444	41.422609028	3.689877980	11.409787877	0.350669760	1.073166575
77	12.842348497	40.790753162	12.204916975	38.157846376	5.180115668	15.264987986	0.413979224	1.326586064
78	12.581423960	40.443593302	11.675336851	36.406109129	3.844052652	11.851749183	0.262464285	0.825778310
79	13.833915190	43.210312350	12.410951891	39.139942086	5.581100925	17.426339866	0.523965933	1.660041922
80	12.712660752	39.309277978	11.855938491	37.481411488	5.410312160	16.977080799	0.459418398	1.410450799
81	12.646881580	40.589764190	11.943151717	37.682722751	6.059444629	19.657550490	1.140241049	3.461448474
82	13.579878693	42.775335135	11.599815440	36.556696472	5.189703798	14.781415118	0.607741335	1.759140163
83	13.571152146	43.140340487	11.561973454	36.478191647	5.684055771	18.363511046	0.713189941	2.272136210

速率	國道速限 90~100							
	正 3 度坡(G+3%)		正 2 度坡(G+2%)		負 2 度坡(G-2%)		負 3 度坡(G-3%)	
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
84	12.763212430	40.380270333	11.428766011	35.603542058	5.198854545	17.264407214	0.551770375	1.598774460
85	12.609520892	39.752977132	10.404700626	32.641780163	3.136156003	9.443775931	0.455730144	1.483801723
86	13.281847739	40.779517619	11.472301095	36.017142623	4.359296717	13.872116455	0.701589617	2.403395791
87	12.115231138	36.780999620	10.284216048	32.167650240	3.487037471	10.813747648	1.320647348	5.266303380
88	12.928348014	40.373304310	10.882489368	34.218540503	2.527459760	8.996895060	2.583962500	8.999306027
89	14.037656275	44.281016581	11.345383953	35.861307598	3.607846730	11.661533293	0.494325075	1.713787859
90	14.094870603	44.281357248	11.414763398	35.145927884	4.134154857	12.352883520	1.019146438	3.555836467
91	13.255417136	41.677924815	11.495229344	36.357215644	3.678166988	11.858811775	0.982260846	3.423431817
92	12.186201945	38.331184391	9.432197903	29.578628330	3.617771310	11.836139229	0.899162504	2.322235469
93	12.933371449	40.308856270	8.246299350	25.753588146	2.151642963	6.753024102	1.991957419	6.036905033
94	14.389381079	44.350205502	11.039309018	35.577439196	2.249333440	7.371378089	0.908394690	3.001051532
95	11.635908250	36.594785909	8.201573447	25.967349573	1.849719639	6.160182858	2.789024046	8.928021744
96	13.237782254	41.642057337	11.181778183	35.572080446	1.257937981	3.806637943	3.842960633	12.276618695
97	14.229685020	44.694403087	7.728032883	24.283380653	2.163865642	6.520769422	0.353013600	1.115085100
98	15.003834027	47.125864647	7.978008920	25.074516320	0.976939801	3.359956880	0.509960084	1.606592412
99	14.854927080	46.667321000	14.796427340	46.537509140	1.722713347	5.533122243	1.390556808	4.362551984
100			14.267900850	44.869046862	2.007036289	6.763987475	2.908250371	9.123892674
101			14.359750412	45.154021456	2.421885532	7.925902805	3.048747608	8.513268460
102			14.206553020	44.532716565	14.804009460	46.514874260	6.284733100	16.778284856
103			14.070108320	44.492061610	3.237725260	29.433350740	5.804786640	16.055034587
104			14.266596500	45.305645750	9.356061640	45.536827860	5.918456750	16.394680635
105			14.587992580	45.915306870	14.845903120	47.785643770	10.807570110	31.465564215

速率	國道速限 90~100							
	正 3 度坡(G+3%)		正 2 度坡(G+2%)		負 2 度坡(G-2%)		負 3 度坡(G-3%)	
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
106					15.239533420	47.858783720	0.353013600	1.115085100
107							0.353013600	1.115085100

註 1：本表資料內容為本計畫於 5/25、5/27、5/30、5/31、6/1 所蒐集之資料。

註 2：本表所提供之 CO_2 數值，為尾氣排放直接量測所得。事實上，尾氣排放之 CO 與 HC 將再經氧化轉化成 CO_2，與尾氣直接排放之 CO_2 合計，始為車輛的 CO_2 排放總量。

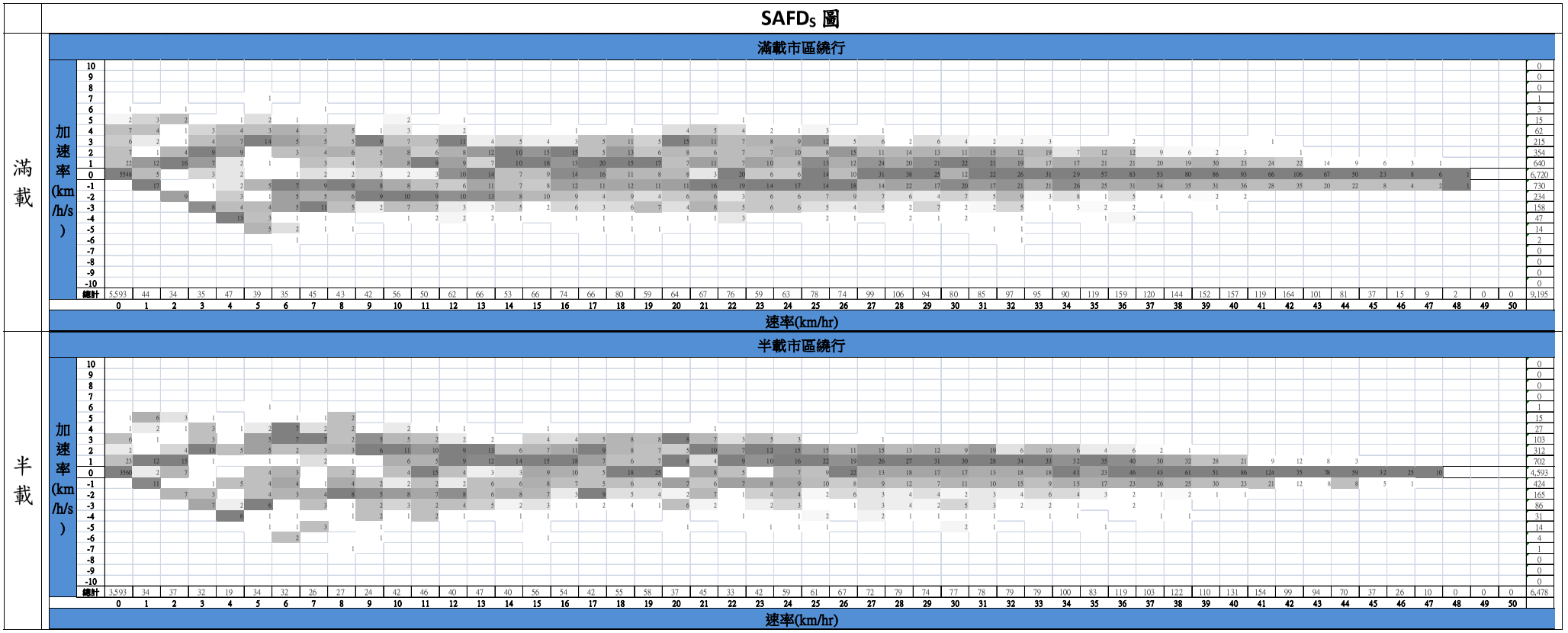
註 3：欄位空白處表示此道路類型未量測到此一速率下資料。

資料來源：本計畫。

附錄 4.2 實驗速率、加速率及樣本分布圖(SAFDs 圖)

附錄 4.2.1 104 年模式建構資料庫

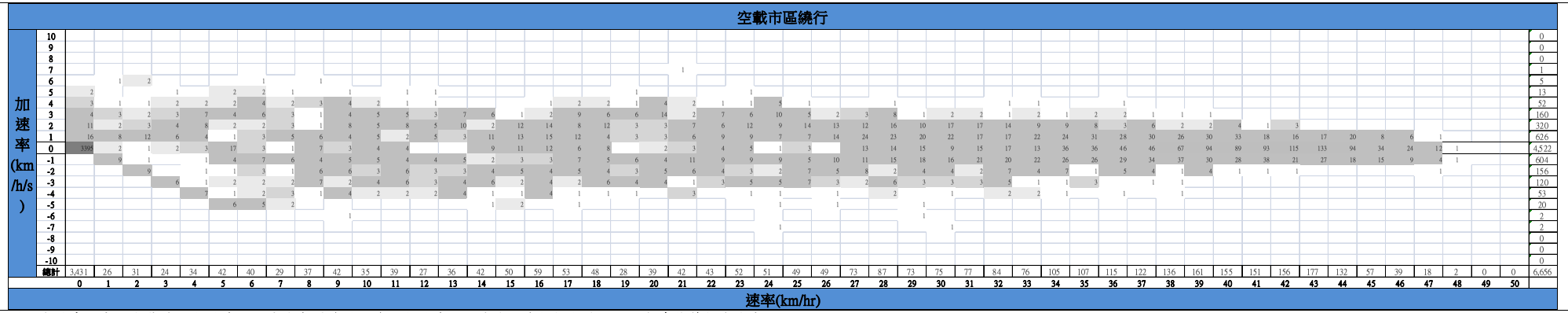
附表 4.2-1 市區繞行道路實驗之 SAFDs



附表 4.2-1 市區繞行道路實驗之 SAFDs(續)

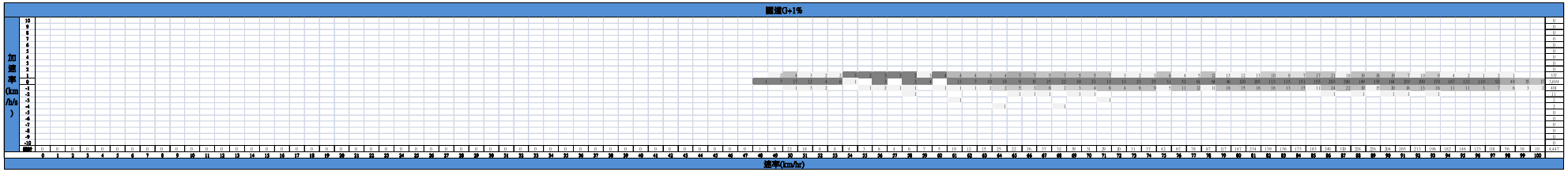
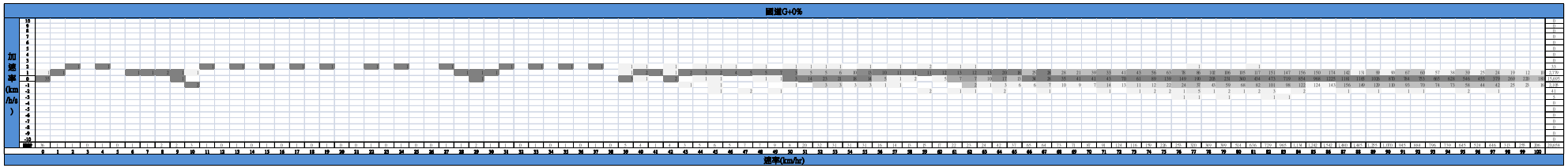
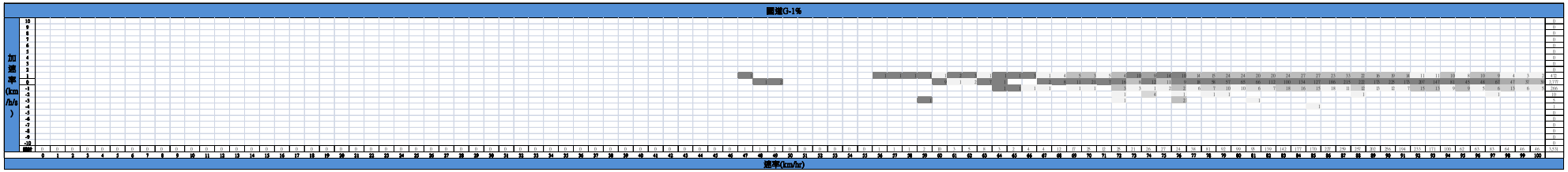
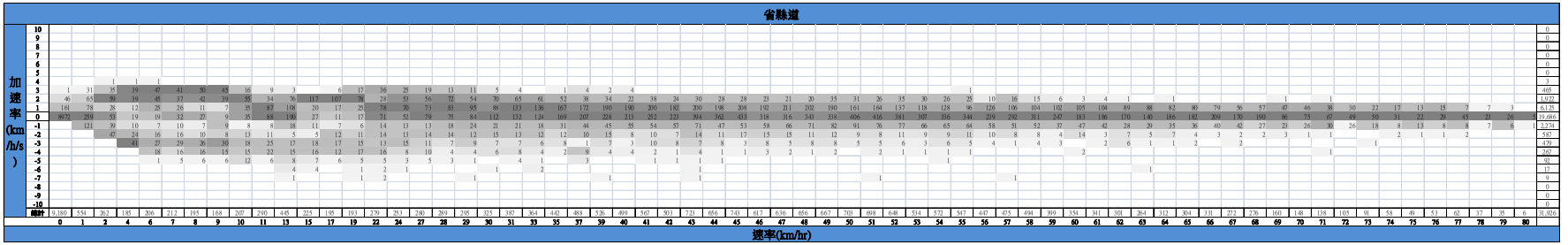
空載

SAFDs 圖



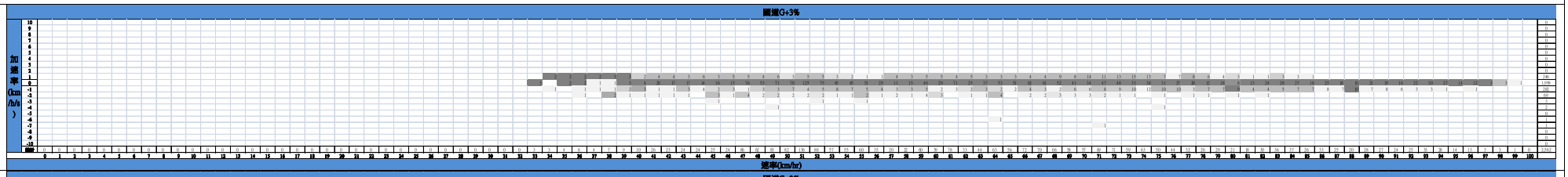
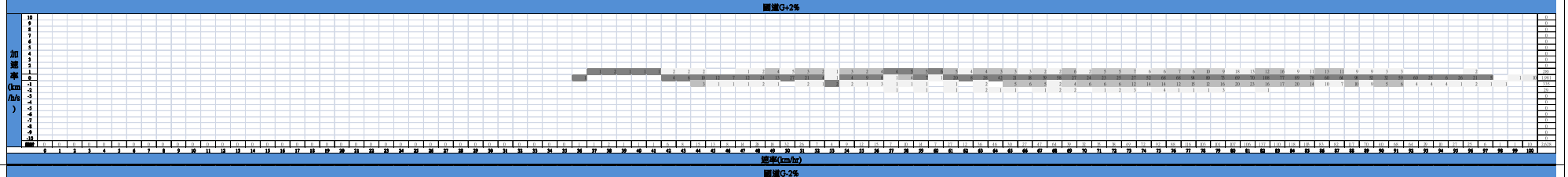
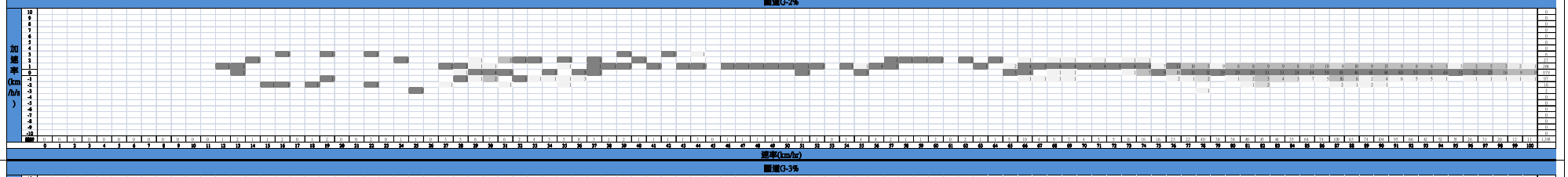
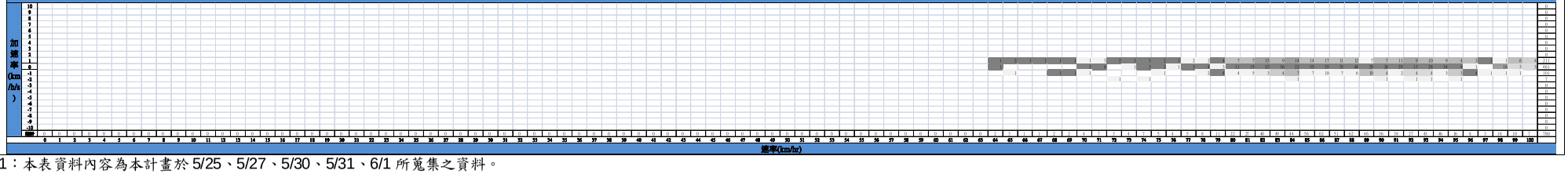
註 1：本計畫只表示各載重之市區繞行加減速率關係圖，係因市區繞行加減速行為相較定速巡航及熱車停等較有代表性。
註 2：圖內資料內容為本計畫於 104/5/14、5/21、5/25 所蒐集之資料。
註 3：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
資料來源：本計畫。

附表 4.2-2 道路實驗之 SAFDs

道路類型	SAFDS 圖
國道 G+1%	
國道 G 0%	
國道 G-1%	
省縣道	

註 1：本表資料內容為本計畫於 5/25、5/27、5/30、5/31、6/1 所蒐集之資料。
資料來源：本計畫。

附表 4.2-2 道路實驗之 SAFDs (續)

道路類型	SAFDs 圖
國道 G+3%	
國道 G+2%	
國道 G-2%	
國道 G-3%	

註 1：本表資料內容為本計畫於 5/25、5/27、5/30、5/31、6/1 所蒐集之資料。
資料來源：本計畫。

附錄 4.3.1　104 年模式建構資料庫

附表 4.3-1 實驗大貨車行駛狀態之能耗、各排放物統計量

單位：g/s

道路類型		滿載		半載		空載	
實驗項目		定速巡航	市區繞行	定速巡航	市區繞行	定速巡航	市區繞行
FUEL	樣本數	7326	3602	8502	2885	8569	3225
	平均值	2.150669108	1.314704024	1.868002559	1.232048906	1.676614920	1.142791754
	標準差	1.443455284	1.059932899	1.282281857	0.796627170	1.195099430	0.769285322
CO_2	樣本數	7326	3602	8502	2885	8569	3225
	平均值	6.754542984	4.123789865	5.875367009	3.876477149	5.276535925	3.568672099
	標準差	4.536641494	3.332647371	4.033097133	2.507046178	3.769530347	2.432171949
CO	樣本數	7326	3602	8502	2885	8569	3225
	平均值	0.026278155	0.019319993	0.01712385	0.010737703	0.013427086	0.012790032
	標準差	0.019861501	0.015216375	0.015443071	0.008751056	0.021858798	0.008749161
THC	樣本數	7326	3602	8502	2885	8569	3225
	平均值	0.000245811	0.000259447	0.000349632	0.000211717	0.000481861	0.000540140
	標準差	0.000213221	0.000309737	0.000373071	0.000459869	0.000425857	0.000423548
NO_X	樣本數	7326	3602	8502	2885	8569	3225
	平均值	0.012943003	0.019181159	0.008981825	0.014718379	0.007672388	0.011494215
	標準差	0.010746139	0.021081222	0.006536740	0.013881989	0.006059621	0.010748141

註1：本表所提供之排放數值，為尾氣排放直接量測所得。事實上，尾氣排放之CO與HC將再經氧化轉化成CO_2，與尾氣直接排放之CO_2合計，始為車輛的CO_2排放總量。

註2：本表資料內容滿載市區繞行104/5/14、滿載定速巡航104/5/15、滿載熱車停等104/5/25、半載市區繞行104/5/25、半載定速巡航104/5/22、空載市區繞行104/5/21、空載市區繞行104/5/21所蒐集之調查日期。

註3：本計畫定義之滿載為100%核定車重(11公噸)、半載為78%核定車重、空載為55%核定車重。

資料來源：本計畫。

附表 4.3-2 實驗大貨車啟動狀態之能耗、各排放物統計量

單位：g/s

道路類型		滿載	半載	空載
實驗項目		市區繞行	市區繞行	市區繞行
FUEL	樣本數	45	33	36
	平均值	0.251167422	0.260880387	0.241254106
	標準差	0.049482746	0.076416075	0.040172671
CO_2	樣本數	45	33	36
	平均值	0.784674692	0.820713854	1.059243536
	標準差	0.154314495	0.240381345	0.237201393
CO	樣本數	45	33	36
	平均值	0.005896469	0.003843362	0.003931106
	標準差	0.003621223	0.002888622	0.002360992
THC	樣本數	45	33	36
	平均值	0.000172456	0.000050831	0.000226655
	標準差	0.000572314	0.000047826	0.000158926
NO_X	樣本數	45	33	36
	平均值	0.012749612	0.013683012	0.010727252
	標準差	0.002339698	0.004904861	0.001450751

註1：本表所提供之排放數值，為尾氣排放直接量測所得。事實上，尾氣排放之CO與HC將再經氧化轉化成CO_2，與尾氣直接排放之CO_2合計，始為車輛的CO_2排放總量。

註2：本表資料內容滿載市區繞行104/5/14、滿載定速巡航104/5/15、滿載熱車停等104/5/25、半載市區繞行104/5/25、半載定速巡航104/5/22、空載市區繞行104/5/21、空載市區繞行104/5/21所蒐集之調查日期。

註3：本計畫定義之滿載為100%核定車重(11公噸)、半載為78%核定車重、空載為55%核定車重。

資料來源：本計畫。

附表 4.3-3 實驗大貨車停等狀態之能耗、各排放物統計量

單位：g/s

道路類型		滿載		半載	空載
實驗項目		市區繞行	熱車停等	市區繞行	市區繞行
FUEL	樣本數	5548	5403	3560	3395
	平均值	0.217676691	0.234603892	0.221020603	0.211318424
	標準差	0.020059443	0.013636582	0.042281188	0.024898757
CO_2	樣本數	5548	5403	3560	3395
	平均值	0.679000258	0.734549491	0.693220102	0.661224695
	標準差	0.062142161	0.042650202	0.132614637	0.078698047
CO	樣本數	5548	5403	3560	3395
	平均值	0.005484404	0.003601701	0.003241902	0.004224283
	標準差	0.003379188	0.001569939	0.001932085	0.002012737
THC	樣本數	5548	5403	3560	3395
	平均值	0.000087069	0.000377787	0.000052160	0.000183698
	標準差	0.000111090	0.000153489	0.000051698	0.000116392
NO_X	樣本數	5548	5403	3560	3395
	平均值	0.011700475	0.011492203	0.011073385	0.010259698
	標準差	0.001420620	0.000622691	0.002572169	0.001211513

註1：本表所提供之排放數值，為尾氣排放直接量測所得。事實上，尾氣排放之CO與HC將再經氧化轉化成CO_2，與尾氣直接排放之CO_2合計，始為車輛的CO_2排放總量。

註2：本表資料內容滿載市區繞行104/5/14、滿載定速巡航104/5/15、滿載熱車停等104/5/25、半載市區繞行104/5/25、半載定速巡航104/5/22、空載市區繞行104/5/21、空載市區繞行104/5/21所蒐集之調查日期。

註3：本計畫定義之滿載為100%核定車重(11公噸)、半載為78%核定車重、空載為55%核定車重。

資料來源：本計畫。

附錄 4.3.2　105 年模式建構資料庫

附表 4.3-4 實驗大貨車行駛狀態之能耗、各排放物統計量

單位：g/s

實驗項目＼道路類型		國道速限 90~100			省縣道
		正 1 度坡(G+1%)	平坡(G 0%)	負 1 度坡(G-1%)	
FUEL	樣本數	4,447	20,586	3,531	27,416
	平均值	0.31697940	0.28239018	0.21362775	3.57002394
	標準差	0.15260213	0.17600408	0.15643552	3.06149066
CO_2	樣本數	4,447	20,586	3,531	27,416
	平均值	30.62992085	23.50478125	16.75001715	11.06439352
	標準差	12.11154356	12.29837419	12.07360480	9.51336599
CO	樣本數	4,447	20,586	3,531	27,416
	平均值	0.10799522	0.08324173	0.06376892	0.13781470
	標準差	0.07258056	0.07699014	0.08030607	0.22832501
THC	樣本數	4,447	20,586	3,531	27,416
	平均值	0.00111652	0.00098138	0.00069705	0.00042579
	標準差	0.00056625	0.00078213	0.00045900	0.00034526
NO_X	樣本數	4,447	20,586	3,531	27,416
	平均值	0.31697940	0.28239018	0.21362775	0.15373262
	標準差	0.15260213	0.17600408	0.15643552	0.10489503

註 1：本表資料內容為本計畫於 5/25、5/27、5/30、5/31、6/1 所蒐集之資料。
資料來源：本計畫。

附表 4.3-5 實驗大貨車停等狀態之能耗、各排放物統計量

單位：g/s

實驗項目＼道路類型		國道速限 90~100			省縣道
		正 1 度坡(G+1%)	平坡(G 0%)	負 1 度坡(G-1%)	
FUEL	樣本數	0	35	0	8972
	平均值	-	0.44057082	-	0.47284152
	標準差	-	0.02221062	-	0.20038282
CO_2	樣本數	0	35	0	8972
	平均值	-	1.37667837	-	1.48437502
	標準差	-	0.06649321	-	0.62910352
CO	樣本數	0	35	0	8972
	平均值	-	0.00894583	-	0.00607925
	標準差	-	0.00226826	-	0.00302318
THC	樣本數	0	35	0	8972
	平均值	-	0.00049716	-	0.00011928
	標準差	-	0.00008491	-	0.00006655
NO_X	樣本數	0	35	0	8972
	平均值	-	0.03311319	-	0.04105764
	標準差	-	0.00083623	-	0.01807655

註 1：本表資料內容為本計畫於 5/25、5/27、5/30、5/31、6/1 所蒐集之資料。
資料來源：本計畫。

附表 4.3-6 實驗大貨車起動狀態之能耗、各排放物統計量

單位：g/s

實驗項目＼道路類型		國道速限 90~100			省縣道
		正 1 度坡(G+1%)	平坡(G 0%)	負 1 度坡(G-1%)	
FUEL	樣本數	0	1	0	208
	平均值	-	0.46290306	-	0.55109435
	標準差	-	-	-	0.16011619
CO_2	樣本數	0	1	0	208
	平均值	-	1.44876080	-	1.73013837
	標準差	-	-	-	0.50284877
CO	樣本數	0	1	0	208
	平均值	-	0.00790528	-	0.00854874
	標準差	-	-	-	0.00365837
THC	樣本數	0	1	0	208
	平均值	-	0.00053752	-	0.00011626
	標準差	-	-	-	0.00007555
NO_X	樣本數	0	1	0	208
	平均值	-	0.03500916	-	0.05006348
	標準差	-	-	-	0.02388355

註 1：本表資料內容為本計畫於 5/25、5/27、5/30、5/31、6/1 所蒐集之資料。
資料來源：本計畫。

附錄 4.3.3　105 年坡度觀察資料庫

附表 4.3-7 實驗大貨車行駛狀態之能耗、各排放物統計量

單位：g/s

實驗項目＼道路類型		國道速限 90~100			
		正 3 度坡 (C1 G+3%)	正 2 度坡 (C1 G+2%)	負 2 度坡 (C1 G-2%)	負 3 度坡 (C1 G-3%)
FUEL	樣本數	2,562	2,642	1,425	804
	平均值	12.18871869	11.38711925	3.79768565	1.18510056
	標準差	3.12641869	3.75476625	4.10541160	2.87880078
CO_2	樣本數	2,562	2,643	1,425	804
	平均值	38.32413239	35.75665401	11.97483946	3.83231183
	標準差	9.85083704	11.81237264	12.91086171	9.09427144
CO	樣本數	2,562	2,643	1,425	804
	平均值	0.12776536	0.12211929	0.04706796	0.01626509
	標準差	0.04581054	0.05508081	0.07464302	0.04615426
THC	樣本數	2,562	2,562	1,425	804
	平均值	0.00109675	0.00109675	0.00073649	0.00069684
	標準差	0.00034173	0.00034173	0.00055623	0.00079770
NO_X	樣本數	2,562	2,643	1,425	804
	平均值	0.36615787	0.35124715	0.13746457	0.05100301
	標準差	0.15815043	0.20340282	0.13555385	0.11361054

註 1：本表資料內容為本計畫於 5/25、5/27、5/30、5/31、6/1 所蒐集之資料。
資料來源：本計畫。

附錄 5　實驗資料 5 月 26 日之相關數據分析

附錄 5 實驗資料 5/26 之相關數據分析

附錄 5.1 實驗數據觀察

2016/05/26 進行國道實測項目時，於回程發現排氣管與流量計中間連接矽膠套破裂，為確認 5/26 蒐集資料可用性，特別觀察 5/26 與其他日期執行國道蒐集數據進行比較，觀察項目包含各坡度之油耗率、碳排放率、溫度、排氣壓力、流量、速率分布趨勢等。

1. 分坡能耗率資料

觀察實驗期間分坡 OBS 能耗率，以平均值來看，北上旅次中 5/26 蒐集之實測資料與其他實驗日並無差異；但 5/26 南下旅次各坡度之 OBS 能耗率平均值均略低於其他 3 個實驗日，見附表 5.1-1、5.1-2。

附表 5.1-1 實驗期間北上旅次分坡 OBS 能耗率(g/s)詳細數據

項目	05/26 北上							
	樣本數	最小值	Q1	Q2	Q3	最大值	平均值	變異數
G+3%	486	0.0000	10.7061	11.7552	13.0206	16.1198	11.1208	7.8743
G+2%	264	0.0000	9.2034	11.2759	12.8109	15.5193	10.3462	12.2983
G+1%	953	0.0000	6.2750	8.6151	11.6783	14.6679	8.5004	13.6340
G 0%	3,758	0.0014	2.3029	6.4552	9.8666	16.1198	6.6678	18.8491
G-1%	1,069	0.0000	0.4247	0.5511	3.3110	14.1075	2.1989	8.9526
G-2%	382	0.0000	0.0445	0.4408	2.5920	13.4318	1.8819	8.7443
G-3%	118	0.0000	0.0258	0.0352	0.0565	13.3307	0.8272	5.8681

項目	05/30 北上							
	樣本數	最小值	Q1	Q2	Q3	最大值	平均值	變異數
G+3%	392	0.0000	7.9748	9.8808	13.9471	15.9769	10.4671	11.4334
G+2%	288	0.0000	7.1093	11.4832	13.8310	16.0015	10.2012	15.7344
G+1%	849	0.0000	5.7654	8.9952	12.7330	15.7241	8.8985	17.6116
G 0%	3,664	0.0043	2.8872	7.0037	10.6229	16.5521	7.0636	21.6888
G-1%	479	0.0000	0.3530	2.4850	5.3821	15.9921	3.7192	15.0863
G-2%	290	0.0000	0.0580	0.3530	2.9043	16.2463	2.0482	10.1582
G-3%	208	0.0000	0.0555	0.3530	0.3530	10.0255	0.4641	1.0790

項目	05/31 北上							
	樣本數	最小值	Q1	Q2	Q3	最大值	平均值	變異數
G+3%	467	0.0000	11.9176	13.6836	14.3119	16.7589	12.2543	12.0192
G+2%	272	0.0000	7.3833	11.4563	13.7073	15.8307	10.2429	15.3550
G+1%	815	0.0000	6.8465	10.0799	13.4941	16.8221	9.7290	15.5544
G 0%	3,457	0.0096	4.1185	7.6855	11.9177	18.1363	7.6183	21.9443
G-1%	439	0.0000	0.2952	3.9399	6.2806	15.1636	4.2135	15.0981
G-2%	328	0.0000	0.0444	0.9854	4.7718	15.8638	3.0494	16.9546
G-3%	139	0.0000	0.0361	0.0444	0.0710	12.9398	0.8772	6.1291

項目	06/01 北上							
	樣本數	最小值	Q1	Q2	Q3	最大值	平均值	變異數
G+3%	469	0.0000	11.3187	13.2835	14.3223	16.9157	12.1583	10.0532
G+2%	256	0.0000	8.4435	12.0182	13.6351	15.6672	10.7066	12.2463
G+1%	890	0.0000	6.6827	9.1657	11.8514	15.5020	9.1906	11.0382
G 0%	3,412	0.0241	4.8088	7.3841	10.7836	17.8379	7.1260	15.8958
G-1%	388	0.0000	2.9759	5.3521	7.3235	15.8016	5.4598	12.9793
G-2%	287	0.0000	0.5601	3.0293	6.1881	15.9500	4.3129	18.3842
G-3%	84	0.0000	0.0444	0.0553	3.6314	13.7179	2.0749	10.6877

資料來源：本計畫。

附表 5.1-2 實驗期間南下旅次分坡 OBS 能耗率(g/s)詳細數據

項目	05/26 南下							
	樣本數	最小值	Q1	Q2	Q3	最大值	平均值	變異數
G+3%	407	0.0000	8.4397	10.7294	12.1742	14.1665	9.9697	8.1253
G+2%	620	0.0053	8.8237	11.7600	12.4902	15.9858	10.0573	13.9169
G+1%	632	0.0000	5.5424	8.3867	11.3910	13.4460	8.1111	14.2813
G 0%	3,843	0.0000	3.1656	5.7703	8.3109	15.5974	5.9085	13.2905
G-1%	822	0.0000	1.2527	4.0412	6.9066	13.6480	4.4569	13.1351
G-2%	224	0.0000	0.1236	2.2643	6.3071	13.4646	3.9056	18.1948
G-3%	255	0.0000	0.0333	0.0416	0.0536	8.2114	0.5477	2.7142

項目	05/30 南下							
	樣本數	最小值	Q1	Q2	Q3	最大值	平均值	變異數
G+3%	397	0.0000	12.7636	13.6234	13.9266	15.3681	12.6550	6.8941
G+2%	608	0.0000	11.1222	13.6295	14.0678	16.7701	11.5850	17.3261
G+1%	582	0.0006	6.8111	11.0830	13.6058	15.8255	9.7795	18.0360
G 0%	3,502	0.0000	4.3205	7.0195	10.3564	16.4880	7.3772	16.6741
G-1%	783	0.0000	2.4555	5.3411	8.6849	15.4339	5.8427	17.9336
G-2%	170	0.0000	2.2983	4.3658	7.3111	14.4818	5.2903	16.5060
G-3%	146	0.0000	0.0213	0.0318	0.0638	15.1872	1.2681	12.3587

項目	05/31 南下							
	樣本數	最小值	Q1	Q2	Q3	最大值	平均值	變異數
G+3%	409	0.0000	12.5067	13.7440	13.9993	15.5007	12.8122	5.1480
G+2%	604	0.0000	9.4415	12.4994	14.0075	17.3235	11.2747	13.0049
G+1%	661	0.0093	7.5902	11.2180	13.8095	15.7395	10.3810	13.7997
G 0%	3,597	0.0000	4.8687	7.5520	10.7970	16.7616	7.8094	15.2289
G-1%	719	0.0000	2.7738	5.6816	8.2534	16.1657	5.7310	14.1217
G-2%	181	0.0000	1.5239	3.7158	6.3893	15.2143	4.6969	17.3754
G-3%	108	0.0000	0.0359	0.0601	3.5791	14.1497	2.0452	11.8544

項目	06/01 南下							
	樣本數	最小值	Q1	Q2	Q3	最大值	平均值	變異數
G+3%	428	0.0000	13.0651	13.9476	14.1727	15.5388	12.6990	9.1446
G+2%	615	0.0000	12.8060	13.8837	14.2309	16.9926	12.6469	8.6672
G+1%	665	0.0222	8.3404	11.8706	14.0299	17.2078	10.9558	11.3813
G 0%	3,510	0.0000	5.2943	7.5241	10.1870	17.0882	7.7944	12.1375
G-1%	818	0.0000	3.6181	5.5648	7.7788	14.7979	5.9461	9.8619
G-2%	169	0.0000	2.0913	4.6016	6.8928	16.6625	4.9127	14.6621
G-3%	119	0.0000	0.0388	0.0472	0.0606	15.1497	1.2943	11.5935

資料來源：本計畫。

2. 北上、南下速率及能耗/排放資料

以實驗期間速率、能耗率、各氣體排放率來看，北上旅次中 5/26 之平均速率明顯較其他實驗日低(5/26 之平均速率為 76.53 km/hr，其他 3 個實驗日之速率平均為 85.05 km/hr)，油耗率及 CO_2 排放率相較其他實驗日稍低，但仍在可接受範圍，而 CO、THC 及 NOx 排放率則無差異；5/26 南下旅次資料中油耗率及 CO_2 排放率明顯低於其他 3 日，平均速率及其他氣體排放則與其他實驗日無差異，見附表 5.1-3、5.1-4。

附表 5.1-3 實驗期間北上旅次能耗/排放資料

	項目	最大值	最小值	樣本數	中位數	平均值
2015/5/26 北上	SPEED	107.0002	0.0000	7772	83.6392	76.5269
	FUEL	16.1198	-0.0147	7772	5.8472	5.7406
	CO_2	50.6237	-0.0318	7772	18.3610	18.0270
	CO	1.2640	-0.0193	7772	0.0683	0.0712
	THC	0.0040	0.0002	7772	0.0007	0.0009
	NOx	0.8990	-0.0007	7772	0.1736	0.2162
2015/5/30 北上	項目	最大值	最小值	樣本數	中位數	平均值
	SPEED	110.9720	0.0000	7011	88.5496	85.4359
	FUEL	16.5521	-0.3232	7011	6.0407	6.1421
	CO_2	51.8863	-1.0084	7011	18.9680	19.2949
	CO	1.5637	-0.0297	7011	0.0605	0.0715
	THC	0.0084	0.0000	7011	0.0008	0.0010
	NOx	0.8728	-0.0341	7011	0.1955	0.2134

	項目	最大值	最小值	樣本數	中位數	平均值
2015/5/31 北上	SPEED	108.1369	36.4542	6861	89.2981	87.0890
	FUEL	18.1363	-0.0201	6861	6.5150	6.7296
	CO_2	56.9664	-0.0270	6861	20.4793	21.1478
	CO	1.6949	-0.0292	6861	0.0660	0.0735
	THC	0.0078	0.0003	6861	0.0010	0.0012
	NOx	1.0457	-0.0005	6861	0.2681	0.2665

	項目	最大值	最小值	樣本數	中位數	平均值
2015/6/1 北上	SPEED	102.3088	12.3412	7150	86.1411	82.6237
	FUEL	17.8379	-0.0524	7150	6.2253	6.2658
	CO_2	54.0793	-0.1347	7150	19.5774	19.6919
	CO	1.5240	-0.0310	7150	0.0595	0.0677
	THC	0.0079	0.0001	7150	0.0008	0.0010
	NOx	1.1581	-0.0006	7150	0.2026	0.2196

資料來源：本計畫。

附表 5.1-4 實驗期間南下旅次能耗/排放資料

	項目	最大值	最小值	樣本數	中位數	平均值
2015/5/26 南下	SPEED	103.7416	27.5426	7200	86.4227	82.6489
	FUEL	15.9858	-0.0226	7200	5.7991	5.9551
	CO_2	50.1669	-0.0476	7200	18.2040	18.6977
	CO	0.9989	-0.0225	7200	0.0736	0.0761
	THC	0.0052	0.0001	7200	0.0006	0.0007
	NOx	0.8563	-0.0003	7200	0.1889	0.2106

	項目	最大值	最小值	樣本數	中位數	平均值
2015/5/30 南下	SPEED	108.4174	0.0000	6837	84.6278	79.7840
	FUEL	16.7701	-0.0394	6837	6.9332	7.2501
	CO_2	52.6335	-0.1068	6837	21.7892	22.7845
	CO	1.2005	-0.0250	6837	0.0788	0.0793
	THC	0.0055	0.0002	6837	0.0007	0.0009
	NOx	1.1351	-0.0011	6837	0.2280	0.2439

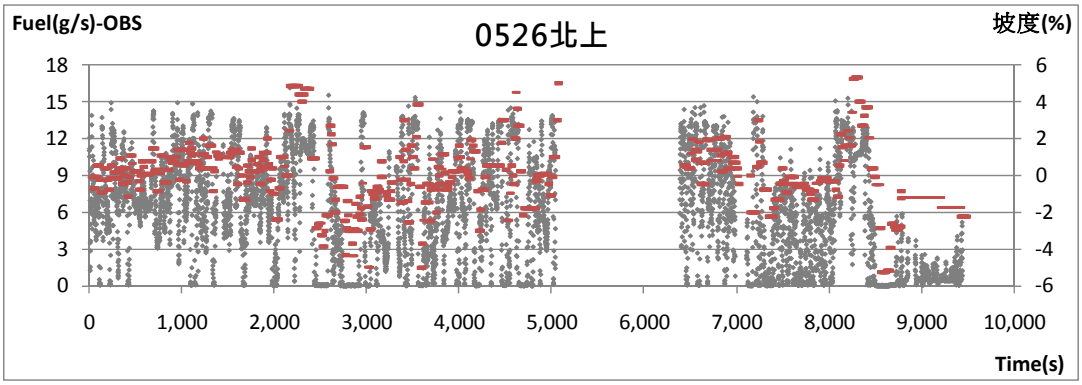
	項目	最大值	最小值	樣本數	中位數	平均值
2015/5/31 南下	SPEED	107.2080	43.4260	7138	85.7848	84.3112
	FUEL	17.3235	-0.0229	7138	7.3302	7.3516
	CO_2	54.3836	-0.0522	7138	23.0381	23.1080
	CO	1.3805	-0.0364	7138	0.0784	0.0780
	THC	0.0157	0.0002	7138	0.0006	0.0007
	NOx	1.1241	0.0000	7138	0.2676	0.2764

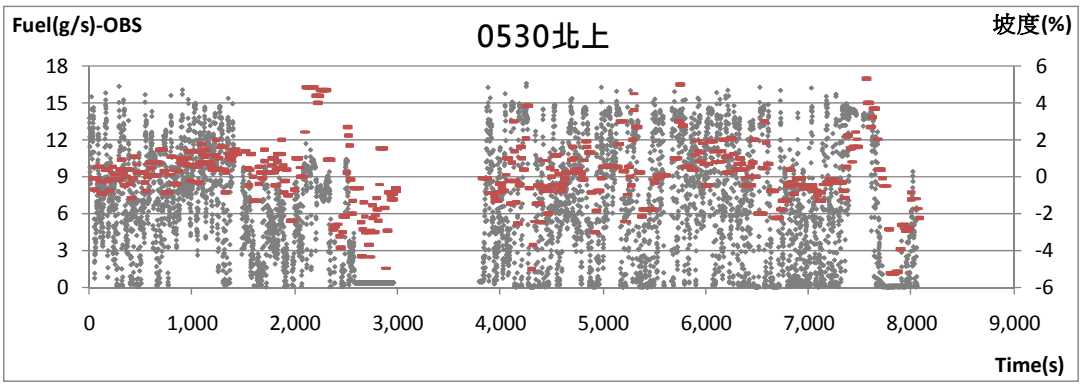
	項目	最大值	最小值	樣本數	中位數	平均值
2015/6/1 南下	SPEED	106.9096	33.2418	7193	85.1356	82.1000
	FUEL	17.2078	-0.0301	7193	7.3508	7.5026
	CO_2	54.0258	-0.0744	7193	23.0933	23.5807
	CO	1.7896	-0.0488	7193	0.0787	0.0810
	THC	0.0046	0.0001	7193	0.0005	0.0006
	NOx	1.1364	-0.0008	7193	0.2507	0.2523

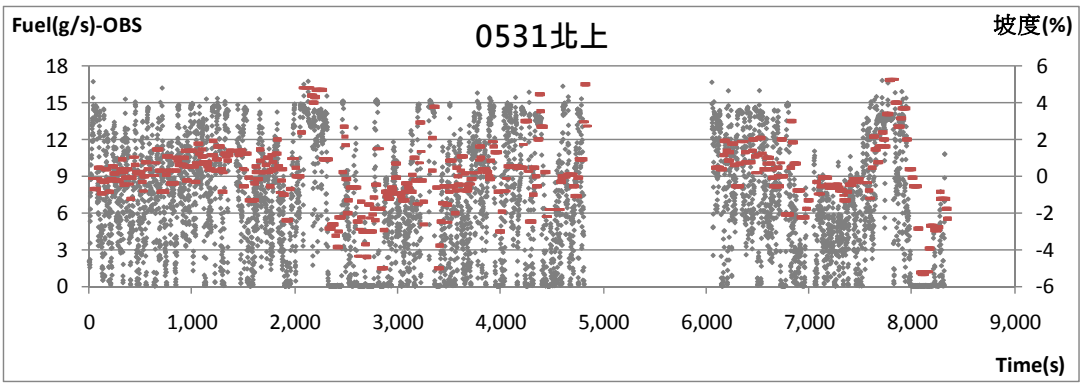
資料來源：本計畫。

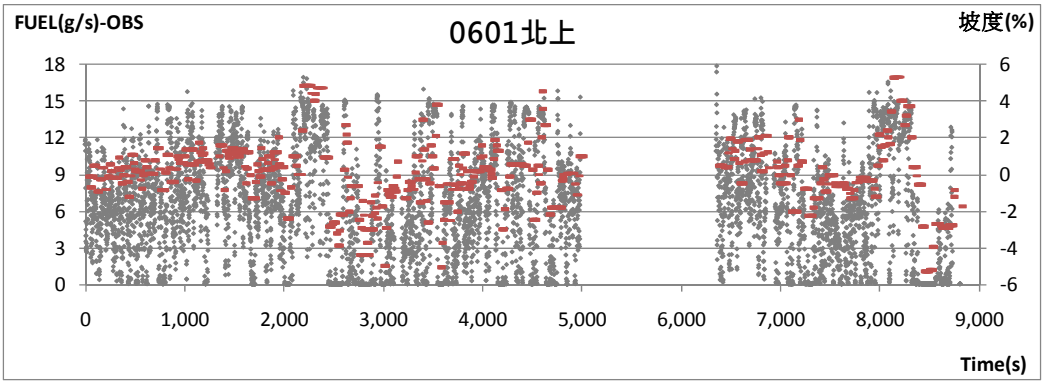
3. 北上、南下旅次之能耗率與坡度分布

再進一步觀察實驗期間各旅次之油耗率與坡度的分布，油耗率與坡度之變化趨勢大致相同，坡度越大能耗率越大，坡度越小能耗率也越小；不論北上或南下的分布圖來看 05/26 之實驗數據與其他 3 日相比並無顯著差異，見附圖 5.1.1~5.1.4。



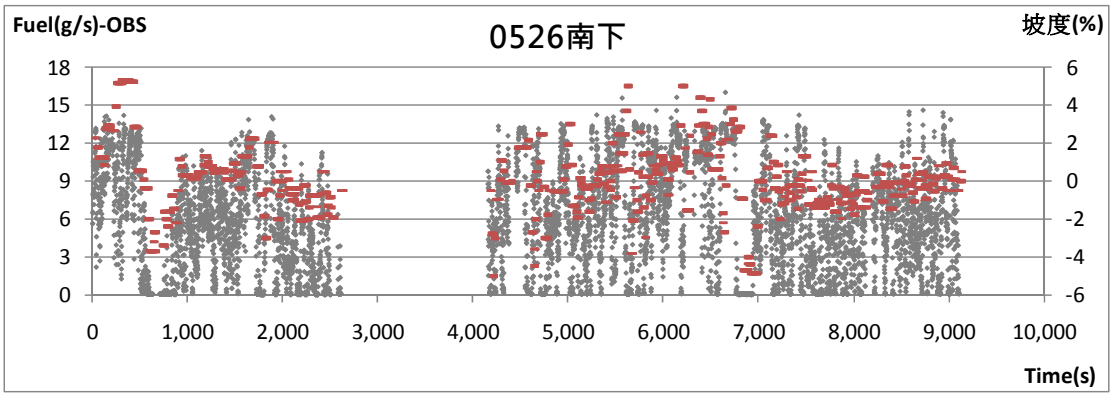


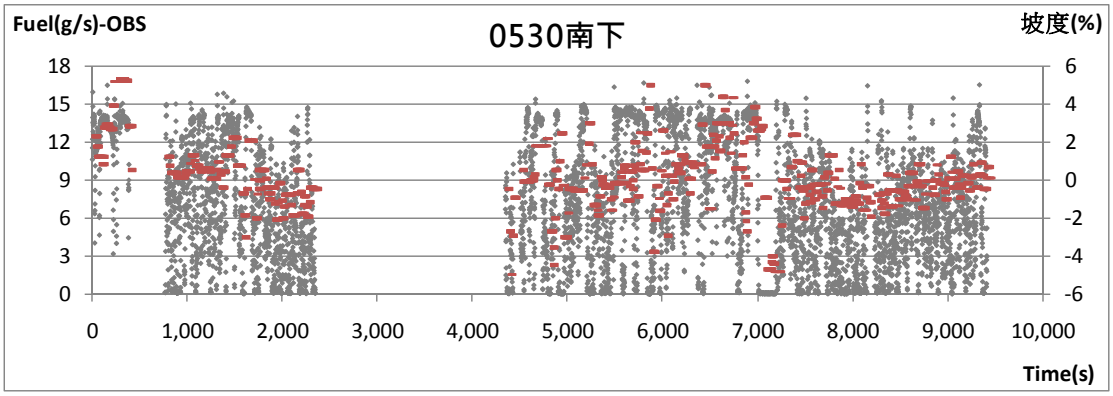


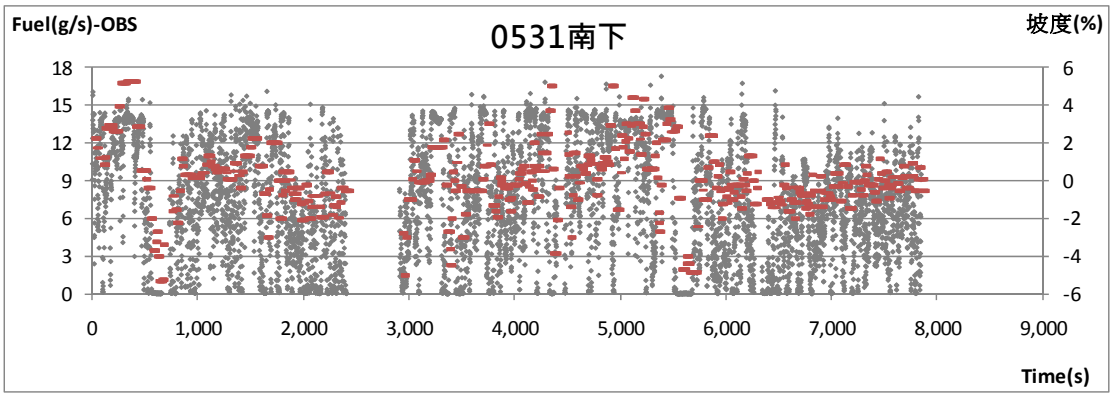


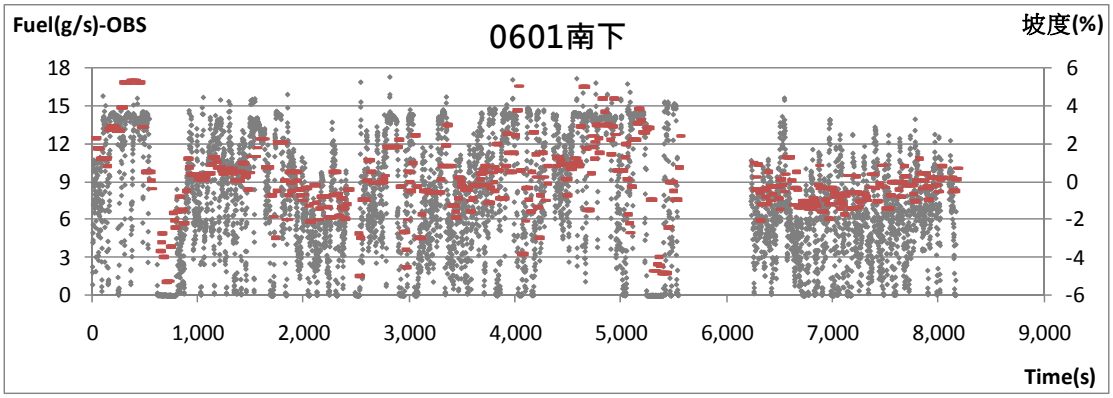
資料來源：本計畫。

附圖 5.1.1 實驗期間北上旅次 OBS 能耗率與坡度分布圖



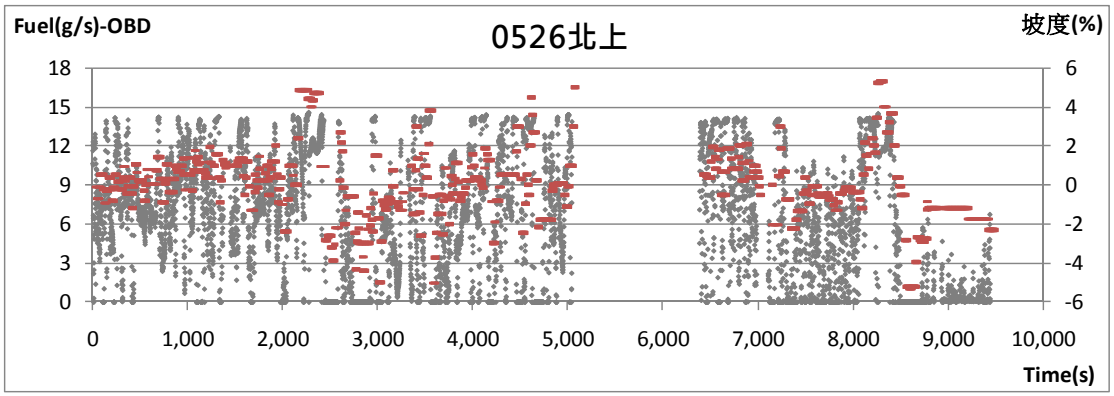


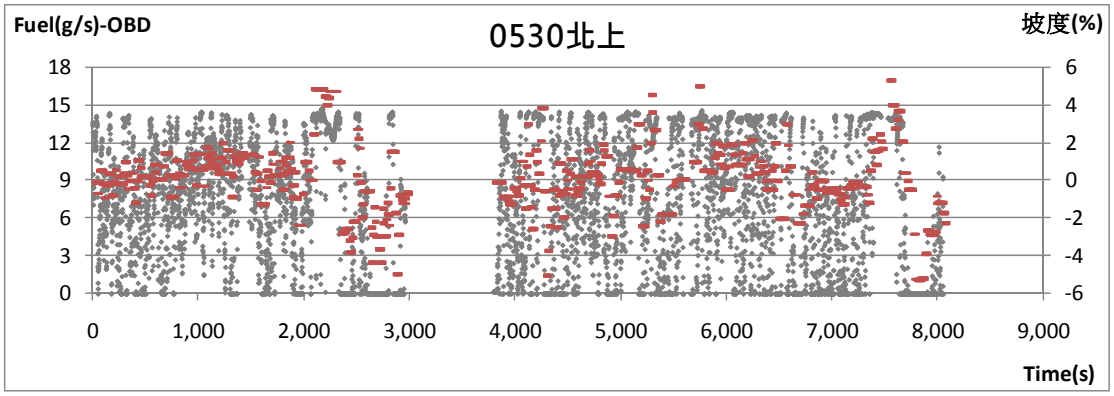


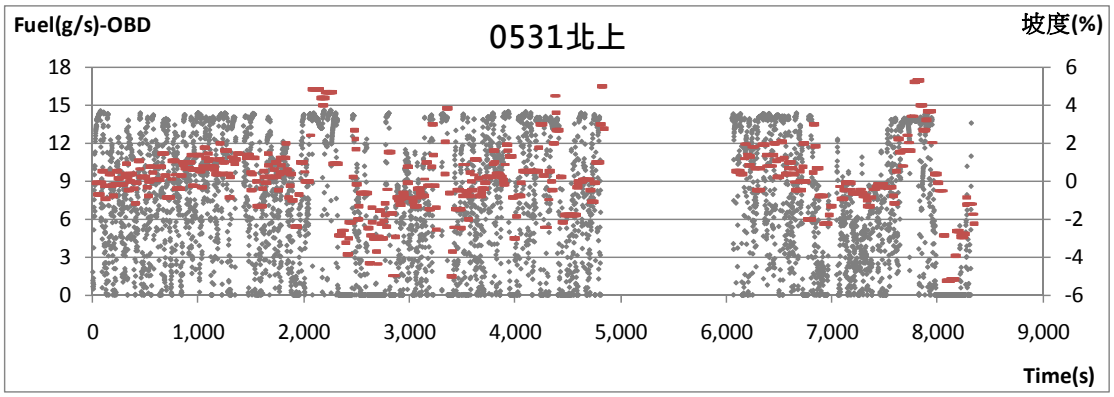


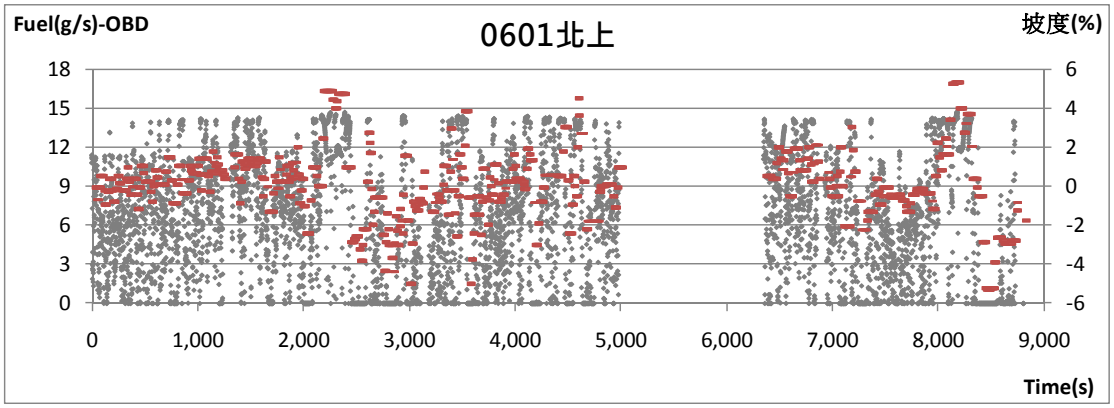
資料來源：本計畫。

附圖 5.1.2 實驗期間南下旅次 OBS 能耗率與坡度分布圖



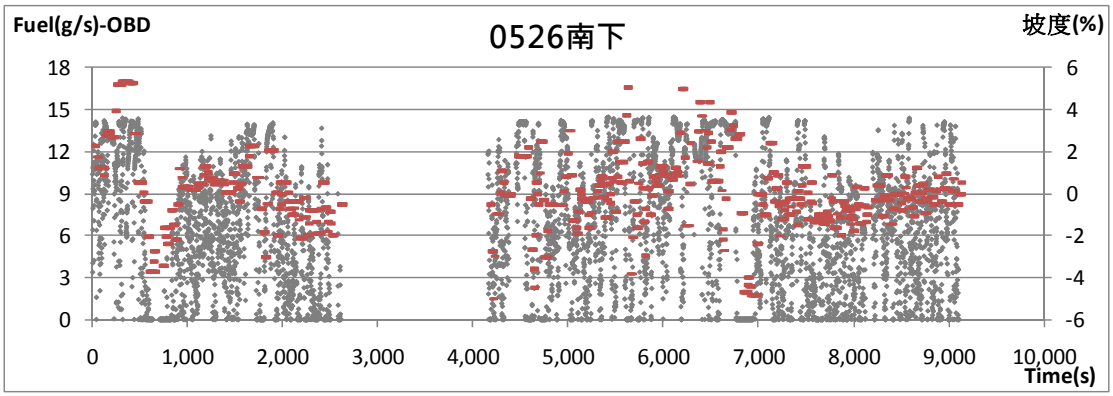


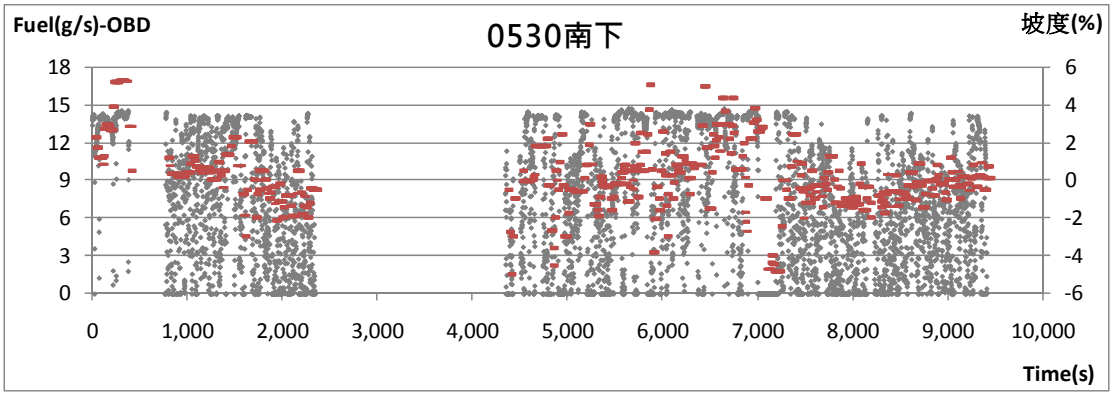


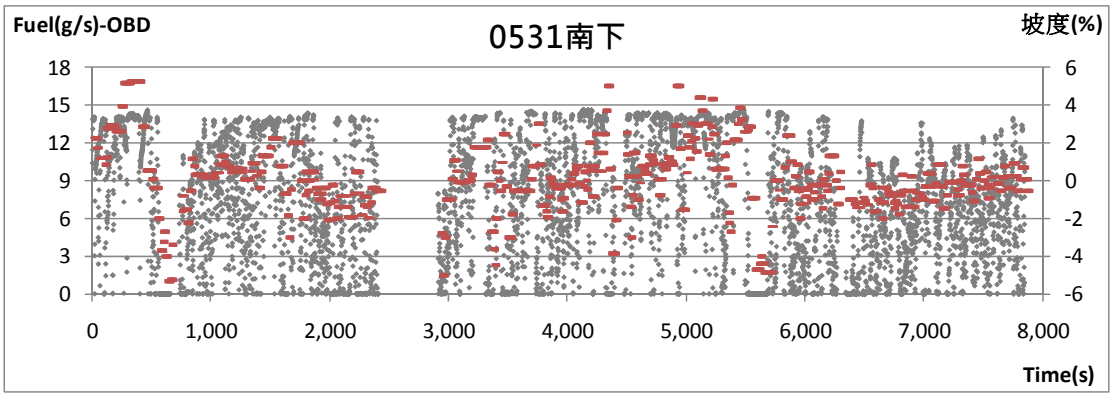


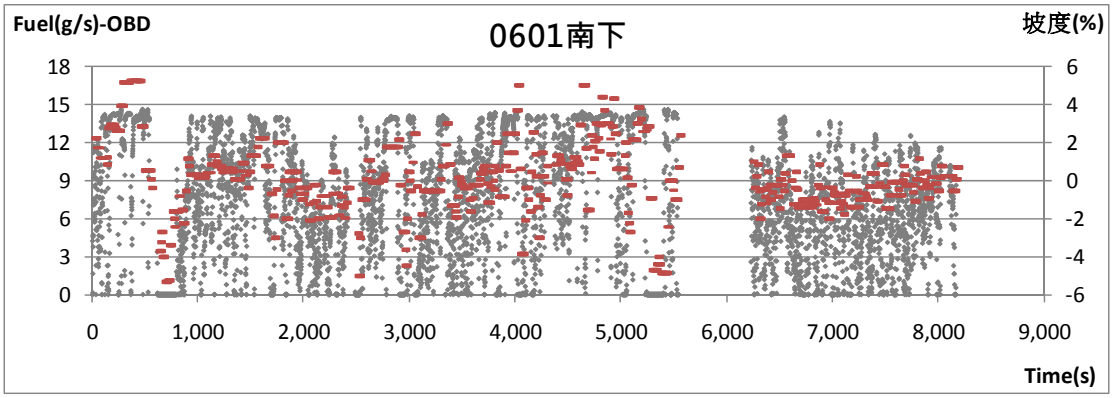
資料來源：本計畫。

附圖 5.1.3 實驗期間北上旅次 OBD 能耗率與坡度分布圖







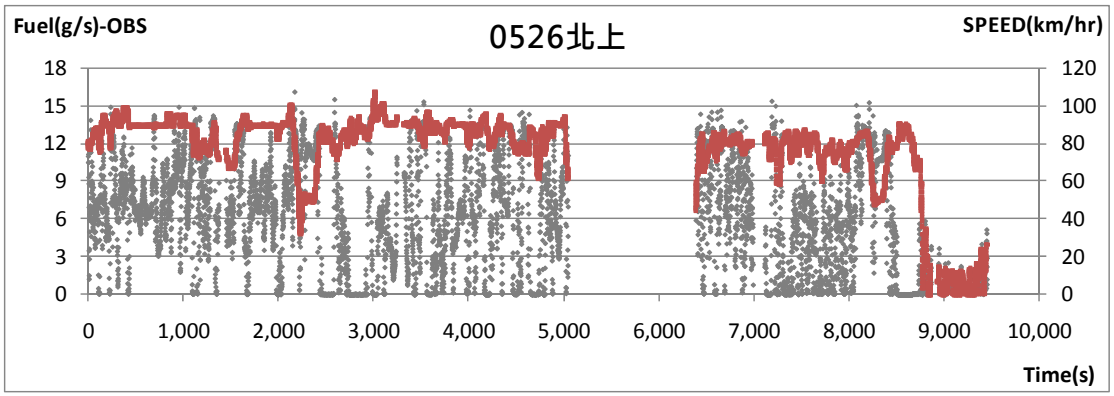


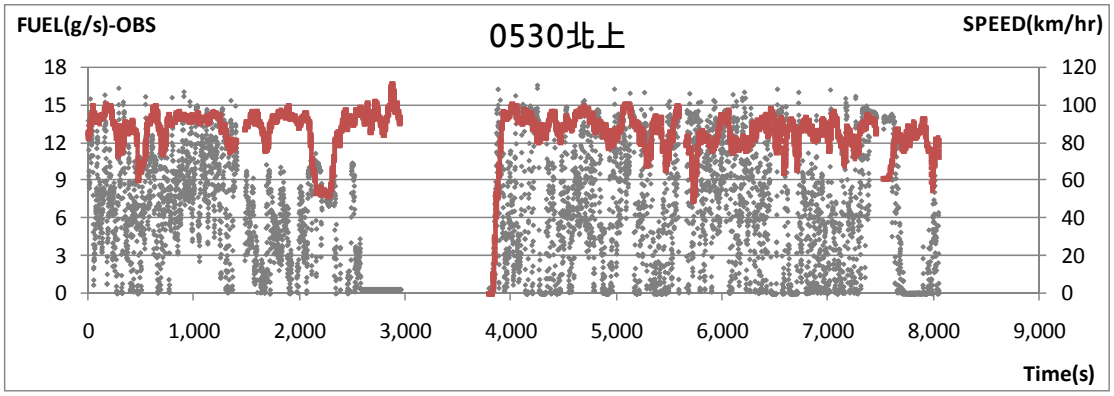
資料來源：本計畫。

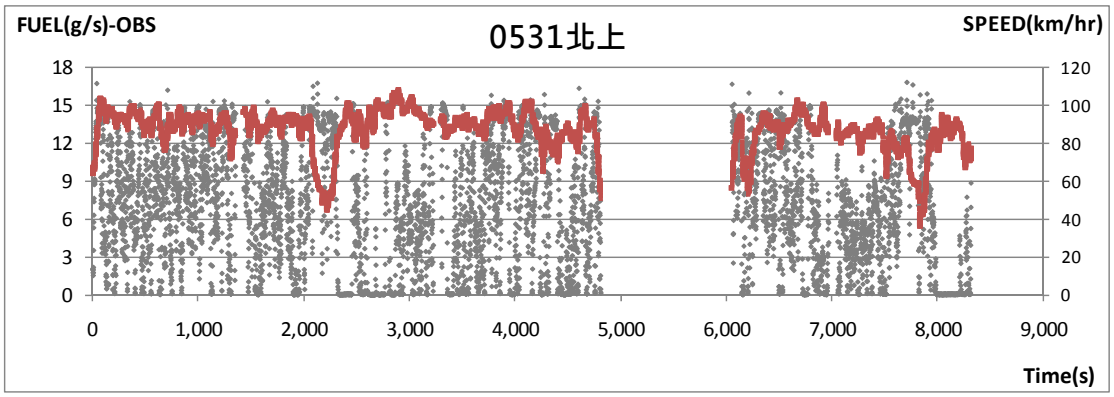
附圖 5.1.4 實驗期間南下旅次 OBD 能耗率與坡度分布圖

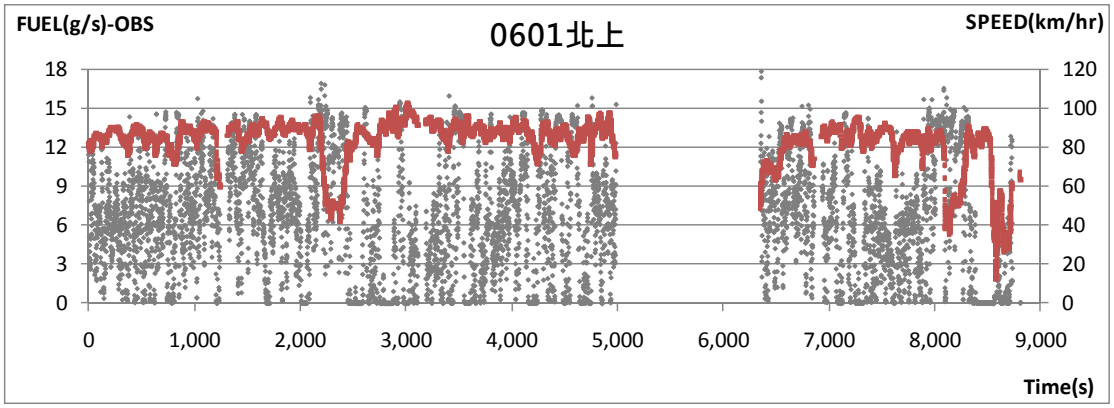
4. 北上、南下旅次之能耗率與速率分布

由實驗期間各旅次之油耗率與速率分布的觀察，油耗率與速度之變化並無明顯的關係；從整體的速率及能耗率之分布來看，除 05/26 北上路段最後在接近五股交流道時，車流量大有壅塞的情況，導致速率及能耗明顯較低以外，其他旅次之分布圖則可以看到 05/26 之與其他 3 個實驗日相比並無顯著差異，見附圖 5.1.5~5.1.8。



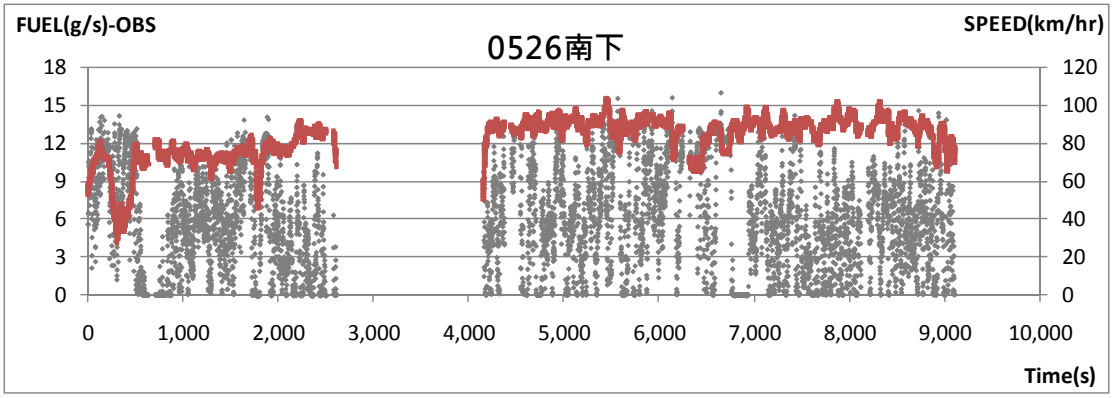


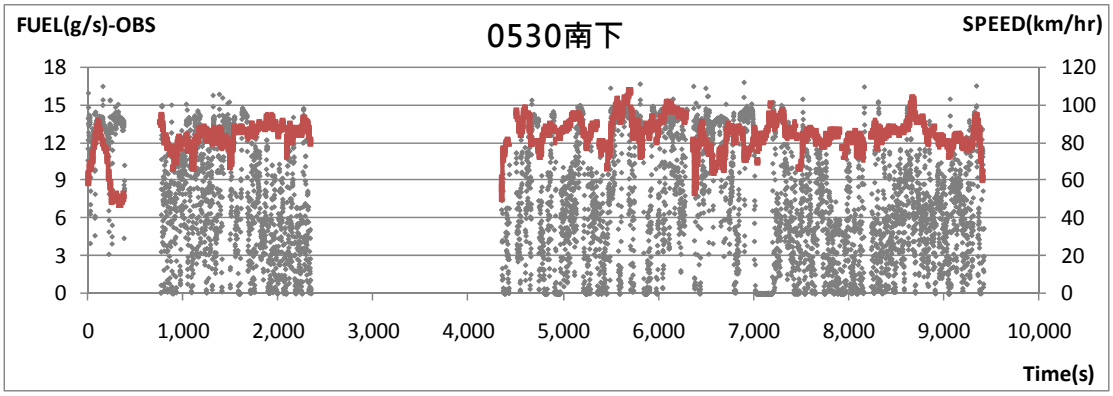


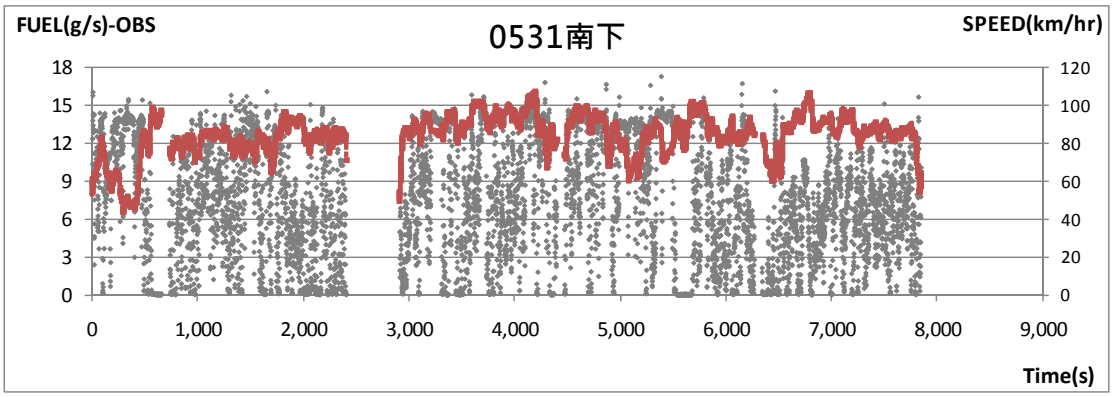


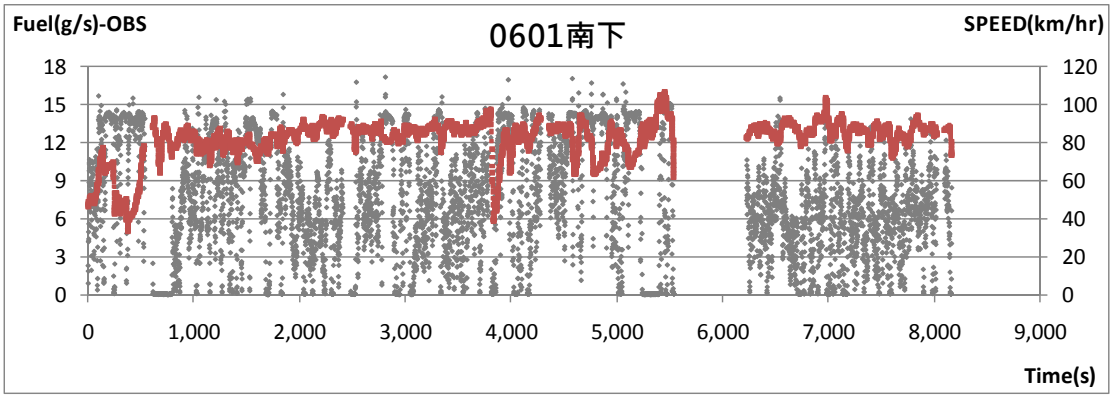
資料來源：本計畫。

附圖 5.1.5 實驗期間北上旅次 OBS 能耗率與速率分布圖



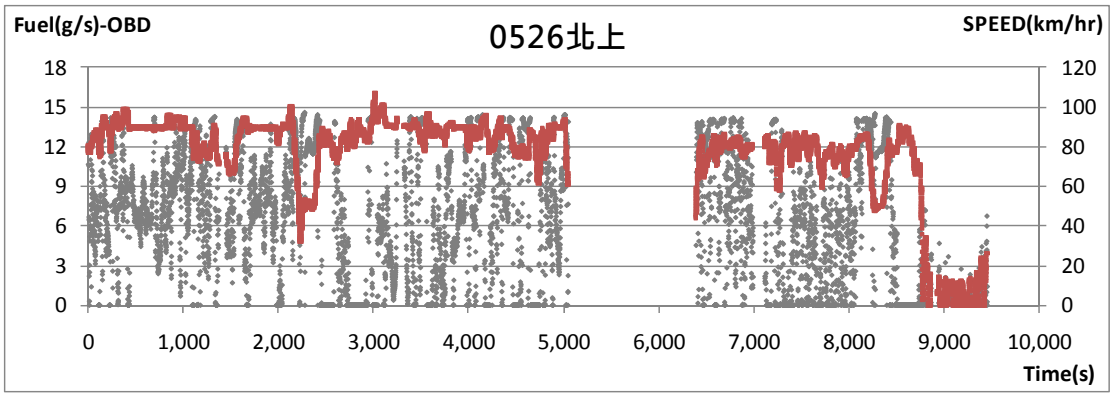


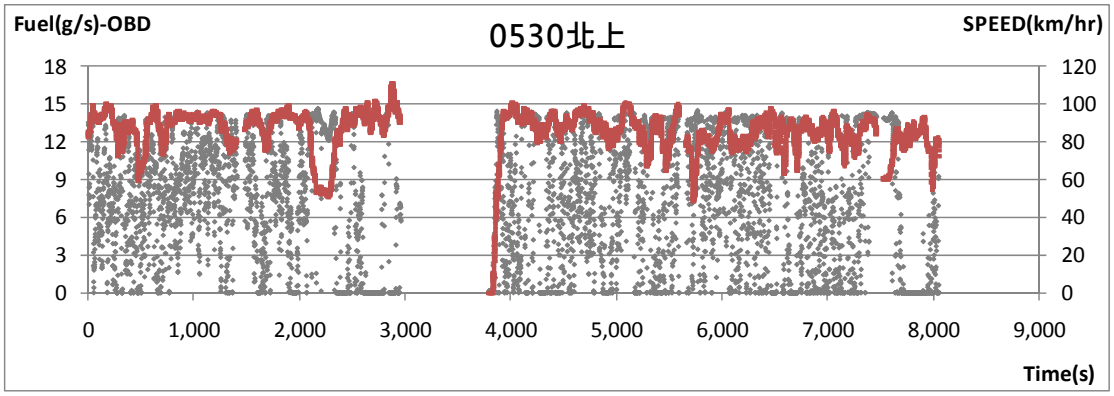


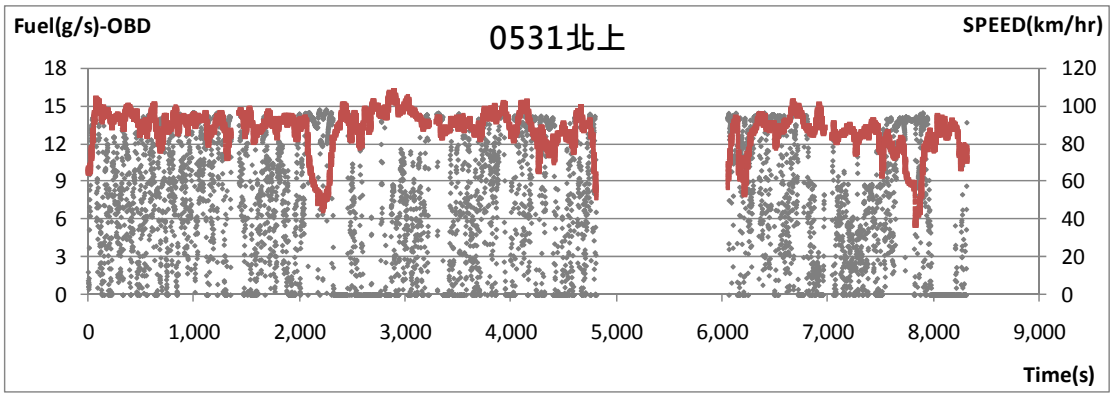


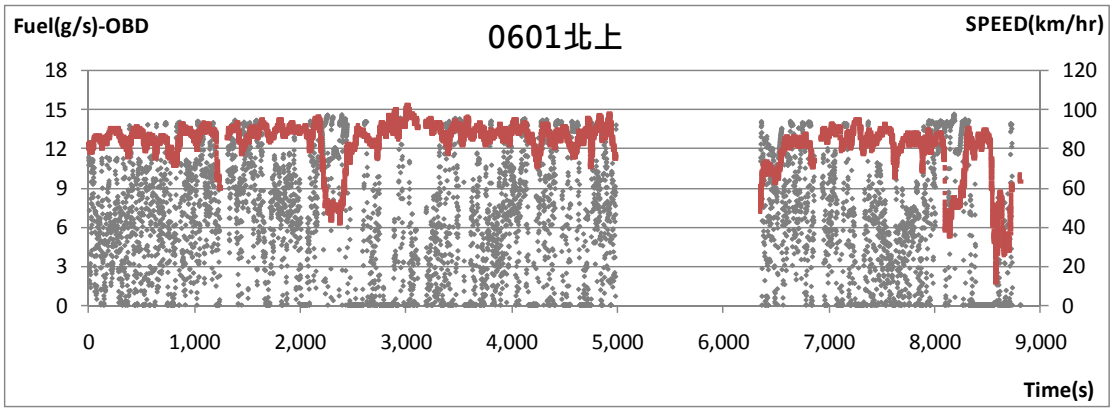
資料來源：本計畫。

附圖 5.1.6 實驗期間南下旅次 OBS 能耗率與速率分布圖



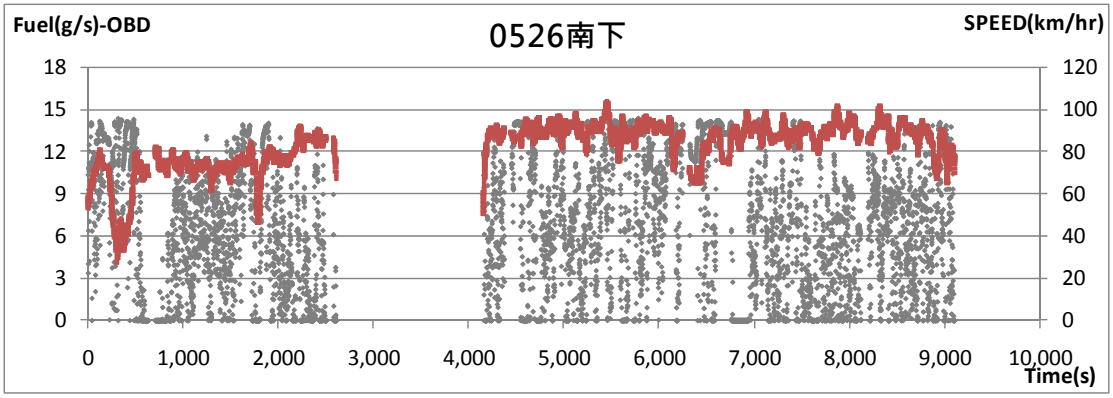


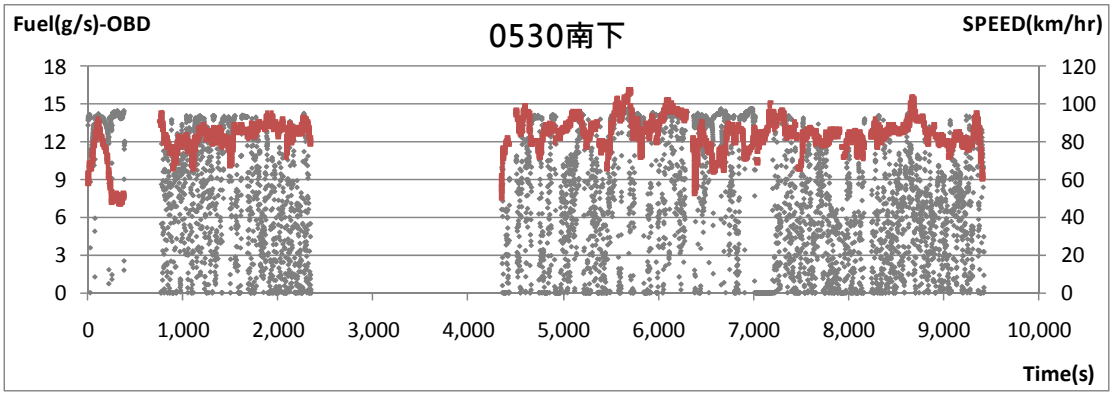


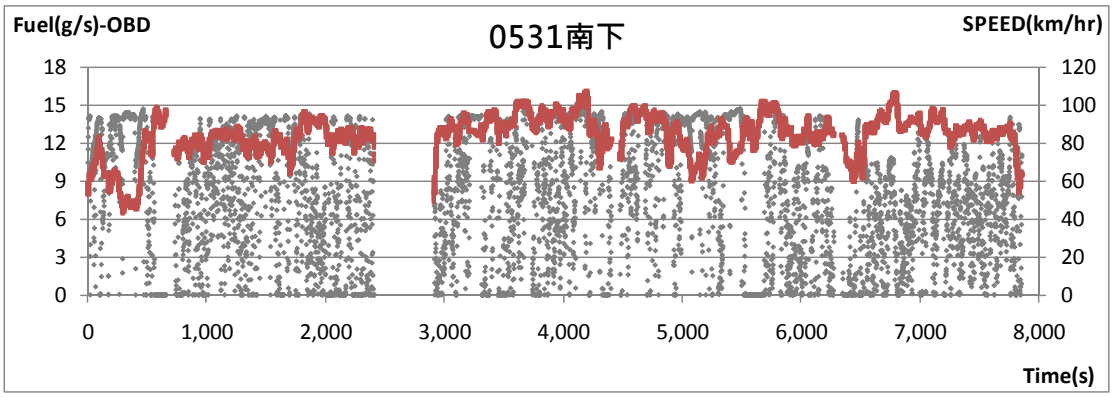


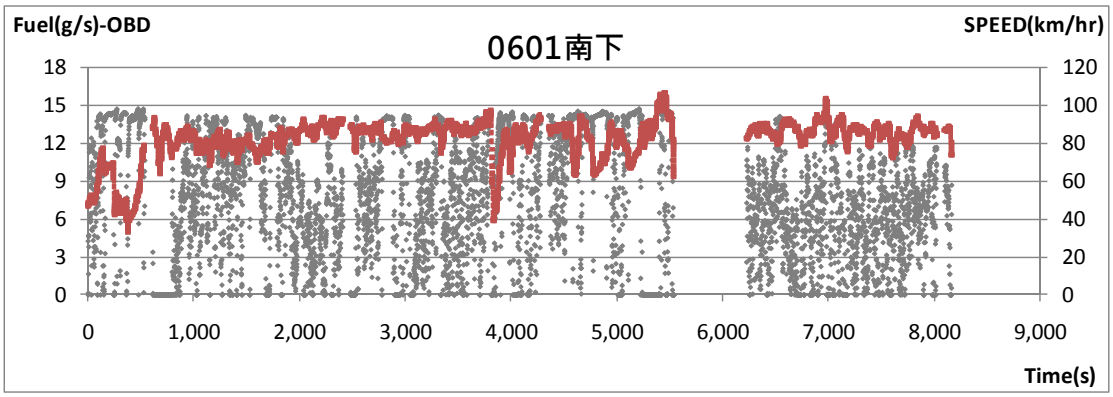
資料來源：本計畫。

附圖 5.1.7 實驗期間北上旅次 OBD 能耗率與速率分布圖









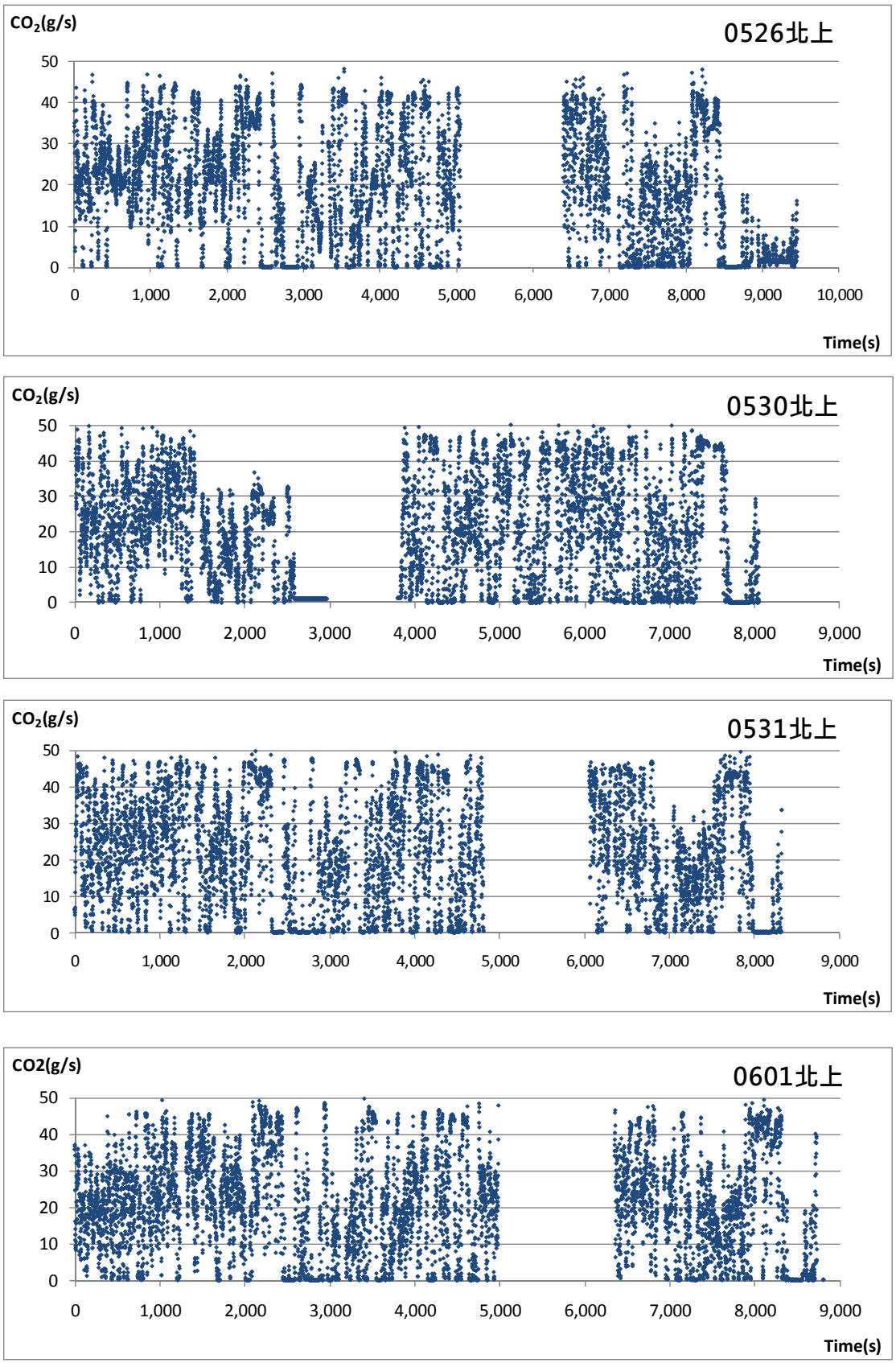
資料來源：本計畫。

附圖 5.1.8 實驗期間南下旅次 OBD 能耗率與速率分布圖

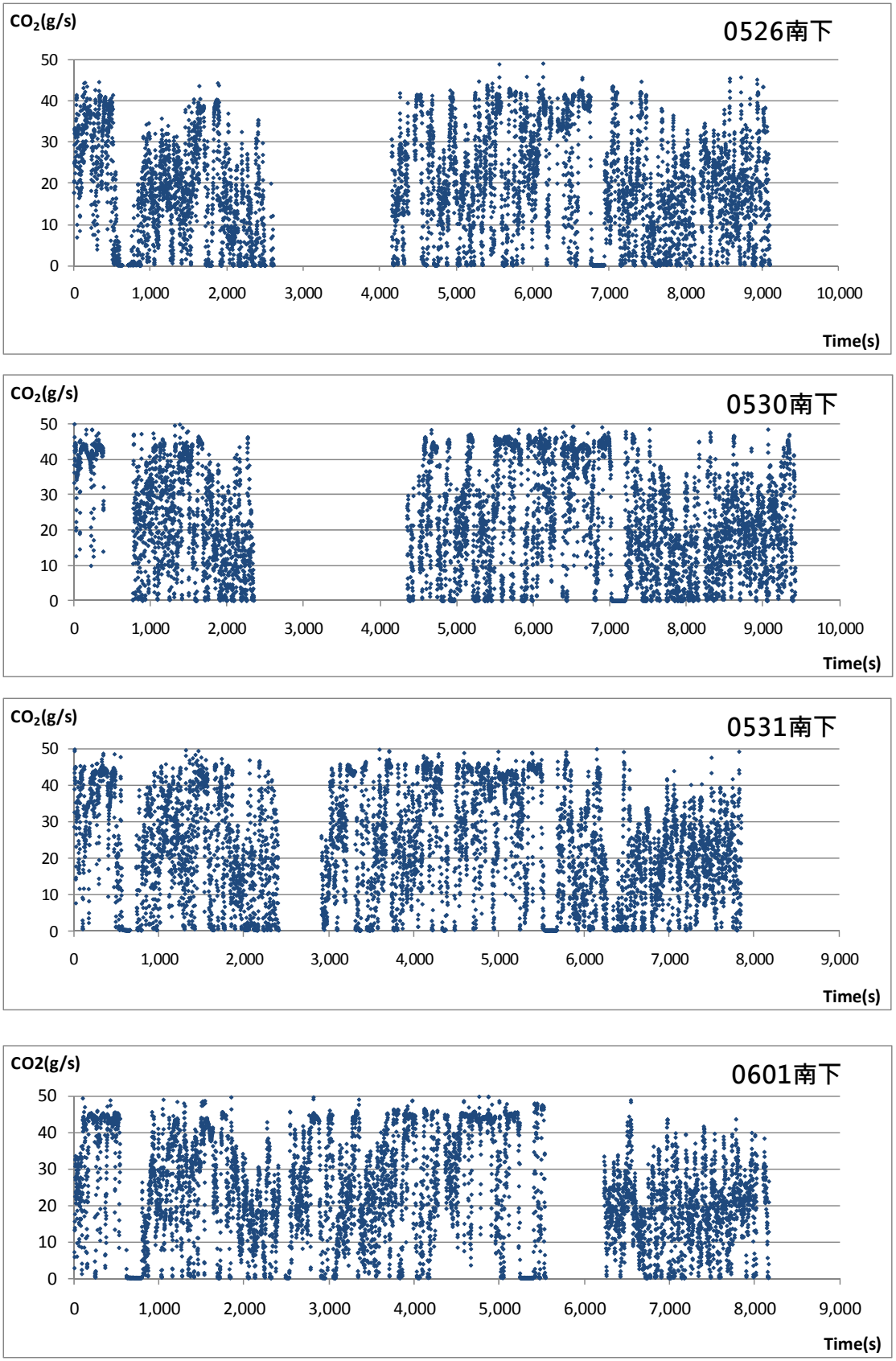
另外，因 OBS 油耗率為以量測實際完全燃燒尾氣來計算之油耗率，而 OBD 油耗率則是由各車廠提供之參數進行計算之噴油量，若 05/26 之矽膠套破裂造成氣體外漏，則 OBS 數值會有明顯變化，趨勢也會和 OBD 油耗率之趨勢有明顯差異；藉兩種油耗數值量測方式的不同，可以用來觀察 05/26 資料之可用性，在附圖 5.1.1~5.1.8 中 OBS 油耗率與 OBD 相比趨勢並無明顯異常。

5. 北上、南下旅次之碳排、溫度、排氣壓力及流量分布

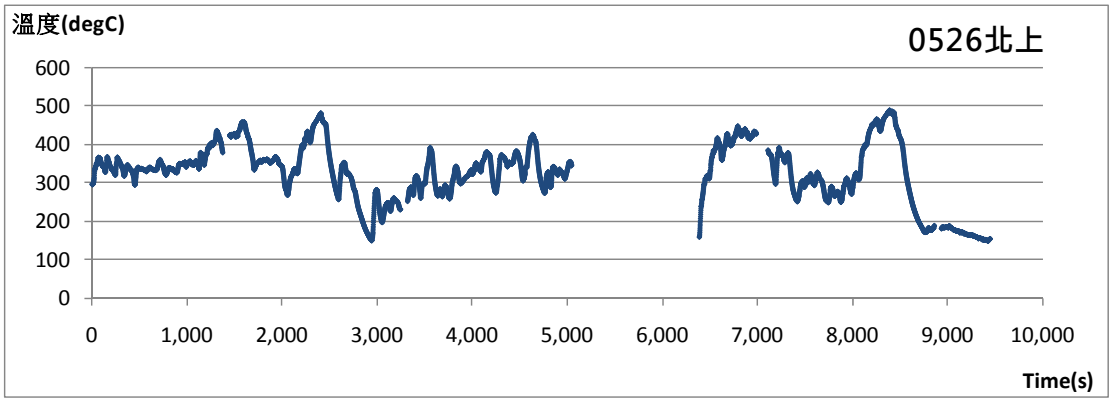
觀察附圖 5.1.9~5.1.16，可以看出 05/26 無論在北上或南下旅次之碳排、溫度、排氣壓力及流量時間序列圖，其分布趨勢皆與其他 3 個國道實測日之結果無明顯差異。

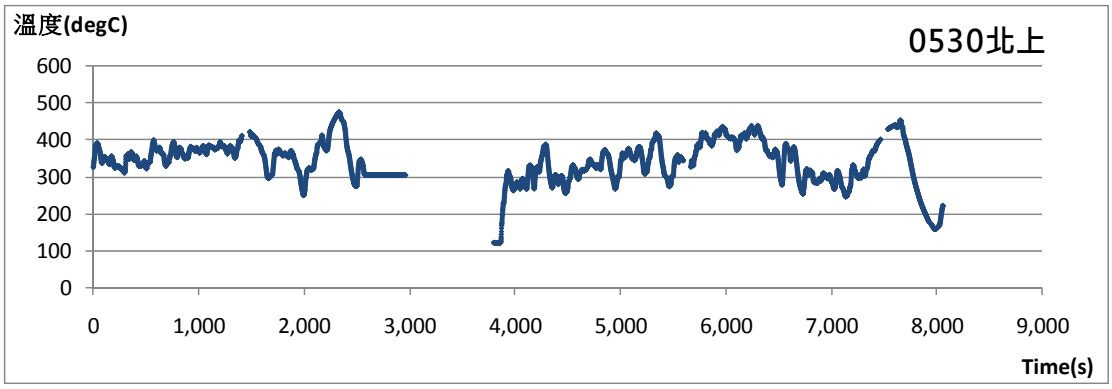


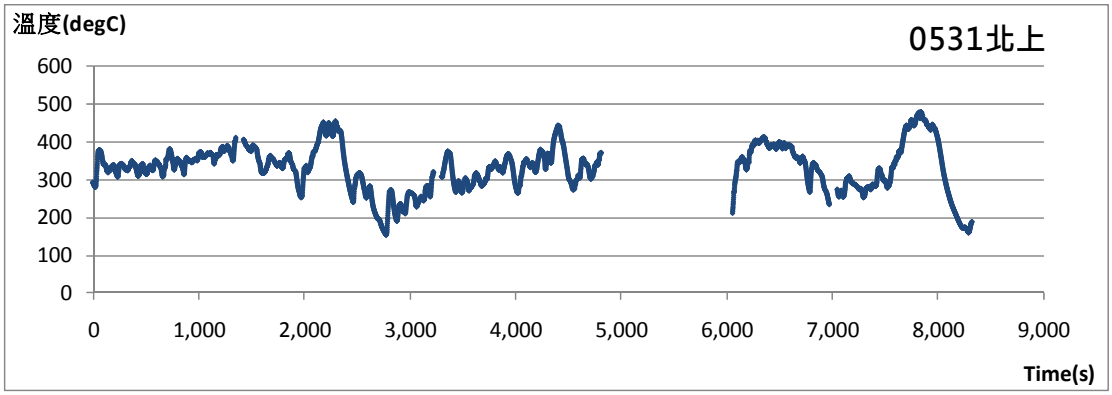
附圖 5.1.9 實驗期間北上旅次 CO_2 排放分布圖

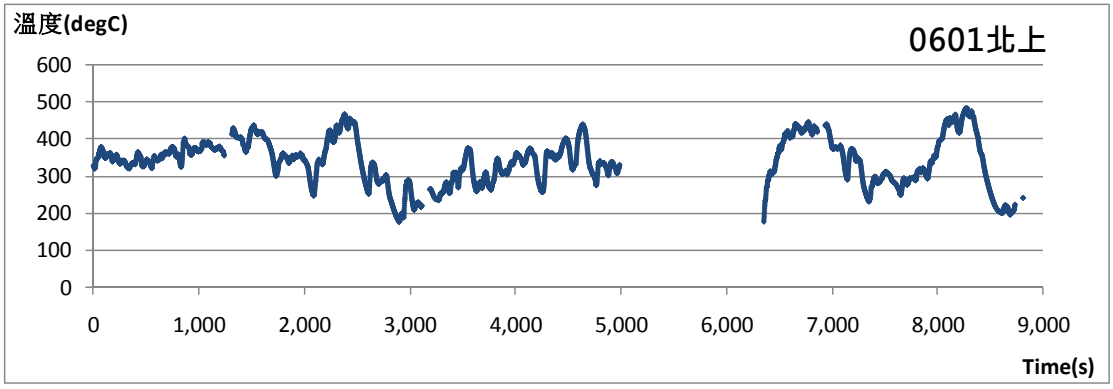


附圖 5.1.10 實驗期間南下旅次 CO_2 排放分布圖

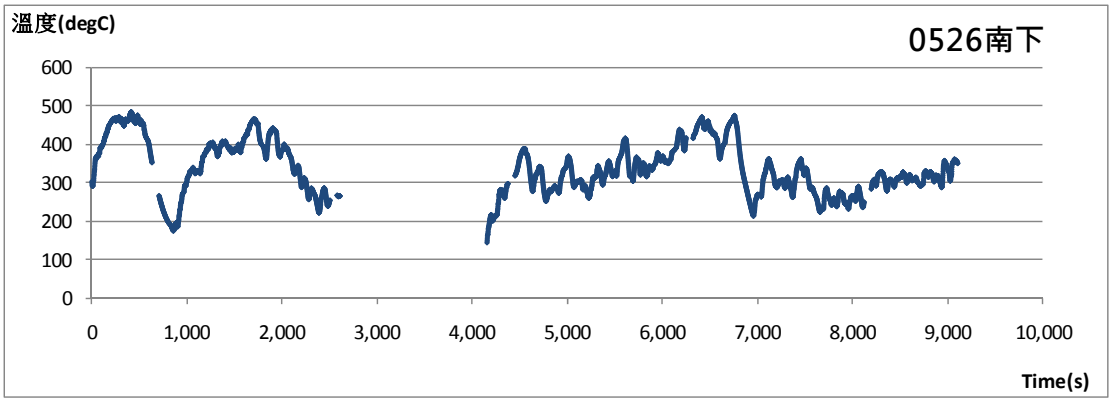


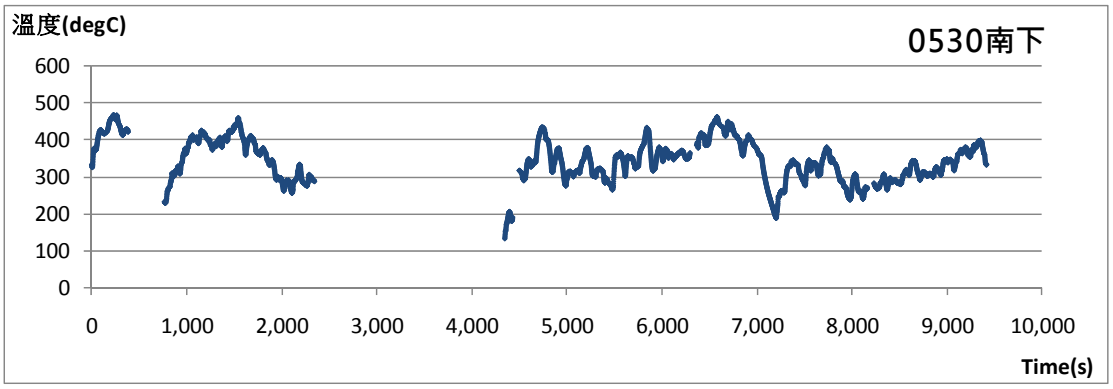


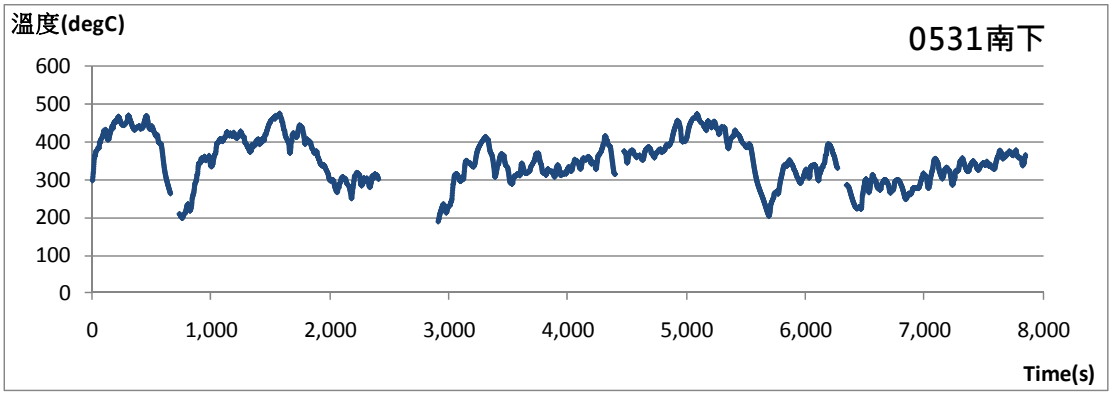


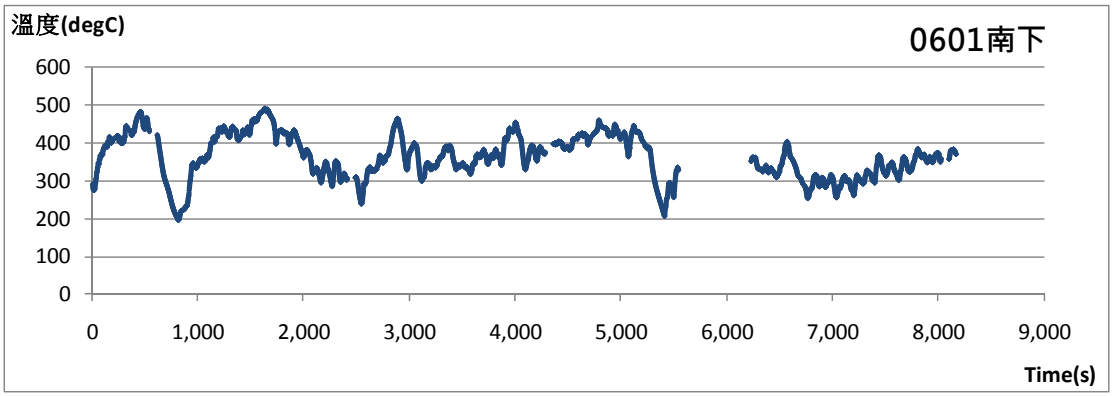


附圖 5.1.11 實驗期間北上旅次溫度分布圖

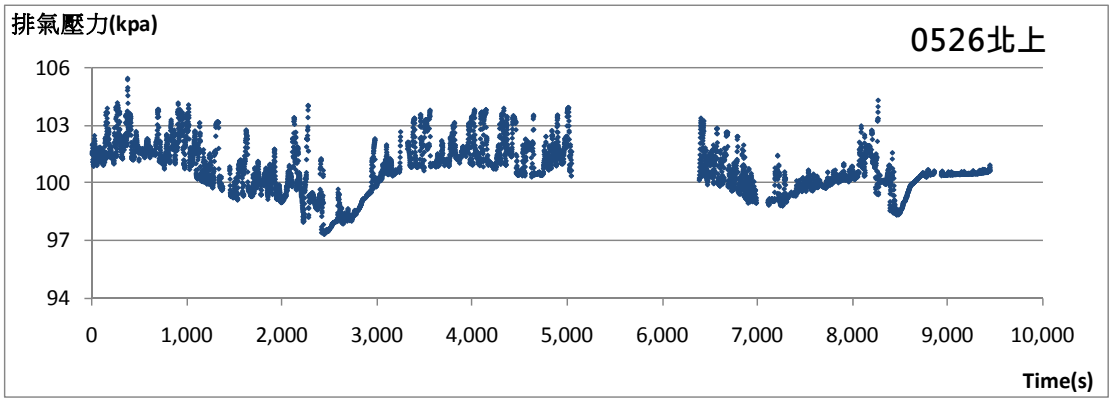


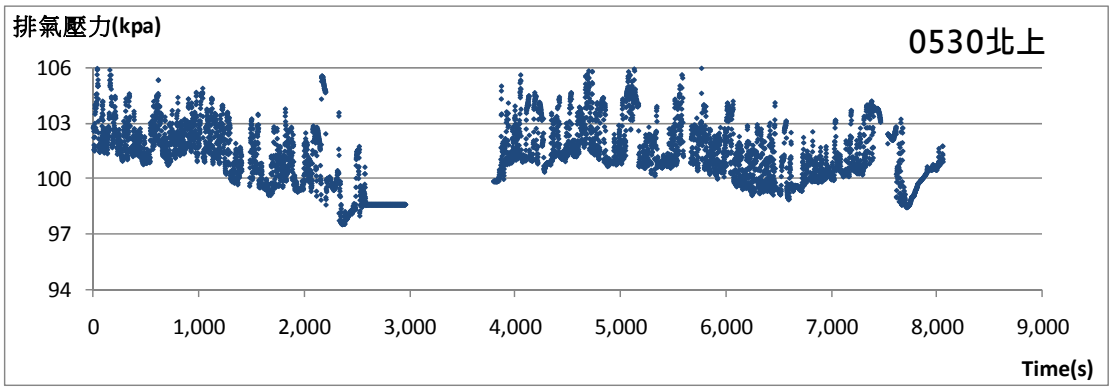


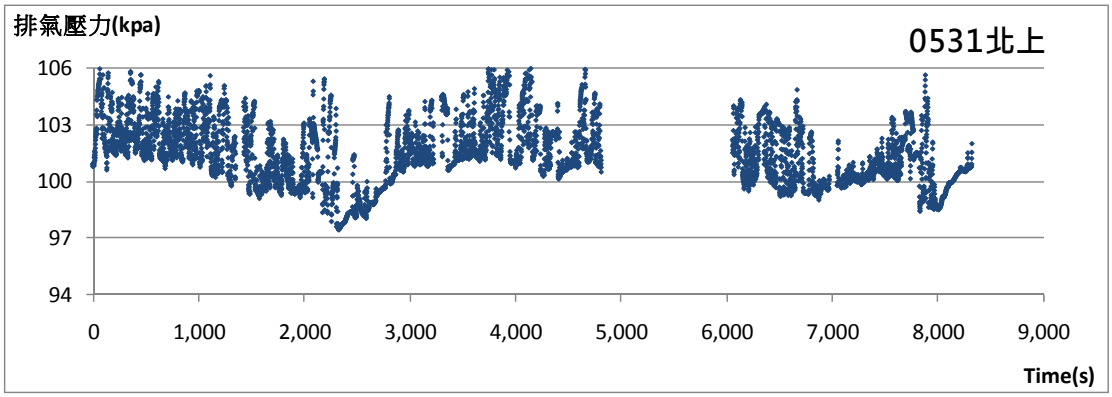


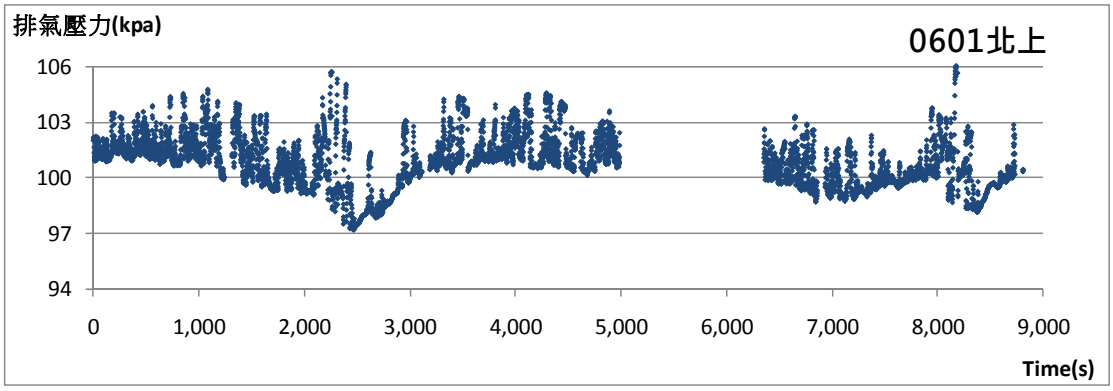


附圖 5.1.12 實驗期間南下旅次溫度分布圖

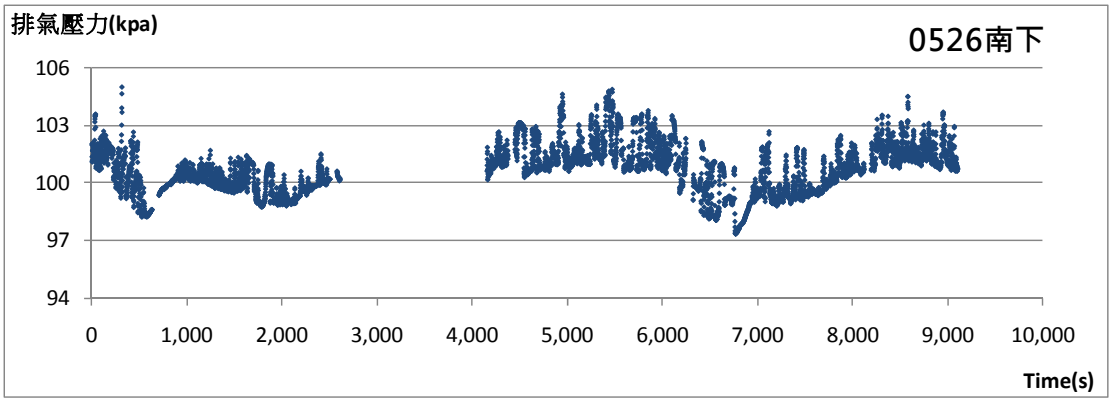


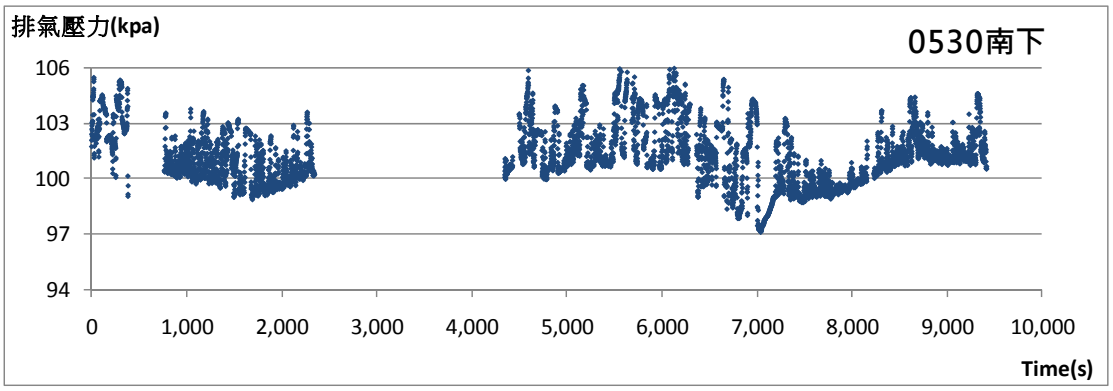


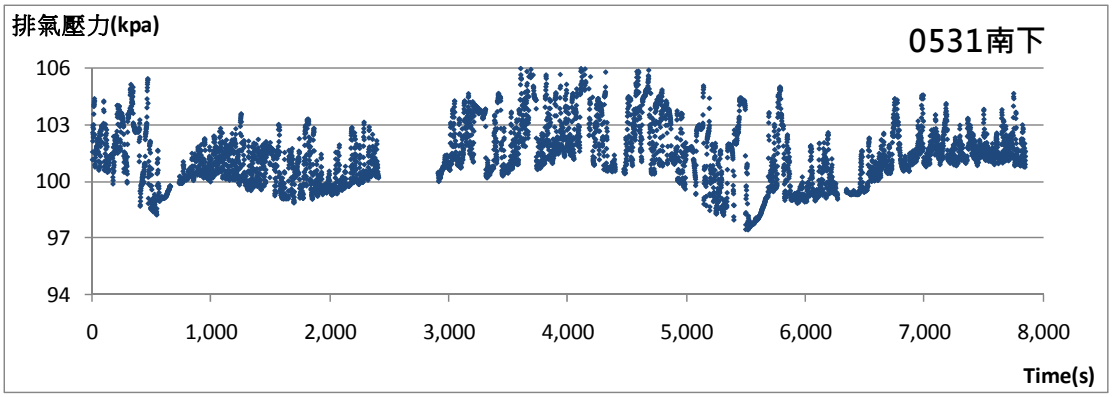


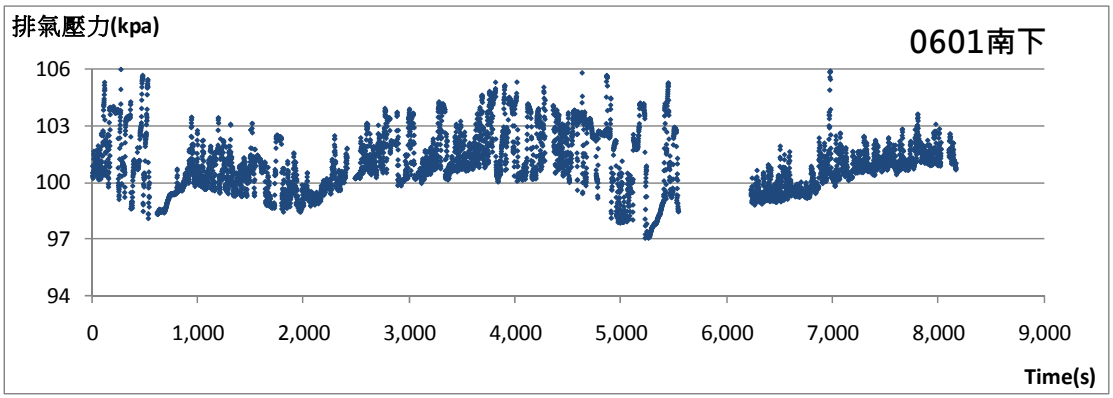


附圖 5.1.13 實驗期間北上旅次排氣壓力分布圖

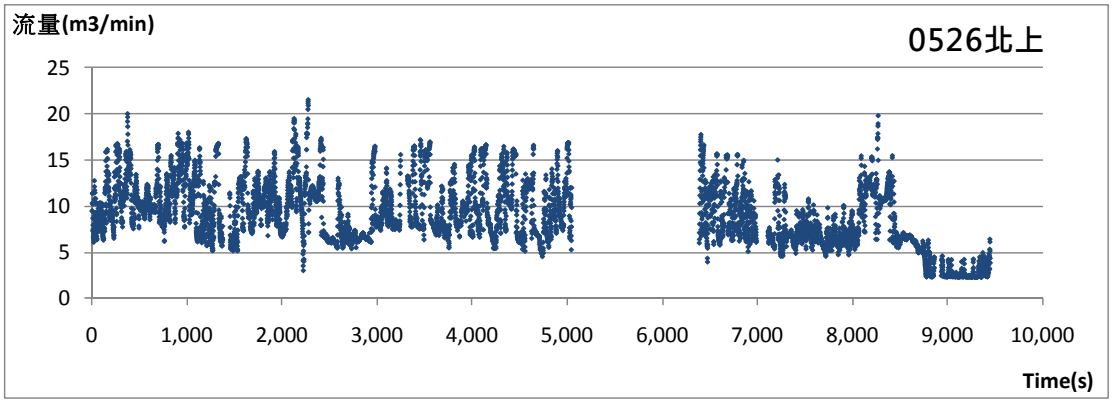


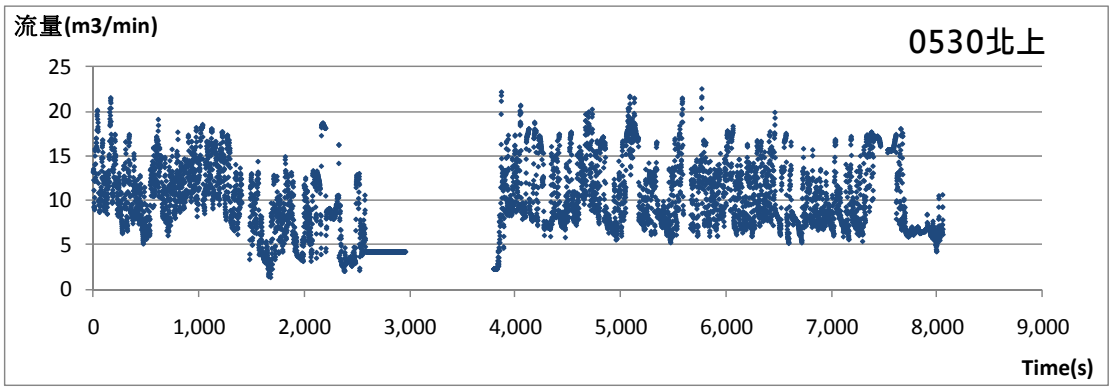


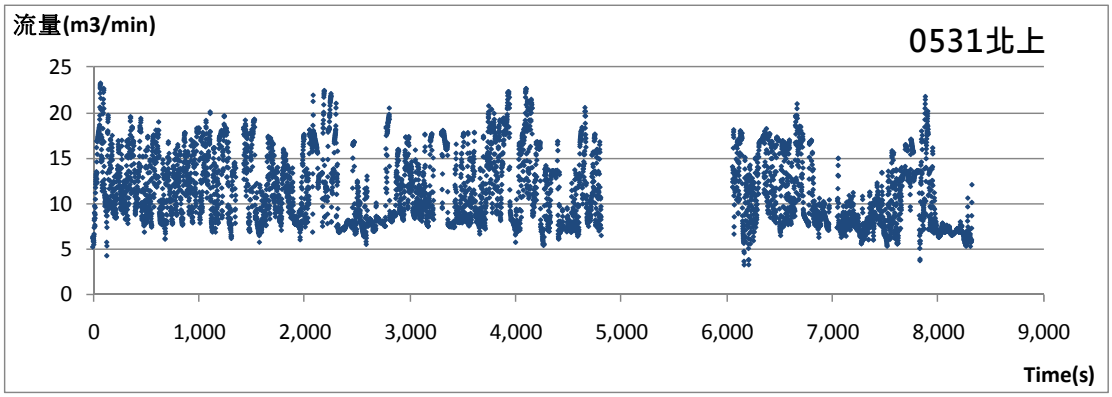


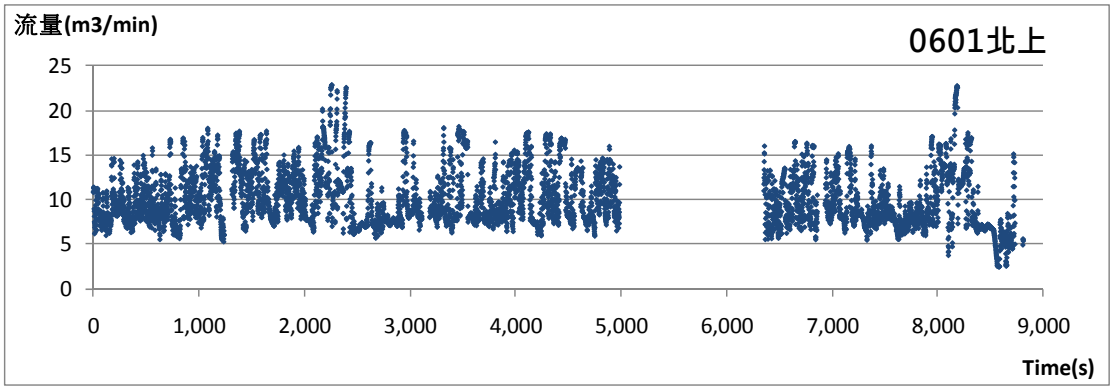


附圖 5.1.14 實驗期間南下旅次排氣壓力分布圖

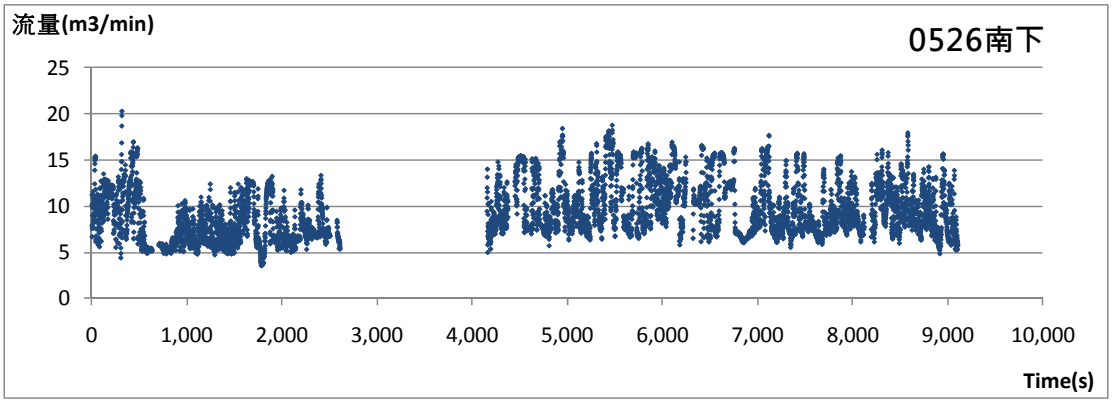


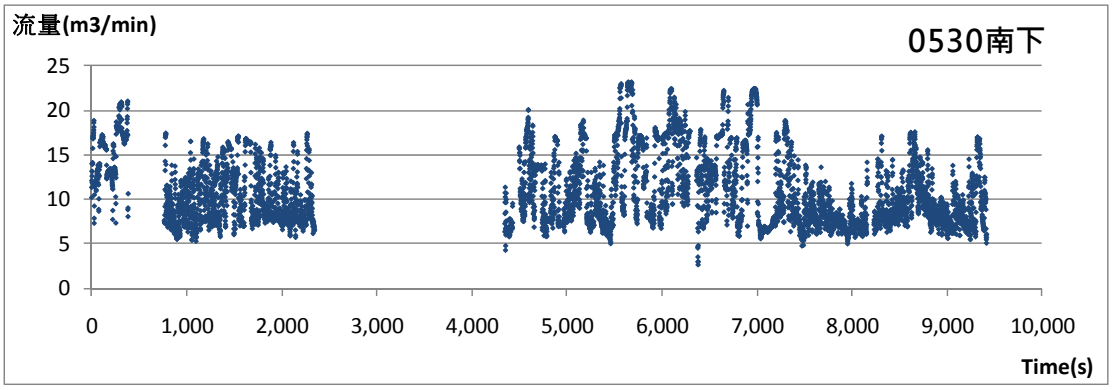


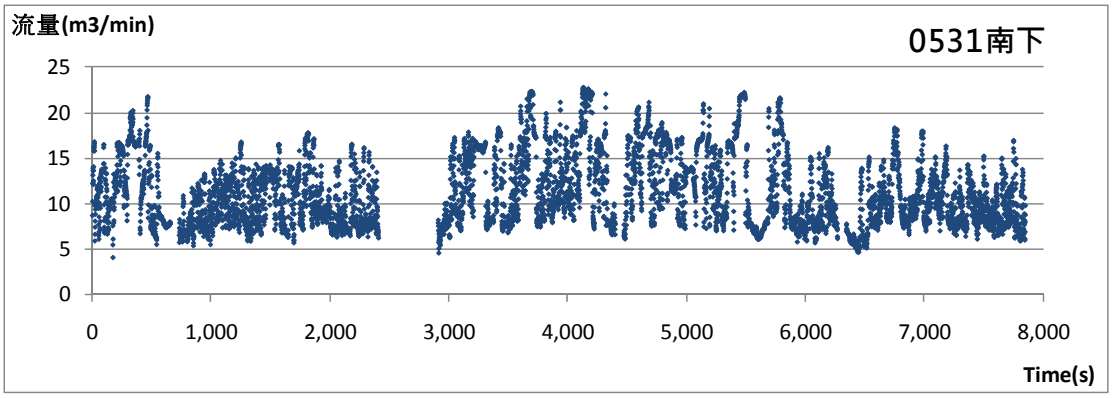


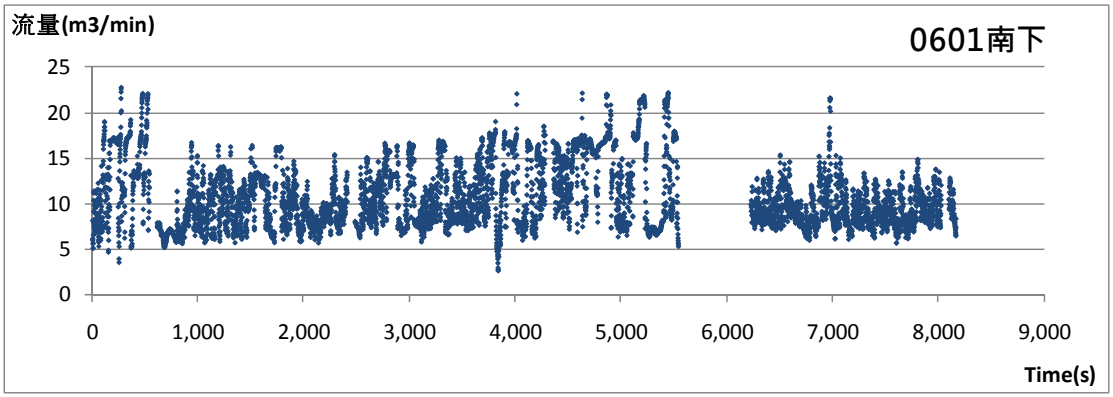


附圖 5.1.15 實驗期間北上旅次流量分布圖









附圖 5.1.16 實驗期間南下旅次流量分布圖

附錄 5.2 大貨車實際使用的加油量與 OBS 每秒累計的油耗差異確認

為確認實驗大貨車「實際使用的加油量」與「OBS 每秒累積的油耗」之差異程度，將實驗期間所紀錄的實際使用加油量與 OBS 蒐集每秒累積油耗量進行分析，實驗期間所蒐集 OBS 每秒累積油耗，經過時間差處理及資料篩選邏輯，包含儀器自動校正樣本、刪除不連續之跳秒樣本、能耗/排放為負值、瞬時加速率不合理之樣本等，有效樣本資料之逐秒資料會有遺漏的情況發生，因此，須透過秒數補漏，才能進行 OBS 每秒累積的油耗與實際使用加油量進行差異確認。

5/26 進行國道實測項目時，回程發現排氣管連接流量計中間連接矽膠套破裂，為確認 5/26 蒐集資料可用性，特別觀察 5/26 與其他日期執行國道蒐集數據進行比較，觀察項目包含各坡度之平均速率、平均油耗率及溫度、排氣壓力、流量、速率分布趨勢，顯示各坡度平均油耗率確實略低於其他日期之資料，而溫度、排氣壓力、流量之分布趨勢，並無明顯之異常情況。

5/26 國道資料未納入建構模式，是否可應用在模式驗證，可藉由實際使用加油量與 OBS 每秒累計油耗作分析，若差異程度在可接受範圍內，建議將該日資料納入模式驗證。

分別將 5/26 國道及 5/27 省縣道實測項目所蒐集「OBS 每秒累積的油耗」與「實際使用的加油量」進行分析，OBS 秒數補漏值及估算油耗邏輯說明如下：

1. 5/26 國道資料

(1) 秒數遺漏值補漏方法

①將儀漏筆數進行坡度補漏，坡度補漏方法係依據遺漏筆數前、後之秒數，若坡度相同，且遺漏筆數較少情況下，則相信此遺漏秒數之路段坡度變化應相似，因此，以相同坡度代入之。

②若遺漏秒數較多(>30 筆)且行駛速率較快者，認為此遺漏筆數之距離較長，無法確認坡度是否相同，油耗率以平均油耗率代入。

③若遺漏筆數前、後坡度不同，油耗率以平均油耗率代入。

④大貨車至加油站、國道休息站之行駛路段以省縣道各速率之平均油耗率代入。

(2) 能耗估算方法

①以速率之平均油耗率對照估算

將 5/26 實測值經資料篩選後，各速率下之平均油耗率進行對照並代入遺漏筆數。

②以坡度、速率之平均油耗率對照估算

將 5/26 實測值經資料篩選後，各坡度、各速率下之平均油耗率進行對照並代入遺漏筆數。

2. 5/27 省縣道資料

(1) 秒數遺漏值補漏方法

因省縣道並無坡度資料，因此補漏筆數皆以 5/27 省縣道各速率之平均油耗率進行補漏。

3. 比較結果

如附表 5.2-1 所示，5/26 國道實測所蒐集「OBS 每秒累計油耗量」以 2 種方法估算，顯示較「實際使用的加油量」低估-3.29%及-5.53%；5/27 省縣道實測所蒐集「OBS 每秒累計油耗量」較「實際使用的加油量」低估-6.41%，尚在可接受的範圍內。

兩者油耗量之差異程度原因可能有(1)OBS 秒數遺漏值無法確認坡度者，以平均油耗率計算;(2)實驗期間紀錄加油量,加油站之加油槍容許誤差為±0.3%內，及司機人工判定加油至基準點時停止加油。導致儀器間油耗產生誤差。

大客車系列研究針對「實際使用加油量」與「OBS 每秒累計油耗」進行兩者油耗量之差異確認，兩儀器間之差異結果為-5.23%，與本計畫計算結果趨勢相符。

附表 5.2-1 兩實驗儀器間之油耗差異確認

實驗項目	日期	出發時間	結束時間	起駛里程(km)	結束里程(km)	實際加油量	OBS 資料		油耗差異確認	估算方法
							FUEL(g)	FUEL(l)	FUEL(%)	
						A	B	C=B/1000/0.8392*	D=(C/A)-1	
國道	5 月 26 日	08:58	15:15	1,100,039	1,100,431	142.914	113203.204	138.207	-3.29%	各速率之平均油耗率估算
	5 月 26 日	08:58	15:15	1,100,039	1,100,431	142.914	110521.839	135.012	-5.53%	各速率、坡度之平均油耗率估算
省縣道	5 月 27 日	11:41	14:29	1,100,541	1,100,651	52.483	37643.602	49.116	-6.41%	各速率之平均油耗率估算

註：105 年實驗用油之油品密度經檢驗結果為 0.8392g/cm^3。

附錄 6　大貨車模式建構相關成果

附錄 6 大貨車模式建構相關成果

附錄 6.1 道路實驗數據建構之推估曲線（$NV^{\wedge}_F$）

附錄 6.1.1　S 版

本計畫以大貨車行駛狀態下之實際道路實驗資料，進一步依照不同速率下之能耗排放率予以彙整，求得大貨車之動態能耗排放率（即 NV_F），其分布請參見附圖 6.1.1，而詳細數值則請參見附錄 4.1。由圖中可知：(1)不同道路類型之能耗排放率確實有所差異；(2)不同坡別之能耗排放率確實有明顯的差異，並以正坡之能耗率遠高於負坡。就此能耗排放率之變化趨勢，可以一平均值或速率之多項式加以配適（如附式 6.1-1~附式 6.1-6 所示），即可建構一套各道路類型、各坡度下 FUEL 之 $NV^{\wedge}_F$。

$NV^{\wedge}_{F.C3}=a+bV$　　附式 6.1-1

$NV^{\wedge}_{F.C1.G+2\%}$=平均值　　附式 6.1-2

$NV^{\wedge}_{F.C1.G+1\%}=a+bV$　　附式 6.1-3

$NV^{\wedge}_{F.C1.G\ 0\%}=a+bV$　　附式 6.1-4

$NV^{\wedge}_{F.C1.G-1\%}=a+cV^2$　　附式 6.1-5

$NV^{\wedge}_{F.C1.G-2\%}=a+bV$　　附式 6.1-6

其中：

$NV^{\wedge}_F$：實驗大貨車於該秒之 FUEL(g/s)，不區分坡度；

$NV^{\wedge}_{F.G}$：實驗大貨車於該秒、該坡之 FUEL(g/s)；

V：該秒之瞬時速率(km/hr)；

a：常數項；

b：V 項之係數；

c：V^2 項之係數；

d：V^3 項之係數；

e：V^4 項之係數；

Cn：不同道路類型，C1 為國道速限 90~100 一般道路段；C3 為省縣道；

Cn：不同的坡度，G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度%＜2%」；G 0%為「-1%＜坡度%＜1%」；G-1%為「-2%＜坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。

實驗大貨車數據經比照附式 6.1-1~附式 6.1-6 之函數型態進行配適後，其各道路類型之參數結果，分別彙整如附表 6.1-1 與附表 6.1-2 所示，而 $NV^{\wedge}_F$ 之分布圖亦請參見附圖 6.1.1。

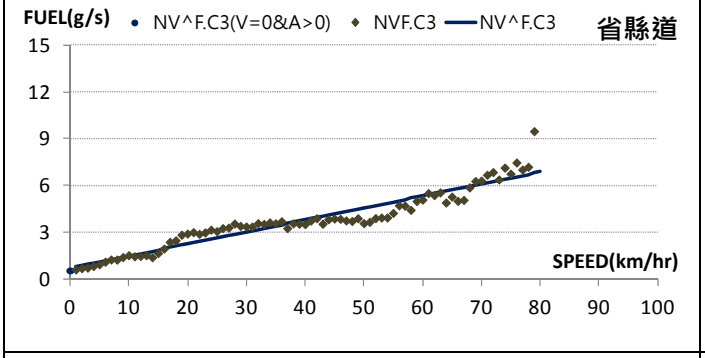
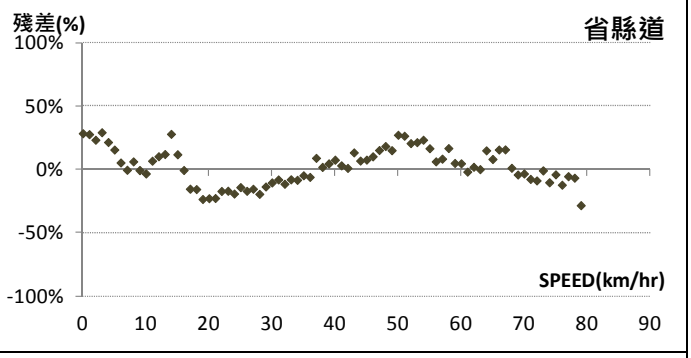
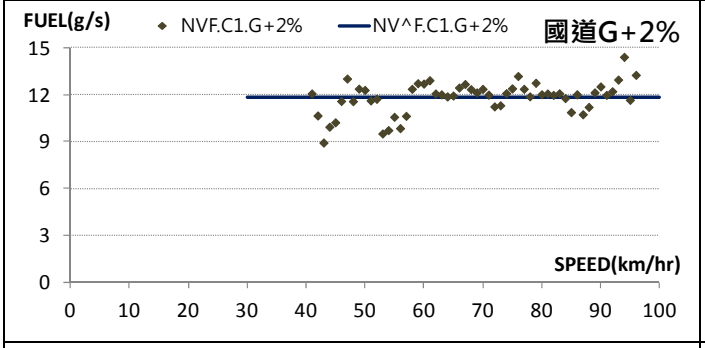
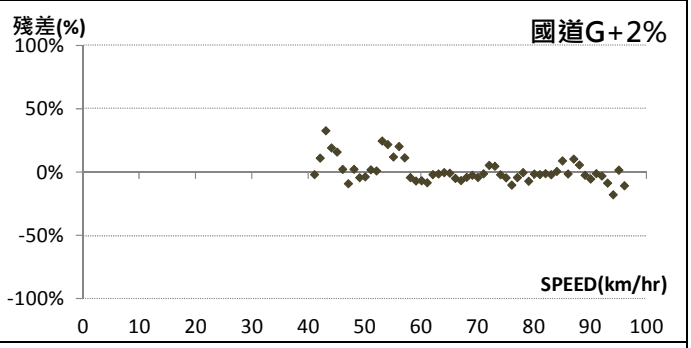
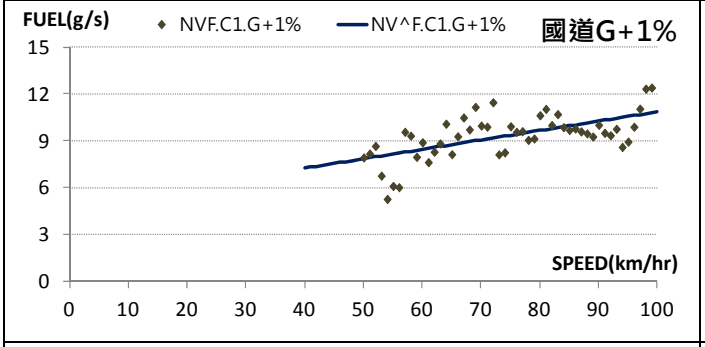
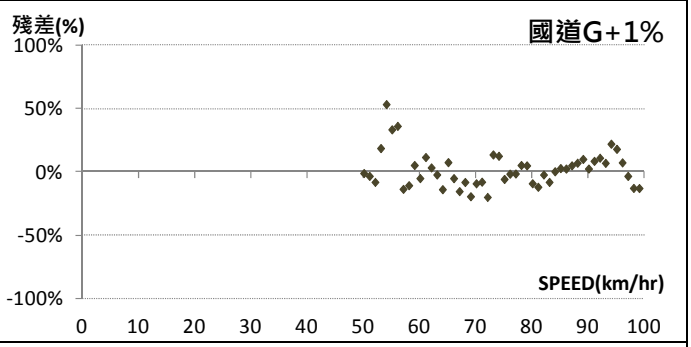
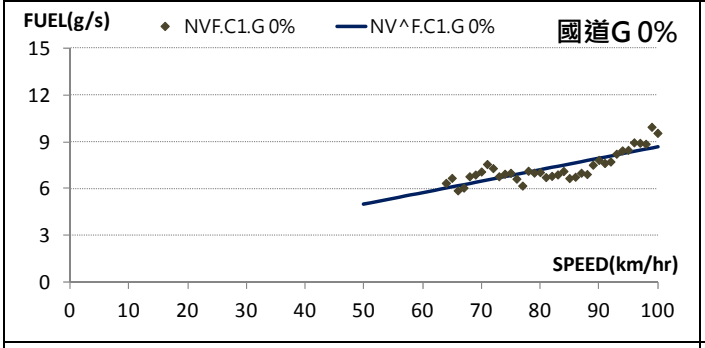
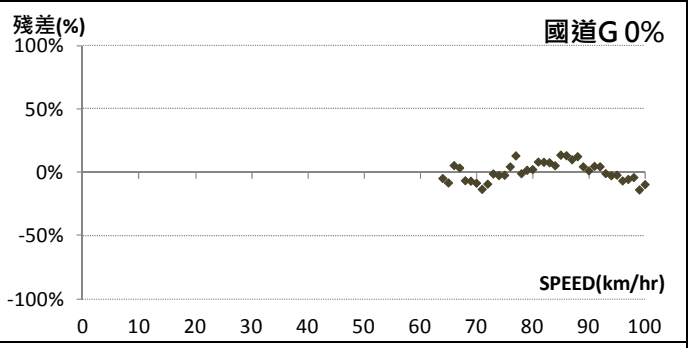
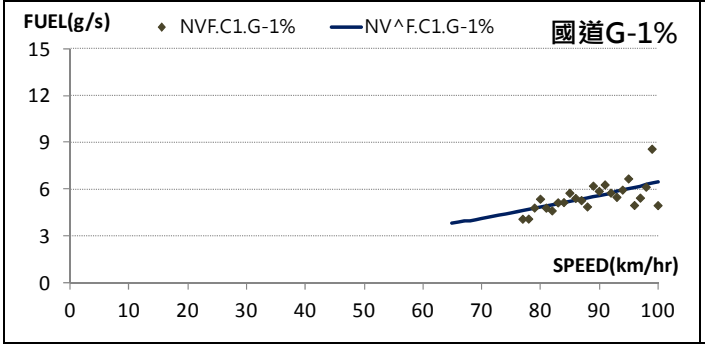
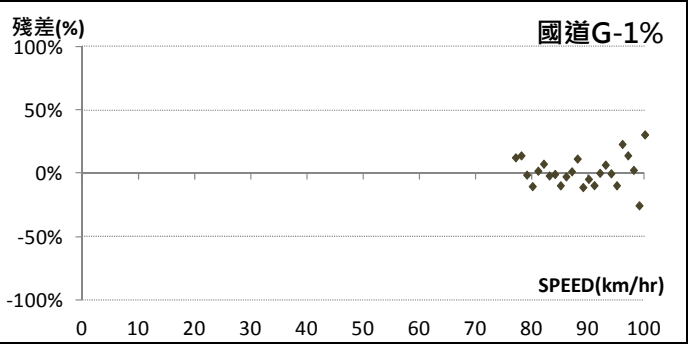
附表 6.1-1 $NV^{\wedge}_F$ 各道路類型之參數表：FUEL

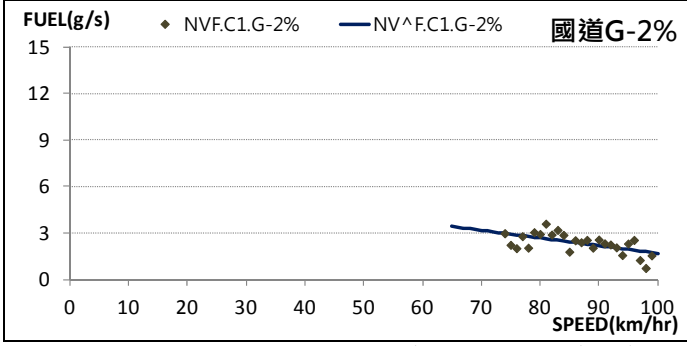
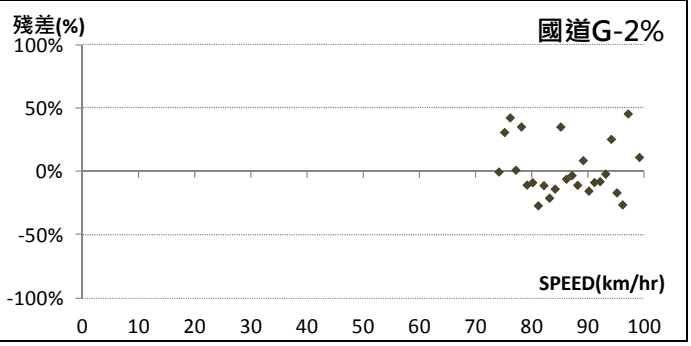
項目		Fuel	a		b		c		d		e		Adj. R^2	F 值
C3		係數	0.70760258		0.07694434								0.912	814.97
		t 值	5.34	***	28.55	***								***
C1	G+2%	係數	11.797302											Na
		t 值												
	G+1%	係數	4.81663245		0.06031649								0.363	28.94
		t 值	5.66	***	5.38	***								***
	G 0%	係數	1.42013806		0.07233449								0.650	67.76
		t 值	1.95	*	8.23	***								***
	G-1%	係數	1.86320925				0.00046090						0.358	13.85
		t 值	1.89	*	0.00	0.00	3.72	***						***
	G-2%	係數	6.66401985		-0.04981417								0.650	47.52
		t 值	5.63	***	-3.65	***								***

註 1：國道 C1 係指「國道速限 90-100 一般道路段，速限 90km/hr」、C3 為「省縣道」，其中 G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度%＜2%」；G 0%為「-1%＜坡度%＜1%」；G-1%為「-2%＜坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。

註 2：＊表示 p<0.1，＊＊表 p<0.05，＊＊＊表 p<0.01。

資料來源：本計畫。

NV^F：FUEL	NV^F：FUEL 殘差百分比
	
	
	
	
	

NV^F：FUEL	NV^F：FUEL 殘差百分比
	

註 1：殘差百分比＝（NV^F－NVF）／NVF。

註 2：國道 C1 係指「國道速限 90-100 一般道路段，速限 90km/hr」、C3 為「省縣道」，其中 G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度%＜2%」；G 0%為「-1%＜坡度%＜1%」；G-1%為「-2%＜坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。

資料來源：本計畫。

附圖 6.1.1 實驗大貨車之 NV_F 分布圖：FUEL

如附表 6.1-1 及附圖 6.1.1 可得知實驗大貨車配適後之參數結果、NV^F 及殘差百分比分布圖，此推估方程式具有以下特性：

1. $NV^{\wedge}_F$ 之係數：省縣道及國道之 $NV^{\wedge}_F$，各項係數皆相當顯著；
2. $NV^{\wedge}_{F.G}$ 之係數：國道之 $NV^{\wedge}_{F.G}$(除了 $NV^{\wedge}_{F.G+2\%}$)，各項係數皆相當顯著；
3. $NV^{\wedge}_F$ 之修正後判定係數(adj-R^2)：省縣道之推估方程式 adj-R^2 為 0.912，具有高解釋能力。
4. $NV^{\wedge}_{F.G}$ 之修正後判定係數(adj-R^2)：國道之推估方程式 adj-R^2，$NV^{\wedge}_{F.G\ 0\%}$為 0.650、$NV^{\wedge}_{F.G-2\%}$為 0.650，具有一定水準上。
5. $NV^{\wedge}_F$、$NV^{\wedge}_{F.G}$之殘差百分比圖形：省縣道、國道分坡之各速率下殘差百分比分布皆落在±50%以內，對於實驗大貨車在此道路類型各速率及坡度下之能耗率，具有一定解釋能力。
6. 如附圖 6.1.1 所示，$NV^{\wedge}_{F.C3}$、$NV^{\wedge}_{F.C1.G+1\%}$、$NV^{\wedge}_{F.C1.G\ 0\%}$、$NV^{\wedge}_{F.C1.G-1\%}$之能耗分布圖，速率變化對於能耗率具有敏感度。
7. $NV^{\wedge}_{F.G}$ 之推估能耗分布：國道分坡之推估能耗率分布皆有顯著差異，以相同速率而言，正坡之能耗表現越顯著高於負坡。

附錄 6.1.2　K 版

本計畫已於附錄 6.1 中，完成實驗大貨車實際道路實驗資料建構之推估曲線（即 NV^F）。然而，本計畫所建構之推估曲線係以 g/s 為單位，此明顯不同於與一般慣用單位為 l/km（能耗）、g/km（CO_2）之推估曲線。而為便於與相關研究比較（如 Taiwan-Mobile）或供其他計畫使用，因此以下將運用逐秒速率（km/hr）與油品容積係數（g/cm^3）等參數（參見附式 6.1-5 與附式 6.1-6），將本計畫所建構之 NV^F 單位（g/s），轉換為 l/km（能耗）與 g/km（CO_2），其數據與圖形結果請分別參見附表 6.1-3 與附圖 6.1.2。

$$Y(\frac{g}{km}) = X(\frac{g}{s}) \times 3600(\frac{s}{hr}) \times \frac{1}{V(\frac{km}{hr})} \qquad \text{(附式 6.1-5)}$$

$$Z\left(\frac{\mathrm{km}}{\mathrm{L}}\right) = \frac{D(g/L) \times V(km/hr)/3600(s/hr)}{X(g/s)} \qquad \text{(附式 6.1-6)}$$

其中：

X 表示每單位時間下之能耗數據（g/s）；

Y 表示每單位距離下之 CO_2 排放數據（g/km）；

Z 表示每單位能耗之行駛距離（km/l）；

V 表示該秒的瞬時速率（km/hr）；

D 為油品容積係數(g/cm^3)：臺灣中油股份有限公司市售之柴油補給密度 (Density at 15℃, g/ml) 0.8392 g/ml，0.8392g/ml×1000=839.2g/L。

其中，由附式 6.1-5、附式 6.1-6 可知，在單位轉換過程中，瞬時速率（V）位於分母，因此，當 V＝0（km/hr）時，便無法將其轉換為每單位距離下之能耗排放。同時，當瞬時速率越大時，其轉換後之每單位距離下能耗排放值也就越小；相對地，在低速區間內，由於分母數值較小，因此在單位的轉換後，可能會造成低速的能耗排放數值過高，尤其是在 V＝1~4（km/hr）的速率區間內，故此區間之數據可信度較低。因此，本計畫決定將 V＝1~4（km/hr）之排放數據刪除，僅提供 V＝5~V_{max} 之能耗排放推估曲線（K 版 NV^F）。

附表 6.1-3 實驗大貨車 NV^$_F$ 分布：l/km、g/km

單位：FUEL(l/km)、CO_2(g/km)

速率	國道速限 90-100 一般道路段(C1)										省縣道	
	正 2 度坡(C1 G+2%)		正 1 度坡(C1 G+1%)		平坡(C1 G 0%)		負 1 度坡(C1 G-1%)		負 2 度坡(C1 G-2%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
0												
1											3.36554924	8770.62131010
2											1.84781253	4815.39946164
3											1.34190030	3496.99217882
4											1.08894418	2837.78853741
5											0.93717051	2442.26635256
6											0.83598806	2178.58489600
7											0.76371489	1990.24099845
8											0.70951001	1848.98307529
9											0.66735065	1739.11580173
10											0.63362317	1651.22198287
11											0.60602796	1579.30885835
12											0.58303195	1519.38125459
13											0.56357378	1468.67328217
14											0.54689536	1425.20930582
15											0.53244072	1387.54052631
16											0.51979292	1354.58034424
17											0.50863309	1325.49783064
18											0.49871324	1299.64670745

速率	國道速限 90-100 一般道路段(C1)										省縣道	
	正 2 度坡(C1 G+2%)		正 1 度坡(C1 G+1%)		平坡(C1 G 0%)		負 1 度坡(C1 G-1%)		負 2 度坡(C1 G-2%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
19											0.48983759	1276.51675512
20											0.48184950	1255.69979802
21											0.47462218	1236.86540827
22											0.46805189	1219.74323577
23											0.46205293	1204.10994783
24											0.45655389	1189.77943388
25											0.45149477	1176.59536106
26											0.44682481	1164.42544768
27											0.44250077	1153.15700936
28											0.43848559	1142.69345950
29											0.43474733	1132.95153376
30	1.68693553	4396.15399208									0.43125828	1123.85906974
31	1.63251826	4254.34257298									0.42799433	1115.35321631
32	1.58150206	4121.39436757									0.42493437	1107.37897871
33	1.53357775	3996.50362916									0.42205987	1099.88802824
34	1.48847253	3878.95940477									0.41935446	1092.83772191
35	1.44594474	3768.13199321									0.41680364	1086.19029023
36	1.40577961	3663.46166006									0.41439454	1079.91216032
37	1.36778557	3564.44918276									0.41211565	1073.97338877
38	1.33179121	3470.64788848									0.40995671	1068.34718415
39	1.29764272	3381.65691698									0.40790848	1063.00950284

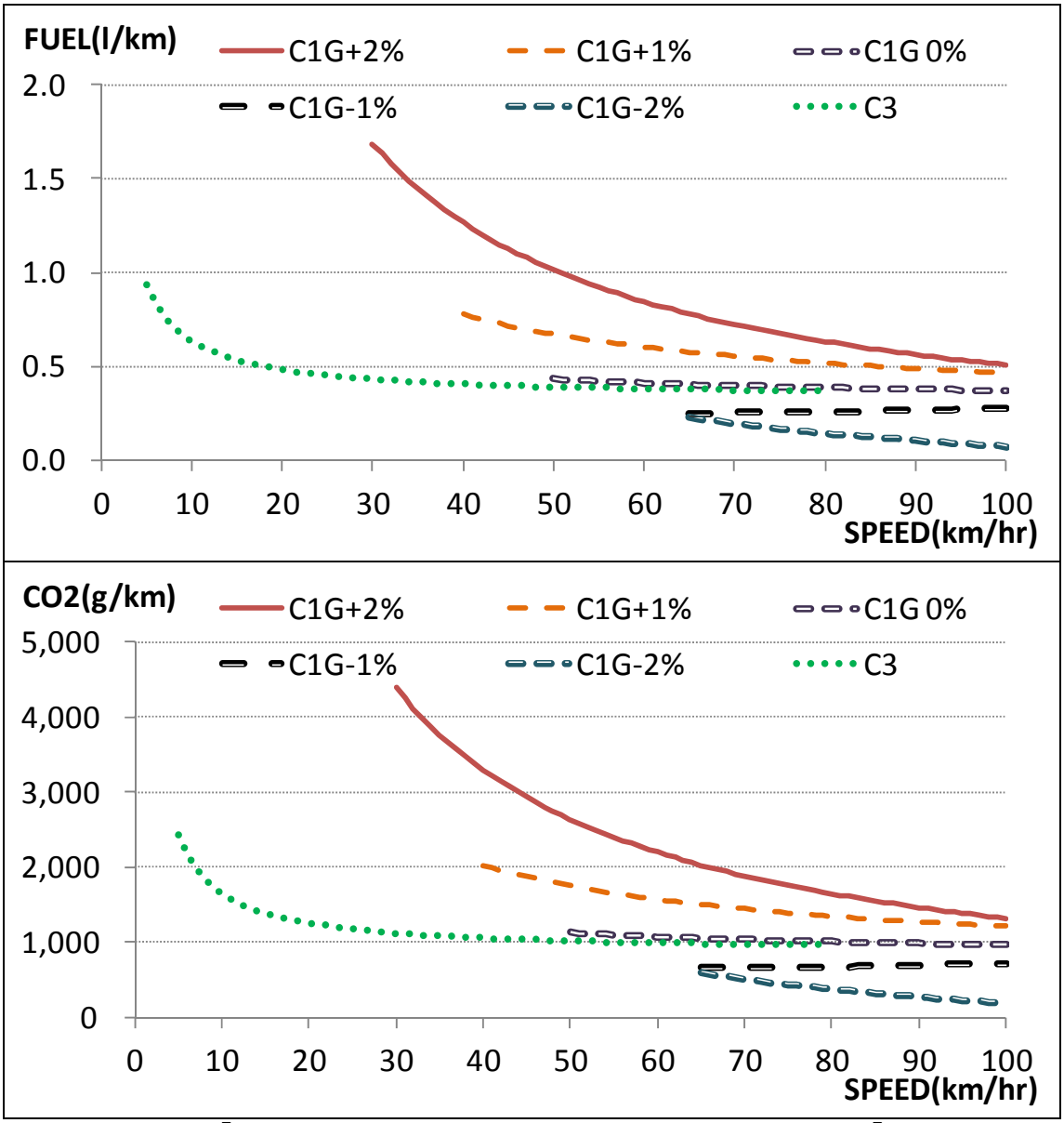
速率	國道速限 90-100 一般道路段(C1)										省縣道	
	正 2 度坡(C1 G+2%)		正 1 度坡(C1 G+1%)		平坡(C1 G 0%)		負 1 度坡(C1 G-1%)		負 2 度坡(C1 G-2%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
40	1.26520165	3297.11549406	0.77530539	2020.44584982							0.40596267	1057.93870560
41	1.23434307	3216.69804298	0.76270637	1987.61280980							0.40411177	1053.11526432
42	1.20495395	3140.10999434	0.75070731	1956.34324788							0.40234901	1048.52151072
43	1.17693177	3067.08418052	0.73926634	1926.52808418							0.40066823	1044.14142008
44	1.15018332	2997.37772187	0.72834542	1898.06815520							0.39906386	1039.96042447
45	1.12462369	2930.76932805	0.71790987	1870.87311195							0.39753079	1035.96525089
46	1.10017535	2867.05695135	0.70792804	1844.86046189							0.39606438	1032.14378050
47	1.07676736	2806.05573962	0.69837096	1819.95473310							0.39466037	1028.48492588
48	1.05433471	2747.59624505	0.68921210	1796.08674302							0.39331486	1024.97852353
49	1.03281767	2691.52285229	0.68042707	1773.19295661							0.39202427	1021.61523965
50	1.01216132	2637.69239525	0.67199345	1751.21492166	0.43214263	1126.16370127					0.39078530	1018.38648712
51	0.99231502	2585.97293652	0.66389055	1730.09877043	0.42975357	1119.93780584					0.38959492	1015.28435233
52	0.97323204	2536.24268774	0.65609930	1709.79477886	0.42745640	1113.95136793					0.38845032	1012.30153043
53	0.95486917	2488.38905212	0.64860206	1690.25697566	0.42524591	1108.19083334					0.38734891	1009.43126784
54	0.93718641	2442.30777338	0.64138250	1671.44279479	0.42311729	1102.64365188					0.38628830	1006.66731127
55	0.92014665	2397.90217750	0.63442547	1653.31276596	0.42106607	1097.29818611					0.38526626	1004.00386221
56	0.90371546	2355.08249575	0.62771690	1635.83023816	0.41908812	1092.14362983					0.38428071	1001.43553634
57	0.88786081	2313.76525899	0.62124372	1618.96113238	0.41717956	1087.16993517					0.38332975	998.95732716
58	0.87255286	2273.87275452	0.61499375	1602.67371991	0.41533682	1082.36774723					0.38241158	996.56457347
59	0.85776383	2235.33253834	0.60895565	1586.93842311	0.41355654	1077.72834531					0.38152453	994.25293008
60	0.84346777	2198.07699604	0.60311882	1571.72763621	0.41183561	1073.24359013					0.38066705	992.01834146

速率	國道速限 90-100 一般道路段(C1)										省縣道	
	正 2 度坡(C1 G+2%)		正 1 度坡(C1 G+1%)		平坡(C1 G 0%)		負 1 度坡(C1 G-1%)		負 2 度坡(C1 G-2%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
61	0.82964042	2162.04294692	0.59747336	1557.01556364	0.41017110	1068.90587610					0.37983769	989.85701805
62	0.81625913	2127.17128649	0.59201001	1542.77807404	0.40856028	1064.70808834					0.37903508	987.76541474
63	0.80330263	2093.40666289	0.58672010	1528.99256825	0.40700060	1060.64356367					0.37825795	985.74021154
64	0.79075103	2060.69718379	0.58159549	1515.63785951	0.40548966	1056.70605540					0.37750510	983.77829594
65	0.77858563	2028.99415019	0.57662857	1502.69406489	0.40402521	1052.88970123	0.25148263	655.36372825	0.22611193	589.24769157	0.37677542	981.87674698
66	0.76678888	1998.25181458	0.57181217	1490.14250647	0.40260514	1049.18899416	0.25159668	655.66095684	0.21944822	571.88206621	0.37606785	980.03282071
67	0.75534427	1968.42716063	0.56713953	1477.96562143	0.40122746	1045.59875596	0.25176635	656.10311965	0.21298343	555.03481774	0.37538140	978.24393701
68	0.74423626	1939.47970239	0.56260433	1466.14688007	0.39989030	1042.11411299	0.25198919	656.68382254	0.20670878	538.68307657	0.37471514	976.50766755
69	0.73345023	1911.37130090	0.55820058	1454.67071092	0.39859189	1038.73047417	0.25226287	657.39704202	0.20061600	522.80529892	0.37406820	974.82172473
70	0.72297237	1884.06599660	0.55392265	1443.52243232	0.39733059	1035.44351075	0.25258523	658.23709881	0.19469730	507.38117205	0.37343974	973.18395171
71	0.71278966	1857.52985581	0.54976523	1432.68818974	0.39610481	1032.24913784	0.25295420	659.19863358	0.18894533	492.39152763	0.37282898	971.59231314
72	0.70288980	1831.73083003	0.54572329	1422.15489834	0.39491308	1029.14349752	0.25336784	660.27658476	0.18335313	477.81826223	0.37223518	970.04488675
73	0.69326118	1806.63862688	0.54179209	1411.91019027	0.39375401	1026.12294323	0.25382432	661.46616811	0.17791415	463.64426437	0.37165766	968.53985560
74	0.68389278	1782.22459138	0.53796714	1401.94236620	0.39262626	1023.18402554	0.25432189	662.76285800	0.17262216	449.85334753	0.37109574	967.07550097
75	0.67477421	1758.46159683	0.53424419	1392.24035077	0.39152858	1020.32347899	0.25485893	664.16237016	0.16747129	436.43018847	0.37054881	965.65019580
76	0.66589560	1735.32394424	0.53061921	1382.79365153	0.39045979	1017.53820999	0.25543386	665.66064583	0.16245597	423.36027044	0.37001627	964.26239866
77	0.65724761	1712.78726964	0.52708838	1373.59232111	0.38941876	1014.82528563	0.25604522	667.25383707	0.15757093	410.62983081	0.36949756	962.91064820
78	0.64882136	1690.82845849	0.52364809	1364.62692224	0.38840442	1012.18192343	0.25669159	668.93829329	0.15281113	398.22581270	0.36899216	961.59355801
79	0.64060843	1669.42556661	0.52029489	1355.88849549	0.38741576	1009.60548180	0.25737166	670.71054873	0.14817184	386.13582037	0.36849954	960.30981187
80	0.63260082	1648.55774703	0.51702553	1347.36852941	0.38645182	1007.09345121	0.25808416	672.56731091	0.14364853	374.34807784	0.36801925	959.05815939
81	0.62479094	1628.20518225	0.51383689	1339.05893286	0.38551168	1004.64344606	0.25882788	674.50544996	0.13923691	362.85139069		

速率	國道速限 90-100 一般道路段(C1)										省縣道	
	正 2 度坡(C1 G+2%)		正 1 度坡(C1 G+1%)		平坡(C1 G 0%)		負 1 度坡(C1 G-1%)		負 2 度坡(C1 G-2%)			
Km/hr	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2	FUEL	CO_2
82	0.61717154	1608.34902149	0.51072602	1330.95200940	0.38459447	1002.25319714	0.25960168	676.52198867	0.13493289	351.63511054		
83	0.60973573	1588.97132244	0.50769011	1323.04043349	0.38369936	999.92054458	0.26040449	678.61409333	0.13073258	340.68910220		
84	0.60247698	1570.05499717	0.50472649	1315.31722843	0.38282557	997.64343136	0.26123525	680.77906514	0.12663228	330.00371310		
85	0.59538901	1551.58376191	0.50183260	1307.77574585	0.38197233	995.41989728	0.26209299	683.01433234	0.12262845	319.56974493		
86	0.58846588	1533.54209026	0.49900600	1300.40964659	0.38113894	993.24807329	0.26297676	685.31744274	0.11871774	309.37842718		
87	0.58170191	1515.91516968	0.49624439	1293.21288294	0.38032470	991.12617630	0.26388567	687.68605693	0.11489693	299.42139260		
88	0.57509166	1498.68886093	0.49354554	1286.17968210	0.37952897	989.05250423	0.26481886	690.11794183	0.11116295	289.69065425		
89	0.56862995	1481.84966025	0.49090734	1279.30453071	0.37875112	987.02543153	0.26577550	692.61096472	0.10751289	280.17858419		
90	0.56231184	1465.38466403	0.48832777	1272.58216047	0.37799056	985.04340490	0.26675483	695.16308766	0.10394393	270.87789345		
91	0.55613259	1449.28153585	0.48580489	1266.00753463	0.37724672	983.10493929	0.26775609	697.77236230	0.10045342	261.78161351		
92	0.55008767	1433.52847568	0.48333685	1259.57583544	0.37651904	981.20861424	0.26877856	700.43692500	0.09703879	252.88307878		
93	0.54417275	1418.11419099	0.48092189	1253.28245236	0.37580701	979.35307037	0.26982156	703.15499227	0.09369759	244.17591039		
94	0.53838368	1403.02786981	0.47855832	1247.12297105	0.37511013	977.53700616	0.27088444	705.92485653	0.09042748	235.65400090		
95	0.53271648	1388.25915539	0.47624450	1241.09316303	0.37442793	975.75917488	0.27196657	708.74488206	0.08722621	227.31150003		
96	0.52716735	1373.79812252	0.47397889	1235.18897600	0.37375993	974.01838175	0.27306735	711.61350134	0.08409164	219.14280126		
97	0.52173264	1359.63525528	0.47175999	1229.40652480	0.37310571	972.31348126	0.27418619	714.52921147	0.08102169	211.14252927		
98	0.51640884	1345.76142615	0.46958637	1223.74208280	0.37246484	970.64337466	0.27532255	717.49057089	0.07801440	203.30552814		
99	0.51119258	1332.16787639	0.46745667	1218.19207397	0.37183692	969.00700758	0.27647590	720.49619628	0.07506786	195.62685027		
100	0.50608066	1318.84619762	0.46536956	1212.75306532	0.37122155	967.40336785	0.27764573	723.54475967	0.07218026	188.10174595		

註：國道 C1 係指「國道速限 90-100 一般道路段，速限 90km/hr」、C3 為「省縣道」，其中 G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度%＜2%」；G 0%為「-1%＜坡度%＜1%」；G-1%為「-2%＜坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。

資料來源：本計畫。



註：國道 C1 係指「國道速限 90-100 一般道路段，速限 90km/hr」、C3 為「省縣道」，其中 G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度%＜2%」；G 0%為「-1%＜坡度%＜1%」；G-1%為「-2%＜坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。

資料來源：本計畫。

附圖 6.1.2 實驗大貨車之 $NV^{\wedge}_{F}$ 分布圖：l/km、g/km

附錄 6.2 大貨車能耗/CO_2 排放推估模式之建構流程

如第 5 章所述，本計畫已於 5.3 節、5.4 節中呈現大貨車能耗/CO_2 排放推估模式建構結果($NV^{\wedge}_{F.ML.Cn}$、$NV^{\wedge}_{F.ML.Cn.G}$)。進一步，本附錄將搭配 5.3 節、5.4 節之內容，依序詳述模式建構的過程，即各道路類型轉換率($FI^{\wedge}_{F.Cn}$、$FI^{\wedge}_{F.Cn.G}$)之建構方法/結果，以及運用此一轉換率所推估之結果($NV^{\wedge}_{F.ML.Cn}$、$NV^{\wedge}_{F.ML.Cn.G}$)。逐一說明如後。

1. 各道路類型轉換率($FI^{\wedge}_{F.Cn}$、$FI^{\wedge}_{F.Cn.G}$)

本計畫運用車載實驗儀器道路實驗量測所得之 NV_F (道路實測能耗值)，除以實驗大貨車於執行實驗期間之平均能耗值(單位為 g/s)，即求得實驗車輛之 FI_F (即 $FI_{F.Cn}$、$FI_{F.Cn.G}$)。進一步再以一速率之多項式加以配適，即可建構一套各道路類型下 FUEL 之 $FI^{\wedge}_F$ (即 $FI^{\wedge}_{F.Cn}$、$FI^{\wedge}_{F.Cn.G}$)，如附式 6.2-1~附式 6.2-6。參數校估結果參見附表 6.2-1；而 $FI^{\wedge}_{F.Cn}$、$FI^{\wedge}_{F.Cn.G}$ 請參見附圖 6.2.1。

$FI^{\wedge}_{F.C3}=a+bV$ 附式 6.2-1

$FI^{\wedge}_{F.C1.G+2\%}$=平均值 附式 6.2-2

$FI^{\wedge}_{F.C1.G+1\%}=a+bV$ 附式 6.2-3

$FI^{\wedge}_{F.C1.G\ 0\%}=a+bV$ 附式 6.2-4

$FI^{\wedge}_{F.C1.G-1\%}=a+cV^2$ 附式 6.2-5

$FI^{\wedge}_{F.C1.G-2\%}=a+bV$ 附式 6.2-6

其中：

$FI^{\wedge}_F$：實驗車輛於各道路類型下該速率之 FUEL 轉換因子(%)；

v：該秒之瞬時速率（km/hr）；

a：常數項；

b：V 項之係數；

c：V^2 項之係數；

d：V^3 項之係數。

Cn：不同道路類型，C1 為國道速限 90~100 一般道路段；C3 為省縣道；

Cn：不同的坡度，G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度%＜2%」；G 0%為「-1%＜坡度%＜1%」；G-1%為「-2%＜坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。

附表 6.2-1 $FI^{\wedge}_F$ 各道路類型之參數表：FUEL

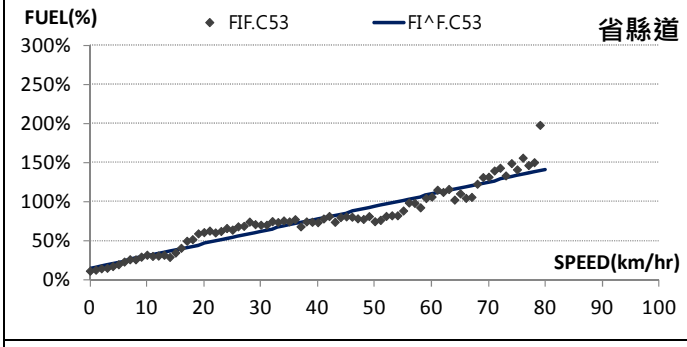
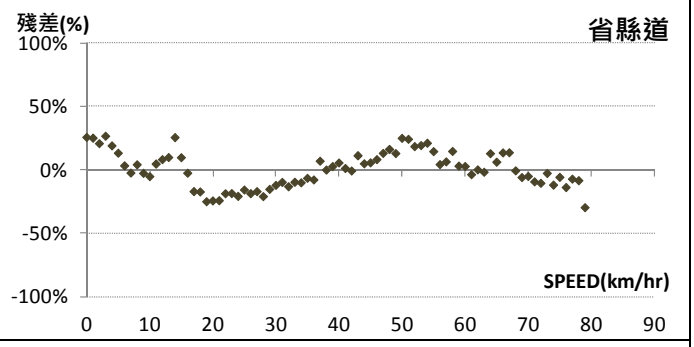
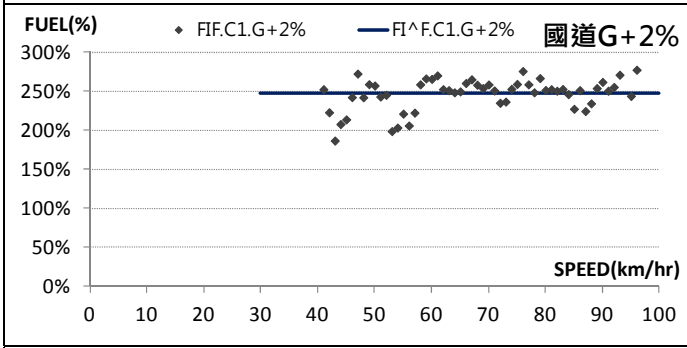
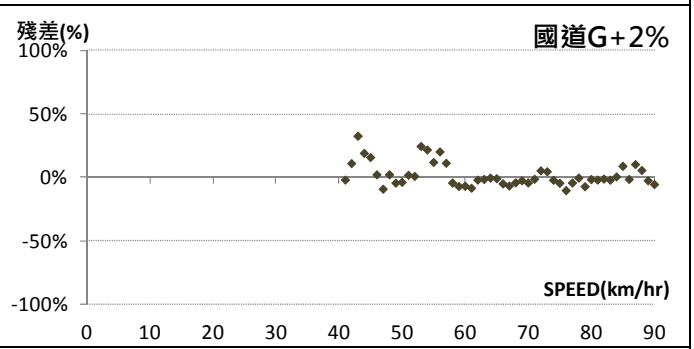
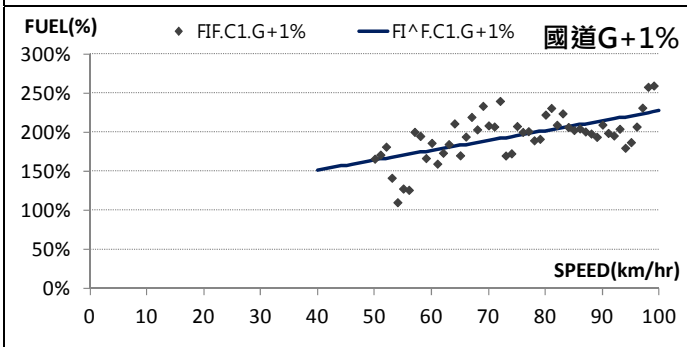
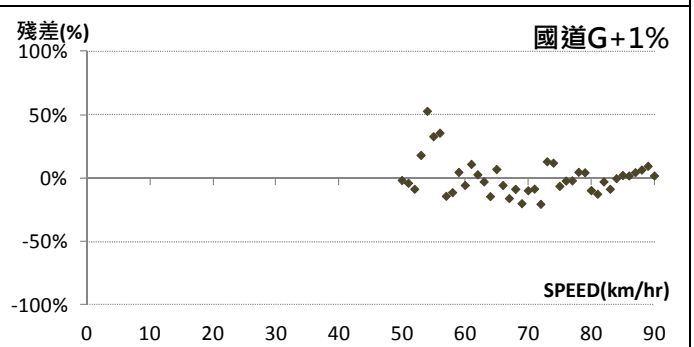
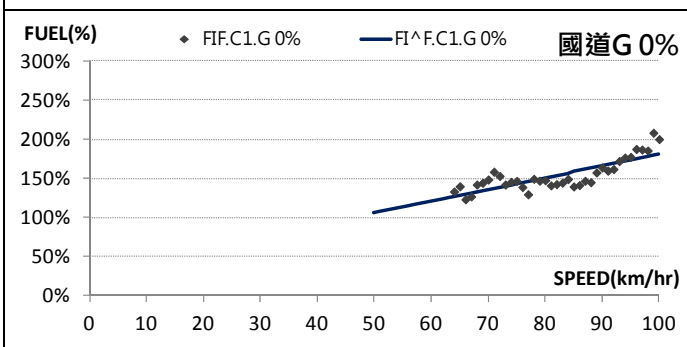
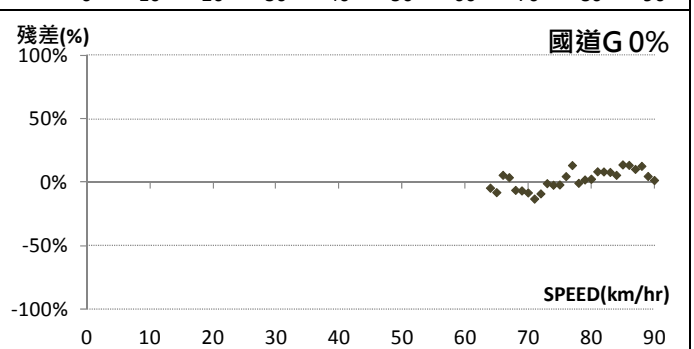
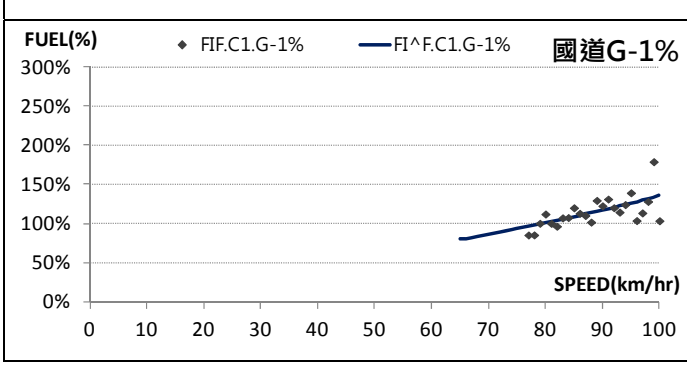
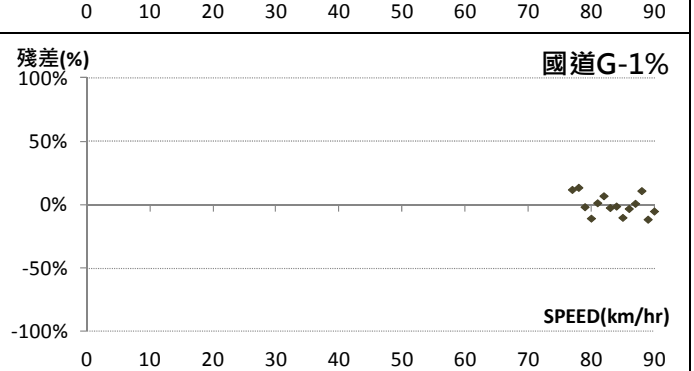
項目		Fuel	a		b		c		d		e		Adj. R^2	F 值
C3		係數	0.14496166		0.01582512								0.946	2162.5
		t 值	10.85	***	10.85	***			***					
C1	G+2%	係數	2.490508457											Na
		t 值												
	G+1%	係數	1.016800562		0.012733791								0.363	28.94
		t 值	5.66	***	5.38	***								***
	G 0%	係數	0.299787909		0.015270484								0.650	67.76
		t 值	1.95	*	8.23	***								***
	G-1%	係數	0.393296480				0.00009730						0.358	13.85
		t 值	1.89	*	0.00	0.00	3.72	***						***
	G-2%	係數	1.406829895		-0.010516187								0.650	47.52
		t 值	5.63	***	-3.65	***								***

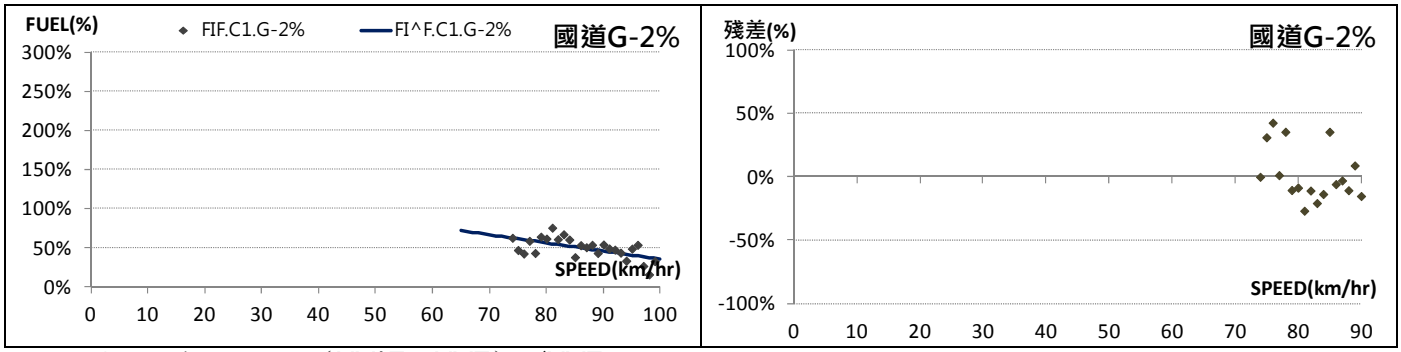
註 1：國道 C1 係指「國道速限 90-100 一般道路段，速限 90km/hr」、C3 為「省縣道」，其中 G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度%＜2%」；G 0%為「-1%＜坡度%＜1%」；G-1%為「-2%＜坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。

註 2：＊表示 p<0.1，＊＊表 p<0.05，＊＊＊表 p<0.01。

註 3：C3 省縣道 $FI^{\wedge}_F$ 為前期與本期資料庫整合後之轉換率，詳細內容見 5.4 節。

資料來源：本計畫。

$FI^{\wedge}_F$：FUEL	$FI^{\wedge}_F$ 殘差百分比：FUEL
	
	
	
	
	



註 1：殘差百分比＝（NV^F－NVF）／NVF。

註 2：國道 C1 係指「國道速限 90-100 一般道路段，速限 90km/hr」、C3 為「省縣道」，其中 G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度%＜2%」；G 0%為「-1%＜坡度%＜1%」；G-1%為「-2%＜坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。

資料來源：本計畫。

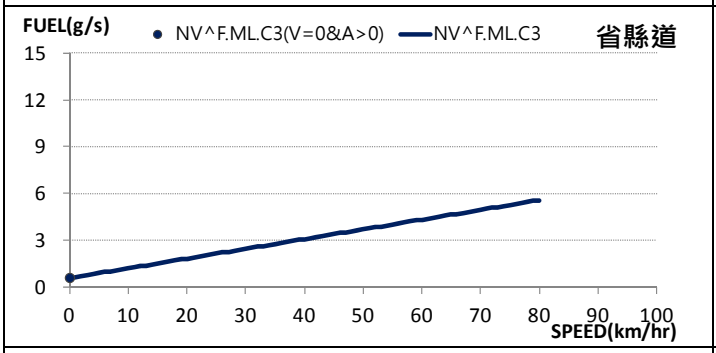
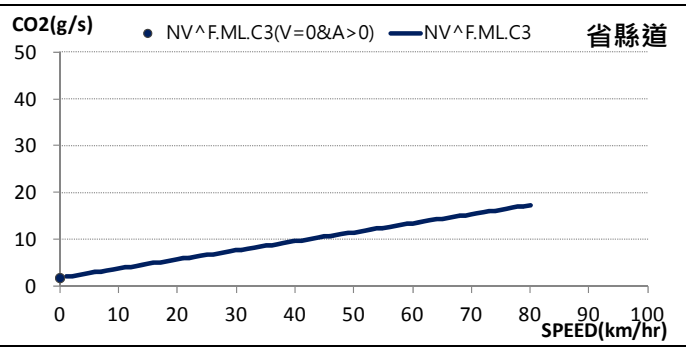
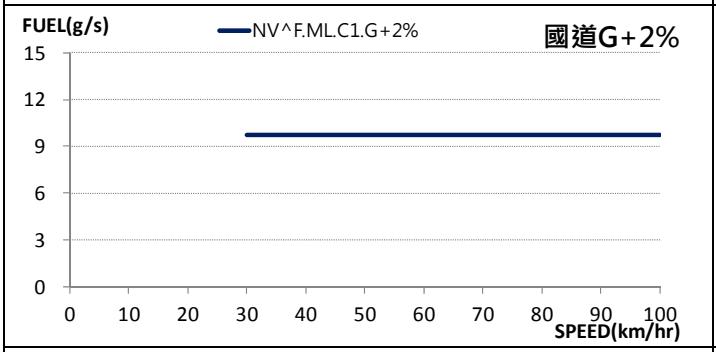
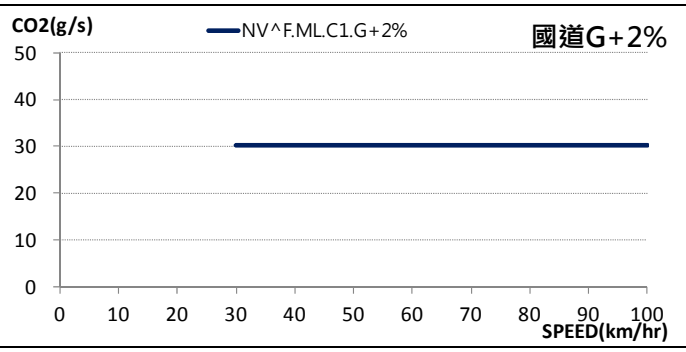
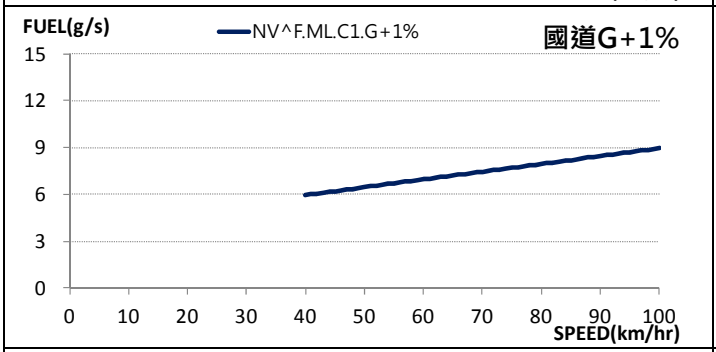
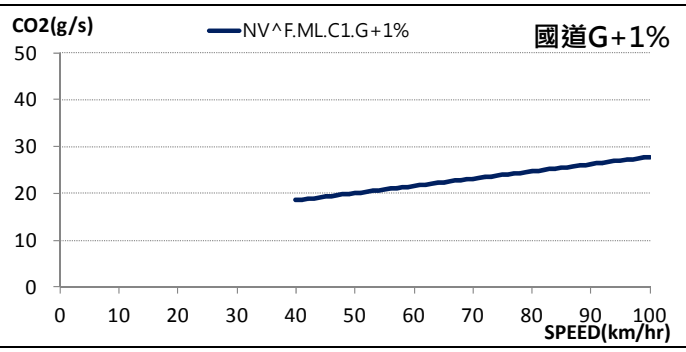
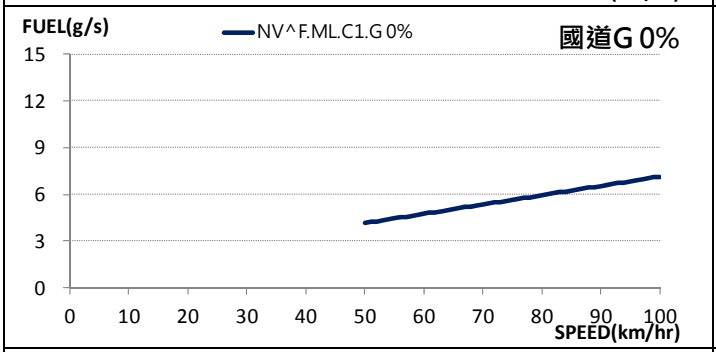
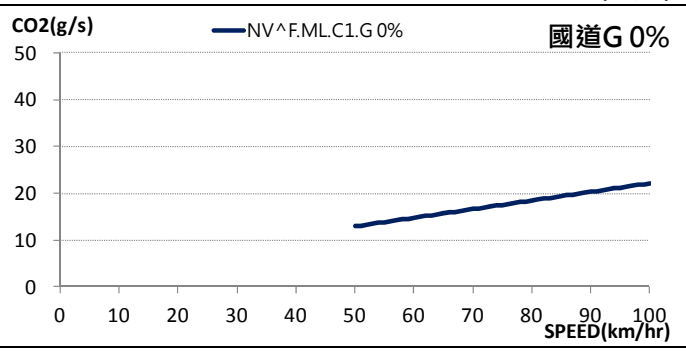
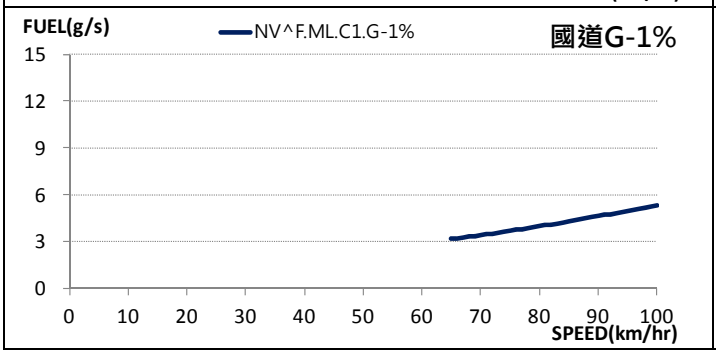
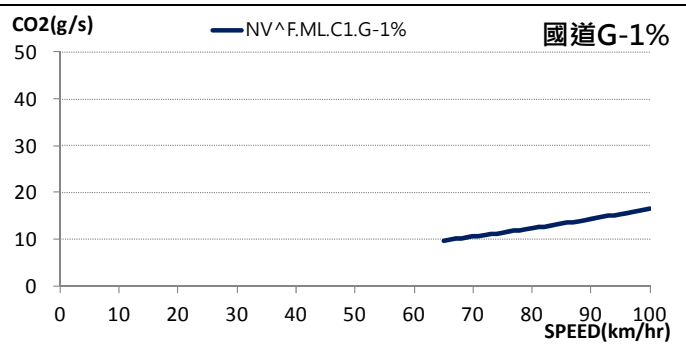
附圖 6.2.1 實驗大貨車之 $FI^{\wedge}_{F}$ 分布圖：FUEL

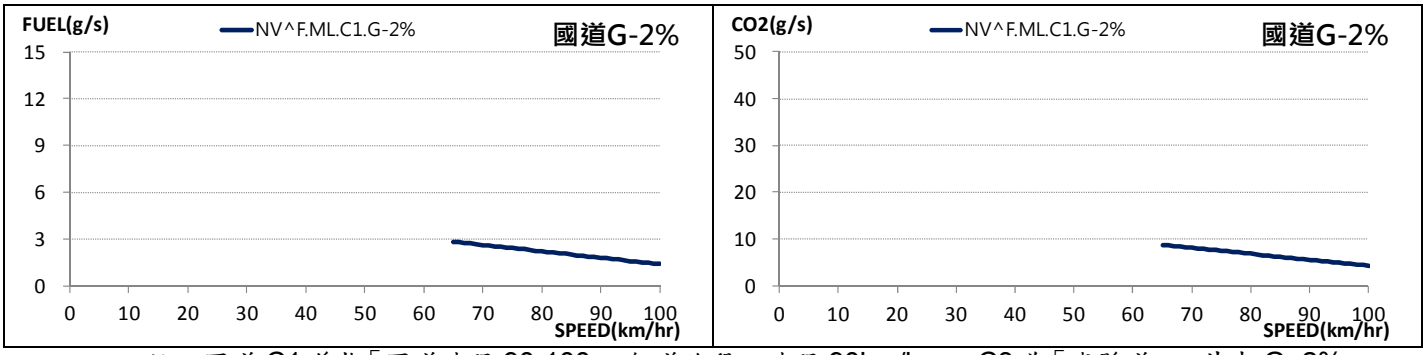
2. 大貨車能耗/CO_2排放推估模式建構($NV^{\wedge}_{F.ML}$)

透過前述各道路類型轉換率($FI^{\wedge}_{F.Cn}$、$FI^{\wedge}_{F.Cn.G}$)之建構，本計畫即可藉由此項轉換率搭配大貨車之平均耗能值(N_T，單位為 g/s)、碳排放轉換當量(FF_U，詳參見 5.3 節)，推估大貨車行駛在實際道路上之動態能耗/CO_2曲線。

以下以貨運業者提供實驗車輛平均能耗值，搭配各道路類型轉換率($FI^{\wedge}_{F.Cn}$、$FI^{\wedge}_{F.Cn.G}$)與碳排放轉換當量(FF_U)，求得實驗大貨車行駛在實際道路上之動態能耗/CO_2推估值($NV^{\wedge}_{F.ML.Cn}$、$NV^{\wedge}_{F.ML.Cn.G}$)，如附圖 6.2.2。

本計畫大貨車能耗/CO_2推估模式之推估能力，藉由 3 種不同驗證資料，驗證過程參見 5.5 節。

NV^F.ML：FUEL	NV^F.ML：CO_2
	
	
	
	
	



註：國道 C1 係指「國道速限 90-100 一般道路段，速限 90km/hr」、C3 為「省縣道」，其中 G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度%＜2%」；G 0%為「-1%＜坡度%＜1%」；G-1%為「-2%＜坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。

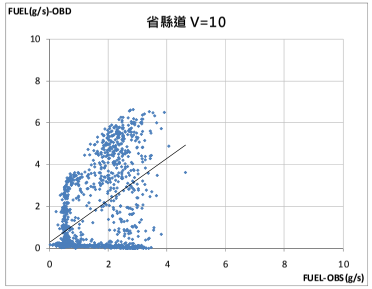
資料來源：本計畫。

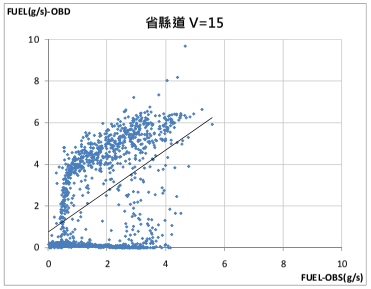
附圖 6.2.2 實驗大貨車之 NV_F 及 $NV^{\wedge}_{F.ML.Cn}$、$NV^{\wedge}_{F.ML.Cn.G}$ 分布圖：FUEL

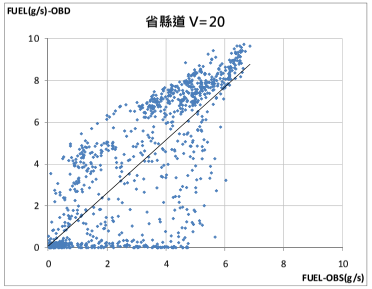
附錄 7　OBS&OBD 量測之能耗差異比較

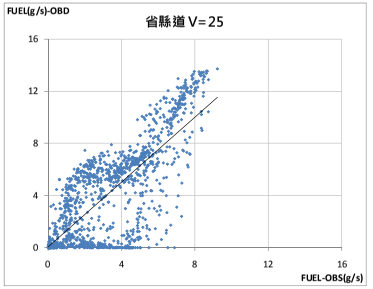
附錄 7 OBS(污染量測系統)、OBD(車上診斷系統)量測之能耗差異比較

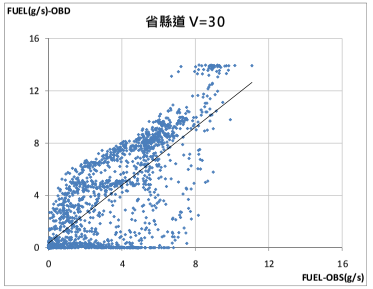
附錄 7.1 省縣道

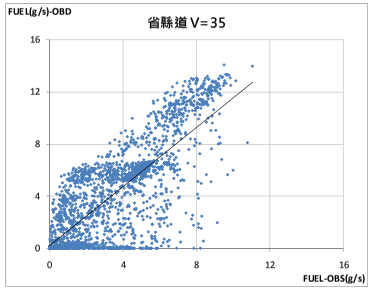


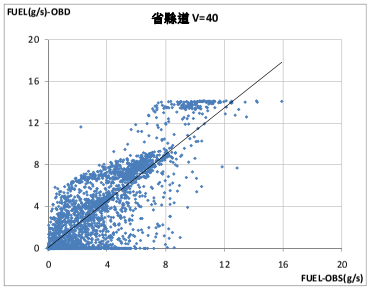


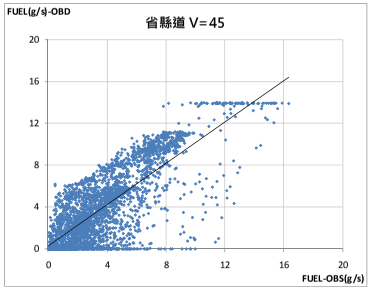


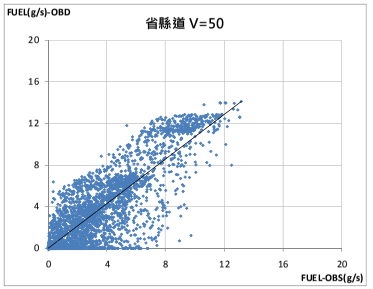


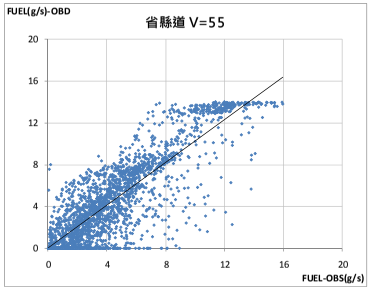


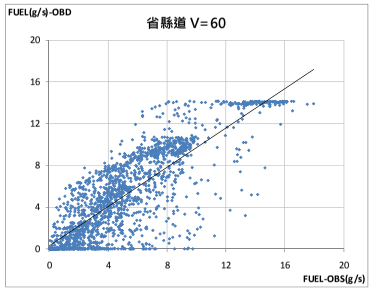


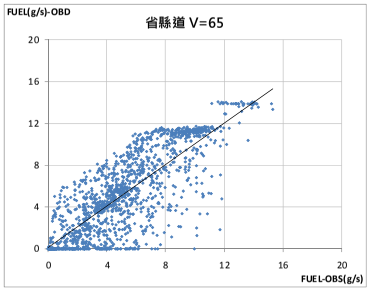


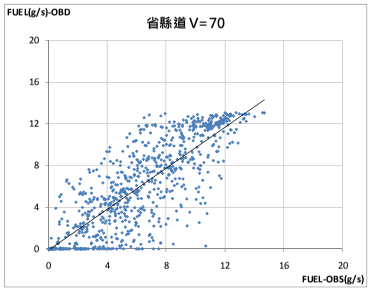


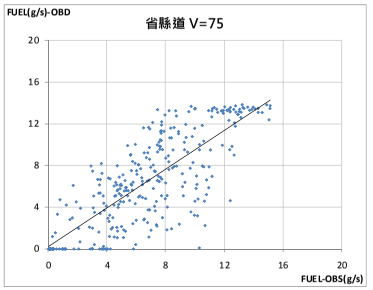






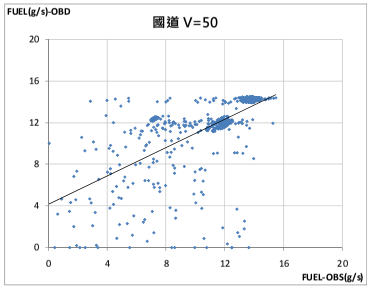


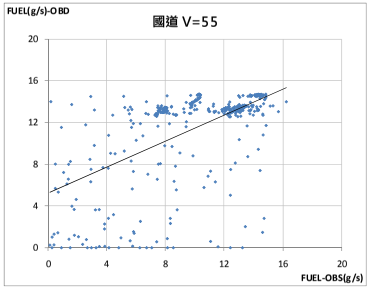


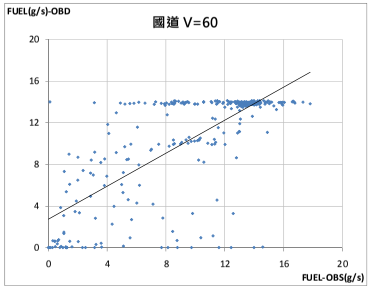


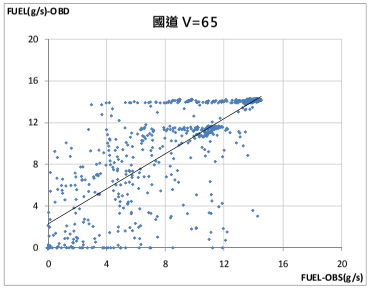
資料來源：本計畫。

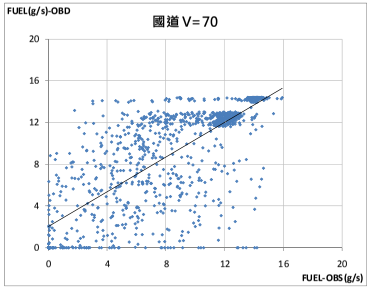
附錄 7.2 國道

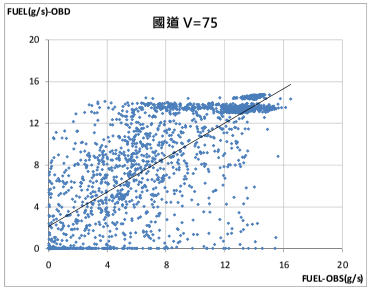


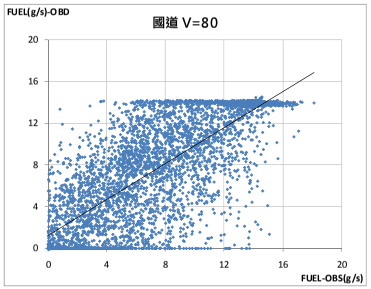


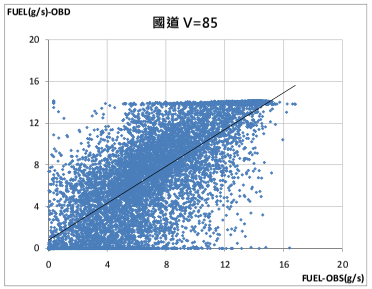


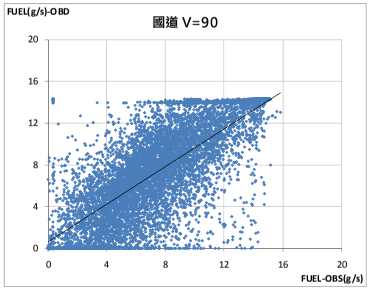


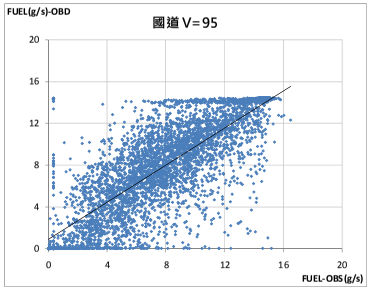


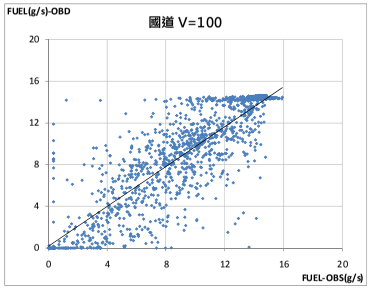


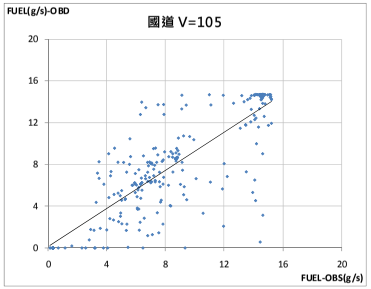


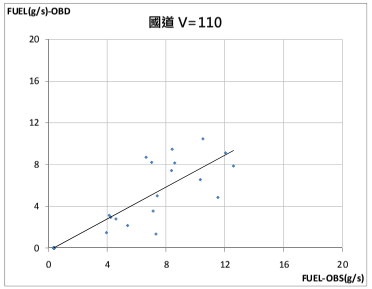












資料來源：本計畫。

附錄 8　104 年相關研究成果檢討(刪除離群值)

附錄 8 前期相關研究成果檢討(刪除離群值)

附錄 8.1 定速巡航之能耗/碳排放推估曲線

前期實驗大貨車行駛狀態下之實際道路實驗資料，定速巡航及市區繞行刪除離群值後，以速率多項式加以配適，初步建構大貨車動態能耗推估曲線($NV^{\wedge}_F$)，分別以定速巡航及市區繞行之動態能耗推估曲線說明如后。

1. 各載重動態能耗配適過程

前期大貨車定速巡航行駛狀態下之實際道路實驗資料，進一步依照不同速率下之能耗率予以彙整，求得大貨車定速巡航之動態能耗排放率($NV^{\wedge}_F$)，因需將各載重之能耗率進行多項式最佳配適，應考量各載重多項式配適結果之載重折減因子合理性，因此，各載重多項方程式之迴歸次方須一致性。

各載重配適公式如附式 8.1-1~附式 8.1-3 所示，參數結果如表 3.2-1 所示。

$$NV^{\wedge}_{F.定滿.D} = a + bV + cV^2 \qquad \text{附式 8.1-1}$$

$$NV^{\wedge}_{F.定半.D} = a + bV + cV^2 \qquad \text{附式 8.1-2}$$

$$NV^{\wedge}_{F.定空.D} = a + bV + cV^2 \qquad \text{附式 8.1-3}$$

其中：

$NV^{\wedge}_F$：實驗大貨車於該秒之 FUEL(g/s)，不區分載重；

$NV^{\wedge}_{F.定}$：實驗大貨車以定速巡航行駛該秒之 FUEL(g/s)；

$NV^{\wedge}_{F.滿}$：實驗大貨車於滿載、該秒之 FUEL(g/s)；

$NV^{\wedge}_{F.半}$：實驗大貨車於半載、該秒之 FUEL(g/s)；

$NV^{\wedge}_{F.空}$：實驗大貨車於空載、該秒之 FUEL(g/s)；

$NV^{\wedge}_{F.D}$：實驗大貨車於該秒刪除離群值之 FUEL(g/s)；

V：該秒之瞬時速率(km/hr)；

a：常數項；

b：V 項之係數；

c：V^2 項之係數；

實驗大貨車數據經附式 8.1-1~附式 8.1-3 之函數型態進行配適後，各載重定速巡航 $NV^{\wedge F}$ 之分布圖及殘差百分比如附圖 8.1.1 所示。

附表 8.1-1 各載重定速巡航保留離群值參數表：FUEL

實驗項目	迴歸次數	Fuel	a		b		c		Adj. R^2	F 值
滿載	2	係數	0.957160174		-0.018891658		0.000598866		0.9820	493.2
		t 值	5.47	***	-2.61	**	9.32	***		***
半載	2	係數	0.988746958		-0.024624286		0.000623886		0.9858	624.2
		t 值	6.72	***	-4.04	***	11.55	***		***
空載	2	係數	1.001768636		-0.029367583		0.000662015		0.9847	579.3
		t 值	6.59	***	-4.66	***	11.86	***		***

註 1：*表示 p<0.1，**表示 p<0.05，***表示 p<0.01。
註 2：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
註 3：逐速刪除超過平均值±3 個標準差樣本。

2. 各載重動態能耗推估結果與分析

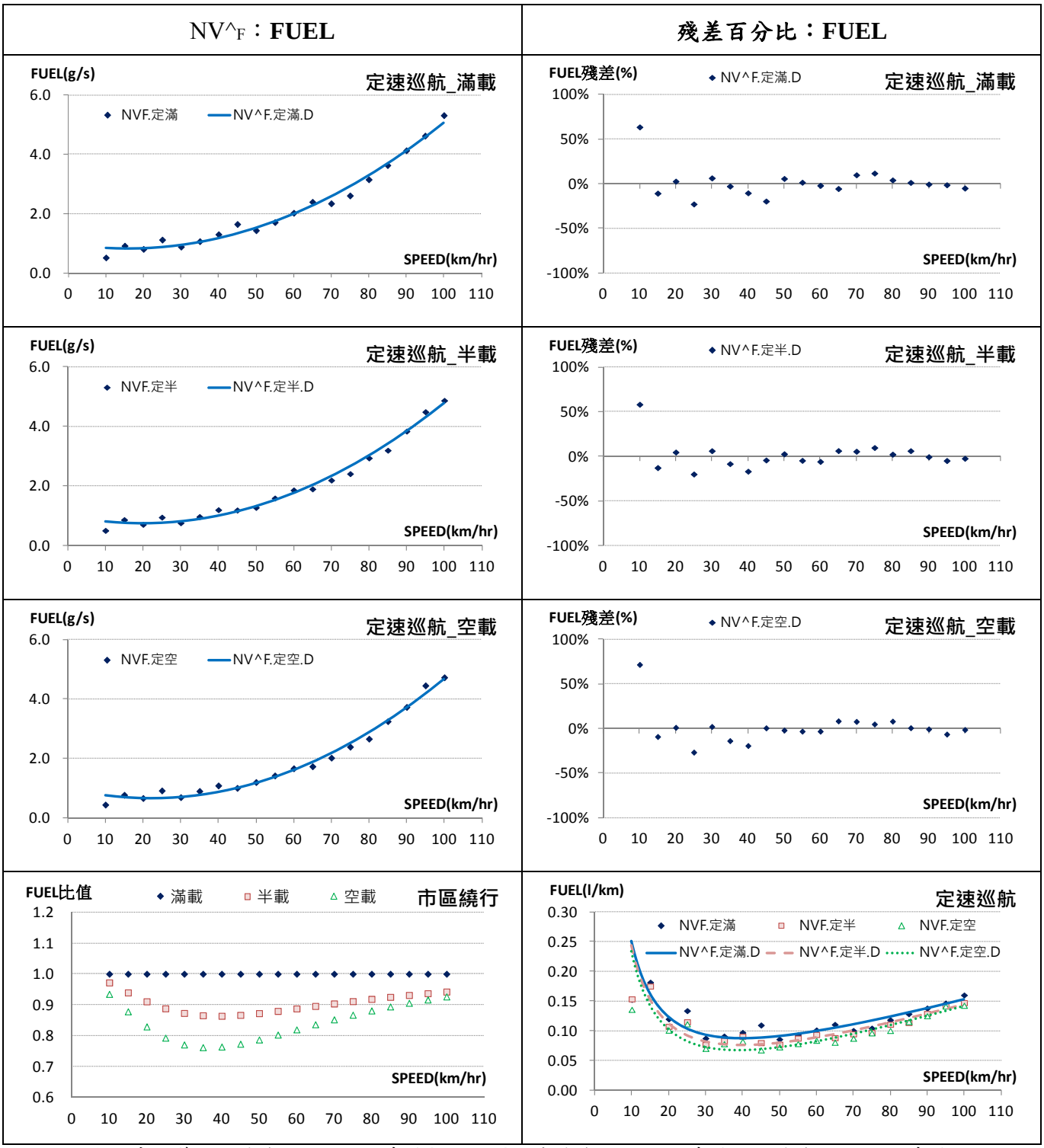
由附式 8.1-1~附式 8.1-33 及附表 8.1-1 推估結果以 $NV^{\wedge F}$ 分布圖及殘差百分比探討配適結果之特性：

(1) 係數顯著性：各載重之 $NV^{\wedge F}$ 係數均相當顯著。

(2) 修正後判定係數(adj-R^2)：各載重推估方程式之 adj-R^2 皆在 0.98 以上，皆有一定水準上。

(3) 殘差百分比：如附圖 8.1.1 所示，除了時速 10km/hr 以外，其他時速之各載重 FUEL 之殘差百分比皆坐落在±50%以內。

(4) 時速 10km/hr 之能耗推估值明顯高估，高估範圍約 52%~72%之間。



註 1：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
註 2：逐速刪除超過平均值±3 個標準差樣本。

附圖 8.1.1 大貨車定速巡航多項式配適結果 NV^F 分布圖：FUEL

附錄 8.2 市區繞行之能耗/碳排放推估曲線

1. 各載重動態能耗配適過程

前期大貨車市區繞行行駛狀態下之實際道路實驗資料，進一步依照不同速率下之能耗率予以彙整，求得大貨車市區繞行之動態能耗排放率($NV^{\wedge}_F$)，因需將各載重之能耗率進行多項式最佳配適，應考量各載重多項式配適結果之載重折減因子合理性，因此，各載重多項方程式之迴歸次方須一致性。

前期大貨車市區繞行保留離群值配適結果較佳，各載重配適公式如附式 8.1.4~附式 8.1.6 所示，參數結果如附表 8.1-2 所示，刪除離群值之能耗率配適過程請參見附錄 4。

$$NV^{\wedge}_{F.市滿.D} = a + bV \qquad \text{附式 8.1-4}$$

$$NV^{\wedge}_{F.市半.D} = a + bV \qquad \text{附式 8.1-5}$$

$$NV^{\wedge}_{F.市空.D} = a + bV \qquad \text{附式 8.1-6}$$

其中：

$NV^{\wedge}_F$：實驗大貨車於該秒之 FUEL(g/s)，不區分載重；

$NV^{\wedge}_{F.市}$：實驗大貨車以市區繞行行駛該秒之 FUEL(g/s)；

$NV^{\wedge}_{F.滿}$：實驗大貨車於滿載、該秒之 FUEL(g/s)；

$NV^{\wedge}_{F.半}$：實驗大貨車於半載、該秒之 FUEL(g/s)；

$NV^{\wedge}_{F.空}$：實驗大貨車於空載、該秒之 FUEL(g/s)；

$NV^{\wedge}_{F.D}$：實驗大貨車於該秒刪除離群值之 FUEL(g/s)；

V：該秒之瞬時速率(km/hr)；

a：常數項；

b：V 項之係數；

實驗大貨車數據經附式 8.1.4~附式 8.1.6 之函數型態進行配適後，各載重市區繞行 $NV^{\wedge}_F$ 之分布圖及殘差百分比如附圖 8.2.2 所示。

附表 8.1-2 各載重市區繞行保留離群值參數表：FUEL

實驗項目	迴歸次數	Fuel	a		b		Adj. R^2	F 值
滿載	1	係數	0.2335365113		0.0394807457		0.9241	548.7721
		t 值	5.30	***	23.43	***		***
半載	1	係數	0.2573763807		0.0340826836		0.9637	1194.193
		t 值	9.99	***	34.56	***		***
空載	1	係數	0.2054908316		0.0311488031		0.9276	590.1975
		t 值	6.00	***	24.29	***		***

註 1：*表示 p<0.1，**表示 p<0.05，***表示 p<0.01。
註 2：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
註 3：逐速刪除超過平均值±3 個標準差樣本。

2. 各載重動態能耗推估結果與分析

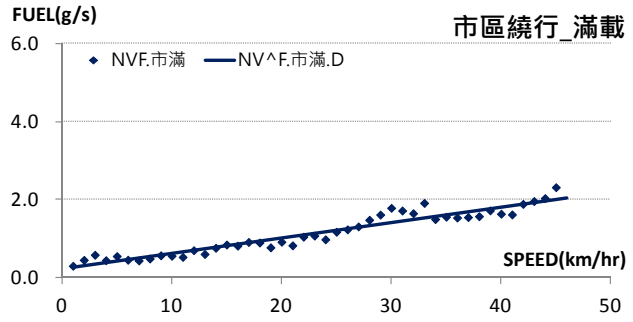
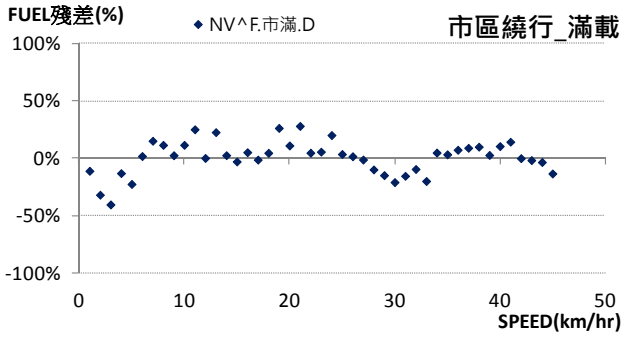
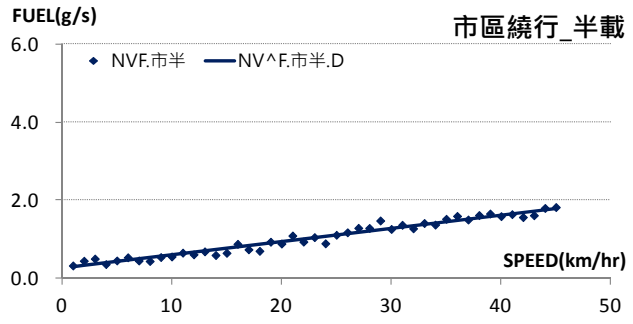
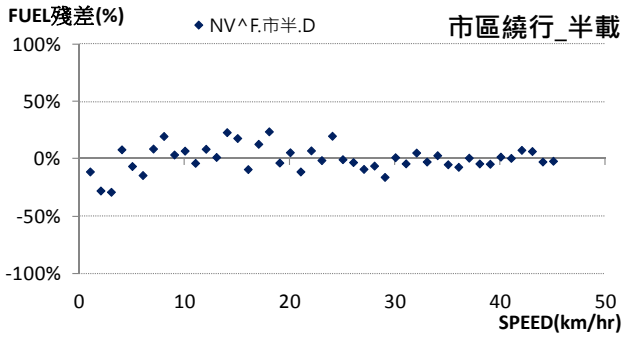
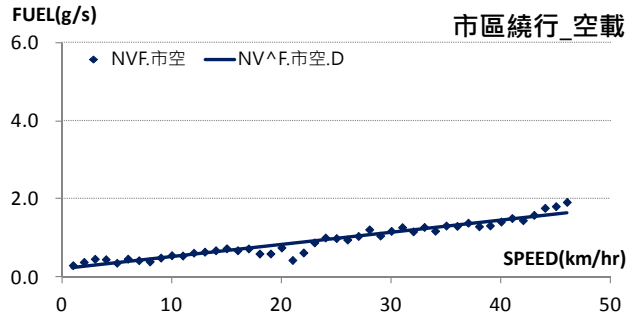
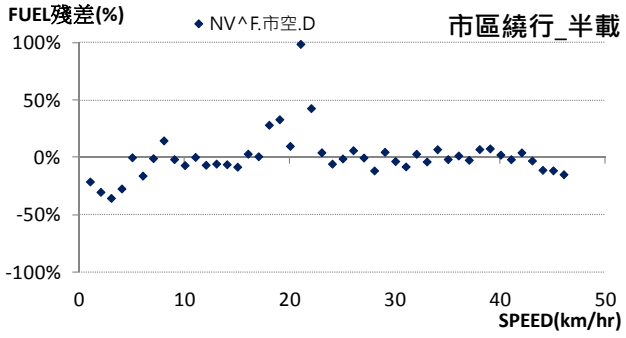
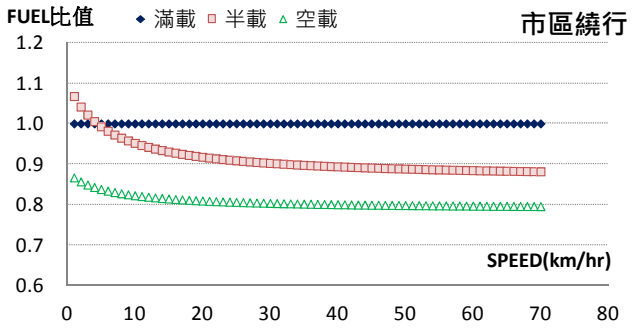
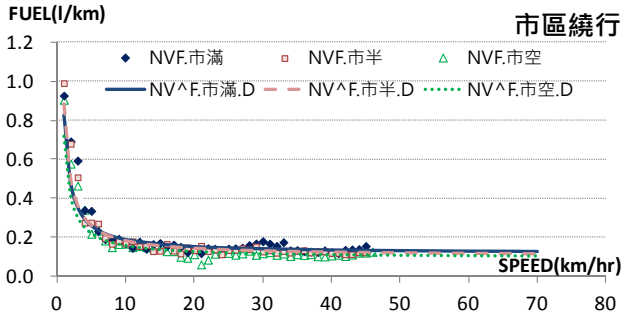
由附式 8.1.4~附式 8.1.6 及附表 8.1-2 推估結果以 $NV^{\wedge}{}_F$ 分布圖及殘差百分比探討配適結果之特性：

(1) 係數顯著性：各載重之 $NV^{\wedge}{}_F$ 係數均相當顯著。

(2) 修正後判定係數(adj-R^2)：各載重推估方程式之 adj-R^2 皆在 0.9 以上，皆有一定水準上。

(3) 殘差百分比：如附圖 8.1.2 所示，各載重 FUEL 之殘差百分比大部份坐落在±50%以內，尤其半載及空載行駛速度超過 30km/hr 殘差百分比越接近 0%。

(4) 各載重能耗推估值折減係數：低於時速 4km/hr 時，半載能耗推估值高於滿載，其他速率之能耗推估值皆為滿載＞半載＞空載，時速 4km/hr 以下能耗值半載高於空載之原因，請參見附錄 5。

NV^F：FUEL	殘差百分比：FUEL
	
	
	
	

註 1：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。
註 2：逐速刪除超過平均值±3 個標準差樣本。

附圖 8.1.2 大貨車市區繞行多項式配適結果 NV^F 分布圖：FUEL

附錄 9　104 年實驗數據異常值分析

附錄 9 前期實驗數據異常值分析

附錄 9.1 定速巡航時速 10km/hr 能耗分析

1. 觀察各載重能耗率統計分析

將定速巡航原始數據 V=10&A=0 作觀察，如附表 9.1-1 所示，及刪除離群值作觀察，如附表 9.1-2 所示，說明如下：

(1) 以平均值而言，原始數據及刪除離群值之能耗率皆為半載＞滿載＞空載。

(2) 以觀察數據分布 Q2(50%)之能耗率，原始數據及刪除離群值之能耗率符合先驗知識，滿載＞半載＞空載。

(3) 以各載重定速巡航能耗率分布觀察，如附圖 9.1.1 所示，不論波峰及波谷之半載能耗率有高於滿載的現象。

附表 9.1-1 定速巡航(V=10&A=0)原始數據能耗率統計表

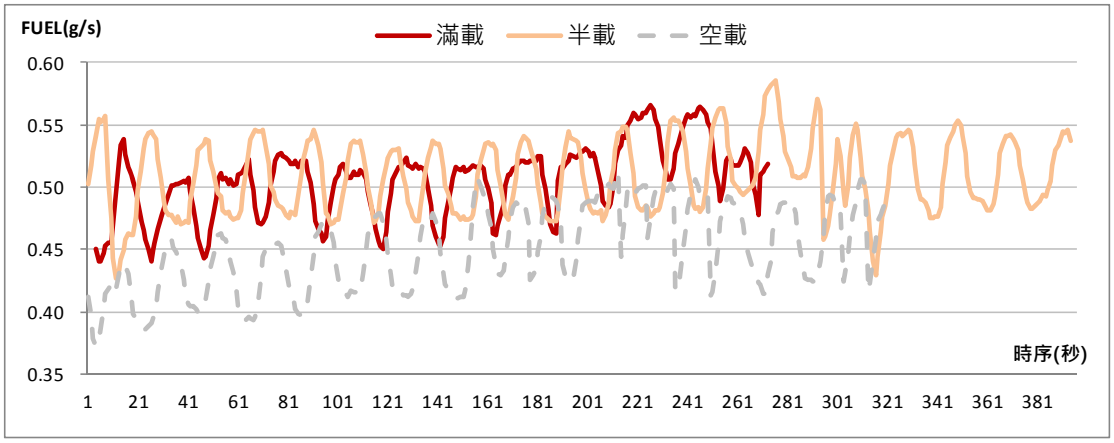
項目	樣本數	平均值	標準差	min	Q1	Q2	Q3	max
滿載	274	0.5051	0.0478	0.1325	0.4868	0.5110	0.5210	0.8289
半載	396	0.5088	0.0299	0.4272	0.4825	0.5075	0.5351	0.5860
空載	325	0.4478	0.0424	0.1864	0.4183	0.4496	0.4824	0.5128

註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。

附表 9.1-2 定速巡航(V=10&A=0)刪除離群值之能耗率統計表

項目	樣本數	平均值	標準差	min	Q1	Q2	Q3	max
滿載	268	0.5060	0.0283	0.4399	0.4873	0.5114	0.5210	0.565458
半載	390	0.5091	0.0298	0.4272	0.4826	0.5076	0.5353	0.585952
空載	320	0.4502	0.0346	0.3721	0.4191	0.4498	0.4826	0.51279

註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。

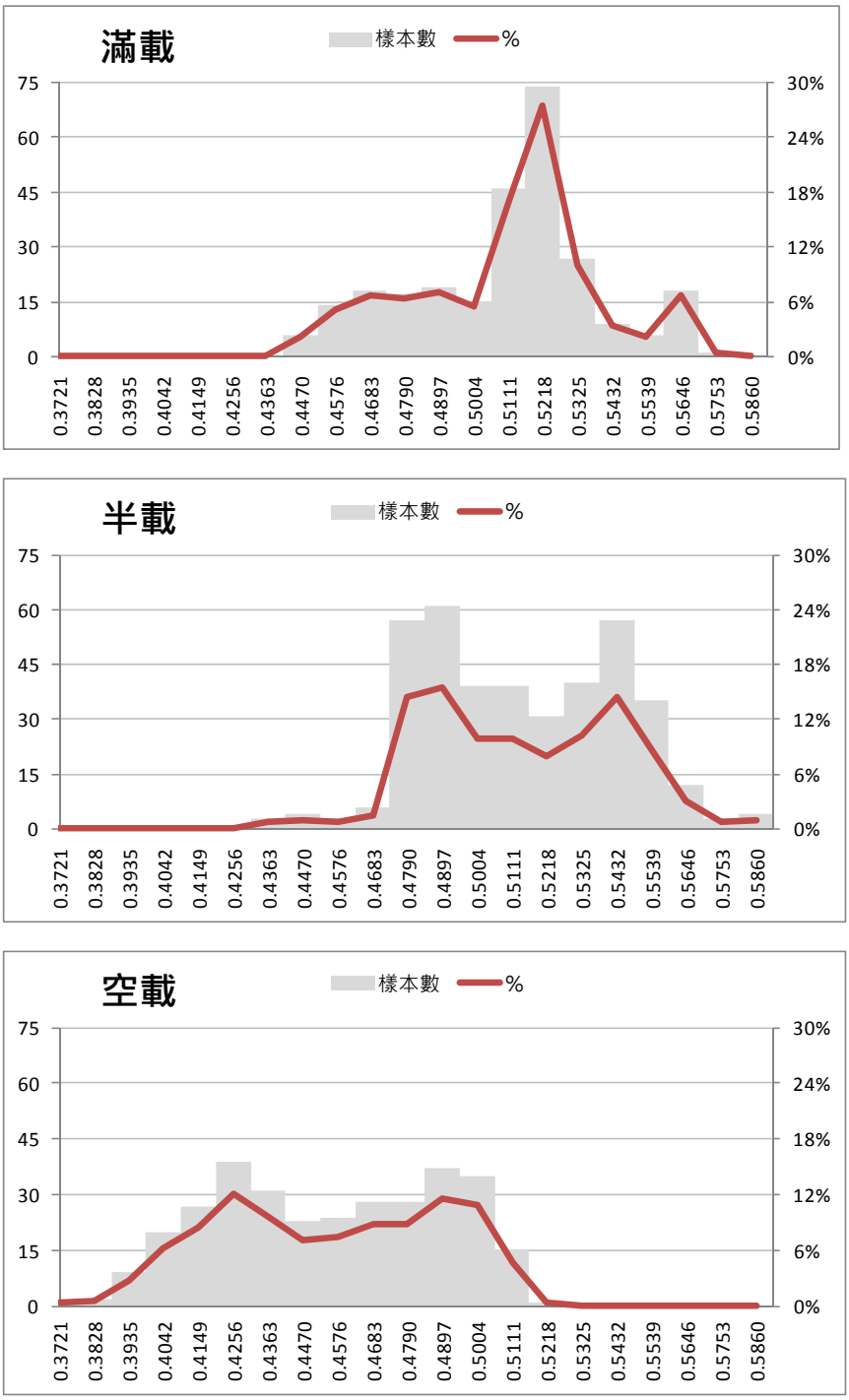


註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。

附圖 9.1.1 各載重定速巡航(V=10&A=0)原始數據能耗率分布

2. 觀察各載重能耗波動分布

如附圖 9.1.2 所示，觀察各載重能耗率波動分布，發現滿載偵測能耗率之數據較集中，半載及空載的能耗率變動較大。

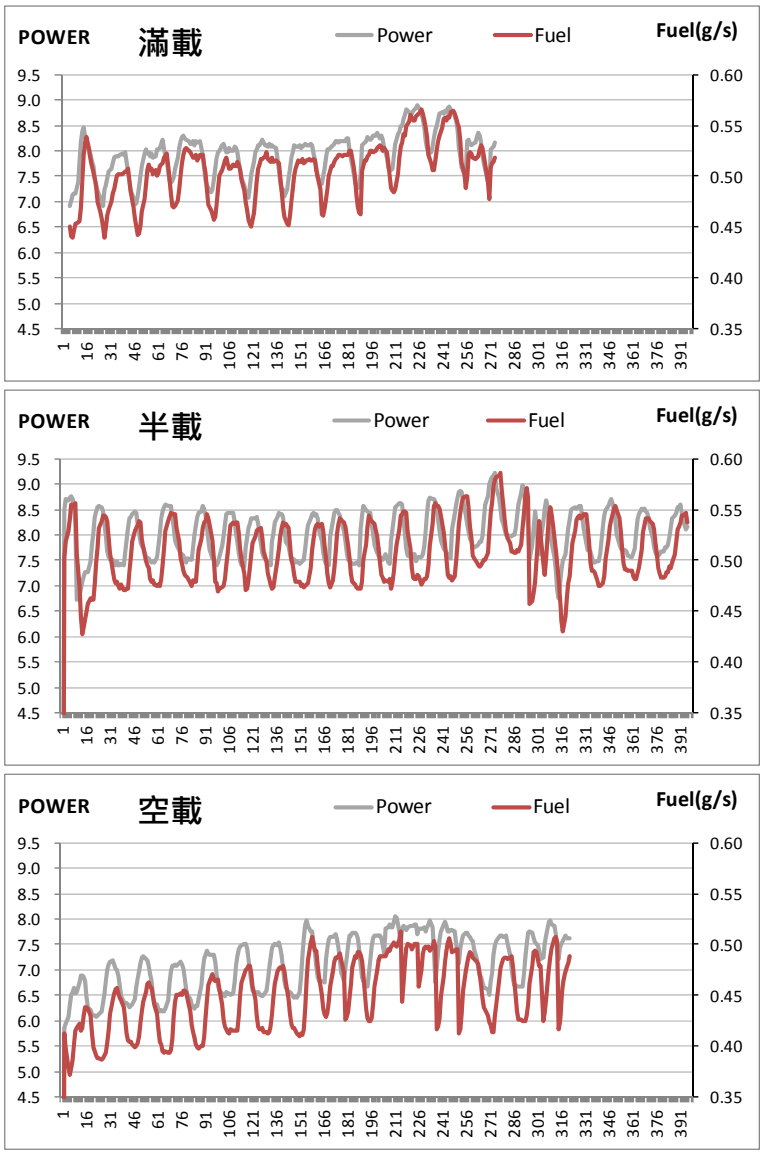


註:本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。

附圖 9.1.2 定速巡航(V=0&A=0)各載重之能耗波動分布

3. 觀察各載重能耗與 Power 分布

如附圖 9.1.3 所示，觀察 Power 分布與能耗率之關聯性，發現 Power 與能耗率有顯著關聯性，半載的 Power 波峰及波谷大多高於滿載。



註：本計畫定義之滿載為 100%核定車重(11 公噸)、半載為 78%核定車重、空載為 55%核定車重。

附圖 9.1.3 定速巡航(V=0&A=0)各載重能耗率與 Power 分布

附錄 10　驗證車行駛紀錄日誌

車輛行駛紀錄表

測試路線：_____ 2016/ 9 /19

實驗車輛	☐FUSO ☐HINO	隨車人員	☐有_____ ☐無		
開始行駛時間	19 :00	起始里程	544403 km		
起點	☐工業區	載重	☐有_____公斤 ☐空車		
車輛電力確認	☐冷氣開啟 ☐大燈開啟				
執行時段	☐上午 ☑下午				
氣候狀況	☐晴 ☑陰 ☐雨	氣溫	26.1 ℃		
結束行駛時間	5 :50	結束里程	544763	Trip A	360 (km)
實際加油量	— 公升 (L)	平均油耗 (km/L)	—		
迄點	☐工業區	載重	☐有_____公斤 ☐空車		

車輛點檢項目	確認
1. 燃油是否加滿	☑OK
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	☑OK
測試資料下載	**確認**
1. OBD 資料	☑OK
2. GPS 資料	☑OK

紀錄說明:

確認日期：2016/ / 確認：

車輛行駛紀錄表

測試路線：_____ 2016/ 9 /20

實驗車輛	☐FUSO ☐HINO	隨車人員	☐有_____ ☐無		
開始行駛時間	19 :00	起始里程	544763 km		
起點	☐工業區	載重	☐有_____公斤 ☐空車		
車輛電力確認	☐冷氣開啟 ☐大燈開啟				
執行時段	☐上午 ☑下午				
氣候狀況	☑晴 ☐陰 ☐雨	氣溫	24.1 ℃		
結束行駛時間	06 :00	結束里程	545123	Trip A	(km)
實際加油量	249 公升 (L)	平均油耗 (km/L)			
迄點	☐工業區	載重	☐有_____公斤 ☐空車		

車輛點檢項目	確認
1. 燃油是否加滿	☐OK
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	☐OK
測試資料下載	**確認**
1. OBD 資料	☐OK
2. GPS 資料	☐OK

紀錄說明:

確認日期：2016/ / 確認：

附10-2

車輛行駛紀錄表

測試路線：_____ 2016/ 9/21

實驗車輛	☐FUSO ☐HINO	隨車人員	☐有_____ ☐無
開始行駛時間	19 : 00	起始里程	545123 km
起點	☐工業區	載重	☐有_____公斤 ☐空車
車輛電力確認	☐冷氣開啟 ☐大燈開啟		
執行時段	☐上午 ☑下午		
氣候狀況	☐晴 ☐陰 ☐雨	氣溫	27.6 ℃
結束行駛時間	05:50	結束里程	545482 Trip A （km）
實際加油量	_____公升（L）	平均油耗（km/L）	
迄點	☐工業區	載重	☐有_____公斤 ☐空車

車輛點檢項目	確認
1. 燃油是否加滿	☐OK
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	☐OK
測試資料下載	確認
1. OBD 資料	☐OK
2. GPS 資料	☐OK
紀錄說明:	

確認日期：2016/ / 確認：

車輛行駛紀錄表

測試路線：_____ 2016/ 9/22

實驗車輛	☐FUSO ☐HINO	隨車人員	☐有_____ ☐無
開始行駛時間	19 : 00	起始里程	545682 km
起點	☐工業區	載重	☐有_____公斤 ☐空車
車輛電力確認	☐冷氣開啟 ☐大燈開啟		
執行時段	☐上午 ☑下午		
氣候狀況	☑晴 ☐陰 ☐雨	氣溫	25.7 ℃
結束行駛時間	06 : 25	結束里程	545843 Trip A （km）
實際加油量	241 公升（L）	平均油耗（km/L）	
迄點	☐工業區	載重	☐有_____公斤 ☐空車

車輛點檢項目	確認
1. 燃油是否加滿	☐OK
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	☐OK
測試資料下載	確認
1. OBD 資料	☐OK
2. GPS 資料	☐OK
紀錄說明:	

確認日期：2016/ / 確認：

車輛行駛紀錄表

測試路線：_____ 2016/ 9 /23

實驗車輛	☐FUSO ☐HINO	隨車人員	☐有_____ ☐無
開始行駛時間	19 : 00	起始里程	145843 km
起點	☐工業區	載重	☐有_____公斤 ☐空車
車輛電力確認	☐冷氣開啟 ☐大燈開啟		
執行時段	☐上午 ☑下午		
氣候狀況	☑晴 ☐陰 ☐雨	氣溫	26.1 ℃
結束行駛時間	05 : 50	結束里程	146202 Trip A (km)
實際加油量	_____公升（L）	平均油耗（km/L）	
迄點	☐工業區	載重	☐有_____公斤 ☐空車

車輛點檢項目	確認
1. 燃油是否加滿	☐OK
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	☐OK
測試資料下載	**確認**
1. OBD 資料	☐OK
2. GPS 資料	☐OK

紀錄說明:

確認日期：2016/ / 確認：

車輛行駛紀錄表

測試路線：_____ 2016/ 9 /24

實驗車輛	☐FUSO ☐HINO	隨車人員	☐有_____ ☐無
開始行駛時間	18 :50	起始里程	146202 km
起點	☐工業區	載重	☐有_____公斤 ☐空車
車輛電力確認	☐冷氣開啟 ☐大燈開啟		
執行時段	☐上午 ☑下午		
氣候狀況	☑晴 ☐陰 ☐雨	氣溫	27 ℃
結束行駛時間	07 : 10	結束里程	146461 Trip A (km)
實際加油量	239 公升（L）	平均油耗（km/L）	
迄點	☐工業區	載重	☐有_____公斤 ☐空車

車輛點檢項目	確認
1. 燃油是否加滿	☐OK
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	☐OK
測試資料下載	**確認**
1. OBD 資料	☐OK
2. GPS 資料	☐OK

紀錄說明:

確認日期：2016/ / 確認：

車輛行駛紀錄表

測試路線：_____ 2016/ 9 /25

實驗車輛	☐FUSO ☐HINO	隨車人員	☐有_____ ☐無
開始行駛時間	18 :50	起始里程	546561 km
起點	☐工業區	載重	☐有_____公斤 ☐空車
車輛電力確認	☐冷氣開啟 ☐大燈開啟		
執行時段	☐上午 ☑下午		
氣候狀況	☑晴 ☐陰 ☐雨	氣溫	29 ℃
結束行駛時間	06 :00	結束里程	546919 Trip A （km）
實際加油量	_____公升（L）	平均油耗（km/L）	
迄點	☐工業區	載重	☐有_____公斤 ☐空車

車輛點檢項目	確認
1. 燃油是否加滿	☐OK
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	☐OK
測試資料下載	**確認**
1. OBD 資料	☐OK
2. GPS 資料	☐OK

紀錄說明:

確認日期：2016/ / 確認：

車輛行駛紀錄表

測試路線：_____ 2016/ 9 /26

實驗車輛	☐FUSO ☐HINO	隨車人員	☐有_____ ☐無
開始行駛時間	19 :00	起始里程	546919 km
起點	☐工業區	載重	☐有_____公斤 ☐空車
車輛電力確認	☐冷氣開啟 ☐大燈開啟		
執行時段	☐上午 ☑下午		
氣候狀況	☐晴 ☐陰 ☑雨	氣溫	29 ℃
結束行駛時間	:	結束里程	547219 Trip A （km）
實際加油量	248 公升（L）	平均油耗（km/L）	
迄點	☐工業區	載重	☐有_____公斤 ☐空車

車輛點檢項目	確認
1. 燃油是否加滿	☐OK
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	☐OK
測試資料下載	**確認**
1. OBD 資料	☐OK
2. GPS 資料	☐OK

紀錄說明:

確認日期：2016/ / 確認：

車輛行駛紀錄表

測試路線：_____ 2016/ 9/01/

實驗車輛	☐FUSO ☑HINO	隨車人員	☐有_____ ☐無
開始行駛時間	16:40	起始里程	41788 km
起點	☑南港	載重	☐有_____公斤 ☑空車
車輛電力確認	☑冷氣開啟 ☑大燈開啟		
執行時段	☐上午 ☑下午		
氣候狀況	☐晴 ☑陰 ☑雨	氣溫	28 ℃
結束行駛時間	17:50	結束里程	41801 Trip A （km）
實際加油量	_____公升（L）	平均油耗（km/L）	
迄點	☐_____	載重	☐有_____公斤 ☐空車

車輛點檢項目	確認
1. 燃油是否加滿	☐OK
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	☐OK
測試資料下載	確認
1. OBD 資料	☐OK
2. GPS 資料	☐OK
紀錄說明:	

確認日期：2016/ / 確認：

車輛行駛紀錄表

測試路線：_____ 2016/ 10/3

實驗車輛	☐FUSO ☑HINO	隨車人員	☐有_____ ☐無
開始行駛時間	07:55	起始里程	41801 km
起點	☑南港	載重	☑有3100公斤 ☐空車
車輛電力確認	☑冷氣開啟 ☑大燈開啟		
執行時段	☑上午 ☐下午		
氣候狀況	☑晴 ☐陰 ☐雨	氣溫	28 ℃
結束行駛時間	18:00	結束里程	41894 Trip A （km）
實際加油量	_____公升（L）	平均油耗（km/L）	
迄點	☐_____	載重	☐有_____公斤 ☐空車

車輛點檢項目	確認
1. 燃油是否加滿	☐OK
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	☐OK
測試資料下載	確認
1. OBD 資料	☐OK
2. GPS 資料	☐OK
紀錄說明:	

確認日期：2016/ / 確認：

車輛行駛紀錄表

測試路線：_____ 2016/ 10 / 14

實驗車輛	☐FUSO ☑HINO	隨車人員	☐有_____ ☐無
開始行駛時間	07 :25	起始里程	41894 km
起點	☐南港所	載重	☑有 3100 公斤 ☐空車
車輛電力確認	☐冷氣開啟 ☑大燈開啟		
執行時段	☑上午 ☐下午		
氣候狀況	☑晴 ☐陰 ☐雨	氣溫	_____℃
結束行駛時間	18 :00	結束里程	41938 Trip A _____ (km)
實際加油量	_____公升（L）	平均油耗（km/L）	
迄點	☐_____	載重	☐有_____公斤 ☐空車

車輛點檢項目	確認
1. 燃油是否加滿	☐OK
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	☐OK
測試資料下載	**確認**
1. OBD 資料	☐OK
2. GPS 資料	☐OK

紀錄說明:

確認日期：2016/ / 確認：

車輛行駛紀錄表

測試路線：_____ 2016/ 10 / 15

實驗車輛	☐FUSO ☑HINO	隨車人員	☐有_____ ☐無
開始行駛時間	07 : 10	起始里程	41938 km
起點	☐南港所	載重	☑有 3100 公斤 ☐空車
車輛電力確認	☑冷氣開啟 ☑大燈開啟		
執行時段	☑上午 ☑下午		
氣候狀況	☑晴 ☐陰 ☐雨	氣溫	26 ℃
結束行駛時間	17 :32	結束里程	41966 Trip A _____ (km)
實際加油量	_____公升（L）	平均油耗（km/L）	
迄點	☐_____	載重	☐有_____公斤 ☐空車

車輛點檢項目	確認
1. 燃油是否加滿	☐OK
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	☐OK
測試資料下載	**確認**
1. OBD 資料	☐OK
2. GPS 資料	☐OK

紀錄說明:

確認日期：2016/ / 確認：

車輛行駛紀錄表

測試路線：_____ 2016/ 10 / 6

實驗車輛	☐FUSO ☐HINO	隨車人員	☐有_____ ☐無
開始行駛時間	07 :15	起始里程	41966 km
起點	☐南港所	載重	☑有 3100 公斤 ☐空車
車輛電力確認	☑冷氣開啟 ☑大燈開啟		
執行時段	☑上午 ☑下午		
氣候狀況	☐晴 ☐陰 ☑雨	氣溫	25 ℃
結束行駛時間	17 :34	結束里程	41992 Trip A （km）
實際加油量	_____公升（L）	平均油耗（km/L）	
迄點	☐_____	載重	☐有_____公斤 ☐空車

車輛點檢項目	確認
1. 燃油是否加滿	☐OK
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	☐OK
測試資料下載	確認
1. OBD 資料	☐OK
2. GPS 資料	☐OK
紀錄說明:	

確認日期：2016/ / 確認：

車輛行駛紀錄表

測試路線：_____ 2016/ 10 / 7

實驗車輛	☐FUSO ☐HINO	隨車人員	☐有_____ ☐無
開始行駛時間	07 :40	起始里程	41992 km
起點	☐南港所	載重	☑有 3100 公斤 ☐空車
車輛電力確認	☑冷氣開啟 ☑大燈開啟		
執行時段	☑上午 ☑下午		
氣候狀況	☐晴 ☑陰 ☐雨	氣溫	_____℃
結束行駛時間	18 :10	結束里程	42063 Trip A （km）
實際加油量	102.34 公升（L）	平均油耗（km/L）	
迄點	☐_____	載重	☐有_____公斤 ☐空車

車輛點檢項目	確認
1. 燃油是否加滿	☐OK
2. 胎壓是否依原廠規定_____psi	☐OK
測試資料下載	確認
1. OBD 資料	☐OK
2. GPS 資料	☐OK
紀錄說明:	

確認日期：2016/ / 確認：

附錄 11　104 年定速巡航與本期國道模式整合

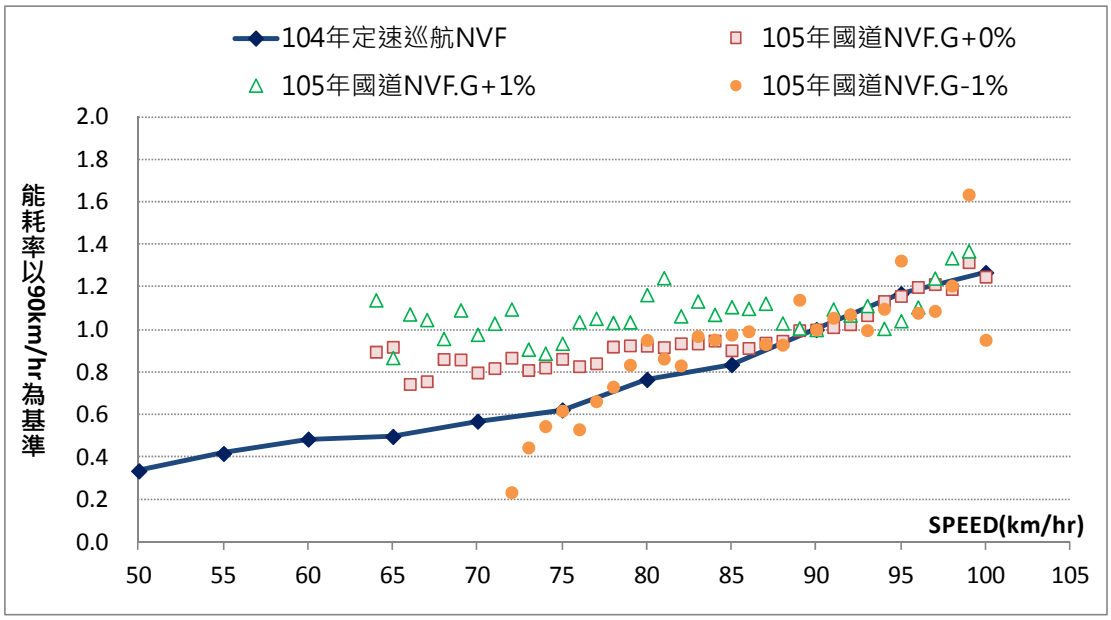
附錄 11 前期定速巡航與本期國道模式整合

前期大貨車模擬高快速道路行車樣態，於車輛中心試車場以定速巡航速率 10、15、20 每 5km/hr 穩定加速至 1005km/hr，每一速率皆為定速巡航，並無加減速之行車樣態；本年度大貨車於國道 1 號進行道路實測，逐秒資料包含速率、加減速、能耗率等，本年度嘗試整合前期定速巡航及本期國道能耗資料，以建構大貨車國道能耗推估模式。

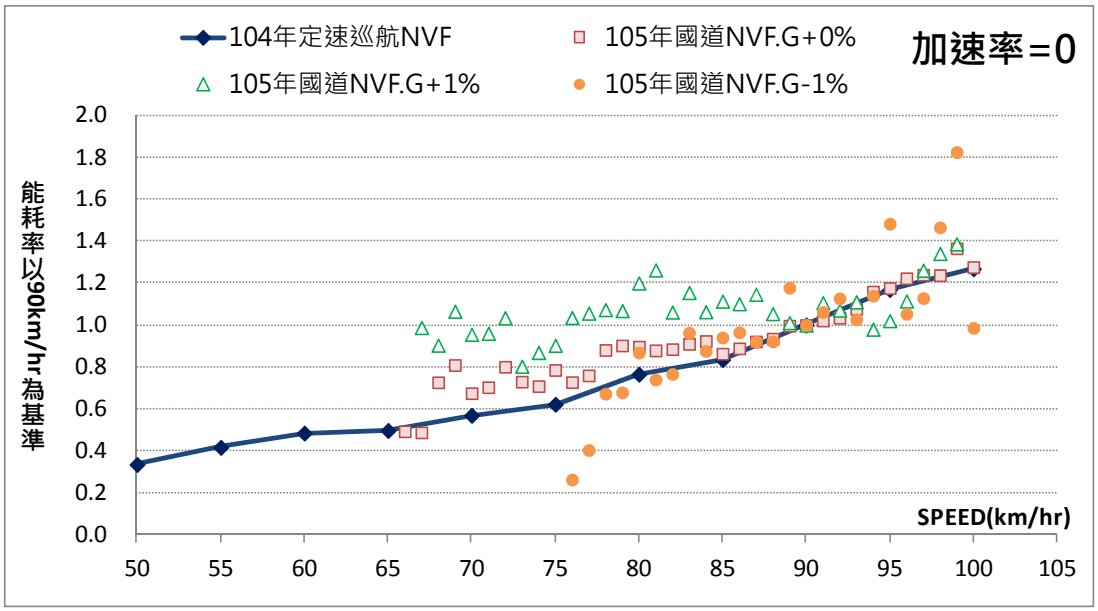
如附圖 11-1 所示，將前期定速巡航各速率之能耗率與本期國道分坡(G+1%、G 0%、G-1%)能耗率，以速率 90km/hr 能耗率為基準作初步觀察，顯示國道平坡在速率 90~100km/hr 與前期定速巡航能耗率在速率 90km/hr 時之樣態較相近，但越低速則差異越大，國道正 1 度坡及負 1 度坡與前期定速巡航行車樣態差異明顯不同。

進一步將國道分坡(G+1%、G 0%、G-1%)挑選加減速為 0 之能耗率，如附圖 11-2 所示，國道平坡在低速區間因無加減速影響，行車樣態較接近前期定速巡航，而國道正 1 度坡及負 1 度坡低速區間能耗表現與前期定速巡航差異明顯。

綜整上述，由於前期定速巡航在車輛中心試車場進行實測，較不受交通現況及道路現型設計影響，各速率之能耗率表現較穩定，而本年度於國道 1 號進行實測，受到較多因素干擾，包含坡度、加減速、車流干擾等，各速率之能耗表現波動較大，與前期定速巡航能耗表現有明顯不同，因此，較難整合兩年度之資料。



附圖 11-1 前期定速巡航及本期國道分坡能耗率分布圖



附圖 11-2 前期定速巡航及本期國道分坡能耗率分布圖(加速率為 0)

附錄 12　兩年度能耗 CO_2 推估模式整合可行性探討

附錄 12 兩年度能耗/CO_2 推估模式整合可行性探討

考量大貨車動態能耗/CO_2 排放推估模式應用之簡便性與可操作性，有必要將 2 年實驗成果整合為建構 1 套大貨車動態能耗/CO_2 推估模式。以本系列研究之建模核心概念，係認為實際道路與實驗室情境確有差異，基於貼近道路情境之真實性，皆以道路實測資料作為建模基礎。歸納本計畫於兩年度所進行的大貨車實驗設計如附表 12-1 所示，由此可知，104 年度受限於實驗安全性與可操作性，未能進行國快道之道路實測，僅進行一般道路實測，並補充定速巡航與載重敏感度觀察。因此，基於道路實測資料整合觀點，可將 104 年度一般道路與 105 年度省縣道資料整合檢討。

附表 12-1 兩年度大貨車實驗設計

項目		104 年度	105 年度
車型		框式大貨車	貨櫃車
廠牌		HINO500	Scania P340
核定載重		11 噸	35 噸
實驗載重		空載、半載、滿載	平均載重(24.5 噸)
停等實測		✓	✓
道路實測	國快道	×	✓
	一般道路(省縣道)	✓	✓
非道路實測	試車場定速巡航	✓	×

註：(105 年車輛實驗載重依據 100~101 年 11~12 月海關進、出口關貿資料，貨物平均淨重約 12 噸，並加上 Scania P340 曳引車車重而得到 24.5 噸。
資料來源：本計畫。

附錄 12.1 行駛中能耗/CO2 排放推估曲線(V≧1~Max)

1. 模式整合方法

105 年度大貨車動態能耗/CO_2 排放推估模式係透過營運車輛實際能耗值(N_T)與大貨車實際道路實驗所蒐集能耗排放值，建立兩者之間之轉換關係($FI^{\wedge}_{F.Cn}$、$FI^{\wedge}_{F.Cn.G}$)，便可求得不同道路類型、速率、坡度之動態能耗/CO_2 排放推估模式。本計畫將 104 年大貨車市區繞行行駛狀態下之實際道路實驗資料，與 105 年度大貨車省縣道行駛狀態下之實際道路實驗資料進行整合，整合方法係透過鄒檢定(Chow test)檢定 104 年度市區繞行之轉換率($FI^{\wedge}_{F.Cn}$)與 105 年度省縣道之轉換率($FI^{\wedge}_{F.Cn}$)是否相同，若兩者轉換率之迴歸係數相同，則判 2 年度大貨車行駛省縣道之實測能耗率與實際能耗率相對關係無明顯差異，則可將 2 年期大貨車省縣道動態能耗/CO_2 排放推估模式進行整合。

為瞭解 104 年與 105 年大貨車能耗/CO_2 排放推估模式整合可行性，選用鄒檢定(Chow test)測試 104 年與 105 年大貨車各道路類型轉換率($FI^{\wedge}_{F.Cn}$)，鄒檢定可以測試兩組不同數據的線性迴歸係數是否相同，鄒檢定公式如附式 12-1 所示。

$$\frac{(S_C - (S_{104} + S_{105}))/k}{(S_{104} + S_{105})/(N_{104} + N_{105} - 2k)} \qquad \text{附式 12-1}$$

其中，S_C是兩組數據的殘差平方和；

S_{104}是 104 年數據的殘差平方和；

S_{105}是 105 年數據的殘差平方和；

N_{104}是 104 年數據的樣本數；

N_{105}是 105 年數據的樣本數；

k 是參數的總數；

自由度為k與$N_{104} + N_{105} - 2k$的 F-分佈。

若 104 年期與 105 年期大貨車各道路類型轉換率($FI^{\wedge}_{F.Cn}$)無結構性改變，迴歸殘差平方和應相同，則可判定無結構性的變化。

2. 檢定與整合結果

(1) 推估模式($FI^{\wedge}_{F.Cn}$)

104 年大貨車實驗車輛市區繞行量測 NV_F (道路實測能耗值)，除以實驗大貨車於平均能耗值(單位為 g/s)，即求得 104 年實驗車輛行駛省縣道之 FI_F；105 年大貨車實驗車輛省縣道量測 NV_F(道路實測能耗值)，除以實驗大貨車於平均能耗值(單位為 g/s)，即求得 105 年實驗車輛行駛省縣道之 FI_F。進一步再以速率多項式加以配適，可建構一套 104 年與 105 年大貨車行駛省縣道 FUEL 之 $FI^{\wedge}_F$，如附式 12-2、附式 12-3。

經由上述可得到 104 年大貨車市區繞行之 $FI^{\wedge}_{F.C3.104}$ 及 105 年大貨車省縣道之 $FI^{\wedge}_{F.C3.105}$，為整合 104 年與 105 年之省縣道能耗/CO_2 排放推估模式，將 104 年與 105 年 $FI^{\wedge}_F$ 合併後再以速率多項式進行配適，可建構 104 年與 105 年省縣道之整合轉換率($FI^{\wedge}_{F.C3}$)，並將 104 年省縣道轉換率($FI^{\wedge}_{F.C3.104}$)、105 年省縣道($FI^{\wedge}_{F.C3.105}$)轉換率及整合轉換率($FI^{\wedge}_{F.C3}$)進行鄒檢定(Chow test)，以測試 104 年與 105 年大貨車行駛省縣道之轉換率是否相同，如附式 12-4，參數推估結果參見附表 12-2 及附圖 12.1

$$FI^{\wedge}_{F.C3.104}=a+bV \qquad \text{附式 12-2}$$

$$FI^{\wedge}_{F.C3.105}=a+bV \qquad \text{附式 12-3}$$

$$FI^{\wedge}_{F.C3}=a+bV \qquad \text{附式 12-4}$$

其中：

$FI^{\wedge}_F$：實驗車輛於各道路類型下該速率之 FUEL 轉換因子(%)；

v：該秒之瞬時速率（km/hr）；

a：常數項；

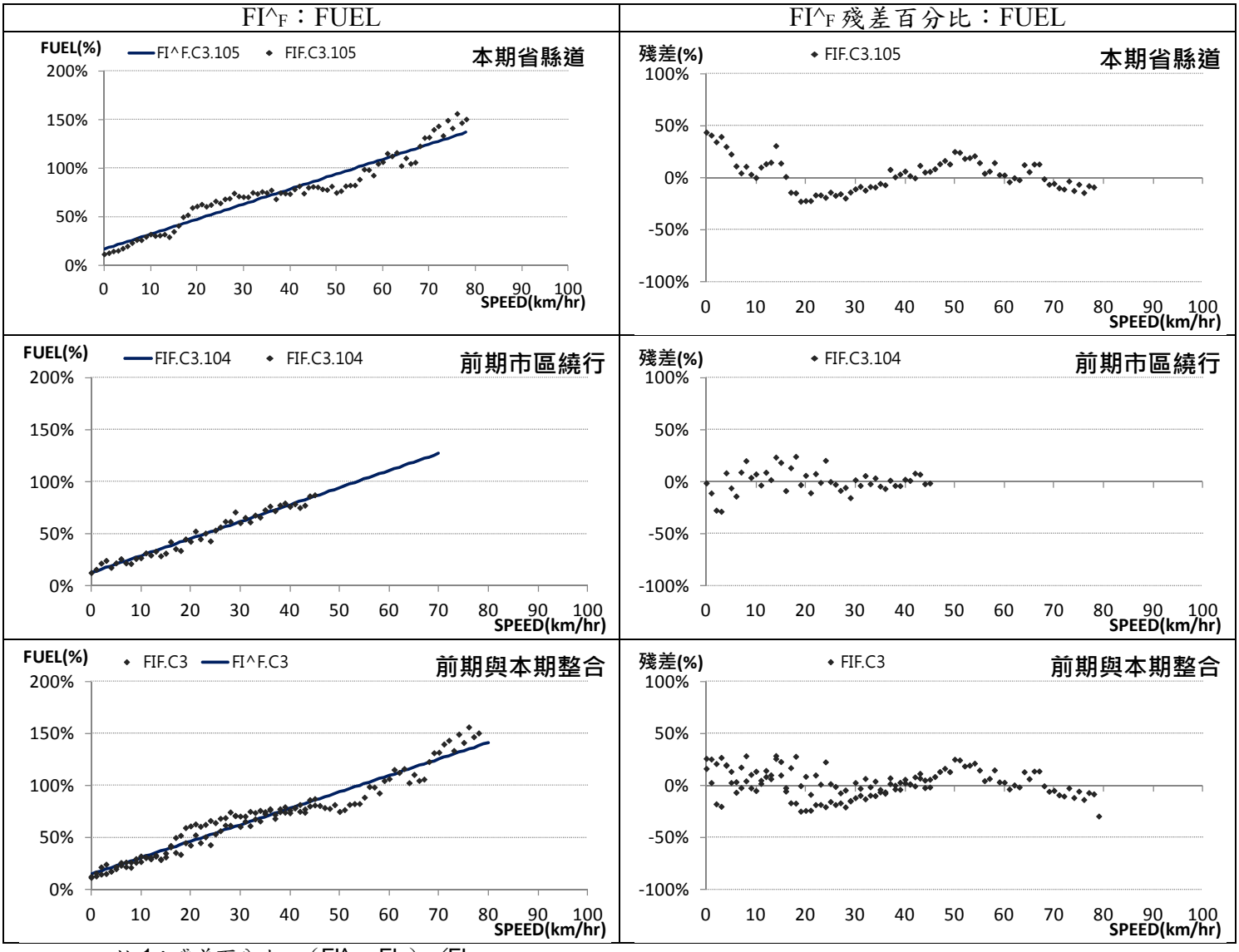
b：V 項之係數；

Cn：不同的道路類型，C3 為省縣道。

附表 12-2 104 年與 105 年省縣道 $FI^{\wedge}_{F}$ 之參數表：FUEL

$FI^{\wedge}_{F}$	Fuel	a		b		Adj. R^2	F 值
$FI^{\wedge}_{F.C3.104}$	係數	0.12302163		0.01635071		0.965	1246.347
	t 值	10.17	***	35.30	***		***
$FI^{\wedge}_{F.C3.105}$	係數	0.16212917		0.01553523		0.931	1054.69
	t 值	7.50	***	32.48	***		***
$FI^{\wedge}_{F.C3}$	係數	0.14496166		0.01582512		0.946	2162.538
	t 值	10.85	***	46.50	***		t 值

註 1：下標 C3.104 代表「104 年 104 年大貨車市區繞行」、C3.105 代表「105 年 105 年大貨車省縣道」、C3 代表「104 年與 105 年大貨車省縣道整合」。
註 2：*表示 p<0.1，**表 p<0.05，***表 p<0.01。
資料來源：本計畫。



註 1：殘差百分比＝（$FI^{\wedge}_{F}-FI_{F}$）／FI_{F}。
註 2：下標 C3.104 代表「104 年大貨車市區繞行」、C3.105 代表「105 年大貨車省縣道」、下標 C3 代表「104 年與 105 年大貨車省縣道整合」。

附圖 12.1　104 年及 105 年大貨車 $FI^{\wedge}_{F}$ 分布圖：FUEL

(2) 檢定結果

鄒檢定(Chow test)結果如附表 12-3 所示，在 95%信心水準下，鄒檢定結果落在虛無假設範圍內 F(0.95)<Chow test<F(0.05)，代表 104 年與 105 年實驗大貨車行駛省縣道與實驗車輛平均能耗值之轉換率無顯著差異，亦即大貨車行駛省縣道之能耗/CO_2排放推估模式可將 104 年與 105 年實驗資料進行整合，可得到 104 年實驗車輛(HINO 500)及 105 年實驗車輛(Scania P340)行駛省縣道之能耗/CO_2 排放推估模式。

附表 12-3　104 年與 105 年省縣道 $FI^{\wedge}_F$ 整合鄒檢定結果

項目	數值
兩組數據殘差平方和(Sc)	0.66495727
104 年數據殘差平方和(S_{104})	0.07651979
105 年數據殘差平方和(S_{105})	0.55357303
參數的總數(K)	1
104 年數據總樣本數(N_{104})	46
105 年數據總樣本數(N_{105})	71
鄒檢定(Chow test)	6.3632073
臨界值(雙尾)：F(0.05)	6.86051232
臨界值(雙尾)：F(0.95)	0.00015777
檢定結果	無差異

註：信心水準為 95%。
資料來源：本計畫。

(3) 104 年與 105 年省縣道整合轉換率($FI^{\wedge}_{F.Cn}$)

經由上述鄒檢定測試 104 年與 105 年大貨車省縣道實測值與平均能耗值之轉換率並無明顯差異，代表可將 104 年與 105 年大貨車行駛省縣道之轉換率進行整合，可得到適用於大貨車行駛省縣道之整合模式，本計畫大貨車行駛省縣道轉換率($FI^{\wedge}_{F.Cn}$)推估結果附表 12-4 所示。

附表 12-4　104 年與 105 年整合之省縣道轉換率($FI^{\wedge}_{F}$)：FUEL

速率 (km/hr)	道路類型 省縣道	速率 (km/hr)	道路類型 省縣道	速率 (km/hr)	道路類型 省縣道
0	14%	29	60%	58	106%
1	16%	30	62%	59	108%
2	18%	31	64%	60	109%
3	19%	32	65%	61	111%
4	21%	33	67%	62	113%
5	22%	34	68%	63	114%
6	24%	35	70%	64	116%
7	26%	36	71%	65	117%
8	27%	37	73%	66	119%
9	29%	38	75%	67	121%
10	30%	39	76%	68	122%
11	32%	40	78%	69	124%
12	33%	41	79%	70	125%
13	35%	42	81%	71	127%
14	37%	43	83%	72	128%
15	38%	44	84%	73	130%
16	40%	45	86%	74	132%
17	41%	46	87%	75	133%
18	43%	47	89%	76	135%
19	45%	48	90%	77	136%
20	46%	49	92%	78	138%
21	48%	50	94%	79	140%
22	49%	51	95%	80	141%
23	51%	52	97%		
24	52%	53	98%		
25	54%	54	100%		
26	56%	55	102%		
27	57%	56	103%		
28	59%	57	105%		

資料來源：本計畫。

附錄 12.2 非行駛狀態下之車輛能耗/CO_2 排放推估值

將 104 年市區繞行停等狀態下(V=0&A=0)之實測能耗值與實驗車輛實際能耗值(N_T)建立兩者之間轉換關係($R_{idle.C3.104}$)，同時將 105 年省縣道停等狀態下(V=0&A=0)實測值與實驗車輛實際能耗值(N_T)建立兩者之間轉換關係($R_{idle.C3.105}$)，以 t 檢定測試 2 者轉換率之差異性，如附表 12-5 所示。

經由t檢定結果顯示,104年與105年省縣道停等之轉換關係皆有顯著差異，因此建議大貨車停等狀態下之理想版能耗/CO_2推估值應區分 104 年與 105 年大貨車行駛省縣道之轉換率，104 年大貨車 $R_{idle.C3.104}$ 為 10.37%，105 年大貨車 $R_{idle.C3.105}$ 為 9.68%。

附表 12-5　104 年與 105 年省縣道停等轉換率 t 檢定統計結果

項目	$R_{idle.C3.104}$	$R_{idle.C3.105}$
平均數	10.37%	9.68%
變異數	0.000110	0.000433
觀察值個數	12,470	8,900
自由度	12,139	
t 統計	28.80	
P(T<=t) 雙尾	0.0000	
臨界值：雙尾	1.9602	

註：信心水準為 95%。
資料來源：本計畫。

附錄 13　計畫簡報

反映實際交通情境之大貨車動態能耗與碳排放特性研究



鼎漢國際工程顧問股份有限公司
中華經濟研究院 CHUNG-HUA INSTITUTION FOR ECONOMIC RESEARCH
財團法人車輛研究測試中心 Automotive Research & Testing Center

民國105年12月02日

Outline

01 計畫認知
02 文獻回顧
03 前期(104年)研究檢討
04 本期(105年)實驗設計
05 模式建構成果
06 案例分析
07 未來資料蒐集方法探討
08 結論與建議

01 計畫認知

1.1計畫緣起
1.2研究目的與工作項目





1.1計畫緣起

以往多以燃油經濟性×延車公里計算交通計畫節能效益，無法反映因管理手段致速率提升帶來節能減碳效益

為提升公路計畫與交管措施節能減碳預測精準度，
運研所自96年起持續辦理車輛動態能耗/碳排系列研究
依序完成小客車、大客車、機車

貨車占公路運輸總耗油1/3，大貨車僅次自小客車，
約小貨車的 2 倍，因此以大貨車為優先探討對象

Safety

前期考量實驗操作性與安全性，選擇11噸框式大貨車於車測中心試車場進行定速實驗、地區道路繞行、熱車停等，尚未進行國道、坡度實驗

1.2研究目的與工作項目

1. 文獻蒐集與回顧

2. 前期相關研究成果檢討
   (1) 104年大貨車檢討與修正 (2) 104年實驗場域代表性檢討

3. 車輛動態能耗與碳排放資料庫擴充與分析
   (1) 道路實測(貨櫃車或聯結車) (2)新增特定參數(坡度、加減速)

期中階段

4. 大貨車動態能耗與碳排放推估模式建立

5. 案例應用分析
   國1長坡路段觀察、臺北港與基隆港怠速議題評析

期末階段

6. 未來車輛動態能耗/碳排放資料蒐集與應用方式試作探討
   OBD、OBS等

02

文獻回顧

2.1車輛動態能耗排放推估模式研究
2.2國內外重車能耗/排放管制現況與發展
2.3國內貨運運輸特性
2.4國外能耗/排放模式發展





2.1車輛動態能耗排放推估模式研究(1/3)

研究目標

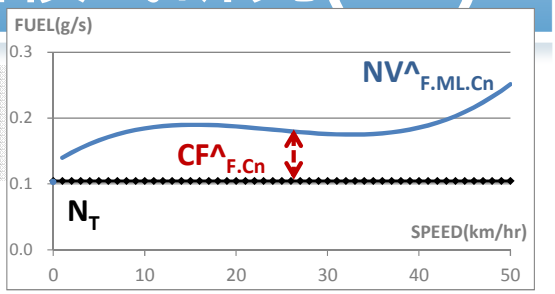
- 建立國內新一代的推估模式
- 反映車種、道路類型、坡度、車速對車輛能耗表現差異
  易於與運輸規劃模式整合，
  可評估交通計畫的能耗/排放結果，提升決策品質

實驗設備

- 應用車載量測系統，蒐集道路實際運行之車輛動態能耗/排放值，以建立推估模式

2.1車輛動態能耗排放推估模式研究(2/3)

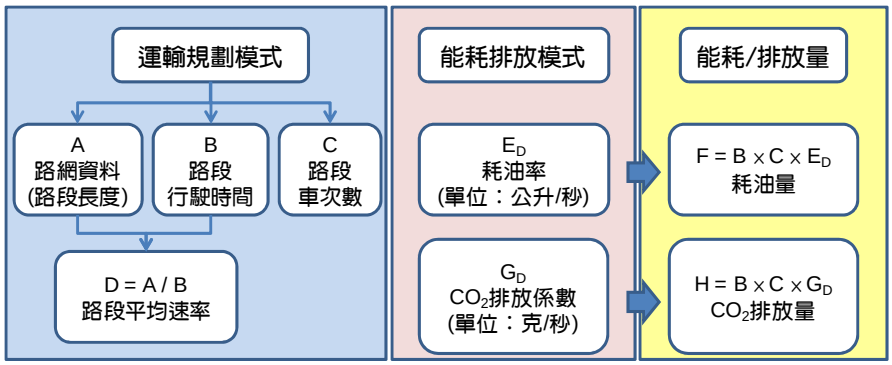
模式構想



- 從燃油經濟性出發
  - 小客車與機車：以新車法規審驗測試公告值為基礎
  - 大客車：以客運業者統計平均能耗值為基礎
- 建立影響因子之轉換率
  - 呈現道路類型、車速、坡度等對於能耗/碳排的影響，
    便於搭配運輸規劃/交通模擬模式重要屬性資料
- 能耗模式的優點
  - 以時間為基礎的模式，可評估動、靜態的能耗/碳排量
  - 分析對象可包含單一車輛、全國車隊

2.1車輛動態能耗排放推估模式研究(3/3)

能耗排放模式與運規模式整合應用



整合優點

- 可以表達路網節線特性，路段、逐車能耗推估值
- 可以應用微觀、巨觀不同尺度的案例分析
  - 高速公路收費站實施ETC與人工收費之比較
  - 幹道號誌重整之節能減碳績效評估
  - 路徑規劃之節能減碳評估
  - 交通建設計畫經濟效益評估(行車燃料成本、二氧化碳等參數)

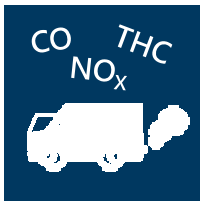
2.2國內外重車能耗/排放管制現況與發展

- 國內大貨車尚無能耗管制標準
- 國內重型車輛能耗法規觀察歐盟、美國等之發展趨勢
- 國內最有可能與歐盟法規接軌

- 歐盟重車柴油能耗管制法規
  - 2015年完成測試程序法規草案公告，
    預計2017年法規正式公告實施
  - 車種分類：軸組型態、底盤型式、總重、行車型態、車體配置
  - 行車型態：長途、區域物流、都市物流、公共事業、施工

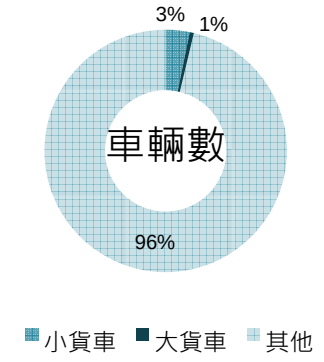
除了車種外，行車型態對能耗表現確有影響

2.2國內外重車能耗/排放管制現況與發展

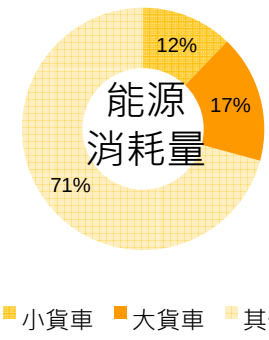


- 國內重型柴油車空氣污染排放進入第5期標準
- 採雙軌制，相當於歐盟5期、參考美國2010年規範
- 歐盟 6 期標準：2013年1月實施，2019年9月最後符合日
  - 使用中車輛測試改為可攜式污染量測系統，實際道路測試
  - 路線設計需考量市區、郊區、高速公路等之行駛時間占比
  - 載重規定：最大載重50~60%
  - 測試速率(km/hr)：市區(0~50)、郊區(50~75)、高速(75以上)
- 國內重型柴油車空氣污染排放標準未來趨勢
  - 國內第6期標準預計2019年實施
  - 環保署於2015年已在使用中召回調查計畫，裝載可攜式量測系統進行道路實測
  - 確定國內可操作歐盟6期測試規範

2.3國內貨運運輸特性(1/6)

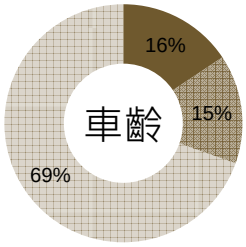


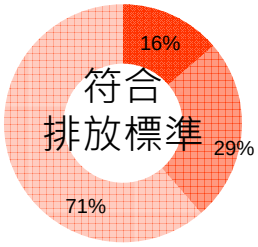
資料來源：104年機動車輛登記數

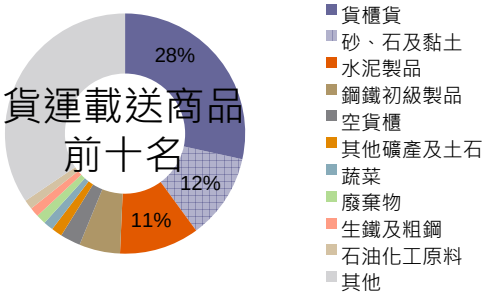


資料來源：104年運輸部門運具別排放清冊

- 貨車車輛數占比低
  (小貨車3.2%、大貨車0.6%)
- 貨運能源消耗量占3成
- 大貨車車齡10年以上占7成
- 符合5期排放標準不到2成
- 貨櫃貨占28.4%(最高)









資料來源：103年汽車貨運調查報告

2.3國內貨運運輸特性(2/6)

◆貨運車隊行駛型態

- 城際路線

  (1) 多行駛高快速道路

  (2) 停等發生在起迄點、裝卸貨地點(下交流道)

- 都會區、港區路線

  (1) 都會區走走停停：號誌多、裝卸貨地點多，停等時間較長

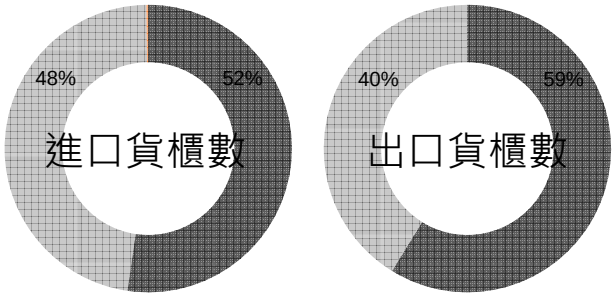
  (2) 港區走走停停：管制站、貨櫃集散地、碼頭裝卸、港區號誌

◆貨櫃車行車型態

- 城際路線、港區路線為主，都會區占少數
- 進出港區怠速停等時間平均一趟次可能達30~40%

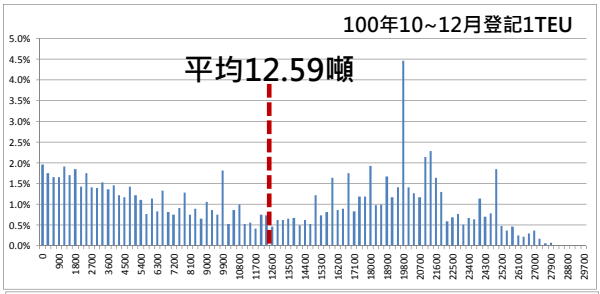
資料來源：能源局，車輛能源效率經營投資策略與節能技術導入之效益分析，102年。

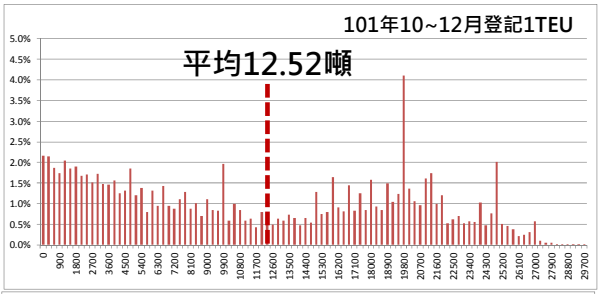
2.3國內貨運運輸特性(3/6)

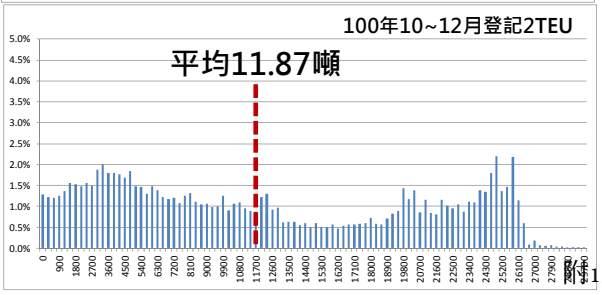


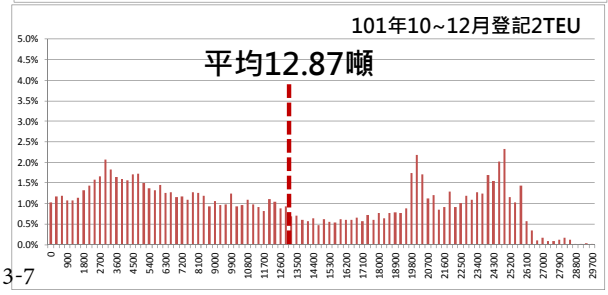
- 貨櫃運輸20呎貨櫃居多
  (20呎占56%、40呎占44%)
- 貨櫃貨物平均淨重約12噸
- 貨物淨重趨勢變化無大波動
- 選擇貨櫃尺寸依貨物體積、密度而定

資料來源：100~101年10~12月海關進、出口關貿資料



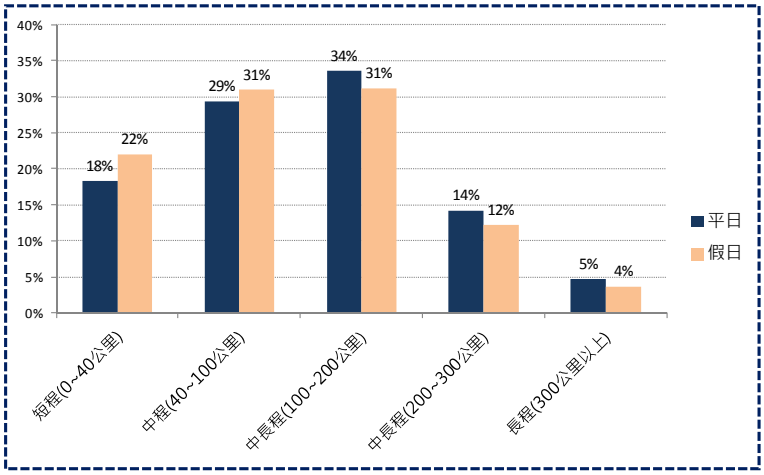




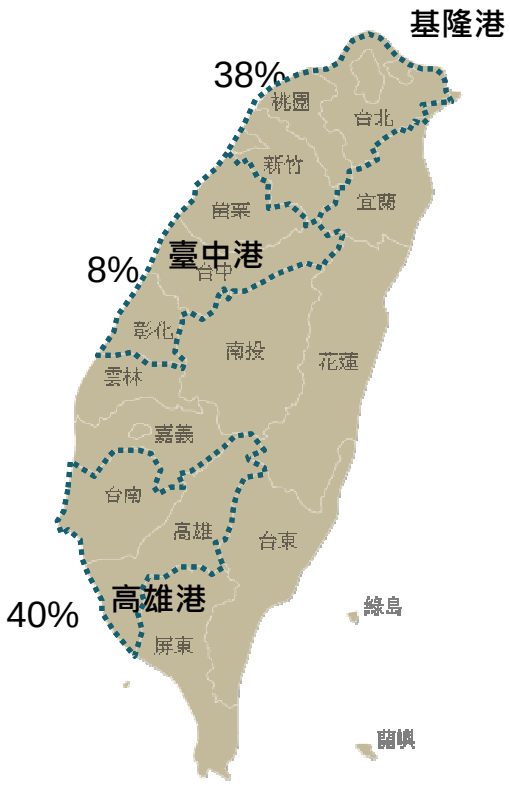


2.3國內貨運運輸特性(4/6)

- 西部港口為主要起迄點
  (基隆港、臺中港、高雄港、貨櫃集散地)
- 聯結車多屬中長程運輸
- 於國道之平均行駛里程118公里



資料來源：交通部臺灣區國道高速公路局交通資訊庫TDCS_M06報表，104年3月平均日旅次量



資料來源：101年10~12月海關進、出口關貿資料

2.3國內貨運運輸特性(5/6)

貨運模式公路運輸指派結果

- 大貨車主要行駛國道(77%)、省縣道(16%)

道路類型	國道	快速道路	省、縣道	市區道路	合計
平常日	77.36%	4.30%	16.44%	1.90%	100%
一般假日	77.47%	4.30%	16.32%	1.90%	100%

資料來源：第5期整體運輸規劃研究系列-城際運輸需求模式檢討及參數更新研究(3/3)，交通部運輸研究所，民國103年。

- 國道平均速率80km/hr，省縣道平均速率24km/hr

道路類型	國道	快速道路	省、縣道	市區道路
0<V≦10	0.09%	0.12%	13.17%	15.17%
10<V≦20	0.09%	1.93%	19.06%	20.46%
20<V≦30	0.48%	5.14%	15.94%	22.22%
30<V≦40	6.28%	12.47%	13.42%	32.41%
40<V≦50	0.34%	6.24%	14.24%	0.67%
50<V≦60	2.32%	3.08%	18.02%	9.07%
60<V≦70	2.61%	4.74%	6.08%	0.00%
70<V≦80	20.70%	20.03%	0.07%	0.00%
80<V≦90	16.55%	45.77%	0.00%	0.00%
90<V≦100	50.54%	0.47%	0.00%	0.00%
合計	100%	100%	100%	100%
平均速率(km/hr)	80.49	63.12	24.67	19.62

資料來源：第5期整體運輸規劃研究系列-城際運輸需求模式檢討及參數更新研究(3/3)，交通部運輸研究所，民國103年。

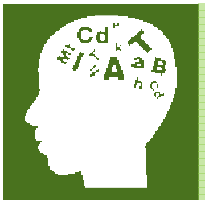
2.3國內貨運運輸特性(6/6)

道路類型	高快速道路	一般道路
速限	90公里/小時	•市區道路多為50公里/小時 •郊區道路可到50~70公里/小時
禁行路段	•國1：汐止五股高架段 •國2：大園交流道至機場端 •國5：石碇交流道至頭城交流道	•市區：公告可通行路線，聯結車需行駛道路寬度15公尺，大貨車需12公尺以上。 •郊區：公告禁行路線，避免人口密度高、學區、觀光區等。
車道限制 (高速公路及快速公路交通管制規則第8條)	•應行駛外側車道，並得暫時利用緊臨外側車道之車道超越前車。 •行駛長陡坡之下坡路段，除有特殊狀況，應行駛外側車道，並禁止變換車道。	
重量限制	不得超過42噸 (道路交通安全第38條)	禁行12噸(含)以上

2.4國外能耗/排放模式發展趨勢

◆ 美國環保署(EPA)MOVES模式
- 自2012年3月正式改用MOVES模式
- 採用美國各部會累積資料，計算移動污染源排放量
  - 包含實測排放資料、使用中車輛召回測試資料、高速公路流量資料、保養廠保檢資料等
- 可反應行駛速率、加速率、坡度影響車輛能耗表現之差異

◆ 歐盟環境部(EEA)PRIMES-TREMOVE模式
- 建立歐盟31國資料庫，可推估歐盟6期客車、重車能耗排放
- 可反映道路類型、行駛速率之車輛能耗排放表現差異



•歐盟、美國採資料庫建置模型
•目前國內僅以環保署、運研所以研究計畫蒐集資料
•我國後續可透過車輛監理累積資料庫或大數據分析

03 前期(104年)研究檢討

3.1實驗設計
3.2行駛狀態之能耗/碳排放推估曲線
3.3非行駛(停等)狀態之能耗/碳排放特性分析





3.1實驗設計

實驗車輛

- 選擇HINO500框式，2014年出廠
- 核定車重11噸
- 符合歐盟5期標準，可讀取OBD資料
- 空車(車頭+空車斗)總重約6,115公斤



實驗項目

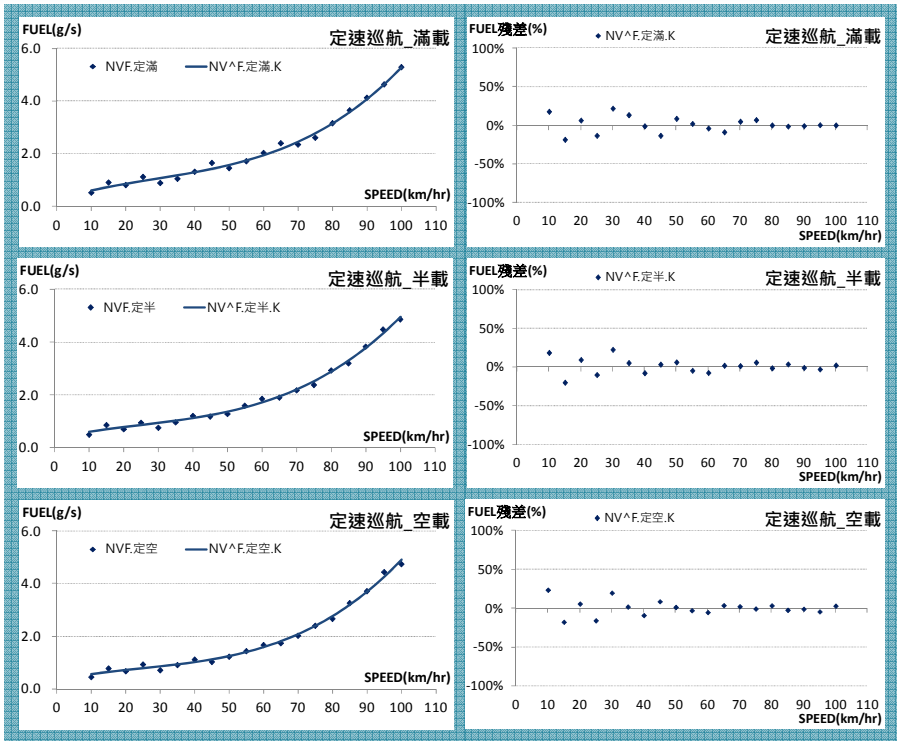
- 定速巡航(模擬高快速道路)
  - 在車輛中心試車場環形周迴路跑道
  - 載重情境：滿載(100%)、半載(78%)、空載(55%)
  - 速率10、15、20~100km/hr
- 市區繞行(模擬省縣道、市區道路)
  - 在彰濱工業區內道路依號誌行駛
  - 載重情境：滿載(100%)、半載(78%)、空載(55%)
  - 速率不超過速限50km/hr
- 熱車停等(模擬港區停等)
  - 在車輛中心定點
  - 滿載(100%)，執行3次
  - 維持熱車狀態，持續運轉、不催油門




3.2行駛狀態之能耗/碳排放推估曲線(1/5)

◆ 定速巡航配適結果

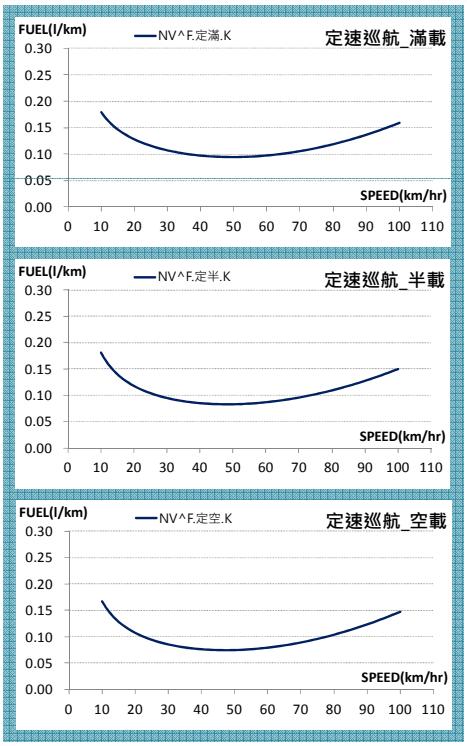
- 以時間單位進行配適
- 最佳配適次方：3次
- 各係數均具有顯著性
- adj-R^2具有解釋能力
  - 皆在0.99以上
- 殘差百分比均落在±50%

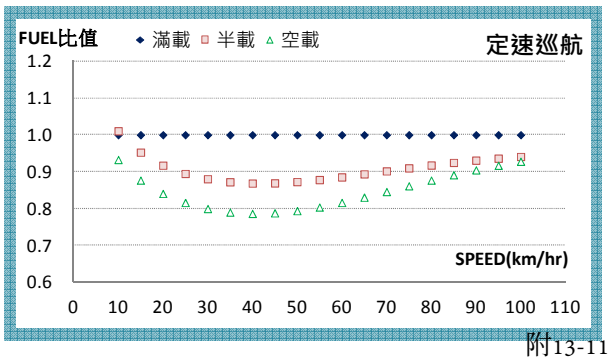


3.2行駛狀態之能耗/碳排放推估曲線(2/5)

◆ 定速巡航推估曲線分析結果

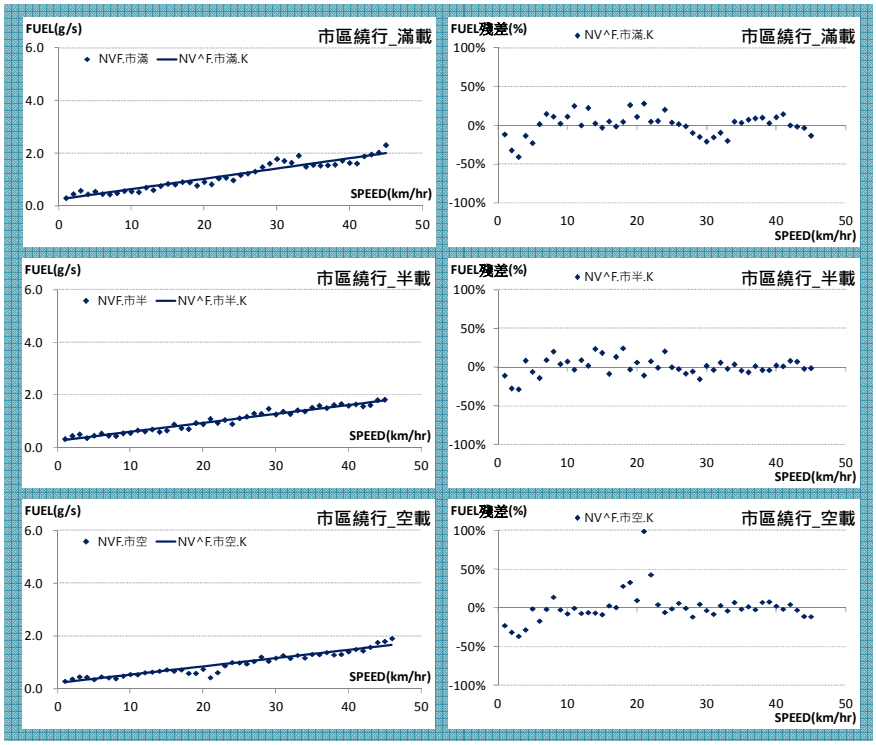
- 經由油品密度及速率轉換得到距離單位
- 速率約50km/hr能耗最具經濟性
  - 速率10km/hr較50km/hr耗油1.90倍
  - 速率100km/hr較50km/hr耗油1.68倍
- 各載重能耗表現，滿載>半載>空載
  - 半載為滿載0.86~0.95倍
  - 空載為滿載0.78~0.92倍
  - 速率40km/hr差異最大





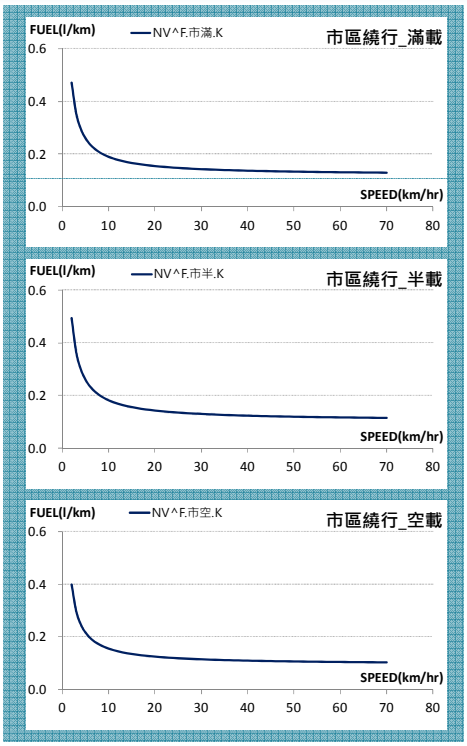
3.2行駛狀態之能耗/碳排放推估曲線(3/5)

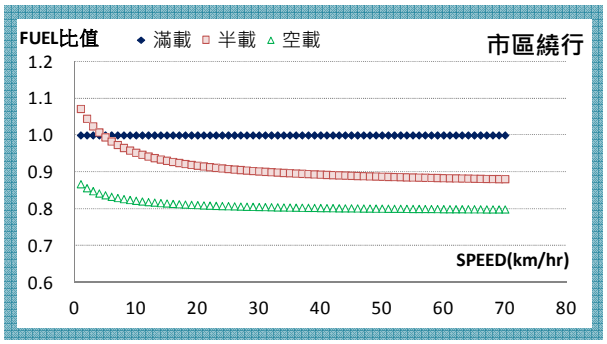
- 市區繞行配適結果
  - 以時間單位進行配適
  - 最佳配適次方：1次
  - 各係數具有顯著性
  - adj-R^2具有解釋能力
    - 皆在0.9以上
  - 殘差百分比大部分落在±50%



3.2行駛狀態之能耗/碳排放推估曲線(4/5)

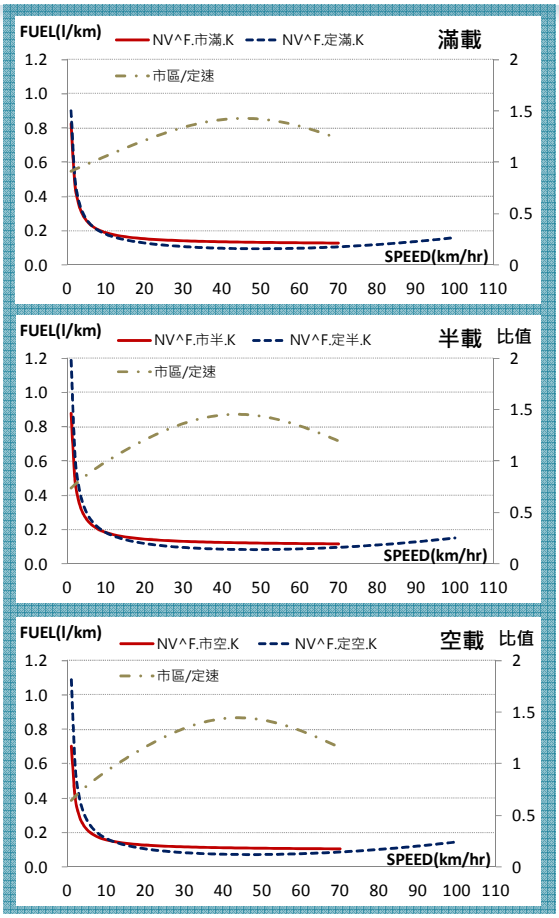
- 市區繞行推區曲線分析結果
  - 經由油品密度及速率轉換得到距離單位
  - 低速區間明顯較高速耗油
  - 時速10km/hr較50km/hr耗油1.41倍
  - 各載重能耗表現，滿載>半載>空載
    - 半載為滿載0.88~0.99倍
    - 空載為滿載0.79~0.83倍
    - 高於速率30km/hr趨於平緩





3.2行駛狀態之能耗/碳排放推估曲線(5/5)

- 定速巡航與市區繞行比較
  - 市區繞行大部分較定速巡航耗油
  - 時速40~45km/hr油耗差異最大
    - 市區繞行為定速巡航1.42~1.46倍
    - 推論市區繞行逼近速限50km/hr，而有加減速影響
  - 高於時速50km/hr，市區繞行有趨近定速巡航趨勢
    - 推論省縣道行駛速率60~70km/hr較不受道路幾何、號誌干擾



3.3非行駛(停等)狀態之能耗/碳排放特性分析

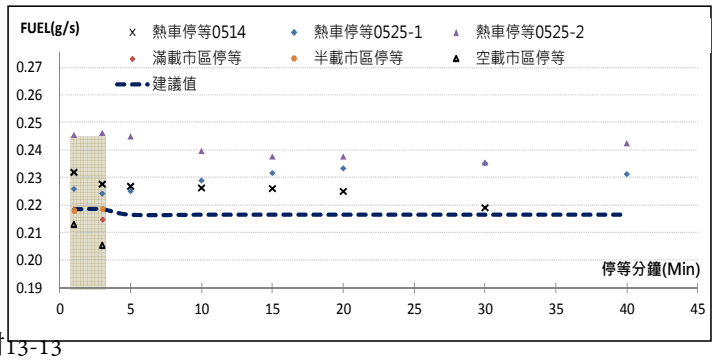
- 各載重停等之能耗率無顯著差異

項目	滿載	半載	半載	空載	空載	滿載
平均數	0.2195	0.2202	0.2202	0.2132	0.2132	0.2195
變異數	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002
觀察值個數	56	36	36	36	36	56
統計量	-0.20		2.25		-2.16	
P(T<=t) 雙尾	0.838162		0.027791		0.033420	
臨界值：雙尾	1.986674		2.647905		2.631565	

- 停等1分、3分鐘能耗率無顯著差異

項目	60秒	180秒
平均數	0.218757	0.215468
變異數	0.000195	0.000193
觀察值個數	98	30
統計量	1.13	
P(T<=t) 雙尾	0.260394	
臨界值：雙尾	1.978971	

- 停等<3分鐘及≥ 3分鐘平均能耗率建議值均落在95%信賴區間內
  - 停等< 3分鐘：0.2204 g/s
  - 停等≥3分鐘：0.2182 g/s



04 本期(105年)參數蒐集與調查分析

4.1實驗設計
4.2實驗執行過程
4.3實驗數據檢核與處理
4.4建模資料庫
4.5初步成果





4.1實驗設計(1/6)



前期(104年)實驗設計

- 實驗車種：框式大貨車
- 實驗場域：車輛中心(試車場)
  彰濱工業區
- 行車樣態：定速巡航、市區繞行、熱車停等

本期(105年)實驗設計

- 實驗車種：貨櫃車
- 道路類型：國道、省縣道
- 涵蓋國1主要坡段

4.1實驗設計-考量影響變數(2/6)

- 大貨車能耗 / 碳排之影響因素處理作法

變數			作法	是否將變數納入考量之說明
動態特性	道路交通條件差異	道路類型	納入考量	為建構不同道路類型及車速下之動態能耗/排放推估模式，故優先將道路類型納入考量，並探討道路類型對能耗/排放之影響。
		車速、加減速	納入考量	為建構不同道路類型及車速下之動態能耗/排放推估模式，故優先將車速(加減速)型納入考量。
		坡度	納入考量	區分坡度路段(上坡、下坡)與普通路段(平緩)資料，並探討坡度差異對能耗/排放之影響。
	行駛條件差異	駕駛人行為	固定變數	運研所已有相關研究探討此項變數，為避免資源重置，本計畫不再討論此項變數，因此實驗執行盡量使用同一位駕駛，以避免不同駕駛行為對於實驗結果產生影響。
		關啓空調、頭燈	固定變數	■「開啟空調」為貨運業者之一般行駛條件，故無須針對此項變數加以探討。 ■「開啟頭燈」對車輛能耗/排放之影響程度較小，且若實驗路線經隧道路段，則需依法開啟頭燈，故設定實驗車輛為全程開啟頭燈，避免頭燈開啟差異對實驗結果之影響。
		車重	固定變數	考量運輸模型應用，採平均載貨重為優先考量。
靜態特性	車輛本體差異	年份/車體	固定變數	實驗車輛之保養程度受限於配合業者自身的保養狀態，因此無法探討此項變數。
		引擎與車輛技術	固定變數	實驗車輛之保養程度受限於配合業者自身的保養狀態，因此無法探討此項變數。
	車輛使用維護差異	引擎耗損程度(累積行駛里程、車齡)	固定變數	由小客車模式研究成果可知，車輛累積行駛里程對能耗/排放影響，應可透過大貨車之實際耗能平均值反映。另由既有研究得知，車輛在保固期內，行駛里程對能耗/排放並無顯著影響，故本計畫選擇之實驗車輛盡量以保固期限內之大貨車為優先。
		保養程度之差異	固定變數	實驗車輛之保養程度受限於配合業者自身的保養狀態，因此無法探討此項變數。
油品差異			固定變數	車輛使用不同油品將會對其能耗/排放產生影響，然而，國內並未針對柴油本身之差異進行討論，且此非本計畫之研究重點，因此實驗進行時均使用同一批油品，故不探討此項變數。

4.1實驗設計-可取得資料項目(3/6)

項目	實驗配備 (HORIBA OBS-2200)	貨運業者內部統計值	國內大貨車輛系統可能配備	
			OBD	數位式行車紀錄器
實驗大貨車可取得資料	設備符號：H	符號：T	設備符號：O	設備符號：R
	• 車輛運轉資料，如**能耗**、**CO2**、CO、THC、NOx、車速等。	• 能耗平均值	• 車輛運轉資料，如引擎參數**車速**、**能耗**等。	• 車輛運轉資料，如引擎參數車速、**GPS**等。
	• 以OBS取得資料建模	• 以貨運業者提供能耗資料建構道路、速率轉換因子。	• 取得資料作為探討課題使用	
說明	• 本計畫實驗可取得	• 需搭配平均行車速率應用 • 各貨運業者紀錄車隊或各車油料補給資料，資料品質不一。 • 運研所「運輸部門運具別排放清冊」提供我國大貨車燃油效率推估值。	• 配合柴油車5期排放標準施行自101年1月1日起所有柴油車輛皆須配備OBD系統。 • 各車廠OBD提供資料項目不盡相同，並非所有車輛均有相同資料。 • 讀取設備昂貴，受限廠商開放資料格式，非原始廠商未必能讀取。 • 符合歐盟4期車	• 「道路交通安全規則」明訂97年起新登檢領照之20噸以上車輛應裝設「行車紀錄器」。 • 實務上業者多使用類比式行車紀錄器(俗稱「大餅」)，分析不易，其記錄資料僅能作為事故佐證，無法進行車輛動態之能耗排放分析

4.1實驗設計-模式建構流程(4/6)

資料蒐集與處理

Step1	1. HORIBA OBS-2200蒐集每秒下、速率、能耗/排放資料 2. 分類省縣道、國道資料
Step2	1. 透過國道里程、速率、坡度資料，對照坡度資料 2. 將國道能耗/排放資料，區分各坡度，後續建模用
Step 3	將省縣道資料求得能耗排放曲線(NV^F)
Step4	將國道各坡度之資料求得能耗排放曲線(NV^F)
Step5	貨運業者提供大貨車實際耗能值單位為km/l，透過平均速率及油品密度將單位轉換為g/s

模式建構流程

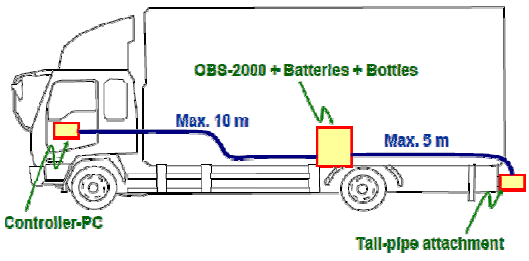
Step 6	大貨車實際能耗除以實測能耗值，得到不同道路類型、速率、坡度之FIF，並加以配適得到轉換率(FI^F)		
Step 7 省縣道	動態能耗值 NV^Fuel.Cn	轉換因子FI^Fuel.Cn	大貨車實際能耗值 NFuel.T
Step 8 省縣道	動態碳排值 NV^CO2.Cn	碳排放轉換當量FFu	動態能耗值 NV^Fuel.Cn
Step 7 國道	動態能耗值 NV^Fuel.Cn.G	轉換因子FI^Fuel.Cn.G	大貨車實際能耗值 NFuel.T
Step 8 國道	動態碳排值 NV^CO2.Cn.G	碳排放轉換當量FFu	動態能耗值 NV^Fuel.Cn.G

註1：N為不隨車速變化之單一能耗排放平均值；而NV則為隨車速變化之能耗排放值。
註2：F表示Field，為實際道路實驗。
註3：Cn表示不同道路類型。
註4：H表示本團隊利用HORIBA OBS-2200所取得之實際道路動態能耗排放。
註5：T表示貨運業者內部統計之大貨車實際耗能值。
註6：G表示坡度。
註7：FI表示隨速度變動之轉換率(%)；FI^表示隨速度變動之轉換率推估曲線(%)。
註8：CEM為碳平衡法，表示CO_2與Fuel之間的物理轉換關係。
註9： G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度% < 2%」；G 0%為「-1% < 坡度% < 1%」；G-1%為「-2% < 坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。

4.1實驗設計-實驗車輛(5/6)

選擇車型考量因素

- 貨櫃貨占貨運總重28.4%，為最大宗
- 貨櫃運輸多以20呎為主(占56%)
- 可取得OBD資料
  - (須符合我國5期、歐盟4期)
- 量測設備安裝限制
- 廠商配合意願



實驗車輛

- 曳引車Scania P340
- 前單後單、核定車重35噸、半拖車
- 符合歐盟4期排放標準(我國4期標準)
- 可讀取OBD實驗數據



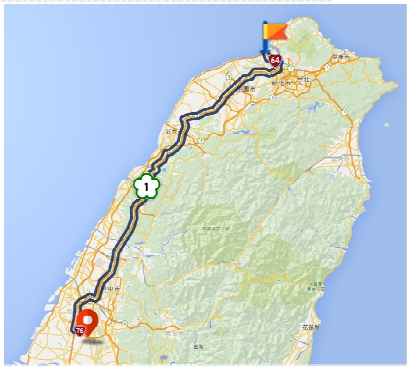
4.1實驗設計-實驗項目(6/6)

路線規劃考量因素

- 符合營運現況，起迄點一端以港區為主
- 涵蓋大貨車主要行駛道路類型，國道及省縣道
- 蒐集國1主要長陡坡資料，包括行駛三義-苗栗、桃園-林口
- 每日實驗含前置作業需11小時，路線長度建議單趟3小時以內

實驗路線

- 車廠-埔鹽交流道-五股交流道-臺北港
  - 縣道、國道、市區道路、快速道路
- 臺中港周邊省縣道路
  - 臺1線、臺10線、縣144
  - 共執行4趟



4.2實驗執行過程

載重設計與配置

- 考量運輸模式應用
- 以貨物平均淨重12噸為載重設計

  (參考100~101年10~12月港口關貿貨櫃貨物淨重資料)
- 空車重+量測設備+貨物配重共計24.5噸，占核定車重7成
- 貨櫃配重受限空間、沙包重量與體積，改以符合貨櫃寬度之沙袋進行配置，若無全滿，行駛過程會造成重心偏移，會有安全疑慮





4.3實驗數據檢核與處理

Step 1

實驗資料擷取

- HORIBA OBS-2200：時間、座標、能耗/排放
- OBD：引擎轉速、車速、能耗
- 車上行車紀錄器：時間、速率、引擎轉速
- GPS：時間、速率、座標

Step 2

OBS資料與坡度連結

- 高速公路局：里程樁號經緯度座標、坡度資料
- 根據Google Earth尋找坡度變更位置的經緯度座標
- 利用行駛速率與里程判斷坡度

Step 3

時間差確認

- OBS資料之速率與能耗/排放時間差

Step 4

原始資料處理為可用的分析資料

- 將OBS的資料從1秒5筆平均為1秒1筆
- 根據時間差確認結果平移資料
- 異常資料篩選移除

4.4建模資料庫

◆ 建模資料庫：行駛狀態及非行駛(停等)狀態筆數共**70,394筆**

- 不包含5/26當日資料。

資料類別	道路屬性	國道速限90~100					省縣道	小計
		負2度坡	負1度坡	平坡	正1度坡	正2度坡		
	類型	C1 G-2%	C1 G-1%	C1 G 0%	C1 G+1%	C1 G+2%		
原始資料集	dataA：道路實驗取得之總樣本數	3,153	5,422	28,200	6,032	6,966	36,594	86,367
	dataB：擬用於模式建構之樣本	2,175	3,531	20,658	4,447	5,190	36,594	72,595
	Max(V-dataB)：模式可用樣本之最大速率值	99	100	100	100	100	70	
行駛狀態	dataC：行駛狀態下之樣本數	2,175	3,531	20,586	4,447	5,190	27,414	63,343
	Max(V-dataC)：行駛狀態樣本之速率最大值	100	100	100	101	100	70	
	Max(V-model)：該道路等級之模式速限	100	100	100	100	100	80	
	dataD：行駛狀態下之模式應用樣本數	**1,715**	**3,294**	**20,238**	**4,206**	**4,528**	**27,406**	**61,387**
	Min(V-dataD)：模式應用樣本之速率最小值	**74**	**77**	**64**	**50**	**41**	**0**	
	Max(V-dataD)：模式應用樣本之速率最大值	**99**	**100**	**100**	**99**	**96**	**79**	
非行駛狀態	dataE：非行駛狀態下之樣本數	0	0	36	0	0	9180	9,216
	dataF：停等狀態下之樣本數	**0**	**0**	**35**	**0**	**0**	**8,972**	**9,007**
	dataG：車輛起動狀態下之樣本數	0	0	1	0	0	208	209

註1：dataD為dataC扣除單一速率下樣本數不足的速率區間樣本。
註2：dataF為dataE中停等狀態(V=0&A=0)的樣本，dateE= dataF + dataG。
註3：G+2%為「坡度≧2%」；G+1%為「1%≦坡度% < 2%」；G 0%為「-1% < 坡度% < 1%」；G-1%為「-2% < 坡度%≦-1%」；G-2%為「坡度%≦-2%」。

05 模式建構成果

5.1建構推估曲線(NV^F)
5.2兩年度模式整合
5.3模式建構成果
5.4模式驗證
5.5全國車隊模式應用



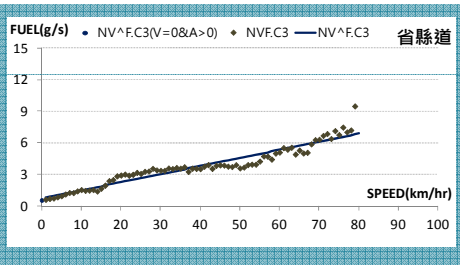


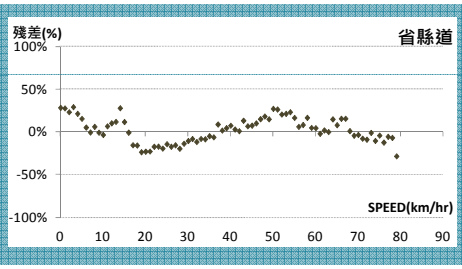
5.1建構推估曲線(NV^F)(1/2)

- 將本期(105年)實際道路實驗資料
  - 依道路類型、坡度，以速率多項式配適

省縣道

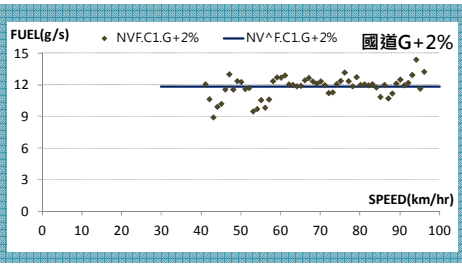
多項式配式：1次式

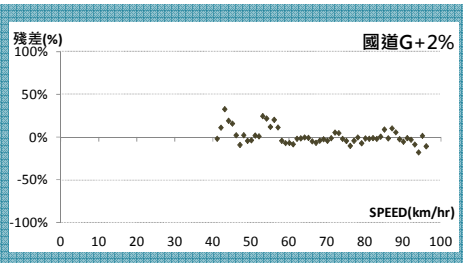




國道G+2%

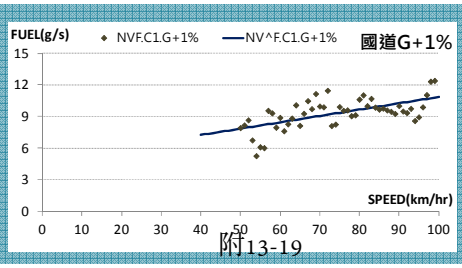
多項式配式：平均值

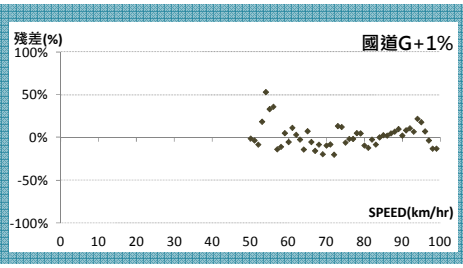




國道G+1%

多項式配式：1次式

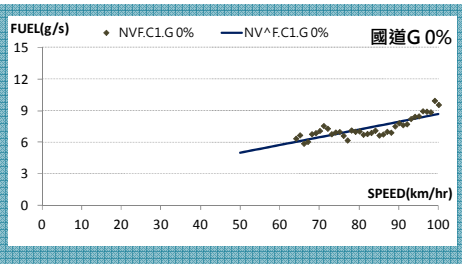


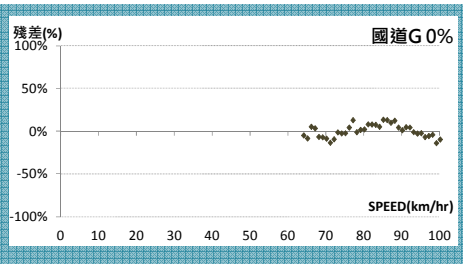


5.1建構推估曲線(NV^F)(2/2)

國道G 0%

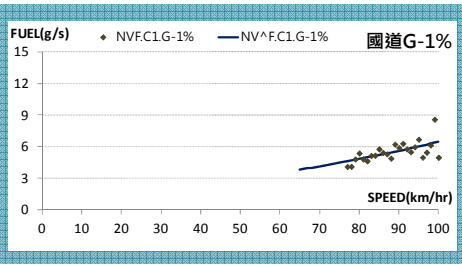
多項式配式：1次式

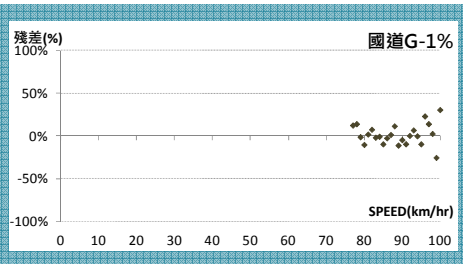




國道G-1%

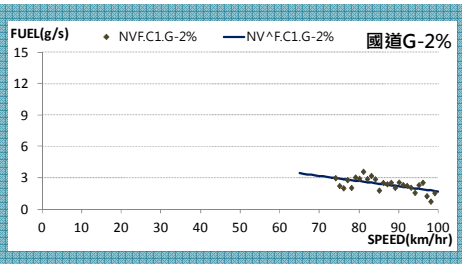
多項式配式：
2次去1次式

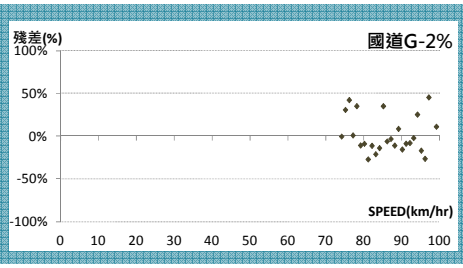




國道G-2%

多項式配式：1次式





5.2兩年度模式整合(1/3)

- 根據相同情境的資料進行整合
  - 基於貼近實際道路情境真實性
  - 將前期市區繞行與本期省縣道資料建構模式整合

項目		前期(104年)	本期(105年)
車型		框式大貨車	貨櫃車
廠牌		HINO500	Scania P340
核定車重		11噸	35噸
實驗載重		滿載(100%)、半載(78%)、空載(55%)	平均載重24.5噸
停等實際道路測試		✓	✓
實際道路測試	國道	×	✓
	一般道路(省縣道)	✓	✓
非實際道路測試	試車場定速巡航	✓	×

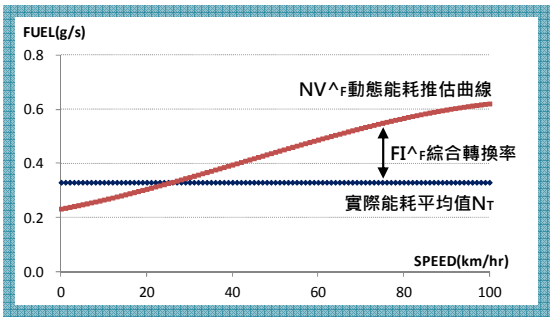
5.2兩年度模式整合(2/3)

整合構想

- 測試前期與本期省縣道實測值與實際能耗值轉換關係是否相同
  - 前期市區繞行實測值與實際能耗值(N_T)之轉換關係($FI^{\wedge}_{F.104}$)
  - 本期省縣道實測值與實際能耗值(N_T)之轉換關係($FI^{\wedge}_{F.105}$)

檢定方法

- 選用鄒檢定(Chow test)
  - 檢定兩年度省縣道轉換率之迴歸係數是否相同
  - 若測試兩年度省縣道轉換關係($FI^{\wedge}_F$)迴歸係數相同，則可進一步將兩年度省縣道模式整合



5.2兩年度模式整合(3/3)

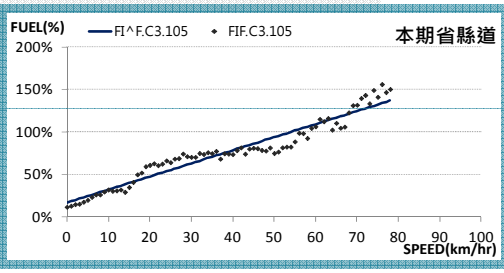
整合結果

- 檢定結果為無差異
- 成功整合兩年度省縣道轉換率，以建構省縣道(一般道路)動態能耗/碳排模式

項目	數值
兩組數據殘差平方和(Sc)	0.66495727
前期數據殘差平方和(S_{104})	0.07651979
本期數據殘差平方和(S_{105})	0.55357303
參數的總數(K)	1
前期數據總樣本數(N_{104})	46
本期數據總樣本數(N_{105})	71
鄒檢定(Chow test)	6.3632073
臨界值(雙尾)：F(0.05)	6.86051232
臨界值(雙尾)：F(0.95)	0.00015777
檢定結果	無差異

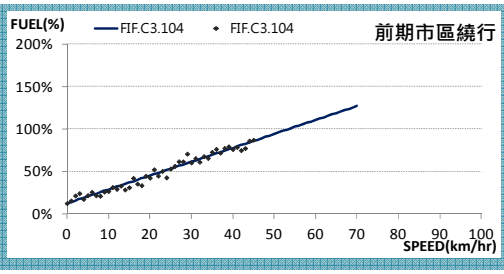
本期省縣道

多項式配式：1次式



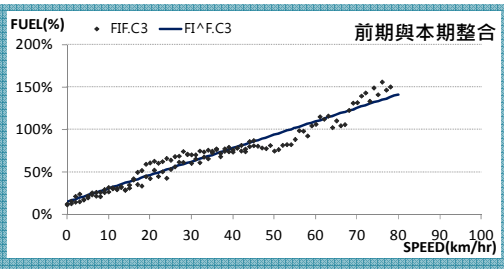
前期省縣道

多項式配式：1次式



整合結果

多項式配式：1次式



5.3模式建構成果(1/2)

◆ 行駛中
- 國道：本期實驗大貨車建構模式
- 省縣道：整合兩年度實測資料建構模式

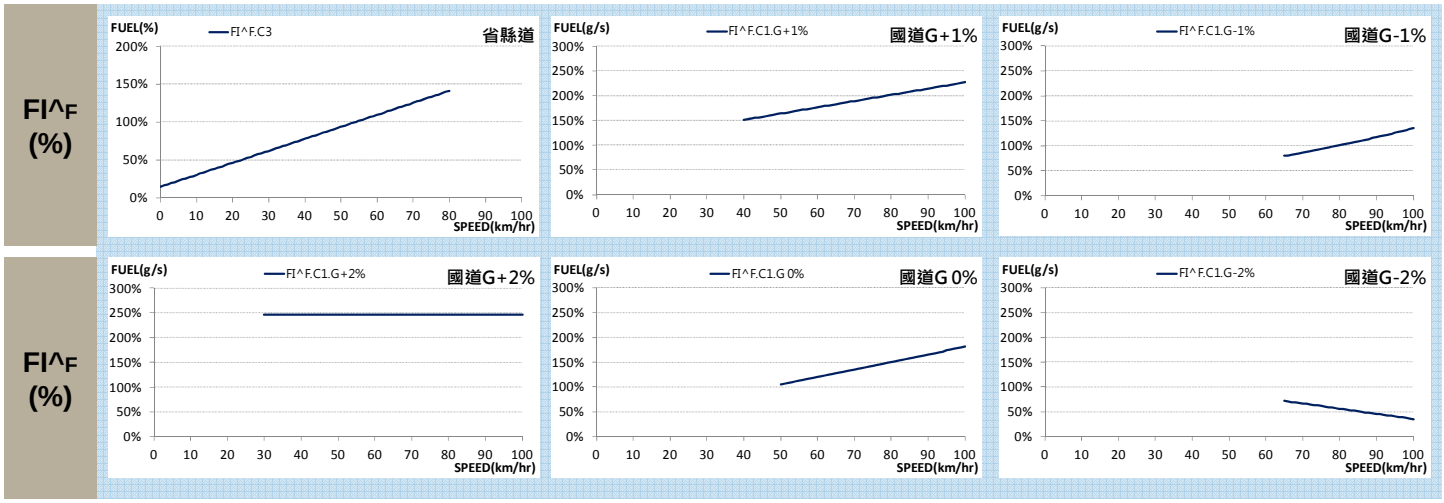
◆ 停等
- 整合兩年度實測資料建構模式

推估流程				FUEL	CO_2
實驗大貨車之平均能耗值(g/s)[註]			(1)	3.94383748[註1] 2.09124540[註2]	-
道路類型轉換率	$FI^{\wedge}_F$ (%)		(2)	FUEL：$FI^{\wedge}_F$	-
停等轉換率	R_{idle} (%)		(3)	FUEL：11%	-
碳排放轉換當量	FF_U (%)		(4)	3.10533842	
推估結果	行駛中	$NV^{\wedge}_{F.ML.Cn}$(g/s)	(5)	=(1)×(2)	=(1)×(2)×(4)
	停等	$NV^{\wedge}_{F.ML.I}$(g/s)	(6)	=(1)×(3)	=(1)×(3)×(4)

註1：本計畫105年度所採用「實驗大貨車之實際能耗值」，為車廠提供本計畫之實驗大貨車實際燃油經濟性2.85(km/l)，再將此值單位轉換為能耗值(g/s)，以搭配本計畫所取得之資料，進行推估模式之建構。
註2：本計畫104年度所採用「實驗大貨車之實際能耗值」，為車廠提供本計畫之實驗大貨車實際燃油經濟性4.7(km/l)，再將此值單位轉換為能耗值(g/s)，以搭配本計畫所取得之資料，進行推估模式之建構。

5.3模式建構成果(2/2)

◆ 模式建構($FI^{\wedge}_F$)
- 省縣道、國道(分坡)各速率下綜合轉換率
- 搭配不同車型實際平均能耗值，可展開動態能耗/碳排值



5.4模式驗證

項目	驗證1(本期國道)	驗證2(本期國道與省縣道)	驗證3(前期省縣道)
	同公司、同車輛 同駕駛、同路線	不同公司、不同車輛 不同駕駛、不同路線	同公司、同車輛 不同駕駛、不同路線
車型	Scania P340 前單後單曳引車	FUSO 前單後單曳引車	HINO500 框式大貨車
營運路線	國道1號	國道1號、國道3號、平面道路	平面道路
驗證模式	國道分坡 平均能耗×轉換率	國道分坡、省縣道 平均能耗×轉換率	省縣道 平均能耗×轉換率
資料來源	本年度5/26 實測資料	●GPS取得行駛動態(速率、經緯度) ●貨運公司提供平均耗油率	●GPS取得行駛動態(速率、經緯度) ●貨運公司提供平均耗油率
操作方法	推估耗油量(L) 比對 實測耗油量	推估耗油率 比對 實際耗油率(km/l)	推估耗油率 比對 實際耗油率(km/l)
誤差比率	-1.33%	-5.19%	-6.22%

推估誤差在可接受範圍

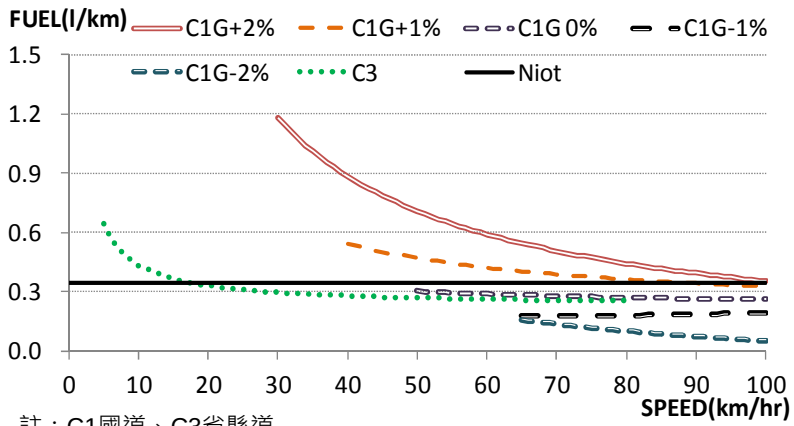
5.5全國車隊模式應用

模式應用面

- 運輸規劃分析、交通運輸領域、模擬交通建設計畫各方案情境
- 應以全國車隊平均能耗值與本計畫建構轉換率FI^F展開成模式應用版

全國車隊模式應用版

- 2015年排放清冊營業大貨車平均燃油經濟性2.93km/l代入



註：C1國道、C3省縣道

06 案例分析

6.1各道路類型之能耗與碳排觀察
6.2國1長坡能耗/碳排觀察
6.3臺北港與基隆港怠速議題評析





6.1各道路類型之能耗與碳排觀察

◆ 各道路類型比較

- 平均速率：
  市區道路＜快道＜國道
- 能耗、碳排率：
  市區道路＞快道＞國道

◆ 國道不同路段比較

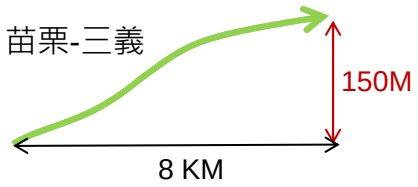
- 平均坡度越大，能耗與碳排率越高，反之亦然
- 坡度確有影響

各路段資訊表

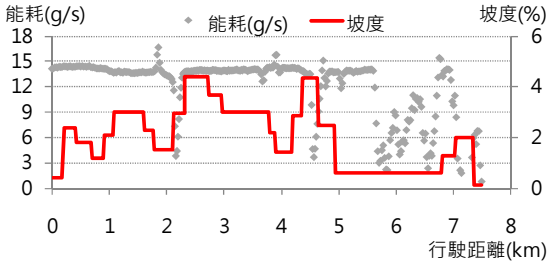
道路類型	路段	平均坡度(%)	平均速率(km/hr)	燃油經濟性(km/l)	能耗率(l/km)	CO_2(kg/km)
市區	商港路	-	8.75	0.83	1.21	3.09
快道	台64線	-	70.51	2.97	0.34	0.89
市區	新五路三段	-	20.54	1.97	0.51	1.31
國道	五股交流道-林口	2.80	55.23	1.17	0.86	2.26
	林口-桃園	-2.01	62.74	14.26	0.07	0.18
	桃園-平鎮	1.28	79.96	2.10	0.48	1.26
	平鎮-湖口	1.39	85.16	3.16	0.32	0.84
	湖口-頭份	-0.18	86.63	3.02	0.33	0.87
	頭份-苗栗	0.36	83.47	2.51	0.40	1.05
	苗栗-三義	1.61	79.26	1.60	0.63	1.65
	三義-后里	-0.29	92.68	5.66	0.18	0.46
	后里-台中	-0.45	93.84	4.00	0.25	0.66
	台中-彰化	-0.30	85.72	3.44	0.29	0.77
	彰化-埔鹽	0.01	86.94	4.05	0.25	0.65
快道	台76線	-	68.86	2.89	0.35	0.91
縣道	縣144線	-	5.51	2.38	0.42	1.07

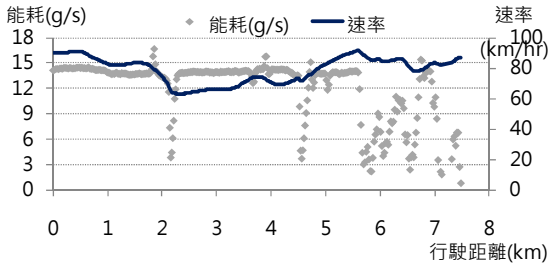
6.2國1長坡能耗/碳排觀察(1/4)

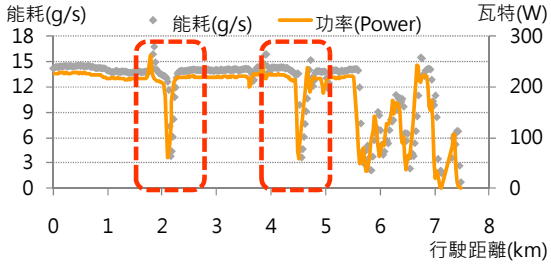
◆苗栗-三義長坡—上坡



- 連續上坡先緩再陡後緩，速率變化為先降(60kph)➔持平➔再恢復原水準(80kph)
- 陡坡段能耗率及功率維持高檔，顯示在上坡過程中踩足油門
- 從能耗與功率變化趨勢可知，過程中經歷兩次換檔

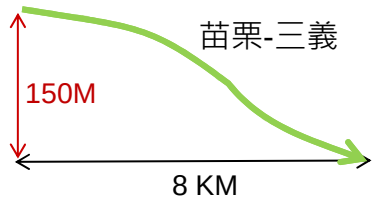




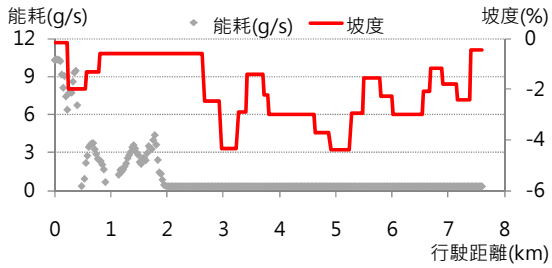


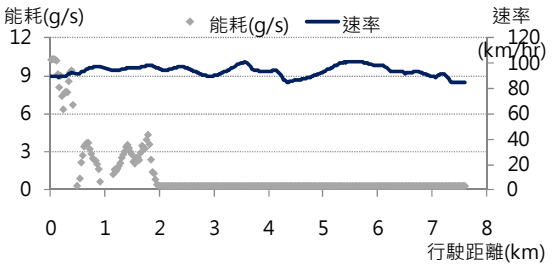
6.2國1長坡能耗/碳排觀察(2/4)

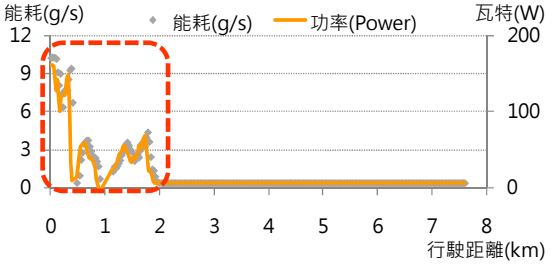
◆苗栗-三義長段—下坡



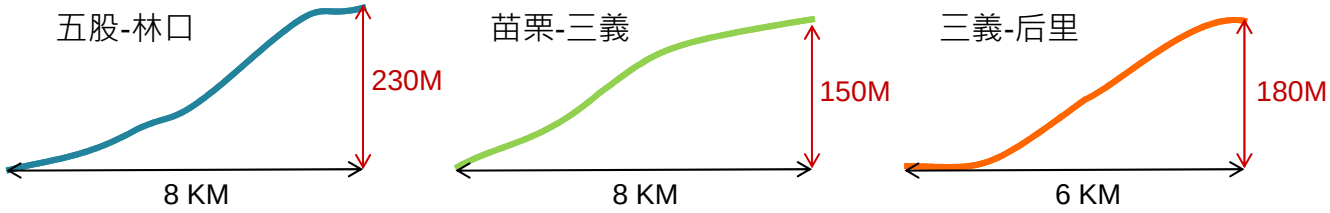
- 連續下坡先緩再陡後緩，速率變化為一路維持穩定(90kph)
- 下坡初期，能耗與功率波動，顯示在下坡坡度較緩時不停的踩放油門穩定車速
- 進入較陡的下坡路段後以低速檔行駛







6.2國1長坡能耗/碳排觀察(3/4)

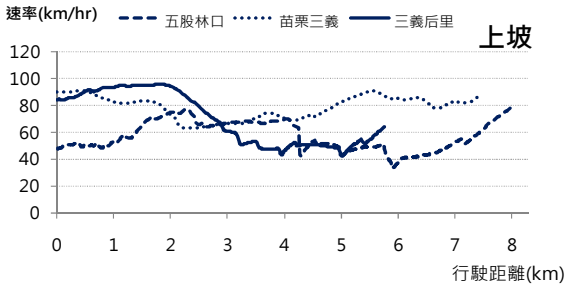


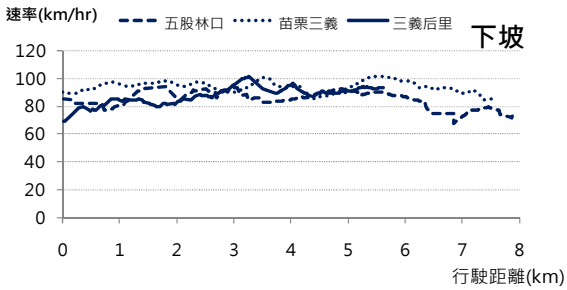
◆速率觀察

大貨車行駛長坡速率觀察表

坡度型態		最低速 (km/hr)	最高速 (km/hr)	高低速差 (km/hr)	均速 (km/hr)
五股-林口 2.89%	上坡	33.24	78.12	44.88	55.22
	下坡	67.67	93.80	26.12	83.48
苗栗-三義 2.02%	上坡	63.11	91.42	28.32	77.64
	下坡	84.41	101.61	17.21	93.38
三義-后里 3.13%	上坡	42.11	96.10	54.00	64.67
	下坡	69.05	101.03	31.98	87.07

- 上坡速差明顯較大，最大可54kph
- 下坡路段較能維持穩定行駛速率





6.2國1長坡能耗/碳排觀察(4/4)

◆能耗率觀察

- 上坡為平坡2.92~3.79倍
- 下坡為平坡0.11~0.39倍
- 上下坡合計，仍較平坡耗油

長坡路段油耗/碳排率比較表

坡度型態		燃油經濟性 (km/l)	能耗率 (l/km)	CO_2排放率 (kg/km)	能耗率與平坡比值	碳排率與平坡比值
平坡		5.25	0.19	0.71	1	1
五股-林口 2.89%	上坡	1.38	0.72	2.27	3.79	3.21
	下坡	48.88	0.02	0.07	0.11	0.09
	合計	25.13	0.37	1.17	1.95	1.65
苗栗-三義 2.02%	上坡	1.8	0.56	1.75	2.92	2.49
	下坡	22.2	0.05	0.14	0.24	0.2
	合計	12	0.3	0.95	1.58	1.34
三義-后里 3.13%	上坡	1.59	0.63	1.98	3.3	2.8
	下坡	13.4	0.07	0.24	0.39	0.34
	合計	7.5	0.35	1.11	1.84	1.57

◆長坡行駛特性觀察

- 五股-林口長坡鄰近匝道且車流量大，進入速率受限
- 三義-后里長坡坡度最陡，爬升最吃力

6.3臺北港與基隆港怠速議題評析(1/5)

港區內作業程序

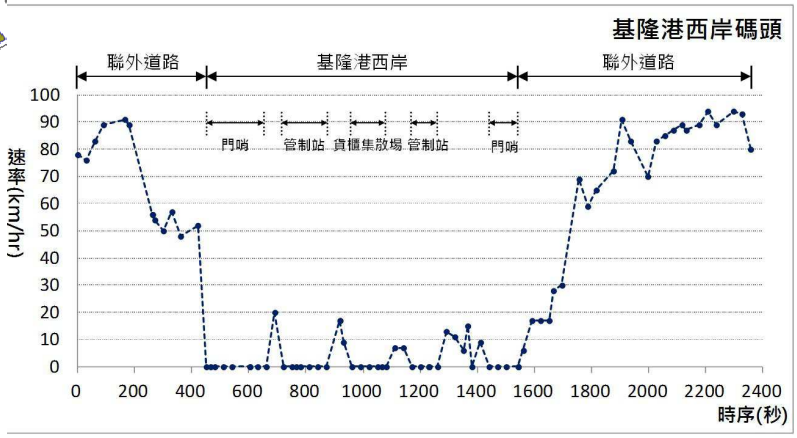
Step1	進口：貨櫃車(空櫃)提領提貨單，進入港區領貨 出口：貨櫃車(滿櫃)提領託貨單，進入港區卸貨
Step2	進入門哨系統，檢察貨櫃號碼、費用是否繳清
Step3	管制站，作業人員提供貨櫃存放區/卸貨位置
Step 4	進口：貨櫃集散區，門式起重機吊掛貨櫃放置車上 出口：貨櫃集散區，卸貨至船邊或貨櫃裝船後放行
Step5	管制站，海關人員、保三總隊驗關放行
Step6	門哨系統，港警收到放行通知單予以放行

6.3臺北港與基隆港怠速議題評析(2/5)

◆ 基隆港西岸

- 進入港區停等時間占比長
- 行駛速率低於20km/hr
- 門哨站最高停等240秒(4分鐘)
- 其他程序停等約2~3分鐘
- 港區內完成作業程序約18分鐘

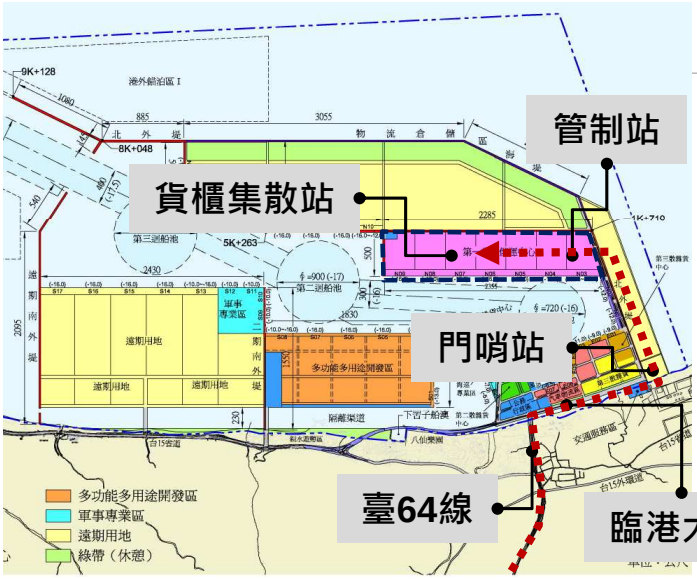




6.3臺北港與基隆港怠速議題評析(3/5)

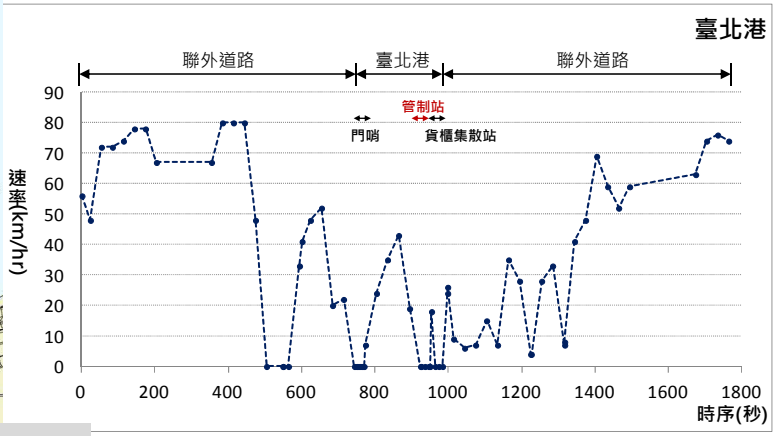
◆ 臺北港(全自動化程序)

- 門哨站：RFID門禁管理系統，自動辨識櫃號、車號、駕駛人
- 管制站：自動核發儲位報到卡
- 貨櫃集散站：自動門式機
- 管制站(通關)：海關電子封條系統



◆ 效益表現

- 貨櫃車進入港區停等時間短
- 行駛速率維持20km/hr以上
- 門哨站最高停等30秒
- 港區內完成作業程序約5分鐘



6.3臺北港與基隆港怠速議題評析(4/5)

停等型態

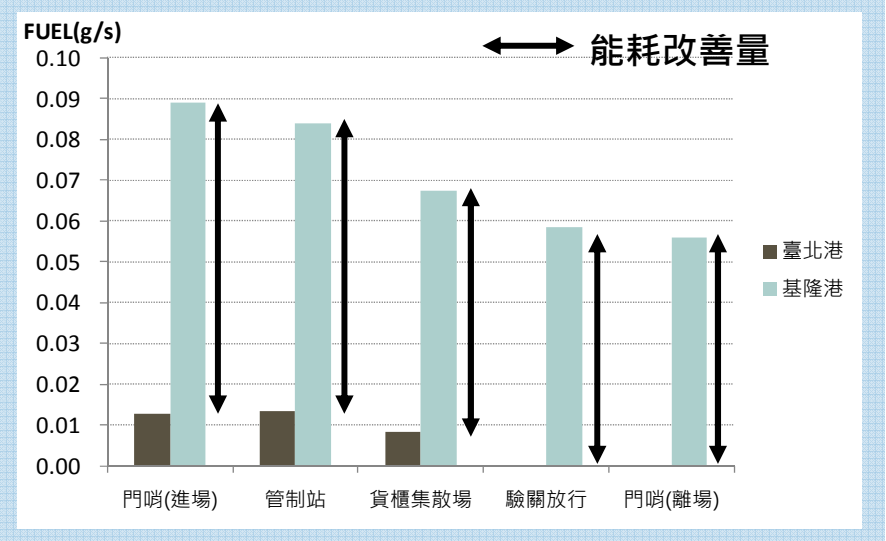
- 基隆港
  - 作業程序皆需停等辦理
  - 停等總時間近14分鐘
  - 占區內總時間73%
- 臺北港
  - 作業程序皆明顯節省停等時間
  - 停等總時間約1分鐘
  - 占區內總時間32%
- 港區內全自動化，可顯著提升作業程序，減少貨櫃車排隊停等的問題

行車型態	項目	基隆港	臺北港
		停等時間(秒)	停等時間(秒)
停等(V=0&A=0, V=0&A>0)	門哨站(進站)	240	30
	管制站	180	32
	貨櫃集散場	150	20
	管制站(驗關受檢)	120	0
	門哨站(出站)	132	0
	貨櫃車停等總時間(秒)	822	82
行駛狀態 (V≧1)	港口內總行駛時間(秒)	1,122	240
停等占比(%)		73%	32%

6.3臺北港與基隆港怠速議題評析(5/5)

能耗/碳排放量

- 若基隆港全自動化，以減少停等需求、
  - 貨櫃車港區內因停等改善，能耗/排放量可節省90%



07 未來資料蒐集方法探討

7.1資料蒐集方式
7.2不同設備取得油耗資料觀察





7.1資料蒐集方式

1 車載排放量系統(OBS)

- 真正量測排氣中各種排放氣體的體積濃度，獲得瞬時排放體積，與體積濃度、密度轉換後得到排放污染物的重量，亦即實際燃燒尾氣量
- 符合美國環保署排放測試法規要求，具有高度穩定性、精確度
- 資料精度可達每秒一筆以上

2 車上診斷系統(OBD)

- 污染控制元件發生問題，產生故障訊號提醒駕駛人維修。
- 經由不同車廠提供參數，包含車速、空氣流動量、進氣壓力等參數，進行油耗估算
- 量測數值包含未完全燃燒量，並非真實完全燃燒尾氣量，每秒紀錄油耗量可能高估實際油耗量
- 資料精度視車廠提供參數而定，可每秒一筆或每秒一筆以上

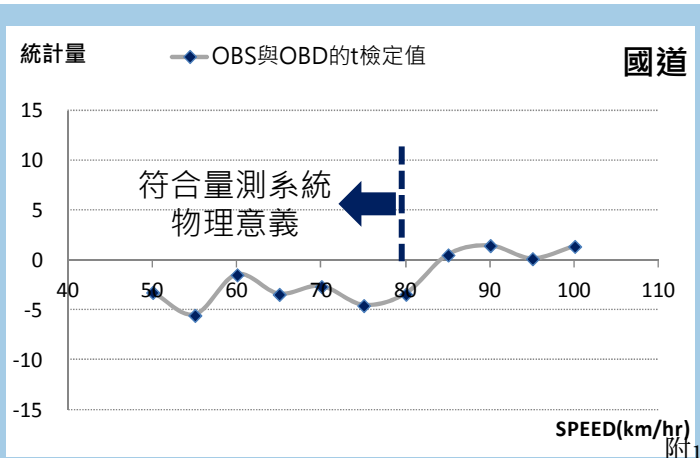
7.2不同設備取得油耗資料觀察(1/2)

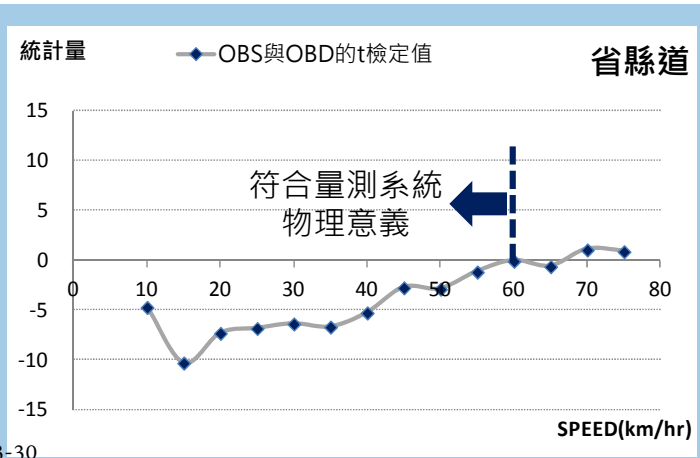
◆ 以t檢定測試差異

- 檢定資料：本年度建模資料庫
- 速率越高，量測值差異越小
- 省縣道速率高於55km/hr，國道速率高於85km/hr，兩者無差異

◆ t檢定值意涵

- t值小於0：OBD量測值大於OBS；t值大於0：OBD量測值小於OBS
- 速率越低，OBD量測值越高於OBS

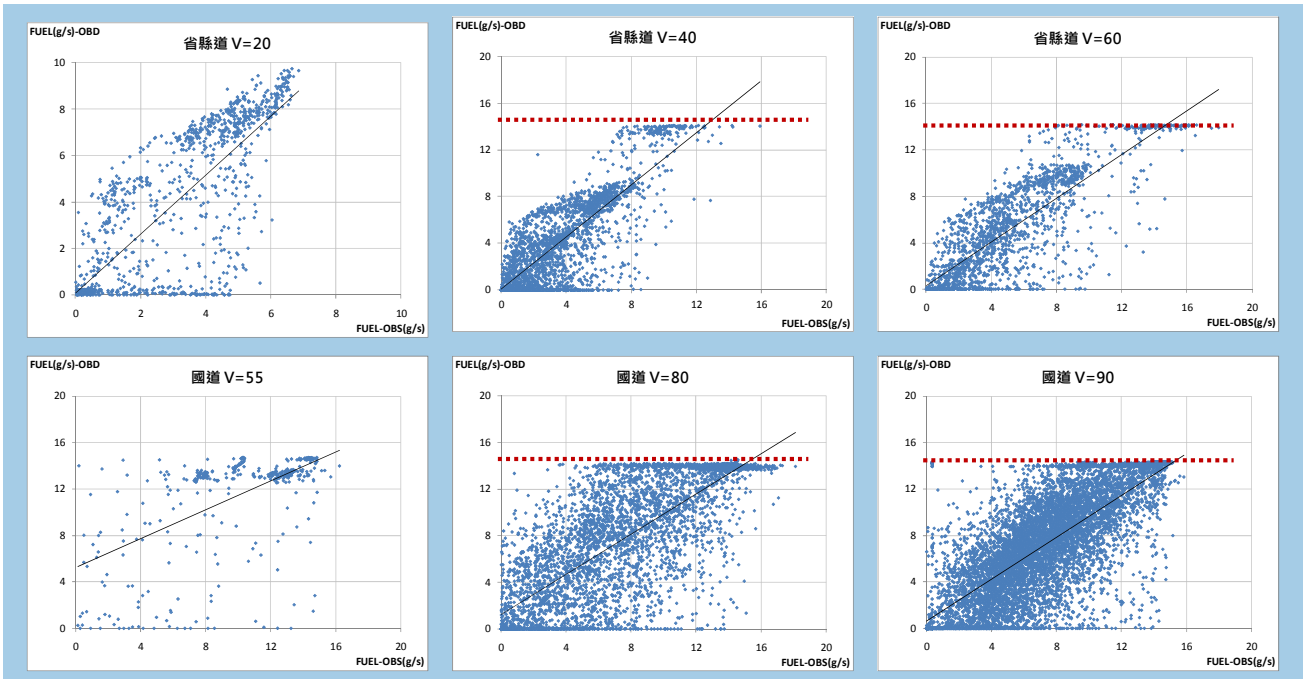




7.2不同設備取得油耗資料觀察(2/2)

◆ OBS與OBD能耗分布特性

- 速率越高，OBD量測值有明顯上限值，落在14g/s
- 高速區間，更高瞬時油耗無法反映OBD量測設備



7.2不同設備取得油耗資料觀察(3/3)

	車載排放量測系統(OBS)	車上診斷系統(OBD)
量測原理	OBS量測實際燃燒的尾氣量	不同車廠電腦提供參數進行估算
精準度	經過美國環保署認證	尚未有法規規範各車廠提供參數之準確性
資料正確性	本計畫系列研究所蒐集各車種OBS每小能耗率沒有發生上限值	速率越高，OBD推估值有上限值，更高的瞬時油耗無法反映在OBD量測值
實驗成本	量測儀器及相關氣體需仰賴進口，成本相當高昂。	因國內法規規定汽油車、柴油車新車需配置OBD設備，擷取資料僅需透過車[illegible]、車主提供
擷取資料技術	安裝儀器之技術門檻高，前置作業天數較長	需經由OBD擷取參數，以特定程式讀[illegible]
未來趨勢	我國第6期排放標準擬與歐盟6期接軌，預計2019年使用中重車車輛將使用OBS進行道路實測，國內將有資料庫。	1. 裝設OBD車輛數逐年提高，讀取資料需尋求車廠及車主同意。 2. 歷史資料牽涉個資，讀取較困難

08 結論與建議





8.1結論

1 兩年度實驗設計完成大貨車能耗/碳排推估模式

- 實驗車
  - 104年度：HINO500框式大貨車、核定車重11噸、歐盟5期車款
  - 105年度：Scania P340前單後單曳引車、核定車重35噸、歐盟4期車款
- 實驗資料庫
  - 104年度：實驗蒐集共42,914筆，建模資料庫共42,718筆
  - 105年度：實驗蒐集共86,367筆，建模資料庫共70,394筆
- 提供國道分坡、省縣道能耗推估模式
- 驗證結果：利用實驗車及其他車型，誤差範圍皆在-7%以內

2 案例分析

- 經由國1長坡段能耗觀察，能耗/碳排、速率表現受坡度顯著影響
- 長陡上坡行駛速率不易維持，且耗油率高，上下坡總能耗比平坡高1.6~2倍
- 基隆港若為全自動化程序，內因停等改善，能耗/排放量可節省90%

3 未來實驗蒐集方法研析

- OBS較具公信力，若採用OBD需克服資料準確度與個資問題

8.2建議

1 持續追蹤重車能耗法規與OBS實車資料庫

- 各國皆發展重車能耗法規，法規內容將影響本系列實驗設計
- 已將車載量測系統成為未來執法工具，應持續觀察趨勢，擴充研究成果與應用性

2 規範OBD資料精確性與可取得性

- 藉由OBD蒐集數據可解決OBS高成本
- 然OBD需由各廠提供參數推估而得，準確度無法驗證
- OBD資料回歸監理制度，統一質與量，提升資料可取性

3 完備本系列研究計畫車種

- 運輸部門能耗/排放占比相當高的貨運，目前已完成大貨車車種，尚缺小貨車
- 建議持續蒐集小貨車能耗/排放資料，以了解其特性，完備本土化的能耗/排放模組

創造優質交通運輸
連結美好生活

簡報結束・敬請指教

