

98-71-1257
MOTC-IOT-97-PDB001

能源消耗、污染排放與運輸規劃 作業關聯分析之研究(2/2)



交通部運輸研究所

中華民國 98 年 6 月

98-71-1257
MOTC-IOT-97-PDB001

能源消耗、污染排放與運輸規劃 作業關聯分析之研究(2/2)

著者：林國顯等(詳摘要表)

交通部運輸研究所

中華民國 98 年 6 月

國家圖書館出版品預行編目資料

能源消耗、污染排放與運輸規劃作業關聯分析之
研究. (2/2) / 林國顯等著. -- 初版. -- 臺
北市：交通部運研所，民98.06

面；公分

參考書目：面

ISBN 978-986-01-8851-6(平裝)

1. 公路管理 2. 運輸能源 3. 運輸規劃

557.33

98010373

能源消耗、污染排放與運輸規劃作業關聯分析之研究(2/2)

著者：林國顯、蘇振維、張瓊文、楊幼文、溫蓓章、鍾慧諭、
莊志偉、陳韋伶、張耿宗、陳佳良、陳欣怡、江岳翰、
楊智凱、高祥富、宋皇勳、周諺鴻

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 98 年 6 月

印刷者：大地整合行銷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 110 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：200 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：1009801343

ISBN：978-986-01-8851-6 (平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：能源消耗、污染排放與運輸規劃作業關聯分析之研究(2/2)			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-01-8851-6(平裝)	政府出版品統一編號 1009801343	運輸研究所出版品編號 98-71-1257	計畫編號 97-PDB001
本所主辦單位：運輸計畫組 主管：林國顯 計畫主持人：林國顯 研究人員：蘇振維、張瓊文 楊幼文 聯絡電話：02-2349-6815 傳真號碼：02-2545-0428	合作研究單位：中華經濟研究院 計畫主持人：溫蓓章 研究人員：鍾慧諭、莊志偉、陳韋伶、張耿宗、 陳佳良、陳欣怡、江岳翰、楊智凱、 高祥富、宋皇勳、周諺鴻 地址：臺北市大安區長興街 75 號 聯絡電話：02-27356006 傳真號碼：02-27390610		研究期間 自 97 年 01 月 至 97 年 11 月
關鍵詞：運輸規劃模式、公路旅運行為、能源消耗、污染排放、車載量測設備			
<p>摘要：</p> <p>本計畫係由運輸規劃角度出發，目標為在運輸規劃評估模式中納入能源消耗與排放之關聯分析，發展一套整合性評估架構。本計畫為多年期計畫之先導研究，第 1~2 年期先以城際運輸公路系統、小汽車大宗車型為研究對象。有別於傳統以旅次特性為分析基礎（trip-base），以行車距離衡量公路運輸之能源消耗與污染排放的概念（g/km）；本計畫探討道路之節線特性（link-base），分析各種類道路之路段交通量與車速變化下，車輛能耗與排放特性的差異（g/sec）。本計畫運用新式車載量測設備（On-Board Emission Measurement, OEM），執行道路實驗與對應之實驗室實驗，蒐集車輛動態行駛之逐秒能耗與排放數據，以及對應之道路幾何特性、瞬時車速等；經由統計分析和模式檢定，建立車輛動態能耗、排放特性與公路運輸系統和旅運行為之關聯性。應用此一關聯性，本計畫研提一套運輸行為與能耗、污染之綜合評估架構，搭配運輸需求模式之路網或節線的旅行時間、旅行速率，估算公路運輸之能源消耗與排放總量。本計畫之創新性研究成果，對於公路運輸計畫形成過程之運輸規劃評估作業，提供一套分析工具，能夠敏感地評估永續發展面之能源消耗、排放的可能影響，有助於達成「增進運輸資源使用效率、減少環境污染與衝擊、推動永續發展策略」等決策目標。本計畫具體研究成果如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 蒐集文獻，探討推估模式之發展與應用。綜合歸納車輛能源消耗與污染排放特性之影響因素，並根據本計畫研究目標，建構一套具備可操作性之運輸行為與能源消耗、污染排放整合模式，以提供運輸方案評估參照。 2. 根據本計畫研究目標進行實驗設計與實際調查。完成 2 部實驗車、7 種道路類型的道路實驗，以及對應之實驗室實驗，建立一超過 31 萬筆數據之資料庫，並據以建構出一組車速排放對照表(Look-up Table)，提供各實驗車輛在 7 種道路類型各種車速下之動態能耗、排放率（CO₂、CO、THC、NO_x）(g/sec)。 3. 以 2 種方式建構運輸規劃與能源消耗、污染排放之動態曲線，整合於運輸規劃模式中，可動態推估各實驗車輛在 7 種道路類型各種車速下，每秒之能耗與 CO₂ 排放率(g/sec)。 <ol style="list-style-type: none"> (1) 方式 1：以實驗車輛在各種道路類型上取得之隨車速變化的能耗/排放資料，直接建構動態的能耗/排放曲線。 (2) 方式 2：建構各實驗條件間之轉換率，並以車速為解釋變數，建構各轉換率與車速間之關聯性；再加以連結得到一組綜合轉換率；藉以將法規審驗測試之單一標檢值予以展開，成為各道路類型隨車速變化之動態能耗/排放曲線。未來可用此方式轉換能源局/環保署之既有法規審驗測試資料庫，推估各車輛之動態能耗/排放率。 4. 探討國道收費型式及都市道路排放等 2 個案例，說明如何將研究成果應用在運輸規劃上，同時驗證所建構關聯模式的 2 種推估方式之可操作性與正確性。所建構模式之推估結果均符合實測情形；而且，應用時間單位能耗/排放率進行市區道路總量推估時，無須區分路段或路口差異，即可得到具平均車速敏感性的結果。 			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
98 年 6 月	420	200	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購買。
<p>機密等級：</p> <p><input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密</p> <p>（解密條件：<input type="checkbox"/> 年 月 日解密，<input type="checkbox"/> 公布後解密，<input type="checkbox"/> 附件抽存後解密， <input type="checkbox"/> 工作完成或會議終了時解密，<input type="checkbox"/> 另行檢討後辦理解密）</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 普通</p>			
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 relation analysis between energy consumption, emissions and transportation planning (2/2)			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-01-8851-6 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009801343	IOT SERIAL NUMBER 98-71-1257	PROJECT NUMBER 97-PDB001
DIVISION: Planning Division DIVISION DIRECTOR: Kuo-Shian Lin PRINCIPAL INVESTIGATOR: Kuo-Shian Lin PROJECT STAFF: Cheng-Wei Su, Chiung-Wen Chang, Yu-Wen Yang PHONE: 886-2-2349-6815 FAX: 886-2-2545-0428			PROJECT PERIOD FROM January 2008 TO November 2008
RESEARCH AGENCY: Chung-Hua Institution for Economic Research International PRINCIPAL INVESTIGATOR: Pei-Chang Wen PROJECT STAFF: Hui-Yu Chung, Chih-Wei Chuang, Wei-Ling Chen, Keng-Tsung Chang, Chia-Liang Chen, Shin-Yi Chen, Yueh-Han Chiang, Chih-Kai Yang, Hsiang -Fu Kao, Huang-Shiun Sung, Yen-Hung Chou ADDRESS: 75 Chang Hsing St., Taipei, Taiwan, 106, R.O.C. PHONE: 886-2-27625578 FAX: 886-2-27390610			
KEY WORDS: Transportation Planning Model, Highway Traveling Behavior, Energy Consumption, Emissions, On-Board Emission Measurement			
ABSTRACT: From the perspective of transportation planning, this project explores the feasibility of developing an “integrated evaluation framework” (IEF) which is capable of incorporating dynamic performance of vehicle energy consumption and emissions into the aggregate sequential travel demand model. Departing from the traditional mainstream which estimates vehicle fuel consumption and emissions on a trip-base, with parameters of distance, i.e. l/km or g/km, from a laboratory bag-stock test, we approach it in terms of g/sec with a link-specific correlation of traffic flow speed. It can be easily integrated into the link-base travel demand model as a new attribute of the highway network. Therefore it is capable of providing distinctive fuel consumption and emissions of varying traffic demands. Eventually, integrated with the correlations, the IEF shall turn out to be an analytical tool which enhances sustainability evaluation of transportation planning. In the first two years, as the pioneers of a long term study, we utilized test vehicles equipped with On-Board Emissions Measurement to gather second-by-second data of fuel consumption and emissions from on-road surveys. Likewise, designed analogous laboratory tests are performed to collect corresponding data to build up relationships with statutory standard test results published by BoE, MOEA and EPA. Major achievements of the first two years are listed as follows: 1. The “integrated evaluation framework” (IEF) is proposed. The correlations of vehicle energy consumption and emissions are conceptually assumed, and statistically proofed, as functions of link speed. It is incorporated into the aggregate sequential travel demand model as a network link attribute. 2. On-road surveys of 7 kinds of link-category of two vehicles, as well as analogous laboratory tests, are performed to form up the dataset of over 310,000 records. With the dataset, look-up tables of speed v.s. fuel consumption and 4 emission rates (CO ₂ , CO, THC and NO _x) are provided for each vehicle of link-category in terms of g/sec. 3. Two models of dynamic correlation function are investigated. Both models are statistically confident in estimating fuel consumption and CO ₂ emissions with traffic flow speed. (1) Model 1: correlation functions are directly derived from on-road surveys for each vehicle. (2) Model 2: correlation functions are developed from the speed-relevant compound conversion rate to statutory published data. The compound conversion rate is composed of a series of conversion rates of which each represents the condition difference of a pair of tests. All conversion rates are appropriately fitted as functions of speed. 4. Two case studies are presented to demonstrate how to integrate into transportation planning model and to validate the operability and accuracy of two models of dynamic correlation functions. It is concluded that the accuracy of estimated fuel consumption and CO ₂ emission of both models is highly acceptable to transportation planning model. In addition, in terms of g/sec, emission analysis of urban arterial can be easily performed without the necessity to cut up intersection sections from links.			
DATE OF PUBLICATION June 2009	NUMBER OF PAGES 420	PRICE 200	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> 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	研究背景與研究目的	1-1
1.2	研究範疇與全程計畫效益.....	1-2
1.3	本所相關研究計畫之相關性.....	1-7
1.4	報告架構與研究流程	1-9
第二章	前期研究成果探討暨本年度模式概念架構修正	2-1
2.1	車輛特性與能耗排放之關聯性	2-1
2.2	公路運輸能耗、排放物之環境影響	2-5
2.3	運輸規劃與能源消耗、排放整合模式之研擬.....	2-7
2.4	本計畫之模式概念架構修正.....	2-12
2.5	研究設計修正	2-16
2.6	96 年研究結果檢討與 97 年研究重點	2-20
2.7	小結	2-31
第三章	實驗 A 車之資料蒐集、調查分析與關聯模式建構	3-1
3.1	實驗 A 車之資料蒐集	3-1
3.2	各實驗項目資料分析（#0、#7、#8、#99）	3-8
3.3	各實驗項目間之轉換率說明與建構（R）	3-18
3.4	實驗 A 車之關聯模式建構.....	3-24
3.5	車速排放對照表（Look-Up Table）	3-26
第四章	實驗 B 車之資料蒐集、調查分析與關聯模式建構.....	4-1
4.1	實驗 B 車之資料蒐集與調查分析	4-1
4.2	各實驗項目資料分析（#0、#7、#8、#99）	4-10
4.3	各實驗項目間之轉換率說明與建構（R）	4-18
4.4	實驗 B 車之關聯模式建構.....	4-20
4.5	車速排放對照表（Look-Up Table）	4-21

第五章	實驗 A、B 車之模式穩定性驗證.....	5-1
5.1	2 實驗車輛之 R12 與 R11 比對分析	5-1
5.2	2 實驗車輛之 R0 與 R7 比對分析	5-13
5.3	2 實驗車輛之 R2 與 R8 比對分析	5-19
5.4	小結	5-24
第六章	應用案例分析	6-1
6.1	排放模式與運輸規劃模式整合	6-1
6.2	案例分析：國道收費方式對能耗及排放影響	6-4
6.3	案例分析：都市道路排放	6-28
6.4	小結	6-41
第七章	結論與建議	7-1
7.1	結論	7-1
7.2	建議	7-9
參考文獻	參-1
附錄 1	實驗紀錄、資料回收處理與初步分析結果彙整	
附錄 1.1	實驗 A 車	附 1-1-1
附錄 1.2	實驗 B 車	附 1-2-1
附錄 2	實驗數據與圖形彙整	
附錄 2.1	圖形彙整	附 2-1-1
附錄 2.2	實驗原始數據(個別車速下之 N-V 對照表)....	附 2-2-1
附錄 3	審查意見回覆表及簡報資料	
附錄 3.1	期中、期末審查意見回覆表	附 3-1-1
附錄 3.2	期末簡報資料	附 3-2-1
附錄 4	計畫成果發表清單	

表 目 錄

表 1.1-1	運輸排放研究專業人士對排放減量策略之評估	1-1
表 2.1-1	車輛能耗排放特性之影響因素與關聯性	2-2
表 2.1-2	影響能耗和排放之車輛動靜態特性	2-4
表 2.2-1	我國能源消費結構各部門所占比例	2-6
表 2.2-2	車輛排放物之外部影響	2-6
表 2.4-1	本計畫關聯模式與一般能耗、排放推估模式之差異	2-14
表 2.5-1	符號對照表	2-18
表 2.6-1	97 年道路實驗研究重點	2-23
表 2.6-2	有無開頭燈、空調之測試結果比較：實驗 A 車	2-26
表 2.6-3	車重差異之比較：實驗 A 車	2-27
表 2.6-4	不同建構路徑比較	2-30
表 3.1-1	實驗車輛、油品與設備說明：實驗 A 車	3-2
表 3.1-2	道路實驗之研究範圍	3-3
表 3.1-3	實驗室 #8 與 #10 實驗特性比對	3-4
表 3.1-4	道路實驗（#99）取樣車速分布表：實驗 A 車	3-5
表 3.1-5	實驗室實驗（#8 及 #10）各道路類型行車型態設計：實驗 A 車	3-6
表 3.1-6	實驗室實驗（#8 及 #10）各道路類型行車型態特性：實驗 A 車	3-7
表 3.1-7	實驗項目之樣本數：實驗 A 車（#0、#7）	3-8
表 3.2-1	#0 與 #7 之 FTP-UB+HY 能耗、排放平均值：實驗 A 車 （ $\overline{N0}$ 與 $\overline{N7}$ ）	3-9
表 3.2-2	各道路類型之樣本數：實驗 A 車（#99）	3-12
表 3.2-3	各道路類型 FUEL 之推估方程式參數表(實驗 A 車：#99).....	3-14
表 3.2-4	各道路類型 CO ₂ 之推估方程式參數表(實驗 A 車：#99).....	3-14
表 3.2-5	各道路類型之樣本數：實驗 A 車（#8）	3-15
表 3.3-1	AB-R12 之參數與相關統計量	3-20

表 3.3-2	$A-R_{11}^{\wedge}$ (FUEL) 之推估方程式參數與統計量彙整表	3-23
表 3.3-3	$A-R_{11}^{\wedge}$ (CO ₂) 之推估方程式參數與統計量彙整表	3-23
表 3.4-1	推估方程式之最高車速限制	3-25
表 3.5-1	實驗 A 車之 #0 車速排放對照表	3-26
表 3.5-2	實驗 A 車之 #99 車速排放對照表	3-27
表 4.1-1	可能車型之相關資料：實驗 B 車.....	4-2
表 4.1-2	實驗車輛規格表：實驗 B 車.....	4-4
表 4.1-3	實驗車重量組成	4-4
表 4.1-4	實驗油品參數 (96-97 年用油)	4-5
表 4.1-5	97 年測試項目說明：實驗 B 車 (國瑞 TOYOTA YARIS 1.5E)	4-6
表 4.1-6	實驗項目之樣本數：實驗 B 車 (#0、#7)	4-6
表 4.1-7	道路實驗 (#99) 取樣車速分布表：實驗 B 車 (97 年)	4-7
表 4.1-8	實驗室實驗 (#8 及 #10) 各道路類型行車型態設計：實驗 B 車.....	4-8
表 4.1-9	實驗室實驗 (#8 及 #10) 各道路類型行車型態特性：實驗 B 車.....	4-9
表 4.2-1	#0 與 #7 之 FTP-UB+HY 能耗、排放平均值：實驗 B 車 ($\overline{N0}$ 與 $\overline{N7}$)	4-10
表 4.2-2	各道路類型之樣本數 (實驗 B 車：#99)	4-12
表 4.2-3	各道路類型 FUEL 之推估方程式參數表 (實驗 B 車：#99)	4-13
表 4.2-4	各道路類型 CO ₂ 之推估方程式參數表 (實驗 B 車：#99)	4-14
表 4.2-5	各道路類型之樣本數 (實驗 B 車：#8)	4-14
表 4.3-1	$B-R_{11}^{\wedge}$ (FUEL) 之推估方程式參數與統計量彙整表	4-19
表 4.3-2	$B-R_{11}^{\wedge}$ (CO ₂) 之推估方程式參數與統計量彙整表.....	4-19
表 4.4-1	推估方程式之最高車速限制：實驗 B 車.....	4-20
表 4.5-1	實驗 B 車之 #0 車速排放對照表.....	4-21
表 4.5-2	實驗 B 車之 #99 車速排放對照表.....	4-21
表 5.1-1	2 實驗車輛之 R_{12}^{\wedge} 鄒檢定表.....	5-3
表 5.1-2	2 車 R_{11-V} 之相關係數分析	5-4

表 5.1-3	2 實驗車輛之 \hat{R}_{11} (FUEL) 鄒檢定表	5-6
表 5.1-4	2 實驗車輛之 \hat{R}_{11} (CO ₂) 鄒檢定表	5-7
表 5.2-1	2 實驗車輛之 \hat{R}_0 鄒檢定表	5-14
表 5.2-2	A-R7 (差值) 與 B-R7 (差值) 對車速之相關係數	5-16
表 5.2-3	2 車在各車速下相對之 R7 平均值檢定 (差值)	5-16
表 5.2-4	A-R7 (變動比例) 與 B-R7 (變動比例) 對車速之相關係數	5-18
表 5.2-5	2 車在各車速下相對之 R7 平均值檢定 (變動比例)	5-18
表 5.2-6	2 車 R7 不同估算方式結果比較	5-19
表 5.3-1	R8 與車速之相關係數	5-21
表 5.3-2	各道路類型之 R8 平均值 ($A - \overline{R8}$) 彙整：實驗 A 車	5-22
表 5.3-3	各道路類型之 R8 平均值 ($B - \overline{R8}$) 彙整：實驗 B 車	5-22
表 5.3-4	$A - \overline{R8}$ 之各道路類型間兩兩平均值檢定	5-23
表 5.3-5	$B - \overline{R8}$ 之各道路類型間兩兩平均值檢定	5-23
表 6.2-1	通過收費站的道路實驗數據分布	6-7
表 6.2-2	各收費站小型車通過量-民國 96 年	6-9
表 6.2-3	泰山收費站小型車分時通過量-民國 96 年 8 月 5 日	6-10
表 6.2-4	楊梅收費站小型車分時通過量-民國 96 年 8 月 5 日	6-11
表 6.2-5	人工回數票收費排放量	6-17
表 6.2-6	ETC 計次收費排放量	6-17
表 6.2-7	ETC 里程計費排放量	6-17
表 6.2-8	不同收費方式排放量比值	6-18
表 6.2-9	民國 96 年 4 月收費站不同收費方式小型車通過總量	6-18
表 6.2-10	不同收費方式能耗排放總量推估 (民國 96 年 4 月)	6-19
表 6.2-11	本計畫 N_{99} 推估曲線 (實驗 A 車 CLASS 1) 與 MOBILE-Taiwan 車速與排放係數比較表	6-20
表 6.2-12	不同收費方式排放量比較-模式值	6-24
表 6.2-13	不同收費方式 CO ₂ 排放量：本計畫推估曲線與整合應用方式	

之比較	6-26
表 6.2-14 不同收費方式 CO ₂ 排放量之逐筆資料推估結果：本計畫推估曲線 與整合應用方式之比較	6-27
表 6.3-1 本計畫 N99 推估曲線（實驗 B 車 CLASS 53）車速與排放係數 對照表	6-31
表 6.3-2 路口與路段行駛時間及車速	6-36
表 6.3-3 路口與路段 CO ₂ 平均排放比較.....	6-38
表 6.3-4 觀察路線瞬時車速與平均車速排放推估	6-39
表 6.3-5 文心路各路口分析區域 CO ₂ 平均排放量.....	6-39
表 7.1-1 各轉換率分析結果與探討	7-4
表 7.1-2 國道收費形式案例各模式計算/估算基礎與結果比較	7-8
表 7.1-3 能耗、排放之估算單位差異	7-9

圖 目 錄

圖 1.2.1	全程研究架構圖：96~97 年	1-4
圖 1.3.1	本所相關研究計畫之整體架構.....	1-8
圖 1.4.1	本計畫報告書架構說明圖.....	1-10
圖 2.3.1	運輸行為與能耗、排放關聯評估架構.....	2-8
圖 2.4.1	本關聯模式整合運輸規劃應用之作業流程（97 年度修正）	2-15
圖 2.5.1	轉換率示意圖	2-17
圖 2.5.2	實驗設計圖：97 年修正.....	2-18
圖 2.6.1	本計畫實驗設計：96 年.....	2-21
圖 2.6.2	各道路類型之 SAFDs 圖：A 車 96 年結果.....	2-22
圖 2.6.3	關聯模式建構路徑簡圖.....	2-29
圖 3.2.1	各實驗之 N-V 分布圖形(實驗 A 車： $\overline{N0}$ 、N0-V、 $\overline{N7}$ 、N7-V)	3-9
圖 3.2.2	各實驗之車速/加減速分布矩陣（SAFDs）圖：實驗 A 車.....	3-10
圖 3.2.3	各道路類型之車速/加減速分布矩陣（SAFDs）圖：實驗 A 車.....	3-16
圖 3.3.1	$\overline{N7}$ 與 N7-V 轉換說明圖：實驗 A 車	3-19
圖 3.3.2	R12-V 分布圖與 $\hat{R12}$ ：實驗 AB 車	3-19
圖 3.3.3	R11 轉換率建構說明圖：實驗 A 車 CLASS 1.....	3-21
圖 4.1.1	實驗 B 車-TOYOTA YARIS 1.5E（一）	4-3
圖 4.1.2	實驗 B 車-TOYOTA YARIS 1.5E（二）	4-3
圖 4.2.1	各實驗之 N-V 分布圖形（實驗 B 車： $\overline{N0}$ 、N0-V、 $\overline{N7}$ 、N7-V） ..	4-10
圖 4.2.2	各實驗之車速/加減速分布矩陣（SAFDs）圖：實驗 B 車.....	4-11
圖 4.2.3	各道路類型之車速/加減速分布矩陣（SAFDs）圖：實驗 B 車.....	4-16
圖 5.1.1	關聯模式 2 階段比對示意圖.....	5-8
圖 5.1.2	N7-V 與 $\hat{N7-V}$ 對照圖	5-9
圖 5.1.3	N7-V 與 $\hat{N7-V}$ 殘差圖	5-9
圖 5.1.4	實驗 A、B 車各道路類型之 N99-V 與 $\hat{N99^3-V}$	5-10

圖 5.2.1	R0-V 與 $\hat{R0-V}$ 對照圖	5-14
圖 5.2.2	A-R7 (差值) 與 B-R7 (差值) 分布圖	5-16
圖 5.2.3	A-R7 (變動比例) 與 B-R7 (變動比例) 分布圖	5-18
圖 6.1.1	車輛行駛過程排放分類圖	6-1
圖 6.1.2	車輛行駛過程各類排放與運輸規劃模式關聯	6-3
圖 6.2.1	車載量測設備	6-4
圖 6.2.2	各類型收費站與 CO、CO ₂ 關係圖	6-5
圖 6.2.3	國道收費站小型車通過量與油價關係圖	6-6
圖 6.2.4	ETC 分析方法流程圖	6-8
圖 6.2.5	泰山站人工回數票收費車道小型車通過車速變化圖	6-13
圖 6.2.6	泰山站人工回數票收費車道小型車通過距離與時間關係圖	6-13
圖 6.2.7	泰山站 ETC 車道小型車通過車速變化圖	6-14
圖 6.2.8	泰山站 ETC 車道小型車通過距離與時間關係圖	6-14
圖 6.2.9	楊梅站人工回數票收費車道小型車通過車速變化圖	6-14
圖 6.2.10	楊梅站人工回數票收費車道小型車通過距離與時間關係圖	6-15
圖 6.2.11	楊梅站 ETC 車道小型車通過車速變化圖	6-15
圖 6.2.12	楊梅站 ETC 車道小型車通過距離與時間關係圖	6-15
圖 6.2.13	收費站影響區及不同收費方式取樣範圍示意圖	6-16
圖 6.2.14	不同收費方式小型車單月總排放量比較圖 (民國 96 年 4 月)	6-19
圖 6.2.15	本計畫 FUEL 排放係數與 MOBILE-Taiwan 比較	6-20
圖 6.2.16	本計畫 CO ₂ 排放係數與 MOBILE-Taiwan 比較	6-21
圖 6.2.17	不同收費方式 CO ₂ 排放量：實測值與三種推估值之比較	6-22
圖 6.2.18	ETC 計次收費與 ETC 里程收費之 CO ₂ 排放減量效果： 實測值與三種推估值之比較	6-23
圖 6.2.19	不同收費方式 CO ₂ 排放量之逐筆資料推估與實測值比較圖	6-27
圖 6.3.1	各類型道路與油耗、排放之關係圖	6-29
圖 6.3.2	路口排放分析方法流程圖	6-32

圖 6.3.3	實驗 B 車路口時空圖-文心路-臺中港路	6-33
圖 6.3.4	文心路與臺中港路路口交通量	6-34
圖 6.3.5	路口分析區域示意圖	6-35
圖 6.3.6	不同車速下單位時間與單位距離排放曲線比較	6-37
圖 6.3.7	文心路各路口 CO ₂ 排放情形示意圖	6-41

附表目錄

附表 1.1-1	CLASS 53 市區道路實驗路線-晨峰：實驗 A 車.....	附 1-1-3
附表 1.1-2	CLASS 43 鄉道實驗路線-晨峰：實驗 A 車.....	附 1-1-3
附表 1.1-3	CLASS 11 快速道路-環河快速道路實驗路線-晨峰： 實驗 A 車.....	附 1-1-4
附表 1.1-4	A 車 97 年實驗路線試跑結果	附 1-1-5
附表 1.1-5	道路實驗執行情形：A 車 97 年	附 1-1-6
附表 1.1-6	實驗路線（鄉道）行駛路段	附 1-1-6
附表 1.1-7	實驗路線（市區道路）行駛路線	附 1-1-7
附表 1.1-8	實驗路線（臺北水源快速道路）行駛路段	附 1-1-8
附表 1.1-9	實驗路線（臺北建國快速道路）行駛路段	附 1-1-10
附表 1.1-10	各道路類型 CO 之推估方程式參數表(實驗 A 車：#99).....	附 1-1-14
附表 1.1-11	各道路類型 THC 之推估方程式參數表(實驗 A 車：#99)...	附 1-1-15
附表 1.1-12	各道路類型 NO _x 之推估方程式參數表(實驗 A 車：#99) ...	附 1-1-17
附表 1.1-13	N0-標（實驗 A 車）	附 1-1-19
附表 1.1-14	N0 平均值檢定（實驗 A 車）	附 1-1-22
附表 1.1-15	N5 平均值檢定（實驗 A 車）	附 1-1-22
附表 1.1-16	N7 平均值檢定（實驗 A 車）	附 1-1-23
附表 1.1-17	實驗室 #8 與 #10 實驗特性比對	附 1-1-24
附表 1.1-18	實驗室各轉換率與車速之相關係數：實驗 A 車	附 1-1-28
附表 1.1-19	R7 平均值差異檢定：實驗 A 車.....	附 1-1-29
附表 1.1-20	R7 _{FUEL} 、R7 _{CO2} 之車速一次方程式檢定結果(實驗 A 車).....	附 1-1-29
附表 1.2-1	道路實驗路段：實驗 B 車.....	附 1-2-2
附表 1.2-2	實驗路線（國道）行駛路段	附 1-2-2
附表 1.2-3	實驗路線（省道）行駛路段	附 1-2-3
附表 1.2-4	實驗路線（縣道）行駛路段	附 1-2-3

附表 1.2-5	道路實驗路線執行情形：實驗 B 車.....	附 1-2-4
附表 1.2-6	實驗路線（鄉道）行駛路段	附 1-2-6
附表 1.2-7	實驗路線（市區道路）行駛路線	附 1-2-7
附表 1.2-8	實驗路線（臺中市省道）行駛路段	附 1-2-9
附表 1.2-9	實驗路線（臺北建國快速道路）行駛路段	附 1-2-10
附表 1.2-10	實驗路線（國道一號）行駛路段	附 1-2-12
附表 1.2-11	有效資料與原始資料之樣本特性比較	附 1-2-19
附表 1.2-12	#8 刪除前後之樣本數	附 1-2-21
附表 1.2-13	實驗油品差異檢定	附 1-2-28
附表 2.2-1	實驗 A、B 車個別車速下之 N0-V 對照表.....	附 2-2-1
附表 2.2-2	實驗 A、B 車個別車速下之 N7-V 對照表.....	附 2-2-3
附表 2.2-3	實驗 A 車各道路類型之個別車速下 N99-V 對照表	附 2-2-5
附表 2.2-4	實驗 B 車各道路類型之個別車速下 N99-V 對照表	附 2-2-8
附表 2.2-5	實驗 A 車各道路類型之個別車速下 N8-V 對照表	附 2-2-12
附表 2.2-6	實驗 B 車各道路類型之個別車速下 N8-V 對照表	附 2-2-15
附表 2.2-7	實驗 A、B 車個別車速下之 R12-V 對照表.....	附 2-2-19
附表 2.2-8	實驗 A 車各道路類型之個別車速下 R11-V 對照表.....	附 2-2-21
附表 2.2-9	實驗 B 車各道路類型之個別車速下 R11-V 對照表.....	附 2-2-25
附表 2.2-10	實驗 A、B 車個別車速下之 R0-V 對照表.....	附 2-2-29
附表 2.2-11	實驗 A、B 車個別車速下之 R7-V 對照表(#7-#0).....	附 2-2-31
附表 2.2-12	實驗 A、B 車個別車速下之 R7-V 對照表(#7/#0).....	附 2-2-33
附表 2.2-13	實驗 A 車各道路類型之個別車速下 R2-V 對照表	附 2-2-35
附表 2.2-14	實驗 B 車各道路類型之個別車速下 R2-V 對照表.....	附 2-2-40
附表 2.2-15	實驗 A 車各道路類型之個別車速下 R8-V 對照表	附 2-2-44
附表 2.2-16	實驗 B 車各道路類型之個別車速下 R8-V 對照表.....	附 2-2-48
附表 2.2-17	實驗 A、B 車個別車速下之 R9-V 對照表.....	附 2-2-53

附表 2.2-18	實驗 A、B 車個別車速下之 $\hat{N}7$ -V 對照表	附 2-2-56
附表 2.2-19	實驗 A 車各道路類型之個別車速下 $\hat{N}99^3$ -V 對照表	附 2-2-58
附表 2.2-20	實驗 B 車各道路類型之個別車速下 $\hat{N}99^3$ -V 對照表	附 2-2-61

附圖目錄

附圖 1.1.1	97 年道路實驗路線位置圖：實驗 A 車.....	附 1-1-2
附圖 1.1.2	各實驗之 N/V 分布圖形(實驗 A 車：#0→#7).....	附 1-1-20
附圖 1.1.3	車速/加減速分布矩陣(SAFDs)(實驗 A 車：#0→#7).....	附 1-1-21
附圖 1.1.4	行車型態 CLASS 11 c	附 1-1-25
附圖 1.1.5	行車型態 CLASS 43 a	附 1-1-26
附圖 1.1.6	行車型態 CLASS 43 b	附 1-1-26
附圖 1.1.7	行車型態 CLASS 53 a	附 1-1-27
附圖 1.1.8	行車型態 CLASS 53 b	附 1-1-27
附圖 1.2.1	實車道路測試流程.....	附 1-2- 5
附圖 1.2.2	B 車道路實驗.....	附 1-2- 6
附圖 1.2.3	實驗室測試流程.....	附 1-2-14
附圖 1.2.4	B 車實驗室測試.....	附 1-2-15
附圖 1.2.5	實驗 B 車取樣資料回收處理流程圖	附 1-2-17
附圖 1.2.6	引擎計算負載值與 CO 排放物之關係	附 1-2-29
附圖 1.2.7	引擎計算負載值與 HC 排放物之關係	附 1-2-30
附圖 1.2.8	引擎計算負載值與 NO _x 排放物之關係.....	附 1-2-30
附圖 1.2.9	引擎計算負載值與 FUEL 之關係.....	附 1-2-31
附圖 1.2.10	引擎計算負載與車輛車速、加速度之關係.....	附 1-2-31
附圖 1.2.11	國道 (CLASS 1) 負載佔比	附 1-2-32
附圖 1.2.12	快速道路 (CLASS 11) 負載佔比	附 1-2-32
附圖 1.2.13	省縣道 (CLASS 34_24_27) 負載佔比	附 1-2-33
附圖 1.2.14	鄉道 (CLASS 43) 負載佔比	附 1-2-33
附圖 1.2.15	市區道路 (CLASS 53) 負載佔比	附 1-2-34
附圖 1.2.16	皮托管 (PITOT) 流量計構造圖	附 1-2-34
附圖 1.2.17	皮托管 (PITOT) 流量計原理	附 1-2-35

附圖 2.1.1	實驗 A 車各道路類型之 N_{99-V} 與 \hat{N}_{99-V}	附 2-1-1
附圖 2.1.2	實驗 B 車各道路類型之 N_{99-V} 與 \hat{N}_{99-V}	附 2-1-2
附圖 2.1.3	實驗 A、B 車各道路類型之 \hat{N}_{99-V} 殘差圖：(a) FUEL	附 2-1-3
附圖 2.1.3	實驗 A、B 車各道路類型之 \hat{N}_{99-V} 殘差圖：(b) CO_2	附 2-1-4
附圖 2.1.4	實驗 A、B 車各道路類型之 \hat{N}_{99^3} 殘差圖：(a) FUEL	附 2-1-5
附圖 2.1.4	實驗 A、B 車各道路類型之 \hat{N}_{99^3} 殘差圖：(b) CO_2	附 2-1-6
附圖 2.1.5	實驗 A、B 車各道路類型之 N_{8-V} ：(a) FUEL	附 2-1-7
附圖 2.1.5	實驗 A、B 車各道路類型之 N_{8-V} ：(b) CO_2	附 2-1-8
附圖 2.1.6	實驗 A、B 車各道路類型之 R_{2-V} ：(a) FUEL	附 2-1-9
附圖 2.1.6	實驗 A、B 車各道路類型之 R_{2-V} ：(b) CO_2	附 2-1-10
附圖 2.1.7	實驗 A、B 車各道路類型之 R_{8-V} ：(a) FUEL	附 2-1-11
附圖 2.1.7	實驗 A、B 車各道路類型之 R_{8-V} ：(b) CO_2	附 2-1-12
附圖 2.1.8	實驗 A、B 車各道路類型之 R_{11-V} 與 \hat{R}_{11-V} ：(a) FUEL ...	附 2-1-13
附圖 2.1.8	實驗 A、B 車各道路類型之 R_{11-V} 與 \hat{R}_{11-V} ：(b) CO_2	附 2-1-14
附圖 2.1.9	實驗 A、B 車各道路類型之 \hat{R}_{11} 殘差圖：(a) FUEL	附 2-1-15
附圖 2.1.9	實驗 A、B 車各道路類型之 \hat{R}_{11} 殘差圖：(b) CO_2	附 2-1-16

第一章 緒 論

1.1 研究背景與研究目的

隨能源短缺、空氣品質惡化與溫室效應加劇，如何減少運輸部門的能源消耗與排放總量，成為當前評估規劃運輸體系時所必須面對的一大課題。運輸體系涵蓋鐵路軌道、海運、空運、公路等系統；其中鐵路軌道、海空運輸系統運量相對較低、運輸行為單純穩定，且這些系統的能耗排放與旅運行為之間的關聯性相對單純，通常能藉由運輸工具本身（及其使用能源來源，如發電廠、煉油廠等）的技術改進，來顯著減少能耗排放等環境影響。至於公路系統之能源消耗與排放量，在運輸部門能源和排放總量中占比最高，長期以來深受各國環境、能源部門所關注，且在車輛技術相關之減量策略的發展上，已經相當成熟又能發揮實效（參見表 1.1-1）。但是公路系統的能耗排放是一個複雜的動態過程，除了技術所決定的車輛靜態特性之外，也深受車輛使用動態特性和旅運行為的影響；例如地區環境（溫度、風速、使用空調與否、使用除冰設備…）、駕駛行為與車流特性（加減速、情轉、載重、車速…）、私人運具的使用總量與空間分布等。能夠影響車流特性及旅運行為的運輸策略，如運輸系統規劃、交通號誌與系統最佳化、智慧型運輸管理技術等，也是具有有效性的車輛能耗排放減量策略，但目前成熟度則相對較低（參見表 1.1-1）。

表 1.1-1 運輸排放研究專業人士對排放減量策略之評估

策 略		有效性		成熟性	
		平均得點	標準差	平均得點	標準差
車輛技術	改善車輛設計	4.24	0.74	3.91	0.91
	採用可再生燃料或清潔能源	3.49	0.90	3.36	1.03
	實施定檢	3.42	1.13	3.42	1.03
運輸策略	運輸系統規劃	3.13	1.17	2.67	0.95
	交通號誌與系統最佳化	2.86	0.85	2.90	1.12
	智慧型運輸管理技術	2.79	1.01	2.59	0.95
	匝道管制技術	2.54	0.88	2.82	1.14
土地政策	土地使用規劃	2.86	1.18	2.46	0.95
其他：由受訪者自行填答		3.50	1.38	2.38	1.19

註：德州南方大學（Texas Southern University）調查全球產官學界共 420 位與運輸排放相關且具經驗的專業人士，有效回復 72 位；採用李式 5 度量尺（Likert's scale），以 1（最低）～5（最高）分回答對該項減量策略的評估。

資料來源：溫蓓章等（2008）。

究其因實乃受限於目前各國多以車公里數及實驗室參數，進行公路系統的能耗、排放總量推估。這種模式既無法有效掌握車輛使用動態下的能耗與排放特性，也難以分析不同道路類型之能耗、排放差異，因此難以清晰具體地評估公路規劃方案的能耗、排放特性差異。如果能夠在建立運輸需求模式時，發展一套具敏感性的分析工具，提供道路交通條件變化所對應之能耗、排放總量等環境面特性差異，則可在公路系統規劃過程中，針對高快速道路或一般道路等不同的建設方案，分析能源消耗、排放總量的影響；也能評估高承載管制、智慧型運輸系統等交通管理措施，在改變使用路徑和交通流量後，對於能耗、排放的影響。如此，可在運輸規劃評估作業中納入永續發展面之能耗、排放的考量，將有助於評估運輸與土地策略的能耗、排放減量效益，促使相關策略更臻成熟。

因此，本計畫係由運輸規劃角度出發，目標為在運輸規劃評估模式中納入能源消耗與排放之關聯分析，發展一套整合性評估架構。本計畫為多年期計畫之先導型研究，第 1~2 年先以公路系統為研究對象，建構車輛能耗、排放與公路運輸系統和旅運行為之關聯性。本計畫運用新式車載量測設備（On-Board Emission Measurement, OEM），執行道路實驗與對應之實驗室實驗。藉由蒐集車輛動態行駛之逐秒能耗與排放數據，以及對應之公路系統特性與車輛運作參數，如道路幾何特性、瞬時車速等，經由統計分析和模式檢定，建立車輛動態能耗、排放特性與公路運輸系統和旅運行為之關聯性。應用此一關聯性，本計畫研提一套運輸行為與能耗、排放之綜合評估架構，搭配運輸需求模式之路網或節線的旅行時間、旅行車速，估算公路運輸之能源消耗與排放總量。本計畫建構出能夠兼納車輛能耗與排放關聯分析之運輸規劃評估模式，藉以提供一套分析工具，能夠敏感評估運輸策略所影響之車流特性及旅運行為，在能源消耗與排放的可能影響。期望未來在運輸計畫方案的形成過程中，除可分析運輸系統面之旅行時間或旅行成本，亦能同樣敏感地評估永續發展面之能耗與排放總量，有助於達成「增進運輸資源使用效率、減少環境污染與衝擊、推動永續發展策略」等決策目標。

1.2 研究範疇與全程計畫效益

1.2.1 研究範圍與對象

依據本計畫之研究主題與重點之要求，本計畫研究範圍與對象如下：

1. 以國內城際運輸之公路運輸系統為主要研究範圍

本計畫主要以國內城際運輸之公路系統為研究範圍，並以模組方式整合納入本所在「國家永續發展之城際運輸系統需求模式研究」發展之城際運輸需求模式。為此，本計畫以運輸規劃模式所採用之道路類型、行駛車速、車輛類型等為主要研究範圍，期能建構隨道路類型車速變化之車輛動態能耗與排放推估模式。其他非關運輸規劃模式之影響因素，則在實驗設計、調查執行過程中予以控制（如是否開頭燈空調、實驗車重、油品、駕駛行為等），並設計相關實驗採集數據，予以釐清其具體影響程度（如坡度、是否開頭燈空調、實驗車重、油品等）。

2. 以國內小汽車大宗（主流）車型為主要調查對象

本計畫為一先導型計畫，針對國內小汽車大宗（主流）車型進行測試。96 年期之實驗車輛（實驗 A 車）遴選，參考該年度計畫研究主題與重點之要求，以及計畫說明會相關資料，同時考量車載設備安裝、操作與維護之便利性等因素，選用了廂式小客車 SPACE GEAR2.4 進行實驗。97 年度，則在此研究調查基礎上，持續進行實驗 A 車之補充調查測試；同時增加 1 部實驗 B 車，以驗證所建構關聯模式之穩定性。而為使本計畫建構之關聯模式能夠代表小汽車大宗（主流）車型能源消耗、污染排放之動態特性，實驗 B 車之選擇，在考慮車輛可取得、可搭載實驗設備耗材條件下，儘可能符合小汽車大宗（主流）車型條件之車輛，選擇了轎式客車國瑞 Toyota Yaris 1.5E 進行實驗。

1.2.2 本年度研究內容與工作項目

本計畫整體研究內容包括：國內外文獻回顧、相關特性參數調查蒐集與分析、案例分析等作業，分析旅運行為與能源消耗與排放之關聯性，並建構國內公路運輸行為與能源消耗、排放之關聯資料庫架構，逐年依序蒐集累積相關資料，以建立具備綜合評估能力之關聯模式。本計畫第 1 年期成果如下，並在深度分析的研究基礎上調整後續的研究重點。

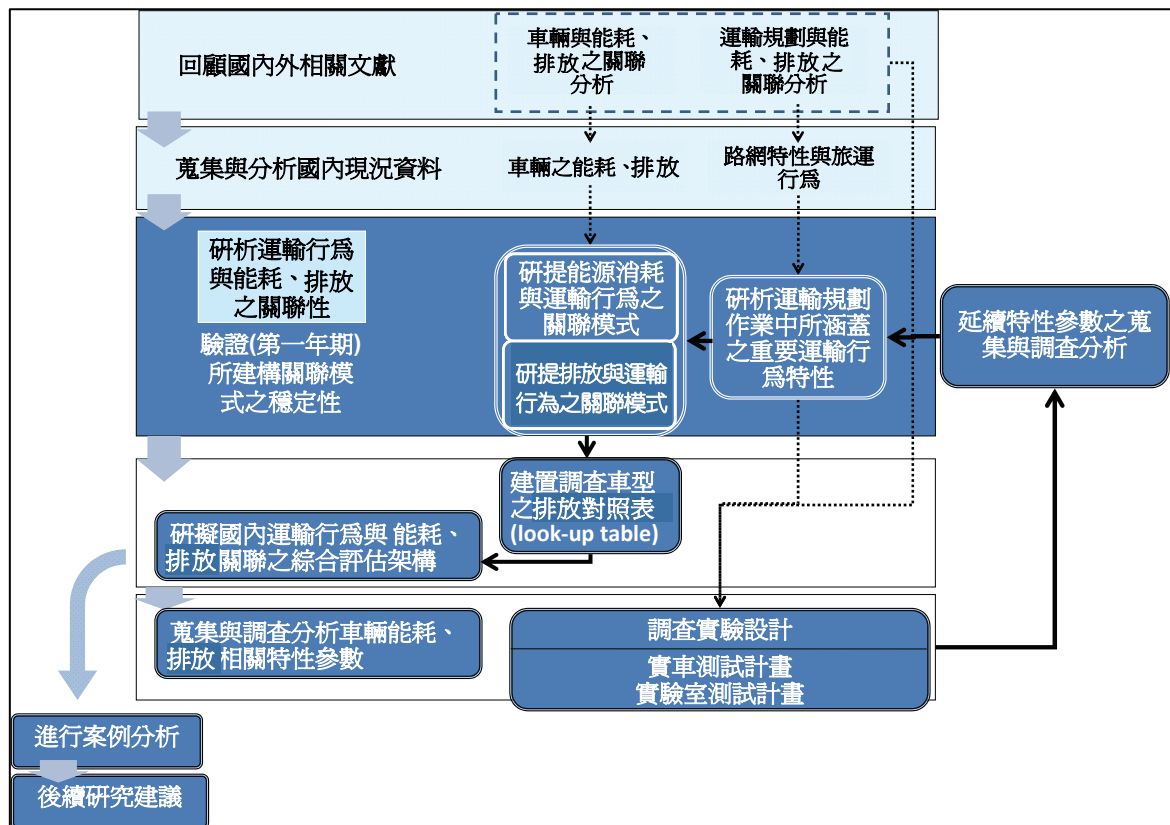
1.運輸規劃與能源消耗、排放整合模式之研擬

- （1）蒐集國內外之相關研究成果，探討國內外推估模式之發展與應用。
- （2）綜合歸納車輛能源消耗與排放特性之影響因素，並根據本計畫之研究目標，初步建構一套運輸行為與能源消耗、排放之綜合評估架構，以提供運輸方案評估參照。

2.能源消耗、排放特性參數之調查結果分析

- (1) 根據本計畫研究目標進行實驗設計與實際調查，完成單一車輛、5 種道路類型的道路實驗，以及對應之實驗室實驗，建立一超過 20 萬筆數據之資料庫。
- (2) 以前項資料庫數據建構出一組方程式，推估本實驗車輛在 5 種道路類型之各種車速下，每秒之能耗與排放率 (CO_2 、 CO 、 THC 、 NO_x) (g/s)。
- (3) 根據實驗室實驗結果探討影響車輛能源消耗、排放特性的動態因素，包括：行車型態差異（比較 FTP/EU 法規審驗測試、我國代表性行車型態之北/中/高 3 都會區）、有無開頭燈空調差異、量測地點差異（比較實際道路與實驗室）、坡度差異等。

96 年度之研究已完成運輸規劃與能耗、排放之關聯分析、並研擬綜合評估架構；本（97）年度則延續前 1 年期研究，建構完整之運輸行為與能耗、排放關聯模式、並研擬完成綜合評估架構，根據該架構，以案例分析之方式，具體呈現本計畫之研究成果與實際應用。本計畫全程研究架構請參見圖 1.2.1，本年期（97）之工作項目羅列如後。



註：淺色網底方框內為第1（96）年期計畫之工作內容，深色網底為本年期（97）之工作內容，其中有一部分為延續第1年期之作業。

資料來源：本計畫。

圖 1.2.1 全程研究架構圖：96～97 年

1. 持續執行車輛（靜、動態）能耗、排放相關特性參數之蒐集與調查分析：針對國內小汽車大宗（主流）車型進行測試。
2. 驗證第 1 年期所建構關聯模式之穩定性：運用既有資料庫與新增實驗車型之資料，嘗試其他推估模式及統計分析方法，確保能耗、排放與運輸行為關聯模式之穩定性。
3. 研擬完成國內運輸行為與能耗、排放關聯之綜合評估架構。
4. 建置調查車型之車速排放對照表（look-up table）。
5. 進行案例分析：分別以國道收費方式及都市道路排放等 2 案例，應用本計畫建構之關聯模式進行相關分析，以探討不同策略方案對於能耗、排放總量差異之影響。

1.2.3 全程計畫研究內容與效益

本計畫為多年期計畫之先導型研究，第 1~2 年期先以公路系統為研究對象。整體研究內容包括：國內外文獻回顧、相關特性參數調查蒐集與分析、案例分析等作業，並分析旅運行為與能源消耗與污染排放之關聯性，建構國內公路運輸行為與能源消耗、污染排放之關聯資料庫架構，逐年依序蒐集累積相關資料，以建立具備綜合評估能力之關聯模式。

本計畫全程自 96 年起至 97 年底止，為期 2 年。96 年度已辦理運輸規劃與能耗、排放之關聯分析、並研擬綜合評估架構，以及運輸行為與能耗、排放關聯模式之初步構建；97 年度則延續前 1 年期研究內容，持續蒐集與調查分析相關特性參數、研析運輸規劃模式中所涵蓋的運輸行為特性，與進行運輸規劃與能耗、排放之關聯分析等作業。透過本年（97）各項工作，不僅得以驗證前 1 年期（96）所建構關聯模式之穩定性，同時檢驗 96 年初步提出之綜合評估架構是否恰當，並以案例分析之方式，具體呈現本計畫特色與研究成果之實際應用。

本計畫全程計畫之預期效益在於以運輸規劃角度，建立我國公路運輸系統與能源消耗、污染排放關聯分析架構，從而分析不同旅運行為對能源消耗與污染排放可能之影響，並納入運輸計畫先期評估作業中，作為評估各項計畫執行之優先順序。此外，因應「京都議定書」生效後及落實「全國能源會議」結論，作為評估相關減量措施之具體分析工具。

1.2.4 研究限制

本計畫第 1 年期（96 年度）受限於選用之實驗車輛，採用 1 部廂型車

(VAN) 實際測試到的能耗與排放數值，無法代表其他車型的能耗與排放特性。但第 1 年期的結果，已可初步建立車輛行駛於不同道路類型、不同交通情況下，能耗與排放特性的差異，同時可初步建立道路實測特性與實驗室量測的關聯性。

在此基礎上，本期（97 年度）增加 1 部實驗車輛，以驗證所建構關聯模式之穩定性。考量本計畫採用之車載量測設備適用特性，以及未來車輛技術變化趨勢，儘可能選取符合小汽車大宗（主流）車型條件之車輛，以進行實驗。然而，由於 2 部實驗車輛在車型、適用之環保標準、廢氣再循環系統之配備等特性上，均有顯著差異。因此，當 2 車之關聯模式或調整因素有所歧異時，受限於缺乏其他資料佐證，目前將難以判定主要的影響因素為何，需要後續研究，持續累積資料，才能提出完整分析。建議後續年期，逐步測試其他市場總量占比較大之車款，以驗證不同道路類型與交通情境下的特性差異，以及實測與實驗室之關聯性。長期而言，可依據車型、道路類型、交通情況等，逐年累積實際道路測試值資料庫。但考量實際道路測試的成本高昂，長期目標仍為建立轉換模式，將實驗室量測所取得靜態車輛能耗與排放數值，轉換為運輸規劃需求模式的動態資料，以便直接運用實驗室量測資料庫的靜態資料。

雖然，96 年度各項研究成果顯示：本計畫提出之綜合評估架構，具備可操作性，並能夠針對運輸系統供需特性變化，提供具有敏感性的分析結果。然而即使本年度新增加 1 部實驗車輛，目前所建構的模式與相關參數，仍僅係 2 部實驗車輛之統計分析結果，可能尚無法推廣應用至其他車輛。

其次，96 年度測試之 5 種道路類型，為運輸系統中公路網的重要部分；以道路長度計算 (KM)，含括 27.82% 之模式路網長度，以模式推估運量計算 (PCU-KM)，可應用於 51.68% 的路網指派量。97 年度增加測試道路類型，計含括運輸路網 6 種道路 Level 之 7 種道路類型，以長度計算合計達總路網里程之 36.91%，以運量計算可應用於 60.67% 之路網交通指派量。但要完整推估公路系統之能源消耗、排放情況，仍需要進一步建立其他道路類型的關聯模式。例如，省道山區 1 車道 (CLASS 21)、縣道低干擾 1 車道 (CLASS 33) 等，均是相當重要的道路類型，但目前缺乏資源進行調查。同時，目前運輸規劃模式所採用的路網資料，部分路段之道路類型的定義不盡然恰當，可能需要進一步予以檢討釐清，並思考道路幾何型態、路段長度、混合車流等特性，對於車輛動態行駛之能耗、排放的影響。這些因素，均將會限制本計畫目前所建構關聯模式之解釋能力、有效性與穩定性。

另外，受限於研究期間有限，部分排放 (CO、THC 和 NO_x) 之關聯模式，僅採用簡便方式建構車速排放對照表 (look-up table)。未來就既有資料庫之運用而言，在統計檢定、關聯模式方程式型態、關聯模式解釋能

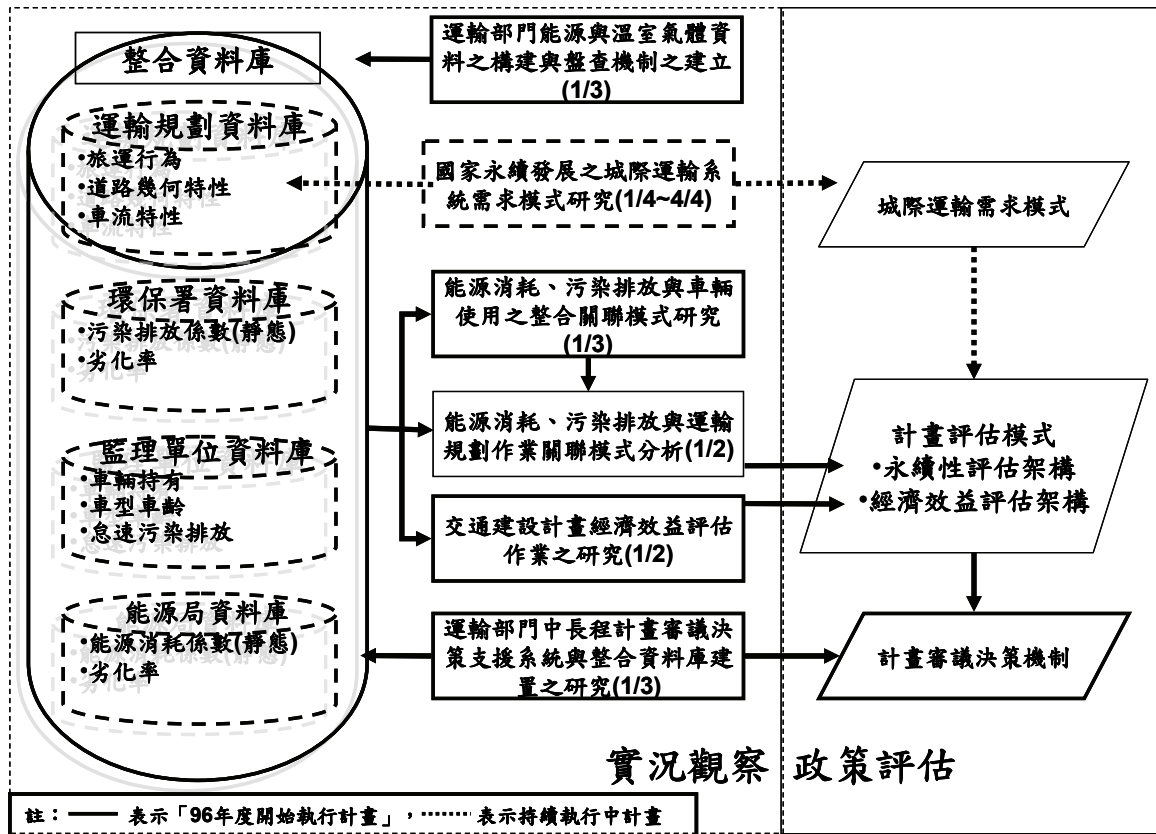
力等項目上，仍有可深入探討、精進之處。以上仍待後續研究，持續投入予以克服。

最後，必須在此強調一點，本計畫屬於先導型研究（pioneer study），研究內容與方法上相當具有創新性。目前成果盡量維持既有面貌，暫不急於下結論或合併資料，亦避免做過多應用面的展現。由基本概念而言，本計畫即有別於傳統以旅次特性為分析基礎（trip-base），以行車距離衡量公路運輸之能源消耗與排放的概念（g/km）；本計畫探討道路之節線特性（link-base），分析在各道路類型之路段交通量與車速變化下，車輛動態行駛之能耗與排放特性的差異（g/s）。預期本計畫所建構之車輛動態行駛能耗與排放係數，對於公路系統績效（旅行車速、擁擠程度）具有高度敏感性，能夠反映出公路系統車速差異、旅行時間差異、道路幾何特性差異，對於車輛動態行駛之能耗與排放量的影響。搭配運輸需求模式之路網或節線的旅行時間、旅行車速等資料，能在運輸系統評估模式中，提供對應的能源使用與排放量等相關數據，讓運輸決策者掌握永續性評估的相關資訊，作為方案評估的參考。

但也因本計畫之創新作法，使得目前成果與相關研究之比對應用上，有其限制。由於研究成果所使用之能耗與排放推估曲線，與傳統模式所慣用之曲線不同，係將傳統模式所慣用的能耗、排放單位（g/km），轉換為以每單位時間之能耗、排放（g/s）。因此可能造成將來實際應用時，無法直接且快速地判斷平均旅行車速變化，對於以 g/km 為單位所量測的能耗、排放總量之影響。因此，在計畫成果發表時，儘可能也將本計畫成果轉換成為傳統的能耗、排放曲線，以便利其他研究引用。亦建議後續研究，可探討以不同單位（如 g/sec; g/min; g/hr 或 g/km 等）所建構關聯模式的比較分析。

1.3 本所相關研究計畫之相關性

本計畫涉及運輸規劃模式、運輸行為與車輛持有等相關資料庫之整合與運用，與本所相關計畫的整合介面，將會影響本計畫的實質內容。茲將本所近年來進行能源領域科技計畫與計畫評估模式之相關研究綜整如架構圖 1.3.1。



資料來源：本計畫96年度研究成果。

圖 1.3.1 本所相關研究計畫之整體架構

本計畫結果將作為政策評估過程中，執行計畫評估模式所需的實況觀察資料輸入之一；與「交通建設計畫經濟效益評估作業之研究」，共同作為評估計畫永續性、經濟效益等的基礎，以協助計畫審議決策。本計畫的部分資料，如實際使用中的車輛特性資料、預測未來年期之車輛結構資料等，需由「能源消耗、污染排放與車輛使用之整合關聯模式研究」的研究成果予以提供。

本計畫與「能源消耗、污染排放與車輛使用之整合關聯模式研究」（以下簡稱「車輛使用模式」）、「運輸部門能源與溫室氣體資料之建構與盤查機制之建立」（以下簡稱「溫室氣體案」）等3計畫，共同組成了本所「能源領域科技計畫」。3者各自計畫重點與相關性，概述如下：

1. 本計畫：以實車動態測試為主，運用測試設備已結合GPS行車記錄器與能耗排放的量測，可建立各種道路類型的對應行車曲線；結果可供溫室氣體案修正相關參數。
2. 車輛使用模式：以問卷調查方式為主（20,000份*3年），建立私有車輛（汽機車）車輛持有、移轉與使用模式。未來可整理研究成果，提供車輛總量車型占比資料（TOP3），以便本計畫遴選後續測試車輛所

需。並可在問卷內容中增加有關車輛保養的行為、持有車輛使用比例的行為等部分；以及在研究成果部分提供未來車型的預測；以供本計畫修正運規模式參數。

3. 溫室氣體案：以環保署資料及盤查大型商用車隊為基礎，運用 MOBILE 模式探討相關政策影響。

1.4 報告架構與研究流程

本計畫依據規劃進度，依序執行各項工作。執行期間雖然遭遇許多車輛、設備技術、調查推動上的困難，但都逐一克服，順利完成各項工作內容，相關之報告書架構與章節安排，謹羅列如下。

1. 持續執行車輛（動、靜態）能耗、排放相關特性參數之蒐集與調查分析：
 - (1) 實驗 A 車之資料蒐集與調查分析：請參見第三章
 - (2) 實驗 B 車之資料蒐集、調查分析與關聯模式建構：請參見第四章
2. 驗證（第 1 年期）所建構關聯模式之穩定性
 - (1) A 車之關聯模式完備與改善：請參見第三章
 - (2) B 車之關聯模式建構：請參見第四章
 - (3) 驗證關聯模式之穩定性：請參見第五章
3. 建置調查車型之車速排放對照表（look-up table）：請參見第三章與第四章
4. 研擬完成國內運輸行為與能耗、排放關聯之綜合評估架構：請參見第五章
5. 進行案例分析與應用：請參見第六章

本年期計畫係建構於前期研究之基礎上，以完備整體推估模式之有效性與穩定性為目標，持續進行各相關實驗、資料分析以及模式建構等工作，有關本計畫之整體架構與流程，以及各章節內容安排，分別概述如下（圖 1.4.1）：

本期研究報告中，第二章首先回顧與檢討第 1 年期（96 年）之研究成果，並從中導引出 97 年度之實驗與研究重點，以及模式建構概念。第三章與第四章則分別說明 2 實驗車輛之資料蒐集、處理、分析以及模式建構等流程。其中，除了建構各實驗項目之應用資料庫外；同時，也針對各實驗項目間的轉換關係加以探討，以分別建構 2 車能耗、排放之推估方程式

(\hat{N}^{99} 與 \hat{N}^{99^3})。第五章則彙整上述 2 車之轉換關係與推估方程式，以驗證各轉換關係於不同車輛之間是否具有移轉性；此外，也針對關聯模式之有效性及穩定性加以探討。第六章則回顧國外之相關模式運用經驗，並將本計畫之成果運用於國道收費形式、市區號誌等案例分析中，應用本計畫所建構之推估方程式，探討不同情境下車輛的能耗、排放量差異。最後，於第七章彙整本計畫之研究成果，並針對未來運輸部門於運輸系統興建、政策研擬與評估時，應用本計畫研究成果可能提供之永續發展面能耗與排放總量的評估分析，提出應用建議；同時，根據本計畫之執行經驗，提出各步驟（包括道路類型選取、資料處理、資料擷取、分析對象選擇等）所需注意之事項，以提供後續研究如需進行類似實驗時參考。

前期研究	第二章 前期研究成果探討暨本計畫模式概念架構		
	資料蒐集處理	第三章 實驗A車	第四章 實驗B車
本期報告書內容	資料分析	1. 資料蒐集、調查分析與處理 2. 各實驗項目資料分析 3. 各實驗項目間之轉換率分析 4. 實驗A車之關聯模式建構	1. 資料蒐集、調查分析與處理 2. 各實驗項目資料分析 3. 各實驗項目間之轉換率分析 4. 實驗B車之關聯模式建構
	模式建構		
	模式驗證	第五章 兩實驗車輛之模式穩定性驗證 1. 實驗A、B車之關聯模式比較 2. 驗證關聯模式之穩定性	
	模式應用	第六章 案例分析與應用	
	結論建議	第七章 結論與建議	

資料來源：本計畫。

圖 1.4.1 本計畫報告書架構說明圖

本報告書最後，則提供計畫內容相關之參考附錄，分別為：2 實驗車輛之實驗紀錄以及初步分析結果彙整（附錄 1）、實驗數據與圖形彙整（附錄 2）、期中、期末審查意見回覆表及簡報資料（附錄 3）以及計畫研究成果發表清單（附錄 4）等。

第二章 前期研究成果探討暨本年度模式概念架構修正

本計畫為多年期計畫之先導型研究，由運輸規劃角度出發，以公路系統為研究對象，建構運輸行為與車輛能源消耗、排放之關聯性。第 1 年期（96 年度）已辦理工作項目包括：（1）回顧國內外相關文獻、（2）蒐集與分析國內現況能耗與排放資料、（3）進行運輸規劃與能耗、空污之關聯分析、（4）研擬國內運輸行為與能耗、排放之綜合評估架構、（5）蒐集與調查分析車輛（靜、動態）能耗、排放相關特性參數等。96 年度的研究內容與分析成果不在此重述，請參見本所「能源消耗、污染排放與運輸規劃作業關聯分析之研究（1/2）」（2008 年 5 月）。

97 年度則在前期研究成果的基礎上，繼續進行工作項目包括：（1）持續執行車輛（靜、動態）能耗、排放相關特性參數之蒐集與調查分析；（2）驗證第 1 年期所建構關聯模式之穩定性；（3）研擬完成國內運輸行為與能耗、排放關聯之綜合評估架構；（4）建置調查車型之車速排放對照表（look-up table）；（5）進行案例分析。為使本年度相關研究工作能夠有效推進，茲將本章區分為以下段落，以 96 年度之研究成果出發進行檢討分析，蒐集探討國外類似研究的最新動向，以作為本年度提出模式概念架構修正、推進 97 年度研究工作的基礎。

1. 車輛特性與能耗排放之關聯性；
2. 公路運輸能耗、排放物之環境影響；
3. 運輸規劃與能源消耗、排放整合模式之研擬；
4. 本計畫之模式概念架構修正；
5. 研究設計修正；
6. 96 年研究結果檢討與 97 年度研究重點。

2.1 車輛特性與能耗排放之關聯性

96 年度本計畫經由文獻探討，將影響車輛能耗排放特性之靜、動態因素區分為 4 種類型，分析其對能耗、排放之相關性；復經本年度研究修正綜整如表 2.1-1。其中，靜態因素可進一步區分為 2 大類：（1）車輛設計與技術應用：包括新油品與新技術、廢氣後處理淨化裝置、引擎容量與車重等；（2）車輛持有與使用：例如：輪胎形式、胎壓、車齡與累積行駛里程數、保養前後等。動態因素則維持 96 年度之 3 大類別：（1）運輸系統供需特性：如平均車速與其車速變異程度、瞬時車速與加減車速、車輛運轉狀態、車輛載重、交通量、道路等級、道路設計等；（2）駕駛行為：如激

進型駕駛行為、惰轉、暖車等；(3) 外部環境：如溫度、風速、使用空調與否、使用除冰裝置等。

表 2.1-1 車輛能耗排放特性之影響因素與關聯性

影響因素			能源消耗	排放
靜態影響因素	車輛設計與技術應用	油品與新技術應用	新技術之應用影響能耗	油品影響排放種類
		廢氣後處理淨化裝置	N/A	可減少排放
		引擎容量與車重	正相關	正相關
	車輛持有與使用	輪胎形式、胎壓	非輻射胎：能耗較低 胎壓減少：增加能耗	非輻射胎：N/A 胎壓減少：N/A
		車齡與累積行駛里程數	正相關	正相關
		保養前後	商用車：影響不大 小客車：無明顯差異	商用車：影響不大 小客車：減少排放
動態影響因素	運輸系統供需特性	平均車速與其車速變異程度	受車速變異程度影響	與 CO ₂ 呈負相關，但隨車速變異程度影響
		瞬時車速與加減車速	正相關	除 NO _x 以外，正相關
		車輛運轉狀態	啟動階段與加減速時較耗油	啟動與加減速時排放較多
		車輛載重	正相關	正相關
		交通量	正相關	正相關
		道路等級	干擾程度越高越耗油	干擾程度越高排放越多
		道路設計	受坡度、鋪面與幾何設計之影響	受坡度與幾何設計之影響
	駕駛行為	激進型駕駛行為	較耗油	CO 與 HC 排放較高
		惰轉	增加能耗	增加排放
		暖車	降低能耗	降低排放
	外部環境	溫度	負相關	尾氣排放與溫度呈負相關 蒸氣排放則與溫度成正相關
		風速	正相關	N/A
		使用空調與否	使用空調時較耗油	N/A
		使用除冰裝置	使用時較耗油	N/A

資料來源：修改自本計畫96年度研究成果。

建立上述關聯性的原始資料，多係來自於實驗室測試，需要建立修正係數才能用以推估道路行駛之實際狀態；或是路邊攔檢的惰轉測試，無法真正代表動態行駛與交通車流中的車輛能耗、排放特性。同時，由於量測設備與紀錄方式的限制，僅能提供一段連續測試期間內，總體平均數值的分析，無法量測分析測試期間內能耗或排放率的變化情形。因此，傳統的車輛能耗排放關聯性分析與數據資料，對於車輛行進過程中會呈現動態巨幅變化的相關因素，無法提供具有敏感性的分析。

過去主要是受到儀器的限制，因此即使有實際道路量測車輛行車狀況下能耗排放特性之構想，卻始終無法達成。而隨著科技日新月異，這樣的限制逐漸被打破。目前已經有些車載量測設備，可以在車輛行駛過程中，以一組設備同步紀錄下車輛的能源消耗與排放等特性、引擎轉速與車速等

運轉條件，以及對應的車外環境與地理空間資料等。這種資料，可進一步與交通資料庫相結合，取得對應的交通設施參數，甚至是車流參數。而可以整組資料，用以分析真實交通環境下，行駛中的車輛之能源消耗與排放之動態特性。

因此，許多國家則紛紛開始採用這種新式的車載量測設備（On-Board Emission Measurement, OEM），進行車輛能耗與排放之參數調查與蒐集，並以逐秒的車輛運轉特性、能耗與排放變動等數據，進行相關應用分析與研究。其研究目的多為分析車輛動態特性對於能耗與排放的影響，其次則為建構推估模式，以及分析新的燃料與技術對於排放的影響等（Yu, Jia, Qiao and Qi, 2008）。

其中關於應用 OEM 研究先進技術、新能源等對於車輛動態能耗排放特性影響之相關研究，主要是因應部分國家其車隊中新技術車輛（例如油電混合車、生質柴油、重車等）占比提升、重要性漸增，為使能耗排放總量推估模式能夠充分反應車隊技術變動的影響，所進行的車輛動態特性之蒐集與調查。因此研究結果多在呈現新技術車輛，對比於傳統燃料車輛之能耗排放特性優勢。考量國內車隊中，新技術車輛占比尚低，公路系統上仍以傳統引擎汽油車輛為大宗車種，因此本計畫 97 年度研究重點仍以汽油引擎小汽車大宗車種為主要對象。故在此不特別針對此部分文獻進行檢討分析。事實上，本計畫選用 OEM 為 Horiba 2200，亦可量測替代燃料車輛的能耗排放特性。後續研究如朝替代燃料車輛方向研究時，可再針對此部分進行文獻探討。至於建構推估模式部分之文獻，後續將有專節探討。以下僅針對應用 OEM 在車輛動態能耗排放特性的近期研究，選擇其中與本計畫主題密切相關之重要文獻，概述探討分析如下。

綜合有關車輛能源消耗與排放特性的動靜態因素的相關文獻，Hung and Tong（2000）指出：除了車輛技術與設備裝置（如廢氣後處理淨化裝置）、引擎容量與車齡累積行駛里程等靜態因素之外，顯著影響車輛排放、能耗的行駛過程動態因素包括：啟動階段是否為冷啟動、行駛階段之旅次平均車速及其車速的變異程度、瞬時車速與加減車速等。而針對實際行駛過程動態因素的近期代表研究，綜整其研究重點、方法及重要結論如表 2.1-2。綜合文獻結果得到以下啟示，可作為如何在運輸規劃模式中考量車輛動態能耗、排放的研究基礎。

1. 各研究結果一致指出，可用以建立車輛能耗與排放關聯性的動態影響因素包括：車輛行駛過程中的車速（平均或瞬時）、加減車速（頻率與變異程度）、引擎轉速（綜合考量車速與加減速）等。因此，運輸需求模式中如能運用這些因素的變化關係，即可以推估行駛中車輛能耗和排放。不過，Nam et al.（2003）、Qiao et al.（2005）和 Boulter（2006）

的結論也提醒：能耗和各種排放物與這些動態因素之間的關聯性不盡相同，需要分別建構對應的關係式。

表 2.1-2 影響能耗和排放之車輛動靜態特性

作者（年）	研究重點及研究方法	重要結論
Hung and Tong (2000)	探討影響車輛能源消耗與排放量的動靜態特性。	靜態影響因素：新技術的應用、引擎容量、廢氣後處理淨化裝置、車齡與累積行駛里程數。 動態影響因素：旅次平均車速與其車速變異程度、瞬時車速與加減車速與車輛運轉狀態。
Nam et al. (2003)	探討駕駛行為所造成之排放差異。 運用實驗室底盤動力計所量測之資料，以及實際道路行駛時車載量測儀器所測得的資料。 以 trip-based 為基礎，以車輛特性之 power 係數概念，將駕駛行為分為「一般型」(normal) 與「激進型」(aggressive) 兩類。	實際道路調查兩種駕駛行為，所需之駕駛時間相近。但激進型駕駛行為為於旅次中產生之各種排放量，均高於一般型駕駛行為者，尤其以 CO 與 HC 最為明顯。 燃油消耗率與 CO ₂ 排放率較不受駕駛行為影響，二者趨於一定值。
Rilett (2004)	比較 HOV 車道與一般車道 NO _x 排放率差異。 比較實際道路行駛時車載量測儀器所測得的資料，與 MOBILE6、CMEM 等模式推估之 NO _x 排放率。 採用車載量測儀器，擷取實際道路行駛所測得的資料。	一般認為排放量與車速呈正相關，但研究結果指出：排放量與 power 的相關性更高；所謂 power 就是由車速與加速度的兩個參數所組成之函數值，藉以同時考慮車速與加速度變化對排放之影響。 HOV 車道之 NO _x 排放量低於一般車道約 40%。
Qiao et al. (2005)	分析小汽車與重車，其排放、能耗與車輛運作特性（車速、加速度與引擎轉速）之關係。 採用車載量測儀器，擷取實際道路行駛所測得的資料。 結果比較項目：能耗、HC、CO、CO ₂ 、NO _x 以及 PM。	無論是小汽車或重車，不同的道路類型上，能耗係數與排放係數的結果均有非常顯著的差異。 以時間為橫軸，分別繪示車速、加速度、引擎轉速等操作變數，以及車輛的排放、能耗情形。對比這些圖形可以看出：能耗與排放特性的變化情形，與車輛運作特性的變化情形，二者存有相關性。 以重車的排放為例，其 NO _x 排放與車速、引擎轉速的關係較為明顯，而 CO 排放則與引擎轉速的變化趨勢較為一致。
Boulter (2006)	在倫敦市 M 區與 C 區二地區進行實際道路測試。 運用實驗室底盤動力計所量測之資料，以及實際道路行駛時車載量測儀器所測得的資料。	根據 M 區實驗結果發現，某兩條平均車速相近之道路，其能耗與排放量卻不相同。推論可能是行駛途中行車動態 (driving dynamics) 不同所致。 分析平均旅次車速與排放之相關性，M 區以 NO 與 CO ₂ 較高 (R ² 分別為 0.71 與 0.87)，而 C 區僅 CO ₂ 較高 (R ² 為 0.88)。 低速行駛時，行車型態與排放量之關聯性並不明確 (CO ₂ 除外)。輕微的駕駛特性改變可能會顯著影響排放量。

資料來源：溫蓓章等 (2008)。

2. Nam et al. (2003) 研究指出：駕駛行為型態差異會影響車輛的動態排放，但以 CO 與 HC 最為明顯，而能耗與 CO₂ 則較不受影響。由此可推論：運輸規劃模式若不考慮駕駛行為差異，仍可有效推估公路運輸的能源使用和 CO₂ 排放總量；如果能進一步將駕駛行為納入模式之中（例如微觀車流動態模式，或連結駕駛行為與駕駛人的社經特性），則可以更完整地掌握其他排放物的影響。
3. Rilett (2004)、Qiao et al. (2005) 和 Boulter (2006) 均指出：因道路類型、地區差異所導致的行車動態情況不同，會影響車輛動態的能耗與排放特性；即使平均車速相當，差異仍然顯著。在 Zhang (2006) 之研究中，也曾以不同路線選擇之旅次為基礎，評估其能耗與排放之差異，其考慮因素包括車種、路線選擇、駕駛人、坡度與尖離峰等，結論指出，不同旅次之能耗與排放總量，會因路徑選擇的差異，使得該旅次之平均車速與旅行時間不同，進而影響能耗與排放總量。在上述研究中，雖已納入部分運輸系統之供需特性（例如路線選擇與尖離峰時段等考量），但研究成果僅能以「旅次」為基礎，以每旅次的總能耗與排放量（g/trip），評估不同路線選擇結果所造成的能耗與排放差異，卻無法釐清各別運輸系統特性，對於車輛能耗與排放之影響。然而值得重視的是，這些研究發現意味著運輸需求模式中，呈現旅運需求特性之路線選擇的路網指派模式，可作為本計畫的切入點。亦即，可以嘗試以運輸需求模式中的道路類型和路段特性為分析基礎，建立車輛動態之能耗與排放特性的關聯性；再搭配運輸需求模式路網指派交通量後的旅行車速等數據，估算道路交通動態下車輛之能源消耗與排放總量。

2.2 公路運輸能耗、排放物之環境影響

運輸部門在各國的能源消費結構中占比均有攀升的趨勢，且以公路運輸之耗用量最高，因此公路運輸系統的能源消耗，與隨之而來的排放總量（特別是導致溫室效應最主要因素之 CO₂），長期以來深受各國環境、能源部門所關注。以我國為例，運輸所耗用的能源在總能源消費量的占比，已由 1977 年 11% 逐漸提高至 1999 年的 17%（表 2.2-1）。根據本所 2006 年「運輸部門能源節約及溫室氣體減量評估與因應策略規劃」推估顯示，其中約 94% 為公路運輸所耗用（占全國能源消費總量之 16%），顯見其重要性更甚於住宅、商業或其他等部門；同研究亦指出：公路運輸所排放的二氧化碳（CO₂），在 2004 年推估達 3,421 萬公噸。由此可見，實有必要在運輸規劃過程中，建構一套模式，能夠有效掌握公路運輸之能耗、CO₂ 排放特性，以支援環境、能源等相關政策分析所需。

表 2.2-1 我國能源消費結構各部門所占比例

類別	1977 年	1987 年	1997 年	1999 年
總計	100%	100%	100%	100%
工業	57%	53%	49%	48%
運輸	11%	14%	17%	17%
能源部門	7%	8%	6%	7%
住宅	10%	11%	12%	12%
農漁業	4%	3%	2%	2%
商業及其他	9%	9%	11%	12%
非能源消費	2%	1%	2%	3%

資料來源：經濟部能源局（2001）。

事實上，車輛動態行駛之其他排放物，還包含：一氧化碳（CO）、碳氫化合物（CxHy 或 THC）、氮氧化物（NOx）、粒狀污染物（PM）、硫氧化物（SOx）...等。固然這些排放物也對健康、植物、物質、水生生態、能見度或氣候等，造成外部影響（參見表 2.2-2），但因其排放總量相對較低、且容易以環保標準要求車輛燃燒技術提升與搭載排放控制設備、提高油品標準等，予以有效減輕，故通常在車輛技術領域的探討較多，而在運輸規劃或相關政策分析上，較少受到重視。

表 2.2-2 車輛排放物之外部影響

排放物	衍生之污染 (ambient concentration)	影響						備註
		健康	植物	物質	水生生態	能見度	氣候	
CO ₂	全球氣溫上升						√	本計畫採用車載量測設備可以取得相關數值
CO	CO	√					√	本計畫採用車載量測設備可以取得排放相關數值
	全球氣溫上升						√	
HC	HC	√						值
NO _x	NO _x	√	√			√		採用排放控制設備可以有效控制車輛排放。例如：廢氣再循環系統（EGR）可以抑制 NO _x
	PM ₁₀	√				√		
	O ₃	√	√	√		√	√	
	酸性落塵	√	√	√	√			
PM ₁₀	PM ₁₀	√				√		柴油車為主要排放來源，非本計畫研究對象
SO ₂	PM ₁₀	√				√		
	SO ₂	√	√					
	酸性落塵	√	√	√	√			
VOC	PM ₁₀	√				√		採用無鉛汽油可有效控制車輛 Pb 來源，非本計畫研究對象
	O ₃	√	√	√		√	√	
Pb	Pb	√						

註：衍生污染（或二次污染物）：為一次污染物和空氣中原有成份用或污染物間互相反應而形成新的有害物質。

資料來源：本計畫修改自張欣聰（2001）。

例如本所 2006 年「運輸部門能源節約及溫室氣體減量評估與因應策略規劃」，即考慮排放量的相對多寡，而僅以 CO₂ 作為溫室氣體之分析對象，忽略其他溫室氣體的排放量。循此，同時也在考量本年度 8 月底始完成各項實驗，之後所剩餘研究時間相當有限的條件下，本計畫後續將以能耗（FUEL）和 CO₂ 排放為主要研究對象，建立完整關聯模式；對於其他排放物，包括 CO、THC 和 NO_x 等，則於附錄提供以道路實驗數據所建構之推估方程式（N⁹⁹-V）；同時，亦於第三、四章提供該些排放物在道路實驗（#99）與法規審驗測試（#0）之隨車速變化車速排放對照表，以供後續研究參考。

2.3 運輸規劃與能源消耗、排放整合模式之研擬

本計畫回顧國內外相關模式研究進展，於 96 年度提出運輸行為與能耗、排放關聯評估架構如圖 2.3.1。其中由於運輸規劃模式可提供路段行車時間資訊，且因能耗及排放測試儀器之輸出量係以單位時間使用量或產生量來估算，故可將傳統之能源消耗量及排放量推估方程式簡化為：

$$\text{能源消耗量} = \sum (\text{延車小時} \times \text{能耗曲線} \times \text{修正係數})$$

式 2-1

$$\text{污染排放量} = \sum (\text{延車小時} \times \text{排放曲線} \times \text{修正係數})$$

式 2-2

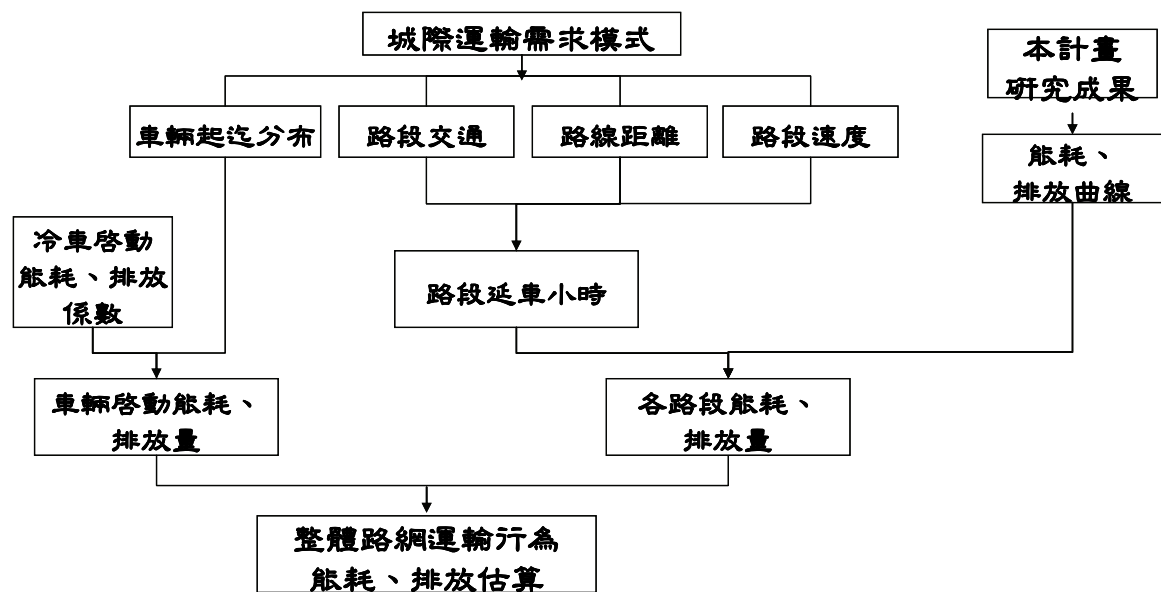
其中：

延車小時=受路段交通量影響之路段行駛時間；

能耗曲線及排放曲線：為本計畫所求得之測試結果，將會依據道路類型、車速，而得到不同的排放率

修正係數：則需依據其他研究成果提供，因車輛持有與使用特性差異，對於車輛能耗與排放特性的影響。

茲以圖 2.3.1，作為本計畫所研擬之運輸行為與能耗、排放關聯評估架構。運輸需求模式輸出之各種道路等級、不同車速下之延車小時，對應至該道路等級、車速之能耗、排放曲線，得到能耗、排放率，二者相乘，再依序以車速、道路等級加總，可得到車輛行駛的能耗與排放總量。另外，關於冷車啟動的影響，則依據起迄分布表（OD Table），計算每日冷車啟動之次數，乘以冷車啟動之排放係數，得到冷車啟動之能源消耗、排放量之外加影響。二者加總，得到運輸行為之能耗、排放總量。



資料來源：本計畫96年度研究成果。

圖 2.3.1 運輸行為與能耗、排放關聯評估架構

以下將再參考相關模式之研究成果，特別是如何連結車輛能耗、排放與旅運行為之研究趨向的最新報告，以汲取本計畫研提模式概念架構進一步深化發展的基礎。依據相關模式演進歷程以下分為3類型分述之。

1. 巨觀尺度之排放係數模式（Emission Factor Model）

目前各國用以推估公路運輸之能源消耗與排放總量的方法，主要以能源和環保部門所建構的巨觀模式為主流，運用排放係數推估一地區、特定期間內之能源消耗和排放總量。例如歐洲環境局（European Environment Agency, EEA）之 COPERT 4，以各種車輛消耗單位燃料的排放係數為基礎，運用各地區銷售之燃油量、車隊組成、行駛特性、氣候條件、旅次長度等修正係數，估算排放總量（Samaras and Zierock, 2007）。而為最多國家地區所廣泛應用的模式，則是美國環保署（Environment Protection Agency, EPA）之 MOBILE，係依據車輛特性建立單位距離之排放係數作為基本參數，再以地區的總行駛里程估算能源消耗、排放總量。該模式可依據各種旅次特性，建立對應行車型態（Driving Cycle/Pattern）與平均車速下的修正係數；亦可依據地區車籍資料特性（如車齡分布）和定檢資料（Inspection and Maintenance Program）建立地區修正係數（EPA website）。另外，美國加州空氣資源局（California Air Resources Board, CARB）使用的 MVEI（包含 EMFAC 模組）模式亦屬此類。臺灣、中國等地亦已建立 MOBILE 模式，作為推估公路運輸能源消耗、排放總量的基礎（CTCI, 1996）。

這種巨觀尺度的排放係數模式在推估公路運輸之能源消耗、排放總量時，僅運用了運輸需求模式所推估之總旅行距離，因而無法敏感區分不同道路類型、車流動態下之車輛能耗、排放的差異。儘管運用了各種修正係數（道路量測修正係數、車籍資料建立之車隊組成修正係數、考慮地區旅次特性或行駛特性的行車型態等），以修正實驗室所量測到的單位燃料排放率（g/kg FUEL in COPERT 4）或單位距離之車輛能耗與排放率（g/km in MOBILE）；但是排放係數模式仍然無法在固定的總行駛距離下，就不同的平均車速，或平均車速相當但車速變異程度有差異時，分析公路系統的能耗與排放量之變異。例如：評估道路興建方案時，運量無顯著增減但在路網上重新分配所造成的能耗、排放影響；或是研擬都市幹道交通管理策略方案時，分析旅行時間改變所影響的能耗、排放量。因此，排放係數模式可適用於旅行距離變化顯著的情境比較，如在中國或其他經濟活動快速增長（導致行車距離、運量等顯著成長）地區，能夠分析公路運量成長趨勢中各年期的能耗、排放量之差異；卻無法用以分析經濟活動趨向穩定狀態下，交通量重分配或擁擠減輕策略，對車輛能耗與排放的影響。

2. 微觀尺度之模態瞬時模式（Modal and Instantaneous Model）

另一方面，也有以車輛操作的物理基礎出發，考量瞬時車速、加減速、坡度等車輛操作變數，影響引擎負荷（Engine Load）或車輛功率（Power, kw/t）的關係，而據以建立車輛逐秒之能源消耗、排放的關聯性。例如美國加州大學河濱分校（University of California, Riverside）所開發之CMEM，和維州理工大學（Virginia Tech）的MT-Micro等（CMEM website; Berth, Malcolm and Scora, 2001; Rakha, Ahn and Trani, 2003, 2004）。此類模式與TRANSIM、VISSIM等交通模擬模式接合，可以提供模擬車流之逐秒能耗、排放變化。模式以每秒之能耗率或排放率為推估單位，需要對應的逐秒之車輛運轉（operating modes）動態資料，包括：瞬時車速、加減車速、行駛道路之坡度等；也通常需要針對研究地區，進行車輛動態實驗調查（實驗室或道路測試）取得引擎數據與能耗、排放資料，建立車流模式與車輛動態能耗、排放之關聯性。此類模式可應用於評估小範圍之路口號誌計畫、特定路段的交通維持計畫等，在能耗與排放上的效果。也可以再進一步搭配排放物大氣擴散模式，應用於空氣品質評估或移動污染源之排放物濃度監測研究。

微觀尺度的模態瞬時模式對於車速的變化非常敏感，可以依據逐秒車速變化提供對應的車輛動態能耗和排放情況，適用於評估交通管理策略方案在小範圍地區、特定期間下之能耗和排放影響。但若是交通管理策略影響波及較大範圍之路網系統時，或是想用以評估較長期間的影響時，則需經過複雜的介面程序，搭配大規模調查或假設，才有機會將逐秒之車輛運轉動態能耗、排放數據，轉換成可以比較分析的資料。因此，模態瞬時模

式仍然難以應用於公路規劃方案評估，無法有效評估比較運輸系統規劃、交通號誌與系統最佳化、智慧型運輸管理技術等運輸策略的能耗、排放影響。

3. 運輸規劃模式與能源消耗、排放推估之整合發展

近來巨觀和微觀模式的各自發展演進，不約而同地強化運輸規劃中應用的可能性。巨觀排放係數模式方面，美國環保署運輸與空氣品質辦公室（the Office of Transportation and Air Quality, OTAQ）自 2001 年前後著手開發新一代的模式 MOVES，以全生命週期概念建構移動中與非移動中（工廠生產製造過程）的車輛能耗與排放模式。針對使用中車輛的排放與能耗，基於 MOBILE 長期研究成果予以擴充，兼納巨觀、中觀及微觀尺度的分析。有別於以往僅以平均運行特性（average operating characteristics）為基礎，而建構的大範圍地區移動污染源推估模式，MOVES 除了具備全國範圍之污染量推估與長期預測能力之外，為了因應更精細範圍之地區性排放推估的需求，模式中也納入區域性污染量推估分析模式，並用以評估小範圍內交通運輸系統改善所造成的影響程度。模式中將排放評估範圍分為巨觀、中觀以及微觀等 3 類：巨觀的分析範圍主要以全國為單位，推估與預測長期的排放量變化趨勢；中觀的分析範圍以路段（roadway link）或運輸需求模式輸出之車旅次為單位，以評估地區性的排放影響；微觀的分析範圍，則適用於分析與評估交控或各類改善計畫對於特定廊道或交叉路口之影響。因此可提供全國長期趨勢、地區路段車旅次和特定路口廊道等的能耗、排放分析；使用者可依據研究目的自行彈性選擇。與運輸模式整合應用時，MOVES 需要旅次起迄分布矩陣（OD Table），以估算車輛冷啟動之能耗、排放量；再加上各路段上車輛運轉狀態的能耗與排放量。後者的計算，則需要複雜的資料輸入，包括：（1）運輸需求模式之平均車速、每小時路段交通量、自由流車速及壅塞程度；（2）車輛動態特性之 power demand、加減速/定速/惰轉時間比例；（3）與 MOBILE 相同之車隊統計與車輛技術特性數據；（4）還需要活動強度等其他輸入項目。MOVES 模式架構龐大，迄今尚屬開發階段；但其針對車輛動態能耗與排放之推估，採用路段作為分析基礎的模式建構概念，有助於強化模式在運輸規劃上的運用，相當值得參考。

MOVES 可說是在排放係數模式的基礎上，增進對路段車速變異的敏感性，期使能夠適用於運輸規劃評估分析。另一方面，從模態瞬時模式能耗、排放的基礎上，美國加州大學河濱分校新近也開發出 IVE 模式，搭配運用排放係數模式（MOBILE 6）的車隊統計與車輛技術特性資料庫。目前已經嘗試建立起美國加州、智利聖地牙哥、肯亞奈洛比等地的 IVE 模式，驗證模式的可操作性；並計畫將繼續蒐集資料，建立印度、瓜地馬拉、中國、泰國、菲律賓、印尼、馬來西亞等地的應用模式，以供開發中國家分

析政策決策和車輛成長衝擊 (Lent, 2002; 王海鯤等 2006、王虎等 2007)。根據中國實證研究結果認為 (王虎、趙清、孫鴻, 2007) IVE 模式推估 CO₂ 排放量的符合性較好, 但 CO 和 NO_x 的符合性一般, 對 HC 排放符合性最差。由此顯示 IVE 模式實務應用上的有效性, 仍需要研究改善。另外一點值得提出的是該模式仍以交通成長為分析核心, 無法用以評估交通量重分配或擁擠減輕對策之能耗、排放影響; 但其以微觀之模態瞬時關係式, 搭配巨觀車隊技術特性資料的模式建構概念, 亦對本計畫之模式建構具有啟發。

綜整上述之模式發展可知: 因應研究目的不同, 模式推估車輛動態能耗與排放時, 所使用的車輛動態能耗與排放之關聯性、車隊技術參數資料、需搭配之運輸需求特性變數等, 均有所差異。在 Yu, Jia, Qiao and Qi (2008) 研究中, 便針對 MOBILE、EMFAC、CORPERT、IVE、CMEM、INTERGRATION、TRANSIMS、VISSIM 等模式, 分別以精確度、應用範圍廣度、應用簡易性與介面友善程度等評估指標, 比較各模式之相對優缺點。結果指出: MOBILE 的應用範圍最廣、INTERGRATION 則在精確度的表現最佳、CORPERT 則為最具應用簡易性 (implementation) 的模式, 而 IVE 則為使用介面最為友善的模式。其中, 值得注意的是, 最為世界各國廣泛應用的 MOBILE 以及 CMEM, 無論在各項評估標準中, 皆不被認為是較佳的推估模式

最後, 本計畫在此指出一個重要觀點: 巨觀和微觀模式整合發展的趨勢, 凸顯了二者推估模式計算單位的差異, 以及似乎有整合一致化的需要。過去巨觀尺度模式傾向於以單位距離或單位燃料的能耗率和排放率, 作為計算的基礎; 微觀模式則以每秒之能耗或排放率為推估單位。而在巨觀模式新版 COPERT4 文獻中, 亦提醒我們以時間為基礎的算法之重要性。這是因為: 車輛之能源消耗與排放固然與行駛距離相關; 相類似地, 車輛運行的時間長短和車速快慢, 與能源消耗和排放量之間, 也同樣存有明確的相關性。很明顯地, 一定總行駛距離下, 不同的平均車速, 或不同的總旅行時間 (平均車速相當、但平均車速的變異程度有差異), 公路系統的能耗與排放量亦會有顯著的差異。然而, 傳統方法以延車公里為單位, 估算公路車輛能耗與排放量, 無法有效反映出上述的差異。即便是投入龐大資源逐年測試行車型態 (driving cycle), 提供以平均車速計算的調整係數, 傳統模式仍然無法有效估算能耗與排放量的變化, 因其忽視了車速變異所造成的影響。

尤其當我們考慮近年來, 隨著交通活動增加、旅運需求型態的轉變, 運輸系統擁擠趨勢漸形明顯。尤其在都市地區或運輸需求幹線上, 尖峰時間的交通延滯, 肇致龐大的能源虛耗和嚴重的空氣污染。但是以旅行距離為基礎, 所計算的公路運輸部門能耗與排放量, 增長情形並不顯著, 難以

反應現實。根據 Worsley (OECD, 2007) 研究發現指出：「近年交通量增加，而造成全年度總旅行距離之成長幅度有限；相對地，所導致之平均車速下降，進而造成的總旅行時間的損失，大幅超越以旅行距離計算的幅度」。因此，傳統上以旅行距離計算公路運輸能耗、排放的方法，將無法敏感反應近年來公路運輸能耗與排放量的實際變化；尤其無法估算因交通擁擠導致行車延滯，所造成的能源消耗和排放總量。

事實上，運輸規劃模式能夠分別以旅行時間、旅行距離為單位，量測系統的績效。有鑑於上述分析，本計畫認為：相比於以距離為計算單位 (g/km)，以時間為單位 (g/s) 能夠敏感反應運輸系統壅塞延滯的影響，更適於估算公路運輸之能源消耗與排放總量。

2.4 本計畫之模式概念架構修正

經由前述前期研究成果探討，與新近文獻分析，在此對於本計畫 96 年度所提之模式概念架構加以修正，以作為本年度推進後續研究工作的基礎。根據前述分析可知：因應研究目的不同，模式推估車輛動態能耗與排放時，所使用的車輛動態能耗與排放之關聯性、車隊技術特性資料、需搭配之運輸需求特性變數等，均有所差異。就公路規劃方案評估的角度而言，模式需要能夠反映出公路系統車速差異、旅行時間差異、道路幾何特性差異，對於車輛動態行駛之能耗與排放量的影響。此時，需要一組對於公路系統績效（旅行車速、擁擠程度）具有敏感性的車輛動態行駛之能耗與排放係數，才能在運輸系統評估模式中，提供對應的能源使用與排放量等相關數據，讓運輸決策者掌握永續性評估的相關資訊，作為方案評估的參考。

目前運輸規劃普遍使用程序性運輸需求模式，分為旅次產生、迄點選擇、運具選擇及運量指派(路徑選擇)等 4 大模組。本計畫汲取前述 MOVES (及 MOBILE) 模式概念，運用旅次起迄分布矩陣以估算車輛冷啟動之能耗與排放量；再加上路段上車輛運轉狀態之能耗與排放量，可得到公路系統的能耗與排放總量。對於路段上的能耗與排放量之推估，則借用 IVE(及微觀模態瞬時) 模式概念，建立公路及車流特性(路段類型、行駛車速等)與車輛動態能耗、排放的關聯性。如此則能夠在路段基礎上分析比較，運用路網指派模式所得到的路段類型、指派流量、行駛車速等差異，敏感反應交通量重分配或擁擠減輕對策之能耗與排放的影響。本計畫擬建構之模式概念架構和應用特性分述如下。

1. 針對單一類型車輛之動態行駛能耗、排放量(參見式 2-3)：可以經由道路實驗分析，建立各種道路類型的不同車速下單一車輛之能耗、排放

量曲線 ($N_{c,v}$)，該曲線以道路類型為分類，以車速為參數。再運用路網指派所得之各道路類型、各車速下的行車時間，可得到任一公路旅次之起迄路徑過程中，運用該類型車輛所產生之能耗與排放量。可用以比較運輸策略（如運輸系統規劃、交通號誌與系統最佳化、智慧型運輸管理技術等）對任一公路旅次、任一車輛所產生之能耗與排放量的影響。

$$\text{單一類型車輛之能耗、排放量} = \sum_{c,v} \text{延車小時 } c,v \times N_{c,v} \quad \text{式 2-3}$$

其中：延車小時 c,v ：路網指派後在道路類型 c 、車速 v 下之行車時間，單位為 sec；

$N_{c,v}$ ：依據道路實驗建立之道路類型 c 、車速 v 的能耗、排放率，單位為 g/s。

2. 依據政府法令規定，各型車輛販售前均須通過能耗與排放之法規審驗測試，並需公告測試結果。法規審驗測試是指車輛在特定狀態下（車輛載重規定為原車重+EU/FTP 法規配重、不開頭燈、不開空調等），使用特定測試燃油，於實驗室車體動力計上以特定行車型態駕駛（如NEDC/FTP75），所得之平均能耗、排放係數，以 km/l 和 g/km 為單位。準此，政府能源與環保部門建立各型車輛之能耗、排放係數資料庫。依據測試燃油比重，及該車輛審驗測試所採用行車型態之平均車速，可將各車輛之能耗、排放係數單位轉換為 g/s (N)。並可運用車隊技術特性比例加權平均，得到總體標檢值。
3. 某一車輛道路實驗所得之能耗、排放率 ($N_{c,v}$)，可與該車標檢值 (N0-標) 建立一組比例關係 ($F_{c,v}$ ，參見式 2-4)。這項關係表示實際道路行駛動態之車輛能耗、排放特性，與實驗室法規審驗測試平均值之差異。本計畫暫時假設此一比例會隨道路類型、行車車速而有所不同，但不受車型影響（若經實驗證明車型會顯著影響此關係式時，亦可依據車型差異再予以細分）。這是由於運輸模式中建構公路網時，會依據路段幾何特性（如車道數、道路區位及行車限制...）和交通干擾狀況等，將道路區分為多種類型，設定自由車流車速與車速流量曲線參數，作為路網指派模式運算的基礎。因此道路類型可以代表路段交通動態特性的差異。

$$F_{c,v} = 100\% \times (N_{c,v} / N) \quad \text{式 2-4}$$

其中： $F_{c,v}$ ：為針對道路類型 c 、車速 v 所建立之一組能耗、排放轉換率，單位為 %；

$N_{c,v}$ ：依據道路實驗建立之道路類型 c 、車速 v 的能耗、排放率，單位為 g/s；

N：為法規審驗測試公告之車輛能耗、排放係數，單位經過轉換為 g/s。

4. 針對全路網交通指派後之能耗、排放量：可運用車隊技術比例加權平均之總體標檢值為基礎，搭配各道路類型以車速為參數所建立之能耗、排放轉換率（ $F_{c,v}$ ），以及運輸需求模式所輸出之各道路類型、各車速條件下之路段延車時間，計算各路段能耗與排放量；予以加總，可得到全路網交通指派後之能耗、排放總量（參見式 2-5）。此時，任一路段上延車時間、車速的變動，均將影響全路網之能耗、排放總量。

$$\text{全路網交通指派之能耗、排放量} = \sum_{c,v} \text{延車時間}_{c,v} \times (F_{c,v} \times \text{總體標檢值}) \quad \text{式 2-5}$$

其中：延車時間 c,v ：路網指派後道路類型 c 之各路段，在車速 v 下之總行車時間，單位為 sec；

$F_{c,v}$ ：為針對道路類型 c 、車速 v 所建立之能耗、排放轉換率，單位為 %；

總體標檢值：根據車隊技術比例加權平均後之法規審驗測試的能耗、排放係數，單位為 g/s。

5. 最後再加上冷車啟動之能耗、排放量，可得到整體公路系統之能耗、排放總量。

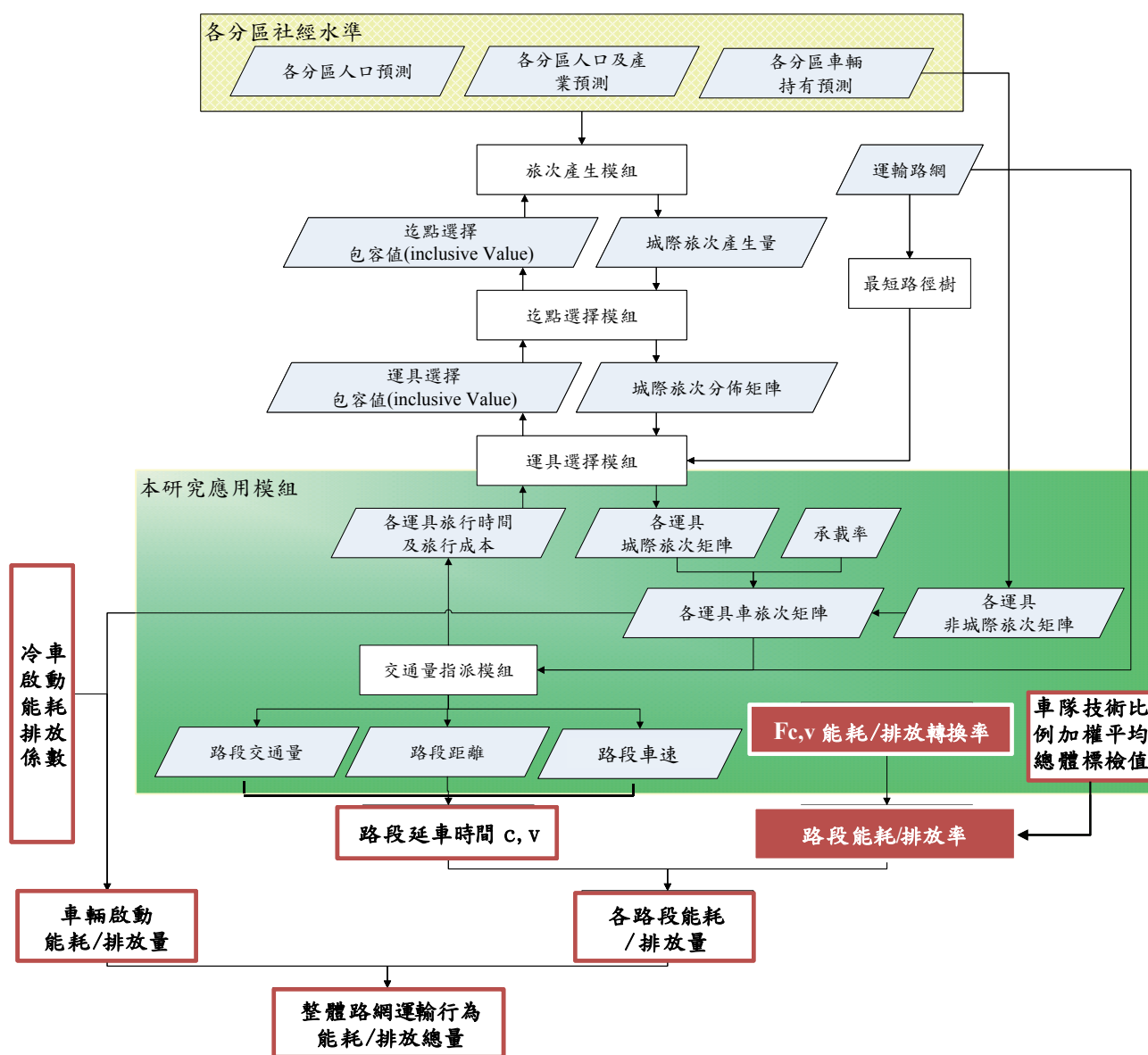
本計畫在上述模式概念架構下所建構的關聯模式，與一般能耗、排放推估模式之差異，請參見表 2.4-1。由於本計畫所建構之關聯模式（式 2-4、式 2-5），採用道路類型與車速作為車輛動態行駛之能耗、排放參數，因此可以分析道路交通量在路網上重分配、旅行車速變化等，所影響的車輛能耗與排放特性，故可應用於影響車流特性及旅運行為的運輸策略評估，例如公路建設計畫、運輸系統規劃、交通號誌與系統最佳化、智慧型運輸管理技術等。

表 2.4-1 本計畫關聯模式與一般能耗、排放推估模式之差異

項目	本計畫關聯模式	一般能耗、排放模式
分析對象	路段交通量、旅行車速	實驗室行車型態或各地區一般旅次的行車型態
能耗、排放參數	不同道路類型、不同旅行車速	行車型態的單一平均值
特色	反應不同道路類型、車速的能耗效率、排放率	大區域估算較容易，但不能反應不同道路類型的影響
評估應用	影響車流特性及旅運行為的運輸策略，如運輸計畫改變不同道路系統、運輸系統之交通量、車速等，所造成的能源消耗、排放之影響	依據運輸系統交通量的延車公里，以單一平均值之燃油效率或排放係數，估算區域之能耗或排放量

資料來源：修改自本計畫96年度研究成果。

此一關聯模式整合於運輸模式應用時，作業流程如圖 2.4.1。以車隊技術比例加權平均之總體標檢值為基礎，由運輸需求模式輸出之各道路類型、不同車速下之延車時間 c, v ，對應至該道路類型、車速下之路段能耗、排放率 ($N_{c,v}$)，予以相乘；再依序以車速、道路類型加總，可得到車輛行駛的能源消耗與排放總量。另外，關於冷車啟動的影響，則依據旅次起迄分布矩陣，計算每日冷車啟動之次數，乘以冷車啟動之排放係數，得到冷車啟動之能源消耗、排放量。二者加總，得到整體路網運輸行為之能耗、排放總量。



資料來源：溫蓓章等（2008）。

圖 2.4.1 本關聯模式整合運輸規劃應用之作業流程（97 年度修正）

2.5 研究設計修正

根據前述修正之模式概念架構，本計畫 97 年度修正後之整體研究設計重點說明如下；實際之調查實驗操作、關聯模式建構流程等詳細內容，請參見第 3~5 章。97 年度整體研究設計的基本概念與 96 年度相同，但在階段性研究成果的基礎上，針對實驗設計、關聯模式建構路徑等，提出修正。97 年度研究重點與 96 年研究成果間之延續或調整關係，請參見下節說明。

1. $N_{c,v}$ 路段能耗、排放率

$N_{c,v}$ 路段能耗、排放率為本計畫之核心探討重點，係蒐集車輛實際行駛於各道路類型上之動態能耗、排放率，並依此排放率分布趨勢，直接建構一組隨車速變動之能耗、排放動態推估方程式（ \hat{N}_{99-V} ：以實際道路實驗資料建構之推估方程式）。

本計畫採用實驗車輛，搭載車載量測設備（On-Board Emission Measurement, OEM），進行實際道路行駛之動態資料蒐集工作（#99），蒐集車輛動態行駛之逐秒能耗與排放數據（ $N_{c,v}$ ），以及對應之車輛運作參數，如道路幾何特性、瞬時車速等，以掌握實際行駛於不同道路類型上之各行駛車速能耗、排放特性，並針對此動態能耗、排放特性，嘗試運用車速之函數加以配適，以推估不同道路類型各車速下之能耗、排放率曲線（ \hat{N}_{99-V} ）。此推估方程式可直接與運輸規劃模式做搭配，求出不同運輸計畫策略之間的能耗與排放總量差異。

2. $F_{c,v}$ 能耗、排放轉換率

$F_{c,v}$ 能耗、排放轉換率則是本計畫關聯模式建構之關鍵，作法上乃是設計一套實驗室實驗，建構一組轉換率（ $F_{c,v}$ ），以將各車輛法規審驗測試之標檢值（ $\overline{N_0}$ ，實驗室測試 #0 平均值），轉換為實際道路之能耗、排放動態推估方程式（ \hat{N}_{99^3-V} ：以轉換率建構之推估方程式）。

不同車輛之動態能耗、排放率（ \hat{N}_{99-V} ）有所差異，因為車輛靜態特性亦是影響其能耗、排放率的重要因素。但考慮道路實驗所需耗費之經費、人力與時間等資源成本高昂，未來不可能對所有車輛均進行道路實驗，取得對應之動態能耗、排放率曲線（ \hat{N}_{99-V} ）。是故，市售新車均需依據能源局與環保署之法規審驗測試程序進行測試，並公布該檢測之能耗數據與排放係數等結果。因此本計畫擬運用車輛法規審驗測試標檢值資料（ N_0 -標：此為一不隨車速變動之平均值）為後續推估基礎，建構一組轉換率（ $F_{c,v}$ ，參見圖 2.5.1），將該單一平均值轉換為一條隨車速變動的能耗、排放動態曲線，推估該車在各道路類型動態行駛之能

耗、排放特性 ($\hat{N}_{99}^3 - V$)。未來便可應用此一組轉換率，直接將各市售車輛法規審驗測試之標檢值，展開為各道路類型上之能耗、排放動態曲線，並應用於運輸規劃模式中。

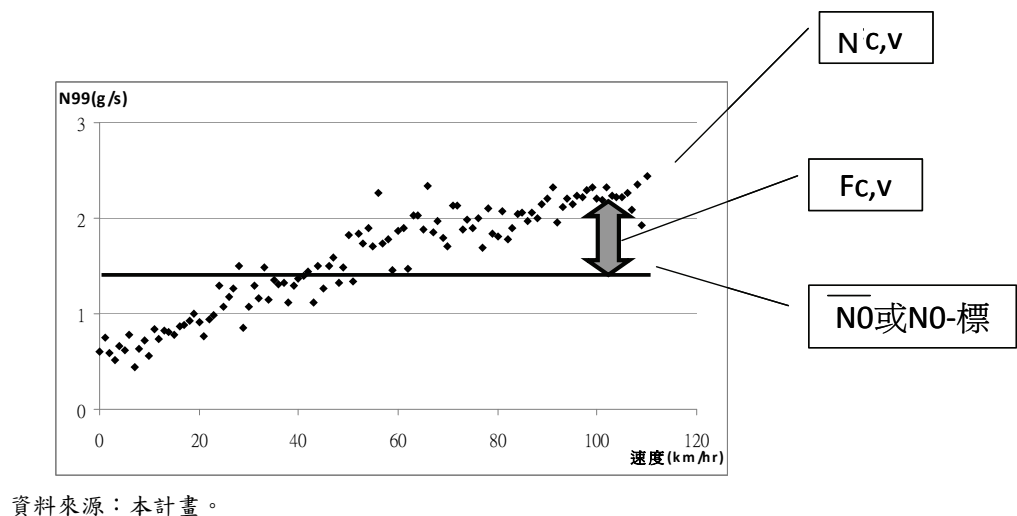
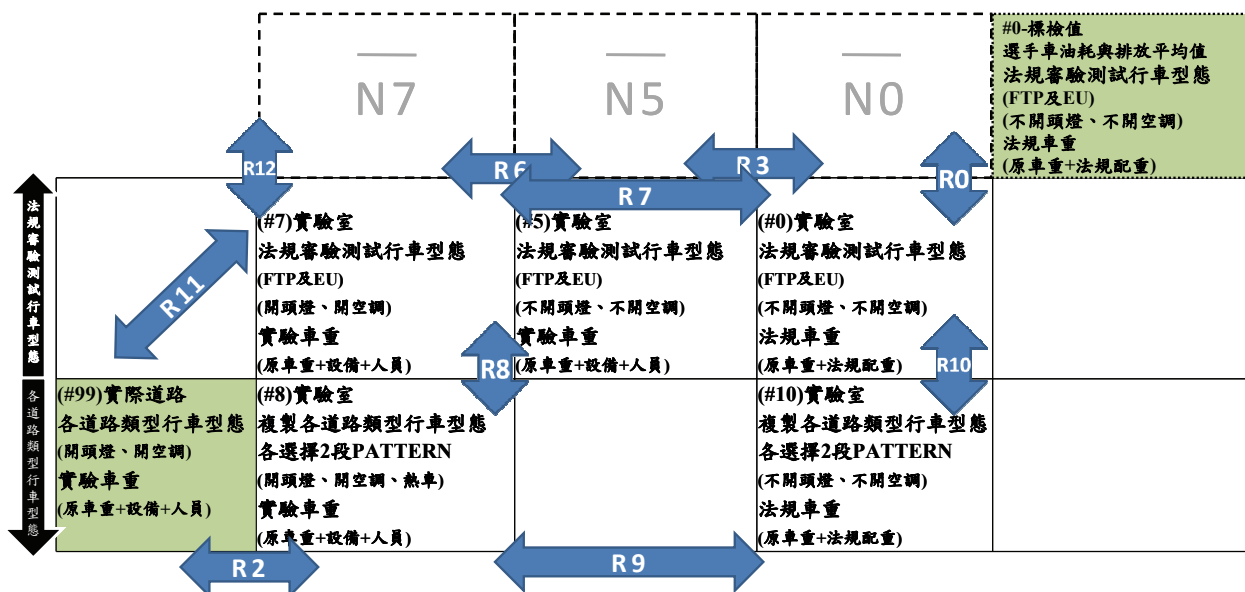


圖 2.5.1 轉換率示意圖

為釐清實驗室法規審驗測試（#0），與實際道路實驗（#99）兩者間的實驗條件差異（包含行車型態、車重、是否開空調與頭燈等），本計畫透過實驗設計（圖 2.5.2）逐項釐清各項條件差異之能耗、排放影響，並運用統計分析方法，逐一探討各實驗結果的能耗、排放特性差異，以建構兩兩實驗項目間之轉換率。再藉由分析不同的轉換率組合方式（不同的模式建構路徑），選擇其中推估結果較為穩定的一組轉換率，最後，搭配車輛法規審驗測試之標檢值，建構一套關聯模式，可以推估求得車輛實際道路動態行駛之能耗、排放率曲線。有關實驗設計圖中各實驗項目之內容及符號說明，可參見表 2.5-1。

在實驗設計圖（圖 2.5.2）中，實線框線為本計畫執行之實驗項目，虛線框線則為運用實驗數據計算而得之能耗、排放平均值。除左下角之實驗項目 #99 為道路實驗之外，其餘皆為實驗室實驗，用以釐清道路實驗（#99）與法規審驗測試平均值（ $\overline{N0}$ ）之間的各項條件差異：其中，上排實驗（#0、#5 與 #7）是在法規審驗測試行車型態下所進行之實驗，用以釐清車重、頭燈與空調的差異；而下排實驗（#8、#10），則是在實際道路類型之行車型態下所進行的實驗，在此所謂的實際道路類型行車型態，即將實際道路上的駕駛行為（車速隨時間之變化情形）複製到實驗室之駕駛曲線。



- 註1：由於目前僅能由能源局與環保署取得各實驗車輛之法規審驗測試之標檢值（N0-標，單一平均值），而無逐秒排放資料。因此，本計畫以#0完全仿照法規測試流程進行實驗，以求取逐秒的能耗、排放資料，並用以建構後續轉換率與整體模式，未來應用時，僅需以標檢值直接取代N0即可。
- 註2：實驗A車以96年用油進行全套實驗；實驗B車以97年用油進行全套實驗，但其中#0、#7僅執行FTP行車型態實驗、省略#5實驗。另，為比對油品差異是否影響能耗、排放特性，特以96年用油重複進行實驗B車FTP行車型態#0實驗。
- 註3：#10實驗僅選取兩種道路類型之行車型態進行實驗，分別為國道（CLASS 1）與省道高干擾 2 車道以上（CLASS 27）。
- 註4：由於法規審驗測試與實際道路實驗之間，存在許多的實驗條件與環境差異（如頭燈、空調與車重等）；且本計畫於進行道路實驗時，為了避免量測儀器與設備之工作溫度過高，開空調為不可避免之動作。因此，目前的各項實驗，主要是為了能夠逐一釐清上述各實驗條件與環境差異而設計。
- 資料來源：本計畫。

圖 2.5.2 實驗設計圖：97 年修正

表 2.5-1 符號對照表

符號	單位	意涵
N0-V	g/s	#0 實驗條件下，實驗車輛於每個車速下之能耗或排放率。
N0-96	g/s	#0 實驗條件下（且使用 96 年之油品），實驗車輛於每個車速下之能耗或排放率。
N0-97	g/s	#0 實驗條件下（且使用 97 年之油品），實驗車輛於每個車速下之能耗或排放率。
N5-V	g/s	#5 實驗條件下，實驗車輛於每個車速下之能耗或排放率。
N7-V	g/s	#7 實驗條件下，實驗車輛於每個車速下之能耗或排放率。
N9-V	g/s	#9 實驗條件下，實驗車輛於每個車速下之能耗或排放率。
N8-V	g/s	#8 實驗條件下，實驗車輛於每個車速下之能耗或排放率。
N10-V	g/s	#10 實驗條件下，實驗車輛於每個車速下之能耗或排放率。
N99-V	g/s	#99 實驗條件下，實驗車輛於每個車速下之能耗或排放率。
N0	g/s	#0 實驗條件下，實驗車輛之能耗或排放平均值。

符號	單位	意涵
$\overline{N5}$	g/s	# 5 實驗條件下，實驗車輛之能耗或排放平均值。
$\overline{N7}$	g/s	# 7 實驗條件下，實驗車輛之能耗或排放平均值。
R0	%	$R0 = \frac{N0}{\overline{N0}}$ ，為一將 $\overline{N0}$ 展開為動態曲線之轉換率，代表 $\overline{N0}$ 與 N0-V 的差異比例。 藉由 R0 可將 $\overline{N0}$ 展開為 N0-V
R2	%	$R2 = \frac{N99}{N8}$ ，為一實驗環境差異轉換率，代表道路與實驗室之駕駛環境差異。 藉由 R2 可將 N8-V 曲線轉換為 N99-V 曲線
R3	%	$R3 = N5 - N0$ ，為一重量差異轉換率，代表每個車速下 N5 與 N0 之能耗、排放差值，亦即車重差異對於能耗、排放之影響。
R6	%	$R6 = N7 - N5$ ，為一是否開頭燈/空調差異轉換率，代表每個車速下 N7 與 N5 之能耗、排放差值，亦即是否開頭燈與空調差異對於能耗、排放之影響。
R7	g/s (或 %)	$R7 = N7 - N0$ (或 $\frac{N7}{N0}$)，為一車重/頭燈/空調之綜合轉換率，代表在法規審驗測試之行車型態下，實驗條件與法規審驗條件差異，此條件差異包含車重與是否開頭燈與空調差異。 藉由 R7 可將 N0-V 曲線轉換為 N7-V 曲線
R8	%	$R8 = \frac{N8}{N7}$ ，為一行車型態差異轉換率，代表在實驗條件下，道路類型行車型態與法規審驗測試行車型態差異。 藉由 R8 將 N7-V 曲線轉換為 N8-V 曲線
R9	g/s (或 %)	$R9 = N8 - N10$ (或 $\frac{N8}{N10}$)，為一車重/頭燈/空調之綜合轉換率，代表在道路類型行車型態下，實驗條件與法規審驗條件差異，此條件差異包含車重與是否開頭燈與空調差異。 藉由 R9 將 N10-V 曲線轉換為 N8-V 曲線
R10	%	$R10 = \frac{N10}{N0}$ ，為一行車型態差異轉換率，代表在法規審驗條件下，道路類型行車型態與法規審驗測試行車型態差異。 藉由 R10 可將 N0-V 曲線轉換為 N10-V 曲線
R11	%	$R11 = \frac{N99}{N7}$ ，為一實驗環境與行車型態之綜合轉換率，代表實驗環境及行車型態之綜合差異對於能耗、排放之影響。 藉由 R11 可將 N7-V 曲線轉換為 N99-V 曲線
R12	%	$R12 = \frac{N7}{\overline{N7}}$ ，為一將 $\overline{N7}$ 展開為動態曲線之轉換率，代表 $\overline{N7}$ 與 N7-V 曲線的差異比例。 藉由 R12 可將 $\overline{N7}$ 展開為 N7-V 曲線
R-oil	g/s	$R\text{-oil} = (N0\text{-}97) - (N0\text{-}96)$ ，為每個車速下 N0-97 與 N0-96 之差值，代表 96 年油品與 97 年油品之差異。
$\hat{R0}$	%	R0 推估方程式

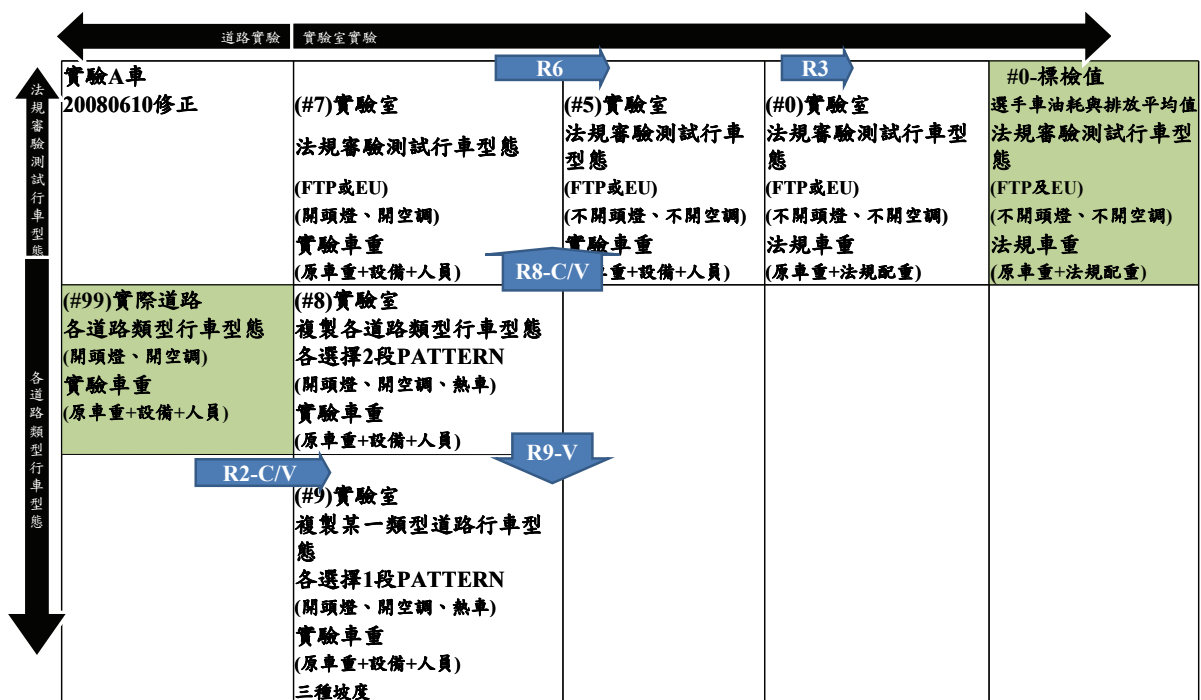
符號	單位	意涵
$\hat{R}2$	%	R2 推估方程式
$\hat{R}7$	%	R7 推估方程式
$\hat{R}8$	%	R8 推估方程式
$\hat{R}10$	%	R10 推估方程式
$\hat{R}11$	%	R11 推估方程式
$\hat{R}12$	%	R12 推估方程式
$\hat{N}7$	g/s	藉由 $\hat{R}12$ 可將 $\overline{N}7$ 展開為 $\hat{N}7$ 方程式
$\hat{N}99^1$	g/s	以路徑 1 轉換率建構之推估方程式
$\hat{N}99^2$	g/s	以路徑 2 轉換率建構之推估方程式
$\hat{N}99^3$	g/s	以路徑 3 轉換率建構之推估方程式
$\hat{N}99$	g/s	以實際道路實驗資料所建構之推估方程式

註：文中若於各符號前加註「A-」者表示為實驗A車之數值、轉換率或方程式；「B-」則為實驗B車；而「AB-」則為實驗A車、B車 2車通用。

資料來源：本計畫。

2.6 96 年研究結果檢討與 97 年研究重點

本計畫於 96 年運用單一類型車輛（實驗 A 車：All New Space Gear Exceed 2.4），並裝載新式車載量測設備，進行包含國道（CLASS 1）、快速道路（CLASS 11）、省道低干擾 2 車道（CLASS 24）、省道高干擾 2 車道以上（CLASS 27）、縣道低干擾 2 車道（CLASS 34）等 5 種道路類型的道路實驗（#99），以及對應之實驗室實驗（#8）；同時，為能建立其與車輛審驗測試之標檢值相比對的關聯模式，而設計執行 #0、#5、#7 等實驗室實驗，以期逐步釐清重量差異轉換率（R3）、是否開頭燈/空調差異轉換率（R6-V）等，對於車輛能耗、排放特性的影響。有關各項道路實驗與實驗室實驗項目，可參見圖 2.6.1。各項實驗共建立一超過 20 萬筆數據之資料庫，以下將 96 年已完成之研究成果，摘述如後；同時提出 97 年度續予探討之研究重點方向。



註1：C表示假設該參數會因道路類型而有所不同關係；V表示假設該參數與車速有關係，會因車速高低而有所不同。

註2：R2：實驗環境差異轉換率；R3：重量差異轉換率；R6：是否開頭燈/空調差異轉換率；R8：行車型態差異轉換率。

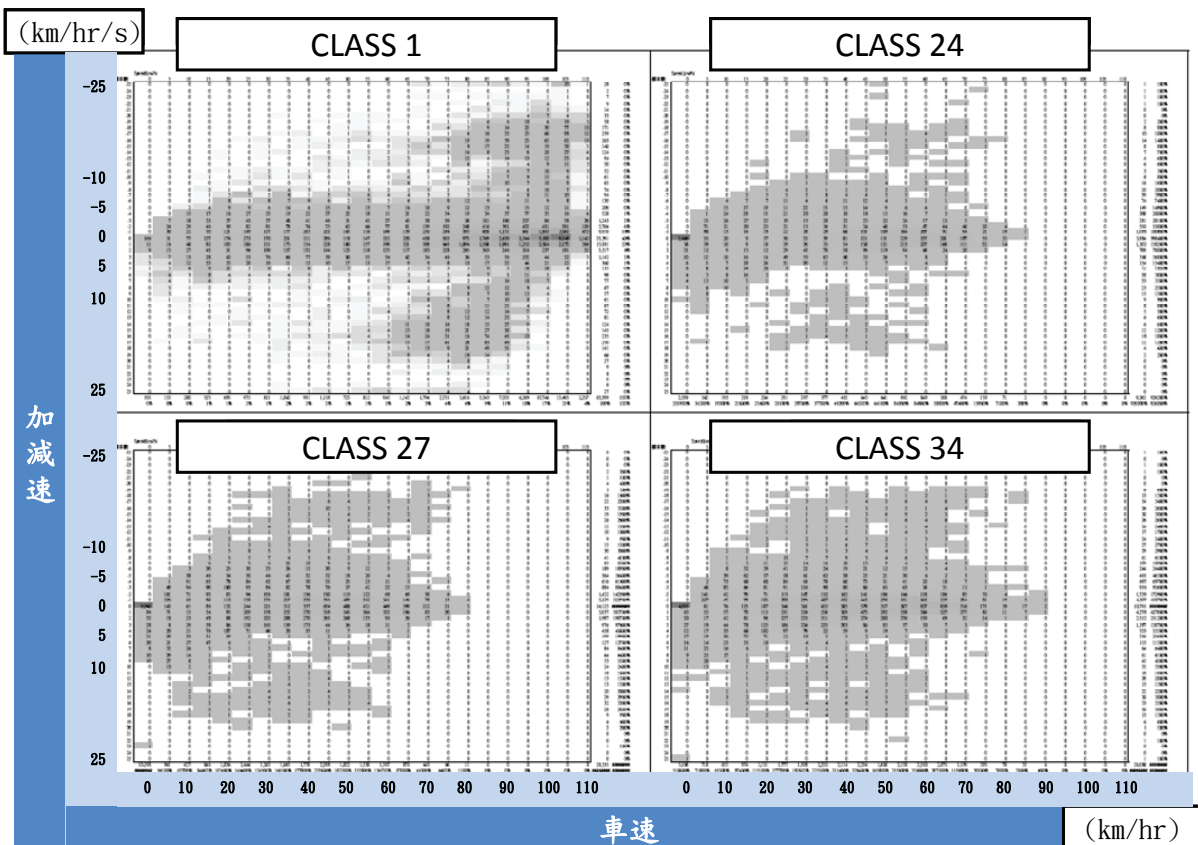
資料來源：修改自本計畫96年度研究成果。

圖 2.6.1 本計畫實驗設計：96 年

2.6.1 道路實驗之補充調查

1. 車速/加減速分布矩陣分析

首先，本計畫針對 96 年之道路實驗資料進行初步分析，其中，有關各道路類型之車速/加減速分布矩陣（Speed/Acceleration Frequency Distributions, SAFDs）之分析結果可參見圖 2.6.2，此結果顯示：不同道路類型的特性差異，對於車輛的車速與加速行為有顯著影響。此結果也印證本計畫的基本假設，亦即，某些無法直接運用於運輸規劃模式中的行車動態因素（如加減速），應可藉由道路類型之差異，來呈現其對於車輛能耗與排放的影響。因此，本計畫透過各道路類型（c）的 $N_{c,v}$ 曲線，將該等行車動態差異之影響，直接反映於模式推估結果中，除了可簡化模式應用之外，同時亦可與運輸需求模式之輸出項目接合。



註：圖中底色越深顯示該狀態之樣本數越多。
資料來源：本計畫。

圖 2.6.2 各道路類型之 SAFDs 圖：A 車 96 年結果

2. 能耗、排放與車速之圖型分析與初步建構之 $N_{c,v}$ 推估方程式 (\hat{N}_{99-V})

基於上述之基本假說，本計畫僅選取車速 (v) 作為各道路類型之推估方程式輸入變數，其他動態影響因素之影響，則可以道路類型別 (c) 予以呈現於 $N_{c,v}$ 曲線中。因此，針對所取得之道路實驗資料，探討各種道路類型，不同車速下的能耗、排放率的趨勢圖形，並依據該趨勢，分別建構各種道路類型之 $N_{c,v}$ 推估方程式。

由圖型分析可發現：在不同的道路類型上，車輛的 FUEL 與 CO_2 隨車速改變之趨勢類似，且 CO 與 THC 類似，而 NO_x 隨車速變化之趨勢，則與其他排放物有較明顯的差異。同時，也以統計方法建構以車速為主要解釋變數的推估方程式、檢定比較分析，結果顯示：不同道路類型，其能耗、排放率隨車速之分布型態不盡相同，且各道路類型間有顯著差異存在。

在選擇上述各道路類型能耗與排放推估方程式 (\hat{N}_{99-V}) 的配適函數時，本計畫考量係數方向一致性、判定係數高低、校估參數顯著性等原則。96 年嘗試以多種函數型態（包括多項式、指數函數等）配適比較分析後，

選出的推估方程式為：CO 與 THC 採用指數方程式，而 FUEL 與其餘排放則採用車速的三次式作為 $\hat{N}99-V$ 推估方程式。統計數據顯示：這組推估方程式能夠有效推估該實驗車輛在不同道路類型之各種車速下，每秒之能耗與 4 項排放率 (g/s)；且不同道路類型、各排放物之車速函數型態不盡相同。但是對於 NO_x 的解釋能力較差；且以圖形檢核發現，CO 與 THC 之推估方程式在曲線的兩端（低速、高速區間），推估值隨車速變化趨勢亦與實驗結果有所出入。

3. 97 年度研究重點

根據本計畫於 96 年度道路實驗之調查與研究結果，已可初步驗證本計畫之最初假說：當車輛行駛於不同道路類型上時，隨著速限、停等次數、道路設計等道路特性的改變，其能源消耗與排放特性會顯著不同。但此一結果暫時無法作進一步推論應用，對此，茲以表 2.6-1 說明 96 年期實驗結果應用限制，及對應之 97 年期實驗研究重點。

表 2.6-1 97 年道路實驗研究重點

96 年實驗結果之應用限制	97 年實驗研究重點
(1) 實驗 A 車道路實驗之缺漏補充調查	
實驗 A 車所進行之實驗尚未涵蓋所有重要道路類型： 96 年所進行之道路類型僅包含 5 種（國道 CLASS 1、快速道路 CLASS 11、省道 CLASS 24 及 27、縣道 CLASS 34），缺乏鄉道與市區道路之測試結果。 實驗 A 車的資料完整性： 快速道路測試資料不足，可能導致函數配適度較差。	實驗 A 車補充調查： 包括快速道路 CLASS 11 資料補測，以及鄉道和市區道路之調查測試；使實驗 A 車之相關調查，完整包含運輸需求模式公路網中 7 種主要道路類型。
(2) 實驗 A 車關聯模式之完備與改善	
CO 與 THC 原採用指數曲線作為其推估方程式，故與其他排放的函數型式不同且配適度較差。	檢討 CO 與 THC 之推估方程式，嘗試運用其他函數建構 $N_{c,v}$ 推估方程式。
各道路類型之樣本數有所差異，因此可能對於推估方程式之建構、統計方法與檢定結果等造成影響。	為確認後續各道路類型間關聯性之比較分析的統計方法，擬在 7 種道路類型調查資料中，先以抽樣方式，建立各道路類型樣本數約略相當的資料庫，以檢定各道路類型實驗數據是否符合同質性假說，再選擇合適的統計方法，進行後續的變異數分析。
各道路類型之車速限制不同，因而造成速限值上下之能耗與排放樣本數不夠或有極端值出現，可能對於分析結果造成影響。	依據道路與實驗室實驗之數據，選定模式參數所能推估之最高值；並視初步結果，決定是否針對極端值做進一步的處理。
(3) 關聯模式之穩定性	
96 年度之結果僅係單一車輛（實驗 A 車）之調查與統計分析結果，所建構之關聯模式可能無法推廣應用至其他車輛。	增加一部實驗車輛（實驗 B 車），進行 7 種道路類型之調查，以與實驗 A 車之結果相互比對，驗證所建構關聯模式之穩定性。

資料來源：本計畫。

由上表可知，97 年道路實驗之研究重點，分別為：(1) 實驗 A 車道路實驗之缺漏補充調查，(2) 實驗 A 車關聯模式之完備與改善，(3) 關聯模式之穩定性等。

(1) 為補足 96 年度實驗 A 車道路實驗之缺漏，本計畫將持續蒐集與調查實驗 A 車不足之資料，研究內容包含：既有道路類型資料庫完

備，以及新增鄉道與市區道路等重要道路類型之補充調查等，以持續建構該實驗車輛之 $F_{c,v}$ 曲線。

- (2) 為確保實驗 A 車關聯模式之推估能力，需進一步整合 2 年度之資料庫數據，並針對各道路類型之 $N_{c,v}$ 推估能力加以改善。此外，也將採用統計檢定方法，探討道路類型 $N_{c,v}$ 曲線合併之可能性，以簡化未來運輸規劃模應用時之不便。
- (3) 為將單一種類車輛之關聯模式推廣應用之其他車輛，本計畫於 97 年度增加另一種類實驗車輛（實驗 B 車—國瑞 TOYOTA YARIS 1.5E），進行 7 種道路類型之相關實驗調查與分析，並與實驗 A 車之結果相互對比，藉由 2 種類實驗車輛之結果相互比對，驗證不同車輛之 $F_{c,v}$ 是否具備穩定性，以逐步確認和建構出能夠兼納車輛能耗與排放關聯分析之運輸規劃評估模式。

2.6.2 實驗室實驗之資料分析

針對實驗室實驗，本計畫 96 年度已進行多項檢定與統計分析，以探討影響車輛能源消耗、排放特性的動態因素。其中關於行車型態差異（比較 FTP/EU 法規審驗測試、我國代表性行車型態之北/中/高 3 都會區）與坡度差異等，因不屬於本計畫主要研究範疇，不再贅述；有興趣的讀者請自行參閱本所（2008 年 5 月）出版之本計畫 96 年度研究報告書。以下僅針對本計畫建構之關聯模式所需，摘述下列 3 項關聯性初步分析結論：實驗環境差異轉換率（簡稱 R2）、是否開頭燈/空調差異轉換率（簡稱 R6）、重量差異轉換率（簡稱 R3）等。同時亦將於各關聯性的結論分析中，指出 97 年度實驗室實驗之資料分析重點方向。

1. R2（實驗環境差異轉換率）

R2 可由道路實驗（#99），同時搭配之實驗室複製實驗（#8）資料加以分析，以釐清車輛於實際道路行駛時之能源消耗、排放特性，與實驗室之差異，初步假設 R2 可能會隨車速、道路類型差異而有所不同。

依據 #99 與 #8 各道路類型、各排放間之 N-V 分布圖形、平均數檢定與變異數檢定分析結果發現：道路實驗 #99 與實驗室實驗 #8 之能耗與排放，N-V 圖型分布趨勢相似；能耗與排放率之平均值，除少部分道路類型之外，車輛之能耗、 CO_2 與 CO 皆以道路實驗值較高；變異數亦為道路實驗值的變異程度較大，其中又以 CO 的變異程度差距最大。此結果與文獻回顧結果相似（Qiao, F. et al. (2005)），即車載量測儀器於實際道路上所測得之數據，會高於車輛於實驗室底盤動力計上所量測之結果；這是由於實驗室無法完全掌控實際道路上，所有影響車輛能耗與排放之因素而造成。

不僅如此，對於實驗室與實際道路量測結果的比較分析，本計畫 96 年分析結果顯示：各道路類型、不同排放物之修正係數不盡相同；甚至傾向於「各道路類型之下，平均車速越快，實驗室與實車道路測試結果越相近」的結論時。以上推論一方面表示，過去我國環保部門使用 MOBILE 模式推估排放總量時，採用單一修正係數將實驗室數值轉換為實際道路數值，這種簡化作法有可改進之處；另一方面，似乎意味著本計畫可以持續朝以下方向探討分析：(1) 嘗試針對不同道路類型，建立其各自的修正係數；(2) 嘗試探討該修正係數，與行駛車速間的相關性。

2. R6 (是否開頭燈/空調差異轉換率)

由目前文獻回顧之實驗室經驗顯示，由於「開頭燈」對能源消耗的影響較輕微（能源局 93 年「使用中車輛能源效率評估與提升研究計畫」），因此，多數研究著重於：在 FTP 行車型態下，「開空調」對能源消耗之影響，且結果多以燃油經濟性的倍數或百分比等方式來呈現其間之差異。而針對「開頭燈且開空調」、「EU 行車型態」以及「排放」的影響分析則較為少見。然而，由於天候環境和運輸行為的限制，臺灣車輛實際道路行駛狀態中，開頭燈、空調的傾向非常高；因此，在推估能耗、排放總量時，不宜忽略開頭燈、空調的影響；且並非所有車輛之法規審驗測試皆採用 FTP 行車型態。因此，本計畫為建構 $F_{c,v}$ ，於實驗室實驗設計中，分別進行了 #5 與 #7 之實驗，並藉由該 2 實驗之資料，針對車輛開頭燈且開空調與否的條件差異，分別在不同的行車型態（EU 與 FTP）之下，分析其對於能耗及排放之影響。

本計畫研究結果發現：在不同行車型態下，開頭燈空調對能耗、污染特性的影響程度，並不一致，其中又以 FTP 的差異最為顯著；且開頭燈、空調之行駛狀態，會降低車輛的燃油經濟性，並增加排放，其中又以碳氫化合物增加比例（HC+NMHC）最為顯著（參見表 2.6-2）。

同時，將本計畫之實驗值與既有文獻值相互比對，結果如下表 2.6-2 所示，結果發現：本實驗結果與文獻趨勢一致，即開頭燈、空調之行駛狀態，會降低燃油經濟性，且增加排放；但燃油經濟性降低的幅度小於既有文獻值。然而，96 年度的實驗分析結果，僅針對平均值加以分析，並無進一步將其依照車速展開，故無法進一步探討 R6 與車速之相關性。

表 2.6-2 有無開頭燈、空調之測試結果比較：實驗 A 車

FTP	FUEL	CO	CO ₂	HC	NO _x	NMHC
單位	km/l	g/km	g/km	g/km	g/km	g/km
#5 (無)	8.74	1.55	324.27	0.12	0.10	0.10
#7 (有)	7.68	1.79	369.67	0.15	0.11	0.13
R6 (差值) (#7-#5)	-1.06 (-12.1%) (降低幅度小)	0.24 (+16%) (增加)	45.40 (+14%) (增加)	0.03 (+28%) (增加)	0.01 (+14%) (增加)	0.03 (+30%) (增加)
R6 (倍數) (#7/#5)	0.8788 (1.138 倍) (降低幅度較小)	1.1558	1.1400	1.2775	1.1399	1.2989
既有文獻值	商用車→-16.6% 小客車→1.161 倍 (降低幅度大)					

註1： #5為不開頭燈、空調；#7為開頭燈且開空調。

註2：本計畫實驗條件：FTP、開頭燈且開空調、能耗與排放；文獻實驗條件：FTP、開空調、背景溫度為25度、僅提供能耗資料。

註3：此處商用車指的是小客貨兩用車及3.5噸以下小貨車。

資料來源：本計畫96年度研究成果。

3. R3 (重量差異轉換率)

由 96 年度文獻回顧得知，多數研究著重於：在 FTP 行車型態下，車重差異對能源消耗之影響，且結果多以燃油經濟性的差值等方式來呈現其間之差異。根據能源局 (93) 研究結果顯示，車重對於車輛之能源消耗有一定程度之影響，車重每增加 100 公斤，對商用車 (小客貨兩用車及 3.5 噸以下小貨車) 而言，燃油經濟性會降低 0.328km/l，對小汽車而言，則會降低 0.72km/l；而車重對於排放之影響分析，目前則無明確的數據。

為釐清本計畫因採用新式車載量測設備與實驗人員，所造成之車重差異對於實驗結果之影響，可藉由實驗室實驗設計中的 #5 與 #0 兩實驗項目，進行數據之相互比對，以得到重量差異對於車輛能耗與排放之影響。然而，因 96 年度尚未進行 #0 實驗，因此，僅能就實驗 #5 與 #0-標檢值之重量差異 (222kg)，做一初步的分析。其結果可參見表 2.6-3：本計畫因車重增加，造成燃油經濟性降低 0.29km/l，亦即平均每增 100 公斤，燃油經濟性降低約 0.137 km/l，此降低幅度較文獻值小。此外，也導致所有排放皆增加，尤其以 NO_x 增加幅度最大。

表 2.6-3 車重差異之比較：實驗 A 車

FTP	FUEL	CO	CO ₂	HC	NO _x
單位	km/l	g/km	g/km	g/km	g/km
#0-標檢值	9.03	0.756	310.6	0.107	0.038
#5	8.74	1.551	324.27	0.1153	0.0977
R3 (差值) (#5-#0)	-0.29	0.80 (+105%) (增加)	13.67 (+4%) (增加)	0.01 (+8%) (增加)	0.06 (+157%) (增加)
R3 (倍數) (#5/#0)	0.9683	2.0516	1.0440	1.0779	2.5702
燃油經濟性 (km/l) /100kg	-0.136792 (降低幅度較小)				
既有文獻值 (km/l) /100kg	商用車→-0.328 小客車→-0.72 (降低幅度較大)				

註1：#5總測試重量為2150kg=1820kg（原車重+燃油重）+330kg（設備+實驗人員）；N0-標檢值之總測試重量為1928 kg（2004/05/20 法規審驗測試）=1820kg（原車重+燃油重）+108kg（法規審驗測試配重-FTP）。

註2：此處商用車指的是小客貨兩用車及3.5噸以下小貨車。

資料來源：本計畫96年度研究成果。

由上述 R6 與 R3 之分析結果可知，目前的車輛技術有別於以往，即使因開頭燈、空調與車重增加等因素，造成燃油經濟性降低，其降低幅度皆比以往文獻值來的小。不過，此類影響因素之相關研究，並非本計畫之研究主軸，因此，擬於 97 年度之實驗中，盡可能將上述影響因素，合併於一實驗項目中，並簡化轉換率的數量，將 R6 與 R3 合併為一個轉換率即可。

2.6.3 資料庫重整與模式應用範圍調整

為建構道路實驗 $N_{c,v}$ 曲線與實驗室平均能耗、排放量（ $\overline{N_0}$ 或 N0-標）之間的關聯模式，本計畫持續針對實驗 A 車之各實驗項目結果進行分析。然而，本年度分析過程中發現下述問題，因而於 97 年度將實驗 A 車之既有資料庫進行下述之重整工作（實驗 B 車也以相同的資料進行分析比對）；同時，模式研究對象亦有所調整。

1. 實驗室資料庫重整

由 96 年度所取得之實驗 A 車數據可知，在實驗室各實驗項目（#0、#5 與 #7）之 N-V 分布曲線中，高速區段（車速大於 60 km/hr）內呈現較不穩定的跳動情況，參見附錄 1。初步推論，此結果乃受限於 FTP-市區之行車型態（以下簡稱 FTP-UB）所致：由於 FTP-市區行車型態，在車速高於 60 km/hr 後可取得之樣本點較少，且其最高車速僅達 92km/hr；因此，

造成高速部分的能耗、排放率較不穩定（變異較大），且無法取得車速高於 92km/hr 後的能耗、排放率。有鑑於此，為考量後續推估方程式在高速區段之推估值有效性（推估方程式較為穩定），以及模式應用時對於各道路類型最高速限之推估需求（模式應用有效區間較為充裕），而將 FTP-高速公路型態（以下簡稱 FTP-HY）資料納入資料庫，並藉由 FTP-UB+HY 之綜合資料庫，重新進行所有實驗室之實驗項目結果分析。

2. 模式研究對象調整

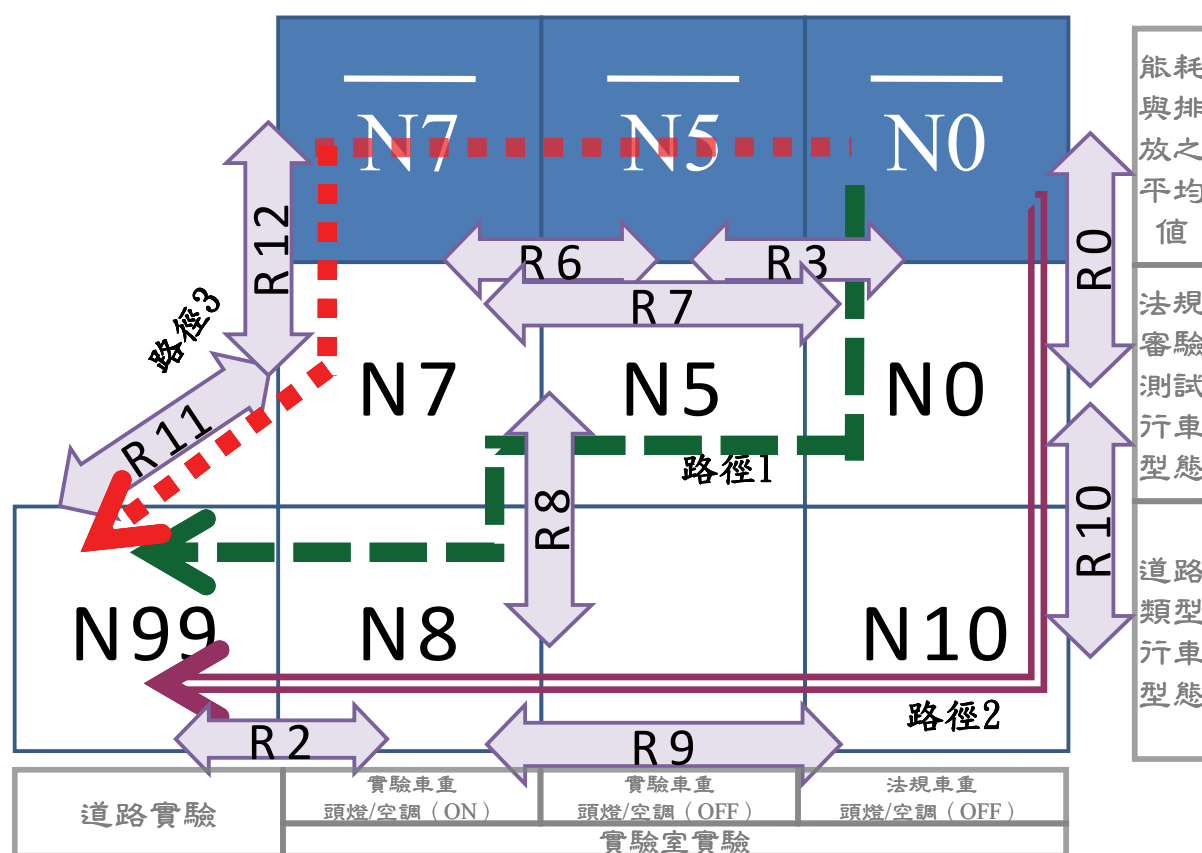
如前 2.2 節所述，運輸部門所關切之公路運輸永續性指標，以能耗與 CO₂ 排放特性為主；至於其他溫室氣體或污染排放物之排放量顯著較少，且能以車輛技術與油品標準等措施，予以有效控制，故在車輛技術領域探討較多，而在運輸規劃或運輸政策分析上較少受到重視。此外，針對 96 年度建構 Nc,v 推估方程式解釋能力較差之 NO_x，本年度曾以車輛技術角度，探討廢氣再循環系統（Exhaust Gas Recirculation, EGR）對於車輛動態行駛排放特性的影響，並彙整成論文發表（請參見附錄 4 所列清單）。從而瞭解到：（1）EGR 系統作動會顯著改變 CO、THC、NO_x 之排放率；（2）EGR 系統作動與否乃是受引擎車速與負載所控制，與行駛車速的直接相關性並不顯著；（3）各車廠控制 EGR 系統作動之設計邏輯不盡相同。由於本計畫 2 部實驗車輛非同一車廠、A 車配備 EGR 系統，但 B 車則否，使得建構以車速為主要變數的關聯模式以掌握 CO、THC、NO_x 排放特性，此一原擬構想之達成，需要非常多的研究投入分析釐清。

考量本計畫研究時程、資源有限，難以建構出多種排放模式，能夠有效兼顧模式共通性、反應多部實驗車輛（受車輛技術特性影響）之排放特性差異。因此，為能聚焦達成本計畫目標，97 年度模式建構將以能耗和 CO₂ 排放為主要研究對象，以期能針對運輸部門之政策分析需求，提供一套關聯模式（#0→#99）作為分析工具，敏感評估運輸策略之能耗與 CO₂ 排放特性。以下有關 97 年度 2 實驗車輛之所有研究內容，將先針對 FUEL 與 CO₂ 為主要分析對象，並完成整體模式建構。而其餘排放物（CO、THC 與 NO_x）則提供道路實驗數據推估方程式（N⁹⁹-V），及彙整 #99 與 #0 兩實驗之動態車速排放對照表（look-up table）（參見第三章、第四章與附錄 1），以提供後續研究參考。

2.6.4 模式建構方式

在建構車輛能耗、排放與運輸規劃作業間之關聯模式時，若能有效運用本計畫所得之各實驗項目成果，則分別可以下列各種不同的路徑加以建構（圖 2.6.3）。其中，長虛線路徑（路徑 1）為本計畫原訂之模式建構方式；而雙實線路徑（路徑 2）則為當初預留模式建構彈性而擬定之另一種

方式；短虛線路徑（路徑 3）則為 97 下半年度嘗試眾多方式後，篩選出推估能力較佳之模式建構方式。以上各路徑之替選方案說明分別如下。



註：詳圖參見前圖 2.5.2。
資料來源：本計畫。

圖 2.6.3 關聯模式建構路徑簡圖

1. 長虛線路徑（以下簡稱為路徑 1： $\hat{N}^{99^1} = \overline{N0} \times \hat{R0} \times \hat{R7} \times \hat{R8} \times \hat{R2}$ ）

此路徑乃主要是藉由 #0、#5、#7、#8 與 #99 等各實驗項目結果，將各實驗項目間之轉換率加以串連後，以求得模式最終的能耗、排放推估方程式（ \hat{N}^{99^1} ），亦即 $\hat{N}^{99^1} = \overline{N0} \times \hat{R0} \times \hat{R7} \times \hat{R8} \times \hat{R2}$ 。其中， $\overline{N0}$ 為 #0 實驗所測得之每秒能耗、排放平均值（未來每車均有的法規審驗檢測之標檢值）； $R0$ 則將此平均值轉換為各車速下之平均能耗、排放率（g/s）的轉換率，轉換後之 $N0-V$ 推估方程式（以下稱之為 $\hat{N0}$ ）；其次，再藉由 $\hat{R7}$ 、 $\hat{R8}$ 與 $\hat{R2}$ 等轉換率，將實驗室之平均排放量（ $\overline{N0}$ ）轉換為實際道路之能耗、排放情況。

2. 雙實線路徑（以下簡稱為路徑 2： $\hat{N}^{99^2} = \overline{N0} \times \hat{R0} \times \hat{R10} \times \hat{R9} \times \hat{R2}$ ）

此路徑乃主要是藉由 #0、#10、#8 與 #99 等各實驗項目結果，將

各實驗項目間之轉換率加以串連後，以求得模式最終的能耗、排放推估方程式（ $\hat{N99}^2$ ），亦即 $\hat{N99}^2 = \overline{N0} \times \hat{R0} \times \hat{R10} \times \hat{R9} \times \hat{R2}$ 。其中， $\hat{N0}$ 之求算方式與前述相同；但後續改以 $\hat{R10}$ 與 $\hat{R9}$ ，分別取代 $\hat{R8}$ 與 $\hat{R7}$ 等轉換率，以將實驗室之每秒能耗、排放率（ $\overline{N0}$ ）轉換為實際道路之能耗、排放率。此路徑與上述路徑1之差異在於：路徑1之行車型態差異，乃藉由 $\hat{R8}$ （#8與#7之關係）來呈現；而路徑2則以 $\hat{R10}$ （#10與#0之關係）來呈現，二轉換率之目的雖相同，但其轉換關係所隱含的意涵卻有所差異，進而可能對模式的推估能力造成影響。有關兩者之差異可參見下表2.6-4。

表 2.6-4 不同建構路徑比較

模式建構路徑	長虛線路徑：路徑 1	雙實線路徑：路徑 2
轉換關係	$\hat{N99}^1 = \overline{N0} \times \hat{R0} \times \hat{R7} \times \hat{R8} \times \hat{R2}$	$\hat{N99}^2 = \overline{N0} \times \hat{R0} \times \hat{R10} \times \hat{R9} \times \hat{R2}$
所需轉換率	$\hat{R7}$ ：#7與#0關係 $\hat{R8}$ ：#8與#7之關係	$\hat{R9}$ ：#8與#10之關係 $\hat{R10}$ ：#10與#0之關係
轉換關係意涵差異	實驗條件下所建構之道路類型與法規審驗測試行車型態轉換關係。	法規審驗條件下所建構之道路類型與法規審驗測試行車型態轉換關係。
轉換關係特點	尚未排除重量差異、是否開頭增空調的差異，可能使 $\hat{R8}$ 的轉換關係相對較不穩定。	已排除重量差異、是否開頭增空調的差異，可能使 $\hat{R10}$ 的轉換關係相對較為穩定。
優點	#7實驗次數與經費較為節約，有利降低後續研究成本。（同一種法規審驗測試重複3次） $\hat{R7}$ 轉換率，有既有文獻可供參考比對。	$\hat{R10}$ 關係式建構在法規審驗條件下，可避免實驗車輛特性差異，對於 $\hat{R8}$ 所造成之影響。
缺點	$\hat{R8}$ 可能受到實驗車輛特性差異影響，而導致轉換率較不穩定。	#10之實驗次數與經費較#7高，不利後續研究。（各道路類型x2段x3次，以本計畫實驗設計為例，應共進行42次實驗） 受限於研究經費，實驗A車僅挑選2種道路類型（CLASS 1與27），進行#10實驗。 $\hat{R9}$ 轉換率，較為不穩定，且無法直接參照文獻。

註：實驗條件：開頭燈、開空調、車輛搭載車載量測設備之狀態；法規審驗條件：不開空調、不開頭燈、車輛為空車。

資料來源：本計畫。

3. 短虛線路徑（以下簡稱為路徑3： $\hat{N99}^3 = \overline{N7} \times \hat{R12} \times \hat{R11}$ ）

此路徑乃藉由#7與#99等各實驗項目結果，將各實驗項目間之轉換率加以串連後，以求得模式最終的能耗、排放推估方程式（ $\hat{N99}^3$ ），亦即 $\hat{N99}^3 = \overline{N7} \times \hat{R12} \times \hat{R11}$ 。其中， $\overline{N7}$ 為#7實驗所測得之每秒能耗、排放平均值； $\hat{R12}$ 則將此平均值轉換為各車速下之平均能耗、排放率（g/s）的轉換

率，轉換後之 $N7-V$ 推估方程式稱之為 $\hat{N7}$ ；其次，再藉由 $\hat{R11}$ （行車型態與實驗環境之綜合差異），取代 $\hat{R8}$ （行車型態差異）與 $\hat{R2}$ （實驗環境差異）等轉換率，運用 $\hat{R12}$ 與 $\hat{R11}$ ，能夠將實驗室之能耗、排放平均值（ $\overline{N7}$ ）轉換為實際道路之能耗、排放曲線（ $\hat{N99^3}$ ）。

最後，再運用 #7 與 #0 平均值差異（ $\overline{R7} = \overline{N7} - \overline{N0}$ ；或 $\overline{R7} = \overline{N7} / \overline{N0}$ ），連結 $\overline{N7}$ 與 $\overline{N0}$ ，建構完整之關聯模式。其中， $\overline{R7}$ 可參考能源局及環保署，在過去進行之相關研究與經驗所得之車重、頭燈、空調等調整係數，以本計畫實驗結果驗證，建立適當的轉換公式。

2.7 小結

本章以 96 年度研究成果為基礎進行檢討分析，蒐集探討國外類似研究的最新動向，提出本年度之模式概念架構修正、研究設計修正等，作為推進 97 年度研究工作的基礎，並因應階段性研究成果之回饋，重整資料庫、調整模式研究對象和模式建構方式。以下綜述本年度（97）之研究重點，及其對本計畫研究成果之可能影響。

1. 模式概念架構與研究設計修正

本計畫建構之關聯模式概念架構仍遵循 96 年度研究成果，但修正並補充說明其整合於運輸模式應用時之作業流程如圖 2.4.1。本計畫採用道路類型與行駛車速，建構車輛動態行駛之能耗、排放率曲線（ $N_{c,v}$ ），運用運輸規劃模式路網指派模組輸出之各路段旅行時間，和車隊技術比例加權平均之總體標檢值，可以推估車輛運轉狀態之能耗與排放量，再運用旅次起迄分布矩陣估算冷啟動之能耗、排放量，與車輛運轉狀態之能耗、排放量相加，即可得到公路路網之總能耗、排放量。由於本計畫所建構之車輛動態行駛能耗排放率曲線，對於車流特性（路段類型、行駛車速等）具有敏感性，所求得之能耗與排放總量會隨路網指派結果而顯現差異，反應出路段類型、指派流量、行駛車速等變化，對於永續性指標的影響，故能夠提供一套分析工具，敏感反應交通量重分配或擁擠減輕對策之能耗與排放的影響，提供運輸決策者掌握永續性評估的相關資訊，作為方案評估的參考。雖然以上之基本概念與 96 年度相同，但在階段性研究成果的基礎上，97 年度調整研究設計如圖 2.5.2。與 96 年度相比較，所修正之實驗設計、關聯模式建構路徑等，逐項說明如下。

2. 實驗設計調整

96 年度研究結果已初步驗證本計畫之最初假說，可以建構一套隨道路類型、車速變化之能耗、排放率模式；亦初步釐清車輛重量差異、開啟頭燈空調與否、道路坡度等，對於能耗、排放特性的影響，並檢視分析本計

畫研究成果與相關文獻之一致性。考量本計畫目標及研究資源有限，97 年度本計畫則聚焦於比較道路實驗（#99），以及實驗車條件進行法規審驗測試（#7）二者間的能耗、排放特性差異。97 年度實驗設計與 96 年之差異（圖 2.5.2 與圖 2.6.1）有三，分述如下。

- （1）首先，受限於實驗資源，針對 97 年新增之實驗 B 車，簡化其實驗室法規審驗測試行車型態下所進行之實驗。包括：不區分車重差異、開啟頭燈空調與否的影響，省略 #5 實驗，僅進行足以分析實驗條件與法規審驗條件差異（車重增加 222 公斤、開啟頭燈空調）之綜合效果的實驗室 #0 與 #7 實驗。同時，考量該車輛在臺灣公布之法規審驗檢測值係循 FTP 檢測規範進行，與 A 車相同足以進行比較分析，而不進行 EU 測試規範之相關實驗，僅以 FTP 測試規範進行上述之 #0 與 #7 實驗。
- （2）其次，本年度暫不執行坡度實驗（#9）。主因為運輸規劃模式中並未呈現路段之坡度變化，且 96 年分析成果大致與相關文獻結論一致，故不在本計畫再做深入探討。
- （3）另外，為預留模式建構之多元路徑的可能性，97 年度增加 #10 實驗，以法規審驗條件（不開頭燈空調、法規車重）進行各道路類型行車型態之複製實驗。

3. 道路實驗補充調查

根據 96 年度調查與研究結果，本年度進行實驗 A 車道路實驗補充調查，以補足樣本數不足之道路類型（快速公路/快速道路），以及尚未含括之道路類型（市區道路與鄉道），以掌握運輸規劃模式中所有重要道路類型之道路實驗資料。同時增加另一種實驗車輛（實驗 B 車），進行 7 種道路類型之相關實驗調查與分析，以與實驗 A 車結果相互比對，驗證本計畫所建構之 N_c, v 曲線、關聯模式等，在不同車輛之間是否具備穩定性。

4. 實驗室資料庫重整

為提高實驗室數據在高速區間之穩定性，以建構解釋能力較高的推估方程式，並因應未來模式應用時對於各道路類型最高速限之推估需求，97 年度進行了實驗室資料庫重整工作。係將法規審驗測試之實驗數據（#0、#7），同時納入 FTP 市區行車型態與高速公路行車型態之實驗結果；並據此重新進行實驗 A 車、B 車之轉換率分析與模式建構工作。也因此，97 年度實驗 A 車之相關分析結果，與 96 年研究成果有所差異。

5. 模式研究對象調整

考量本計畫研究時程、資源有限，並期望能聚焦於運輸部門政策分析需求，故 97 年度模式建構將以能耗（FUEL）和 CO₂ 排放特性為主要研究

對象，完成整體模式建構（#0→#99），提供一套關聯模式作為公路運輸永續性指標的分析工具。至於其他3項排放物（CO、THC與NO_x），則考慮排放量顯著較少，能以車輛技術與油品標準等措施予以有效控制，並非運輸策略評估之核心關切；是故本計畫僅分別於第三章、第四章與附錄1提供道路實驗數據所建構之推估方程式（N99-V）、道路實驗（#99）與法規審驗測試（#0）之隨車速變化車速排放對照表等分析，以供後續研參考。

6. 依據道路實驗數據修正推估方程式（N99-V）之配適函數

96年度已經針對實驗A車之道路實驗數據，初步建立一組隨道路類型、車速變化之能耗、排放推估方程式；但在部分排放物（特別是NO_x）之解釋能力較差，或在曲線兩端之排放率變化趨勢與實驗結果有所出入（CO與THC），也尚未含括運輸模式之7種重要道路類型（僅有4種）。因此，實驗A車之推估方程式的配適函數，仍有可研議改進之處。97年度即在實驗A車道路實驗補充調查完成之後，以完整的7種道路類型之道路實驗數據，進行不同的配適函數分析，以修正實驗A車之推估方程式；同時亦建構具備一致性之實驗B車之推估方程式。因此，97年度研究結果所提出之配適函數型態（請參見第三、四章），將與96年之研究結論有所不同。

7. 模式建構路徑調整

為建構一組Fc,v 能耗、排放轉換率，將法規審驗測試之平均值（N0-標）展開成為各道路類型之動態能耗、排放率（Nc,v），本計畫96年實驗設計原擬採用圖2.6.3之路徑1方式建構關聯模式。97年度為協調2實驗車輛之各轉換率關係具備一致性，並確保未來模式應用之穩定性，2.6.4節新增研擬了不同的模式建構方式。經比對2實驗車輛之模式建構過程，分析3種模式建構路徑之差異，發現以下課題，而於97年度變更模式建構方式，改採路徑3方式建構關聯模式。後續章節中，將以此路徑3作為建構路徑為主軸，進行相關的分析探討；而其餘路徑之轉換率與模式建構分析初步結果，可參見第5章之簡要討論，以供後續研究參考。

（1）若採用原設計路徑1建構模式，則因2車比較尚不具備穩定性的R7轉換率，其所產生的誤差，將對實際道路能耗、排放之推估能力（N99ⁱ）造成關鍵性的影響。然而，#0～#7過程中之實驗條件變異（車重差異、開啟頭燈空調與否），原非本計畫之重點，亦已有相關文獻探討可供參照。因此，為降低此過程中變異影響模式推估能力，轉而擬以路徑2建構模式。

（2）但路徑2受限於#10實驗所得之結果，僅包含國道（CLASS 1）與省道（CLASS 27）2種道路類型，因而無法充份驗證R10在不

同車輛之間的穩定性。另一方面，透過 2 車分別在 #99 與 #8 之 SAFDs 圖形交叉比對分析後發現(參見第三章圖 3.2.3 與第四章圖 4.2.3)，即使本計畫已儘可能掌握兩實驗所有的控制條件，以期能藉由 $\hat{R2}$ 反應實驗環境之能耗、排放差異；然而，#8 仍無法完全將實際道路之行車狀況複製至實驗室中。因此，在缺乏可靠的 $\hat{R2}$ 轉換率時，便無法運用上述兩路徑建構出穩定的推估方程式 ($\hat{N99}^1$ 與 $\hat{N99}^2$)。

- (3) 是故本計畫最終由上述各模式建構路徑中，選擇較為穩定者（路徑 3），以建構最終之整體模式。

第三章 實驗 A 車之資料蒐集、調查分析 與關聯模式建構

在車輛（靜、動態）能源消耗、排放特性參數之蒐集與調查上，97 年度的工作分為兩部分：（1）96 年度實驗車輛（下稱「實驗 A 車」）之延續性調查，包括道路實驗與實驗室實驗，蒐集實驗 A 車之足夠資料，以建構該實驗車輛在動態行駛條件下，能源消耗、排放與運輸規劃之關聯資料庫。（2）根據實驗 A 車之調查經驗與研究結果，妥善規劃設計另一部實驗車輛（下稱「實驗 B 車」）之特性參數調查計畫，包括實驗 B 車之車輛選擇、道路實驗路線規劃、實驗室實驗設計等，並據以執行道路實驗與實驗室實驗，蒐集實驗 B 車之足夠資料，以建構能與實驗 A 車比對之關聯資料庫。本章將針對實驗 A 車，進行說明與分析。有關實驗 B 車的部分，則於第四章分析之。

首先在 3.1 節說明實驗 A 車於 97 年度進行補充調查項目、取得資料分析與處理。其次於 3.2 節，以重整之實驗室數據資料庫（#0、#7），以及補充完備之道路實驗數據資料庫（#99）和對應之實驗室對比實驗（#8）資料庫，分析各項實驗結果。由於各資料庫數據已與 96 年研究時有顯著差異，因此 3.2 節內容將會全盤修正 96 年之研究成果。而後於 3.3 節中，則以 97 年資料庫為基礎，分別探討不同實驗間之關聯性，並以較為穩定之轉換率，作為後續整體關聯模式建構之依據。接著，3.4 節則依照第二章所述之路徑 3（參見圖 2.6.3），建構實驗 A 車之關聯模式，並針對本計畫之模式推估與實際道路量測結果做一比對與討論。最後，於 3.5 節提供實驗 A 車在不同車速下之能耗、排放對照表，以提供後續研究參考。

3.1 實驗 A 車之資料蒐集

3.1.1 實驗車輛、油品與設備

由於 97 年度所進行之實驗，主要目的在於補充 96 年度不足之資料庫，因此，為確保實驗 A 車所取得之數據與 96 年度資料庫之一致性，所有的實驗條件皆盡可能調整與 96 年度一致，以減少各實驗之控制變數，上述實驗條件分別包括：實驗車輛、油品、實驗設備等，分別羅列如表 3.1-1。

表 3.1-1 實驗車輛、油品與設備說明：實驗 A 車

實驗條件	說明	參照
實驗車輛	延續使用 96 年實驗車輛（中華 Space Gear 2.4）	有關實驗車輛遴選過程、車輛特性等比較考量，請參見本計畫 96 年研究成果報告。
實驗油品	為避免油品差異對實驗數據之影響，97 年實驗 A 車之測試皆採用 96 年度測試之同一批市售 95 無鉛汽油（油品經中油化驗），以控制減少實驗變數	詳細油品參數，亦請參見本計畫 96 年研究成果報告。
實驗設備 （道路：車載實驗設備）	車載量測設備繼續租用 HORIBA OBS-2200 導航系統採用 GARMIN GPSMAP 60CSx，以確保實驗行經路線正確無誤，並紀錄行駛路徑車速等數據	各項主要設備之規格、系統架構、功能等，亦請參見本計畫 96 年研究成果報告。
實驗設備 （實驗室：實驗室設備）	繼續採用 HORIBA 系統之 9000 系列設備	

資料來源：本計畫。

3.1.2 調查實驗設計與執行

根據 96 年實驗 A 車之調查與研究成果顯示：實際道路之不同道路類型（CLASS）所測得的能耗與排放特性，顯著不同；且實際道路與實驗室因量測地點不同，可能造成車輛能耗與排放係數有顯著差異。但由於 96 年度實驗 A 車所進行之實驗，尚未涵蓋所有重要道路類型（僅包含國道 CLASS 1、快速道路 CLASS 11、省道 CLASS 24 及 27、縣道 CLASS 34）；同時，快速道路測試資料之模式配適度較差，因而暫時無法針對上述推論做進一步的探討。有鑑於此，97 年度針對上述議題調整調查實驗設計，其相關內容簡述如下。

1. 道路實驗

97 藉由實驗 A 車所進行道路實驗之補充調查（實驗設計圖參見圖 2.5.2），補足包括：快速公路/快速道路（CLASS 11）資料補測，以及鄉道（CLASS 43）和市區道路（CLASS 53）之調查測試。97 年度實驗 A 車補充調查之實驗路線設計、前測結果、試跑紀錄及實驗日誌等資料，請參見附錄 1.1。由於上述三類道路之實際道路測試，係以 96 年實驗 A 車完全相同之條件執行（如：實驗車重、開頭燈空調、油品、駕駛員等），所得數據資料可直接併入 96 年實驗 A 車道路實驗資料庫中，一併進行分析。經由 97 年道路實驗補充調查，使實驗 A 車研究成果能應用於運輸模式 7 種主要道路類型（參見表 3.1-2），具有較佳的模式應用代表性。

表 3.1-2 道路實驗之研究範圍

運輸需求模式中路網道路分類與屬性			總長度		運量		實驗路線
Level	CLASS	說明	(km)	%	(pcu-km)	%	
1 國道	1	速限 100~110 一般道路段	796	6.72%	21,091,774	14.21%	國道 1 號（新竹-臺北）、國道 2 號、國道 3 號）
2 快速公路/ 快速道路	11	快速公路/快速道路 （完全進出管制）	454.5	3.83%	8,133,844	5.48%	臺 74 線（快官系統-大雅交流道） 臺北市環河快速道路（洲美、環河、水源、新店）、 建國高架
4 省道	24	省道低干擾 2 車道	1,208.40	10.19%	22,397,620	15.09%	臺 1 線及臺 1 乙線（彰化-臺中：車輛中心-彰化系統-快官系統-大雅交流道） 中部地區省道（五權路、大雅路、中清路、中清南路）
	27	省道高干擾 2 車道以上	530.6	4.48%	19,446,270	13.10%	
5 縣道	34	縣道低干擾 2 車道	308	2.60%	5,661,257	3.81%	縣道 142（彰化交流道-車輛中心） 縣道 122（竹林交流道-新竹中繼站-新竹交流道）
6 鄉道	43	鄉道低干擾 1 車道	395.2	3.33%	2,088,141	1.41%	彰 24（車輛中心-鹿港鎮溝乾巷）
7 市區道路	53	市區道路高干擾	682.7	5.76%	11,246,289	7.57%	臺中市文心路、文心南路
小計			4,375.40	36.91%	90,065,195	60.67%	
全路網			11,853.90	100.00%	148,472,391	100.00%	

註：1.快速公路管理權責屬於公路總局，快速道路管理權責屬於地方政府，兩種道路特性相近，故在運輸需求模式中視為同一類型道路，本計畫以快速道路為主要實驗路線。

2.所列車道數均為單向車道數。

3.省道、縣道、鄉道及市區道路的干擾程度係沿用「國家永續發展之城際運輸系統需求模式研究(3/4)」(本所，2007)的道路分類方式，分別依照道路幾何特性、路口與號誌干擾、坡度與曲線、週邊土地使用情形…等條件加以判斷。

4.總長度與運量數據來自「國家永續發展之城際運輸系統需求模式研究(2/4)」(本所，2006)。運量已經包含機車、小客車、小貨車、大客車、大貨車及聯結車之運量。

資料來源：本計畫。

2. 實驗室實驗

(1) #8 及 #10

為了解實際道路與實驗室車輛能耗、排放之差異，本計畫透過 #8 實驗設計，掌握實際道路與實驗室車輛能耗、排放之差異。因此亦依據 96 年相同方法，將 97 年補測及新增共 3 種道路型態 (CLASS 11、CLASS 43、CLASS 53) 之實際道路數據擷取紀錄之中，選取可供轉換之有效實際道路數據擷取紀錄，再依據實際道路行車型態轉換曲線，複製至實驗室中進行排放、燃油經濟性測試 (#8、#10)。2 者採用同樣的實際道路行車型態轉換曲線，進行同樣的實驗室實驗。不過，#8 是以「實驗條件」(實驗車重、開頭燈及空調)進行；96 年測試之 5 種道路類型，亦進行同樣的實驗。然而，#10 則是 97 年度新增實驗，乃是以「法規審驗條件」(法規車重、

不開頭燈及空調)進行。因此，#8 與 #10 二者的差異包括了重量差異 (R3)，是否開頭燈空調 (R6) 的差異。

97 年度新增 #10 實驗，乃是為保留未來模式建構的彈性，可以由 R8-C/V (#8 與 #7 之關係) 與 R10-C/V (#10 與 #0 之關係) 二者中，選擇較為穩定者，建構最終的轉換模式。二者之相對特性可對比如表 3.1-3。

表 3.1-3 實驗室 #8 與 #10 實驗特性比對

轉換關係	R8-C/V	R10-C/V
實驗室實驗	#8 與 #7 之關係	#10 與 #0 之關係
轉換關係意涵	實驗條件下所建構之道路類型與法規審驗測試行車型態轉換關係。不過，R8-C/V 所對應的 #7 實驗，僅需針對單一法規審驗測試行車型態進行	法規審驗條件下所建構之道路類型與法規審驗測試行車型態轉換關係
轉換關係特點	尚未排除重量差異、是否開頭增空調的差異，可能使 R8-C/V 的轉換關係相對較不穩定	已排除重量差異、是否開頭增空調的差異，可能使 R8-C/V 的轉換關係相對較為穩定
實驗需求	#8 需依據不同道路類型進行 7 類實驗	#10 需依據不同道路類型進行 7 類實驗
	#7 僅需依照法規審驗測試行車型態進行 1 類實驗	#0 僅需依照法規審驗測試行車型態進行 1 類實驗

資料來源：本計畫。

針對 #8 之 3 種道路類型 (CLASS 11、CLASS 43 及 CCLASS 53) 補測，考量 CLASS 11 於去(96)年已有部分之數據，因此今(97)年度只補測部分實驗 (區段代號為 C)，只選擇該路型單區段進行；另 2 種道路型態分別切分成具有代表本道路型態之 2 區段 (區段代號分別為 A、B。每種型態各區段重複 3 次，以求得穩定數據，共進行 15 車次測試。97 年 #8 實驗各區段之行車型態請參見附圖 1.1.4~1.1.8。

不過，受限於實驗資源 (經費、剩餘 96 年油品與研究期間等)，實驗 A 車 97 年新增 #10 實驗，無法如同 #8 一般，進行 7 種道路類型的所有比對實驗。經過團隊深思討論之後，本計畫僅能在資源最有效運用的整體考量下，依據 97 年分析結果 A 車統計數據分析結果中，選擇較具類型代表性之 CLASS 1 (高速公路速限 100~110 一般道路段) 及 CLASS 27 (省道高干擾 2 車道以上) 這 2 種道路類型，進行實驗 A 車 #10 之補充實驗。因此，未來 R10 將會僅有 2 種道路類型之轉換關係，可供與 R8 進行統計特性與穩定度的比對。97 年度實驗 A 車新增 #10 以 2 種道路類型 (CLASS 1 及 CLASS 27) 在 #8 所運用的 2 區段，以法規審驗條件 (法規車重、不開頭燈空調)，執行類似 #8 之實驗。每種型態各區段亦重複 3 次，以求得穩定數據，共進行 12 車次測試。

(2) #0 (FTP 及 EU)

另外，為能夠有效建構完整之關聯模式，97 年度亦新增執行 #0 法規

審驗條件之實驗室實驗。以實驗 A 車依據法規審驗條件（法規車重、不開頭燈及空調），進行 2 種既有法規審驗測試（FTP 和 EU），以擷取實驗 A 車於法規審驗條件下每秒之能耗、排放值，藉此可與法規審驗測試公告之車輛能耗、排放平均值（標檢值 #N0-標）進行比對，建立 R0-V 之轉換率，且 R0-V 會隨車速而不同，如此可將單一的法規審驗測試平均值，展開成各種車速下的能耗、排放率。

3.1.3 實驗數據回收處理結果彙整

以下彙整說明實驗 A 車各項實驗數據回收處理結果。道路實驗（#99）在各道路類型所取得之樣本數、車速分布等如表 3.1-4 所示。合計實驗 A 車共計取得 160,572 筆有效數據可供分析；其中包括 96 年度資料庫及 97 年度補測結果，並依據研究分析需求重新彙整，相關說明請參見表下註解。

實驗室道路類型複製實驗（#8 及 #10）所採用之行車型態測試曲線，係遵循 96 年研究方法，根據道路實驗（#99）取樣車速分布比例挑選（參見表 3.1-5）。道路實驗（#99）各道路類型資料之道路車速分布如表 3.1-5 所示；據以挑選出之行車型態特性比較羅列如表 3.1-6。

表 3.1-4 道路實驗（#99）取樣車速分布表：實驗 A 車

	道路類型/道路名稱/道路屬性 (CLASS)						
	1	11	24	27	34	43	53
車速範圍 (km/hr)	國道：限速 100~110 一 般路段	快速道路： 完全進出管制	省道：低干擾 2 車道	省道：高干擾 2 車道以上	縣道：低干擾 2 車道	鄉道：低干擾 1 車道	市區道路： 高干擾
怠速	193	466	2,519	10,034	4,993	763	5,881
000~010	484	620	580	1,759	1,561	442	1,196
011~020	1,046	1,159	469	1,898	2,126	783	1,058
021~030	1,609	1,018	617	2,916	3,797	1,377	1,516
031~040	1,868	910	835	3,481	4,270	2,831	2,398
041~050	1,614	1,825	1,338	3,988	3,891	3,946	4,935
051~060	1,604	3,579	1,600	2,718	4,610	144	459
061~070	2,757	1,786	1,017	1,210	3,056	-	-
071~080	5,556	250	188	55	375	-	-
081~090	11,474	-	-	-	34	-	-
091~100	15,664	-	-	-	-	-	-
101 以上	11,426	-	-	-	-	-	-
合計	55,295	11,613	9,163	28,059	28,713	10,286	17,443

註1：本表為道路實驗所取得之有效樣本數（＝實際取得樣本數－異常樣本數）。其中，異常樣本數定義為原始資料出現以下狀況：（1）各排放物之濃度及重量<0者；（2）流量計讀數<0者；以及（3）各項排放物重量皆為0者。

註2：為避免速限差異之影響，CLASS 1僅採用國道1號資料，未納入國道3號資料。CLASS 11則僅採用建國快速道路資料，未納入96年調查快速公路臺74線、97年調查臺北市水源快速道路之資料。

註3：字型粗體為97年調查（CLASS 11、43、53）之道路類型；其餘則為96年度調查。黑色網底標示處為各道路類型前三大樣本數區塊。

資料來源：本計畫。

表 3.1-5 實驗室實驗（#8 及 #10）各道路類型行車型態設計：實驗 A 車

道路類型	測試代號	總時間 (秒)	車速 (km/hr)												相關係數
			怠速(0)	001 ~ 010	011 ~ 020	021 ~ 030	031 ~ 040	041 ~ 050	051 ~ 060	061 ~ 070	071 ~ 080	081 ~ 090	091 ~ 100	101 ~ 122	
1	母體	55,295	0%	1%	2%	3%	3%	3%	3%	5%	10%	21%	28%	21%	
	a	900	1%	2%	5%	4%	2%	1%	1%	3%	3%	11%	37%	30%	0.90
	b	900	0%	1%	2%	1%	3%	5%	7%	9%	13%	16%	26%	17%	0.96
11	母體	11,613	4%	5%	10%	9%	8%	16%	31%	15%	2%	n. a.	n. a.	n. a.	
	b-96 建國	659	8%	1%	1%	1%	3%	5%	25%	56%	1%	n. a.	n. a.	n. a.	0.52
	c	833	5%	10%	9%	2%	4%	10%	42%	9%	8%	n. a.	n. a.	n. a.	0.86
24	母體	9,163	27%	6%	5%	7%	9%	15%	17%	11%	2%	n. a.	n. a.	n. a.	
	a	764	23%	3%	2%	5%	6%	18%	23%	18%	1%	n. a.	n. a.	n. a.	0.89
	b	774	25%	3%	4%	6%	7%	15%	19%	12%	8%	n. a.	n. a.	n. a.	0.93
27	母體	28,059	36%	6%	7%	10%	12%	14%	10%	4%	0%	n. a.	n. a.	n. a.	
	a	900	42%	5%	8%	11%	15%	13%	4%	2%	0%	n. a.	n. a.	n. a.	0.98
	b	900	42%	5%	7%	11%	12%	14%	8%	1%	0%	n. a.	n. a.	n. a.	0.99
34	母體	28,713	17%	5%	7%	13%	15%	14%	16%	11%	1%	0%	n. a.	n. a.	
	a	900	20%	4%	5%	8%	14%	15%	20%	14%	0%	0%	n. a.	n. a.	0.94
	b	900	13%	3%	9%	10%	14%	17%	19%	15%	1%	0%	n. a.	n. a.	0.90
43	母體	10,286	7%	4%	8%	13%	28%	38%	1%	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	
	a	900	10%	4%	7%	11%	25%	42%	1%	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	0.99
	b	883	8%	3%	6%	14%	28%	41%	1%	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	1.00
53	母體	17,443	34%	7%	6%	9%	14%	28%	3%	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	
	a	900	43%	5%	5%	8%	8%	29%	1%	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	0.98
	b	900	41%	6%	7%	8%	12%	23%	3%	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.	0.96

註1：網底部分為97年新增實驗；其他類型已於96年完成測試，但母體數據經97年檢核篩選，重新計算相關係數，與本計畫96年報告書結果略有不同。

註2：道路類型CLASS 11的母體資料包含96、97年建國高架道路，及97年環河快速道路之#99實驗數據；測試路段為依據比母體資料，挑選97年環河快速道路2段實驗數據結合而成；測試路段B-96建國，則為96年當時依據96年建國高架資料所選取的路段，故與目前母體資料的相關係數低。

註3：實驗中所採用之駕駛比對測試曲線，係根據道路實驗取樣車速分布比例挑選，各涵括該類型之道路車速分布，除今年度補測之CLASS 11外（c），每種道路類型取2段，分別以代號a、b識別。

資料來源：本計畫。

表 3.1-6 實驗室實驗（#8 及 #10）各道路類型行車型態特性：實驗 A 車

道路類型 行車型態特性	CLASS 1		CLASS 11		CLASS 24		CLASS 27		CLASS 34		CLASS 43		CLASS 53	
	a	b	b	c*4	a	b	a	b	a	b	a*4	b*4	a*4	b*4
型態時間（秒）	900	900	636	833	764	774	900	900	900	900	900	883	900	900
行駛里程（km）	20.95	19.89	9.81	10.03	7.79	7.75	4.52	4.85	8.49	9.23	7.95	7.91	4.88	4.81
平均車速*1（km/hr）	83.79	79.55	55.51	43.34	36.68	36	18.08	19.4	33.97	36.91	31.75	32.25	19.54	19.28
平均車速*2（km/hr）	84.73	80.45	60.04	45.53	47.8	48.43	31.3	33.26	45.52	42.15	35.38	35.16	34.41	32.49
最大車速（km/hr）	106	107	72	75	72	76	63	62	69	72	52	54	51	54
最大加速（km/hr-s）	6	4	4	9	7	17	9	10	9	10	7	9	14	8
平均加速（km/hr-s）	1.36	1.45	1.22	1.65	1.75	1.86	2.02	2.54	1.72	1.94	2.05	2.4	2.63	2.45
最大減速（km/hr-s）	7	15	6	6	10	11	7	9	14	9	8	8	9	8
平均減速（km/hr-s）	0.63	0.86	0.57	1.69	0.68	0.88	0.68	0.81	0.82	1.02	2.01	2.04	2.64	2.08
區段數*3	2	1	1	4	5	5	6	8	7	5	2	3	10	9
停等比例（%）	1.11	0	7.55	4.69	23.27	25.68	42.11	41.67	20.11	12.44	10	8.16	43.22	40.67

註：*1 含停等（總里程/總時間）

*2 不含停等（總里程/總行駛時間）

*3 區段數代表車速不為0之行車型態出現次數。區段數=1代表測試時間內並無任何停等；區段數=2代表測試過程中，有一段停等時間，將行車型態曲線明顯分成2段，依此類推。

*4 為97年度補測及新增之行車型態特性，其他類型已於96年完成測試。

*5 實驗中所採用之駕駛比對測試曲線，係根據道路實驗取樣車速分布比例挑選，各涵括該類型之道路車速分布，除今年度補測之CLASS 11外（c），每種道路類型取2段，分別以代號a、b識別。
資料來源：本計畫。

實驗室法規審驗測試行車型態資料庫，包含 97 年新增之 #0，以及 96 年已經完成之 #5 與 #7。經資料庫重整後，一併納入 FTP-市區行車型態（以下簡稱 FTP-UB）與 FTP-高速公路型態（以下簡稱 FTP-HY），建構 FTP-市區+高速公路（以下簡稱 FTP-UB+HY）之綜合資料庫；其中所包含之各實驗樣本數分列於表 3.1-7，此為後續相關研究分析之基礎。另外，由於實驗 B 車並未進行 #5 實驗，因此，為與實驗 B 車進行結果比對，以下將不針對實驗 A 車之 #5 做討論。

表 3.1-7 實驗項目之樣本數：實驗 A 車（#0、#7）

單位：筆

實驗編號	(1) FTP-UB	(2) FTP-HY	(總計) FTP-UB+HY
#0 ^{註1}	5,847	2,295	8,142
#5 ^{註2}	5,937	2,295	8,232
#7 ^{註2}	5,865	2,295	8,160
小計	17,649	6,885	35,154

註1：此 #0 為 97 年度所執行之實驗。

註2：#5 與 #7 為 96 年度所執行之實驗。

資料來源：本計畫。

3.2 各實驗項目資料分析（#0、#7、#8、#99）

此小節主要在於說明各實驗項目之能耗、排放特性，以作為後續比較分析的基礎。首先以實驗室法規審驗測試行車型態（#0、#7）比較，分析實驗條件與法規審驗條件差異，包括：車重差異、開頭燈空調與否，對於能耗、排放特性之影響，以作為後續建構 R7 轉換率的基礎。其次以實際道路實驗（#99）與實驗室複製實驗（#8）比較，掌握道路駕駛環境與實驗室環境差異，對於能耗、排放特性之影響，以瞭解後續能否藉由 R2 轉換率建構關聯模式。

3.2.1 實驗室法規審驗測試行車型態實驗（#0、#7）

1. 各實驗項目之能耗、排放平均值

經 97 年重整後資料庫，包含 FTP-UB 與 FTP-HY 之樣本資料。為使將來模式運用時，可直接由實驗室標檢值（N0-標）轉換為隨車速變化之能耗、排放動態曲線，本計畫比照 FTP75 公布法規審驗測試平均值所採用調和平均數公式的計算方法，計算 #0 與 #7 實驗之 FTP-UB+HY 之標檢平均值（g/s），如表 3.2-1 所示。即先分別計算 FTP-UB 平均值與 FTP-HY 平均值，再式 3-1 之調和平均數公式求得 FTP-UB+HY 之能耗、排放標檢平均值（ $\overline{N0}$ 與 $\overline{N7}$ ）。

$$\text{標檢平均值 (g/s)} = \frac{1}{\frac{0.55}{\text{市區耗油量 (g/s)}} + \frac{0.45}{\text{高速公路耗油量 (g/s)}}}$$

式 3-1

表 3.2-1 #0 與 #7 之 FTP-UB+HY 能耗、排放平均值：實驗 A 車($\overline{N0}$ 與 $\overline{N7}$)

單位：g/s

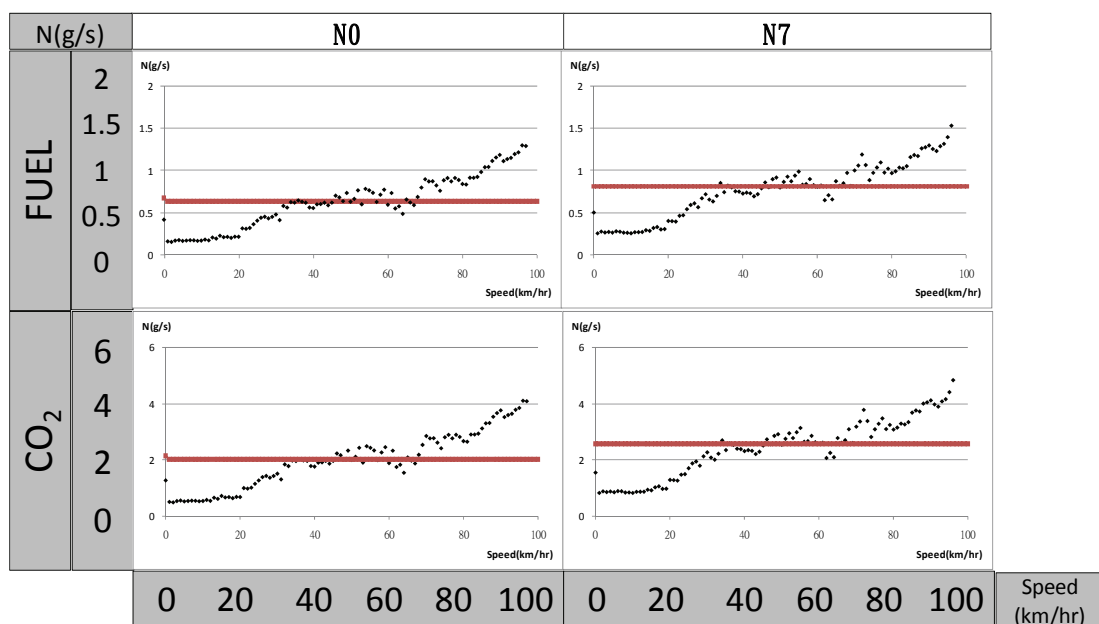
實驗 A 車	能耗、排放	FTP-UB	FTP-HY	FTP-UB + HY
$\overline{N0}$	FUEL	1.011896	1.480704	1.180019
	CO ₂	3.163567	4.684914	3.704975
$\overline{N7}$	FUEL	1.205586	1.742680	1.399712
	CO ₂	3.776196	5.487120	4.392526

單位：g/s。

資料來源：本計畫。

2. N-V 資料庫建置

將 #0 與 #7 之實驗資料，依照不同車速求取能耗、排放率，可得到隨車速變動之能耗、排放動態曲線圖 (N-V)，如圖 3.2.1 所示。而其個別車速下之 N0-V 與 N7-V 對照表，則可參見附表 2.2-1 與附表 2.2-2。



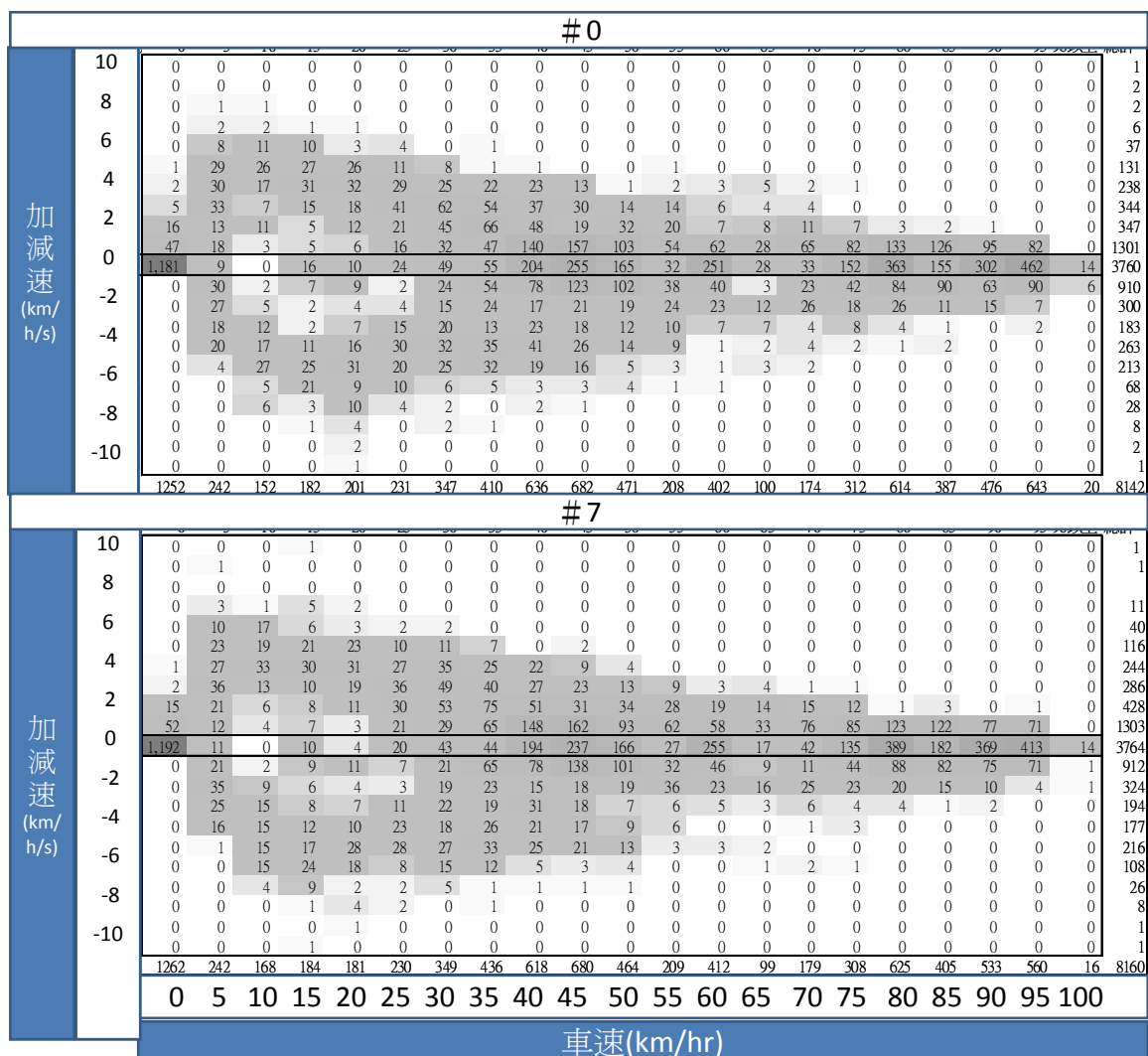
註：圖中實心點為 2 實驗所取得各車速下之每秒實際能耗、排放率平均值 (N0-V 與 N7-V)；實線則為 2 實驗所得總能耗、排放量之平均值 ($\overline{N0}$ 、 $\overline{N7}$)。

資料來源：本計畫。

圖 3.2.1 各實驗之 N-V 分布圖形 (實驗 A 車： $\overline{N0}$ 、N0-V、 $\overline{N7}$ 、N7-V)

3. 車速/加減速分布矩陣分析

圖 3.2.2 為根據 #0 與 #7 各樣本點之車速與加減速分布加以繪製之車速/加減速分布矩陣圖（以下簡稱 SAFDs 圖）：圖中橫軸為車速 km/hr，由左而右逐漸增加；縱軸為加減速 km/hr/s，由上而下逐漸減小；而圖中實線則用以區隔不同的加減速區間，最中央為無加速之樣本數，其次往外擴張之實線，則分別表示加減速 ± 10 與 ± 20 之處。由圖中各實驗在高速區間內之樣本數分布可知，目前已可藉由整合 FTP-HY 之 FTP-UB+HY 資料，彌補原本因 FTP-UB 行車型態限制而造成樣本數不足的情形，以進而降低高速區段內樣本的變異程度。



註：網底顏色越深，表示該車速/加減速下之樣本數越多。

資料來源：本計畫。

圖 3.2.2 各實驗之車速/加減速分布矩陣（SAFDs）圖：實驗 A 車

4. 綜合比較

由上述各項實驗結果之基本分析可發現：在 #7 之實驗條件下，FUEL 與 CO₂ 排放平均值 ($\overline{N7}$) 皆高於 #0 之值 ($\overline{N0}$) (表 3.2-1)；但因 2 實驗係在相同的行車型態下進行，因此 2 者能耗、排放隨車速之變動趨勢則無顯著差異(圖 3.2.1)。此外，2 者在車速為 60~65km/hr 區間之內，變異程度顯著皆較其他區間內之數值大，初步推論，這可能是受到 FTP 行車型態特性影響之結果：由於 FTP-UB 行車型態之樣本數，多介於車速低於 60 km/hr 的區間內；相對地，FTP-HY 行車型態之樣本數，則多落於車速高於 65 km/hr 的區間內。因此，造成 FTP-UB+HY 資料庫中，車速落於 60~65 km/hr 區間內之樣本數最少(圖 3.2.2：#0 為 100 筆，#7 為 99 筆)，因而導致本計畫之實驗分別在該區間內，所取得之各車速下之能耗、排放平均值，呈現較為不穩定的狀態。

3.2.2 各道路類型行車型態實驗 (#8、#99)

1. #99 (N99-V)

(1) 調查取得之樣本資料

本計畫道路實驗 (#99) 共取得 160,572 筆有效樣本數，各道路類型之樣本數均超過 9,000 筆以上 (參見表 3.2-2 (A) 所示) 統計之有效性不虞憂慮。但因不同道路類型之樣本數量差異甚大 (以 CLASS 1 最高，達 55,292 筆)，可能達 6 倍左右，將影響未來不同道路類型之間，模式比對的統計檢定方法之選用。為便利統計檢定方法之選用，應將各道路類型之樣本數量控制在彼此相近的規模上。故本計畫針對原始取樣數量較大者，CLASS 1、CLASS 27、CLASS 34 及 CLASS 53 等四者，進行內部抽樣的動作，選用 1 萬筆數據，來作為 #99 模式建構之用。

抽樣方法上，本計畫運用 CLASS 1 比較了 2 種取樣方法，在比較 2 者所得到的車速分布、加減速分布矩陣、平均之能耗與排放量等，均無顯著差異後，選用操作上較為簡便的簡單隨機亂數抽樣法。另外一種取樣方法，則是考慮調查資料為連續駕駛所得，可能會有連續關聯性，因此針對連續採樣的資料區段，由連續採樣時間最長者開始取用數據，逐一遞加連續取樣區段的資料，至累計達 1 萬筆數據為止。此方法在抽樣操作上較為繁瑣，需要區分資料的連續區段，但與簡單隨機亂數取樣法的資料特性相比，2 者並無差異。因此，本計畫以簡單隨機亂數取樣法，進行 4 種道路類型之資料抽樣，得到表 3.2-2 之 (C) 列的樣本，作為 #99 模式建構之用。因此，運用於模式建構之樣本數則為 70,916 筆，各道路類型之樣本數統計，如表 3.2-2 所示。

此外，由 97 年度之道路實驗結果分析發現，駕駛行為可能會受到各道路類型之速限不同，進而影響車輛在速限前後之能耗與排放較為不穩定。不過由於本計畫為先導計畫，目前所得的資料尚不足以詳細區辨速限變化的影響，因此暫時不考慮此一因素。因此，除了國道（僅選取國道 1 號資料）、快速道路（僅選取建國快速道路資料）之外，本計畫並未將各道路類型中，不同速限之路段加以切割，各道路類型皆包含一種以上之不同速限路段如表 3.2-2（E）。

表 3.2-2 各道路類型之樣本數：實驗 A 車（#99）

單位：筆

道路屬性 類型（CLASS）	國道 1	快速 道路 11	省道 低干擾 2 車道 24	省道 高干擾 2 車道以上 27	縣道 低干擾 2 車道 37	鄉道 低干擾 1 車道 43	市區 道路 高干擾 53	總計
(A) 樣本數 (data) 註 1	55,295	11,613	9,163	28,059	28,713	10,286	17,443	160,572
(B) 樣本車速最大值 Max (V-data) 註 2	113	77	80	78	86	58	58	
(C) 該道路等級之模式速限 Max (V-model) 註 3	120	100	80	80	70	70	60	
(D) 應用樣本數 (sample) 註 4	10,000	11,613	9,163	10,000	9,854	10,286	10,000	70,916
(E) 應用樣本車速最大值 Max (V-sample) 註 5	110	77	80	78	70	58	58	

註1：此為道路實驗所取得之（實際取得一異常）樣本數；其中，儀器校準之異常樣本定義為「當車速與轉速皆取得數據，但能耗與排放為0者」；同時，CLASS 1將非國道1號樣本數刪除，以配合實驗B車之道路實驗路線。

註2：（A）之所有樣本數所涵蓋之車速最大值，單位為km/hr。

註3：該道路類型所屬道路等級之法規容許行駛車速上限，為該道路等級最高速限往上推移10km/hr。

註4：實際用於建構模式之樣本數。如（A）取得之樣本數約為10,000筆時，則不再抽樣；否則以（A）抽樣10,000筆，再排除超出該道路等級之模式速限（C）的數據。

註5：（D）之所有樣本數所涵蓋之車速最大值，單位為km/hr。

資料來源：本計畫。

（2）N-V 資料庫建置

根據上述抽樣所得之樣本數，進一步依照不同車速下之能耗、排放率加以彙整，成為隨車速變動之能耗、排放動態曲線圖（N99-V），如附圖 2.1.1 所示。而個別車速下之 N99-V 對照表，則可參見附表 2.2-3。由各道路類型之 N99-V 圖形比較後可發現：

- 橫向（各道路類型間）比較：除了國道（CLASS 1）與快速道路（CLASS 11）之外，各道路類型的能耗、排放隨車速變動之趨勢，皆類似為車速的 3 次多項式曲線；而 CLASS 1 與 CLASS 11，則近似於車速的 2 次多項式曲線。此外，隨著各道路類型的最高速限差異，各道路類型在速限前後的能耗、排放率，變異較為顯著。

- 縱向 (FUEL 與 CO₂) 比較：各道路類型中，FUEL 與 CO₂ 分別隨車速之變動趨勢相似，且 CO₂ 之數值約為 FUEL 的三倍。

(3) 以實際道路實驗資料建構之推估方程式 (A-N⁹⁹)

本計畫所建構之各道路類型 FUEL 與 CO₂ 推估方程式 (A-N⁹⁹)，為一車速之多項式如式 3-2 所示，而其餘排放之推估方程式建構過程，則可參見附錄 1.1。

$$A-N^{99}=a+bV+cV^2+dV^3 \quad \text{式 3-2}$$

其中，A-N⁹⁹：該秒之 FUEL 或 CO₂ (g/s)；

V：該秒之瞬時車速 (km/hr)；

a：常數項；

b：V 項之係數；

c：V² 項之係數；

d：V³ 項之係數。

本計畫運用統計軟體 (SAS) 分析得到：各道路類型之能耗與排放，皆可採用瞬時車速之 3 次多項式加以推估，以求得隨車速變化之 FUEL 與 CO₂ 平均值。然而，CLASS 1 的 3 次方校估係數 d 正負號無法符合橫向 (各道路類型間) 之一致性，且第 2 與 3 項次 (V² 與 V³) 之參數 t 值檢定並不顯著，因此進一步將該推估方程式修正為瞬時車速之 2 次多項式。

經過上述調整後，並將各道路類型之統計分析結果，分別彙整如下表 3.2-3 與表 3.2-4 所示，結果發現：(1) 各推估方程式不僅在同一路類型中，FUEL 與 CO₂ 之正負號具有相當之一致性，(2) 而且，各道路類型之間，方程式之各參數正負號，也具有相同的規律；(3) 同時，各方程式之修正後判定係數 (adj-R²) 以 CLASS 53 最低，但亦已超過 0.6 以上；其他道路類型均約在 0.7 左右以上，甚至可高達 0.9 左右 (CLASS 1 與 CLASS 24)。(4) 藉由 A-N⁹⁹ 之殘差圖 (參見附圖 2.1.3) 分析結果亦可得知：各道路類型推估值與實際值間之殘差，除 CLASS 1 少數資料點之外，所有 FUEL 之殘差值皆介於 -0.5 ~ 0.5 (g/s) 之間，CO₂ 之殘差值皆介於 -1 ~ 1 (g/s) 之間，且各道路類型之殘差點皆近似於隨機分布。由上述分析結果顯示：以車速之 2 次或 3 次多項式所建構之配適函數，對於實驗 A 車各道路類型上之能耗 (FUEL) / 排放率 (CO₂)，具有相當解釋能力。

表 3.2-3 各道路類型 FUEL 之推估方程式參數表（實驗 A 車：#99）

單位：g/s

道路類型	a	b	c	d	adj-R ²	F 統計量
CLASS 1_FUEL	0.4740293	0.0272289	-0.0000992	N.A.		
t 值	10.37	14.18	-5.87	N.A.	0.91	585.27
CLASS 11_FUEL	0.8702283	0.0203932	-0.0003211	0.0000021		
t 值	18.42	3.81	-1.98	1.54	0.69	58.12
CLASS 24_FUEL	0.5204343	0.0644935	-0.0014370	0.0000107		
t 值	12.00	13.65	-10.44	9.45	0.89	226.93
CLASS 27_FUEL	0.6420515	0.0401039	-0.0007537	0.0000055		
t 值	11.48	6.28	-3.86	3.26	0.81	108.82
CLASS 34_FUEL	0.6109254	0.0385701	-0.0006568	0.0000043		
t 值	13.89	7.04	-3.60	2.51	0.87	159.36
CLASS 43_FUEL	0.5234619	0.0417169	-0.0008469	0.0000062		
t 值	9.55	5.06	-2.55	1.64	0.78	70.25
CLASS 53_FUEL	0.5430956	0.0791894	-0.0025953	0.0000271		
t 值	6.16	5.96	-4.85	4.47	0.61	31.02

註：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。

資料來源：本計畫。

表 3.2-4 各道路類型 CO₂ 之推估方程式參數表（實驗 A 車：#99）

單位：g/s

MODEL	a	b	c	d	adj-R ²	F 統計量
CLASS 1_CO ₂	1.8514824	0.0567890	-0.0000985	N.A.		
t 值	14.94	10.90	-2.15	N.A.	0.92	614.98
CLASS 11_CO ₂	2.7418827	0.0668483	-0.0011753	0.0000084		
t 值	18.26	3.93	-2.28	1.92	0.67	54.04
CLASS 24_CO ₂	1.6602693	0.1985230	-0.0044057	0.0000323		
t 值	13.89	15.24	-11.60	10.36	0.91	261.13
CLASS 27_CO ₂	1.9896698	0.1333602	-0.0026020	0.0000183		
t 值	12.64	7.42	-4.74	3.86	0.81	108.49
CLASS 34_CO ₂	1.9379834	0.1211979	-0.0021107	0.0000138		
t 值	14.72	7.39	-3.86	2.69	0.87	159.13
CLASS 43_CO ₂	1.6658106	0.1302110	-0.0027137	0.0000207		
t 值	9.79	5.08	-2.63	1.77	0.78	70.61
CLASS 53_CO ₂	1.7130237	0.2489071	-0.0081868	0.0000859		
t 值	6.16	5.94	-4.85	4.49	0.61	31.07

註：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。

資料來源：本計畫。

2. #8 (N8-V)

(1) 調查取得之樣本資料

#8 之實驗條件，除了實驗地點不同之外，其餘皆與 #99 完全相同（包括各道路類型行車型態、車重差異、開頭燈且開空調與否、駕駛人、油品等），且各道路類型之行車型態皆於實驗室進行 3 次之複製實驗，共取得之樣本數 35,934 筆，各道路類型之樣本數分別統計如下表 3.2-5 所示。

表 3.2-5 各道路類型之樣本數：實驗 A 車（#8）

單位：筆

道路類型	1	11	24	27	34	43	53	總計
複製路段 (a) ^{註1}	901	833	765	901	901	900	900	
實驗室實驗 (a) ^{註2}	2,697	2,493	2,289	2,700	2,700	2,697	2,697	18,273
複製路段 (b) ^{註3}	901	637	775	901	900	883	900	
實驗室實驗 (b) ^{註4}	2,697	1,908	2,319	2,700	2,697	2,643	2,697	17,661
實驗室實驗 (a+b) ^{註5}	5,394	4,401	4,608	5,400	5,397	5,340	5,394	35,934

註1：由 #99 中擷取出之 a 段實際道路行車型態。

註2：以複製路段 a 之行車型態，進行實驗室實驗 3 次。

註3：由 #99 中擷取出之 b 段實際道路行車型態。

註4：由以複製路段 b 之行車型態，進行實驗室實驗 3 次。

註5：#8 所取得之全部樣本數。

資料來源：本計畫。

(2) N-V 資料庫建置

用於建構 N-V 資料庫之 #8 數據，係合併各道路類型 a、b 段之行車型態、各 3 次實驗室複製實驗所取得之總樣本。將其依照不同車速下之能耗、排放率，加以彙整為能耗、排放隨車速變動之動態曲線圖 (N8-V)，如附圖 2.1.5 所示，而個別車速下之 N8-V 對照表，則可參見附表 2.2-5。此合併後之總樣本數資料庫，亦為後續模式建構之基礎。由此各道路類型之 N8-V 圖形比較後可發現：

- 橫向（各道路類型間）比較：除了國道（CLASS 1）、快速道路（CLASS 11）與鄉道（CLASS 43）之外，其餘各道路類型的能耗、排放隨度變動之趨勢，在車速低於 10km/hr 以下之區間內，皆近似於一定值。另一方面，CLASS 1、CLASS 11 與 CLASS 43 則較近似於車速的 2 次多項式曲線，且最高之能耗、排放率也高於其餘道路類型。
- 縱向（FUEL 與 CO₂）比較：與 N99-V 之特性相同，各道路類型中，FUEL 與 CO₂ 分別隨車速之變動趨勢相似，且 CO₂ 之數值約為 FUEL 的 3 倍。

3. #99 與 #8 之車速/加減速分布矩陣分析

圖 3.2.3 為根據 #99 與 #8 各樣本點之車速與加減速分布加以繪製之 SAFDs 圖。比較 2 實驗項目圖形可發現：本計畫雖已運用 #99 之道路實驗車速分布特性，作為行車型態複製曲線之篩選依據，並將其餘各項實驗條件控制為一致，以期將各道路類型行車型態不同所造成的能耗、排放差異，完整複製至實驗室中。然而，即使在行車型態複製曲線相同之條件下，2 者加減速分布範圍卻具有顯著差異，#99 之加減速分布範圍較廣（可達±20 或更大），#8 則較窄（多在±10 之內）。經研究團隊討論認為：可能是因實驗室實驗（#8）可預期行車型態複製曲線後續的車速變化，因而導致加減速行為較不劇烈，進而無法完全複製真實世界（#99）之加減速行為。

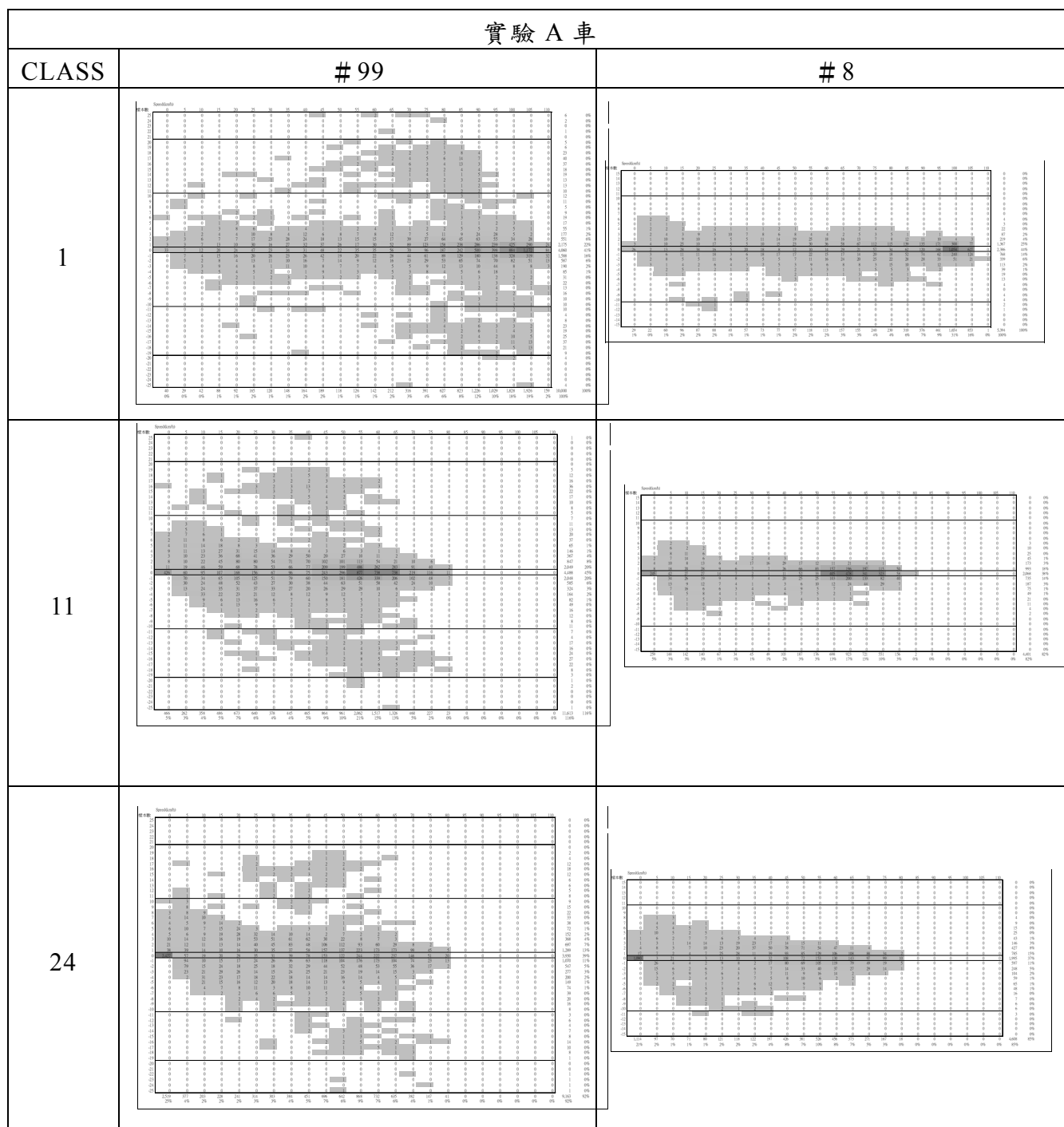
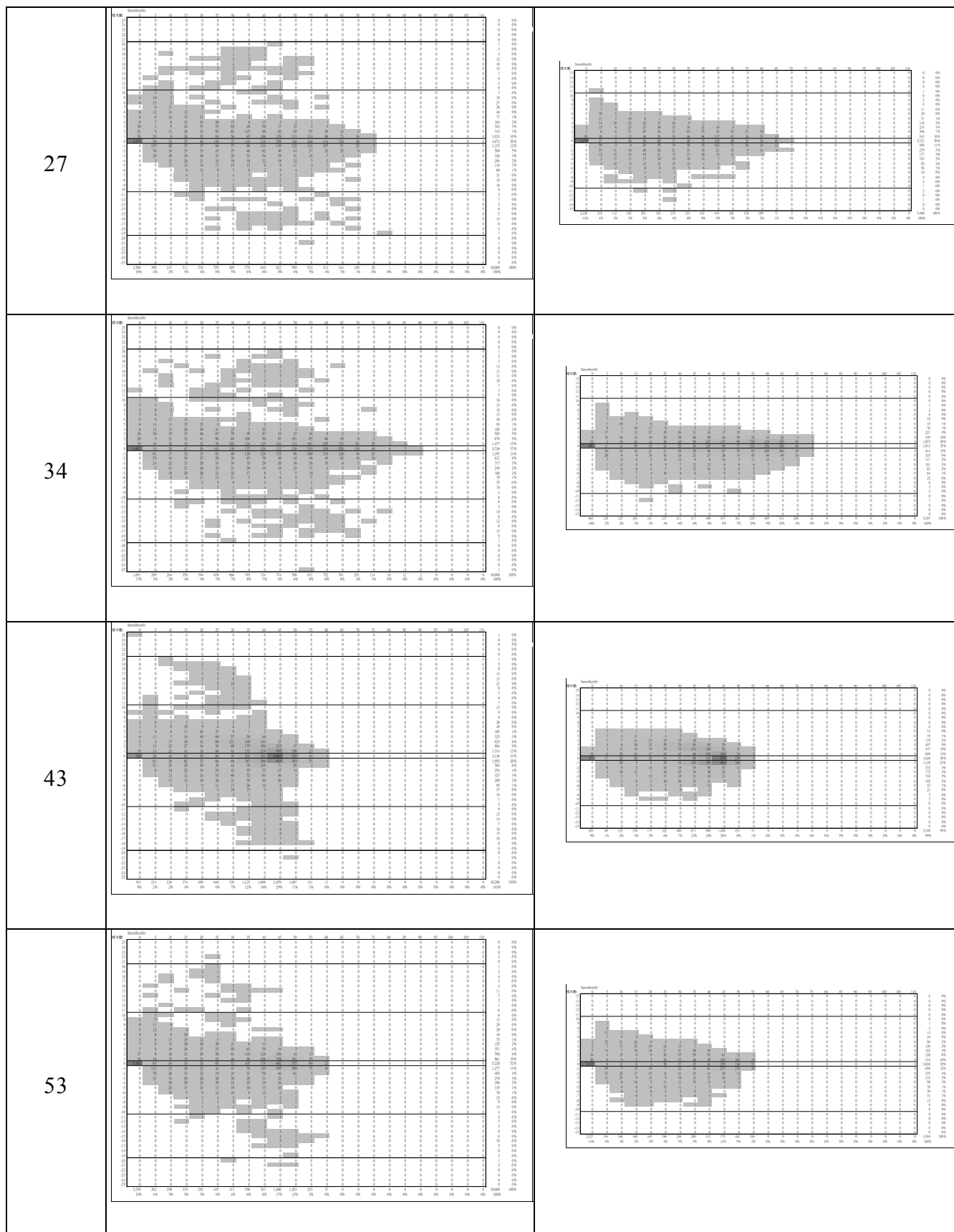


圖 3.2.3 各道路類型之車速/加減速分布矩陣（SAFDs）圖：實驗 A 車



註1：網底顏色越深，表示該車速/加減速下之樣本數越多。
資料來源：本計畫。

圖 3.2.3 各道路類型之車速/加減速分布矩陣(SAFDs)圖：實驗A車(續)

4. 綜合比較

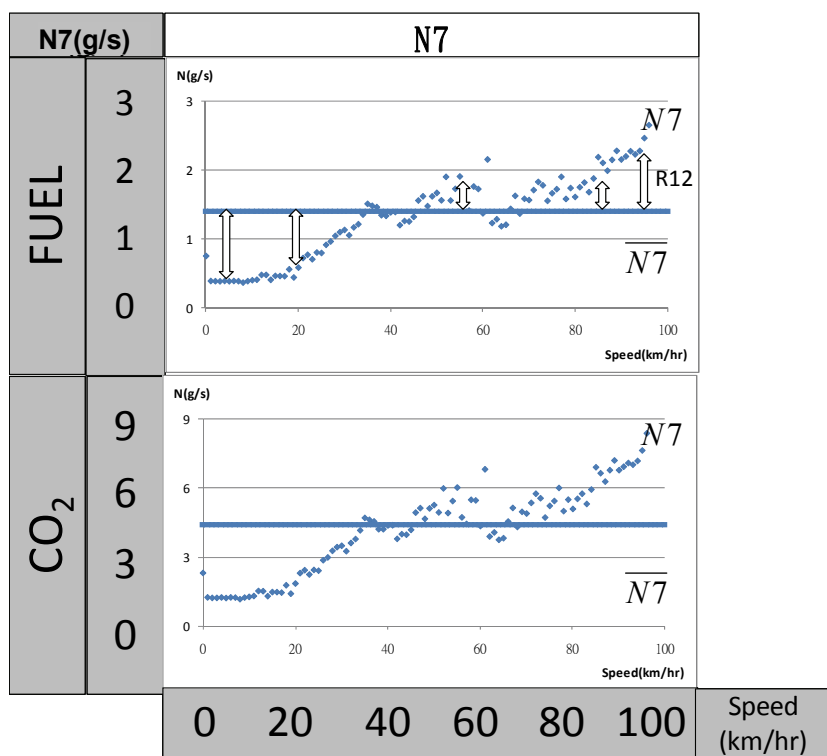
本節已針對 #99 與 #82 實驗項目，分別進行 N-V 圖形與 SAFDs 圖形比較與探討，結果發現：2 實驗中，各道路類型之 N-V 分布趨勢不盡相同，且不具有一致性；但 FUEL 與 CO₂ 之變動趨勢具有一致性，且呈現一固定倍數的差距。此外，#99 與 #8 之 N-V 排放趨勢有所差異，為探究其原因，本計畫便針對 2 實驗項目之 SAFDs 圖進行比對分析。結果發現：以道路類型行車型態複製曲線在實驗室中測試，即使已經控制所有影響變數，且經多次測試，但在實驗室中仍無法完全複製實際道路行車型態之加減速特性。但由於加減速的分布特性對於車輛能耗、排放有所影響，因而導致 2 實驗之 N-V 圖形變動趨勢，存有一定程度的差異。

3.3 各實驗項目間之轉換率說明與建構 (R)

本節將以上述各實驗項目結果作為分析基礎，探討各實驗項目間之轉換關係，以建構實驗 A 車之能耗、排放關聯模式。如前第二章所述，本計畫所進行之所有實驗，分別可提供數種模式建構路徑，但為考量模式推估結果之穩定性，本計畫將以路徑 3 (參見圖 2.6.3) 建構整體關聯模式。因此，本節僅針對此路徑中之 R12 與 R11 做較為詳細的分析，而其餘轉換關係 (R0、R7、R2 與 R8) 等，則列於第五章內容中分析之。

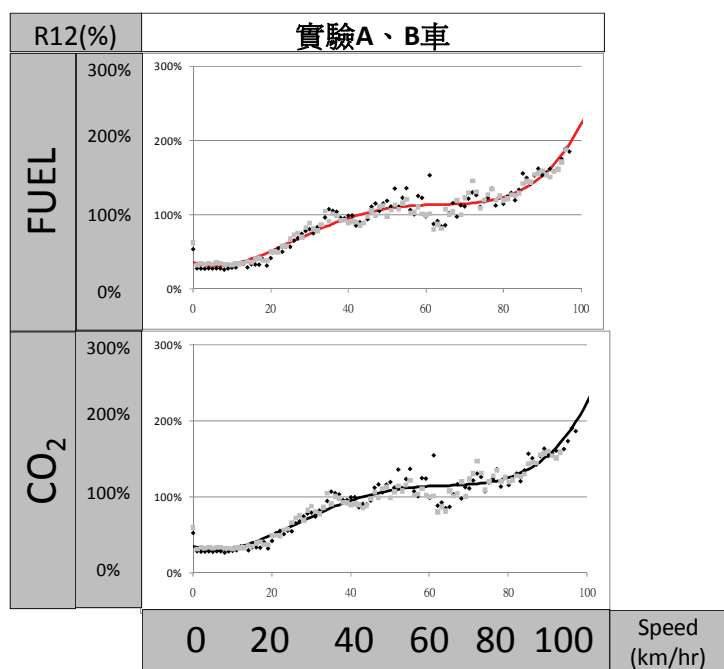
3.3.1 R12 轉換率 (將 $\overline{N7}$ 展開為動態曲線之轉換率)

如下圖 3.3.1 所示，圖中實線表示 $\overline{N7}$ ，為 #7 實驗總能耗、排放量之平均值 (前表 3.2-2 $\overline{N7}$ 之 FTP-UB+HY)，不隨車速變化而變動。另將 #7 實驗數據經統計分析，求得「各車速下」之能耗、排放率 (N7-V)，如圖 3.3.1 各實心資料點所示。而所建構之 R12 轉換率，則為各車速下 N7-V (實心資料點) 與 $\overline{N7}$ (實線) 間的倍數轉換 ($R12 = N7 / \overline{N7}$)，則如圖 3.3.2，用以將 $\overline{N7}$ 展開為動態曲線時使用；有關 2 實驗車輛在各車速點下之轉換率請參見附表 2.2.7。



註：圖中N7為實驗A車之N7-V； $\overline{N7}$ 為#7之能耗、排放平均值。
資料來源：本計畫。

圖 3.3.1 $\overline{N7}$ 與 N7-V 轉換說明圖：實驗 A 車



註：圖中深色點為實驗A車之N7-V；淡色點為實驗B車之N7-V。實線則為 $\hat{AB-R12}$ 。
資料來源：本計畫。

圖 3.3.2 R12-V 分布圖與 $\hat{R12}$ ：實驗 AB 車

除實驗 A 車之外，另一實驗車輛（B 車）亦可求得一組 R12-V 轉換率分布曲線（B-R12），並由 2 車之 R12-V 圖形比對後發現（圖 3.3.2 中深色、淡色點）：2 車之轉換率皆隨車速而變動，且變動趨勢非常一致。因此，本計畫便以車速作為解釋變數，嘗試多種方式，如將 R12 轉換率以 LN 轉換、建構以車速為解釋變數之 SPLINE 方程式、車速之多項式等，建構 2 車之 R12 推估方程式（以下簡稱 $\hat{R12}$ ）。此外，亦針對以 2 車 $\hat{R12}$ 進行鄒檢定（第五章表 5.1-1）。結果顯示：2 車 $\hat{R12}$ 方程式皆可以車速的四次多項式加以配適，且 2 者之間各項次之係數並無顯著差異，因此，進一步可將其合併為同一條 2 實驗車輛通用之推估方程式（AB-R12），如圖 3.3.2 中實線所示，根據表 3.3-1 可知，本計畫所建構之 AB-R12 推估方程式，對於 2 實驗車輛之配適度皆高達 0.93。其推估方程式與相關統計分析，可參見式 3-3 與表 3.3-1。

$$AB-\hat{R12} (FUEL/CO_2) = a + bV + cV^2 + dV^3 + eV^4 \quad \text{式 3-3}$$

其中： $AB-\hat{R12} (FUEL/CO_2)$ ：該秒之 R12 推估值（%）；

V：該秒之瞬時車速（km/hr）；

a：常數項；

b：V 項之係數；

c：V² 項之係數；

d：V³ 項之係數；

e：V⁴ 項之係數。

表 3.3-1 $AB-\hat{R12}$ 之參數與相關統計量

單位：%

	a	b	c	d	e	Adj-R ²	F 值
$AB-\hat{R12} (FUEL)$	0.360660	-0.019330	0.001960	-0.000036	0.0000002	0.9305	650.13
t 值	9.84	-3.64	8.69	-10.12	10.95		
$AB-\hat{R12} (CO_2)$	0.360870	-0.019530	0.001970	-0.000036	0.0000002	0.9318	663.63
t 值	9.89	-3.69	8.76	-10.18	10.99		

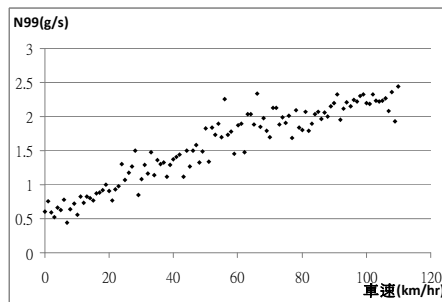
註：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。

資料來源：本計畫。

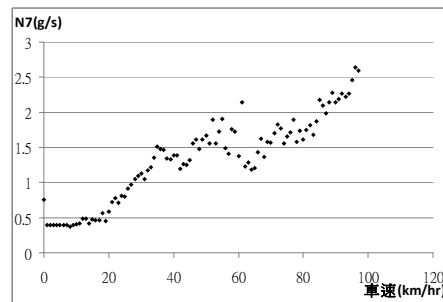
3.3.2 R11 轉換率（實驗環境與行車型態之綜合轉換率）

由於本計畫尚無法確認 R2（實驗環境差異轉換率）與 R8（行車型態差異轉換率）之穩定性，因此改以路徑 3（參見圖 2.6.3）嘗試建構整體關聯模式；其中，將以 R11 作為綜合轉換率，以期能代表 R2

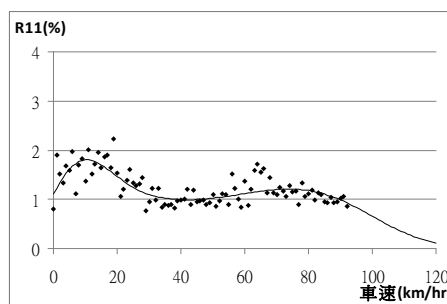
與 R8 等 2 轉換係數之綜合效果。以下圖 3.3.3 中將以國道 (CLASS 1) 的能耗為例，說明 R11 轉換係數之建構流程。



(a) N99-V



(b) N7-V



(c) R11-V

資料來源：本計畫。

圖 3.3.3 R11 轉換率建構說明圖：實驗 A 車 CLASS 1

圖 3.3.3 中，(a) 為 #99 之 N99-V 圖形，而 (b) 為 #7 實驗之 N7-V 圖形，2 者皆為隨車速變化而變動。因此，將 2 者能耗、排放率相除後，便可求得各車速下之 R11 綜合轉換率 ($R11 = N99 / N7$)，如 (c) 圖中實心點分布所示。

本計畫以上述之方式，分別求出各道路類型能耗、排放之 R11-V 圖形 (附圖 2.1.8，各車速點下之轉換率，則可參見附表 2.2-8)，並經比對後發現：各道路類型之轉換率皆隨車速而變動，且在車速低於 25km/hr 之區間內，呈現倒 U 字形分布，但不同道路類型之間的能耗、排放絕對值有所差異；而在車速高於 25km/hr 之區間內，R11 之變異較小，且與車速的變動關係較不明確，趨近於一定值。因此，本計畫以車速作為解釋變數，並嘗試以各種方式 (轉換率以 LN 轉換、不同車速切點之 SPLINE 方程式、車速之多項式等) 建構 2 車之 R11 推估方程式 (以下簡稱 $\hat{R11}$)。其中，綜合各方程式之相關統計量與圖形等推估結果，挑選出最適配適函數為：轉換率以 LN 轉換後，再以 SPLINE 方程式 (車速切點 = 25) 加以配適 (式 3-4)，以實驗 A 車之國道 (CLASS 1) 為例，可參見圖 3.3.3 (c) 中之實線。

$$\begin{cases} \ln(R11-FUEL) = a + bV + cV^2 + dV^3 + e(V-f)^4 \\ \ln(R11-CO_2) = a + bV + cV^2 + dV^3 + e(V-f)^4 \end{cases} \quad \text{式 3-4}$$

其中：R11-FUEL/CO₂：該秒之 R11 推估值（%）；

V：該秒之瞬時車速（km/hr）；

a：常數項；

b：V 項之係數；

c：V² 項之係數；

d：V³ 項之係數；

e：(V-f)³ 項之係數，若 V<f，則 e=0；

f：車速切點，f=25。

上述 SPLINE 方程式之原始定義中，參數 f 即為各方程式之車速切點；SPLINE 當車速小於切點時，以車速的 3 次多項式為推估式，當車速大於切點以後，則增加另一項 3 次多項式 (V-f) 來增加推估方程式之彈性與配適度。切點 f 之選擇，則係採人工判斷方式；本團隊衡量各圖形分布與車輛性能，嘗試數個鄰近 25km/hr 之切點，比較所得推估式之統計量與配適圖形之後，始決定此切點位置。校估所得結果如表 3.3-2 與表 3.3-3，顯示以此方式建構之 A-R11，其配適度表現除國道（CLASS 1）的能耗（FUEL）之外，其餘各道路類型之判定係數皆達 0.8 以上，配適結果相當良好。

另一方面，與 R12 之建構程序相同，本計畫亦針對 2 車各道路類型之 R11 進行兩兩圖形比對，以及 R11 兩兩鄰檢定（第五章表 5.1-3 與 5.1-4），結果顯示：2 車各道路類型之 R11 圖形分布，具有顯著的差異存在；且經由 R11 兩兩鄰檢定後，也更進一步證實，因 2 車之 R11 在各項次之係數間，具有顯著差異存在，故無法進一步將其合併為同一條方程式。因此，2 實驗車輛必須分別使用 2 套 R11（即實驗 A 車採用 A-R11、實驗 B 車採用 B-R11），以建構整體模式。

表 3.3-2 A-R11 (FUEL) 之推估方程式參數與統計量彙整表

單位：%

A - R11 (FUEL)	a	b	c	d	e	Adj-R ²	F 值
CLASS 1 t 值	0.111521 1.17	0.102241 5.49	-0.006477 -6.75	0.000102 7.12	-0.000114 -7.34	0.5570	31.49
CLASS 11 t 值	0.498697 6.47	0.114736 6.98	-0.007917 -8.57	0.000124 8.41	-0.000136 -7.65	0.9016	172.87
CLASS 24 t 值	0.156102 2.02	0.153107 9.50	-0.008899 -10.05	0.000133 9.55	-0.000140 -8.65	0.8604	124.22
CLASS 27 t 值	0.118584 1.37	0.170494 9.28	-0.010437 -10.16	0.000161 9.86	-0.000178 -9.10	0.8417	102.06
CLASS 34 t 值	0.140813 1.61	0.151113 7.91	-0.009174 -8.33	0.000140 7.77	-0.000150 -6.62	0.8352	89.67
CLASS 43 t 值	0.155334 1.77	0.112411 5.44	-0.006550 -5.10	0.000093 4.15	-0.000083 -2.46	0.8570	87.88
CLASS 53 t 值	0.281343 3.38	0.135143 6.83	-0.007922 -6.40	0.000114 5.21	-0.000104 -3.08	0.9019	131.97

註1：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。

註2：2車各道路類型之R11-V圖與殘差圖，分別可參見附圖2.1.8與附圖2.1.9。

資料來源：本計畫。

表 3.3-3 A-R11 (CO₂) 之推估方程式參數與統計量彙整表

單位：%

A - R11 (CO ₂)	a	b	c	d	e	Adj-R ²	F 值
CLASS 1 t 值	0.123567 1.37	0.100643 5.71	-0.006365 -7.00	0.000099 7.29	-0.000109 -7.40	0.6569	47.44
CLASS 11 t 值	0.517203 6.80	0.109669 6.76	-0.007574 -8.31	0.000118 8.10	-0.000128 -7.26	0.9059	181.56
CLASS 24 t 值	0.168575 2.20	0.149503 9.36	-0.008685 -9.90	0.000129 9.38	-0.000136 -8.46	0.8681	132.57
CLASS 27 t 值	0.142626 1.69	0.163122 9.12	-0.009931 -9.93	0.000152 9.57	-0.000167 -8.75	0.8581	115.89
CLASS 34 t 值	0.156019 1.83	0.147433 7.92	-0.008929 -8.32	0.000136 7.73	-0.000144 -6.53	0.8485	99.04
CLASS 43 t 值	0.173415 2.00	0.107715 5.28	-0.006243 -4.92	0.000088 3.95	-0.000075 -2.23	0.8605	90.43
CLASS 53 t 值	0.300739 3.69	0.128350 6.62	-0.007447 -6.14	0.000105 4.91	-0.000091 -2.75	0.9050	136.75

註1：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。

註2：2車各道路類型之R11-V圖與殘差圖，分別可參見附圖2.1.8與附圖2.1.9。

資料來源：本計畫。

3.4 實驗 A 車之關聯模式建構

透過前節以各轉換率之推估方程式，將不同實驗項目結果加以連結並建構相對之轉換率後，本節將運用 $\overline{N7}$ 以及所建構之各轉換率 ($\overline{AB-R12}$ 與 $\overline{A-R11}$)，推算實際道路上之能耗、排放量。有關整體模式建構概念與路徑說明（可參見圖 2.6.3），本節僅呈現關聯模式建構之流程與結果。

根據目前 2 車之實驗結果，除了 R12 與 R11 之外，尚無法取得其餘轉換率之穩定關係，因此，考量本計畫之主要目的，故首先運用路徑 3（可參見圖 2.6.3），亦即本計畫掌握度較高的 R12 與 R11，並搭配 $\overline{N7}$ 數值，以建構本年度之能耗、排放關聯模式，有關實驗 A 車之關聯模式如式 3-5 所示。而建構流程則分別說明如下：

$$\begin{aligned} A-N99^3 &= (A-\overline{N7}) \times (\overline{AB-R12}) \times (\overline{A-R11}) \\ &= (A-\overline{N7}) \times (\overline{A-R11}) \end{aligned} \quad \text{式 3-5}$$

其中：

$A-N99^3$ ：實驗 A 車之道路能耗、排放推估方程式； $\overline{AB-R12}$

$A-\overline{N7}$ ：實驗 A 車之 #7 能耗或排放率平均值；

$\overline{AB-R12}$ ：2 實驗車輛之 R12 共用推估方程式；

$\overline{A-R11}$ ：實驗 A 車之 R11 推估方程式；

$(A-\overline{N7})$ ：運用 $A-\overline{N7}$ 與 $\overline{AB-R12}$ 所展開之 $A-N7$ 推估方程式，其個別車速下之 $\overline{N7-V}$ 對照表參見附表 2.2-18。

1. $A-\overline{N7}$ 推估：運用 $\overline{AB-R12}$ ，將 $A-\overline{N7}$ 展開，以求算 $N7-V$ 之推估方程式，亦即式 3-5 中之 $A-\overline{N7}$ ，參見第五章圖 5.1.2 左圖之實線處。
2. $A-N99^3$ 推估：運用各道路類型之 $\overline{A-R11}$ ，將前一步驟之 $A-\overline{N7}$ 轉換為實際道路之能耗、排放推估方程式，亦即式 3-5 中之 $A-N99^3$ 。有關各道路類型之推估方程式與實際值對照圖，可參見第五章圖 5.1.4。圖中以實心點表示各車速下的平均能耗或排放率，以實線表示模式推估曲線；其縱軸為排放物重量（g/s），橫軸為車速 km/hr。

另一方面，由於受限於實際道路實驗（A-N99）或實驗室行車型態（A-N7）之限制，本計畫所建構之推估方程式，其最高速限分別如表 3.4-1 所示。其中，在國道（CLASS 1）的部分，主要受限於實驗室法規規審驗測試行車型態（A-N7）之樣本數據車速最大值（ $N7-V_{MAX}$ ）為 97km/hr，但實際道路實驗之車速最大值（ $N99-V_{MAX}$ ）為 110 km/hr；N7 與 N99 兩者最大車速有所差異，因而導致在此區間內，並無 $\overline{A-R11}$ 可用以建構推估方程式。

本計畫針對此區間內之推估值，曾嘗試以道路實驗之實際資料點

(N99-V) 加以推估 (參見式 3-6~式 3-7)，但由於實際資料點之波動較大，且與車速<97km/hr 之推估方程式 ($\hat{A-N99^3}$)，在變動趨勢上具有顯著差異，因此，可能造成此高速區段間之能耗、排放推估值合理性降低，無法為運輸規劃模式所應用。故本計畫改採以 3.2.2 節中所建構之 $\hat{A-N99}$ ，輔助建構 $\hat{A-N99^3}$ 推估方程式 (式 3-8~式 3-9)，以求取較為合理的平滑曲線，並經由圖形協助判斷，選擇以式 3-9 作為本高速區間內之 $\hat{A-N99^3}$ 推估方程式。

$$\hat{A-N99^3}_{V=h} = \frac{\hat{A-N99}_{V=h}}{\hat{A-N99}_{V=h-1}} \times \hat{A-N99}_{V=97} \quad \text{式 3-6}$$

$$\hat{A-N99^3}_{V=h} = \frac{\hat{A-N99}_{V=h}}{\hat{A-N99}_{V=h-1}} \times \hat{A-N99^3}_{V=97} \quad \text{式 3-7}$$

$$\hat{A-N99^3}_{V=h} = \frac{\hat{A-N99}_{V=h}}{\hat{A-N99}_{V=h-1}} \times \hat{A-N99^3}_{V=97} \quad \text{式 3-8}$$

$$\hat{A-N99^3}_{V=h} = \frac{\hat{A-N99}_{V=h}}{\hat{A-N99}_{V=h-1}} \times \hat{A-N99^3}_{V=h-1} \quad \text{式 3-9}$$

其中：

$\hat{A-N99^3}$ ：表示以轉換率所建構之推估方程式；

$\hat{A-N99}$ ：表示以實際道路實驗 (#99) 所取得之樣本資料，直接配適之推估方程式；

h：則表示車速 (V) 大於 97km/hr 之樣本點。

至於其他道路類型，則情況相反。受限於實際道路實驗 ($\hat{A-N99}$) 之樣本數據車速最大值 ($N99-V_{MAX}$) 較低，實驗室法規審驗測試行車型態之車速最大值 ($N7-V_{MAX}$) 較高；N7 與 N99 二者最大車速有所差異，因而導致在此區間內，並無 $\hat{A-R11}$ 可用以建構推估方程式。有鑑於此區間內並無實際調查數值 (N99) 可供對照與分析，因而本計畫暫不針對此區間內之 $\hat{A-N99^3}$ 加以推估。

表 3.4-1 推估方程式之最高車速限制

單位：km/hr

道路類型 (CLASS)	1	11	24	27	34	43	53
N7- V_{MAX}	97	97	97	97	97	97	97
N99- V_{MAX}	110	77	80	77	70	58	58
R11- V_{MAX} ^{註 1}	97	77	80	77	70	58	58
需利用式 3-9 推估 $\hat{A-N99^3}$ 之資料筆數	14	0	0	0	0	0	0

註1：此列數據為上2列數據之最小值。

資料來源：本計畫。

由第五章圖 5.1.4 中，各道路類型之 $\hat{A-N99^3}$ 比對結果可發現：即使本計畫已盡可能掌握 $\hat{AB-R12}$ 與 $\hat{A-R11}$ 之推估方程式配適度，但相較於 $N99-V$ ，由上述 2 轉換率進而求得之各道路類型 $\hat{A-N99^3}$ ，分別在車速低於 20 之區間內，有較明顯的高估情形出現；而在中高速區間內（車速介於 40~60 之間），除了國道（CLASS 1）與鄉道（CLASS 43）之外，則容易出現低估的情況。此與實驗 B 車結果相互比對，顯示目前所得之配適函數（ $\hat{N99^3}$ ）在低速和高速部分的準確度上，仍可再提升進步的空間。

3.5 車速排放對照表（Look-Up Table）

本計畫之主要目的，在於以一套轉換率（ $F_{c,v}$ ）將法規審驗測試標檢值（ $N0$ -標）展開為各道路類型之能耗、排放動態曲線（ $N_{c,v}$ ）。然而，受限於各種資源限制，在本計畫所建構之模式尚未趨於穩定並能為廣泛應用之前，本計畫仍可先提供 2 實驗車輛之法規審驗測試（#0）與道路實驗（#99），在各車速下能耗、排放量；並仿照 MOBILE-Taiwan 所提供之排放係數形式（平均車速：5、10、15、20、25、30、40、50、60、70、80、90、100km/hr）將本計畫研究成果分別彙整為每 5 或 10 km/hr 車速區間內之平均能耗、排放率（g/s），以提供運輸規劃模式應用或後續研究參考（表 3.5-1、表 3.5-2）。惟須注意的是，本計畫所提供之能耗、排放率（g/s）結果，必須透過平均車速（km/hr）及油品容積係數等參數加以轉換，才能進一步與傳統模式所提供之能耗、排放係數（l/km 或 g/km）進行比較；此可參見本計畫 96 年研究成果附錄 2.7 之初步探討，及對照之圖形比對。

表 3.5-1 實驗 A 車之 #0 車速排放對照表

N0-V (g/s)	實驗 A 車				
車速(km/hr)	FUEL	CO ₂	CO	THC	NO _x
0	0.678928	2.063172	0.045283	0.007099	0.001138
1~5	0.299782	0.939422	0.006753	0.000737	0.000239
6~10	0.301083	0.943715	0.006616	0.000754	0.000223
11~15	0.350778	1.103944	0.005305	0.000662	0.000195
16~20	0.431526	1.358763	0.006253	0.000731	0.000215
21~25	0.636296	1.981026	0.021362	0.002156	0.000949
26~30	0.811291	2.500389	0.040317	0.004294	0.002116
31~40	1.062879	3.304781	0.037336	0.004156	0.001940
41~50	1.185835	3.748172	0.009553	0.001287	0.000675
51~60	1.396355	4.418776	0.008951	0.001017	0.000733
61~70	1.189391	3.767738	0.005189	0.000843	0.000838
71~80	1.474258	4.659081	0.012928	0.001311	0.001326
81~90	1.690424	5.346455	0.012297	0.001423	0.000951
91~97	2.017406	6.377531	0.017053	0.001498	0.000932

註：此為法規審驗測試（#0-FTP-UB+HY）下，各車速區間內之能耗、排放平均值。

資料來源：本計畫。

表 3.5-2 實驗 A 車之 #99 車速排放對照表

N99-V (g/s)	道路實驗 (CLASS 1)				
車速 (km/hr)	FEUL	CO ₂	CO	THC	NO _x
0	0.60209	1.90751	0.00127	0.00005	0.00203
1~5	0.62999	1.99548	0.00157	0.00006	0.00162
6~10	0.62658	1.98424	0.00181	0.00008	0.00099
11~15	0.79411	2.51163	0.00421	0.00014	0.00049
16~20	0.91706	2.87210	0.02268	0.00028	0.00087
21~25	1.01050	3.14952	0.03450	0.00041	0.00043
26~30	1.17460	3.60436	0.07528	0.00090	0.00045
31~40	1.28229	3.88780	0.11158	0.00124	0.00065
41~50	1.44526	4.22473	0.22335	0.00262	0.00125
51~60	1.75906	4.86196	0.44453	0.00593	0.00302
61~70	1.89744	5.14089	0.54533	0.00643	0.00445
71~80	1.94592	5.23486	0.58282	0.00672	0.00423
81~90	2.02259	5.82959	0.36310	0.00472	0.00417
91~100	2.20502	6.51227	0.29872	0.00380	0.00210
101~110	2.22826	6.85091	0.13283	0.00245	0.00101
N99-V (g/s)	道路實驗 (CLASS 11)				
車速 (km/hr)	FEUL	CO ₂	CO	THC	NO _x
0	0.77211	2.44329	0.00342	0.00011	0.00152
1~5	0.95729	3.02640	0.00595	0.00017	0.00067
6~10	1.03761	3.27796	0.00786	0.00022	0.00041
11~15	1.06933	3.37323	0.01118	0.00026	0.00040
16~20	1.09647	3.45081	0.01646	0.00032	0.00039
21~25	1.17609	3.69558	0.02131	0.00037	0.00047
26~30	1.25561	3.93656	0.02837	0.00042	0.00062
31~40	1.29850	4.07197	0.02848	0.00056	0.00110
41~50	1.36164	4.23495	0.05140	0.00096	0.00143
51~60	1.36297	4.22360	0.06070	0.00127	0.00228
61~70	1.37398	4.29942	0.03503	0.00107	0.00303
71~77	1.53515	4.84476	0.01397	0.00074	0.00204
N99-V (g/s)	道路實驗 (CLASS 24)				
車速 (km/hr)	FEUL	CO ₂	CO	THC	NO _x
0	0.61029	1.93361	0.00136	0.00013	0.00413
1~5	0.73826	2.32828	0.00747	0.00061	0.00314
6~10	0.93055	2.91722	0.02069	0.00067	0.00197
11~15	1.07131	3.35186	0.02811	0.00072	0.00178
16~20	1.22450	3.83832	0.02773	0.00075	0.00184
21~25	1.42273	4.44801	0.03978	0.00080	0.00134
26~30	1.39554	4.38221	0.02696	0.00063	0.00132
31~40	1.50800	4.69565	0.05390	0.00093	0.00124
41~50	1.51630	4.68414	0.07731	0.00133	0.00147
51~60	1.50311	4.62427	0.08825	0.00169	0.00241
61~70	1.54796	4.77535	0.08254	0.00181	0.00336
71~80	1.81732	5.48550	0.17249	0.00270	0.00115

表 3.5-2 實驗 A 車之 #99 車速排放對照表 (續)

N99-V (g/s)	道路實驗 (CLASS 27)				
車速 (km/hr)	FEUL	CO ₂	CO	THC	NO _x
0	0.60453	1.91571	0.00116	0.00007	0.00304
1~5	0.72685	2.29860	0.00427	0.00013	0.00150
6~10	0.93490	2.94917	0.01010	0.00022	0.00087
11~15	1.08861	3.43029	0.01394	0.00027	0.00074
16~20	1.12592	3.55032	0.01284	0.00028	0.00055
21~25	1.22599	3.85817	0.01875	0.00034	0.00050
26~30	1.32861	4.18281	0.01918	0.00037	0.00062
31~40	1.36320	4.26878	0.03397	0.00055	0.00075
41~50	1.38094	4.29237	0.05412	0.00089	0.00082
51~60	1.51606	4.64137	0.10275	0.00199	0.00195
61~70	1.57651	4.62547	0.23174	0.00367	0.00230
71~77	1.69213	5.04626	0.19770	0.00317	0.00172
N99-V (g/s)	道路實驗 (CLASS 34)				
車速 (km/hr)	FEUL	CO ₂	CO	THC	NO _x
0	0.60331	1.91179	0.00121	0.00007	0.00213
1~5	0.72080	2.27592	0.00632	0.00015	0.00092
6~10	0.85669	2.70357	0.00842	0.00021	0.00075
11~15	1.04038	3.28601	0.00852	0.00024	0.00065
16~20	1.13376	3.57608	0.01218	0.00031	0.00052
21~25	1.18174	3.71731	0.01902	0.00040	0.00048
26~30	1.24898	3.91712	0.02757	0.00043	0.00046
31~40	1.32893	4.14745	0.04193	0.00066	0.00072
41~50	1.46141	4.51624	0.07349	0.00121	0.00111
51~60	1.44961	4.47636	0.07477	0.00140	0.00205
61~70	1.52152	4.67958	0.08979	0.00175	0.00227
N99-V (g/s)	道路實驗 (CLASS 43)				
車速 (km/hr)	FEUL	CO ₂	CO	THC	NO _x
0	0.57728	1.82821	0.00153	0.00012	0.00067
1~5	0.67555	2.13339	0.00549	0.00020	0.00064
6~10	0.76325	2.41519	0.00316	0.00021	0.00065
11~15	0.84280	2.66196	0.00653	0.00028	0.00060
16~20	1.02666	3.22682	0.01776	0.00049	0.00084
21~25	1.18423	3.71062	0.02753	0.00068	0.00094
26~30	1.24175	3.86914	0.04220	0.00095	0.00074
31~40	1.23538	3.85610	0.03759	0.00098	0.00101
41~50	1.16316	3.65805	0.01832	0.00075	0.00051
51~58	1.32609	4.18581	0.01096	0.00093	0.00083
N99-V (g/s)	道路實驗 (CLASS 53)				
車速 (km/hr)	FEUL	CO ₂	CO	THC	NO _x
0	0.67795	2.14368	0.00396	0.00011	0.00255
1~5	0.80714	2.54542	0.00893	0.00018	0.00147
6~10	0.92314	2.90321	0.01528	0.00022	0.00087
11~15	1.13704	3.56882	0.02324	0.00032	0.00074
16~20	1.27602	4.01262	0.02127	0.00035	0.00077
21~25	1.30514	4.10461	0.02148	0.00036	0.00062
26~30	1.39111	4.36610	0.02836	0.00048	0.00084
31~40	1.38235	4.34797	0.02231	0.00043	0.00136
41~50	1.28225	4.03170	0.02147	0.00047	0.00123
51~58	1.52578	4.82026	0.01120	0.00047	0.00146

註：此為道路實驗 (#99) 下，各車速區間內之能耗、排放平均值。

資料來源：本計畫。

第四章 實驗 B 車之資料蒐集、調查分析 與關聯模式建構

本計畫為確保模式建構成果之穩定性，於 97 年度新增一實驗 B 車，進行與實驗 A 車相同之資料蒐集、調查分析與關聯模式建構工作。本章及針對實驗 B 車之相關統計分析，比照第三章實驗 A 車章節順序，逐一詳細說明。其中，與實驗 A 車相同部分的內容則不再贅述，本章內容將著重於 2 車差異處之分析比對。

4.1 實驗 B 車之資料蒐集與調查分析

4.1.1 實驗車輛、油品與設備

實驗 B 車之車型選定上，受到實驗 A 車和既有成果的影響。考慮到實驗 A 車為中華 Space Gear 2.4，屬於排氣量較大的廂型車，其能耗、排放特性與一般轎式小客車可能不同。因此實驗 B 車之選擇，在考慮車輛可取得、可搭載實驗設備耗材條件下，盡可能選取足以符合小汽車大宗（主流）車型條件之車輛，以進行實驗。根據交通統計月報資料分析，臺閩地區小客車（自用及營業用合計），以排氣量介於 1,200~1,800 c.c.之轎式車輛占比最高（請參見本計畫 96 年研究成果），應由此類主流大宗車種之中，遴選實驗 B 車。此外，因本計畫實驗目的需求，實驗 B 車尚須符合以下條件：

1. 車輛之空間設計需能搭載實驗設備，並便利耗材更換。因此，需要掀背式車輛，才能符合需求。
2. 車輛需搭載車上診斷系統（On-Board Diagnostic System ,OBD），以便 OEM 車載設備 OBS-2200 可透過 OBD 介面，同步取得實驗過程中的引擎參數，包括車速、引擎轉速、歧管節氣閥開度及進氣壓力等。依據我國規範，97 年 1 月開始國產新車均需配備此項裝置；但之前產製的車輛，則未必搭載 OBD。

依據以上條件，對比經濟部能源局（民 97,2）車輛能耗指南及市售車型，得到符合實驗 B 車條件之可能車款，再依據車輛公會統計銷售資料（<http://www.ttvma.org.tw/cht/information.php>，2008/3/21 擷取）篩選出（依銷售量排序）：豐田 YARIS、日產 TIIDA、日產 LIVINA、三菱 COLT PLUS、福特 FOCUS 等 5 款車，相關資料如表 4.1-1 所示。為使實驗成果能具代表性，本計畫依據單一車型銷售量，以及所屬車廠之市占率等因素，決定採用國瑞 TOYOTA YARIS 1.5E 作為實驗 B 車；透過租賃方式取得之後，再設法改裝後座空間以搭載車載設備。實驗 B 車實車如圖 4.1.1、圖 4.1.2。實驗 B 車各項規格如表 4.1-2。

選擇國瑞 TOYOTA YARIS 1.5E 做為實驗 B 車，雖能使實驗結果具備更佳的車輛代表性，但有以下困難需要克服：(1) 經後座改裝影響車輛重量，需要調整回復為原車重 1050 公斤，使實驗 B 車與實驗 A 車之實驗成果能夠相互比較。(2) 在此原則下，實驗車重比法規車重高出甚多，達 222kg，約略是 3~4 成人重量，對實驗 B 車而言近似滿載。以國人用車習慣而言，大多不會是滿載，故會影響所量測到的排放與動力性能，需視實驗結果考慮是否進行其他補充實驗予以調整。

表 4.1-1 可能車型之相關資料：實驗 B 車

公司(車廠)	國產車型(排氣量) (註 1)	內外銷合計(臺)(註 2)			行李箱尺寸(mm) (註 3)		
		2007 全年	2008,1~2	2007,1~2008,2	長	寬	高
國瑞(豐田)	NCP91L-AHPVKR YARIS (1.5)	18,762	3,527	22,289	1000	600	900
裕隆(日產)	TIIDA C22 EH (1.8)	8,996	1,448	10,444	1000	780	890
	K11 CX MARCH (VERITA) /K11 GX MARCH (1.3)	5,847	-	5,847	n.a.	n.a.	n.a.
	GRAND LIVINA L10EMM/L10GMB (1.8)	3,010	2,555	5,565	n.a.	n.a.	n.a.
	LIVINA (1.6)	n.a.	n.a.	n.a.	1000	840	1000
中華(三菱)	COLT PLUS CO16SA (1.6)	7,984	1,817	9,801	950	800	850
福特六和	C307-7S (FOCUS) (1.8)	3,868	969	4,837	1100	700	800
	C206-2X (ACTIVA) (1.6)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
福特六和 (馬自達)	J39-2P (MAZDA 323 ISAMU) (1.6)	1,382	-	1,382	n.a.	n.a.	n.a.
三陽(現代)	MATRIX GLD (1.6)	851	96	947	n.a.	n.a.	n.a.
	MATRIX GLS (1.8)	622	33	655	n.a.	n.a.	n.a.
太子(鈴木)	SOLIO MA34S (1.3)	577	37	614	n.a.	n.a.	n.a.
車載設備 HORIBA-2200 體積規格					850	800	530

註1：依據經濟部能源局(民97,2)「車輛能耗指南」所列1200~1800cc5門小客車(轎式、旅行式)之合格車型。

註2：本研究依據<http://www.ttvma.org.tw/cht/information.php> (2008/3/21擷取)網站資料計算。

註3：針對掀背式5款車輛(標粗體字者)，本計畫實車丈量。其中寬度小於車載設備體積規格部分的車款，改裝拆除後排座椅後即可符合需求。

資料來源：本計畫。



資料來源：本計畫

圖 4.1.1 實驗 B 車-TOYOTA YARIS 1.5E (一)



資料來源：本計畫

圖 4.1.2 實驗 B 車-TOYOTA YARIS 1.5E (二)

表 4.1-2 實驗車輛規格表：實驗 B 車

	項目	車輛規格
1	廠牌	TOYOTA
2	車型	YARIS 1.5E 1497c.c. A4 5D
3	引擎型式	直列四汽缸
4	車輛重量 (kg)	1050
5	排氣量 (c.c.)	1497
6	最大馬力 (PS/rpm)	110/6000
7	最大扭力 (Kgm/rpm)	14.4/4200
8	燃料系統	直接噴射系統
9	壓縮比	10.5
10	缸徑/衝程 (mm/mm)	75.0 / 84.7
11	輪胎尺寸	175/65 R14
12	油箱容量 (liter)	42
13	污染排放控制系統	EEC、PCV、OBD、O ₂ 、觸媒轉化器
14	污染排放標準	符合臺灣四期排放標準

資料來源：本計畫。

考量實驗 B 車之各項實驗，應務求能與 A 車資料進行比對。因此，各項實驗條件均盡量維持與實驗 A 車一致，例如採用同一組工作人員執行實驗等。至於實驗車重的設計上，亦維持「實驗車重」(空車重+設備+人員)大於「法規車重」(空車重+法規配重，再依查表得到參考車重) 222 公斤的差距，以使 A、B 車所分析得到的 R3，均代表的是同一重量差異的影響(222 公斤)。實驗 A 車與 B 車之重量組成差異，請參見表 4.1-3。

表 4.1-3 實驗車重量組成

單位：(kg)

	說明	代號	實驗 A 車	實驗 B 車
空車重	滿油滿水重量	W1	1820	1050
法規車重	空車重+FTP 法規配重，再依據查表所得	W2	1928	1190
實驗車重	實驗車輛搭載設備、人員之總重量	W3	2150	1412
重量差異	固定 R3 所代表的重量差異	W4=W3-W2	222	222

資料來源：本計畫。

至於實驗設備部分，包含車載量測系統 (OEM) 和實驗室設備等，均維持與實驗 A 車相同，相關規格與運作特性等請參見本計畫 96 年研究成果報告。不過 OEM 設備會因車型排氣量差異，需要搭載不同的流量計。因此，97 年實驗 B 車在進行道路實驗之前，需先將車輛規格提交給日本原廠，計算流量係數、製作新的流量計並經校正認可之後，再透過設備代理商專業技師檢測安裝。此過程約需時 2 個月左右，影響實驗 B 車的道路實驗進度，但可確保所取得數據之可靠有效。

至於實驗用油部分，由於實驗 A 車使用 96 年採購油品已經用罄，97 年需採購新油品。97 年採購之市售 95 無鉛汽油，經送中油化驗，詳細油品參數如表 4.1-4。實驗 B 車之各項實驗，均以 97 年油品進行。同時，為釐清實驗油品差異是否影響實驗數據，本計畫特別設計油品差異之比對實驗：實驗

B 車分別以 96、97 年用油重複進行 #0 法規審驗測試實驗，比較分析所得之能耗、排放結果是否有顯著差異。經統計檢定（參見附錄 1.2.6 節）顯示：實驗油品不會對實驗數據造成顯著影響。因此，無須做油品差異調整，可以直接比較分析實驗 A 車（96 年用油）與實驗 B 車（97 年用油）之研究成果。

表 4.1-4 實驗油品參數（96-97 年用油）

測試項目	油品種類	96 年用油	97 年用油
檢驗項目		檢驗結果	檢驗結果
密度@15°C (kg/L)		0.7524	0.7576
研究法辛烷值		95.2	95.3
雷氏蒸氣壓 (kPa)		56.3	54.8
苯含量 (vol%)		0.71	0.68
總芳香烴含量 (vol%)		30.42	33.48
熱值 (cal/g)		10597	10767
淨熱值 (cal/g)		10032	10226
碳含量 (wt%)		88.21	89.17
鉛含量 (g/L)		<0.0025	<0.0025
氫含量 (wt%)		11.15	10.67
含氧成分 (vol%)		7.86	8.24
氧化穩定 (minutes)		>240	>240

資料來源：本計畫。

4.1.2 調查實驗設計與處理結果彙整

除前述油品差異 #0 實驗之外，實驗 B 車主要測試項目則為重覆 A 車的關鍵實驗，以建構能與 A 車相比對之資料庫，驗證本計畫所建構關聯模式之穩定性。因此，實驗 B 車將盡可能進行圖 2.5.2 之各項實驗，務求能與 A 車資料進行比對。不過，由於 97 年計畫執行啟動之後，經團隊檢討後決定增加實驗室 #10 實驗（A、B 車均需增加），故需對應刪減實驗 B 車之實驗室 #5 實驗，以及簡化 #7、#0 實驗，以略微平衡實驗經費超支的缺口。此一調整之相關考量，分項說明如下。

1. 在眾多實驗中，選定刪減 #5 實驗，乃是由實驗設計面來看，可由實驗 B 車 #7 與 #0 之間的複合關係（R7），直接進行與實驗 A 車之對比驗證。再考慮實驗 A 車資料分析，於 97 年 4 月左右得到初步結論，認為 R3、R6 均為一不隨車速變動之定值，且可由 R7 表示其複合影響。由此考慮，刪減實驗 B 車之實驗室 #5 實驗，研究成果受影響的風險較低。
2. 在簡化實驗室 #7 及 #0 實驗部分，則僅選用實驗 B 車在我國審驗測試時所使用的 FTP 行車型態，進行實驗，而忽略 EU 行車型態之實驗。由於實驗 A 車在我國法規審驗測試時，亦使用 FTP 行車型態；因此，實驗 B 車忽略 EU 行車型態之相關測試，將不會影響 2 者比對

分析和模式建構。

總結來說，97 年度實驗 B 車共進行道路實驗 #99（7 種道路類型）；及 4 種實驗室實驗：#8（7 種道路類型）、#10（2 種道路類型，CLASS 1 及 CLASS 27）、#7（FTP 行車型態）、#0（FTP 行車型態，96 及 97 年油品各進行一次）；測試項目說明如表 4.1-5。

表 4.1-5 97 年測試項目說明：實驗 B 車（國瑞 TOYOTA YARIS 1.5E）

實驗室實驗		道路實驗
1	<ul style="list-style-type: none"> ● #0-法規標準測試程序（不開頭燈空調及原車重+法規配重）並分別使用 96 及 97 年油品 ● 各執行 FTP 3 車次（共計 6 車次） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 執行 7 種實際道路類型，包含國道（CLASS 1）、快速道路（CLASS 11）、省道低干擾 2 車道（CLASS 24）、省道高干擾 2 車道（CLASS 27）、縣道低干擾 2 車道（CLASS 34）、鄉道（CLASS 43）及市區道路（CLASS 53）等實驗數據蒐集 ● 各道路類型之實驗路線部分，則依據實驗 A 車之執行經驗，微幅調整實驗路線，以增加道路實驗成功取樣的效率
2	<ul style="list-style-type: none"> ● #7-法規標準測試程序（開頭燈空調及原車重+設備+人員） ● 執行 FTP 3 車次（共計 3 車次） 	
3	<ul style="list-style-type: none"> ● #8-CLASS 1、CLASS 11、CLASS 24、CLASS 27、CLASS 34、CLASS 43 及 CLASS 53 等轉換型態曲線（開頭燈空調及原車重+設備+人員） ● 7 種型態分別切分 2 段各執行 3 次（共計 42 車次） 	
4	<ul style="list-style-type: none"> ● #10-CLASS 1、CLASS 27（不開頭燈空調及原車重+法規配重） ● 2 種型態切分 2 段各執行 3 次（共計 12 車次） 	

註：除另有標明以外，均以 97 年油品執行。

資料來源：本計畫。

實驗 B 車自 97 年 6 月起租用，開始進行前置作業，包含車輛檢測、搭載 OEM 所需之後座改裝、確認車載設備取樣及 OBD 系統功能運作正常。後於民國 97 年 6 月 12 日起執行 #0、#7 實驗室法規審驗測試相關實驗，7 月 22 日開始執行實驗 B 車道路實驗，至 8 月 22 日止完成 7 種道路類型之道路實驗，取得足夠數量之有效樣本（參見表 4.1-7），並於 8 月 31 日完成道路類型行車型態於實驗室複製實驗 #8 及 #10。實驗 B 車之實驗日誌、道路實驗路線規劃說明與執行情形、取樣資料回收處理等說明請參見附錄 1.2。

實驗 B 車執行實驗室法規審驗測試相關實驗 #0 與 #7，分別以 FTP 法規審驗測試行車型態重複進行 3 次，所取得之樣本數列於表 4.1-6。道路實驗（#99）共計取得超過 14 萬筆原始數據，經由與實驗 A 車相同做法剔除誤差較大及異常數據後，篩選有效樣本 10 萬筆，其車速分布如表 4.1-7。並遵循 96 年研究方法，挑選實驗室道路類型複製實驗（#8 及 #10）行車型態測試曲線如表 4.1-8。其行車型態特性如表 4.1-9。

表 4.1-6 實驗項目之樣本數：實驗 B 車（#0、#7）

單位：（筆）

實驗編號	(1) FTP-UB	(2) FTP-HY	(1+2) FTP-UB+HY
#0	5,847	2,295	8,142
#7	5,845	2,295	8,140
小計	11,692	4,590	16,282

資料來源：本計畫。

表 4.1-7 道路實驗（#99）取樣車速分布表：實驗 B 車（97 年）

單位：（筆）

車速範圍 (km/hr)	道路類型/道路名稱/道路屬性 (CLASS)						
	1	11	24	27	34	43	53
	國道：限速 100～ 110 一般路段	快速公路： 完全進出管制	省道：低干 擾 2 車道	省道：高干 擾 2 車道	縣道：低干 擾 2 車道	鄉道：低干 擾 1 車道	市區道 路：高干擾
怠速	111	537	2,889	6,226	2,933	1,109	6,386
000～010	274	473	708	1,429	890	558	986
011～020	620	569	360	1,157	1,185	665	794
021～030	393	692	479	1,642	1,799	1,296	1,125
031～040	170	741	794	2,575	1,969	3,196	1,834
041～050	190	1,269	1,240	3,098	1,776	5,172	5,125
051～060	237	2,272	1,879	2,928	2,083	2,821	1,192
061～070	443	4,838	2,034	1,869	4,876	385	31
071～080	713	478	111	120	567	-	-
081～090	1,682	-	-	-	-	-	-
091～100	4,119	-	-	-	-	-	-
101～110	1,009	-	-	-	-	-	-
111 以上	-	-	-	-	-	-	-
合計	9,961	11,869	10,494	21,044	18,078	15,202	17,473

註1：本表為道路實驗所取得之有效樣本數（＝實際取得樣本數－異常樣本數）。其中，異常樣本數定義為原始資料出現以下狀況：（1）各排放物之濃度及重量<0者；（2）流量計讀數<0者；以及（3）各項排放物重量皆為0者。

註2：黑色網底標示處為各道路類型前三大樣本數區塊。

資料來源：本計畫。

表 4.1-8 實驗室實驗（#8 及 #10）各道路類型行車型態設計：實驗 B 車

道路類型	測試代號	總時間 (秒)	車速 (km/hr)													相關係數
			怠速(0)	001~ 010	011~ 020	021~ 030	031~ 040	041~ 050	051~ 060	061~ 070	071~ 080	081~ 090	091~ 100	101~ 110		
1	母體	9,961	1%	3%	6%	4%	2%	2%	2%	4%	7%	17%	41%	10%	-	
	a	734	0%	3%	2%	0%	1%	0%	1%	1%	6%	15%	55%	14%	0.99	
	b	770	0%	1%	1%	1%	1%	2%	1%	6%	9%	19%	48%	11%	0.99	
11	母體	11,869	5%	4%	5%	6%	6%	11%	19%	41%	4%	0%	0%	0%	-	
	a	815	8%	5%	2%	5%	7%	10%	20%	39%	4%	0%	0%	0%	0.99	
	b	873	8%	2%	5%	6%	6%	11%	18%	42%	1%	0%	0%	0%	0.99	
24	母體	10,494	28%	7%	3%	5%	8%	12%	18%	19%	1%	0%	0%	0%	-	
	a	844	21%	5%	5%	9%	12%	14%	20%	15%	0%	0%	0%	0%	0.94	
	b	796	29%	4%	2%	4%	4%	10%	23%	21%	2%	0%	0%	0%	0.98	
27	母體	21,044	30%	7%	5%	8%	12%	15%	14%	9%	1%	0%	0%	0%	-	
	a	736	36%	6%	6%	8%	15%	14%	9%	6%	0%	0%	0%	0%	0.97	
	b	903	35%	4%	2%	4%	12%	24%	14%	4%	1%	0%	0%	0%	0.95	
34	母體	18,078	16%	5%	7%	10%	11%	10%	12%	27%	3%	0%	0%	0%	-	
	a	901	17%	6%	5%	7%	13%	10%	10%	32%	0%	0%	0%	0%	0.98	
	b	868	15%	5%	4%	8%	11%	10%	13%	30%	4%	0%	0%	0%	0.99	
43	母體	15,202	7%	4%	4%	9%	21%	34%	19%	3%	0%	0%	0%	0%	-	
	a	810	10%	4%	5%	6%	25%	31%	17%	2%	0%	0%	0%	0%	0.98	
	b	883	9%	1%	3%	9%	19%	36%	20%	3%	0%	0%	0%	0%	0.99	
53	母體	17,473	37%	6%	5%	6%	10%	29%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	-	
	a	817	38%	6%	5%	10%	9%	25%	6%	0%	0%	0%	0%	0%	0.99	
	b	804	38%	6%	7%	10%	11%	24%	6%	0%	0%	0%	0%	0%	0.99	

註：實驗中所採用之駕駛比對測試曲線，係根據道路實驗取樣車速分布比例挑選，各含括該類型之道路車速分布，每種道路類型取2段，分別以代號a、b識別。

資料來源：本計畫。

表 4.1-9 實驗室實驗（#8 及 #10）各道路類型行車型態特性：實驗 B 車

特性	行車型態		CLASS 1		CLASS 11		CLASS 24		CLASS 27		CLASS 34		CLASS 43		CLASS 53	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
型態時間（秒）	753	789	834	892	864	902	922	755	887	920	829	902	902	902	902	902
行駛里程（km）	18.32	18.35	9.82	11.57	8.10	7.85	6.95	5.03	10.03	9.82	8.20	8.68	4.87	4.77	19.45	19.05
平均車速*1（km/hr）	87.51	84.02	48.08	47.66	33.70	31.38	27.10	23.96	40.66	38.42	35.56	34.61	34.70	34.19	54	54
平均車速*2（km/hr）	87.63	84.02	52.27	51.74	42.74	49.77	41.00	36.74	47.58	46.01	37.84	37.43	34.70	34.19	12	14
最大車速（km/hr）	105	106	72	72	68	71	74	64	75	69	54	57	54	54	12	14
最大加速（km/hr-s）	10	9	7	13	11	18	15	16	10	13	15	16	15	16	12	14
平均加速（km/hr-s）	0.44	0.50	0.49	0.58	0.57	0.55	0.50	0.59	0.66	0.62	0.81	0.85	0.59	0.59	0.59	0.59
最大減速（km/hr-s）	11	5	10	17	16	19	7	16	18	16	19	9	11	13	11	13
平均減速（km/hr-s）	0.49	0.38	0.53	0.50	0.71	0.55	0.47	0.64	0.63	0.61	0.79	0.72	0.45	0.47	0.45	0.47
區段數*3	2	4	3	5	4	4	2	2	1	3	4	5	2	1	2	1
停等比例（%）	0	0	7.91	7.73	21.18	36.69	33.73	34.60	14.43	16.52	5.90	7.42	43.95	44.23	43.95	44.23

註：*1 含停等（總里程/總時間）

*2 不含停等（總里程/總行駛時間）

*3 區段數代表車速不為0之行車型態出現次數。區段數=1代表測試時間內並無任何停等；區段數=2代表測試過程中，有一段停等時間，將行車型態曲線明顯分成2段，依此類推。

*4 實驗中所採用之駕駛比對測試曲線，係根據道路實驗取樣車速分布比例挑選，各涵括該類型之道路車速分布，每種道路類型取2段，分別以代號a、b識別。

資料來源：本計畫。

4.2 各實驗項目資料分析（#0、#7、#8、#99）

4.2.1 實驗室法規審驗測試行車型態實驗（#0、#7）

1. 各實驗項目之能耗、排放平均值

依據與實驗 A 車相同計算方式，求得實驗 B 車在 #0 與 #7 實驗之 FTP-UB+HY 能耗、排放平均值如表 4.2-1。各項數值均顯著低於實驗 A 車結果；但各平均值之相互關係與實驗 A 車結果相仿，如 FTP-HY 平均值大於 FTP×UB，CO₂ 平均值約為 FUEL 之 3 倍等。

表 4.2-1 #0 與 #7 之 FTP-UB+HY 能耗、排放平均值：
實驗 B 車（N0 與 N7）

單位：g/s

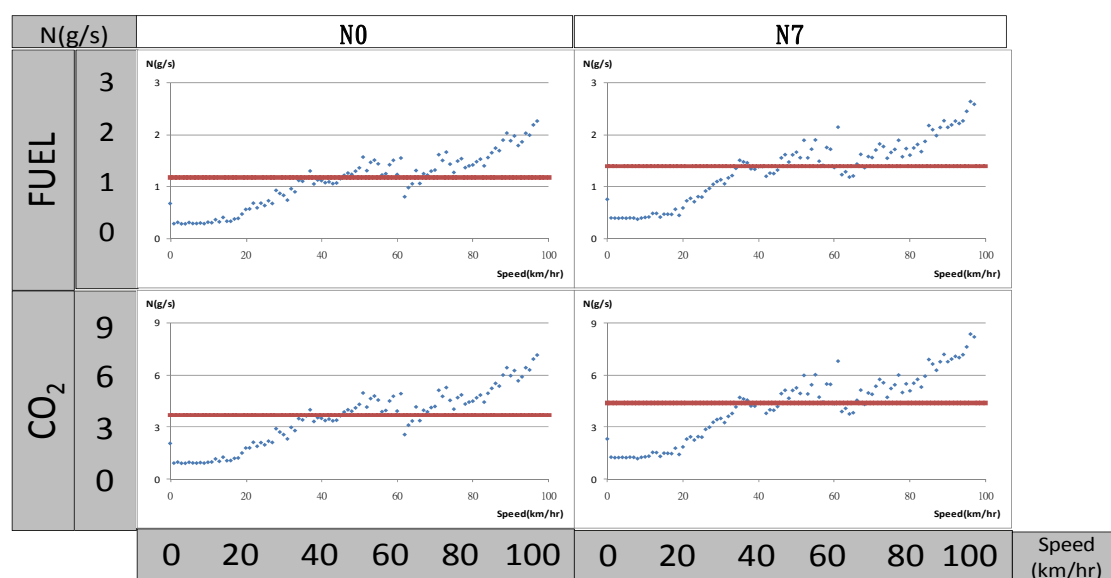
實驗 B 車	能耗、排放	FTP-UB	FTP-HY	FTP-UB+HY
N0	FUEL	0.571364	0.888333	0.680654
	CO ₂	1.799018	2.816851	2.148342
N7	FUEL	0.701722	1.018372	0.815882
	CO ₂	2.209677	3.227715	2.575178

註：FTP75 之標檢平均值估算方式可參見式 3-1。

資料來源：本計畫。

2. N-V 資料庫建置

比照實驗 A 車方法，彙整實驗 B 車 #0 與 #7 實驗所建構之能耗、排放動態曲線圖，如圖 4.2.1 所示；基本分布趨勢與實驗 A 車結果相仿。個別車速下之 N0-V 與 N7-V 對照表，請參見附表 2.2-1 與附表 2.2-2。



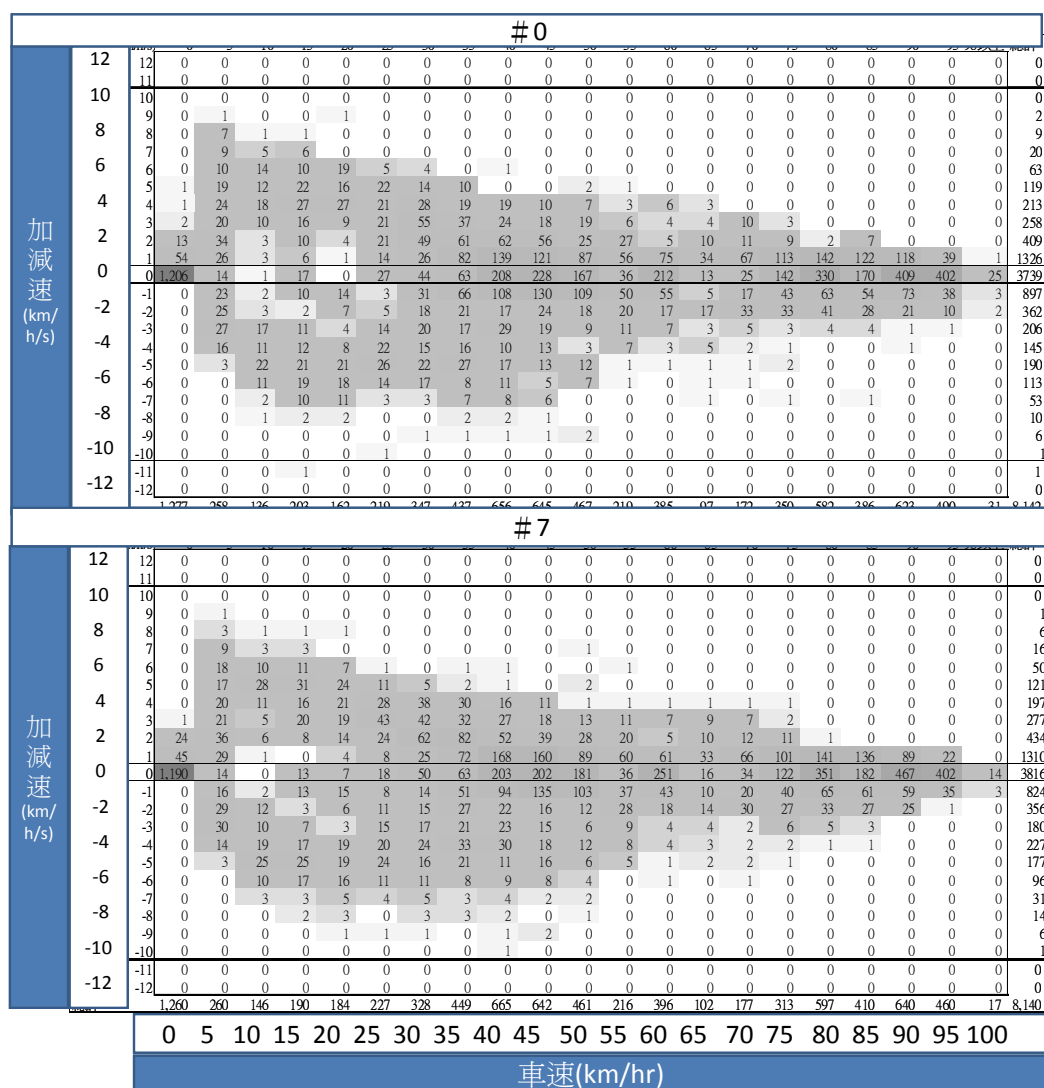
註：圖中實心點為 2 實驗所取得各車速下之每秒實際能耗、排放率平均值（N0-V 與 N7-V）；實線則為 2 實驗所得總能耗、排放量之平均值（N0、N7）。

資料來源：本計畫。

圖 4.2.1 各實驗之 N-V 分布圖形（實驗 B 車：N0、N0-V、N7、N7-V）

3. 車速/加減速分布矩陣分析

圖 4.2.2 為根據實驗 B 車 #0、#7 各樣本點之車速與加減速分布矩陣圖；基本分布趨勢與實驗 A 車相仿。



註：圖中數字表示於該車速與加減速狀態下，所取得樣本數；底色越深則顯示該狀態之樣本數占比越高。

資料來源：本計畫。

圖 4.2.2 各實驗之車速/加減速分布矩陣（SAFDs）圖：實驗 B 車

4. 綜合比較

由前圖 4.2.2 可知，2 實驗項目因在同一法規審驗測試行車型態下進行，因此 SAFDs 特性十分相似。再由前圖 4.2.1 中可看出，N0-V 與 N7-V 在車速小於 20 (km/hr) 之前，其能耗、排放率近似於一定值；其餘車速區間之能耗、排放率確實會隨車速而改變，且 2 實驗之變動趨勢十分相似。同時，N7-V 之值皆高於 N0-V，顯示車重、頭燈與空調等差異，確實對於車輛能耗、排放造成影響。

4.2.2 各道路類型行車型態實驗（#8、#99）

1. #99（N99-V）

（1）調查取得之樣本資料

實驗 B 車道路實驗（#99）取得 7 種道路類型至少各約 1 萬筆左右之有效樣本，統計之有效性不虞憂慮；但部分道路類型（CLASS 27、34、43、53）樣本數顯著較其他為多（參見表 4.2-2 之（A）列）。為避免樣本數差距過大影響後續統計分析，故亦循實驗 A 車相同方式進行內部抽樣，得到表 4.2-2（C）列樣本，作為實驗 B 車 #99 模式建構之用，共計 72,159 筆。

表 4.2-2 各道路類型之樣本數（實驗 B 車：#99）

單位：（筆）

道路屬性 類型（CLASS）	國道 1	快速 道路 11	省道 低干擾 2 車道 24	省道 高干擾 2 車道以上 27	縣道 低干擾 2 車道 37	鄉道 低干擾 1 車道 43	市區 道路 高干擾 53	總計
（A）樣本數 （data） ^{註 1}	9,961	11,869	10,494	21,044	18,078	15,202	17,473	104,121
（B）樣本車速最大值 Max（V-data） ^{註 2}	112	74	78	74	76	66	63	
（C）該道路等級之模式速限 Max（V-model） ^{註 3}	120	100	80	80	70	70	60	
（D）應用樣本數 （sample） ^{註 4}	9,961	11,869	10,494	10,000	9,845	10,000	9,990	72,159
（E）應用樣本車速最大值 Max（V-sample） ^{註 5}	112	74	78	74	76	66	62	

註1：此為道路實驗所取得之（實際取得—異常）樣本數；其中，儀器校準之異常樣本定義為「當車速與轉速皆取得數據，但能耗與排放為0者」；同時，CLASS 1將非國道1號樣本數刪除，以配合實驗B車之道路實驗路線。

註2：（A）之所有樣本數所涵蓋之車速最大值，單位為km/hr。

註3：該道路類型所屬道路等級之法規容許行駛車速上限，為該道路等級最高速限往上推移10km/hr。

註4：實際用於建構模式之樣本數。如（A）取得之樣本數約為10,000筆時，則不再抽樣；否則以（A）抽樣10,000筆，再排除超出該道路等級之模式速限（C）的數據。

註5：（D）之所有樣本數所涵蓋之車速最大值，單位為km/hr。

資料來源：本計畫。

（2）N-V 資料庫建置

上述資料建置各道路類型之能耗、排放動態曲線圖（N99-V），可參見附圖 2.1.1。而個別車速下之 N99-V 對照表，則可參見附表 2.2-4。

（3）以道路實驗資料建構之推估方程式（ $\hat{N99-V}$ ）

以上述道路實驗資料庫，可直接進行隨道路類型、車速變化之能耗、排放函數配適，建構實驗 B 車 $\hat{N99}$ 推估方程式。以車速做為主要解釋變數，本計畫嘗試以多種函數類型加以配適，包括車速之 2 次多項式、3 次多項式及 4 式多項式等。在同時考量橫向（各道路類型間）與縱向（各群組間）之一

致性的前提下，並比較統計量（校估參數符號與顯著性）、推估能力（判定係數，adj-R²）與圖形配適性之後，擇定實驗 B 車之各道路類型 FUEL 與 CO₂ 推估方程式，為車速之 2 次多項式，如式 4-1；各項校估係數如表 4.2-3 與表 4.2-4。

此結果表示：實驗 B 車隨道路類型、車速變化之 FUEL 與 CO₂ 排放率，可採用瞬時車速之 2 項多項式加以推估，同時，此一推估方程式具有以下特性：（1）各推估方程式不僅在同一道路類型中，FUEL 與 CO₂ 之正負號具有相當之一致性；（2）同時，推估方程式之修正後判定係數（adj-R²）均佳，以 CLASS 24 與 CLASS 43 較低但亦在 0.4 以上，其餘皆在 0.6 以上，甚至可高達 0.80 左右（CLASS 34）；（4）藉由 B-N₉₉ 之殘差圖（參見附圖 2.1.3）分析結果亦可得知：各道路類型推估值與實際值間之殘差，除 CLASS 1、24、27 之少數資料點之外，所有 FUEL 之殘差值皆介於 -0.5~0.5（g/s）之間，CO₂ 之殘差值皆介於 -1~1（g/s）之間，且各道路類型之殘差點皆近似於隨機分布。由上述分析結果顯示：以車速之 2 次多項式所建構之配適函數，對於實驗 B 車在各道路類型上之能耗（FUEL）/排放率（CO₂），具有相當解釋能力。

$$B - N_{99} = a + bV + cV^2 \quad \text{式 4-1}$$

其中，B - N₉₉：該秒之 FUEL 或 CO₂（g/s）；

V：該秒之瞬時車速（km/hr）；

a：常數項；

b：V 項之係數；

c：V² 項之係數。

表 4.2-3 各道路類型 FUEL 之推估方程式參數表（實驗 B 車：#99）

單位：g/s					
MODEL	a	b	c	adj-R ²	F 統計量
CLASS 1_FUEL	0.46509	0.01981	-0.00011	0.6589	108.22
t 值	9.01	9.24	-6.05		
CLASS 11_FUEL	0.61929	0.00460	0.00014	0.6779	75.71
t 值	22.39	2.55	0.58		
CLASS 24_FUEL	0.86129	-0.01104	0.00018	0.4430	31.22
t 值	22.44	-4.73	6.18		
CLASS 27_FUEL	0.63354	0.00156	0.00005	0.7317	96.43
t 值	29.19	1.09	2.45		
CLASS 34_FUEL	0.68287	-0.00167	0.00009	0.8150	161.85
t 值	35.83	-1.38	5.88		
CLASS 43_FUEL	0.82626	-0.00217	0.00011	0.4133	24.25
t 值	18.60	-0.70	2.43		
CLASS 53_FUEL	0.54475	0.00773	-0.00005	0.6480	52.54
t 值	22.56	3.88	-1.34		

註1：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。

註2：模式校估時排除以下離群值：CLASS 11 為 V=72~74，共 68 筆；CLASS 24 為 V=78，共 1 筆；CLASS 27 為 V=71~74，共 27 筆；CLASS 34 為 V=74~76，共 14 筆；CLASS 53 為 V=57~62，共 53 筆。

資料來源：本計畫。

表 4.2-4 各道路類型 CO₂ 之推估方程式參數表（實驗 B 車：#99）

單位：g/s

MODEL	a	b	c	adj-R ²	F 統計量
CLASS 1_CO ₂	1.50023	0.05815	-0.00032	0.6684	112.85
t 值	9.66	9.01	-5.68		
CLASS 11_CO ₂	1.94948	0.01367	0.00005	0.6799	76.40
t 值	22.59	2.43	0.71		
CLASS 24_CO ₂	2.70446	-0.03456	0.00058	0.4480	31.84
t 值	22.66	-4.76	6.23		
CLASS 27_CO ₂	1.99331	0.00462	0.00016	0.7323	96.76
t 值	29.24	1.03	2.52		
CLASS 34_CO ₂	2.14117	-0.00557	0.00030	0.8217	169.16
t 值	36.24	-1.49	6.08		
CLASS 43_CO ₂	2.57207	-0.00432	0.00030	0.4028	23.26
t 值	19.46	-0.47	2.18		
CLASS 53_CO ₂	1.71809	0.02428	-0.00014	0.6500	53.00
t 值	22.63	3.87	-1.32		

註1：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。

註2：模式校估時排除以下離群值：CLASS 11 為 V=72~74，共 68 筆；CLASS 24 為 V=78，共 1 筆；CLASS 27 為 V=71~74，共 27 筆；CLASS 34 為 V=74~76，共 14 筆；CLASS 53 為 V=57~62，共 53 筆。

資料來源：本計畫。

2. #8 (N8-V)

(1) 調查取得之樣本資料

實驗 B 車 #8 實驗共取得樣本數 34,446 筆，各道路類型之樣本數，分別統計如下表 4.2-5 所示。

表 4.2-5 各道路類型之樣本數（實驗 B 車：#8）

單位：（筆）

道路類型	1	11	24	27	34	43	53	總計
複製路段 (a) ^{註1}	734	815	844	736	901	810	817	
實驗室實驗 (a) ^{註2}	2,123	2,439	2,519	2,205	2,694	2,424	2,444	16,848
複製路段 (b) ^{註3}	770	873	796	903	868	883	804	
實驗室實驗 (b) ^{註4}	2,267	2,612	2,384	2,697	2,595	2,642	2,401	17,598
實驗室實驗 (a+b) ^{註5}	4,390	5,051	4,903	4,902	5,289	5,066	4,845	34,446

註1：由 #99 中擷取出之 a 段實際道路駕駛型態。

註2：以複製路段 a 之 PATTERN，進行實驗室實驗 3 次，此為已刪除異常數據之樣本數。

註3：由 #99 中擷取出之 b 段實際道路駕駛型態。

註4：由以複製路段 b 之 PATTERN，進行實驗室實驗 3 次，此為已刪除異常數據之樣本數。

註5：#8 所取得之全部有效樣本數。

資料來源：本計畫。

(2) N-V 資料庫建置

實驗 B 車隨道路型態、車速變化之能耗、排放動態曲線圖 (N8-V)，請參見附圖 2.1.5；而個別車速下之 N8-V 對照表，則可參見附表 2.2-6。

3. #99 與 #8 之車速/加減速分布矩陣分析

以圖 4.2.3 彙整實驗 B 車分別在 #99 與 #8 之實驗項目中各樣本點之車速/加減速分布情形。由實驗 B 車 #99 之 SAFDs 圖(圖 4.2.3 左欄)可發現：其在各道路類型上之車速/加減速分布情形與實驗 A 車有些許差異存在，特別在國道與快速道路 (CLASS 1 與 CLASS 11) 上，加減速行為皆較實驗 A 車少 (實驗 A 車之 SAFDs 圖可參見圖 3.2.3)。這可能是由於本計畫將實驗 B 車之實驗路線，盡可能控制與實驗 A 車相同，因而駕駛員在熟悉路況之狀態下，其所出現的加減速動作減少所致。

另一方面，比較圖 4.2.3 左右兩欄圖形，也發現與實驗 A 車相似的情形：實驗 B 車 #99 加減速行為較為劇烈 (可達 ± 20 或更大)，#8 加減速分布範圍則較窄 (多在 ± 10 之內)，顯示 #8 實驗室實驗無法完全 #99 之加減速行為。

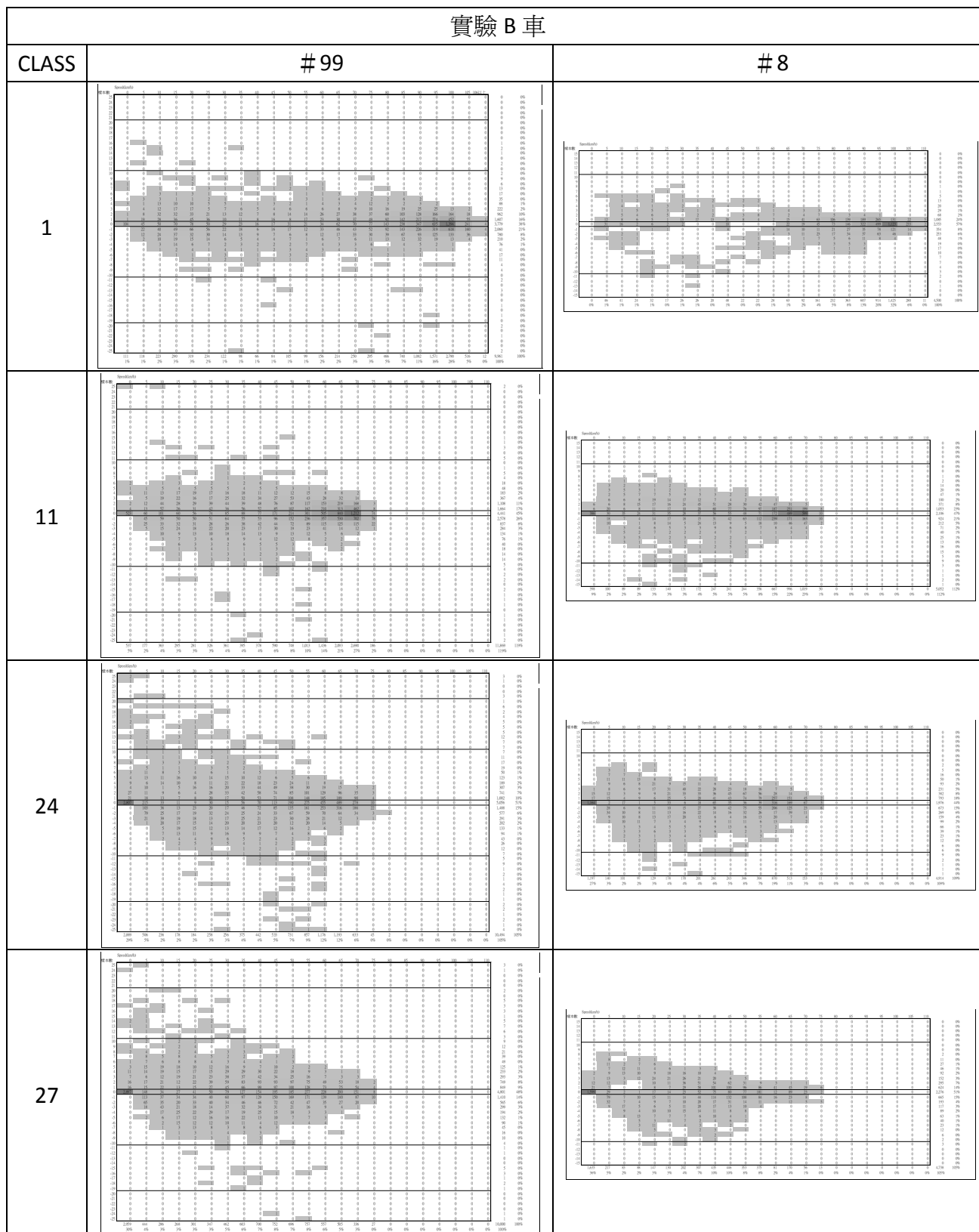
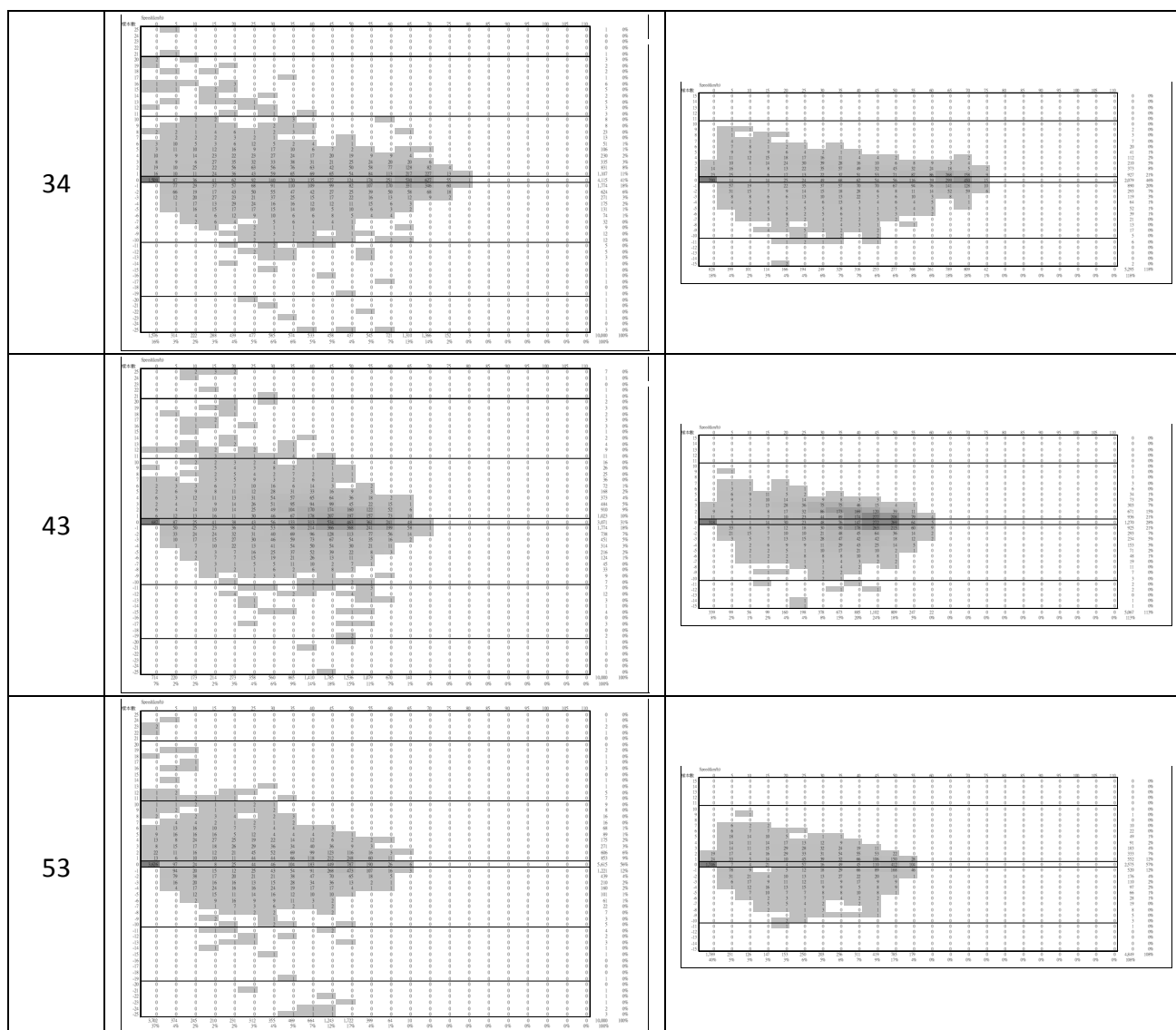


圖 4.2.3 各道路類型之車速/加減速分布矩陣（SAFDs）圖：實驗 B 車



資料來源：本計畫。

圖 4.2.3 各道路類型之車速/加減速分布矩陣 (SAFDs) 圖：實驗 B 車(續)

4. 綜合比較

上述實驗 B 車 #99 與 #8 實驗結果之探討結果，與第三章實驗 A 車結論大致相符。首先：道路實驗 #99 各道路類型之 N-V 分布趨勢不盡相同，且不具有一致性；但 FUEL 與 CO₂ 之變動趨勢具有一致性，且呈現一固定倍數的差距。同時，比較發現 #99 與 #8 之 N-V 排放趨勢不盡相同，進一步分析 2 實驗項目之 SAFDs 圖，則發現 2 者在加減速分布上存有顯著差異；推論係因實驗室複製實驗 #8 執行時，駕駛員可預先得知行車型態 (PATTERN)，故加減速行為較 #99 和緩。

另外，實驗 B 車 #99 之 SAFDs 圖與實驗 A 車有些許差異，特別在國道與快速道路（CLASS 1 與 CLASS 11）上，加減速行為皆較實驗 A 車少；可能因駕駛員較為熟悉路況所致。此一差異，可能導致 2 實驗車輛 N_{99-V} 分布特性差異，而使 2 車 \hat{N}_{99} 推估方程式之配適函數型態有所不同。

4.3 各實驗項目間之轉換率說明與建構（R）

4.3.1 R12 轉換率（將 $\overline{N_7}$ 展開為動態曲線之轉換率）

根據實驗 A 車之建構方法，將 R_{12} 定義為 $=N_7/\overline{N_7}$ ，藉以將 #7 實驗總能耗、排放量之平均值（前表 4.2-1 $\overline{N_7}$ 之 FTP-UB+HY，不隨車速變化而變動），展開為隨車速變化之能耗、排放曲線。如第三章 3.3.1 節所述，實驗 B 車 \hat{R}_{12} 函數型態與實驗 A 車相同，經鄒檢定確認 2 車 \hat{R}_{12} 可以合併為式 3-3，其統計量如表 3.3-1。相關之分析請參見前文，不再贅述。

4.3.2 R11 轉換係數（實驗環境與行車型態之綜合轉換率）

本計畫定義 $R_{11}=N_{99}/N_7$ ，以 R_{11} 轉換率綜合呈現道路與實驗室間之差異，以及不同道路類型與行車型態間之差異。根據道路實驗 #99 與實驗室實驗 #7，各自計算隨車速變化之平均能耗、排放率 N_{99} 與 N_7 ，再求取對應之 R_{11} ；並建構 \hat{R}_{11} 推估方程式（參見表 4.3-1 及表 4.3-2）。

R_{11} 實際值、推估方程式及推估值之殘差分布等，請參見附圖 2.1.8 與附圖 2.1.9；各車速點下 R_{11} 轉換率，則可參見附表 2.2-9。比較同一道路類型之能耗與排放圖形，觀察結果發現 FUEL 與 CO_2 之 R_{11-V} 變動趨勢一致，與車速略呈負相關，在車速小於 30 km/hr 時變動較大，大於 30 km/hr 之後數值較為穩定，變動範圍多介於 100%~300%之間。另由橫向（各道路類型之間）圖形比較之觀察結果發現：車速對於各道路類型之 R_{11-V} 影響程度不同，尤以國道（CLASS 1）變動範圍較不同於其它道路類型。

與實驗 A 車相同，以車速作為解釋變數，並嘗試以多種方式（轉換率以 LN 轉換、不同車速切點之 SPLINE 方程式、車速之多項式等）建構 2 車之 R_{11} 推估方程式（以下簡稱 \hat{R}_{11} ）。其中，綜合各種推估方程式之相關統計量與圖形等推估結果，挑選出最適配函數為：轉換率以 LN 轉換後，再以 SPLINE 方程式（車速切點=25）加以配適，以作為各道路類型之 R_{11-V} 之推估方程式。

表 4.3-1 B-R¹¹ (FUEL) 之推估方程式參數與統計量彙整表

單位：(%)

B - R ¹¹ (FUEL)	a	b	c	d	e	Adj-R ²	F 值
CLASS 1	0.886436	-0.002329	-0.001340	0.000028	-0.000037	0.6060	37.91
t 值	8.83	-0.12	-1.32	1.84	-2.24		
CLASS 11	0.701368	0.058559	-0.005149	0.000088	-0.000106	0.7827	64.95
t 值	7.67	2.94	-4.51	4.73	-4.57		
CLASS 24	0.625685	0.148508	-0.011200	0.000187	-0.000221	0.8783	138.06
t 值	6.41	7.18	-9.68	10.13	-10.01		
CLASS 27	0.424964	0.130257	-0.009186	0.000150	-0.000175	0.8604	108.83
t 值	5.21	7.30	-8.93	8.93	-8.25		
CLASS 34	0.490791	0.128904	-0.009350	0.000154	-0.000182	0.8807	135.72
t 值	6.38	7.78	-9.95	10.18	-9.78		
CLASS 43	0.549260	0.143734	-0.009430	0.000147	-0.000154	0.9110	169.98
t 值	7.63	8.92	-9.93	9.27	-7.38		
CLASS 53	0.239310	0.153038	-0.010238	0.000167	-0.000208	0.8844	108.13
t 值	3.10	8.28	-8.78	8.10	-6.37		

註：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。

資料來源：本計畫。

表 4.3-2 B-R¹¹ (CO₂) 之推估方程式參數與統計量彙整表

單位：(%)

B - R ¹¹ (CO ₂)	a	b	c	d	e	Adj-R ²	F 值
CLASS 1	0.887690	-0.003635	-0.001284	0.000027	-0.000036	0.6259	41.16
t 值	9.07	-0.19	-1.30	1.82	-2.21		
CLASS 11	0.706763	0.056105	-0.005023	0.000086	-0.000103	0.7892	67.47
t 值	7.81	2.85	-4.45	4.68	-4.52		
CLASS 24	0.632608	0.145546	-0.011031	0.000184	-0.000217	0.8816	142.46
t 值	6.58	7.14	-9.68	10.13	-10.01		
CLASS 27	0.431280	0.127664	-0.009042	0.000148	-0.000172	0.8635	111.67
t 值	5.34	7.22	-8.88	8.87	-8.19		
CLASS 34	0.492828	0.126810	-0.009245	0.000153	-0.000180	0.8833	139.19
t 值	6.48	7.74	-9.95	10.18	-9.79		
CLASS 43	0.555929	0.140823	-0.009285	0.000145	-0.000153	0.9169	183.16
t 值	7.99	9.04	-10.11	9.44	-7.55		
CLASS 53	0.250576	0.149862	-0.010053	0.000164	-0.000204	0.8880	112.00
t 值	3.30	8.25	-8.77	8.09	-6.35		

註：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。

資料來源：本計畫。

4.4 實驗 B 車之關聯模式建構

跟隨實驗 A 車同樣方法，採用路徑 3 建構實驗 B 車關聯模式如式 4-1 所示；建構流程請參照第三章 3.4 節所述。

$$\begin{aligned} B-N99^3 &= (B-\overline{N7}) \times (AB-R12) \times (B-R11) \\ &= (B-\overline{N7}) \times (B-R11) \end{aligned} \quad \text{式 4-1}$$

其中：

$B-N99^3$ ：實驗 B 車之道路能耗、排放推估方程式；

$B-\overline{N7}$ ：實驗 B 車之 #7 能耗或排放率平均值；

$AB-R12$ ：2 實驗車輛之 R12 通用推估方程式；

$B-R11$ ：實驗 B 車之 R11 推估方程式；

$B-\overline{N7}$ ：運用 $B-\overline{N7}$ 與 $AB-R12$ 所展開之 $B-N7$ 推估方程式，其個別車速下之 $\overline{N7-V}$ 對照表參見附表 2.2-18。

另一方面，與實驗 A 車情況相當，受限於實際道路實驗（B-N99）或實驗室行車型態（B-N7），本計畫所建構之推估方程式，其最高速限分別如表 4.4-1 所示。其中，在國道（CLASS 1）的部分，實驗 B 車實驗室法規審驗測試行車型態（B-N7）之樣本數據車速最大值（ $N7-V_{MAX}$ ）為 96 km/hr，但實際道路實驗之車速最大值（ $N99-V_{MAX}$ ）為 112 km/hr；N7 與 N99 2 者最大車速有所差異，因而導致在此區間內無 $B-R11$ 可用以建構推估方程式。針對此區間內之推估值，採用第三章實驗 A 車相同之推估式（式 3-9）加以推算。至於其他道路亦有部分區間，因道路實驗（B-N99）樣本車速最大值（ $N99-V_{MAX}$ ）較大，實驗室行車型態車速最大值（ $N7-V_{MAX}$ ）車速較小，而無法建構 $B-N99^3$ 推估方程式。此部分亦比照實驗 A 車作法，暫不推估此區間內 $B-N99^3$ 。

最後，根據實驗 B 車各道路類型 $B-N99^3$ 推估結果，與 B-N99 比對發現：以路徑 3 所建構實驗 B 車隨道路類型、車速變化之能耗、排放關聯模式，大致符合實際道路實驗資料趨勢；但在車速 20~60 km/hr 間出現低估之情形。

表 4.4-1 推估方程式之最高車速限制：實驗 B 車

單位：km/hr

道路類型(CLASS)	1	11	24	27	34	43	53
$N7-V_{MAX}$	96	96	96	96	96	96	96
$N99-V_{MAX}$	112	74	78	74	76	66	62
$R11-V_{MAX}^{註 1}$	96	74	78	74	76	66	62
需利用式 3-9 推估 $B-N99^3$ 之資料筆數	16	0	0	0	0	0	0

註 1：此列數據為上 2 列數據之最小值。

資料來源：本計畫。

4.5 車速排放對照表（Look-Up Table）

與實驗 A 車相同，本計畫提供實驗 B 車之法規測試（#0）與道路實驗（#99）在各車速下能耗、排放量，彙整為表 4.5-1、表 4.5-2，以提供運輸規劃模式應用或後續研究參考。本對照表與傳統模式所提供之能耗、排放參數之差異及轉換說明，請參見第三章 3.5 節所述。

表 4.5-1 實驗 B 車之 #0 車速排放對照表

N0-V (g/s)	實驗 B 車				
車速 (km/hr)	FEUL	CO ₂	CO	THC	NO _x
0	0.423442	1.289097	0.026545	0.004539	0.000699
1~5	0.170889	0.541229	0.000359	0.000347	0.000068
6~10	0.176611	0.558807	0.000631	0.000402	0.000071
11~15	0.202111	0.640105	0.000511	0.000371	0.000094
16~20	0.217419	0.687749	0.000900	0.000489	0.000105
21~25	0.348368	1.099567	0.001394	0.001565	0.000504
26~30	0.456590	1.442741	0.001161	0.001880	0.000393
31~40	0.586601	1.854974	0.001956	0.001739	0.000391
41~50	0.646766	2.052496	0.000474	0.000462	0.000213
51~60	0.707548	2.245646	0.000727	0.000321	0.000221
61~70	0.665176	2.111203	0.000740	0.000261	0.000440
71~80	0.868582	2.756399	0.001290	0.000304	0.000299
81~90	1.015673	3.223040	0.001531	0.000391	0.000260
91~97	1.204530	3.811400	0.007610	0.001041	0.000175

註：此為法規審驗測試（#0-FTP-UB+HY）下，各車速區間內之能耗、排放平均值。

資料來源：本計畫。

表 4.5-2 實驗 B 車之 #99 車速排放對照表

N99-V (g/s)	道路實驗 (CLASS 1)				
車速 (km/hr)	FEUL	CO ₂	CO	THC	NO _x
0	0.97277	3.04497	0.02308	0.00129	0.00048
1~5	0.68538	2.15112	0.01296	0.00073	0.00025
6~10	0.63021	1.97568	0.01279	0.00097	0.00028
11~15	0.57881	1.81619	0.01079	0.00084	0.00019
16~20	0.62194	1.94756	0.01387	0.00103	0.00036
21~25	0.67457	2.10606	0.01906	0.00111	0.00045
26~30	0.89134	2.79124	0.02070	0.00104	0.00102
31~40	1.06679	3.30546	0.04754	0.00106	0.00075
41~50	1.19300	3.70184	0.04905	0.00156	0.00105
51~60	1.20426	3.64874	0.10510	0.00180	0.00083
61~70	1.26939	3.89817	0.07912	0.00115	0.00087
71~80	1.39507	4.30645	0.07274	0.00127	0.00092
81~90	1.32605	4.11784	0.05389	0.00105	0.00090
91~100	1.30141	4.09015	0.02223	0.00082	0.00073
101~112	1.28288	4.02484	0.02689	0.00058	0.00057

表 4.5-2 實驗 B 車之 #99 車速排放對照表（續）

N99-V (g/s)	道路實驗 (CLASS 11)				
車速 (km/hr)	FEUL	CO ₂	CO	THC	NO _x
0	0.74354	2.32534	0.01977	0.00059	0.00088
1~5	0.73903	2.32484	0.01110	0.00054	0.00038
6~10	0.54489	1.71037	0.01009	0.00063	0.00019
11~15	0.64086	2.00763	0.01441	0.00075	0.00045
16~20	0.69740	2.18481	0.01595	0.00066	0.00041
21~25	0.75034	2.35184	0.01641	0.00071	0.00053
26~30	0.67786	2.12326	0.01573	0.00063	0.00043
31~40	0.81922	2.56000	0.02247	0.00095	0.00098
41~50	0.91128	2.85002	0.02348	0.00107	0.00107
51~60	0.92013	2.88287	0.02089	0.00084	0.00092
61~70	0.95814	3.00712	0.01886	0.00070	0.00087
71~74	1.18799	3.71426	0.03132	0.00141	0.00188
N99-V (g/s)	道路實驗 (CLASS 24)				
車速 (km/hr)	FEUL	CO ₂	CO	THC	NO _x
0	0.68220	2.14649	0.00988	0.00054	0.00066
1~5	0.79511	2.49901	0.01355	0.00049	0.00057
6~10	0.87285	2.74014	0.01666	0.00066	0.00070
11~15	0.75094	2.35815	0.01392	0.00055	0.00051
16~20	0.76509	2.39632	0.01802	0.00063	0.00048
21~25	0.71128	2.23842	0.01017	0.00050	0.00070
26~30	0.71178	2.23783	0.01158	0.00049	0.00037
31~40	0.64153	2.01775	0.01002	0.00040	0.00033
41~50	0.73827	2.32151	0.01164	0.00056	0.00053
51~60	0.80422	2.52839	0.01272	0.00075	0.00052
61~70	0.96429	3.02961	0.01687	0.00074	0.00049
71~78	0.94019	2.95432	0.01595	0.00083	0.00060
N99-V (g/s)	道路實驗 (CLASS 27)				
車速 (km/hr)	FEUL	CO ₂	CO	THC	NO _x
0	0.53787	1.69168	0.00776	0.00066	0.00023
1~5	0.64673	2.03429	0.00939	0.00070	0.00054
6~10	0.63760	2.00249	0.01075	0.00092	0.00039
11~15	0.66543	2.09109	0.01057	0.00090	0.00043
16~20	0.72356	2.27443	0.01139	0.00082	0.00043
21~25	0.70509	2.21361	0.01275	0.00085	0.00064
26~30	0.69373	2.17754	0.01267	0.00090	0.00051
31~40	0.74064	2.32473	0.01366	0.00091	0.00057
41~50	0.79765	2.50487	0.01391	0.00101	0.00079
51~60	0.86232	2.70788	0.01523	0.00102	0.00086
61~70	0.96325	3.02899	0.01470	0.00097	0.00056
71~74	0.63503	2.00389	0.00605	0.00023	0.00035

表 4.5-2 實驗 B 車之 #99 車速排放對照表 (續)

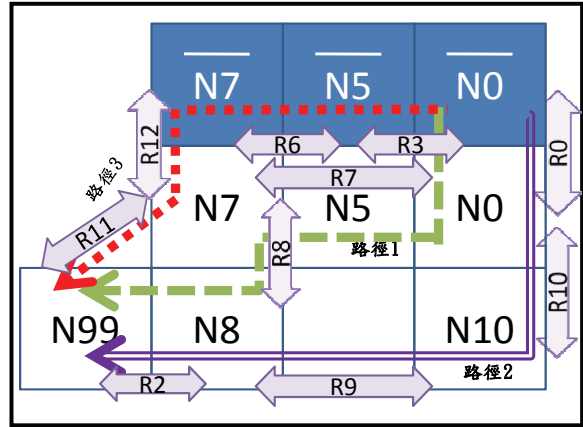
N99-V (g/s)	道路實驗 (CLASS 34)				
車速 (km/hr)	FEUL	CO ₂	CO	THC	NO _x
0	0.63676	1.99586	0.01348	0.00081	0.00065
1~5	0.67362	2.11131	0.01430	0.00086	0.00043
6~10	0.66481	2.08349	0.01437	0.00079	0.00055
11~15	0.66818	2.09362	0.01459	0.00086	0.00063
16~20	0.73547	2.29957	0.01892	0.00108	0.00052
21~25	0.72991	2.28600	0.01658	0.00095	0.00043
26~30	0.72175	2.25882	0.01740	0.00096	0.00049
31~40	0.70300	2.19712	0.01865	0.00103	0.00052
41~50	0.80412	2.52041	0.01713	0.00098	0.00057
51~60	0.88589	2.78244	0.01576	0.00082	0.00047
61~70	0.99585	3.12715	0.01851	0.00073	0.00053
71~76	0.96935	3.05201	0.01248	0.00090	0.00074
N99-V (g/s)	道路實驗 (CLASS 43)				
車速 (km/hr)	FEUL	CO ₂	CO	THC	NO _x
0	0.73173	2.29394	0.01535	0.00087	0.00068
1~5	0.67909	2.13645	0.00996	0.00056	0.00052
6~10	0.92727	2.91070	0.01723	0.00103	0.00058
11~15	0.87953	2.73903	0.03014	0.00102	0.00071
16~20	0.83535	2.61996	0.01698	0.00090	0.00043
21~25	0.86424	2.71157	0.01716	0.00082	0.00055
26~30	0.91193	2.85769	0.02010	0.00098	0.00073
31~40	0.87605	2.74722	0.01808	0.00093	0.00071
41~50	0.92008	2.88079	0.02182	0.00100	0.00077
51~60	1.01450	3.16552	0.03120	0.00099	0.00096
61~66	1.18386	3.60343	0.09313	0.00161	0.00083
N99-V (g/s)	道路實驗 (CLASS 53)				
車速 (km/hr)	FEUL	CO ₂	CO	THC	NO _x
0	0.44007	1.38748	0.00373	0.00076	0.00054
1~5	0.57755	1.82250	0.00463	0.00065	0.00048
6~10	0.60173	1.89821	0.00496	0.00079	0.00035
11~15	0.65827	2.07188	0.00838	0.00088	0.00032
16~20	0.67618	2.13265	0.00590	0.00086	0.00041
21~25	0.71211	2.24376	0.00734	0.00105	0.00044
26~30	0.69907	2.20081	0.00849	0.00098	0.00034
31~40	0.76619	2.41711	0.00646	0.00091	0.00050
41~50	0.79310	2.50266	0.00657	0.00079	0.00050
51~60	0.80198	2.52961	0.00718	0.00086	0.00087
61~62	0.62879	1.98075	0.00816	0.00024	0.00011

註：此為道路實驗 (#99) 下，各車速區間內之能耗、排放平均值。

資料來源：本計畫。

第五章 實驗 A、B 車之模式穩定性驗證

本計畫以路徑 3 分別建構實驗 A 車與 B 車之關聯模式，如第三、四章所述。為驗證 2 實驗車輛之關聯模式穩定性，本章首先針對整體模式中所應用之轉換率，進行 2 車間的比對，主要包含 $R12$ （將 $\overline{N7}$ 展開為動態曲線之轉換率，亦即將 #7 平均值展開為動態曲線之轉換率）與 $R11$ （實驗環境與行車型態之綜合轉換率，表示實驗室與道路之行車型態、實驗環境差異之綜合轉換率）等 2 轉換率。同時，並針對上述 2 轉換率所建構之推估模式結果，進行 2 車之間各道路類型之圖形比對。



其次，提供關聯模式建構路徑 1 之初步分析結果，並比對 2 車轉換率差異分析。這些轉換率雖然未能應用於本計畫目前之模式建構，但仍具有參考價值，有助於後續建構關聯模式研究。其中，包含用以取代 $R12$ （將 $\overline{N7}$ 展開為動態曲線之轉換率）之 $R0$ 與 $R7$ ，以及用以取代 $R11$ （實驗環境與行車型態之綜合轉換率）之 $R2$ 與 $R8$ 等轉換率。

至於關聯模式路徑 2 之相關分析，在本階段尚暫時難以呈現。因為受限於研究資源（包含經費、油品與時間等），使得 #10 實驗項目中僅能執行 2 種道路類型，建構國道（CLASS 1）與省道高干擾 2 車道以上（CLASS 27）之調查資料，但缺乏其他 5 種道路類型的資料。從而影響 $R9$ 與 $R10$ 轉換率之分析，僅能以 2 種道路類型為例，不具有模式完備性。因此，目前階段暫不進行路徑 2 之相關分析。

5.1 2 實驗車輛之 $R12$ 與 $R11$ 比對分析

5.1.1 $R12$ （將 $\overline{N7}$ 展開為動態曲線之轉換率）

本計畫以 $R12-V$ 圖形分析判斷，並嘗試多種方程式以建構各實驗車輛 $R12-V$ 之較佳配適函數。比較實驗 A、B 車 $R12-V$ 數值，與 $A-\hat{R12}$ 與 $B-\hat{R12}$ 配適函數，結果發現：2 車 $R12-V$ 變動趨勢一致，2 者相關係數高達 0.97；且均以車速的 4 次多項式（式 5-1）得到非常好的配適結果。在此基礎上，為了瞭解 2 車各自建構之 $A-\hat{R12}$ 與 $B-\hat{R12}$ 推估方程式，在不同車型之間是否具有可移轉性，故對 2 車 $R12$ 推估方程式進行鄒檢定（Chow Test），以

協助判斷 2 條曲線之各項係數是否可視為相等，而能進一步簡化成為 A、B 車通用方程式（ $\hat{AB-R12}$ ）。

$$\hat{R12} \text{ (FUEL/CO}_2\text{)} = a + bV + cV^2 + dV^3 + eV^4 \quad \text{式 5-1}$$

$\hat{R12}$ ：2 實驗車輛分別在 FUEL 與 CO₂ 之 $\hat{R12-V}$ 推估值（%）；

V：該秒之瞬時車速（km/hr）；

a：常數項；

b：V 項之係數；

c：V² 項之係數；

d：V³ 項之係數；

e：V⁴ 項之係數。

關於鄒檢定的理論探討請參見 Pindyck and Rubinfeld (1998)；計算方法則依照曾平毅、張瓊文、陳文斌 (2006) 所述，茲將統計檢定結果列如表 5.1-1。首先，求取實驗車輛各自之 $\hat{R12}$ 推估方程式及其殘差值平方和（error sum of squares, ESS），即表 5.1-1 之 ESSA 與 ESSB。其次將實驗 A 車與實驗 B 車之 $\hat{R12-V}$ 樣本合併，求取合併 2 實驗車輛通用推估方程式及其殘差值平方和（即 ESSAB）。接著計算 3 條推估方程式之 F 值，再依據顯著水準查表得到 F 統計量，據以判定檢定結果。根據鄒檢定結果顯示：無論是 FUEL 或 CO₂， $\hat{R12}$ 推估方程式之各校估參數，在 2 實驗車輛之間並無顯著差異；亦即可以 2 者合併後的 $\hat{AB-R12}$ 推估方程式，一體適用於實驗 A 車與實驗 B 車。如此一來，便可以 $\hat{AB-R12}$ 推估方程式，將實驗 A 車、B 車各自之 #7 能耗、排放平均值（ $\overline{N7}$ ）分別展開，成為各別車輛的隨車速變化之能耗、排放曲線；即 $A - \hat{N7} = \hat{AB-R12} \times A - \overline{N7}$ ； $B - \hat{N7} = \hat{AB-R12} \times B - \overline{N7}$ 。

表 5.1-1 2 實驗車輛之 \hat{R}_{12} 鄒檢定表

\hat{R}_{12}	實驗車輛	方程式係數					CHOW-TEST						
		a	b	c	d	e		ESS	N	q/K	F 值	F 統計量	檢定結果
FUEL	A	0.3439700	-0.0230800	0.0022300	-0.0000403	0.0000002	ESSA	1.22124	98	q=2 K=5	1.453	2.263	接受
	B	0.3763500	-0.0153200	0.0016800	-0.0000307	0.0000002	ESSB	0.93996	97				
	AB	0.3606600	-0.0193300	0.0019600	-0.0000356	0.0000002	ESSAB	2.24608	195				
CO ₂	A	0.3473900	-0.0238300	0.0022600	-0.0000406	0.0000002	ESSA	1.21117	98	q=2 K=5	1.454	2.263	接受
	B	0.3732500	-0.0149400	0.0016600	-0.0000304	0.0000002	ESSB	0.93169	97				
	AB	0.3608700	-0.0195300	0.0019700	-0.0000357	0.0000002	ESSAB	2.22707	195				

註 1： $\alpha = 0.05$ 。

註 2：表中各代號解釋為 A：A 車曲線方程式；B：B 車曲線方程式；AB：A、B 2 車合併曲線方程式；ESS：殘差平方和；N：樣本數；q 為限制式之個數，根據虛無假設此時 $q = 2$ ；k 為解釋變數之個數（含常數項）。

資料來源：本計畫。

由於 #7 的實驗條件是進行法規審驗測試，其能耗、排放平均值 $\overline{N7}$ 與法規審驗測試程序 #0 車輛能耗、排放平均值 ($\overline{N0}$)，2 者之間僅有車重、是否開啟頭燈空調之固定差異，行車型態完全相同。故可以運用 #7 與 #0 平均值差異關係式 ($\overline{R7} = \overline{N7} - \overline{N0}$ ；或 $\overline{R7} = \overline{N7} / \overline{N0}$)，直接連結 $\overline{N7}$ 與 $\overline{N0}$ 。從而運用 $\overline{R7}$ 與 AB- \hat{R}_{12} 通用方程式，將 A、B 2 車各自之 A- $\overline{N0}$ 與 B- $\overline{N0}$ ，轉換成為該車輛在實驗條件之隨車速變化的能耗、排放曲線 (A- $\hat{N7}$ 與 B- $\hat{N7}$)。

未來，此一通用方程式如能再進一步驗證其在不同車輛之間，確實具有可移轉性，則表示：應用 2 實驗車輛通用的 \hat{R}_{12} 推估方程式，搭配 $\overline{R7}$ ($\overline{N7}$ 與 $\overline{N0}$ 關係式)，可將任意車輛法規審驗測試公告之能耗、排放係數 ($\overline{N0}$ -標，即本計畫實驗取得之 $\overline{N0}$)，展開成為該特定車輛在實驗條件下，隨車速變化之能耗、排放曲線 ($\hat{N7}$)。此一結論對本計畫具有重大意義，確認不同車輛能採用通用方程式 \hat{R}_{12} ，將可大幅簡化後續 #7 相關調查實驗之需求，進而提升本計畫所提關聯模式在實務層面之可操作性。在此過程中，各車可通用之 $\overline{R7}$ 可參考能源局及環保署，在過去進行之相關研究所得之車重、頭燈、空調等調整係數（參見本計畫 96 年研究成果）；並以本計畫 #0、#5、#7 實驗結果分析加以驗證確認。本計畫目前已經建構實驗 A 車、B 車之 A- $\overline{R7}$ 、B- $\overline{R7}$ 數值，及實驗 A 車 $\overline{R7}$ ($= \overline{N7} - \overline{N0}$) 關係式（參見附錄 1.1.3）。惟可惜的是，因實驗 B 車尚未進行 #5 實驗，本年度尚無法分析 B 車 $\overline{R7}$ 關係式；故現階段暫無法驗證建立可通用之 $\overline{R7}$ 關係式；仍有待後續研究繼續努力。

5.1.2 R11（實驗環境與行車型態之綜合轉換率）

關聯模式穩定性或實務操作複雜度的另一項重要關鍵，在於實驗環境與行車型態之綜合轉換率 R11，是否在車輛之間具有可移轉性，或在道路類型之間具有可合併簡化的可能性。在前述研究成果的基礎上，本計畫目前優先比照前節 R12 分析方法，採用鄒檢定，檢視不同道路類型 R11，在車輛之間是否具有可移轉性。

首先，由 2 車各道路類型 R11-V 圖形比較顯示：在各道路類型上，2 者 R11-V 似乎具有相當程度的共變性；用相關係數分析 2 者相關性如表 5.1-2。由此得知：除了國道（CLASS 1）之外，在其他道路類型上，A、B 2 車 R11-V 具有高度正向相關性，相關係數皆超過 0.85。可見未來在推估曲線配適函數相同的情況下，有可能如 R12 一般可以進一步合併 A、B 車的 $\hat{R11}$ 推估方程式，得到一組 2 車通用方程式 $AB-\hat{R11}$ 。至於 CLASS 1，其 2 車 R11 相關係數顯著較低，與其他道路類型結果不一致。推論可能與該道路類型上 2 車 #99 調查所得 SAFDs 差異有關（參見第三章與第四章的 SAFDs 圖），致使同一車速下的 A-N99 與 B-N99 有所差異，而降低了 A-R11 與 B-R11 的相關性。未來可以嘗試釐析各道路類型上，加減速對於特定車速下 N99-V 的影響；搭配各道路類型 SAFDs 特性分析，進一步探討道路實際動態行駛下車輛能耗、排放 $N_{c,v}$ 的特性。

表 5.1-2 2 車 R11-V 之相關係數分析

A-R11 與 B-R11 相關係數	CLASS 1	CLASS 11	CLASS 24	CLASS 27	CLASS 34	CLASS 43	CLASS 53
FUEL	0.59	0.88	0.85	0.89	0.88	0.88	0.89
CO ₂	0.65	0.88	0.85	0.89	0.88	0.88	0.86

資料來源：本計畫。

其次，圖形顯示：2 車在各道路類型上的分布趨勢，可以車速 25km/hr 為分界，R11-V 趨勢具有明顯的差異。在低速區間（ $V < 25$ km/hr），各道路類型 R11-V 皆成倒 U 字形的分布（CLASS 1 除外），且實驗 A 車變動趨勢多緩於實驗 B 車。而高速區間（ $V > 25$ km/hr），則 2 車的 R11 變異程度較小，趨於一定值。根據上述觀察，本計畫嘗試以 25、 25 ± 5 km/hr 作為車速切點，建構以 SPLINE 方程式作為 2 實驗車輛 R11 之配適函數（如式 5-2）。經比較各車速切點之推估方程式，25 km/hr 為車速切點推估方程式其統計顯著性、圖形配適度均較佳，選定為 R11 之配適函數（A、B 車 R11 推估方程式的統計量請參見表 3.3-2、3.3-3、4.3-1 與 4.3-2）。本計畫運用統計量分析、推估方程式與實際資料之圖形配適，以及實際值與推估值之殘差分析（附圖 2.1.6），檢視此套配適函數之推估效果。結果顯示：本計

畫所建構之 $\hat{R11}$ 可相當程度的展現出 R11-V 隨車速變化的趨勢，並無顯著高估或低估的情況發生；但在車速低於 25 km/hr 時，殘差變異程度較為明顯。

$$\begin{cases} LN(R11-FUEL) = a + bV + cV^2 + dV^3 + e(V-f)^3 \\ LN(R11-CO_2) = a + bV + cV^2 + dV^3 + e(V-f)^3 \end{cases} \quad \text{公式 5-2}$$

其中：

R11-FUEL/CO₂：2 實驗車輛分別在 FUEL 與 CO₂ 之 R11-V 推估值（%）；

V：該秒之瞬時車速（km/hr）；

a：常數項；

b：V 項之係數；

c：V² 項之係數；

d：V³ 項之係數；

e：(V-f)³ 項之係數，若 V<f，則 e=0；

f：車速切點，f=25。

為進一步了解各道路類型中，不同車輛之推估方程式 $\hat{R11}$ ，是否具有可移轉性，以下比照 R12 分析方法，以 2 車 $\hat{R11}$ 進行鄒檢定，以協助判斷 2 條方程式之各項係數是否可視為相等，進而建立 2 實驗車輛通用方程式。2 實驗車輛 $\hat{R11}$ 係數與鄒檢定統計數值參見表 5.1-3(FUEL)與 5.1-4(CO₂)。結果顯示：無論何種道路類型、無論 FUEL 或 CO₂，皆拒絕 2 車 $\hat{R11}$ 推估係數相等的虛無假說。亦即代表在特定道路類型下，代表實驗環境與行車型態差異綜合影響之 R11-V，其分布趨勢會隨不同車輛而改變；因此，2 實驗車輛之各道路類型 $\hat{R11}$ ，必須採用各自不同之推估方程式。故 A、B 2 車各有 7 種道路類型上之 FUEL 與 CO₂，本計畫成果中共計包含 28 條 $\hat{R11}$ 推估方程式。

表 5.1-3 2 實驗車輛之 \hat{R}^2 (FUEL) 鄒檢定表

道路類型 (CLASS)	實驗 車輛	方程式係數					CHOW-TEST						
		a	b	c	d	e		ESS	N	q/K	F 值	F 統計量	檢定結果
1	A	0.11152093	0.10224136	-0.00647748	0.00010224	-0.00011431	ESSA	2.72816	98	q=2	21.258	2.263	拒絕
	B	0.88643650	-0.00232948	-0.00133967	0.00002796	-0.00003699	ESSB	2.97131	97	K=5			
	AB	0.49874982	0.05004784	-0.00391477	0.00006521	-0.00007578	ESSAB	8.9741	195				
11	A	0.49869664	0.11473624	-0.00791702	0.00012429	-0.00013610	ESSA	1.28137	76	q=2	8.498	2.280	拒絕
	B	0.70136769	0.05855880	-0.00514852	0.00008791	-0.00010588	ESSB	1.67901	72	K=5			
	AB	0.59942372	0.08691390	-0.00655297	0.00010649	-0.00012159	ESSAB	3.87183	148				
24	A	0.15610201	0.15310743	-0.00889857	0.00013273	-0.00013992	ESSA	1.40480	81	q=2	15.337	2.275	拒絕
	B	0.62568476	0.14850772	-0.01120020	0.00018664	-0.00022064	ESSB	2.08601	77	K=5			
	AB	0.40120957	0.14641914	-0.00972897	0.00015380	-0.00017188	ESSAB	5.29957	158				
27	A	0.11858380	0.17049450	-0.01043669	0.00016136	-0.00017799	ESSA	1.64481	77	q=2	2.955	2.280	拒絕
	B	0.42496369	0.13025729	-0.00918592	0.00015009	-0.00017472	ESSB	1.31013	71	K=5			
	AB	0.27224350	0.15017603	-0.00979672	0.00015546	-0.00017598	ESSAB	3.27129	148				
34	A	0.14081311	0.15111341	-0.00917429	0.00014001	-0.00015030	ESSA	1.50318	71	q=2	5.353	2.281	拒絕
	B	0.49079108	0.12890353	-0.00935032	0.00015430	-0.00018156	ESSB	1.23079	74	K=5			
	AB	0.31396404	0.14081049	-0.00932287	0.00014830	-0.00016771	ESSAB	3.27603	145				
43	A	0.15533434	0.11241143	-0.00654988	0.00009314	-0.00008328	ESSA	1.17599	59	q=2	38.449	2.293	拒絕
	B	0.54925993	0.14373390	-0.00942963	0.00014670	-0.00015424	ESSB	0.94331	67	K=5			
	AB	0.36460173	0.12234735	-0.00752100	0.00011031	-0.00009934	ESSAB	5.63158	126				
53	A	0.28134307	0.13514323	-0.00792235	0.00011357	-0.00010358	ESSA	1.03756	58	q=2	4.471	2.301	拒絕
	B	0.23931046	0.15303831	-0.01023777	0.00016736	-0.00020828	ESSB	0.87058	57	K=5			
	AB	0.26047698	0.14401973	-0.00907413	0.00014034	-0.00015566	ESSAB	2.31437	115				

註 1: $\alpha = 0.05$ 。

註 2: 表中各代號解釋為 A: A 車曲線方程式; B: B 車曲線方程式; AB: A、B 2 車合併曲線方程式; ESS: 殘差平方和; N: 樣本數; q 為限制式之個數, 根據虛無假設此時 $q = 2$; k 為解釋變數之個數 (含常數項)。

資料來源: 本計畫。

表 5.1-4 2 實驗車輛之 \hat{R}^2 (CO₂) 鄒檢定表

道路類型 (CLASS)	實驗 車輛	方程式係數					CHOW-TEST						
		a	b	c	d	e		ESS	N	q/K	F 值	F 統計量	檢定結果
1	A	0.12356682	0.10064252	-0.00636523	0.00009913	-0.00010920	ESSA	2.44784	98	q=2	31.316	2.263	拒絕
	B	0.88768964	-0.00363532	-0.00128434	0.00002697	-0.00003562	ESSB	2.82658	97	K=5			
	AB	0.50524184	0.04865875	-0.00383523	0.00006323	-0.00007263	ESSAB	9.7386	195				
11	A	0.51720328	0.10966889	-0.00757363	0.00011810	-0.00012754	ESSA	1.24739	76	q=2	8.892	2.280	拒絕
	B	0.70676257	0.05610481	-0.00502329	0.00008594	-0.00010345	ESSB	1.64138	72	K=5			
	AB	0.61208929	0.08284301	-0.00629540	0.00010196	-0.00011543	ESSAB	3.81947	148				
24	A	0.16857472	0.14950252	-0.00868540	0.00012914	-0.00013561	ESSA	1.37967	81	q=2	15.575	2.275	拒絕
	B	0.63260841	0.14554649	-0.01103146	0.00018391	-0.00021737	ESSB	2.02522	77	K=5			
	AB	0.41002765	0.14351075	-0.00956541	0.00015115	-0.00016881	ESSAB	5.19645	158				
27	A	0.14262612	0.16312198	-0.00993121	0.00015236	-0.00016656	ESSA	1.55795	77	q=2	4.151	2.280	拒絕
	B	0.43127953	0.12766409	-0.00904196	0.00014775	-0.00017181	ESSB	1.28467	71	K=5			
	AB	0.28561990	0.14597850	-0.00953117	0.00015091	-0.00017053	ESSAB	3.27014	148				
34	A	0.15601911	0.14743295	-0.00892906	0.00013554	-0.00014425	ESSA	1.42512	71	q=2	5.873	2.281	拒絕
	B	0.49282768	0.12680964	-0.00924467	0.00015269	-0.00017970	ESSB	1.20423	74	K=5			
	AB	0.32278695	0.13783517	-0.00914076	0.00014514	-0.00016355	ESSAB	3.20131	145				
43	A	0.17341499	0.10771460	-0.00624330	0.00008764	-0.00007476	ESSA	1.14707	59	q=2	37.761	2.293	拒絕
	B	0.55592938	0.14082346	-0.00928473	0.00014460	-0.00015255	ESSB	0.88254	67	K=5			
	AB	0.37456721	0.11965383	-0.00738507	0.00010833	-0.00009776	ESSAB	5.33303	126				
53	A	0.30073885	0.12835017	-0.00744658	0.00010497	-0.00009067	ESSA	0.99581	58	q=2	4.981	2.301	拒絕
	B	0.25057586	0.14986228	-0.01005272	0.00016428	-0.00020421	ESSB	0.84118	57	K=5			
	AB	0.27593261	0.13897605	-0.00873878	0.00013440	-0.00014694	ESSAB	2.27267	115				

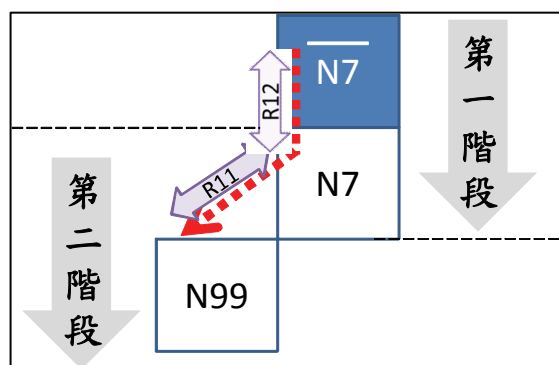
註 1: $\alpha = 0.05$ 。

註 2: 表中各代號解釋為 A: A 車曲線方程式; B: B 車曲線方程式; AB: A、B 2 車合併曲線方程式; ESS: 殘差平方和; N: 樣本數; q 為限制式之個數, 根據虛無假設此時 $q = 2$; k 為解釋變數之個數 (含常數項)。

資料來源: 本計畫。

5.1.3 2 實驗車輛關聯模式結果比對 ($\hat{N}7$ 、 $\hat{N}99$)

本節將針對現階段以路徑 3 方式建構關聯模式，分析比較 2 車、各道路類型間之能耗、排放推估結果。本計畫依據路徑 3 所建構 $\hat{N}99^3$ 關聯模式，主要係利用 (1) #7 實驗平均值 ($\overline{N7}$)、#7 平均值轉換率 ($\hat{R}12$)；以及 (2) 實驗室/路跑轉換率 ($\hat{R}11$) 等 2 段關係所構成。同時， $\hat{R}12$ 與 $\hat{R}11$ 轉換率，具有不同的特性： $\hat{R}12$ 轉換率在 2 車之間具有可移轉性，可以 AB- $\hat{R}12$ 一體適用於實驗 A 車與實驗 B 車；但 $\hat{R}11$ 轉換率在各道路類型下卻不具備可移轉性，需針對實驗 A 車與實驗 B 車，分別建構不同道路類型、不同能耗、排放之 $\hat{R}11$ 配適函數，共計 28 條推估方程式。因此，以下將切分成 2 階段（參見圖 5.1.1），逐步分析關聯模式之推估結果。首先，第一階段將分析比較 2 車依據 AB- $\hat{R}12$ 推估 A- $\hat{N}7$ 與 B- $\hat{N}7$ 的結果，之後於第 2 階段，分析比較以 A- $\hat{N}7$ 與 B- $\hat{N}7$ 為基礎，搭配各車、不同道路類型 $\hat{R}11$ ，分別求得實驗 A 車、實驗 B 車之 $\hat{N}99^3$ 推估結果。



資料來源：本計畫。

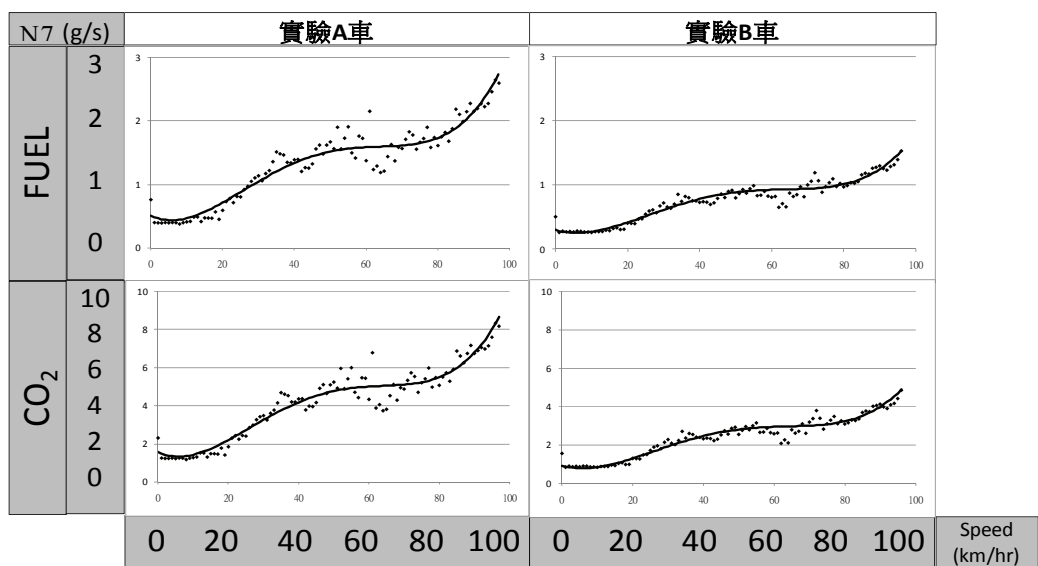
圖 5.1.1 關聯模式 2 階段比對示意圖

1. 第一階段： $\hat{N}7$

在關聯模式運算的第一階段中，2 車分別可以本身的 $\overline{N7}$ ，乘上合併後之 AB- $\hat{R}12$ ，以求得個別之 A- $\hat{N}7$ 、B- $\hat{N}7$ 。此階段之推估成果 ($\hat{N}7-V$) 與調查實際值 ($N7-V$) 加以比對後得到以下研究發現。

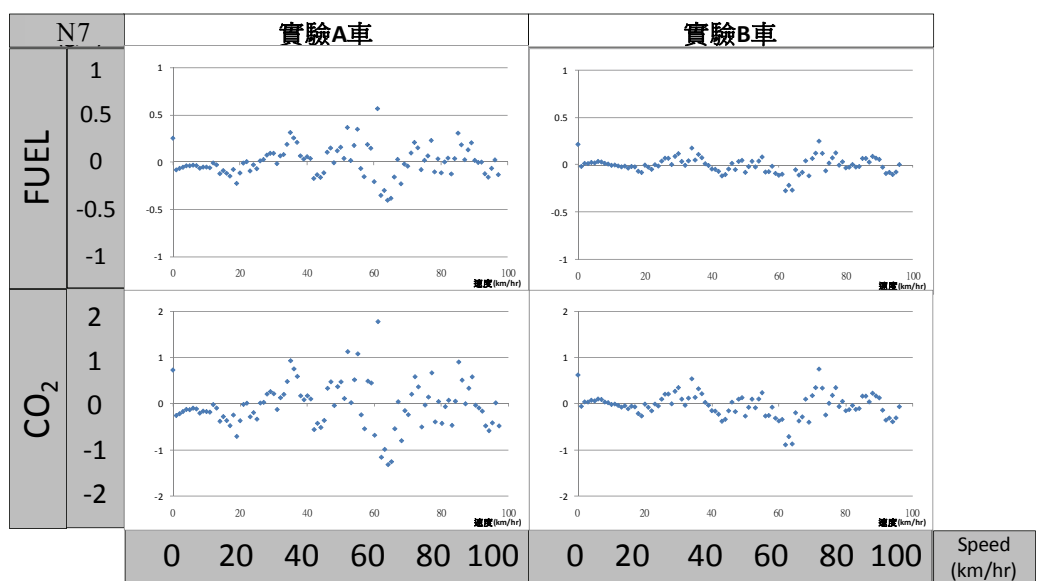
- (1) $\hat{N}7-V$ 推估結果能夠相當忠實地呈現出實驗 A 車與實驗 B 車實際值之變化趨勢，推估值與實際值之相互關係請參見圖 5.1.2。低車速區間 ($0 \text{ km/hr} \leq V \leq 15 \text{ km/hr}$) $\hat{N}7-V$ 推估值變化不大，中低車速區間 ($16 \text{ km/hr} \leq V \leq 45 \text{ km/hr}$) $\hat{N}7-V$ 推估值逐步攀升，中高車速區間 ($46 \text{ km/hr} \leq V \leq 70 \text{ km/hr}$) $\hat{N}7-V$ 推估值再度進入較為穩定狀態，爾後在高速區間 ($71 \text{ km/hr} \leq V$) $\hat{N}7-V$ 推估值再次快速攀升。
- (2) 2 實驗車輛 $\hat{N}7-V$ 推估值與實際值之殘差 (圖 5.1.3)，顯示推估曲線並無顯著高估或低估的系統性偏誤；且 2 車殘差變動方向

一致，表示以 $\hat{AB-R12}$ 推估的結果並無隱含車輛針對性，再次確認 $\hat{AB-R12}$ 在車間之可移轉性。但受到實驗 A 車之 $\overline{N7}$ 較實驗 B 車高的影響，因此 A 車之殘差變異幅度顯著大於實驗 B 車。



資料來源：本計畫。

圖 5.1.2 $N7-V$ 與 $\hat{N7-V}$ 對照圖

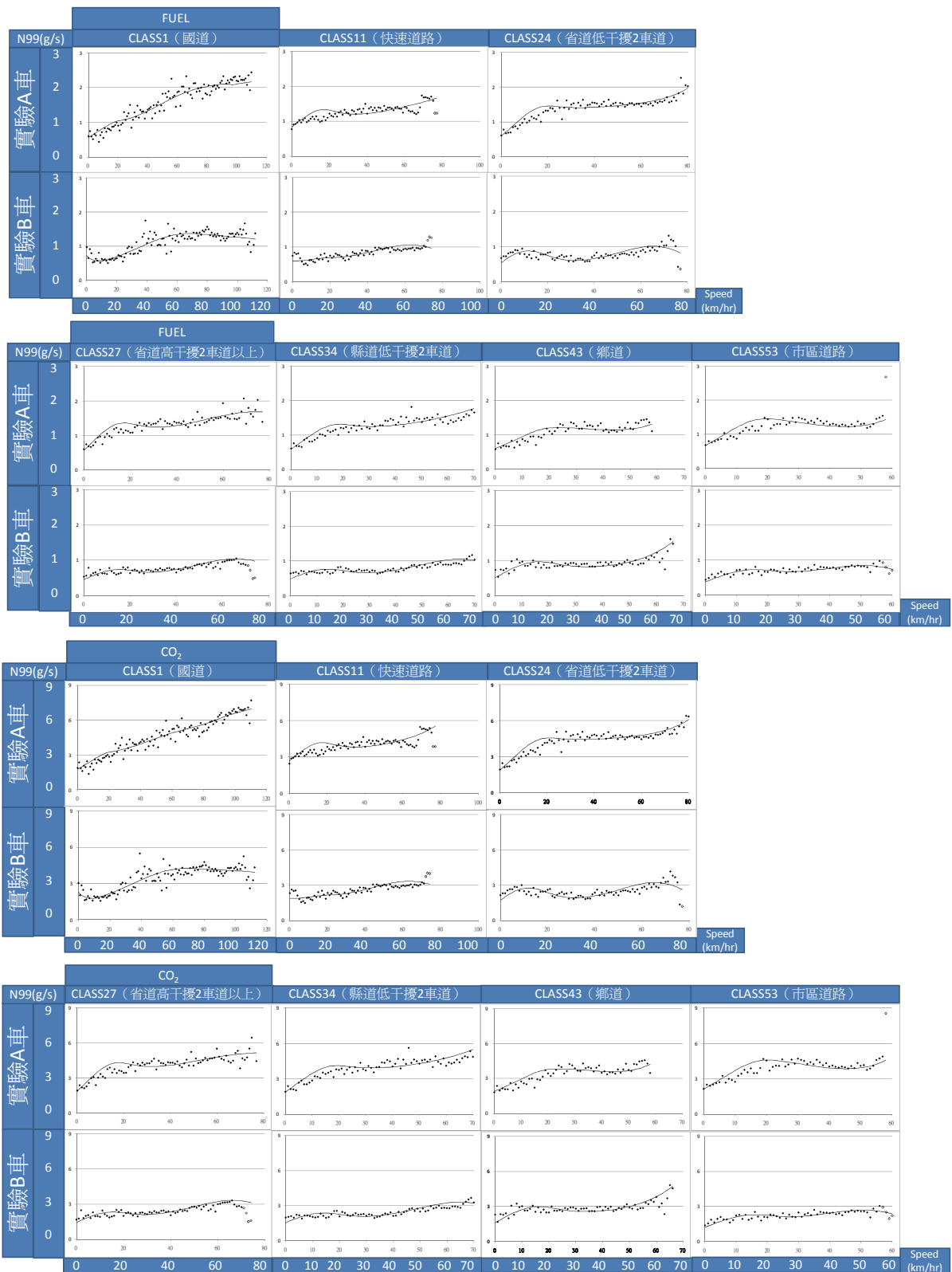


資料來源：本計畫。

圖 5.1.3 $N7-V$ 與 $\hat{N7-V}$ 殘差圖

2. 第 2 階段： $N99^3$

在關聯模式運算的第 2 階段中，2 車分別以第一階段所求得之 $\hat{N7}$ ，乘上個別之實驗環境與行車型態之綜合轉換率（ $\hat{A-R11}$ 與 $\hat{B-R11}$ ）後，即可求得個別之 $N99^3$ ，比對 $N99-V$ 實際值與 $N99^3$ 推估值圖形（圖 5.1.4）得到以下發現。



資料來源：本計畫。

圖 5.1.4 實驗 A、B 車各道路類型之 N_{99-V} 與 N_{99^3-V}

- (1) 本計畫所建構關聯模式 $\hat{N99}^3$ 推估結果，能夠忠實呈現出實際值的變化趨勢，且能夠推估出 2 實驗車輛隨道路類型、車速變化的能耗、排放率。
- (2) 有關 2 實驗車輛之 $\hat{N99}^3$ 模式與實際能耗、排放數值之比較圖形，可參見圖 5.1.4。以下分別就單一實驗車輛在不同道路類型間（橫向），以及同一路類型中不同實驗車輛（縱向）2 個面向加以比較，以探討 $\hat{N99}^3$ 之推估模式建構結果：

① 不同道路類型間（橫向）比較

- 實驗 A 車：CLASS 1 之能耗與 CO₂ 排放推估曲線，皆隨車速增加而上升。而其餘各道路類型之能耗與 CO₂ 排放推估曲線，在低速區間（0~20km/hr）內，各道路類型之能耗/CO₂ 排放量隨車速增加而上升，其後則趨於平緩直至各道路類速度限前之 10km/hr。而在逼近速度限前之 10km/hr 車速區間內時，除 CLASS 27 呈現平緩之外，其餘道路類型則再次隨車速增加而上升。此時，能耗與 CO₂ 排放率推估值之範圍分別為：「能耗約 1~2g/sec，CO₂ 排放則約 3~6g/sec」。
- 實驗 B 車：CLASS 1 推估曲線隨車速之變動幅度較其餘各道路類型明顯，在低速區間（0~10km/hr）內，其能耗與排放量隨車速之增加而降低，但其後則開始上升至 60km/hr 時才開始趨緩，隨車速變動幅度也開始縮小。而其餘各道路類型中，除了 CLASS 11、43 之外，能耗/CO₂ 排放率推估值，則隨車速之變動趨勢皆近似於一 M 字形，亦即在中車速區間內（各道路類型之區間有所不同），能耗/排放率推估值較低；反之，低速與高速區間內較高，此趨勢與實際值之變動趨勢類似。此時，能耗與 CO₂ 排放率推估值之範圍分別為：「能耗約每秒 0.5~1g，CO₂ 排放則約每秒 1.5~3g」。此外 CLASS 43 在逼近速度限前之 10km/hr 車速區間內時，能耗與 CO₂ 排放率推估值較其他道路類型明顯隨車速增加。
- 透過上述各道路類型間之推估曲線比對結果（橫向比對）顯示，2 車之能耗與排放動態曲線，皆隨道路類型不同而有所差異。此結果與實際道路實驗資料所建構之推估方程式（A- $\hat{N99}$ ）趨勢一致，顯示各道路類型上之能耗、排放率，隨車速之變化趨勢可能受到道路特性之影響而有所不同；亦即，以同一車輛行駛於不同道路類型上時，即使以同一車速行駛，其能耗、排放率並不相等。

② 不同實驗車輛間（縱向）比較

- 能耗與 CO₂ 排放率推估值比較：各道路類型皆以實驗 A 車之能耗/CO₂ 排放率推估值較高。以 CLASS 1 為例，實驗 A 車約在車速高於 80km/hr 以上時，每秒之能耗與排放率開始大於 2g 與 6g，但實驗 B 車之推估最高值約 1.5g 與 4.5g，此與 2 車實際之能耗、排放率（參見表 3.5-2 及表 4.5-2）結果一致。
- 推估曲線變動趨勢：2 車除 CLASS 43 之推估曲線分布一致外，其餘各道路類型中，2 車之推估曲線變動趨勢皆不盡相同。其中，實驗 A 車之能耗、排放推估曲線，多在低速與高速區間內，隨車速增加而上升，但在中速區間內，隨車速變動之情形較為平緩；但實驗 B 車則除 CLASS 11、43 之外，其餘道路類型之推估曲線多隨車速變動而呈現類似 M 字形分布。
- 透過 2 實驗車輛間之推估曲線比對結果（縱向比對）可得知，在同一路段類型上，能耗與排放動態曲線可能受到車型差異而有所不同；亦即，以不同車輛行駛於同一路段類型上時，即使以同一車速行駛，其能耗、排放率並不相等。

（3）殘差分析（參見附圖 2.1.4）：

- 實驗 A 車之推估結果，在車速低於 25km/hr 以下時，有較為明顯的高估情況發生；實驗 B 車在車速 10~25km/hr 間亦有類似情形，但高估的幅度與區間皆較實驗 A 車少，而在車速 10km/hr 以下，實驗 B 車出現明顯低估之情形。除此之外，2 實驗車輛中，部份道路類型（如 CLASS 11、34、43）於車速在 55km/hr 以上的高速部份皆有高估或低估之情況。以上皆顯示目前配適函數（ $\hat{N99}^3$ ）針對低速及高速部份尚無法完全掌握，有待後續研究討論。
- 上述之推估誤差，可回溯至此階段模式建構流程，分別將其拆解為 $\hat{R11}$ 轉換率與 $\hat{N7}$ 等 2 部分，以做進一步的分析：如前所述，由於 2 實驗車輛之 $\hat{R11}$ 轉換率，在車速低於 25km/hr 之區間內的殘差變異較大；又實驗 A 車之 $\hat{N7}$ -V 變異程度大於 B 車。因此，在此雙重誤差之下，導致實驗 A 車之整體推估模式（特別是車速低於 25km/hr 之區間內）誤差較為顯著。

（4） $\hat{N99}^3$ 與 $\hat{N99}$ 推估方程式之比較

前述章節（3.3.2 節）中，本計畫曾以實際道路實驗資料建構 $\hat{N99}$ 推估方程式；而本節則運用一組轉換率，建構 $\hat{N99}^3$ 推估方程式。此 2 組推估方程式皆可用以推估不同實驗車輛在不同道路類型上，在不同行駛車速下的能耗、排放情形。其中，A 車的 2 組推估曲線隨車速變動之趨勢非常類似，但以 2 者殘差圖之分析比較可知， $\hat{N99}$ 的殘差較小，分布圖形也較為隨機。

而 B 車之 2 組推估曲線車速之變動趨勢則不盡相同，其 $\hat{N99}$ 推估方程式多為車速之 2 次多項式，而 $\hat{N99}^3$ 則近似於一 M 字形分布；另由殘差圖之分析比較亦可發現與 A 車相同之結果，亦即 $\hat{N99}$ 的殘差較小，分布圖形也較為隨機。因此，總體而言，本計畫嘗試由 2 種方式所建構之能耗與排放推估曲線，以 $\hat{N99}$ 之推估能力較佳，而 $\hat{N99}^3$ 之推估能力則可能受到轉換率之穩定性影響，未來其推估能力尚有可進步與改善之空間。

5.2 2 實驗車輛之 R0 與 R7 比對分析

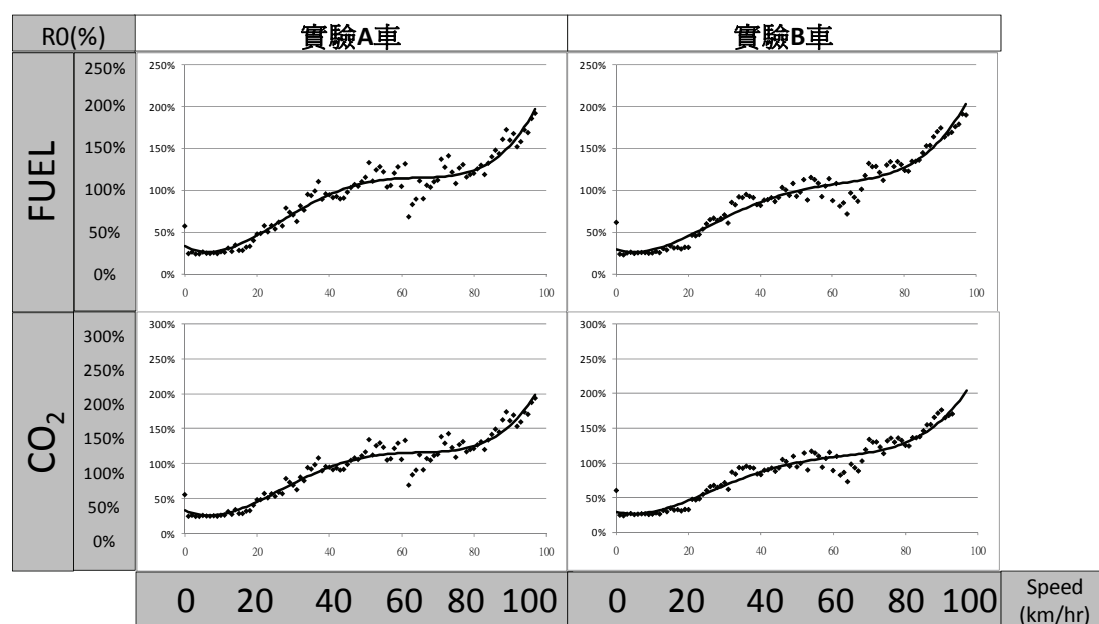
5.2.1 R0（將 $\overline{N0}$ 展開為動態曲線之轉換率）

本計畫原擬以 R0 轉換率，將 #0 實驗之能耗、排放單一平均值（ $\overline{N0}$ ）展開，成為一隨車速變動之動態曲線。同時，若能驗證此 R0 轉換率在不同的車輛間具有移轉性時，未來則無須再進行相關實驗，便可運用 R0 轉換率，將目前市售車輛法規審驗測試公告之能耗、排放係數（標檢值 $N0$ -標）展開，取得各車輛隨車速變化之動態能耗、排放曲線。此轉換率之功能與前述 R12 類似，其分析流程也與 R12 相同。首先，由 2 車 R0-V 圖形分析做初步判斷（圖 5.2.1），再分別嘗試多種方程式，以尋找 2 車 R0-V 之較佳配適推估函數。經研究分析，R0 特性與 R12 大致類似，但在車輛移轉性上卻有不同的結論；茲將 R0 分析結果，綜述如下。

1. 2 車 R0 隨車速變動趨勢一致，且 2 者具高度相關性，相關係數達 0.97；
2. 2 車 R0 皆可以車速 4 次多項式取得較佳配適結果，分別求得 $A-R0$ 與 $A-\hat{R0}$ 。
3. 2 車 R0 可移轉性檢定：續以鄒檢定方式，試圖釐清 2 車之 R0 轉換率是否具有移轉性。結果顯示（表 5.2-1）：在 95% 的信賴水準下，無法通過鄒檢定之虛無假設；但 F 值僅略大於接受虛無假說所需之 F 統計量。這個結果意味著採用與 R12 相同顯著水準 0.05，則 $\hat{R0}$ 推估方程式之校估係數在 A、B 2 車之間並不相等；亦即無法運用相同之 $\hat{R0}$ 推估式，將不同車輛之實驗室能耗、排放之單一平均值（ $\overline{N0}$ ），各自展開為其隨車速變化之動態曲線。但若將信賴水準降至 90%，即在顯著水準 $\alpha=0.10$ 條件下，則將無法拒絕虛無假說，而接受 $\hat{R0}$ 推估方程式之校估係數在 A、B 2 車間相等，可以 $AB-\hat{R0}$ 通用方程式一體適用，將各自 $\overline{N0}$ 展開成為該車隨車速變化之動態曲線。

綜合以上分析可知，本計畫針對 2 車 R0 轉換率，透過圖形判斷其分別隨車速之變動趨勢，結果顯示：2 車 R0 轉換率隨車速之變動趨勢相似度非常高（R12 亦有類似情形）。因此，仿照 R12 轉換率分析方式，後續亦

以統計方法分析其與車速間之相關性，並利用車速之 4 次多項式加以配適，再輔以鄒檢定等步驟，分析 2 車之 R0 轉換率是否可進行合併，以判斷其是否在不同車型間具有可移轉性。結果顯示：對照 R12 具有可移轉性的結果（信賴水準 95%），R0 可移轉性的信賴水準雖然較低；但本計畫認為此一結論，係僅由 2 實驗車輛之數據分析而得，建議後續研究可針對更多車型進行相同實驗與分析，以探討 R0 是否在不同車型間具有移轉性，並建構一套穩定的 R0 轉換率。同時，有關 R0 轉換率對於關聯模式建構之影響等衍生課題，亦值得後續研究再作分析探討。



資料來源：本計畫。

圖 5.2.1 R0-V 與 $\hat{R0-V}$ 對照圖

表 5.2-1 2 實驗車輛之 $\hat{R0}$ 鄒檢定表

$\hat{R0}$	實驗車輛	方程式係數					CHOW-TEST						
		a	b	c	d	e		ESS	N	q/K	F 值	F 統計量	檢定結果
FUEL	A	0.3300505	-0.0235351	0.0022040	-0.0000394	0.0000002	ESSA	1.23891	98	q=2 K=5	2.483	2.263	拒絕
	B	0.2985081	-0.0134102	0.0015765	-0.0000287	0.0000002	ESSB	1.11209	98				
	AB	0.3142793	-0.0184726	0.0018903	-0.0000341	0.0000002	ESSAB	2.50794	196				
CO ₂	A	0.3321777	-0.0244441	0.0022377	-0.0000398	0.0000002	ESSA	1.21506	98	q=2 K=5	2.391	2.263	拒絕
	B	0.2946210	-0.0129168	0.0015599	-0.0000285	0.0000002	ESSB	1.10508	98				
	AB	0.3133993	-0.0186805	0.0018988	-0.0000341	0.0000002	ESSAB	2.46925	196				

註 1： $\alpha = 0.05$ 。

註 2：表中各代號解釋如下。A：A 車曲線方程式；B：B 車曲線方程式；AB：A、B 2 車合併曲線方程式；ESS：殘差平方和；N：樣本數；q 為限制式之個數，根據虛無假設此時 $q = 2$ ；k 為解釋變數之個數（含常數項）。

資料來源：本計畫。

5.2.2 R7 (車重/頭燈/空調之綜合轉換率)

由實驗設計圖 (圖 2.5.2) 可知, 單一實驗車輛之車重、是否開頭燈空調差異, 可分別以 R3 與 R6 加以呈現, 或以 R7 呈現其綜合差異。而 96 年研究成果得知: 實驗 A 車之 R3、R6、R7 皆為不隨車速變化之定值。因此, 奠基於前期研究成果之上, 與本期研究經費之限制, 實驗 B 車實驗設計略過 #5 實驗不予測試; 使得本年度無法取得實驗 B 車之 R3 與 R6 相關數據。故本期研究僅針對 2 車 R7 轉換率, 分別嘗試以差值 (96 年研究成果) 與變動比例 (能源局、環保署等傳統研究方法之關係式表現方式) 等 2 種方式加以建構, 並探討 2 種建構方式之優劣與相關統計結果。

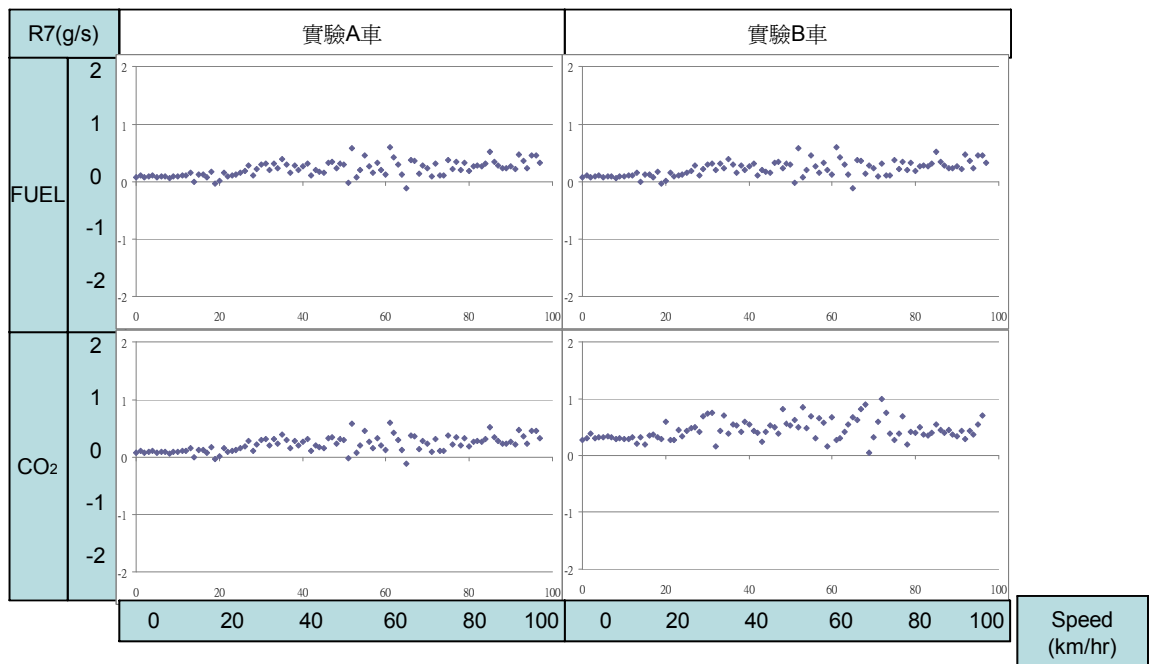
1. $R7 = N7 - N0$ (差值)

根據 96 年研究成果顯示: 若以 N7 與 N0 之差值, 呈現實驗 A 車之 R7 轉換率時, 則 $A-R7$ 為一與車速無關的定值, 亦即 $A-R7 = A - \overline{R7} = (A - \overline{N7}) - (A - \overline{N0}) = \text{定值}$ 。此結果顯示: 實驗 A 車隨車速變化之能耗、排放特性, 會因開頭燈空調以及重量差異 (222kg) 等條件差異 (#7 與 #0 實驗條件差異) 之綜合影響, 而有顯著改變, 但此改變量不隨車速變動。此係 96 年度研究, #0、#5、#7 均只使用 FTP-UB 資料所得到的結論。然而, 經由 97 年度資料庫重整, #0、#7 均納入 FTP-UB + HY 資料之後, 比對分析 A、B 2 車之 R7, 卻獲致不盡相同的結果, 歸納分述如下。

- (1) 圖形比對 (圖 5.2.2): 2 車 FUEL 與 CO_2 之 R7 變化趨勢相當一致; 且 2 車 CO_2 的 R7 均約為 FUEL 的 3 倍。2 車在車速低於 10 km/hr 以下區間內, R7 近似於一大於 0 之定值, 且 2 車 R7 之數值近乎相同。然而, 車速高於 10 km/hr 的其餘車速區間內, $A-R7$ 之變異程度顯著大於 $B-R7$ 。
- (2) R7 與車速之相關性: 以相關係數檢定 R7 與車速之相關性, 結果如表 5.2-2。發現實驗 A 車 FTP-UB + HY 之 R7, 分析結果與 96 年結論不盡相同: $A-R7$ 可能與車速成正相關, FUEL 與 CO_2 之 $A-R7$ 相關係數均大於 0.50; 相對地, $B-R7$ 與車速正相關性則較低, FUEL 與 CO_2 之 $B-R7$ 的相關係數均等於 0.25。
- (3) 2 車之間, 各車速下相對 R7 相關性: 以 $A-R7$ 與 $B-R7$ 分別在各車速下之平均值差值, 進行差值是否為零之統計檢定 (表 5.2-3), 以探討在各車速點下, 2 實驗車輛兩兩相對之平均 $A-R7$ 與 $B-R7$ 是否相等。結果顯示: 在 $\alpha = 0.05$ 下拒絕 $(A-R7) - (B-R7) = 0$ 的虛無假說, 代表各車速下 2 車 R7 具有顯著差異, 無法視

為同一數值。

以上研究發現，97 年資料庫重整納入 FTP-UB + HY 資料後分析結果，與 96 年以實驗 A 車 FTP-UB 資料分析之研究成果不同：以差值（ $R7 = N7 - N0$ ）計算，A-R7 可能與車速正向相關，但 B-R7 之車速正相關性較低；同時，隨車速變化之 A-R7 與 B-R7 2 者數值不相等。此顯示差值方式計算 R7 不具備車輛間的可移轉性，會隨車輛不同而有所差異，未來有可能需要對各種車輛進行相關測試，才能建構完整關聯模式，且關聯模式的運作需納入車輛差異而將會相當複雜。為求簡化未來關聯模式運作複雜性、降低模式建構成本，以下試以其他計算方式探討 R7，尋找能夠具備車輛間可移轉性的 R7 轉換率。



資料來源：本計畫。

圖 5.2.2 A-R7（差值）與 B-R7（差值）分布圖

表 5.2-2 A-R7（差值）與 B-R7（差值）對車速之相關係數

	A-R7	B-R7
FUEL	0.54	0.25
CO ₂	0.52	0.25

資料來源：本計畫。

表 5.2-3 2 車在各車速下相對之 R7 平均值檢定（差值）

能耗、排放	平均值 (g/s)	標準差 (g/s)	樣本數 (筆)	Z 值
FUEL	0.080368	0.137176	97	5.7701670
CO ₂	0.244868	0.431441	97	5.5898166

註： $\alpha = 0.05$ 顯著水準下， $|Z|$ 值 > 1.96 則拒絕 H_0 假設， $H_0: (A-R7) - (B-R7) = 0$ 。

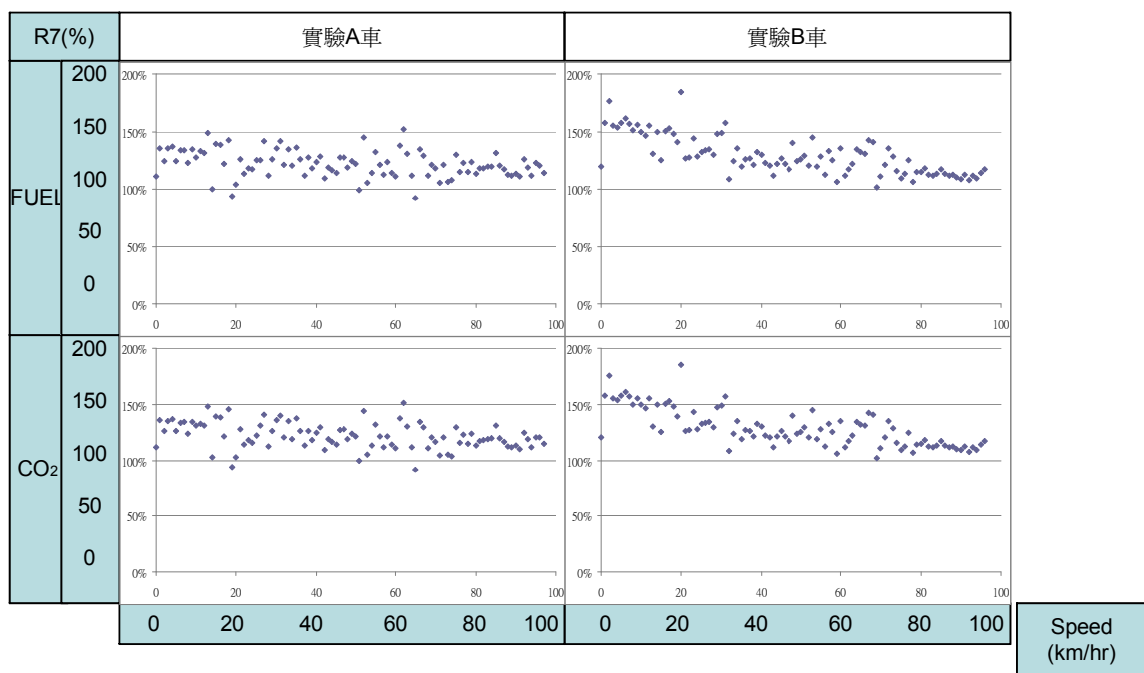
資料來源：本計畫。

2. $R7 = N7/N0$ (變動比例, 以%計算)

有鑑於能源局與環保署相關文獻中, 多以變動比例方式、以%估算重量(每 100 kg)、開啟空調對於能耗的影響程度(參見 96 年研究成果), 因此, 為尋找能夠具備車輛間可移轉性的 $R7$ 轉換率, 本計畫亦嘗試以相同方式, 分析實驗車輛分別在 #0 與 #72 實驗條件下之能耗、排放差異, 亦即 $R7 = N7/N0 \times 100\%$ 。由此計算之 A- $R7$ 與 B- $R7$ 分析結果, 分別羅列如下。

- (1) 圖形比對(圖 5.2.3): 2 車 FUEL 與 CO_2 之 $R7$ 變化趨勢相當一致, 且約略相當, 皆隨車速呈負向變動關係。但 B- $R7$ 變動程度似乎較 A- $R7$ 顯著, 在 $V < 25$ km/hr 低速區間 B- $R7$ 高於 A- $R7$, 但 $V > 80$ km/hr 之高速區間則 B- $R7$ 似乎低於 A- $R7$ 。
- (2) $R7$ 與車速之相關性: 以變動比率方式計算 $R7$, 其與車速相關性之分析結果如表 5.2-4, 與前述以差值計算 $R7$ 不同。發現變動比例方式計算 $R7$ 與車速間具有負向相關性, 以實驗 B 車負向相關性較為顯著, FUEL 與 CO_2 之 $R7$ 相關係數均為 -0.74; 相對而言, 實驗 A 車之負向相關性較不顯著。
- (3) 2 車之間, 各車速下相對 $R7$ 相關性: 與前述以差值計算 $R7$ 的分析方法相同, 亦針對 2 車變動比例方計算之 $R7$ 進行差值是否為零之統計檢定, 結果如表 5.2-5。結果顯示: 在 $\alpha = 0.05$ 下拒絕虛無假說, 表示實驗 A、B 車以變動比例方式計算 $R7$ 不相等。

以上分析顯示: 97 年比較實驗 A、B 2 車 FTP-UB+HY 資料分析, 以變動比例方式計算 ($R7 = N7/N0 \times 100\%$) 時, B- $R7$ 可能與車速具有負向相關性, 但 A- $R7$ 之負相關性較不顯著; 同時, 隨車速變化之 B- $R7$ 與 A- $R7$ 2 者數值不相等。此顯示以變動比例方式計算 $R7$, 亦不具備車輛間的可移轉性, $R7$ 會隨車輛不同而有所差異。



資料來源：本計畫。

圖 5.2.3 A-R7（變動比例）與 B-R7（變動比例）分布圖

表 5.2-4 A-R7（變動比例）與 B-R7（變動比例）對車速之相關係數

	A-R7	B-R7
FUEL	-0.32	-0.74
CO ₂	-0.35	-0.74

資料來源：本計畫。

表 5.2-5 2 車在各車速下相對之 R7 平均值檢定（變動比例）

能耗、排放	平均值 (g/s)	標準差 (g/s)	樣本數 (筆)	Z 值
FUEL	-0.070068	0.187865	97	-3.6733275
CO ₂	-0.069271	0.185844	97	-3.6710203

註： $\alpha = 0.05$ 顯著水準下， $|Z|$ 值 > 1.96 則拒絕 H_0 假設， $H_0: (A-R7) - (B-R7) = 0$ 。

資料來源：本計畫。

3. 2 種 R7 建構方式比較

本計畫原擬以 R7 轉換率，呈現開頭燈空調以及重量差異（222 kg）對於車輛動態能耗、排放特性的綜合影響。經以差值、變動比例 2 種計算方式，分析 R7 與車速的關係，以及是否具有車輛間可移轉性，得到相當歧異的結果；試以表 5.2-6 綜整 2 者的異同。經前述分析比較顯示：R7 會因 2 實驗車輛特性不同而有所差異；然而，運用不同方式建構 R7 轉換率時，2 車 R7 與車速間的相關性分析恰好得到相反的結果。初步推斷，此可能因 2 實驗車輛在馬力、載重負荷比或強迫降檔等設計差異，使 R7 顯著不同；亦即此綜合差異轉換率可能會受到車輛特性之影響而有所不同，包含其與車速之相關性以及

其隨車速之變動趨勢等。因此，為能與文獻比對進一步釐清，找出具有車輛間可移轉性的 R7 關係式，以簡化模式應用之複雜度，並降低模式建構所需實驗之成本，實有需要將 R7 加以拆解，分別分析 2 車 R3（重量差異）與 R6（頭燈、空調差異）特性，以及比較 2 車 R7 與 R3、R6 關係。但因現階段尚缺乏實驗 B 車 #5 實驗，無法對此提出進一步的分析，有待後續研究努力。

表 5.2-6 2 車 R7 不同估算方式結果比較

		R7=N7-N0（差值）	R7=N7/N0（變動比例）
文獻回顧		缺	根據以往文獻中，多以變動比例方式估算重量、開空調對於能耗的影響，但缺乏對於 CO ₂ 影響的分析，且並無特別探討開頭燈，對於能耗、排放影響的相關文獻。
圖形比較		<ul style="list-style-type: none"> ● 低速區間（V<10 km/hr）：2 者近似同一數值 ● 其他車速下（V>10 km/hr）：A-R7 變異程度高於 B-R7 	<ul style="list-style-type: none"> ● 低速區間（V<25 km/hr）：B-R7 數值較 A-R7 高 ● 高速區間（V>80 km/hr）：B-R7 數值較 A-R7 低
與車速之相關性（相關係數）		<ul style="list-style-type: none"> ● A-R7：與車速成正相關（相關性較高） ● B-R7：與車速成正相關（相關性較低） 	<ul style="list-style-type: none"> ● A-R7：與車速成負相關（較不顯著） ● B-R7：與車速成負相關（較顯著）
成對檢定結果		● 2 車 R7 之間顯著不相等	● 2 車 R7 之間顯著不相等
顯示意涵	同	● 開頭燈空調以及重量差異（222kg）對於能耗、排放特性的影響，對於不同車輛而言變化程度有所差異，R7 不具備車輛間可移轉性	
	異	<ul style="list-style-type: none"> ● 對實驗 A 車而言，開頭燈空調以及重量差異（222kg）之影響程度，可能隨車速變動而有所差異；車速越高，開頭燈空調以及重量差異（222kg）之影響程度越明顯 ● 對實驗 B 車之影響程度小於實驗 A 車 	<ul style="list-style-type: none"> ● 對實驗 B 車而言，開頭燈空調以及重量差異（222kg）之影響程度，可能隨車速變動而有所差異；車速越高，開頭燈空調以及重量差異（222kg）之影響程度越小 ● 對實驗 A 車之影響程度小於實驗 B 車

資料來源：本計畫。

就現階段分析結果而言：實驗 A、B 車 FTP-UB+HY 資料，無論是以差值或以變動比例方式建構 R7，均無法獲得具備車輛間可移轉性的成果。為此，本計畫改而嘗試以路徑 3 之 R12 取代 R0 與 R7 轉換率，進行整體關聯模式建構工作，以排除模式在 $\overline{N0}$ 轉換至 $\hat{N7}$ 過程中的不穩定性，對於最終推估結果造成影響。

5.3 2 實驗車輛之 R2 與 R8 比對分析

本計畫原擬以 R2（實驗環境差異轉換率）與 R8（行車型態差異轉換率），分別呈現關聯模式中，在不同環境（實際道路與實驗室）下與不同行車型態（實際道路與法規審驗測試）下，2 實驗車輛之能耗、排放差異。

並針對 2 實驗車輛之 R2、R8 進行比對與分析，以驗證此 2 轉換率是否因實驗車輛不同而改變。之後，改以 #99 與 #7 之間的轉換率 ($R11 = N99/N7$)，直接取代 R2 與 R8 之綜合效果，以路徑 3 建構整體關聯模式。但是分析發現：R11 不具備車輛間可移轉性，需針對各車各自建構不同道路類型之轉換率推估式；使得未來關聯模式還需要逐車進行相關測試，才能達到運輸規劃模式應用所需。為有助於後續研究能夠尋找更適合的轉換率，以簡化模式應用複雜性、降低模式建構成本，在此擬先就 2 實驗車輛之 R2-V 與 R8-V 轉換率進行初步探討，包括：圖形判讀、平均值檢定與相關係數等分析，以供後續相關研究參考。

5.3.1 2 實驗車輛 R2-V (實驗環境差異轉換率) 結果比較與分析

現階段以 #99 道路實驗所得到的能耗、排放特性，與 #8 實驗室複製實驗間之變動比例差異，定義實驗環境差異轉換率 $R2 = N99/N8$ (以 % 表示)；2 者均以實驗實際值計算。由於 #8 為以相同條件複製 #99 實驗，2 者差距僅有實驗環境差異，並無行車型態或其他差異，因此假設 R2 為一不受道路類型影響之轉換率。

比較分析 2 實驗車輛 R2-V 圖形 (附圖 2.1.6) 發現：2 車 R2 變動趨勢大致相仿。同時，除國道 (CLASS 1) 之外，其餘道路類型於車速 20~25km/hr 前後，R2 趨勢均出現明顯的改變；低速區間內 R2 值相對較高，且並無隨車速變動之固定規律；而高速區間內 R2 值則相對較低，且隨車速增加 R2 有逐漸下降的趨勢。而且，不同道路類型下 R2 隨車速變化的趨勢圖形，似乎不盡相同。

由於 $R2 = N99/N8$ ，為檢視 R2 是否會受道路類型影響，因此進一步比較 N8-V 與 N99-V 的相對變動情形 (附圖 2.1.5 與附圖 2.1.2)。結果發現：實驗 A、B 車，不同道路類型隨車速變化之 N99 趨勢不盡相同，但 2 者各道路類型之 N8 變動趨勢卻似乎大致相仿；各道路類型之 N8-V 均較 N99-V 穩定 (N8-V 變異程度較小)，且在低速區間內各道路類型 N8 皆趨於一定值。推論此係因 #8 實驗室複製實驗，無法如實呈現 #99 真實世界駕駛行為之加減速特性 (參見第三、四章 SAFDs 分析)，致使不同道路類型 N8 間差異並不顯著，不若 N99 會因道路類型不同而有顯著變化。其中，車速低於 20~25km/hr 區間，各道路類型 N8 均趨於一定值，之後則呈現隨車速變動；但 N99 在各車速區間均呈現隨車速變化趨勢。因此使得 R2 變化趨勢，在車速 20~25km/hr 前後出現顯著的改變；且 R2 隨車速變化趨勢樣態，似乎會因道路類型而有所差異。現階段 R2 分析成果不支持前述假設，主因在於：#8 實驗室複製實驗無法如實呈現 #99 道路實驗之加減速

特性。

雖然暫時無法對 R2 再作進一步分析，但是 R2 確實是關聯模式建構的關鍵之一，否則無法嘗試以路徑 1 或路徑 2 方式建構關聯模式。因此建議後續研究，在現階段已取得相關分析結果（包括 R7、R11、R12 等）基礎之上，可以嘗試 R2 轉換率其他計算方式（如以差值計算、區分加減速區間等）的分析，或是結合 R8，尋找 R11 與 R2、R8 的關係式等，以尋求能否建構出具備統計顯著性、有效性、車輛間可移轉性的轉換率，呈現出實驗環境差異對於車輛動態之能耗、排放特性的影響。如此才能進一步比較不同路徑所建構關聯模式的特性，以使本計畫結論所提出的車輛動態能耗、排放關聯模式，未來運輸規劃模式應用相對簡便、模式建構成本相對節約。

5.3.2 2 實驗車輛 R8-V（行車型態差異轉換率）結果比較與分析

現階段以各道路類型 #8 複製實驗所得到的能耗、排放特性，與以實驗條件為進行法規審驗測試實驗 #7 之變動比例差異，定義行車型態差異轉換率 $R8 = N8/N7$ （以 % 表示）；2 者均以實驗實際值計算。由於各道路類型 #8 實驗各自取得 N8 數值，但 #7 實驗為固定 N7 數值，因此假設 R8 會隨道路類型有所不同。

經由 2 實驗車輛 R8-V 圖形比較可知（附圖 2.1.7），2 者在各道路類型間之變動趨勢皆非常相似，且皆近似為一定值。因此，以下首先分別針對 A、B 2 車，探討各道路類型下其 R8 是否為可視為相等的定值；分別包括 2 車 R8 與車速相關係數分析、2 車分別在各道路類型間的 R8 平均值是否相等檢定。

1. 由 R8 與車速的相關係數可知（表 5.3-1），無論是 FUEL 或 CO₂，2 實驗車輛 R8 與車速相關性並不顯著，相關係數皆不高，低於 0.35（實驗 B 車 CLASS 27 之 FUEL）以下。由於 R8 與車速相關性不高，且 2 車各道路類型之圖形約略近似一定值，似乎可以各道路類型 R8-V 平均值（ $\overline{R8}$ ），代表該道路類型之行車型態差異轉換率。由此逐一計算各車輛、各道路類型之 $\overline{R8}$ 平均值，參見表 5.3-2、5.3-3。

表 5.3-1 R8 與車速之相關係數

R8	實驗車	CLASS 1	CLASS 11	CLASS 24	CLASS 27	CLASS 34	CLASS 43	CLASS 53
FUEL	A 車	-0.01	-0.35	0.09	0.32	0.29	0.14	-0.26
	B 車	-0.08	-0.13	0.28	0.35	0.18	0.16	-0.31
CO ₂	A 車	-0.02	-0.35	0.09	0.31	0.29	0.14	-0.25
	B 車	-0.09	-0.15	0.27	0.34	0.17	0.16	-0.32

資料來源：本計畫。

表 5.3-2 各道路類型之 $\overline{R8}$ 平均值 (A- $\overline{R8}$) 彙整：實驗 A 車

實驗 A 車							
FUEL				CO ₂			
CLASS	平均值 (%)	標準差 (%)	樣本數 (筆)	CLASS	平均值 (%)	標準差 (%)	樣本數 (筆)
1	85.4799	25.9675	98	1	0.858226	0.258200	98
11	91.5602	33.2496	77	11	0.922161	0.332715	77
24	86.0655	13.6188	78	24	0.868335	0.139037	78
27	91.4601	19.7435	67	27	0.921507	0.197354	67
34	85.7066	18.6047	74	34	0.863185	0.185088	74
43	95.0917	23.8784	55	43	0.958107	0.235302	55
53	95.9614	18.4990	55	53	0.969428	0.190829	55

資料來源：本計畫。

表 5.3-3 各道路類型之 $\overline{R8}$ 平均值 (B- $\overline{R8}$) 彙整：實驗 B 車

實驗 B 車							
FUEL				CO ₂			
CLASS	平均值 (%)	標準差 (%)	樣本數 (筆)	CLASS	平均值 (%)	標準差 (%)	樣本數 (筆)
1	0.964164	0.259737	95	1	0.966570	0.260247	95
11	0.943793	0.180318	74	11	0.943142	0.181082	74
24	1.010575	0.207869	73	24	1.011635	0.205663	73
27	0.985780	0.178121	75	27	0.985968	0.176580	75
34	0.997104	0.220683	76	34	0.996927	0.218737	76
43	0.956332	0.218978	59	43	0.958743	0.218261	59
53	0.970541	0.165181	56	53	0.972330	0.164654	56

資料來源：本計畫。

- 為進一步瞭解 $\overline{R8}$ 是否會隨道路類型有所不同，在進行同一車輛下各道路類型間兩兩平均值檢定，統計量 Z 值列如表 5.3-4 與表 5.3-5。結果發現：就同一部實驗車輛而言，除少部分道路類型之外，多數道路類型 $\overline{R8}$ 可視為相同數值，並無顯著差異存在。其中，實驗 A 車快速道路 (CLASS 11)、省道高干擾 2 車道以上 (CLASS 27) 之 $\overline{R8}$ ，與其他道路類型均可視為同一數值；而鄉道 (CLASS 43) 與市區道路 (CLASS 53) 之 $\overline{R8}$ ，則與其他道路類型間存有顯著差異。至於實驗 B 車，幾乎所有道路類型之 $\overline{R8}$ 均可視為相等，僅在快速道路 (CLASS 11) 與省道低干擾 2 車道 (CLASS 24) 2 種道路類型間的 $\overline{R8}$ ，在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下無法視為相等，但在 $\alpha=0.10$ 顯著水準下則可接受 H_0 虛無假說。

表 5.3-4 A-R8 之各道路類型間兩兩平均值檢定

單位：(%)

FUEL	CLASS 1	CLASS 11	CLASS 24	CLASS 27	CLASS 34	CLASS 43	CLASS 53
CLASS 1	-						
CLASS 11	1.31937	-					
CLASS 24	0.19246	-1.34315	-				
CLASS 27	1.67818	-0.02228	1.88436	-			
CLASS 34	0.06668	-1.34167	-0.13513	-1.77596	-		
CLASS 43	2.31440	0.71021	2.52835	0.90268	2.41964	-	
CLASS 53	2.89563	0.97018	3.37449	1.29725	3.10616	0.21355	-
CO ₂	CLASS 1	CLASS 11	CLASS 24	CLASS 27	CLASS 34	CLASS 43	CLASS 53
CLASS 1	-						
CLASS 11	1.38926	-					
CLASS 24	0.33184	-1.31107	-				
CLASS 27	1.78162	-0.01455	1.84655	-			
CLASS 34	0.14666	-1.35280	-0.19320	-1.80481	-		
CLASS 43	2.43183	0.72707	2.53456	0.91845	2.47610	-	
CLASS 53	3.03510	1.03150	3.35128	1.35897	3.16749	0.27712	-

註 1：表中數值為 2 道路類型之平均值檢定統計量（Z 值）。

註 2：在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下， $|Z|$ 值 > 1.96 則拒絕 H_0 假說， $H_0: (A-\overline{R8}-C_x) - (A-\overline{R8}-C_y) = 0$ ，其中，x 與 y 代表道路類型之編號，如 1、11、24、27、34、43、53 等，且 $x \neq y$ 。黑底白字之標示處表示無法拒絕 H_0 虛無假說，即 2 道路類型之 A-R8 可視為同一數值。註 3：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。

資料來源：本計畫。

表 5.3-5 B-R8 之各道路類型間兩兩平均值檢定

單位：(%)

FUEL	CLASS 1	CLASS 11	CLASS 24	CLASS 27	CLASS 34	CLASS 43	CLASS 53
CLASS 1	-						
CLASS 11	-0.60083	-					
CLASS 24	1.28620	2.07954	-				
CLASS 27	0.64215	1.42975	-0.77828	-			
CLASS 34	0.89620	1.62206	-0.38368	0.34717	-		
CLASS 43	-0.20069	0.35436	-1.44730	-0.83771	-1.06941	-	
CLASS 53	0.18429	0.87870	-1.21868	-0.50511	-0.79089	0.39409	-
CO ₂	CLASS 1	CLASS 11	CLASS 24	CLASS 27	CLASS 34	CLASS 43	CLASS 53
CLASS 1	-						
CLASS 11	-0.68903	-					
CLASS 24	1.25358	2.14193	-				
CLASS 27	0.57740	1.46131	-0.81363	-			
CLASS 34	0.82853	1.64220	-0.42301	0.33896	-		
CLASS 43	-0.20072	0.44117	-1.42028	-0.77843	-1.00729	-	
CLASS 53	0.16650	0.95853	-1.20522	-0.45462	-0.73705	0.37807	-

註 1：表中數值為 2 道路類型之平均值檢定統計量（Z 值）。

註 2：在 $\alpha=0.05$ 顯著水準下， $|Z|$ 值 > 1.96 則拒絕 H_0 假說， $H_0: (B-\overline{R8}-C_x) - (B-\overline{R8}-C_y) = 0$ ，其中，x 與 y 代表道路類型之編號，如 1、11、24、27、34、43、53 等，且 $x \neq y$ 。黑底白字之標示處表示無法拒絕 H_0 虛無假說，即 2 道路類型之 B-R8 可視為同一數值。註 3：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。

資料來源：本計畫。

由以上分析結果，2 車之 R8 轉換率與車速之相關性，與本計畫原始定義之假設有所出入，原始假設行車型態差異轉換率 $R8 = N8/N7$ (以 % 表示) 會隨道路類型不同；但經由 2 車在各道路類型之 R8-V 圖形、與車速之相關係數、以及各道路類型間兩兩平均值檢定等分析結果顯示：2 實驗車輛分別在不同道路類型上之 R8 轉換率，與車速之相關性皆不高，趨近於一定值；且除了少數道路類型之外 (A 車：CLASS 43 與 CLASS 53；B 車：CLASS 11 與 CLASS 24 之間)，此一 R8 轉換率定值在多數道路類型間皆可視為相同數值，並無顯著差異存在 ($\alpha = 0.05$)。

此一檢定結果也相當程度地呼應前述 R8-V 圖形 (附圖 2.1.7) 分析，所得到各道路類型間之變動趨勢皆相當近似的看法；與原本假設 R8 會隨道路類型不同的假設相違背。其原因應在於：#8 實驗室複製實驗取得之各實驗車輛 N8-V 實際數值，其隨車速變化趨勢並不因道路類型差異而有顯著差異 (參見附圖 2.1.5)，故使各道路類型 R8 ($=N8/N7$ ，其中 N7 不隨道路類型改變) 也沒有顯著差異。由此推知：R8 轉換率無法呈現出不同道路類型行車型態的差異，其根本原因仍在於 #8 實驗室複製實驗，無法如實呈現 #99 真實世界駕駛行為之加減速特性 (參見第三、四章 SAFDs 分析)，致使不同道路類型 N8 間差異並不顯著，也進而使不同道路類型 R8 間差異亦不顯著。

5.4 小結

本節首先針對 2 實驗車輛以路徑 3 所建構之推估模式結果，以及路徑 3 中所應用之轉換率 (R12、R11)，進行各道路類型間與 2 車間之比對。其次，亦對於其餘模式建構路徑中可能應用之轉換率 (R0、R7、R2 與 R8)，進行 2 車差異分析，以提供後續相關研究參考。藉由上述之分析與討論，以下將本計畫所得之重要結果加以彙整，並提供有關關聯模式建構之具體建議，以供後續相關研究參考：

1. 本計畫以路徑 3 所建構之 2 車關聯模式，即透過 R12 與 R11 轉換率，可將實驗條件為法規審驗測試程序 #7 車輛能耗、排放平均值 ($\overline{N7}$)，轉換為各道路類型上之動態能耗、排放曲線 ($\hat{N99}^3$)。並透過 2 階段之模式建構流程結果驗證，除少部分高估情況之外，此套動態能耗、排放曲線 ($\hat{N99}^3$) 能夠忠實呈現出實際值的變化趨勢，能夠推估出 2 實驗車輛隨道路類型、車速變化的能耗、排放率。
2. 由關聯模式第一階段 ($\hat{N7} = \overline{N7} \times AB - R12$) 之建構過程可知，2 車之 R12 轉換率 (將 $\overline{N7}$ 展開為動態曲線之轉換率) 在不同車輛間具有可移轉性。因此，在關聯模式第一階段中，2 實驗車輛便可以通用轉換率 $AB - R12$ ，求得各別車輛之 $\hat{N7}$ 推估方程式。透過推估值與實際值圖形

比較、殘差分析等結果顯示， $\hat{N}7$ 推估線能夠相當忠實地分別呈現出實驗 A 車與實驗 B 車實際值之變化趨勢。

3. 由關聯模式第 2 階段 ($\hat{N}99^3 = \hat{N}7 \times \hat{R}11$) 之建構過程可知，2 車之 R11 轉換率（實驗環境與行車型態之綜合轉換率）在不同車輛間、不同道路類型間皆不具有移轉性，因此，在關聯模式第 2 階段中，2 車必須運用個別在不同道路類型上之 R11 轉換率，求得不同車輛、不同道路類型之 $\hat{N}99^3$ 推估方程式。
 - (1) 透過上述各道路類型間之推估方程式比對結果（橫向比對）顯示，2 車之能耗與排放動態曲線，皆隨道路類型不同而有所差異。此結果與實際道路實驗資料所建構之推估方程式（A- $\hat{N}99$ ）趨勢一致，顯示各道路類型上之能耗、排放量，隨車速之變化趨勢可能受到道路特性之影響而有所不同；亦即，以同一車輛行駛於不同道路類型上時，即使以同一車速行駛，其能耗、排放量並不相等。
 - (2) 另一方面，透過 2 實驗車輛間之推估方程式比對結果（縱向比對）可得知，在同一路路類型上，能耗與排放動態曲線可能受到車型差異而有所不同；亦即，以不同車輛行駛於同一路路類型上時，即使以同一車速行駛，其能耗、排放量並不相等。
4. R0 轉換率（將 $\overline{N}0$ 展開為動態曲線之轉換率）：本計畫針對 2 車 R0 轉換率，透過圖形判斷其分別隨車速之變動趨勢，結果顯示：2 車 R0 轉換率隨車速之變動趨勢相似度非常高（R12 亦有類似情形）。因此，仿照 R12 轉換率分析方式，後續亦以統計方法分析其與車速間之相關性，並利用車速之 4 次多項式加以配適，再輔以鄒檢定等步驟，分析 2 車之 R0 轉換率是否可進行合併，以判斷其是否在不同車型間具有可移轉性。結果顯示：對照 R12 具有可移轉性的結果（95%的信賴水準），R0 可移轉性的信賴水準雖然較低；但本計畫認為此一結論，係僅由 2 實驗車輛之數據分析而得，建議後續研究可針對更多車型進行相同實驗與分析，以探討 R0 是否在不同車型間具有移轉性，並建構一套穩定的 R0 轉換率。同時，有關 R0 轉換率對於關聯模式建構之影響等衍生課題，亦值得後續研究再作分析探討。
5. R7 轉換率（車重/頭燈/空調之綜合轉換率）：本計畫嘗試透過 2 種方式（差值/變動比例）建構 R7 轉換率，以探討車重/頭燈/空調之綜合差異對於車輛能耗/排放之影響。初步結果判定：此綜合差異轉換率可能會受到車輛特性之影響而有所不同，包含其與車速之相關性以及其隨車速之變動趨勢等。因此，在實驗車型不足，且缺乏實驗 B 車之 R3 與 R6 等轉換率分析資料的前提下，本計畫仍無法針對 R7 轉換率之建構方式做進一步的探討，僅提供 2 建構方式之異同比較以供後續研究參考。

6. R2 轉換率 (實驗環境差異轉換率): 本計畫原始假設 R2 為一不受道路類型影響之轉換率, 但透過 2 實驗車輛分別在不同道路類型上之 R2-V 圖形比對結果發現: 2 車除國道 (CLASS 1) 之外, 其餘道路類型之 R2 隨車速的變動趨勢雖然大致相仿; 但個別車輛在不同道路類型間, R2 隨車速變化的趨勢圖形, 卻不盡相同, 顯示: R2 隨車速變化趨勢樣態, 似乎會因道路類型而有所差異。由於 R2 與車速之相關性高, 且目前仍無法確切判定 R2 是否受不同車輛、道路類型之影響而有所差異, 因此, 建議後續研究可嘗試以車速為解釋變數, 以建構 R2-V 之推估方程式, 並進一步探討不同車輛與不同道路類型間之轉換率是否可進行合併, 以簡化模式規模, 便於後續應用所需。
7. R8 轉換率 (行車型態差異轉換率): 本計畫原始假設 R8 為一隨道路類型而有所不同的轉換率, 但透過 2 實驗車輛分別在不同道路類型上之 R8-V 圖形、與車速之相關係數、以及各道路類型間兩兩平均值檢定等分析結果發現: 2 實驗車輛分別在不同道路類型上之 R8, 與車速之相關性皆不高, 趨近於一定值; 且除了少數道路類型之外 (A 車: CLASS 43 與 CLASS 53; B 車: CLASS 11 與 CLASS 24 之間), 此一 R8 轉換率定值, 在多數道路類型間, 皆可視為相同數值, 並無顯著差異存在 ($\alpha = 0.05$)。
8. 由上述 R2 與 R8 相關之分析結果, 建議後續研究可朝下列議題, 做更深入的探討, 以釐清此 2 轉換率在不同車輛間、不同道路類型間是否具有可移轉性:
 - (1) #8 實驗為建構此 2 轉換率之關鍵實驗, 但經由本實驗設計與實際道路複製曲線之擷取方式, 並無法完全複製實際道路之行車狀態。此結果說明現行法規審驗測試中, 所採用之各區域行車型態可能也有類似的問題存在。因此, 建議後續研究可針對複製曲線擷取方式加以改善, 或探討各區域之行車型態是否具有其代表性, 以確實將真實世界的能耗/排放狀況反應至實驗室中。
 - (2) 由 5.1 節之結論可得知, 2 實驗車輛之 R11-V 具有顯著差異存在, 顯示 R11-V 會受到車輛特性之影響, 而必須以不同的推估函數加以配適。但本計畫成果中, 仍無法完全釐清 R11-V 之差異來源, 主要源自於 R2 或 R8 轉換率。因此, 建議後續研究針對此一議題做更深入的探討, 以釐清此 2 轉換率對於 R11-V 之影響程度。

第六章 應用案例分析

前述章節內容以建立各道路類型的車速與排放關模式為主，本章對於如何將研究成果應用在運輸規劃上加以說明，並選取案例進行研究成果應用及分析。本章進行應用案例分析之主要目的，在於驗證本計畫所建構關聯模式之可操作性與正確性，以作為後續研究建構「運輸規劃與能源消耗、排放整合型模式」與進行政策分析探討的基礎。

6.1 排放模式與運輸規劃模式整合

本計畫回顧國內外相關模式研究進展，提出運輸行為與能耗、排放關聯評估架構，詳如 2.4 節，但就運輸規劃模式而言，無法推估車輛行駛過程中的所有排放。以下先將車輛行駛過程加以分類，針對各種過程所產生的排放，分別建立排放關聯模式與運輸規劃模式之整合方法，並選用相關案例進行測試及分析。

1. 車輛行駛過程排放分類

對一般的用路人而言，駕駛車輛從起點到迄點的過程可簡化為冷車啟動、道路行駛及停車，而依照所行駛道路的特性，又可分為市區道路及高快速道路，行駛過程各階段所造成的排放可分類如圖 6.1.1 所示，共可分為：

- (1) 冷車啟動
- (2) 路段行駛
- (3) 路口停等\收費站繳費
- (4) 停放車輛

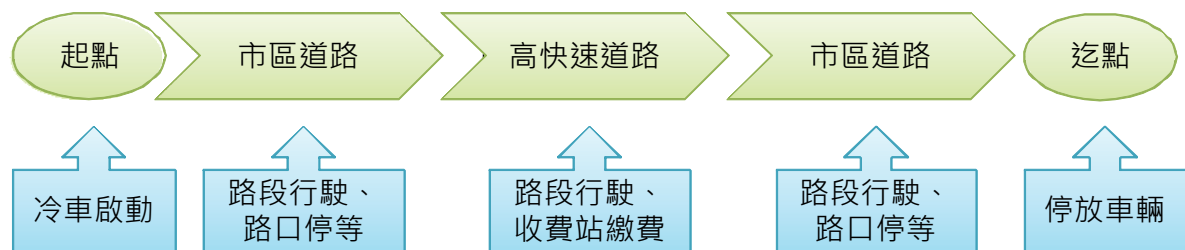


圖 6.1.1 車輛行駛過程排放分類圖

2. 車輛行駛過程各類排放與運輸規劃模式關聯

上述過程中，停放車輛所造成的排放受各駕駛人停車場所及所花費時間的不同需要另案研究，其餘 3 種排放與運輸規劃模式的關聯如圖 6.1.2 所示，說明如下：

(1) 冷車啟動

可利用運輸模式的車輛旅次矩陣，配合各類車輛的冷車啟動模式，計算車輛在每趟旅次中的起動排放。

(2) 路段行駛

本計畫已於民國 96 年度提出運輸行為與能耗、排放關聯評估架構，並於本年期進行修正，調整後的關聯模式概念如 2.4 節所示，與運輸規劃的交通量指派結果相結合，可得到不同道路類型路段上的總排放量。排放模式與運輸規劃模式整合的參數為旅行車速及旅行時間，整合計算公式如下。

$$\text{單一類型車輛之能耗、排放量} = \sum_{c,v} \text{延車小時 } c,v \times N_{c,v} \quad \text{式 2-3}$$

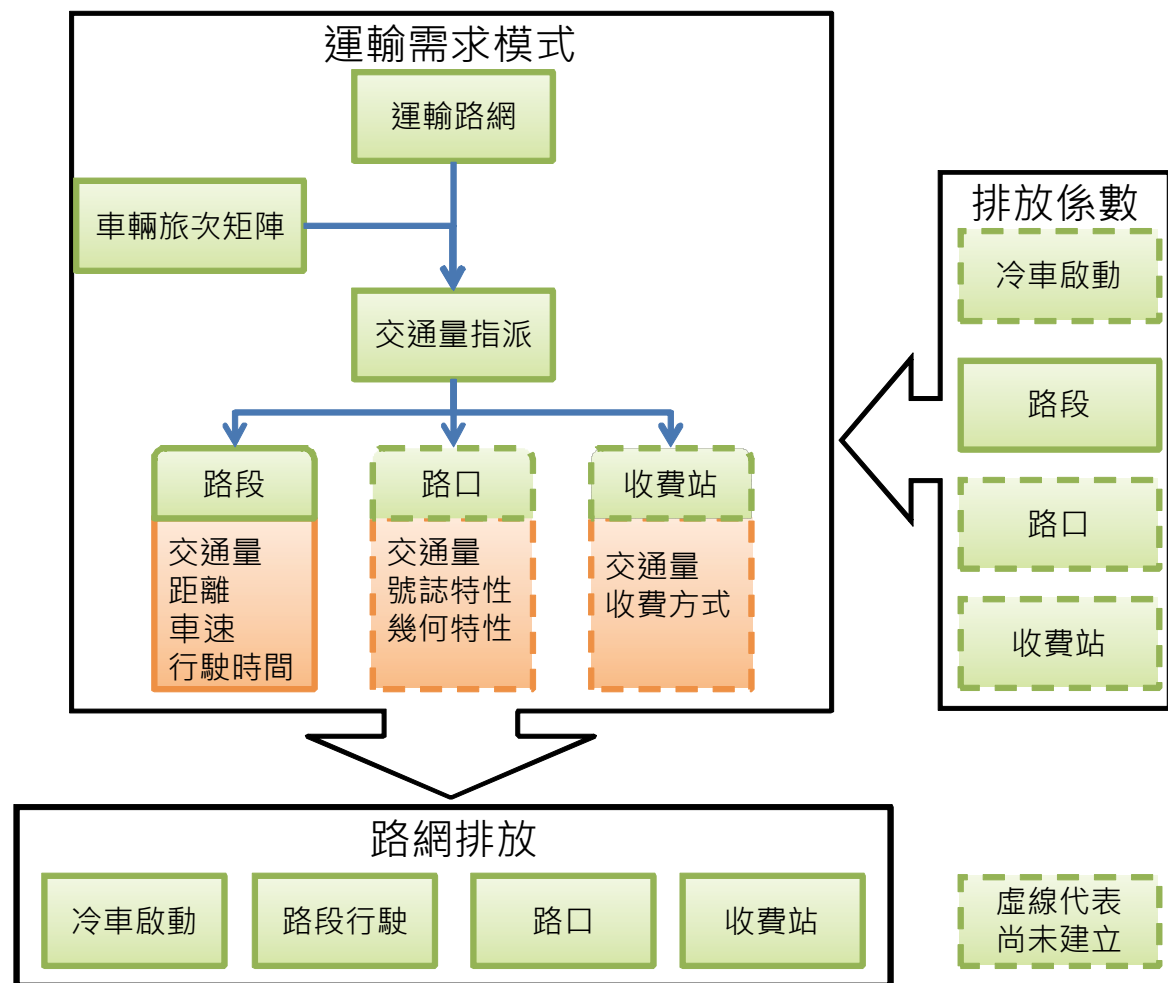
其中：延車小時 c,v ：路網指派後在道路類型 c 、車速 v 下之行車時間，單位為 sec；

$N_{c,v}$ ：依據道路實驗建立之道路類型 c 、車速 v 的能耗、排放率，單位為 g/s。

然而運輸規劃模式輸出的車速為路段平均旅行車速，與排放模式建構所用的點車速定義不同，因此，後續有必要釐清路段平均旅行車速與該路段各瞬時車速對應的排放量總和差異。

(3) 路口停等\收費站繳費

由於傳統的運輸規劃模式僅以路段分析為主，將路口停等或通過收費站時間涵蓋在路段中，然通過收費站及路口停等與路段行駛型為差異大，有必要釐清通過收費站及路口停等的排放影響。因此，本計畫應用所蒐集的實驗數據對於收費站及路口的排放進行初步的分析，以供後續研究參考。



資料來源：本計畫整理。

圖 6.1.2 車輛行駛過程各類排放與運輸規劃模式關聯

3. 本計畫應用案例

由圖 6.1.2 可知目前的運輸規劃模式未建立路口及收費站資料，但考量都市號誌管理日漸受到重視，且未來高快速道路的收費方式將會有所改變，因此本計畫利用現有資料對傳統運輸規劃模式尚未考量之處進行初步分析，以供後續研究參考：

(1) 國道收費形式

利用實驗 A 車所蒐集的人工回數票收費及 ETC 收費取樣數據，進行不同收費方式的排放分析。

(2) 都市道路排放

在都市道路中，路段長度較短，且容易受到路口的號誌干擾，因此利用市區道路的實驗數據，分別以瞬時車速及平均車速計算通過路口及

路段的排放量，以及計算以單位長度為基礎的平均排放，測試不同推估方式的差異，並進行圖形展示，以利於呈現分析數據。

6.2 案例分析：國道收費方式對能耗及排放影響

6.2.1 文獻回顧：ETC 與污染物排放之研究

鑒於高速公路之傳統收費站，汽車駕駛人需等待人工收費完畢才可通過，造成了車輛的停等延滯，且車輛因經歷數個起動與停止的循環才可完成整個收費動作，更增加了空氣污染物的排放。因此 Coelho 等人在里斯本針對各類型收費站，對於都市走廊中的交通與污染排放的衝擊進行研究（Coelho, Farias and Roupasil, 2004）。

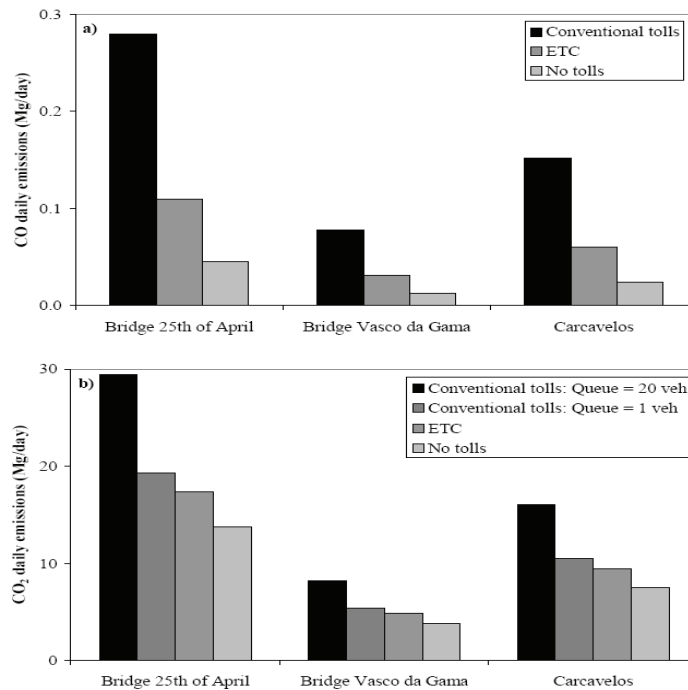
Coelho 等人首先定義收費站影響區定義為包含了收費站前減速區、最大車隊停等長度以及收費站後加速區之總和。並選擇里斯本三條主要運輸走廊上的收費站進行實驗，透過車載量測設備進行排放物的檢測。實驗的參數包含了車輛行駛與停等（如車隊停等長度、兩次加減速的間隔、停等次數等），再根據錄影帶、交通特性、車上污染偵測器以及污染計算為基礎進行分析。

實驗車輛及車載量測設備如圖 6.2.1，實驗結果如圖 6.2.2，顯示在傳統收費、ETC 與不收費的收費站下，車輛的排放量以傳統的收費站最高，主因為傳統收費站造成的車輛啟動與停止的循環，而該循環的頻率直接影響了排放物的多寡，且最大比例的污染排放來自於離開收費區時，加速至巡航車速之階段。



資料來源：Coelho, Farias, and Roupail（2004）。

圖 6.2.1 車載量測設備



資料來源：Coelho, Farias, and Rouphail (2004)。

圖 6.2.2 各類型收費站與 CO、CO₂ 關係圖

同時也發現 CO 排放量與停等車隊長度無關，這是因為最後離開收費站的加速影響大於其他階段；同時最終加速階段也影響 NO 與 HC 的排放。在傳統收費站部分，20 輛車的停等車隊比 ETC 的 CO、NO、HC 與 CO₂ 增加 151%，179%，62%與 70%，如果是 1 輛車的停等車隊，CO、NO、HC 與 CO₂ 則比 ETC 收費站增加了 154%，117%，12%與 11%。

本計畫也將採取先定義收費站影響區的方式，計算通過特定區域的排放總量。但本計畫實驗過程中並未對於收費站的交通特性加以記錄，因此將利用 GPS 及車速資料進行收費站影響區的判斷。而由文獻研究成果可知不同收費方式所造成的排放值有明顯的差異，在本章的案例分析中，推估收費方式造成的差異，也對國內最快在民國 102 年實施的里程計費進行排放減量推估。

6.2.2 本計畫案例分析背景及假設

國道收費方式改為電子收費是政府近年重要交通改善計畫之一，此計畫目的包括：

1. 透過電子收費，減少車輛通過收費站的加減速及惰轉時間，一方面改善

高速公路行車效率；另一方面則降低排放及能源消耗。

2. 未來應用電子收費技術，配合里程計費政策，彈性調整收費費率，引導民眾運具使用偏好，以進一步降低污染排放及能源消耗。

除了有助於降低能耗和排放之外，實施國道 ETC 收費具有多重效益，包括收費營運成本節省、取得高速公路交通資料及便利費率管理等。不過，本處並非全面性探討國道收費方式之各種效益，而是分此案例相關之能耗、排放量變化，說明如何將研究成果應用在運輸規劃上，並檢討所建構模式之可操作性與正確性。本計畫以下將使用實驗 A 車之資料進行分析，並針對不同收費方式之能耗及排放減量效果進行推估。

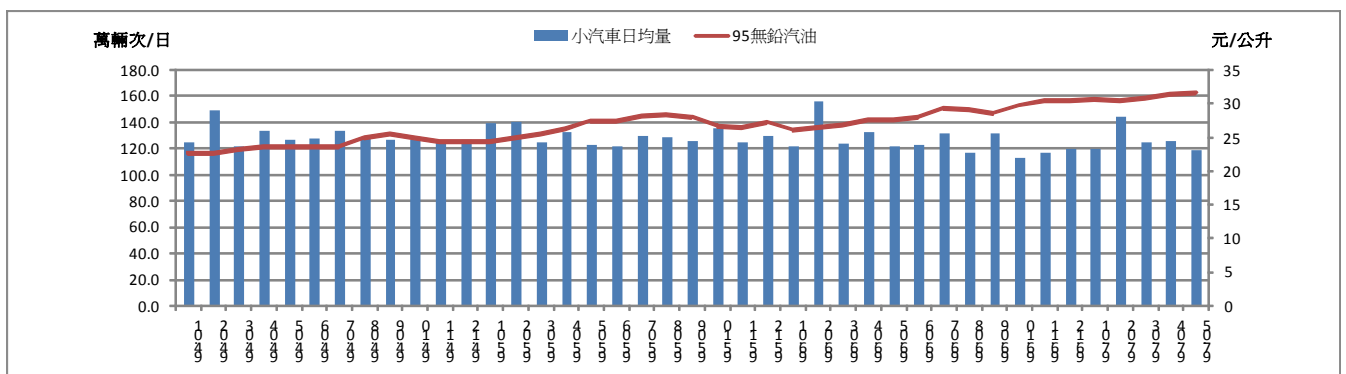
有關電子收費的案例分析係應用本計畫的實驗結果進行分析，相關假設如下：

1. 研究對象僅限於小型車

本計畫所選用的車輛，依照交通部的定義皆屬於小型車，但僅有實驗 A 車配備電子收費設備，可取得不同收費方式的調查資料，因此在未有其他車輛的實驗結果之前，本計畫以 A 車的實驗資料代表所有通過收費站的小型車。

2. 未來年之收費站小型車通過量維持不變

近年來油價大幅度波動，影響到高速公路收費站通過車輛數原先的正成長趨勢，通過量的成長預測難度上升，如圖 6.2.3 所示。由於未來的油價走勢不易預測，且里程計費對高速公路小型車通過量的影響不易估計，本計畫不進行長期的分析預測，因此直接採用民國 96 年的收費站通過量為基準進行分析。



資料來源：1. 經濟部能源局，<http://www.moeaboe.gov.tw/oil102/>。
2. 國道收費站通過量統計資料，交通部臺灣區國道高速公路局。
3. 本計畫整理。

圖 6.2.3 國道收費站小型車通過量與油價關係圖

3. 分析情境分為人工回數票、ETC 計次及 ETC 里程計費

我國之 ETC 收費系統建置策略可分為兩階段，第 1 階段先行於各收費站設置 ETC 計次收費車道，培養使用者習慣；第 2 階段則預定於民國 101 年底改採里程計費方式，可達到車輛不需因為收費而減速，且符合使用者付費的公平原則，因此本計畫之原始情境為收費方式與現在相同，分析情境為高速公路全面電子化里程計費。

6.2.2 分析方法

分析作業流程如圖 6.2.4 所示，各項步驟說明如下：

1. 建立收費站小型車通過車速變化模型

依照收費方式不同，將屬於同一種收費方式的車速資料與時間、距離進行分析，以了解車輛通過收費站前後的車速變化特性。在本計畫第 1 年期道路實驗路線中，共安排經過泰山、楊梅、造橋、后里及龍潭收費站，除了龍潭收費站外，各站均有 ETC 計次收費及人工回數票收費車道之實驗數據，如表 6.2-1 所示。

表 6.2-1 通過收費站的道路實驗數據分布

收費站名稱	ETC 收費		人工回數票收費	
	GPS 資料筆數	取樣成功次數	GPS 資料筆數	取樣成功次數
泰山	8	7	6	6
楊梅	8	8	2	2
造橋	4	3	3	1
后里	4	3	3	1
龍潭	0	0	2	2

資料來源：本計畫整理。

其中通過收費站的 GPS 車速變化數據較充足，且成功取樣次數受到天候及設備影響而較少，整體而言以泰山收費站之數據最充足，楊梅站次之。

2. 依照車速變化選定收費站影響區

無論是人工回數票收費或 ETC 計次收費，車輛於接近收費站前必須進行減速，通過收費站後再重新加速，因此收費站影響區的定義為車輛出現明顯的減速現象至出現明顯的加速現象之間的距離。且不同收費方式，通過收費站的車速不同，車速變化區亦不同，因此，將以固定距離作為一致的分析區間。

3. 計算以不同收費方式通過收費站影響區的實驗 A 車排放量

依照收費站影響區的設定，將實驗數據中的每秒排放資料加以累加，計算行駛收費站影響區的排放量，共可分為人工回數票收費、ETC 計次收

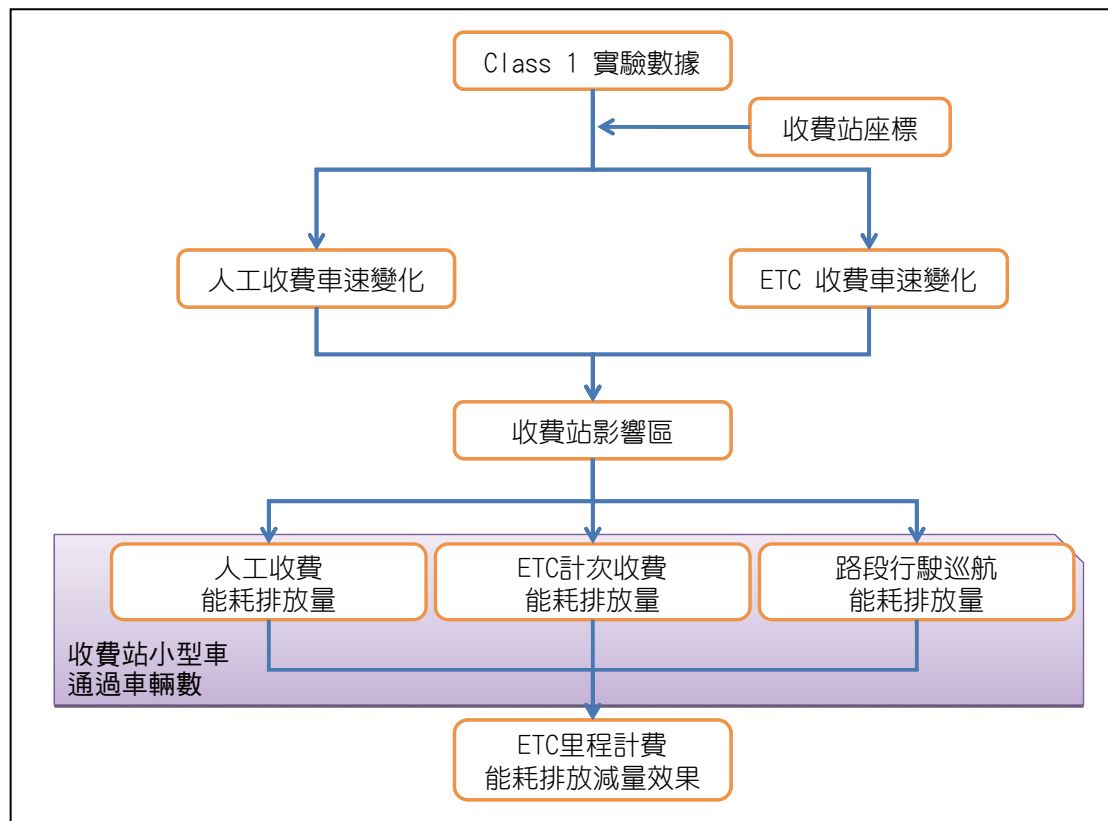
費及里程計費，其中里程計費採用車輛接近收費站影響區前未受收費站影響的路段排放資料。

4. 根據通過車輛數計算不同收費方式總排放量

本計畫參考本所「城際運輸觀察展望分析研究(3/3)」所蒐集之民國96年4月份ETC計次收費資料，以及交通部臺灣區國道高速公路局的收費站96年各月通過量統計，計算民國96年4月現有收費方式的總能耗及總排放量，並以96年4月總通過量計算採用里程計費後之總能耗及排放量。

5. ETC 里程計費的能耗及排放減量效益

分別計算全部採用人工回數票收費、人工回數票與ETC計次收費並行方式以及ETC里程計費此3種收費方式之間的能耗及排放總量差異，代表不同收費方式在能耗及排放減量的效益。



註：人工收費為回數票收費，不含現金收費。

資料來源：本計畫整理。

圖 6.2.4 ETC 分析方法流程圖

6.2.3 國道收費站小型車通過量特性

1. ETC 收費車道佈設

自民國 95 年 2 月 ETC 收費系統正式啟用後，國道 1 號及國道 3 號各收費站南下北上各開放一車道做為電子收費之用，直到 97 年 4 月泰山收費站才新增第 2 組 ETC 車道，因此在本計畫第 1 年期道路實驗期間，各收費站均僅有 1 組 ETC 收費車道。而國道 5 號頭城收費站於民國 95 年開始人工收費，ETC 車道於民國 97 年 7 月 30 日啟用。

2. 各收費站小型車年度通過量

表 6.2-2 為民國 96 年全年國道各收費站小型車通過量，整體而言，泰山站通過量最高，其次為樹林站、楊梅站。若以本計畫所蒐集的實驗數據而言，通過量由高至低為泰山、楊梅、后里、造橋及龍潭。

表 6.2-2 各收費站小型車通過量-民國 96 年

收費站名稱	通過量（萬輛/年）	通過量排名
汐止站	2,594.0	5
泰山站	7,507.4	1
楊梅站	3,490.6	3
造橋站	2,266.8	8
后里站	2,331.2	7
月眉站	2,091.9	9
員林站	1,452.1	14
斗南站	1,382.1	16
新營站	1,659.8	13
新市站	2,541.6	6
岡山站	693.0	21
七堵站	5,111.5	2
樹林站	2,652.7	4
龍潭站	1,707.5	11
後龍站	1,761.5	10
大甲站	1,662.7	12
名間站	1,139.6	19
古坑站	1,130.6	20
白河站	1,156.7	18
善化站	1,270.7	17
田寮站	27.5	23
竹田站	498.2	22
頭城站	1,420.8	15

註：包含人工及ETC收費量。

資料來源：1.國道收費站通過量統計資料，交通部臺灣區國道高速公路局。

2.本計畫整理。

3. 收費站小型車分時通過量及小時分配率

表 6.2-3 為規模最大的泰山收費站民國 96 年 8 月 5 日（第 1 年期實驗日期）的每小時小型車通過量，就小時分配率而言，無論是南下、北上或全日通過量，其中 9：00～23：00 之間的最高點均介於 4.7%至至 6.3%整間，同一時段之南下北上通過量及最高小時分配率雖有所差異，但差異並不大。而表 6.2-4 楊梅收費站的特性與泰山收費站相似，單向最高小時分配率略高為 6.6%。

由於收費站的小型車通過量各小時分配率差異並不明顯，因此本計畫在分析通過收費站的實驗數據時，並不區分通過收費站的方向或時段，而是將所有通過收費站的樣本皆納入考量。

表 6.2-3 泰山收費站小型車分時通過量-民國 96 年 8 月 5 日

時段	通過量（輛次/小時）			小時分配率		
	北上	南下	雙向合計	北上	南下	雙向合計
00-01	2,036	2,296	4,332	2.0%	2.3%	2.1%
01-02	1,311	1,440	2,751	1.3%	1.4%	1.4%
02-03	828	1,079	1,907	0.8%	1.1%	0.9%
03-04	601	837	1,438	0.6%	0.8%	0.7%
04-05	547	1,272	1,819	0.5%	1.3%	0.9%
05-06	897	2,499	3,396	0.9%	2.5%	1.7%
06-07	2,036	3,358	5,394	2.0%	3.3%	2.7%
07-08	3,238	3,767	7,005	3.2%	3.7%	3.5%
08-09	3,917	4,256	8,173	3.9%	4.2%	4.1%
09-10	4,707	4,841	9,548	4.7%	4.8%	4.7%
10-11	5,653	5,856	11,509	5.6%	5.8%	5.7%
11-12	6,295	5,549	11,844	6.3%	5.5%	5.9%
12-13	5,286	4,446	9,732	5.3%	4.4%	4.8%
13-14	5,284	4,743	10,027	5.3%	4.7%	5.0%
14-15	5,869	5,494	11,363	5.9%	5.4%	5.6%
15-16	6,135	6,000	12,135	6.1%	5.9%	6.0%
16-17	5,991	6,182	12,173	6.0%	6.1%	6.0%
17-18	6,247	5,823	12,070	6.2%	5.7%	6.0%
18-19	5,993	5,418	11,411	6.0%	5.3%	5.7%
19-20	5,601	5,381	10,982	5.6%	5.3%	5.4%
20-21	5,783	6,074	11,857	5.8%	6.0%	5.9%
21-22	5,843	5,981	11,824	5.8%	5.9%	5.9%
22-23	5,361	5,595	10,956	5.3%	5.5%	5.4%
23-24	4,813	3,202	8,015	4.8%	3.2%	4.0%
合計	100,272	101,389	201,661	100.0%	100.0%	100.0%

註：國道收費站通過量統計資料，交通部臺灣區國道高速公路局。

資料來源：本計畫整理。

表 6.2-4 楊梅收費站小型車分時通過量-民國 96 年 8 月 5 日

時段	通過量 (輛次/小時)			小時分配率		
	北上	南下	雙向合計	北上	南下	雙向合計
00-01	1,064	958	2,022	1.9%	1.8%	1.8%
01-02	660	635	1,295	1.2%	1.2%	1.2%
02-03	438	424	862	0.8%	0.8%	0.8%
03-04	276	325	601	0.5%	0.6%	0.5%
04-05	327	448	775	0.6%	0.8%	0.7%
05-06	584	930	1,514	1.0%	1.7%	1.4%
06-07	889	1,828	2,717	1.6%	3.4%	2.5%
07-08	1,207	2,577	3,784	2.1%	4.8%	3.4%
08-09	1,722	2,969	4,691	3.0%	5.5%	4.2%
09-10	2,437	3,282	5,719	4.3%	6.1%	5.2%
10-11	3,266	3,427	6,693	5.7%	6.4%	6.0%
11-12	3,211	2,850	6,061	5.6%	5.3%	5.5%
12-13	2,481	2,047	4,528	4.3%	3.8%	4.1%
13-14	2,705	2,181	4,886	4.7%	4.1%	4.4%
14-15	3,463	2,644	6,107	6.0%	4.9%	5.5%
15-16	3,722	3,112	6,834	6.5%	5.8%	6.2%
16-17	3,654	3,341	6,995	6.4%	6.2%	6.3%
17-18	3,773	3,239	7,012	6.6%	6.1%	6.3%
18-19	3,765	2,764	6,529	6.6%	5.2%	5.9%
19-20	3,528	2,767	6,295	6.2%	5.2%	5.7%
20-21	3,664	3,142	6,806	6.4%	5.9%	6.1%
21-22	3,623	3,050	6,673	6.3%	5.7%	6.0%
22-23	3,766	2,796	6,562	6.6%	5.2%	5.9%
23-24	3,027	1,770	4,797	5.3%	3.3%	4.3%
合計	57,252	53,506	110,758	100.0%	100.0%	100.0%

註：國道收費站通過量統計資料，交通部臺灣區國道高速公路局。

資料來源：本計畫整理。

6.2.4 收費站影響區

1. 實驗車通過收費站車速特性

為了判定收費站影響區，先針對通過收費站前後的車速、距離及時間繪製關係圖，由於現行國道收費站指示標誌分別置於距離收費站 2 公里及 1 公里之前，考量國道速限，各關係圖之時間範圍均為通過收費站前後 120 秒，在正常車流狀況下可包含收費站前後 2 公里的空間範圍。

在本計畫第 1 年期資料中，以泰山收費站及楊梅收費站為前兩大主要收費站，因此利用泰山收費站的人工回數票及 ETC 收費車速、距離與時間變化圖如圖 6.2.5～圖 6.2.8 所示，楊梅收費站之對應變化圖如圖 6.2.9～圖 6.2.12，綜合說明如下：

(1) 泰山收費站

人工回數票收費 6 組車速變化曲線中，除了第 1 組曲線的減速行為在離收費站 50 秒前發生，且通過收費站 30 秒後仍有明顯加速度以外，

其他組皆在距離收費站 50 秒內才有明顯的減速現象，通過收費站後 50 秒內即完成加速度，回復進收費站前的路段行駛車速。

與人工回數票收費相較之下，ETC 計次收費 7 組車速變化曲線的相異性較大，特別是進站前的車速，可能是現行 ETC 計次收費車道每方向僅 1 車道，車輛為了使用 ETC 收費必行變換車道至最內側車道，因此容易受到當時車流狀況，以及其他車輛行為的影響，導致進入收費區之前的車速曲線較不穩定。

整體而言，對照車速、距離與時間關係圖，ETC 收費在離收費站前 1,000 公尺時才會有明顯的減速現象，通過收費站後的加速度約花費 40 秒的時間，所需要之時間及距離均較人工回數票收費車道短。

（2）楊梅收費站

與泰山收費站相較之下，楊梅收費站的人工回數票收費及 ETC 計次收費的小型車車速變化曲線較泰山收費站穩定。減速、加速所花費時間略低於泰山收費站。

（3）綜合比較

觀察兩個收費站的車輛通過車速變化可知楊梅站相對穩定，可能是泰山收費站的收費車道數，以及收費站前後的路段車道數均高於楊梅收費站，車流狀況較複雜，實驗車在進入收費站前容易受到其他車輛的干擾，容易出現頻繁的加減速狀況。

其中泰山站及楊梅站的第 1 筆 ETC 計次及第 1 筆人工回數票收費均為民國 96 年 8 月 5 日週日資料，其餘皆為平常日資料，可能受到假日車流較混亂的影響，其車速變化與其他日期差異較大。

由於楊梅站的實驗 A 車車速變化較為穩定，且楊梅站的小型車通過量為所有收費站的第 3 高，數量明顯低於泰山收費站，與一般收費站的特性較相近，因此楊梅收費站的車速變化曲線較泰山收費站更能代表一般收費站。

2.收費站影響區判定

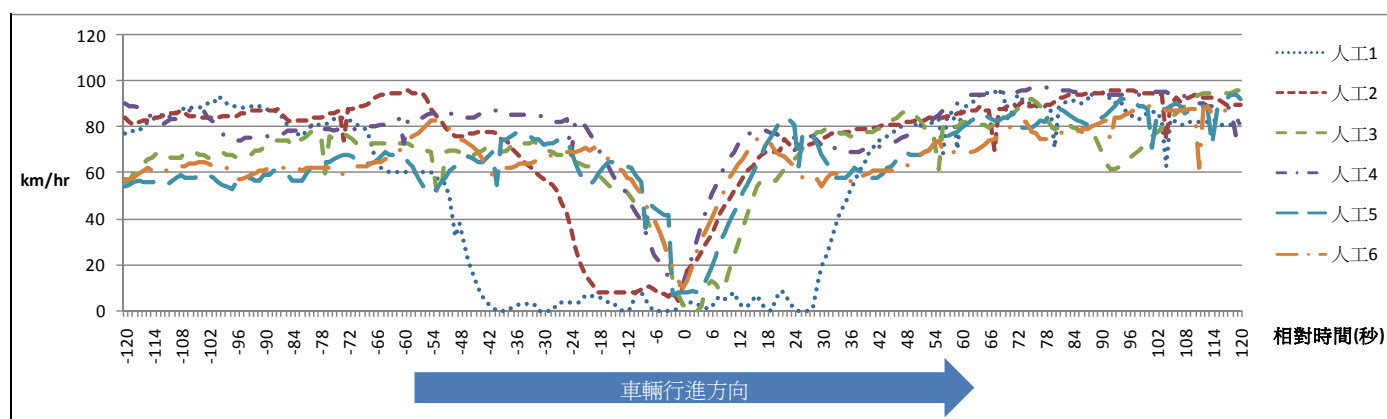
根據人工回數票收費及 ETC 收費站的車速、距離與時間加以分析，不論是泰山或楊梅收費站，或是不同收費方式，車輛大約在距離收費站前 1 公里處開始減速，在通過收費站後 1 公里內完成加速，回到正常車速，且距離收費站前 1 公里處有國道收費站的指示標誌，因此選定收費站前後 1 公里範圍，計算車輛通過此 2 公里長度所產生的能耗及排放量，代表人工回數票收費或 ETC 收費的排放量。

3.路段行駛區間

為了比較里程計費與現行收費方式在能耗及排放上的差異，本計畫選

定同為 2 公里長度之路段，計算車輛通過此路段的能耗及排放總量，做為 ETC 里程計費的排放量。由於收費站前 2 公里處有收費站的指示標誌，因此選定收費站前 4 公里至 2 公里處，總長 2 公里的區域做為 ETC 里程計費的路段估算區間，即是以這 2 公里巡航狀態的排放量，視為在里程計費狀態下通過目前收費站 2 公里區間的排放量。

收費站影響區及各種收費方式的取樣範圍整理如圖 6.2.13 所示，另一方面，泰山收費站與楊梅收費站相較之下，通過楊梅收費站之車速曲線較為穩定，因此本計畫以楊梅收費站之實驗數據為基礎進行分析。

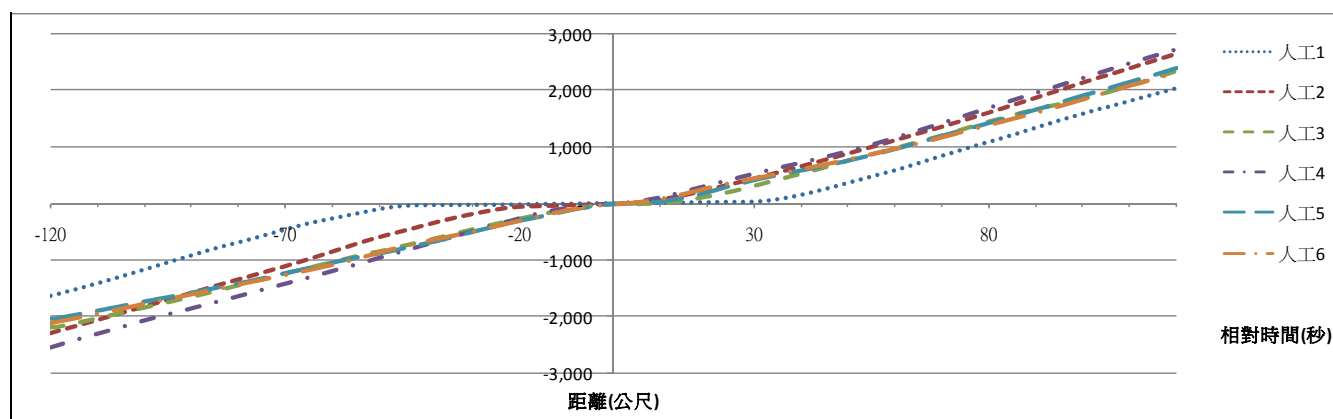


註：1.相對時間=0秒，代表車輛通過收費站。

2.人工1代表第1筆人工回數票收費樣本，共有6筆。

資料來源：本計畫整理。

圖 6.2.5 泰山站人工回數票收費車道小型車通過車速變化圖

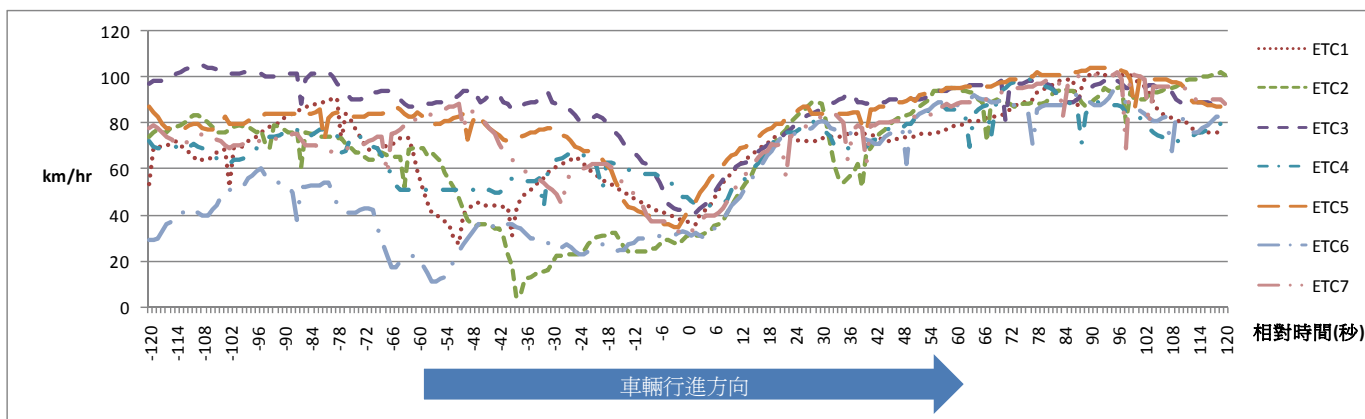


註：1.相對時間=0秒，代表車輛通過收費站。

2.人工1代表第1筆人工回數票收費樣本，共有6筆。

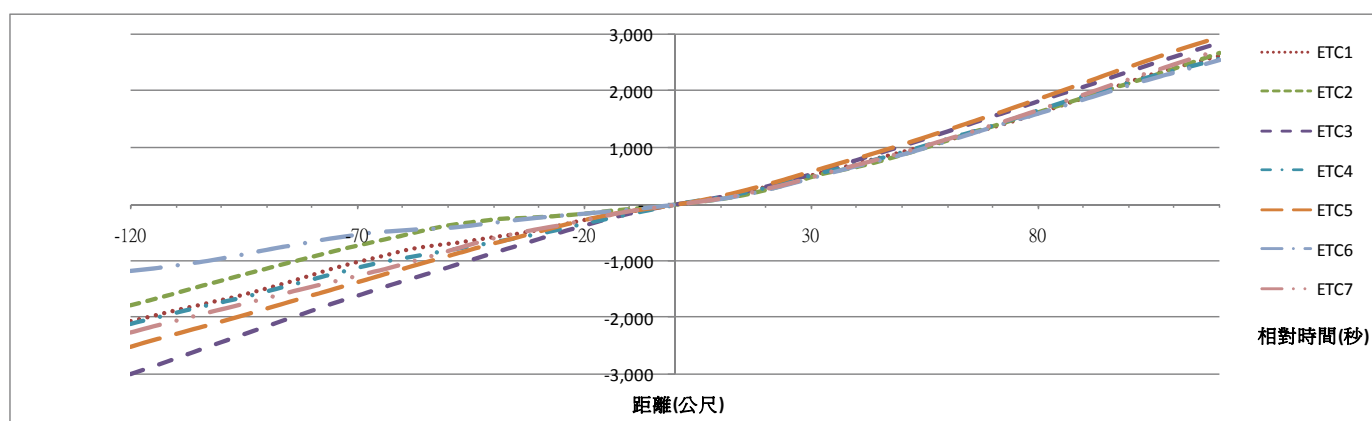
資料來源：本計畫整理。

圖 6.2.6 泰山站人工回數票收費車道小型車通過距離與時間關係圖



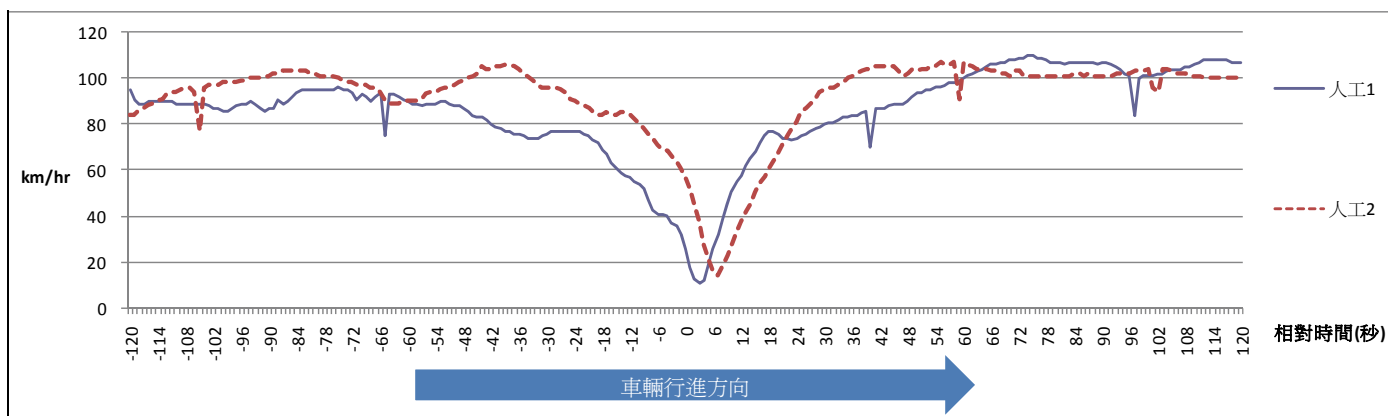
註：1.相對時間=0秒，代表車輛通過收費站。
2.ETC1代表第1筆ETC計次收費樣本，共有7筆。
資料來源：本計畫整理。

圖 6.2.7 泰山站 ETC 車道小型車通過車速變化圖



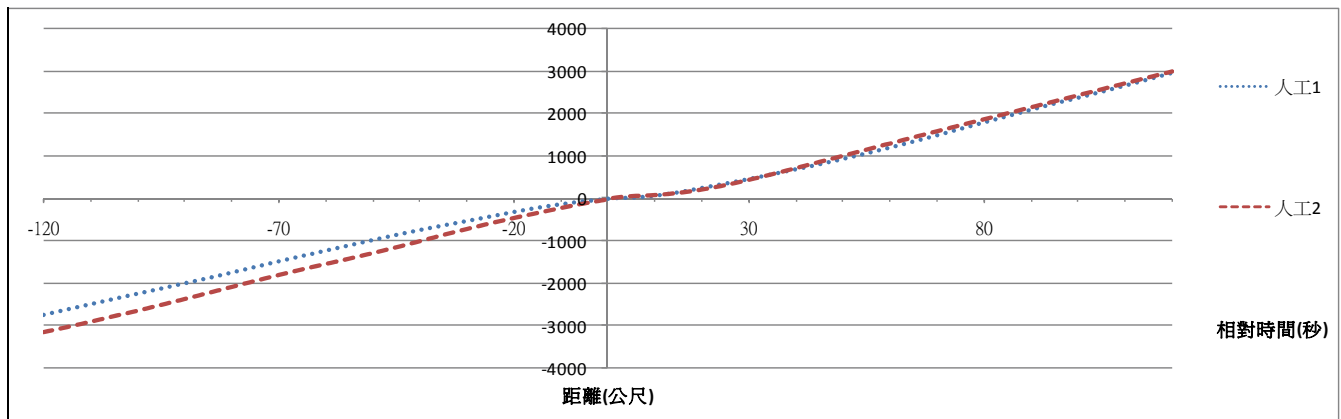
註：1.相對時間=0秒，代表車輛通過收費站。
2.ETC1代表第1筆ETC計次收費樣本，共有7筆。
資料來源：本計畫整理。

圖 6.2.8 泰山站 ETC 車道小型車通過距離與時間關係圖



註：1.相對時間=0秒，代表車輛通過收費站。
2.人工1代表第1筆人工回數票收費樣本，共有2筆。
資料來源：本計畫整理。

圖 6.2.9 楊梅站人工回數票收費車道小型車通過車速變化圖

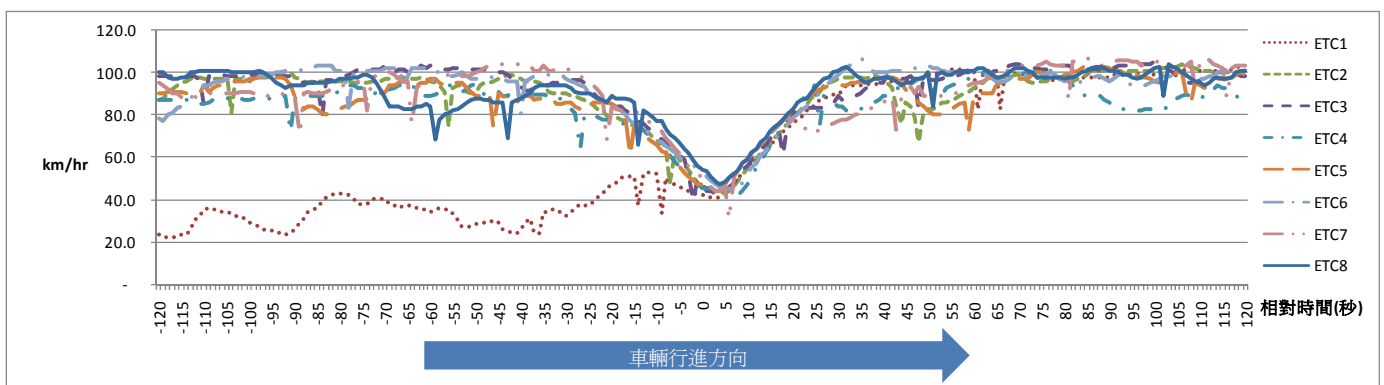


註：1.相對時間=0秒，代表車輛通過收費站。

2.人工1代表第1筆人工回數票收費樣本，共有2筆。

資料來源：本計畫整理。

圖 6.2.10 楊梅站人工回數票收費車道小型車通過距離與時間關係圖

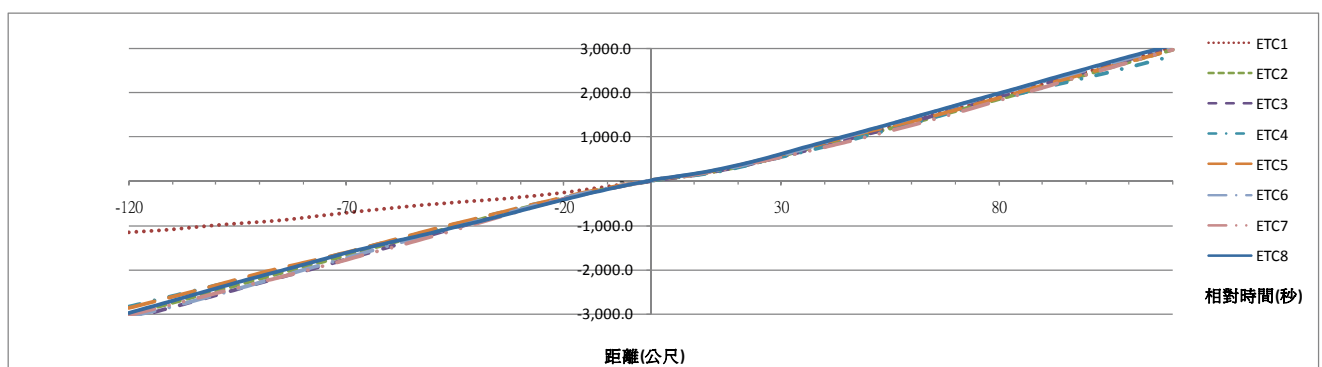


註：1.相對時間=0秒，代表車輛通過收費站。

2.ETC1代表第1筆ETC計次收費樣本，共有8筆。

資料來源：本計畫整理。

圖 6.2.11 楊梅站 ETC 車道小型車通過車速變化圖

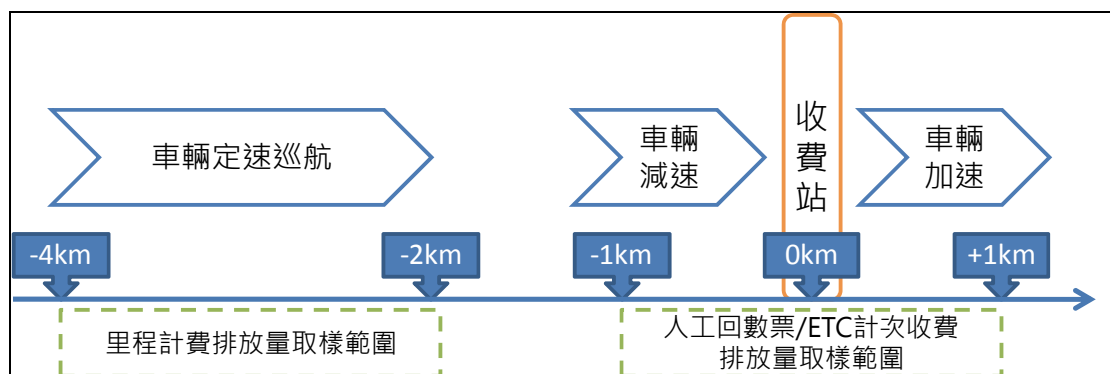


註：1.相對時間=0秒，代表車輛通過收費站。

2.ETC1代表第1筆ETC計次收費樣本，共有8筆。

資料來源：本計畫整理。

圖 6.2.12 楊梅站 ETC 車道小型車通過距離與時間關係圖



資料來源：本計畫整理。

圖 6.2.13 收費站影響區及不同收費方式取樣範圍示意圖

6.2.5 ETC 里程計費能耗排放減量評估

1. 不同收費方式能耗與排放量估算-儀器值

表 6.2-5 至 6.2-7 為以楊梅收費站的實驗資料進行推估不同收費方式在 2 公里估算區間估算的能耗及排放總量。依照圖 6.2.13 的取樣方式，實驗車每次通過收費站，可取得 1 次人工或 ETC 計次收費資料，以及 1 次 ETC 里程計費資料（定速巡航）。可取得共計 2 筆人工回數票收費（編號：人工 1 及人工 2）、8 筆 ETC 計次收費（編號：ETC1~ETC8）及 10 筆路段資料（編號：人工 1~2，ETC1~8），但由圖 6.2.11 可知由於編號 ETC1 的車速特性與其他幾筆差異較大，故不列入計算中。分別計算 3 種不同取樣方式直接由 OBS 設備所讀取的排放量，若以人工收費作為比較基礎，則各種收費方式的排放量比值可整理如表 6.2.8 所示。綜合說明如后：

（1）FUEL

就能耗的特性而言，以人工回數票收費平均值最高（211.5g），里程計費最低（178.32g），但 ETC 計次收費與里程計費的能耗差異不大。

（2）CO₂

就 CO₂ 平均排放而言，以人工回數票收費的排放總量最高（555.54g），ETC 計次收費最低（496.91g），雖然 FUEL 與 CO₂ 在理論上相關性極高，但在此案例中則呈現不盡相同的特性

（3）CO

就平均值而言，以人工回數票收費的 CO 排放總量最高（71.66g），ETC 里程計費最低（27.47g），不同收費方式之間均有明顯差異。

(4) THC 排放量

就平均值而言，以人工回數票收費的排放總量最高（0.84g），ETC 里程計費最低（0.31g），且里程計費的排放量遠低於其他收費方式。

(5) NO_x 排放量

就平均值而言，以 ETC 計次收費最高（0.25g），但不同收費方式排放量差異不大。

表 6.2-5 人工回數票收費排放量

資料編號	FUEL (g)	CO ₂ (g)	CO (g)	THC (g)	NO _x (g)
人工 1	216.65	558.43	80.12	0.90	0.25
人工 2	206.34	552.65	63.20	0.79	0.23
平均	211.50	555.54	71.66	0.84	0.24
標準差	7.29	4.09	11.96	0.07	0.01

註：人工1~2代表楊梅收費站的第1次及第2次人工收費排放量

資料來源：本計畫整理。

表 6.2-6 ETC 計次收費排放量

資料編號	FUEL (g)	CO ₂ (g)	CO (g)	THC (g)	NO _x (g)
ETC2	158.20	436.21	41.01	0.35	0.24
ETC3	177.50	486.03	47.89	0.54	0.13
ETC4	186.78	499.43	57.46	0.85	0.38
ETC5	205.30	544.40	66.29	0.82	0.40
ETC6	178.80	485.18	50.45	0.84	0.23
ETC7	204.76	541.56	66.90	0.88	0.17
ETC8	176.35	485.53	45.44	0.76	0.24
平均	183.96	496.91	53.63	0.72	0.25
標準差	16.76	37.25	10.17	0.20	0.10

註：ETC2~8代表楊梅收費站的第2次~第8次ETC計次收費排放量

資料來源：本計畫整理。

表 6.2-7 ETC 里程計費排放量

資料編號	FUEL (g)	CO ₂ (g)	CO (g)	THC (g)	NO _x (g)
1 (人工 1)	169.02	512.71	14.63	0.12	0.15
2 (人工 2)	170.17	512.62	16.86	0.20	0.23
3 (ETC2)	171.12	488.21	34.12	0.29	0.37
4 (ETC3)	168.23	521.10	7.72	0.11	0.07
5 (ETC4)	168.81	506.23	18.20	0.19	0.24
6 (ETC5)	198.33	575.73	33.42	0.25	0.18
7 (ETC6)	189.46	518.12	51.02	0.83	0.30
8 (ETC7)	195.32	555.51	40.04	0.34	0.10
9 (ETC8)	174.41	502.77	31.24	0.42	0.42
平均	178.32	521.44	27.47	0.31	0.23
標準差	12.38	27.29	13.96	0.22	0.12

註：里程計費排放量係以路段排放量加以推估，而「人工1」代表所取的路段排放資料與人工回數票第1筆樣本為同趟次資料，但所選取的資料位置不同；「ETC1」則代表選取與ETC計次收費第1筆樣本同趟次資料，依此類推，合計9筆資料（人工2筆及ETC7筆）。

資料來源：本計畫推估。

表 6.2-8 不同收費方式排放量比值

收費方式	FUEL (g)	CO ₂ (g)	CO (g)	THC (g)	NO _x (g)
人工回數票 (n=2)	100%	100%	100%	100%	100%
ETC 計次收費 (n=7)	87%	89%	75%	85%	106%
ETC 里程收費 (n=9)	84%	94%	38%	36%	95%

註：以人工回數票收費排放值為100%。

資料來源：本計畫推估。

2.ETC 里程計費能耗排放減量效益

本計畫以上述的楊梅收費站分析結果代表所有收費站，並以民國 96 年 4 月各收費站小型車通過量進行排放總量的計算，如表 6.2-9 所示，其中人工收費通過量包含人工回數票及人工現金收費兩種收費方式，由於人工現金收費比率低，因此本計畫皆以人工回數票排放量加以計算。

為了比較不同收費方式的效益，分別計算 3 種不同收費方式情境：

- (1) 全面人工回數票收費，假設所有的通過車輛均使用人工回數票。
- (2) 人工與 ETC 計次收費並行，將民國 96 年 4 月人工收費及 ETC 計次收費通過量及排放分別計算。
- (3) 全面 ETC 里程計費，假設所有的通過車輛均使用 ETC 里程計費，使用路段巡航排放量進行推估。

各種情境的排放總量如表 6.2-10 所示，其中能耗轉換為以公秉為單位，以利於數據呈現，不同收費方式的效益說明如下：

(1) 人工收費與 ETC 計次收費並行

人工收費與 ETC 計次收費並行代表每個收費站設置 1 組車道進行 ETC 計次收費，其餘車道為人工回數票收費，所有的車輛均需在通過收費站前後進行減速及加速，雖然開放 ETC 計次收費，但與全部車道皆人工回數票收費相較之下，能耗與各種排放總量下降幅度不大，皆在 2.5% 以下。

(2) ETC 里程計費

將民國 96 年 4 月的收費方式與全面 ETC 里程計費進行比較，因為大多數的車輛仍然使用人工收費，轉換為里程計費後，車輛不必因為收費而加減速，因此在能耗及排放量的減量上有明顯的效益，減量效果最明顯的排放物為 CO 及 THC，可減少 60% 以上的排放（圖 6.2-14）。

表 6.2-9 民國 96 年 4 月收費站不同收費方式小型車通過總量

項 目	人工收費	ETC 計次收費	合計
小型車通過量（萬輛/月）	3,716.2	411.0	4,127.2

註：1. 人工收費包含回數票及現金收費

2. 除頭城收費站外，各收費站皆設置 1 組 ETC 計次收費車道

資料來源：1. 國道收費站通過量統計資料，交通部臺灣區國道高速公路局。

2. 「城際運輸觀察展望分析研究（3/3）」，交通部運輸研究所，民國 97 年。

表 6.2-10 不同收費方式能耗排放總量推估（民國 96 年 4 月）

收費方式	FUEL (公秉)	CO ₂ (噸)	CO (噸)	THC (噸)	NO _x (噸)
全面人工回數票收費 (1)	11,638.6	22,928.3	2,957.6	34.8	9.9
人工與 ETC 計次收費並行 (1 組 ETC 車道) (2)	11,487.7	22,687.3	2,883.5	34.3	9.9
全面 ETC 里程計費 (3)	9,812.8	21,521.1	1,133.8	12.6	9.4
人工與 ETC 計次收費並行效益 (2) - (1)	-150.9 (-1.3%)	-241.0 (-1.1%)	-74.1 (-2.5%)	-0.5 (-1.5%)	0.1 (0.6%)
全面 ETC 里程計費效益 (3) - (2)	-1,675 (-14.6%)	-1,166.2 (-5.1%)	-1,749.6 (-60.7%)	-21.7 (-63.1%)	-0.2 (-5.2%)

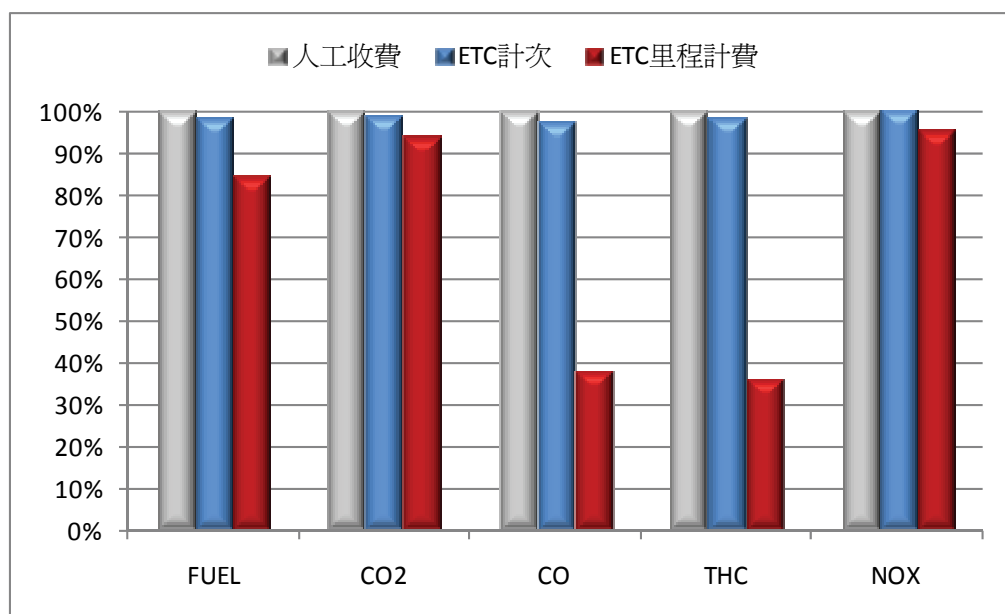
註：1.以表6.2-9的單月通過量進行推算，包含所有國道收費站，車種為小型車（包含小客車及小貨車）

2.全面人工回數票收費排放量=表6.2-9的總通過量*表6.2-5人工回數票收費平均排放量

3.人工與ETC計次收費並行=表6.2-9的人工收費通過量*表6.2-5人工回數票收費平均排放量+表6.2-9的ETC計次收費通過量*表6.2-6 ETC計次收費平均排放量

4.全面ETC里程計費排放量=表6.2-9的總通過量*表6.2-7 ETC里程計費平均排放量。

資料來源：本計畫推估。



資料來源：本計畫。

圖 6.2.14 不同收費方式小型車單月總排放量比較圖（民國 96 年 4 月）

3.不同收費方式能耗與排放量估算-模式值

為了解由 OBS 儀器所得的結果與利用排放模式推估的差異，以下嘗試以本計畫所推估的 CLASS 1 排放率（參見式 3-2、表 3.2-3 與表 3.2-4），以及 MOBILE-Taiwan 模式的小客車排放係數，配合各趟次實驗的平均車速進行推估，所使用之車速與排放係數對照表如表 6.2-11 所示。

表 6.2-11 本計畫 N99 推估曲線 (實驗 A 車 CLASS 1) 與 MOBILE-Taiwan 車速與排放係數比較表

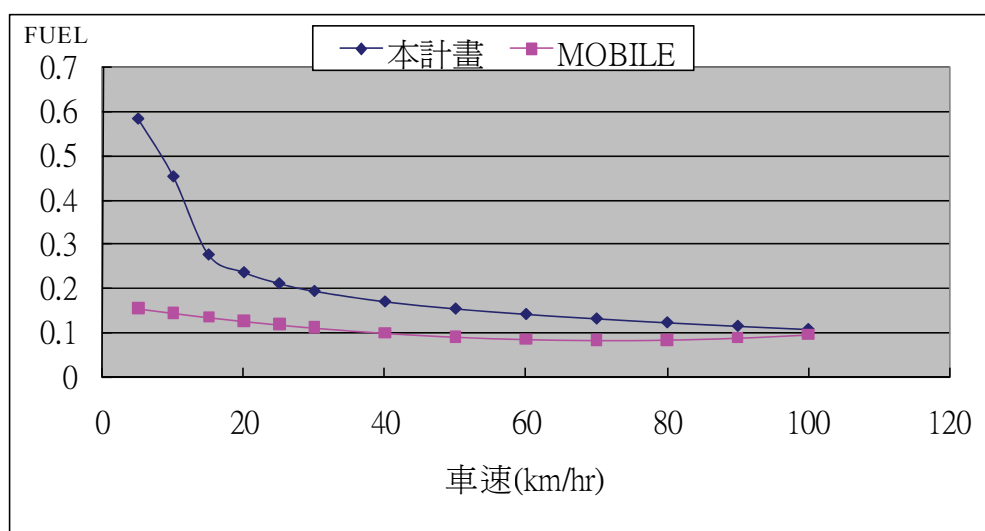
車速 (km/hr)	本計畫 (1)		MOBILE-Taiwan (2)	
	FUEL (g/s)	CO ₂ (g/s)	FUEL (l/km)	CO ₂ (g/km)
5	0.61	2.13	0.15	368
10	0.66	2.24	0.14	343
15	0.86	2.68	0.13	320
20	0.98	2.95	0.13	298
25	1.09	3.21	0.12	279
30	1.20	3.47	0.11	262
40	1.40	3.97	0.10	233
50	1.59	4.44	0.09	212
60	1.75	4.90	0.08	198
70	1.89	5.34	0.08	193
80	2.02	5.76	0.08	196
90	2.12	6.16	0.09	206
100	2.20	6.55	0.09	224

註：本計畫排放係數由 0km/hr 至 120km/hr，為了與 MOBILE-Taiwan 相對照，僅列出部分車速排放值。

資料來源：1. 本計畫實驗 A 車 N99 之推估值；

2. MOBILE-Taiwan：配合實驗 A 車車型，採用 96 年度非北高縣市之自用小客車能耗、排放係數。

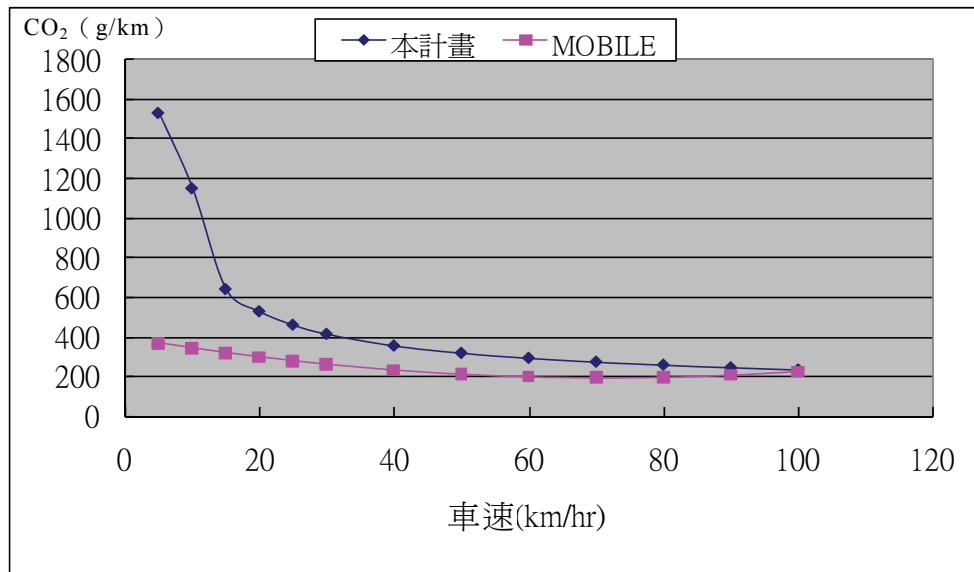
上表 6.2-11 中，本計畫的排放係數以時間 (g/s) 為單位，MOBILE-Taiwan 以距離 (g/km) 為單位。若將本計畫的實驗 A 車的 CLASS 1 排放係數換算為與 MOBILE-Taiwan 同單位，則如圖 6.2.15 及圖 6.2.16 所示。MOBILE-Taiwan 的排放係數在車速 70km/hr 最低，但不同車速之差異不大；本計畫排放係數則與車速成反比，車速越慢，通過單位距離所花費的時間越長，排放率顯著增加。由此比較可知，由於兩者在低速區間內之排放係數 (g/km) 差異較為明顯，因而可能導致低速資料占比較高的方案 (如全面人工收費) 中，兩者推估值差距較為顯著。



資料來源：1. 本計畫實驗 A 車 N99 之推估值；

2. MOBILE-Taiwan：配合實驗 A 車車型，採用 96 年度非北高縣市之自用小客車能耗、排放係數。

圖 6.2.15 本計畫 FUEL 排放係數與 MOBILE-Taiwan 比較



資料來源：1.本計畫實驗A車 N99 之推估值；
2.MOBILE-Taiwan：配合實驗A車車型，採用96年度非北高縣市之自用小客車能耗、排放係數。

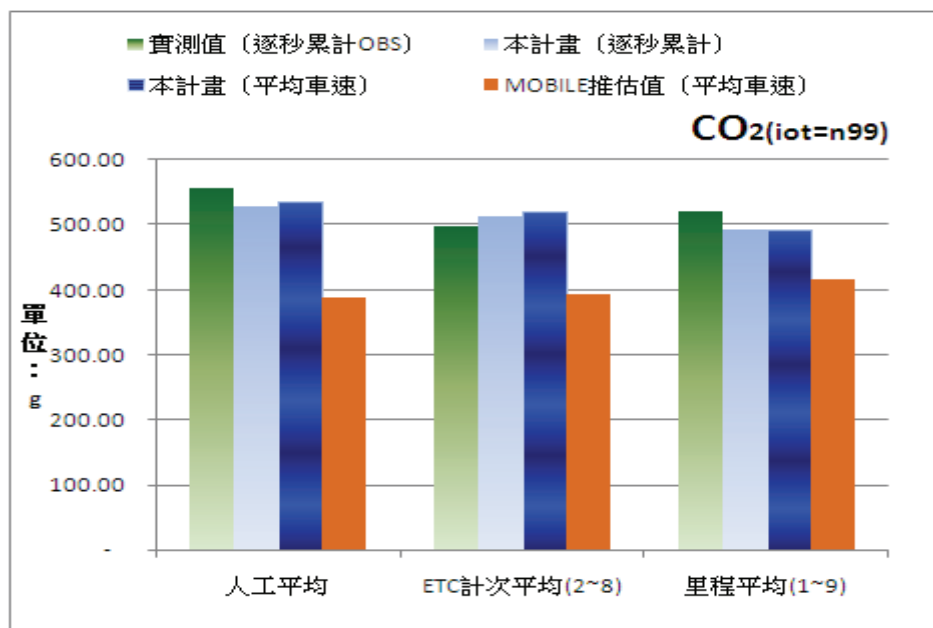
圖 6.2.16 本計畫 CO₂ 排放係數與 MOBILE-Taiwan 比較

而應用收費站車速資料進行推估的方法，就本計畫排放係數而言，可分別應用逐秒車速計算逐秒排放後再加總；也可以求平均車速後，選擇平均車速代表的排放係數，乘以總旅行時間得到總排放。各種推估結果如表 6.2-12 所示，為了與 MOBILE-Taiwan 進行比較，油耗的單位轉換為公升 (1)，說明如下：

- (1) 就 FUEL 而言，以 OBS 量測數值較高，但與本計畫模式兩種不同方式的推估值差異不大，而 MOBILE-Taiwan 推估值則明顯偏低。而就不同收費方式而言，本計畫 OBS 量測值與模式推估值都呈現人工收費較耗能，而里程計費能耗最低的現象，但 MOBILE-Taiwan 則相反。
- (2) 就 CO₂ 而言，OBS 量測值與模式推估值互有高低，但差異不大，MOBILE-Taiwan 推估值則明顯偏低。但 3 種計算方式所得到的各種收費方式間的關係並不一致，OBS 量測值為 ETC 計次收費最低；模式值為里程計費最低，MOBILE-Taiwan 所推估的結果顯示人工收費的 CO₂ 排放最低。
- (3) 承上，CO₂ 的推估呈現特性與 FUEL 略有差異，若以人工收費為基準，則 ETC 計次收費及里程計費在各種不同推估方式下的 CO₂ 排放及差異如圖 6.2.17 及圖 6.2.18 所示，就不同收費方式而言，本計畫推估結果顯示 ETC 計次與里程計費均有助於減少排放，雖然兩種收費方式的減量成果與實測值略有差異，但仍能反應出

ETC 收費的效益。反觀 MOBILE 推估結果則是增加排放，與實測結果趨勢相反。

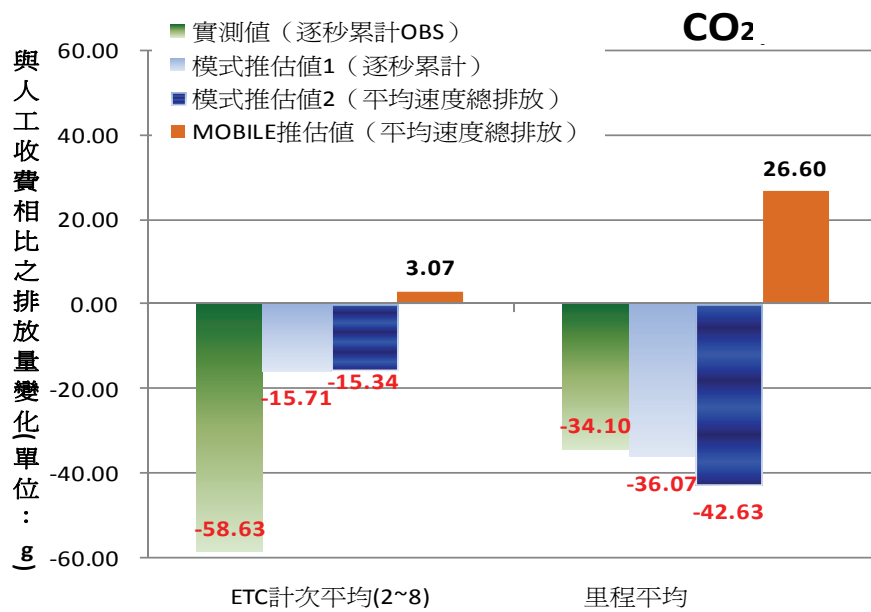
- (4) 本計畫與 MOBILE-Taiwan 之能耗、排放推估結果，在各收費方案之間的相對比較關係，可由圖 6.2-18 觀察得知：本計畫模式推估結果雖然未盡理想，但能夠確實反應出 ETC 收費具有能耗/CO₂ 排放減量效益；相對地，MOBILE-Taiwan 則呈現「實施 ETC 收費時，其能耗/CO₂ 排放量高於全面人工收費」之不符合實際測試結果。此一結果顯示，若未來相關單位採用 MOBILE-Taiwan 之能耗/CO₂ 排放推估結果，進行不同交通策略方案之能耗或排放等環境項目評估時，可能無法提供正確資訊給決策者。



註：以單一車道、收費站區間2 km計算。

資料來源：1. 本計畫實驗A車 N99 之推估值；
 2. MOBILE-Taiwan：配合實驗A車車型，採用96年度非北高縣市之自用小客車能耗、排放係數。
 3. 本計畫。

圖 6.2.17 不同收費方式 CO₂ 排放量：實測值與三種推估值之比較



註：以單一車道、收費站區間2 km計算。

資料來源：1.本計畫實驗A車 N99之推估值；

2.MOBILE-Taiwan：配合實驗A車車型，採用96年度非北高縣市之自用小客車能耗、排放係數。

3.本計畫。

圖 6.2.18 ETC 計次收費與 ETC 里程收費之 CO₂ 排放減量效果：
實測值與三種推估值之比較

表 6.2-12 不同收費方式排放量比較-模式值

編號	旅行 時間 (s)	平均 車速 (km/hr)	實測值 (OBS)		本計畫 (逐秒累計)		本計畫 (平均車速)		MOBILE-Taiwan (平均車速)	
			FUEL (l)	CO ₂ (g)	FUEL (l)	CO ₂ (g)	FUEL (l)	CO ₂ (g)	FUEL (l)	CO ₂ (g)
人工 1	104	69	0.29	558.43	0.25	545.82	0.26	551.31	0.16	387.30
人工 2	90	80	0.28	552.65	0.23	509.78	0.24	518.79	0.16	391.34
ETC2	91	79	0.21	436.21	0.24	514.60	0.24	520.81	0.16	390.83
ETC3	90	80	0.24	486.03	0.24	510.63	0.24	518.79	0.16	391.34
ETC4	94	77	0.25	499.43	0.24	520.34	0.25	530.20	0.16	389.81
ETC5	91	79	0.27	544.40	0.24	514.17	0.24	520.81	0.16	390.83
ETC6	88	82	0.24	485.18	0.23	505.56	0.24	514.45	0.17	395.51
ETC7	91	79	0.27	541.56	0.24	513.99	0.24	520.81	0.16	390.83
ETC8	87	83	0.24	485.53	0.23	505.36	0.24	512.13	0.17	397.59
里程 1 (人工 1)	78	92	0.23	512.71	0.22	488.62	0.22	486.92	0.18	419.51
里程 2 (人工 2)	80	90	0.23	512.62	0.23	492.93	0.23	493.19	0.17	412.19
里程 3 (ETC2)	80	90	0.23	488.21	0.23	492.92	0.23	493.19	0.17	412.19
里程 4 (ETC3)	74	97	0.22	521.10	0.22	475.96	0.22	476.08	0.18	437.80
里程 5 (ETC4)	86	84	0.23	506.23	0.24	507.63	0.24	509.72	0.17	399.68
里程 6 (ETC5)	86	84	0.26	575.73	0.24	509.88	0.24	509.72	0.17	399.68
里程 7 (ETC6)	80	90	0.25	518.12	0.22	490.77	0.23	493.19	0.17	412.19
里程 8 (ETC7)	79	91	0.26	555.51	0.22	489.01	0.22	490.10	0.17	415.85
里程 9 (ETC8)	75	96	0.23	502.77	0.22	477.87	0.22	479.68	0.18	434.14
人工平均	97.00	74	0.28	555.54	0.24	527.80	0.25	535.05	0.16	389.32
ETC 平均 (2~8)	90.29	80	0.25	496.91	0.24	512.09	0.24	519.72	0.16	392.39
里程平均 (1~9)	79.78	90	0.24	521.44	0.23	491.73	0.23	492.42	0.17	415.91

註：1.本計畫及MOBILE-Taiwan的排放值皆以平均車速選取所對應的排放係數，再進行總量計算及單位換算。

2.若平均車速無法直接由表 6.2.11 中查到排放係數，則以內插方式計算排放係數。

資料來源：1.本計畫實驗A車，單一車道、收費站區間2 km之 N99推估值；

2.MOBILE-Taiwan：配合實驗A車車型，採用96年度非北高縣市之自用小客車能耗、排放係數。

4. 本計畫兩動態推估曲線之推估能力與應用方式之比較

本計畫分別可以兩種方式建構運輸規劃與能源消耗、排放之整合模式：(1) 分析實驗室標檢值與實際道路間，各實驗項目之間的關聯性，並選擇推估能力較佳的一組轉換率加以連結後，分別建構兩實驗車輛之能耗/CO₂ 關聯模式 ($\hat{N99}^3$)；(2) 以實驗車輛在各種道路類型上取得之隨車速變動的能耗、排放資料，直接建構動態的能耗、排放曲線 ($\hat{N99}$)。以下將以本案例之 CO₂ 推估為例，比較二種動態推估曲線之推估能力的差異。

另外，本案例分析可以應用 2 種方式推估車輛通過收費站區間之能耗與排放：(1) 以逐秒車速，乘上推估曲線中個別車速下之能耗、排放率後，再累計求得總能耗、排放量（以下簡稱逐秒累計）；(2) 將該收費站 2 公里區間視為一個路段，以路段之旅行時間（秒），求得該路段平均車速，對應至推估曲線之能耗、排放率後（g/sec），再與旅行時間相乘，求得總能耗、排放量（以下簡稱平均車速加總）。以下亦將以本案例之 CO₂ 推估為例，分別以逐秒車速或路段平均車速的計算方式，比較 2 種整合應用方式之推估值的差異。藉此釐清本計畫以逐秒車速所建構的關聯模式，改以節線之平均車速對應求算時，是否仍能夠得到適當的能耗、排放推估值。由此可知未來將本計畫成果與運輸規劃模式整合應用時，是否將受限於運輸規劃模式輸出資料為路段平均車速，無法提供行進間的逐秒車速，而降低整合模式之能耗、排放推估值的正確性。

茲分別以 2 種推估曲線 ($\hat{N99}$ 與 $\hat{N99}^3$)、二種整合應用方式（逐秒累計與平均車速）計算各種收費方式的 CO₂ 排放量，所得結果列如表 6.2-14；並以表 6.2-13 分析推估結果與實測值之平均值的誤差程度，以圖 6.2.19 顯示逐筆資料各種推估值與實測值的比較。茲將重要結果列述如下：

1. 本計畫運用兩動態推估曲線 ($\hat{N99}$ 與 $\hat{N99}^3$) 所求算之結果比較：
 - (1) 兩者皆可確實反映出不同收費方式間的能耗、排放量相對差異；
 - (2) 相較於實際能耗、排放量，除 ETC 計次收費為高估之外，其餘收費形式皆為低估；
 - (3) $\hat{N99}$ 之推估能力略優於 $\hat{N99}^3$ ，但兩者之推估值並無顯著差異，與實際能耗、排放情形間之誤差，皆在 -5.8%~4.6% 之間；
2. 本計畫運用兩種不同整合應用方式所求算之結果比較：
 - (1) 兩者皆可確實反映出不同收費方式間的能耗、排放量相對差異；
 - (2) 相較於實際能耗、排放量，除 ETC 計次收費之外，其餘收費方式皆為低估；
 - (3) 以圖 6.2.19 比較逐筆資料的推估結果顯示：逐秒累計或平均車速計算的推估值結果，並無顯著差異。由此顯示，本計畫以逐秒車速所建構的關聯模式，即使以該路段平均車速對應求算之所得結

果，與逐秒計算結果，2 者相比並無顯著差異。

經由上述比較分析，可驗證本計畫所建構之兩動態推估曲線，在各個車速下之推估能力皆已具備一定程度之可信度；且同樣適用於逐秒累計與平均車速加總等兩種估算方式。由於上述共四種之推估值皆符合道路調查所得之實測值，在此前提之下，本節之所有案例分析中，先以推估能力略優之 $\hat{N}99$ 進行相關分析，而 $\hat{N}99^3$ 則有待後續研究持續改善。另一方面，未來在與運輸規劃模式整合時，無需取得實際道路上各車輛之逐秒車速變化資料，可直接應用路段平均車速與旅行時間輸出項，即可與本計畫之推估曲線結合。

表 6.2-13 不同收費方式 CO₂ 排放量：本計畫推估曲線與整合應用方式之比較

	實測值	$\hat{N}99$ -逐秒累計		$\hat{N}99$ -平均車速 總排放		$\hat{N}99^3$ -逐秒累計		$\hat{N}99^3$ -平均車速 總排放	
	CO ₂ (g)	CO ₂ (g)	誤差 (%)	CO ₂ (g)	誤差 (%)	CO ₂ (g)	誤差 (%)	CO ₂ (g)	誤差 (%)
人工平均	555.54	527.80	-5.0%	535.05	-3.7%	526.16	-5.3%	526.59	-5.2%
ETC 平均 (2~8)	496.91	512.09	3.1%	519.72	4.6%	509.83	2.6%	508.88	2.4%
里程平均 (1~9)	521.44	491.73	-5.7%	492.42	-5.6%	490.43	-5.9%	491.08	-5.8%

註：以實驗A車、單一車道、收費站區間2km計算。

資料來源：本計畫

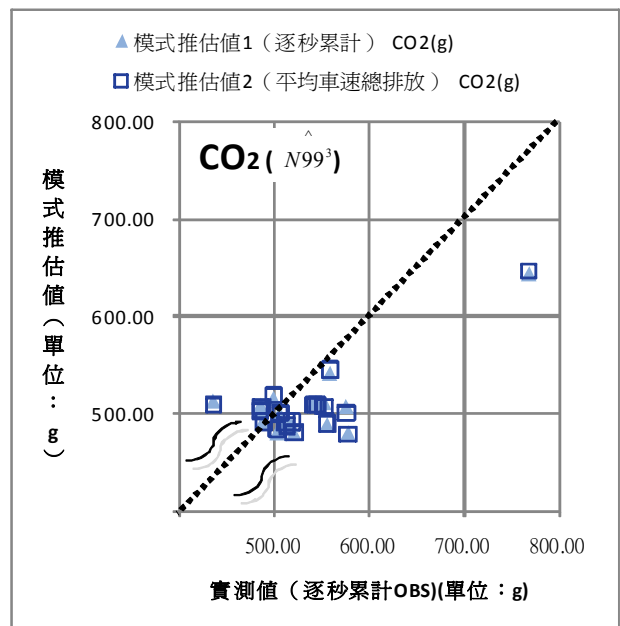
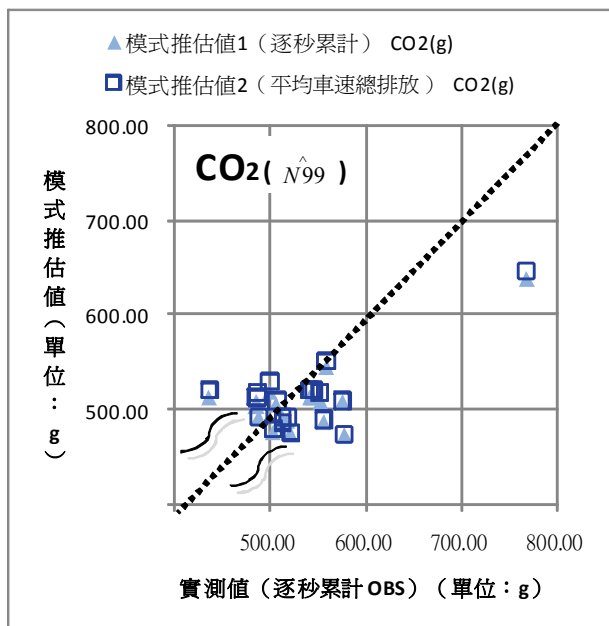
表 6.2-14 不同收費方式 CO₂ 排放量之逐筆資料推估結果：
本計畫推估曲線與整合應用方式之比較

編號	實測值 (OBS)	本計畫 $\hat{N}99$ (逐秒累計)	本計畫 $\hat{N}99^3$ (逐秒累計)	本計畫 $\hat{N}99$ (平均車速)	本計畫 $\hat{N}99^3$ (平均車速)
	CO ₂ (g)	CO ₂ (g)	CO ₂ (g)	CO ₂ (g)	CO ₂ (g)
人工 1	558.43	545.82	541.23	551.31	545.48
人工 2	552.65	509.78	511.10	518.79	507.70
ETC1(不計入平均值)	767.84	639.23	643.36	646.46	646.63
ETC2	436.21	514.60	512.79	520.81	509.58
ETC3	486.03	510.63	508.78	518.79	507.70
ETC4	499.43	520.34	516.00	530.20	519.06
ETC5	544.40	514.17	511.59	520.81	509.58
ETC6	485.18	505.56	505.04	514.45	504.17
ETC7	541.56	513.99	510.47	520.81	509.58
ETC8	485.53	505.36	504.14	512.13	502.51
里程 1 (人工 1)	512.71	488.62	489.49	486.92	488.13
里程 2 (人工 2)	512.62	492.93	490.54	493.19	491.81
里程 3 (ETC2)	488.21	492.92	491.24	493.19	491.81

表 6.2-14 不同收費方式 CO₂ 排放量之逐筆資料推估結果：
本計畫推估曲線與整合應用方式之比較（續）

編號	實測值 (OBS)	本計畫 N ⁹⁹ (逐秒累計)	本計畫 N ^{99³} (逐秒累計)	本計畫 N ⁹⁹ (平均車速)	本計畫 N ^{99³} (平均車速)
	CO ₂ (g)	CO ₂ (g)	CO ₂ (g)	CO ₂ (g)	CO ₂ (g)
里程 4 (ETC3)	521.10	475.96	479.30	476.08	480.28
里程 5 (ETC4)	506.23	507.63	499.91	509.72	500.93
里程 6 (ETC5)	575.73	509.88	506.32	509.72	500.93
里程 7 (ETC6)	518.12	490.77	488.68	493.19	491.81
里程 8 (ETC7)	555.51	489.01	488.55	490.10	490.06
里程 9 (ETC8)	502.77	477.87	479.82	479.68	483.93
里程 10(ETC1 不計入 平均值)	577.63	475.43	479.61	475.12	479.31
人工平均	555.54	527.80	526.16	535.05	526.59
ETC 平均 (2~8)	496.91	512.09	509.83	519.72	508.88
里程平均 (1~9)	521.44	491.73	490.43	492.42	491.08

註1：以實驗A車、單一車道、收費站區間2km計算。
資料來源：本計畫。



註：以實驗A車、單一車道、收費站區間2km計算
資料來源：本計畫。

圖 6.2-19 不同收費方式 CO₂ 排放量之逐筆資料推估與實測值比較圖

6.3 案例分析：都市道路排放

6.3.1 文獻回顧：北京市各級道路車輛排放物研究

北京於 2008 年舉辦奧運，而空氣品質不佳一直是北京舉辦奧運的重大挑戰之一，因此 Qiao and Yu (2006) 使用 The Advanced Portable Emission Measurement System (PEMS) OEM-2100 系統，於特定道路進行車輛排放量檢測。在 2003-2006 年間，進行了總計共 58 天、4,260.5 公里、2,149 個測試樣本。

Qiao and Yu (2006) 分析路網以北京環線為主，分為高速公路、主幹道、替代幹道與地區道路，在不同時段與日期下，從車輛引擎控制單元 (ECU) 與車載量測設備 PEMS OEM-2100，以秒為單位取得車輛排放量 (CO、CO₂、HC、NO_x 以及 PM)、車輛能耗、車輛行駛資料 (如車輛加減速、車輛行駛車速、引擎轉速等) 及 GPS 定位等資料。所收集到之資料以下面四個步驟進行篩選與分析：

Step1 控制資料品質。刪除失誤與錯誤資料。造成資料的錯誤原因包含斷線、雜訊等因素。

Step2 總和與淨化資料庫。以地區或時間等進行總合，透過類型相似之車輛性能接近之特性，比對資料後並刪除錯誤資訊。

Step3 標定能耗與排放量，並對車輛行駛資料和道路等級進行資料比較。

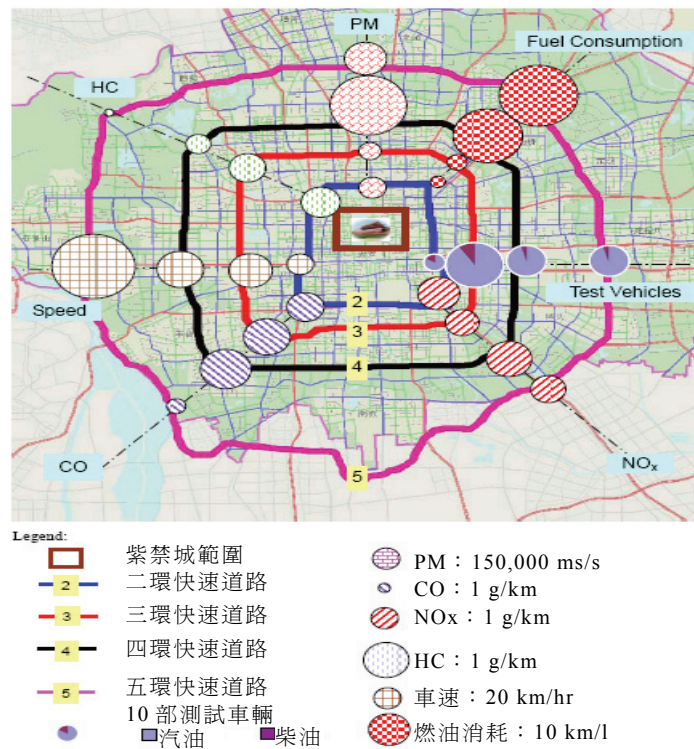
Step4 分析結果

經過分析發現，各路段上之車輛能耗與排放物，每天均有一到兩次尖峰值，且均包含下午的尖峰時刻，而上午尖峰時刻之油耗與排放數值低於下午尖峰時刻，通常油耗與排放量之尖峰值會出現在下午 4 點到下午 6 點。以空間分析是在第二與第五環狀道路，因此可以看出道路類型與位置會影響油耗與排放量，如高速公路排放量便低於同時段其他幹道。但因為研究用的車輛較新，因此無法進行車齡與能耗、排放量分析。

分析駕駛人行為發現在不同道路的車輛加減速差異並不大，可能是因為北京各主要道路上均有自行車道，且有大量行人造成的混合運輸特性所致。

由此篇文獻研究成果可知道路類型及車流特性會對車輛排放造成不同的影響，與本計畫的研究成果相符合，但此文獻並未針對路口進行分析，因此案例中將會利用本計畫模式值針對同一道路類型中，路口與路段

區域的排放特性進行分析，並嘗試以圖形方式呈現分析結果。



資料來源：本計畫中譯自 Qiao and Yu (2006)。

圖 6.3.1 各類型道路與油耗、排放之關係圖

6.3.2 本計畫案例分析背景說明及假設

本計畫成果主要在於建立車速與排放的模型，可應用在運輸需求模式的路網。運輸需求模式的路網是以節線（link）代表路段，節點（node）代表路口，運量預測結果通常僅反應在路段節線上，包含節線的交通量、平均旅行時間、平均車速，而路口節點的特性只能隱含於路段節線的屬性中，並未對路口的交通量及所可能造成的排放加以考量。

而在現實面，路口的交通管制措施會使得車輛通過路口時產生延滯，所造成的車輛排放情形也不相同，因此本計畫對所蒐集的市區道路實驗資料進行都市道路案例分析，觀察路口的排放特性，以做為後續研究的參考，以下先說明本案例分析的背景及假設：

1. 僅評估 CO₂ 排放

本計畫有關兩實驗車輛之所有研究內容，先針對 FUEL 與 CO₂ 為主要分析對象，並完成整體模式建構。因此在進行案例分析時可利用第四章已

完成的 FUEL 及 CO₂ 的 Nc,v 曲線(以實際調查值所建立之推估線 N99[^], 第 4.4.2 節式 4-1、表 4.-3 及表 4.2-4) 建立車輛行駛車速與排放係數對照表, 配合車輛行駛車速進行推估, 而此兩種排放物的特性極為相關, 故在案例中僅呈現 CO₂ 的排放值。

2.研究道路為文心路(文心南路-文心路 1 段/2 段/3 段/4 段)

本計畫的實驗路線中, 行經都會區的道路主要為臺中市區的臺 1 乙線及文心路, 兩路線長度均為 13 公里左右, 由於文心路在道路分類上屬於市區道路, 而臺 1 乙線屬於省道但具有市區道路的特性, 因此本計畫以文心路為研究對象。

3.研究車輛為實驗 B 車

本計畫兩輛實驗車均對文心路-文心南路進行實際取樣, 但實驗 B 車的車型較實驗 A 車更符合一般民眾的使用車輛特性, 包含排氣量、車輛大小、廠牌, 均以實驗 B 車較具有代表性, 因此選擇實驗 B 車進行分析

4.僅觀察單一車輛的行為

相較於國道案例, 都會區道路的車流組成較複雜, 包含行為較難掌握的機車, 而機車的排放、能耗以及車流特性均與小汽車有明顯的差異, 且機車交通量在都會區中占有極高的比例, 小汽車未必是主要運具, 因此本計畫不利用實驗車的特性來代表整體車流, 而僅分析實驗車的排放。

6.3.3 分析方法

分析流程圖如圖 6.3.2 所示, 各項步驟說明如下:

1.建立路口分析區域

進行 ETC 里程計費分析時, 由於國道車流遇到收費站必定會有減速行為, 因此可依照收費方式不同而對車輛車速資料與時間、距離進行分析。相較之下, 車輛通過號誌化路口時, 會因為當時的車流及號誌管制情形而有明顯的差異, 因此本計畫除了參考實驗數據外, 亦將參考交通量調查資料進行推估。

2.建立車輛行駛車速與排放係數對照表

利用本計畫已完成的 CLASS 53 市區道路的 CO₂ 之 N99[^] 曲線建立對照表, 如表 6.3-1 所示, 從車速 0~62km/hr 均有相對應的每秒排放係數。

表 6.3-1 本計畫 N⁹⁹ 推估曲線（實驗 B 車 CLASS 53）車速與排放係數對照表

車速 (km/hr)	CO ₂ (g/s)	車速 (km/hr)	CO ₂ (g/s)	車速 (km/hr)	CO ₂ (g/s)
0	1.72	21	2.16	42	2.49
1	1.74	22	2.18	43	2.50
2	1.77	23	2.20	44	2.51
3	1.79	24	2.22	45	2.52
4	1.81	25	2.24	46	2.53
5	1.84	26	2.25	47	2.54
6	1.86	27	2.27	48	2.55
7	1.88	28	2.29	49	2.56
8	1.90	29	2.30	50	2.57
9	1.93	30	2.32	51	2.58
10	1.95	31	2.33	52	2.59
11	1.97	32	2.35	53	2.60
12	1.99	33	2.36	54	2.61
13	2.01	34	2.38	55	2.62
14	2.03	35	2.39	56	2.63
15	2.05	36	2.41	57	2.64
16	2.07	37	2.42	58	2.64
17	2.09	38	2.43	59	2.65
18	2.11	39	2.45	60	2.66
19	2.13	40	2.46	61	2.67
20	2.15	41	2.47	62	2.67

註：本計畫實驗設備度量單位為 g/s，若需轉換為 g/km 則需要以下列公式轉換：單位距離排放量 (g/km) = 單位時間排放量 (g/s) * 3600 (s/hr) / 車速 (km/hr)，故當車速為 0 時，單位距離排放量為無限大。

資料來源：本計畫以實驗 B 車 N⁹⁹ 之推估值。

3. 選取觀察路線、路口與路段區域

由於實驗路線上路口數量眾多，因此本計畫以 GPS 資料為基礎，界定所有的路口分析區域，以及兩兩路口間的路段區域，並將所挑選的路口及路段組成觀察路線，其長度可能會因為不考慮實驗路線起迄端的路口，略低於實驗路線總長。

4. 都市道路排放量分析

以本計畫的實驗資料及研究成果而言，可進行下列兩種分析：

(1) 路口與路段單位長度及單位時間排放量差異

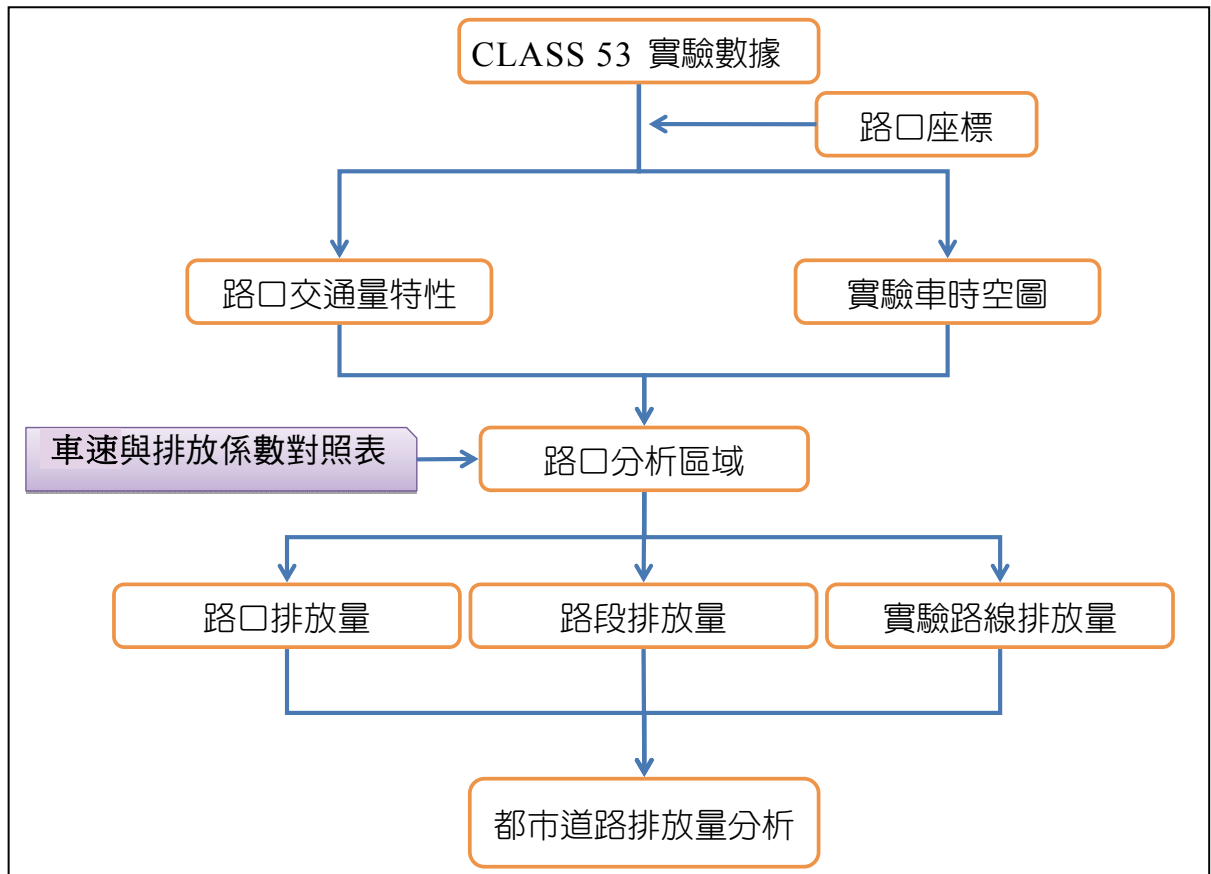
平均排放量的表示方式可分為以時間為單位及以長度為單位兩種，本案例先行計算路口及路段區域所對應的總排放量，以瞬時車速對應表 6.3-1 的排放係數，逐秒累計總排放量。再依照路口及路段的通過時間與距離，推算以長度及時間為單位的平均排放量，以了解不同型式的排放係數計算方式應用於都市道路的效果。

(2) 瞬時車速與平均車速推估結果差異

利用車速與排放對照表計算行駛過程中的總排放，可分為瞬時車速逐秒累計及平均車速推估兩種方式，其中瞬時車速是依照車輛行駛的每秒車速，由車速與排放對照表中選取對應的每秒排放量，逐秒累計以得到總排放量，可忠實反應出車輛車速變化所造成的排放差異。

但實務上操作運輸模式是以路段平均車速及平均旅行時間為基礎，進行交通量指派，為了解以平均車速推估排放與瞬時車速逐秒累計推算之間的差異，先行計算各趟次平均車速，再選取對應的每秒排放量，配合總旅行時間計算總排放，並與逐秒累計之結果進行比較。

(3) 除了上述分析，本計畫亦嘗試將路口排放推估結果結合 GIS 軟體以圖形方式加以呈現，做為後續展示研究成果之參考。



資料來源：本計畫整理。

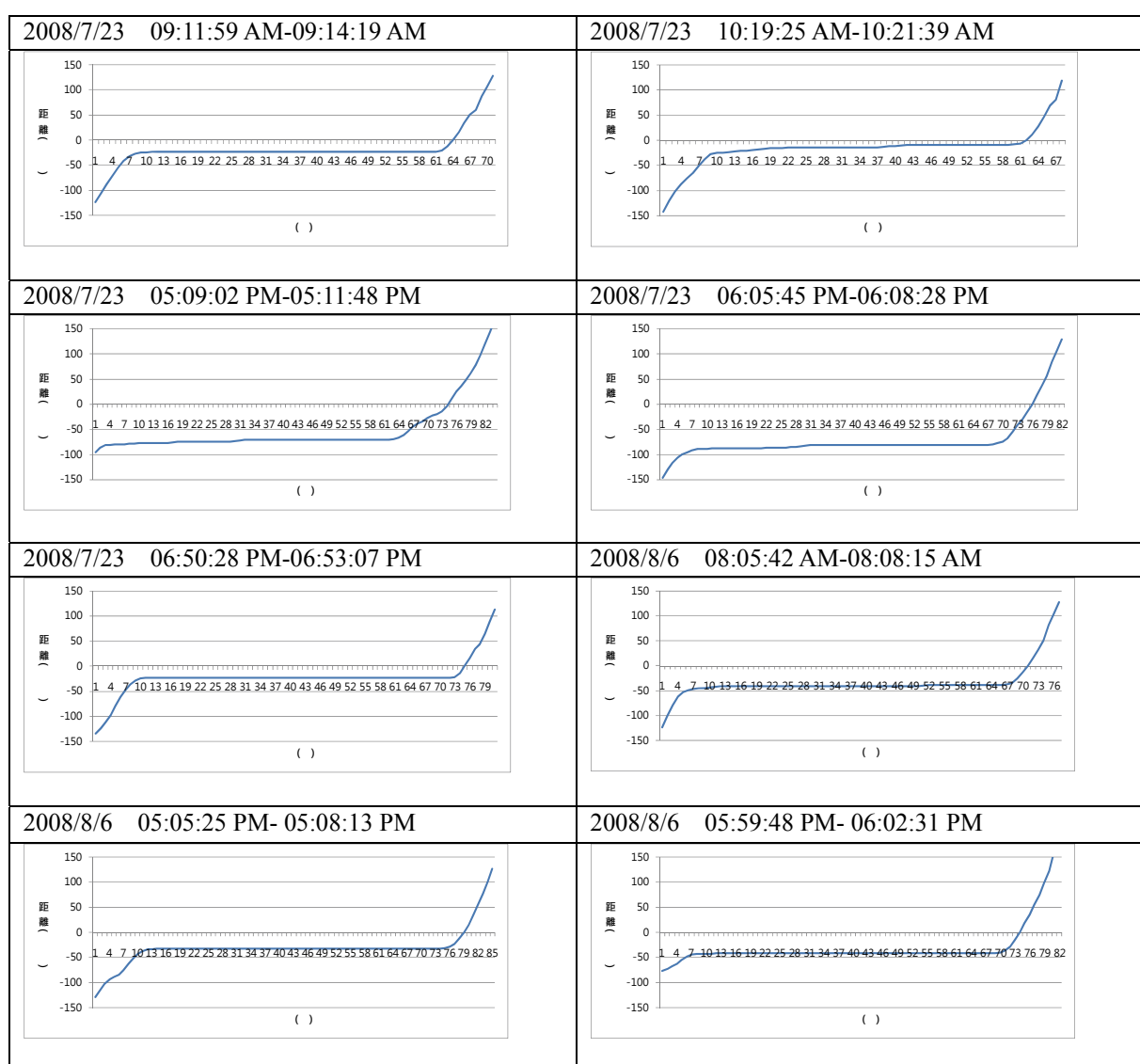
圖 6.3.2 路口排放分析方法流程圖

6.3.4 路口分析區域

由於實驗路線文心路上路口數量眾多，而各個路口的大小及車流量均有所差異，因此以位於交通要衝的文心路-臺中港路交叉路口為代表，分別以實驗車時空圖及該路口交通量特性進行分析。

1. 實驗車時空圖

在實驗 B 車的資料中，共有 8 次在文心路-臺中港路路口受到號誌影響而有停等的情形，如圖 6.3.3 所示，其中車輛停等位置距離路口停止線 50 公尺內的次數占了 6 次，其餘 2 次為 50~100 公尺。



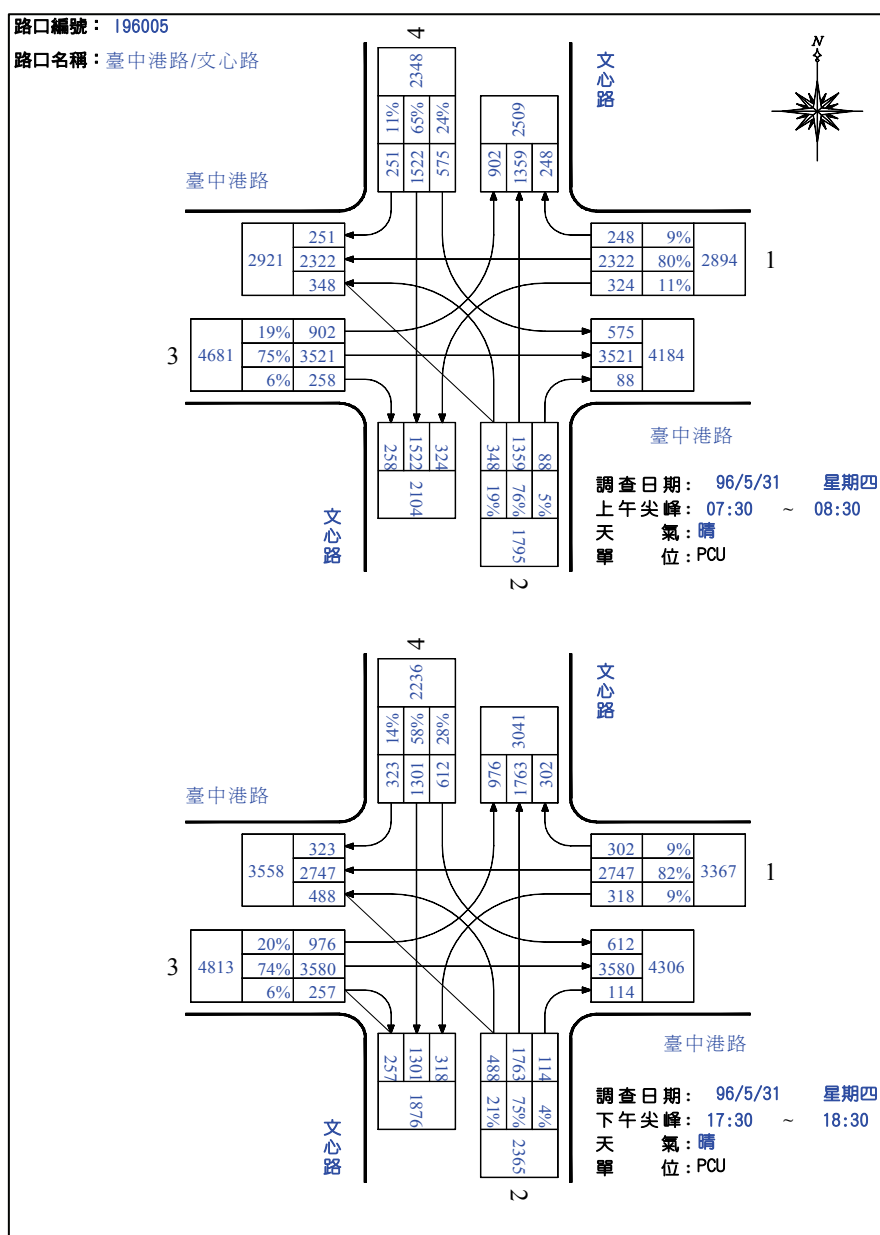
註：距離=0代表車輛通過路口停止線。

資料來源：本計畫道路實驗GPS資料。

圖 6.3.3 實驗 B 車路口時空圖-文心路-臺中港路

2.路口交通量特性

根據臺中市政府交通局所進行的交通量調查，就文心路-臺中港路路口而言，若只考慮受到文心路號誌控制的部分，則尖峰小時交通量約為 2,348 pcu，即每分鐘約有 40 輛車到達路口，而文心路的路口車道數為單向 3 個直行快車道、1 個左轉車道及 1 個慢車道，若到達的車輛平均分散於 5 個車道則每車道約 8 輛車。依據民國 95 年 12 月 16 日調查，文心路與臺中港路號誌時誌週期 180 秒，文心路綠燈時間 64 秒，紅燈時相長度 116 秒，紅燈停等車量約 15 部最高，紅燈停等車隊長度約為 75 公尺（每輛車 5 公尺）。



資料來源：臺中市都會區交通量調查成果資料庫，民國96年。

圖 6.3.4 文心路與臺中港路路口交通量

由上述分析可知，實驗車在路口停下等待號誌的位置通常距離路口停止線 50 公尺內；而以交通量進行分析，臺中港路口之文心路紅燈時相的車隊長度約為 75 公尺，考量臺中港路口為文心路最大路口，故劃定的路口分析區域以距離路口停止線 50 公尺為基準。

6.3.5 都市道路排放量

1. 選定分析路線、路口及路段

路口選擇方式為：

- (1) 道路車道數為單向 2 車道以上，捨去道路較為狹小的路口。
- (2) 若相鄰路口的距離過於接近，例如兩路口之間的距離小於 100 公尺，則選擇最大的路口。

而各路口分析區域為距離停止線 50 公尺內的範圍，為簡化處理過程，採用以下方式進行：

- (1) 標定路口中心座標點 (X)

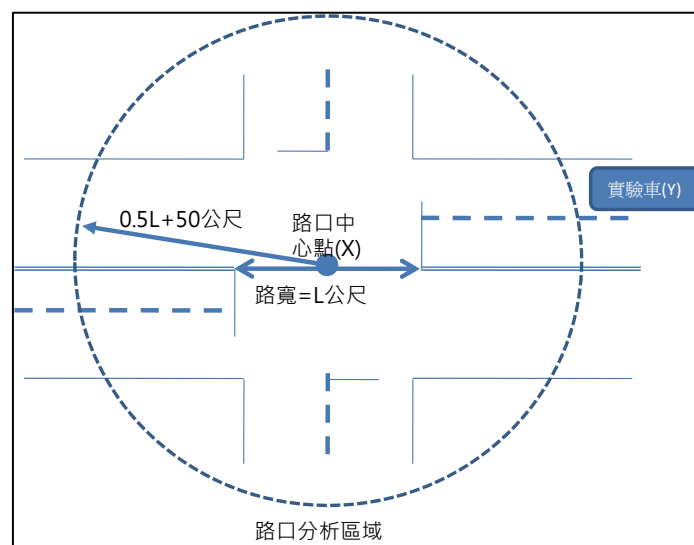
利用 GIS 軟體 Google Earth 標定路口的中心座標點

- (2) 計算路口停止線之間的距離 (L)

即利用 Google Earth 估計路口寬度，但從路口停止線開始計算，單位為公尺。

- (3) 判定車輛座標點 (Y) 是否位於分析區域

若座標點 (Y) 與路口中心點 (X) 的距離小於 $0.5L+50$ (公尺)，則代表車輛位於路口分析區域，如圖 6.3.5 所示。



資料來源：本計畫整理。

圖 6.3.5 路口分析區域示意圖

文心路實驗路線全長 13 公里，交叉路口超過 50 個，本計畫僅選取 39 個路口（38 個路段）做為分析路線，合計路線長度為 10.9 公里，路口區域總長 5.2 公里，在此範圍內本計畫共蒐集 12 趟次的實驗數據，其中由南往北 7 趟次，北往南 5 趟次，由於文心路雙向的幾何條件差異不大，因此僅依照實驗日期及時間依次編號為 1~12，不考慮方向性的差異。

各趟次的行駛時間及平均車速如表 6.3-2 所示，單趟次的行駛時間介於 1,594 秒至 2,191 秒之間，平均為 1,851 秒，其中路口行駛時間皆高於路段，而平均車速也呈現路口最低，路段最高的現象，而所對應排放特性分析如后。

表 6.3-2 路口與路段行駛時間及車速

趟次 編號	行車里程（公里）			行駛時間（s）			平均車速（km/hr）		
	全部	路口	路段	全部	路口	路段	全部	路口	路段
1	10.95	5.34	5.61	1,795	1,201	594	22	16	34
2	10.97	5.30	5.67	1,931	1,272	659	20	15	31
3	10.76	5.18	5.58	1,594	1,036	558	25	18	36
4	10.76	5.16	5.60	1,807	1,031	776	22	18	26
5	11.00	5.28	5.71	1,936	1,001	935	20	19	22
6	10.76	5.25	5.51	2,014	1,112	902	19	17	22
7	11.03	5.33	5.69	2,020	1,200	820	19	16	25
8	10.78	5.20	5.58	1,798	1,170	628	22	16	32
9	10.88	5.32	5.56	1,792	958	834	22	20	24
10	11.01	5.35	5.66	1,655	1,133	522	24	17	39
11	10.94	5.24	5.69	1,676	944	732	23	20	28
12	10.83	5.28	5.55	2,191	1,358	833	18	14	24
平均	10.89	5.27	5.62	1,851	1,118	733	21	17	29
比例	100%	48%	52%	100%	60%	40%	100%	81%	136%

註：行車里程以GPS定位方式加以推算，因此每趟次行車旅程數值與路線長度略有誤差。

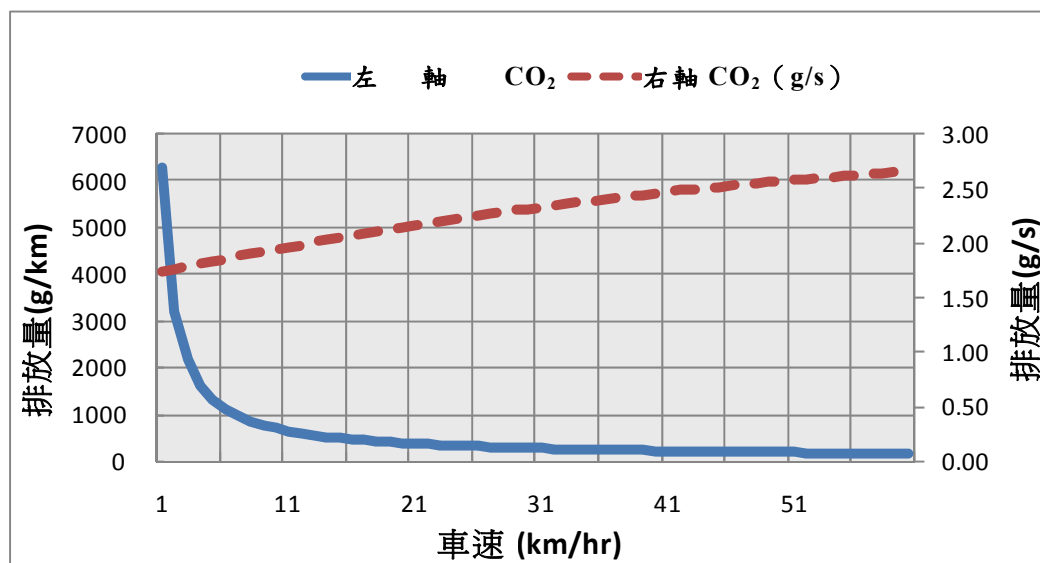
資料來源：本計畫道路實驗GPS資料。

2.路口與路段單位長度及單位時間排放量差異

以每趟次的逐秒車速資料配合車速與排放對照表 6.3-1，逐秒累計可得到路口及路段區的總排放，並依照各別的行駛時間及所占長度計算兩種平均排放，如表 6.3-3 所示，分別說明如后：

- （1）整體而言，路口排放總量較路段高，兩者的比例平均約為 6:4，代表路口排放對觀察路線總排放的影響較大。
- （2）就單位長度平均排放而言，各趟次均呈現路口的每公里排放量高於路段的情形，各趟次路口每公里排放平均值約為路段的 1.8 倍，代表在同樣長度的道路中，路口越多造成的排放量越大。
- （3）以單位時間進行平均估算排放率，則路口與路段在各趟次的平均排放值較為接近，路口略低於路段，原因在於 CO₂ 的排放與車速成正比，雖然車輛行經路口所花費的時間較多，但過程中的車速較低，導致每秒的排放量較小。

- (4) 以距離進行平均估算排放率，可以看出路口因距離短，但時間長，故平均每公里排放率明顯高於整體平均值，相對地路段平均距離排放率則明顯低於總體平均值。此顯示不同車速下的單位距離排放率差異大。
- (5) 從圖 6.3.6 不同車速下的單位時間排放率與單位距離排放率可知，車速對單位時間排放率影響遠較單位距離排放率小，車速越低時，單位距離排放率增加越快速。因此，若採用單位距離排放率進行排放估算，則車速影響大。市區道路中路段與路口車速差異大，故必須分開估算，才能避免因採平均車速，而造成大幅度估算偏誤。相對而言，車速對單位時間排放率影響小，以旅行時間進行排放估算，即使不區分路口與路段，估算誤差將遠小於以距離估算的排放值。
- (6) 總結上述分析，因車速對單位時間排放率影響小於單位距離排放率，建議後續應用採單位時間排放率，降低因車速估算誤差所導致的排放或能耗估算誤差。



註：單位時間排放量 (g/s) 以表 6.3-1 內容進行繪圖，單位距離排放量 (g/km) 則以單位時間排放量進行轉換，但忽略車速為 0 的資料 (當車速為 0，則單位距離排放量为無限大)

資料來源：本計畫以實驗 B 車 N99 之推估值。

圖 6.3.6 不同車速下單位時間與單位距離排放曲線比較

表 6.3-3 路口與路段 CO₂ 平均排放比較

趟次 編號	(1) 總排放量 (g)			(2) 單位時間平均排放率(g/s)			(3) 單位長度平均排放率(g/km)		
	合計	路口	路段	合計	路口	路段	合計	路口	路段
1	3,781	2,375	1,406	2.11	1.98	2.37	345.37	452.81	249.91
2	3,994	2,591	1,403	2.07	2.04	2.13	363.93	493.84	249.34
3	3,437	2,101	1,336	2.16	2.03	2.39	319.42	400.56	237.52
4	3,804	2,117	1,687	2.11	2.05	2.17	353.55	403.58	299.84
5	4,043	2,040	2,003	2.09	2.04	2.14	367.65	388.81	356.13
6	4,062	2,145	1,917	2.02	1.93	2.12	377.39	408.90	340.68
7	4,174	2,415	1,759	2.07	2.01	2.15	378.50	460.34	312.74
8	3,782	2,328	1,454	2.10	1.99	2.32	350.76	443.71	258.53
9	3,751	1,941	1,810	2.09	2.03	2.17	344.69	369.97	321.81
10	3,548	2,284	1,264	2.14	2.02	2.42	322.39	435.36	224.72
11	3,574	2,011	1,563	2.13	2.13	2.13	326.76	383.33	277.78
12	4,458	2,654	1,804	2.03	1.95	2.17	411.47	505.93	320.66
平均	3,867	2,250	1,617	2.09	2.01	2.21	355.16	452.81	249.91
比例	100%	58%	42%	100%	96%	106%	100%	121%	81%

註：(1) 總排放量是以瞬時車速逐秒累計的方式加以計算。本計畫實驗B車 N99之推估值

註：(2) 單位時間平均排放係以(1)計算所得之排放量除以行車時間。

註：(3) 單位距離平均排放係以(1)計算所得之排放量除以行車距離。

資料來源：本計畫實驗B車 N99之推估值

3. 瞬時車速與平均車速推估結果差異

依據前述 2. 路口與路段分析，採單位時間排放率可降低排放估算誤差，本段則就前段分析資料，合併路口及路段資料，分別就瞬時車速逐秒累計排放及路口及路段合併估算平均車速下，推估觀察路線總排放，如表 6.3-4 所示，利用平均車速進行推估的總排放略高於逐秒車速，除了第 6 趟次的誤差為 6%，其餘趟次誤差僅 3~4%，兩者差異不明顯。

上述結果顯示未來應用，若不區分路口及路段，採合併計算之平均旅行車速及旅行時間估算排放量，與瞬時車速值秒累計的誤差在可接受誤差範圍內，基於運輸規劃模式及資料收集便利性，路段平均車速及時間為較易取得的資料，建議後續應用採用平均車速對應之單位時間排放率及旅行時間進行估算。

表 6.3-4 觀察路線瞬時車速與平均車速排放推估

趟次 編號	平均車速計算				瞬時車速 逐秒累計	(6=4/5*100%-100%) 平均車速替代逐秒累計 估算誤差比例
	(1) 行駛 時間 (s)	(2) 平均車 速 (km/hr)	(3) 對應之排 放係數 (g/s)	(4) = (3) * (1) 總排放量 (g)	(5) 總排 放量 (g)	
1	1,795	22	2.18	3,918	3,781	4%
2	1,931	20	2.15	4,145	3,993	4%
3	1,594	25	2.24	3,563	3,437	4%
4	1,807	22	2.18	3,945	3,804	4%
5	1,936	20	2.15	4,155	4,043	3%
6	2,014	19	2.13	4,285	4,062	6%
7	2,020	19	2.13	4,298	4,174	3%
8	1,798	22	2.18	3,925	3,782	4%
9	1,792	22	2.18	3,912	3,751	4%
10	1,655	24	2.22	3,671	3,548	3%
11	1,676	23	2.20	3,688	3,574	3%
12	2,191	18	2.11	4,620	4,458	4%
平均	1,851	22	2.16	4,011	3,867	4%

資料來源：本計畫實驗B車 N99之推估值

4.路口排放特性與圖形呈現

(1) 路口排放特性

各路口的排放情形如表 6.3-5 所示，各路口的排放與旅行時間成正比，而停等時間占旅行時間的比例平均為 52%，最高達到 72%，因此停等排放占總排放比例平均為 43%，最高可達 65%，代表車輛停等特性對於路口排放有顯著的影響。

表 6.3-5 文心路各路口分析區域 CO₂ 平均排放量

路口名稱	旅行時間(秒)	停等時間(秒)	停等時間比例	總排放(g)	停等排放(g)	停等排放比例
高工路	15.8	4.2	26%	37.2	7.1	19%
復興路	62.0	44.5	72%	117.8	76.4	65%
三民西路	27.5	12.8	46%	59.7	21.9	37%
文心南六路	17.1	7.1	41%	40.1	12.2	30%
文心南五路	21.4	10.5	49%	47.0	18.0	38%
文心南三路	13.8	3.5	26%	32.7	6.1	19%
永春東路	53.1	36.6	69%	105.9	62.9	59%
文心南二路	13.8	3.8	28%	32.1	6.6	21%
南屯路二段	30.0	16.5	55%	63.7	28.3	44%
五權西路二段	42.8	26.8	63%	85.1	46.0	54%
大墩六街(向心路)	28.3	15.1	53%	58.0	25.9	45%
大敦七街	23.2	12.3	53%	49.9	21.1	42%
向上南路	21.4	11.7	55%	47.9	20.1	42%
向上路	22.4	10.6	47%	49.2	18.2	37%
大敦十一街	13.1	3.8	29%	30.0	6.6	22%
公益路	58.5	36.6	63%	114.0	62.9	55%
大業路	19.8	8.6	43%	45.1	14.8	33%
市政路	48.6	27.8	57%	96.6	47.8	50%

表 6.3-5 文心路各路口分析區域 CO₂ 平均排放量（續）

路口名稱	旅行時間(秒)	停等時間(秒)	停等時間比例	總排放(g)	停等排放(g)	停等排放比例
市政北一路	23.4	5.2	22%	51.6	9.0	17%
大隆路	17.1	4.3	25%	39.4	7.4	19%
中港路	62.3	43.4	70%	121.1	74.5	62%
青海路	46.9	27.7	59%	88.9	47.6	54%
櫻花路	7.2	-	0%	20.0	-	0%
甘肅路	16.3	6.5	40%	38.0	11.1	29%
永輝路	10.0	2.6	26%	24.6	4.5	18%
寧夏路	21.5	10.6	49%	45.3	18.2	40%
河南路	44.2	29.8	68%	90.9	51.3	56%
成都路	7.3	-	0%	20.0	-	0%
華美西街	20.9	8.2	39%	45.8	14.0	31%
陝西路	12.2	2.5	20%	30.3	4.2	14%
中清路	45.4	30.0	66%	88.5	51.5	58%
麻園東西街	32.2	18.5	57%	67.0	31.7	47%
山西路	12.8	3.1	24%	31.9	5.3	17%
梅川東西路	42.0	22.9	55%	84.1	39.4	47%
綏遠路	16.5	7.7	47%	38.4	13.2	34%
河北路	10.8	1.8	17%	27.2	3.2	12%
崇德路	15.5	4.5	29%	34.4	7.7	22%
熱河路	26.9	12.6	47%	56.3	21.7	38%
昌平路	51.1	28.5	56%	88.4	48.9	55%
總平均	27.6	14.4	52%	57.5	24.8	43%

註：1.計算方式為逐秒累計出各路口於各趟次的排放，並進行平均

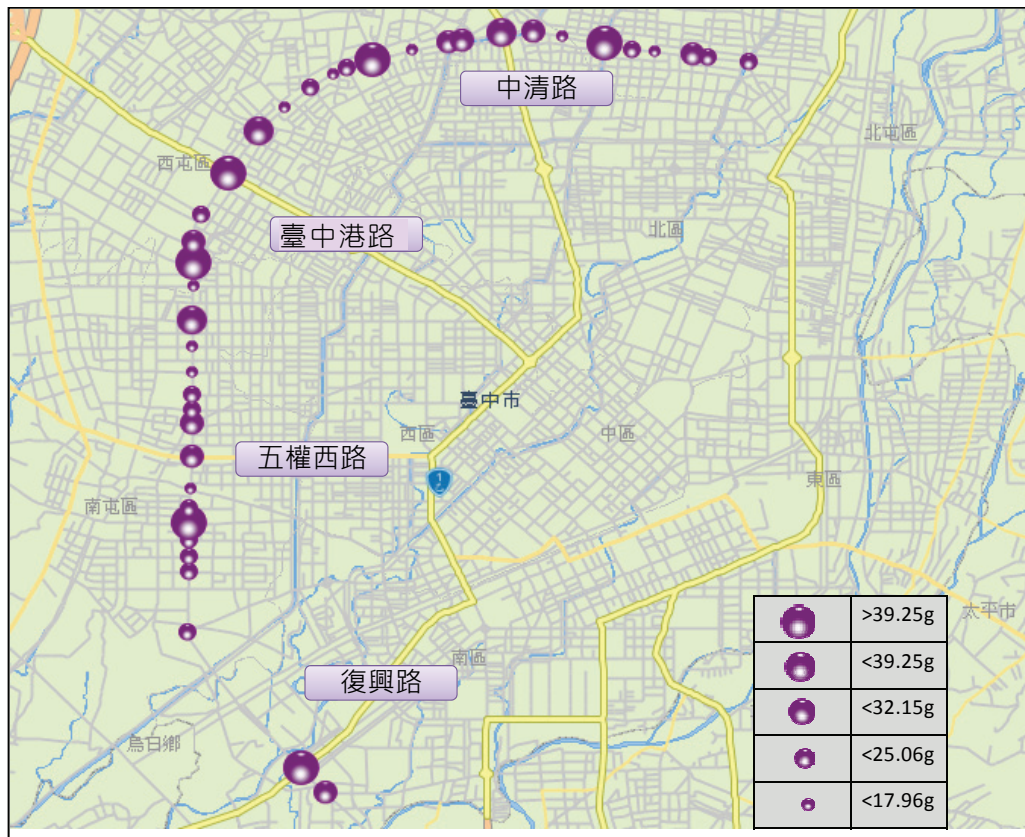
2.網底為排放量前3大路口。

3.櫻花路及成都路於各趟次皆無停等情形。

資料來源：本計畫實驗B車 N99[△]之推估值

（2）路口排放圖形呈現

由相關應用案例可知將車輛排放特性展示成圖形較易被理解，有助於研究單位向社會大眾進行解說及宣傳，因此本計畫利用實驗車 GPS 座標與地圖座標，將路口排放資料與地圖相結合，如圖 6.3.6 所示，呈現資料為各路口平均每趟次的 CO₂ 排放量，以球型大小顯示排放量，資料數值如表 6.3-5 所示。



資料來源：本計畫實驗B車 N99之推估值

圖 6.3.7 文心路各路口 CO₂ 排放情形示意圖

6.4 小結

6.4.1 結論

1. 本計畫排放模型與運輸規劃模型整合參數為路段旅行時間及旅行車速，藉由旅行車速對應到排放模型的單位時間排放量或能耗，估算路段的排放量及能耗量。
2. 傳統運輸規劃模式是以路段節線為基礎建構路網，並進行交通量指派，因此忽略了車輛通過路口及收費站時的車速變化所造成的影響，無法完整地推估整體路網的排放，故選取國道收費形式及都市道路排放為案例進行初步分析。
3. 國道收費形式案例分析以實驗 A 車為例，分析通過楊梅收費站取得的人工收費、ETC 計次收費行車型態。同時假設 ETC 里程收費狀況下將以巡航車速直接通過，故以各次通過收費站減速前 2 公里路段（保持巡航狀態下）的行車型態，作為 ETC 里程收費行車型態。根據以上三種

行車型態差異，以 96 年 4 月的收費站通過小汽車量，估算不同收費方式的能耗及排放總量；並分別比較實驗 A 車 OBS 量測結果、本計畫模式推估以及 MOBILE-Taiwan 推估結果。OBS 量測結果顯示：人工收費與 ETC 計次收費並行情況下，因每個收費站設置 1 組車道進行 ETC 計次收費，與全部車道皆人工回數票收費相較之下，能耗與各種排放總量下降幅度不大，皆在 2.5% 以下。若採全面 ETC 里程計費，由於 ETC 里程計費下車輛不必因為收費而加減速，因此在能耗及排放量的減量上有明顯的效益，減量效果最明顯的排放物為 CO 及 THC，可減少 60% 以上的排放。

4. 在國道收費形式案例中，就不同收費方式而言，本計畫推估結果顯示 ETC 計次與里程計費均有助於減少排放，雖然兩種收費方式的減量成果與實測值略有差異，但仍能反應出 ETC 收費的效益。反觀 MOBILE 推估結果則是增加排放，與實測結果趨勢相反。顯示本計畫模式推估結果雖然未盡理想，但能夠確實反應出 ETC 收費具有能耗/CO₂ 排放減量效益；相對地，MOBILE-Taiwan 則呈現「實施 ETC 收費時，其能耗/CO₂ 排放量高於全面人工收費」之不符合實際測試情形之推估結果。此一結果顯示，若未來相關單位採用 MOBILE-Taiwan 之能耗/CO₂ 排放推估結果，進行不同交通策略方案之能耗或排放等環境項目評估時，可能無法提供正確資訊給決策者。
5. 本計畫以國道收費方式案例，進行兩種動態推估曲線（ $\hat{N99}$ 與 $\hat{N99}^3$ ）及其應用整合方式（逐秒累計與路段平均車速加總）之探討與分析。透過各能耗、排放推估總量與實際情形之比較，可驗證本計畫所建構之兩動態推估曲線，在各個車速下之推估能力皆已具備一定程度之可信度；且分別適用於逐秒累計與路段平均車速加總等兩種估算方式。因此，未來在與運輸規劃模式整合時，無需取得實際道路上各車輛之逐秒車速變化資料，便可直接應用路段平均車速與旅行時間作為輸出項；且無論路段平均車速為何，皆可與本計畫之推估曲線結合，以進行不同交通政策方案之評估。
6. 都市道路排放案例部分，本計畫依據文心路-文心南路進行實際取樣，以路口停止線前後 50 公尺分析路口排放及能耗量。再利用 GPS 定位資料呈現不同路口的排放量或能耗量。分析結果可知對整個觀察路線而言，路口排放的影響高於路段排放。
7. 就本計畫所選擇的路口實驗數據而言，車輛於路口停等所造成的排放最高可達到 65%。由此推知：改善路口的停等情形對於排放減量應有明顯的助益。
8. 本計畫運用實驗 B 車之推估方程式（ $\hat{N99}$ ），以都市道路排放案例分析，分別檢視（1）路口與路段單位長度及單位時間排放差異，以及（2）逐

秒車速與平均車速推估結果差異等推估，對於排放總量推估值之影響程度。結果顯示：

- (1) 市區道路因號誌或其他因素導致總行車時間增加時，傳統單位距離排放率完全無法反應其對排放的影響（旅行距離沒有改變），但以本計畫時間單位排放率卻能夠概略估算出所增加的排放量，即使不區分路口、路段排放率的差異，推估誤差也可控制在可接受範圍。顯示未來模式推估能耗、排放總量時，可以應用單位時間能耗、排放率進行，無須區分路段或路口差異，即可得到具平均行駛車速敏感性的結果。
- (2) 針對市區道路之路段與路口分析，經由案例分析可知利用瞬時車速及平均車速所推估的總排放差異不大，僅約 3~6%。顯示未來模式推估應用時，可以平均車速方式估算排放量，無須採用複雜的逐秒累計方式估算之。

6.4.2 建議

1. 就國道收費方式案例分析而言，受限於實驗 B 車的路線安排以及並未裝設 ETC 車機，因此僅能以實驗 A 車資料進行分析，僅能區分為 ETC 計次及人工回數票收費兩種，且樣本數較為不足，目前僅能作概略分析。如要深入探討收費站對能耗、排放的影響，應執行專門調查，將收費方式切分為 ETC 計次、ETC 里程、人工回數票及人工現金收費等類型，均應調查足夠的通過趟次；同時可參考里斯本案例 (Coelho, Farias, and Rouphail, 2004)，記錄當時的車流量以及收費站等候車隊情形，才能進行更完整的分析。
2. 以國道收費站排放推估而言，利用本計畫的研究成果所推估的總排放與 OBS 量測值差異不大，但若使用 MOBILE-Taiwan 進行推估，則推估值均明顯偏低，且呈現「實施 ETC 收費時，其能耗/CO₂排放量高於全面人工收費」之不符合實際測試情形之推估結果。此一結果顯示，應儘速完成本計畫擬建置之完整模式，始能提供決策者正確評估工具，理解如國道收費站型態改變等計畫對於能耗、排放的影響。否則，以目前 MOBILE-Taiwan 之類的工具，進行不同交通策略方案之能耗或排放等環境項目評估時，可能無法提供正確資訊給決策者。
3. 運輸規劃模式一般未考慮路口號誌變化的影響。就本計畫案例分析結果而言，以單位時間能耗、排放率為基礎，以路段含路口的平均車速推估排放量，其誤差在運輸規劃模式可接受範圍，建議運輸規劃模式可以路段平均旅行車速進行排放推估。但若運輸規劃模式或積極發展中的中觀、微觀模式可考量號誌改善對路口延滯的影響，則建議可考慮將路口

跟路段分開考慮，路段排放量需利用本計畫所建立的車速與排放模型進行估算，路口排放量則應依照路口號誌及停等特性另建模式計算，收費站亦應有相同的處理方式，以增加模式對於排放的推估完整性。

4. 目前採用的路口分析區域是各路口皆以 50 公尺為原則，但實際上應依照不同路口的號誌及車流量特性，實際調查其停等車隊長度，並增加取樣次數。

第七章 結論與建議

7.1 結論

目前各國多以車公里數及實驗室參數，進行公路系統的能耗、排放總量推估。這種模式既無法有效掌握車輛使用動態下的能耗與排放特性，也難以分析不同道路類型之能耗、排放差異，因此難以清晰具體地評估公路規劃方案的能耗、排放特性差異。如果能夠在建立運輸需求模式時，發展一套具敏感性的分析工具，提供道路交通條件變化所對應之能耗、排放總量等環境面特性差異，則可在公路系統規劃過程中，針對高快速道路或一般道路等不同的建設方案，分析能源消耗、排放總量的影響；也能評估高承載管制、智慧型運輸系統等交通管理措施，在改變使用路徑和交通流量後，對於能耗、排放的影響。如此，在運輸規劃評估作業中納入永續發展面之能耗、排放的考量，將有助於評估運輸與土地策略的能耗、排放減量效益，促使相關策略更臻成熟。

本計畫係一項先導研究（pioneer study），由運輸規劃角度出發，目標為在運輸規劃評估模式中納入能源消耗與排放之關聯分析，發展一套整合性評估架構。本計畫運用新式車載量測設備（On-Board Emission Measurement, OEM），執行道路實驗與對應之實驗室實驗，蒐集車輛動態行駛之逐秒能耗與排放數據，以及對應之道路幾何特性、瞬時車速等；經由統計分析和模式檢定，建立車輛動態能耗、排放特性與公路運輸系統和旅運行為之關聯性。應用此一關聯性，本計畫研提一套運輸行為與能耗、污染之綜合評估架構，搭配運輸需求模式之路網或節線的旅行時間、旅行速率，估算公路運輸之能源消耗與排放總量。

本計畫之創新性研究成果，對於公路運輸計畫形成過程之運輸規劃評估作業，提供一套分析工具，能夠敏感地評估永續發展面之能源消耗、排放的可能影響，有助於達成「增進運輸資源使用效率、減少環境污染與衝擊、推動永續發展策略」等決策目標。

以下茲將本計畫 2 年期之重要研究成果，予以彙整為下列 4 點加以說明：首先，於 7.1.1 節中，簡述本計畫所研擬之運輸規劃與能源消耗、污染排放整合模式架構；並根據文獻回顧與本計畫在車輛動靜態特性與能源消耗、污染排放之關聯分析研究成果，進行整合模式之建構（7.1.2 與 7.1.3 節）；最後，以案例分析之方式，呈現本計畫模式之應用成果（7.1.4 節）。

除上述核心議題之外，研究過程中亦將本計畫之部分研究成果與發現，分別彙整成數篇文章投稿、發表於學術研討會中，請參酌附錄 4 臚列清單。

7.1.1 運輸規劃與能源消耗、污染排放整合模式之研擬

國外用以推估運輸部門能源消耗、污染排放的模式相當多元，除了國內相當熟悉的環保部門總量推估模式 MOBILE 之外，還包括：傳統污染排放推估模式、車輛操作之引擎負荷模式、運輸規劃整合模式、微觀車流整合模式、生命週期模式等。2001 年前後，美國開始發展新一代的綜合型模式 MOVES，可因應評估目的，提供巨觀、中觀及微觀的分析，並以車載量測系統所蒐集之資料，建立所需資料庫。MOVES 模式將會含括所有移動（包含運輸工具）與非移動（例如車輛製造工廠之排放）污染源的計算，納入生命週期模式、運輸規劃整合模式、微觀車流整合模式等模組，以因應使用者需求的差異。

反觀國內，雖然已經建構臺灣地區排放資料庫（TEDS）及本土 MOBILE-Taiwan 模式及修正參數等巨觀模式工具，但僅以車公里數及實驗室參數，進行公路系統的能耗、排放總量推估。這種模式既無法有效掌握車輛使用動態下的能耗與排放特性，也難以分析不同道路類型之能耗、排放差異；因此難以清晰具體地評估公路規劃方案的能耗、排放特性差異。本計畫採用道路類型與行駛車速，建構車輛動態行駛之能耗、排放率曲線（ Nc,v ），運用運輸規劃模式路網指派模組輸出之各路段旅行時間，和車隊技術比例加權平均之總體標檢值，可以推估車輛運轉狀態之能耗與排放量。再運用旅次起迄分布矩陣估算冷啟動之能耗、排放量，與車輛運轉狀態之能耗、排放量相加，即可得到公路路網之總能耗、排放量。本計畫所建構之能耗、排放率曲線，整合於運輸模式應用時之作業流程如圖 2.4.1。由於本計畫所建構之車輛動態行駛能耗排放率曲線，對於車流特性（路段類型、行駛車速等）具有敏感性，所求得之能耗與排放總量會隨路網指派結果而顯現差異，反應出路段類型、指派流量、行駛車速等變化，對於永續性指標的影響。故能夠提供一套分析工具，敏感反應交通量重分配或擁擠減輕對策之能耗與排放的影響，提供運輸決策者掌握永續性評估的相關資訊，作為方案評估的參考。

7.1.2 車輛動靜態特性與能源消耗、污染排放之關聯分析

本計畫透過文獻及國內現況資料之蒐集分析後，綜合歸納車輛能源消耗與污染排放影響因素，可以 3 種類型區分：（1）靜態影響因素：車輛本身（油品與新技術的應用、引擎容量、車重等）、車輛使用與持有（車齡、累積行駛里程等）；（2）動態影響因素：駕駛行為、運輸系統供需特性（平均車速、車速變異程度、車輛運轉狀態、道路等級、道路設計、交通量等）；（3）外部環境，如溫度等。有鑑於本計畫旨在建構中觀模式，以在運輸

規劃模式納入公路運輸之能耗、排放特性，因此將格外關注上述之公路系統供需特性對於車輛動態能耗、排放的影響，包括：道路類型、行駛車速等。至於靜態因素、動態因素中之駕駛行為（微觀模式之焦點）、外部因素等，則設計實驗控制條件以排除其對研究成果的影響。

本計畫以 2 年研究期間，運用 2 部實驗車輛（中華 Space Gear 2.4、國瑞 TOYOTA Yaris 1.5E），搭配車載量測設備（Horiba-2200）進行 7 種類型的道路實驗，以及實驗室實驗（道路複製實驗及法規審驗測試實驗），建構一套資料庫，包含 31 萬餘筆調查數據，用以進行分析。首先建構 2 部實驗車輛各自之動態車速能耗、排放對照表，包含各車速下之能耗與 4 項排放量（包含 CO₂、CO、THC、NO_x），以 g/s 為單位；車速排放對照表請參見表 3-5-1、3-5-2、4-5-1 及 4-5-2。此車速排放對照表可視為是簡化版的車輛動態行駛之能耗、排放率曲線，應用圖 2.4.1 作業流程，整合於運輸規劃模式之中。

其次，針對運輸規劃最重視之能耗與 CO₂ 排放量，建構各實驗條件之間的轉換率。藉由探討兩兩實驗項目間之能耗、排放關係（亦即轉換率，以差值或變動比例等方式呈現），並嘗試以車輛之動態影響因素（車速）作為解釋變數，建構各轉換率與車速間之關連性。有關各轉換率之分析方式與目前成果彙整如下表 7.1-1 所示。

7.1.3 運輸規劃與能源消耗、污染排放整合模式之建構結果

根據本計畫研擬之運輸規劃與能源消耗、污染排放整合模式架構，並奠基於上述車輛特性調查資料與初步分析之研究基礎上，本計畫分別以 2 種方式建構運輸規劃與能源消耗、污染排放之整合模式：（1）分析實驗室標檢值與實際道路間，各實驗項目之間的關聯性，並選擇推估能力較佳的一組轉換率加以連結後，分別建構兩實驗車輛之能耗/CO₂ 關聯模式（ $\hat{N99}^3$ ）；（2）以實驗車輛在各種道路類型上取得之隨車速變動的能耗、排放資料，直接建構動態的能耗、排放曲線（ $\hat{N99}$ ）。茲將上述 2 組動態推估曲線之重要成果彙整如下：

1. 以多種轉換率組合之方式，研提出 3 種不同的關聯模式建構路徑（參見圖 2.6.3），並從中選取較為穩定之路徑（路徑 3）作為本計畫之研究主軸，以下分為 2 階段摘述本推估方程式之重要結論與發現。

表 7.1-1 各轉換率分析結果與探討

轉換率	分析方法	討論	目前成果/原因探討
R12 ($=N7/\overline{N7}$ ，將 $\overline{N7}$ 展開為動態曲線之轉換率)	<ul style="list-style-type: none"> ●圖形比對 ●可以車速之四次多項式加以配適 ●鄒檢定 	<ul style="list-style-type: none"> ●圖形比對：2 車之 R12 圖形分布趨勢類似 ●鄒檢定結果：在 $\alpha=0.01$ 的顯著水準下，2 實驗車輛之 R12 可視為同一條方程式 	<ul style="list-style-type: none"> ●$\alpha=0.01$，R12 在 2 實驗車輛間，具有可移轉性 ●相較於轉換功能類似之 R0 轉換率，R12 轉換率在不同車輛間的可移轉性較為穩定
R11 ($=N99/N7$ ，實驗環境與行車型態之綜合轉換率)	<ul style="list-style-type: none"> ●圖形比對 ●轉換為自然對數型式(natural logarithm)後，再取 SPLINE 方程式(車速三次多項式：車速切點=25)加以配適 ●鄒檢定 	<ul style="list-style-type: none"> ●圖形比對：2 車在各道路類型間之 R11 圖形分布，具有顯著的差異存在 ●鄒檢定結果：在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下，2 實驗車輛在同一路段類型上之 R11，無法視為同一條方程式 	<ul style="list-style-type: none"> ●R11 初步認為在不同道路類型間，不具有可移轉性 ●R11 在 2 實驗車輛間，不具有可移轉性
R0 ($=N0/\overline{N0}$ ，將 $\overline{N0}$ 展開為動態曲線之轉換率)	<ul style="list-style-type: none"> ●圖形比對 ●可以車速之四次多項式加以配適 ●鄒檢定 	<ul style="list-style-type: none"> ●圖形比對：2 車之 R0 圖形分布趨勢類似 ●鄒檢定結果：在 $\alpha=0.1$ 的顯著水準下，2 實驗車之 R0 可視為同一條方程式；但在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下，2 實驗車之 R0 無法視為同一條方程式 	<ul style="list-style-type: none"> ●$\alpha=0.1$，R0 在 2 實驗車輛間，具有可移轉性；但 $\alpha=0.05$ 則否 ●R0 轉換率變動趨勢與 R12 相仿，並可能具有移轉性，但穩定性較 R12 低
R7 ($=N7-N0$ 或 $=N7/N0$ ，車重/頭燈/空調之綜合轉換率)	<ul style="list-style-type: none"> ●以差值/變動比例建構 R7 轉換率 ●圖形比對 ●相關係數分析 ●平均值檢定 	<ul style="list-style-type: none"> ●圖形比對與相關係數分析：當 $R7=N7-N0$ 時，2 車與車速呈正向相關，且以 A 車相關性較高；當 $R7=N7/N0$ 時，2 車與車速呈負相關，且以 B 車相關性較高 ●平均值檢定：無論是以差值或以變動比例方式建構 R7，2 車 R7 之間皆顯著不相等 	<ul style="list-style-type: none"> ●無論是以差值或以變動比例方式建構 R7，均無法獲得具備車輛間可移轉性的成果 ●在缺乏實驗 B 車 #5 實驗，因而無法取得 R3 與 R6 等轉換率分析資料的前提下，無法針對 R7 轉換率之建構方式做進一步的探討
R2 ($=N99/N8$ ，實驗環境差異轉換率)	<ul style="list-style-type: none"> ●SAFDs 圖比對 ●圖形比對 	<ul style="list-style-type: none"> ●SAFDs 圖比對：實驗室 #8 尚無法完全複製實際道路之行車狀態，其加減速之分布範圍明顯小於道路實驗 #99 ●圖形比對：2 車 R2 變動趨勢大致相仿，但其隨車速變化趨勢樣態，似乎會因道路類型而有所差異 	<ul style="list-style-type: none"> ●R2 可能為一隨道路類型、車速不同而變動之轉換率 ●有鑒於 #8 尚無法完全複製實際道路之行車狀態，又 #8 實驗為建構 R2 轉換率之關鍵實驗，因此本計畫目前 R2 尚未進行較深入之分析，建議後續可嘗試以差值或區分加減速等方式，再做探討
R8 ($=N8/N7$ ，行車型態差異轉換率)	<ul style="list-style-type: none"> ●SAFDs 圖比對 ●圖形比對 ●相關係數 ●平均值檢定 	<ul style="list-style-type: none"> ●SAFDs 圖比對：#8 無法完全複製實際道路之行車狀態，因而使得其加減速之分布範圍近似於 #7 ●圖形比對與相關係數分析：2 車 R8 與車速之相關性皆不高，趨近於一定值 ●平均值檢定：2 實驗車輛除了少數道路類型之外（A 車：CLASS 43 與 CLASS 53；B 車：CLASS 11 與 CLASS 24 之間），在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下，2 車之 R8 在多數道路類型間，皆可視為相同數值，並無顯著差異存在 	<ul style="list-style-type: none"> ●R8 可能為一定值，不隨道路類型、車速不同而變動 ●有鑒於 #8 尚無法完全複製實際道路之行車狀態，又 #8 實驗為建構 R8 轉換率之關鍵實驗，因此本計畫目前 R8 尚未進行較深入之分析，建議後續可嘗試以差值或區分加減速等方式，再做探討

資料來源：本計畫。

- (1) 本計畫以路徑 3 所建構之 2 車關聯模式，即透過 $R12$ （將 $\overline{N7}$ 展開為動態曲線之轉換率）與 $R11$ （實驗環境與行車型態之綜合轉換率）轉換率，可將實驗車狀態下之法規審驗測試程序 #7 車輛能耗、排放平均值（ $\overline{N7}$ ），轉換為各道路類型上之動態能耗、排放曲線（ $\hat{N99^3}$ ）。並透過 2 階段之模式建構流程結果驗證，除少部分高估情況之外，此套動態能耗、排放曲線（ $\hat{N99^3}$ ）能夠忠實呈現出實際值的變化趨勢，能夠推估出 2 實驗車輛隨道路類型、車速變化的能耗、排放值。
- (2) 由關聯模式第 1 階段（ $\hat{N7} = \overline{N7} \times AB - \hat{R12}$ ）之建構過程可知，2 車之 $R12$ 轉換率在不同車輛間具有可移轉性。2 車可通用轉換率 $AB - \hat{R12}$ ，求得各別車輛之 $\hat{N7}$ 推估線。透過推估值與實際值圖形比較、殘差分析等結果顯示， $\hat{N7}$ 推估線能夠相當忠實地分別呈現出實驗 A 車與實驗 B 車實際值之變化趨勢。
- (3) 由關聯模式第 2 階段（ $\hat{N99^3} = \overline{N7} \times AB - \hat{R11}$ ）之建構過程可知，2 車之 $R11$ 轉換率在不同車輛間、不同道路類型間皆不具有移轉性，2 車必須運用個別在不同道路類型上之 $R11$ 轉換率，求得不同車輛、不同道路類型之能耗、排放推估方程式（ $\hat{N99^3}$ ）。
 - ①透過上述各道路類型間之推估方程式比對結果（橫向比對）顯示，2 車之能耗與排放動態曲線，皆隨道路類型不同而有所差異。此結果與實際道路實驗資料所建構之推估方程式（ $A - \hat{N99}$ ）趨勢一致，顯示各道路類型上之能耗、排放率，隨車速之變化趨勢可能受到道路特性之影響而有所不同；亦即，以同一車輛行駛於不同道路類型上時，即使以同一車速行駛，其能耗、排放率並不相等。
 - ②另一方面，透過 2 實驗車輛間之推估曲線比對結果（縱向比對）可得知，在同一路段類型上，能耗與排放動態曲線可能受到車型差異而有所不同；亦即，以不同車輛行駛於同一路段類型上時，即使以同一車速行駛，其能耗、排放率並不相等。
2. 以實際道路實驗（#99）資料，直接建構 2 實驗車輛之 $\hat{N99}$ 推估方程式，此組方程式與第 1 點所建構之 $\hat{N99^3}$ 相同，皆可用以推估不同實驗車輛在不同道路類型上、各行駛車速下的能耗、排放情形。
 - (1) 實驗 A 車：FUEL 與 CO_2 皆可以車速之 3 次多項式加以配適（國道為車速之 2 次多項式）；而 CO 、THC 與 NO_x 則可以自然對數形式之 SPLINE 方程式加以配適。
 - (2) 實驗 B 車：則以 FUEL 與 CO_2 皆可以車速之二次多項式加以配適。
3. 2 組動態推估曲線比較：

- (1) 在上述 2 組動態推估曲線隨車速之分布趨勢分析中，結果皆顯示：在不同道路類型上，隨車速改變，能耗、排放的變動趨勢皆有所差異；顯示不同的道路特性對於同一臺車輛的能耗與排放特性是有所影響的。這也驗證了我們最初的假設：同一部車輛，在不同的道路上行駛時，即使是在同一車速下行駛，其也會受到道路特性差異的影響，而造成不同的能耗、排放。
- (2) A 車的 2 組推估方程式隨車速變動之趨勢非常類似，但以 2 者殘差圖之分析比較可知， $\hat{N99}$ 的殘差較小，分布圖形也較為隨機；而 $\hat{N99}^3$ 的殘差則近似於一 M 字形分布。另由 B 車殘差圖之比較分析亦可發現類似結果，亦即 $\hat{N99}$ 之殘差小且分布隨機、而 $\hat{N99}^3$ 殘差呈 M 字形分布，但總體而言，實驗 B 車 2 推估方程式之殘差變動範圍，皆小於實驗 A 車。
- (3) 總體而言，本計畫分別可以 2 種方式建構運輸規劃與能源消耗、污染排放之整合模式。其中，以實驗車輛在各種道路類型上取得之隨車速變動的能耗、排放資料，直接建構動態的能耗、排放推估曲線 ($\hat{N99}$)，已可有效推估實際道路上之動態能耗、排放情形，且其推估能力較 $\hat{N99}^3$ 為佳，並可直接與運輸規劃模式搭配，以求出不同運輸計畫策略的能耗與排放差異。然而，上述 $\hat{N99}$ 之推估結果實乃實驗車輛在實驗條件（開頭燈/空調，並承載實驗設備、耗材與人員等）下之動態能耗、排放率，亦即類似於實際道路上之車輛在高承載狀態下之能耗、排放情形，未必符合一般交通狀態；另一方面，未來如欲建構完整之能耗、排放資料庫，則必須以所有車輛進行相同實驗才能取得資料逐一分析。然而，實際道路實驗模式建構所需耗費之資源相當龐大，未來在實際執行面上可能無法達成。對此，本計畫認為：以能源局或環保署所提供之法規審驗測試資料庫，經由關聯模式轉換後，藉以推估實際道路上能耗、排放情形，應為可行性較高之方式。因此，本計畫提出以連結各轉換率方式建構之能耗/ CO_2 動態曲線 ($\hat{N99}^3$)，以提供一套較為經濟、可行性較高且又能有效鏈結運輸、環保及車輛等各領域之模式建構方法，以利未來模式具備持續性發展的可能性。

7.1.4 運輸規劃與能源消耗、污染排放整合模式之應用與案例探討

本計畫回顧國內外相關模式研究進展，提出運輸行為與能耗、排放關聯評估架構，詳如 2.4 節。考量都市號誌管理日漸受到重視，且未來高快速道路的收費方式將會有所改變，因此本計畫選取此 2 案例進行研究成果應用及分析，以說明如何將研究成果應用在運輸規劃上並同時驗證本計畫

所建構關聯模式之可操作性與正確性，以作為後續研究建構「運輸規劃與能源消耗、排放整合型模式」與進行政策分析探討的基礎。

1. 國道收費形式

本案例中首先藉由國道之不同國道收費形式，探討本模式之推估能力，以及其與臺灣現正運用之排放推估模式（MOBILE-Taiwan）間的排放推估結果差異。分析情境分別包含全面人工回數票、人工與 ETC 計次收費併行以及全面 ETC 里程計費等 3 種收費方式。有關運用不同模式之計算/估算數值基礎與方案比較結果彙整，可參見表 7.1-2。就不同收費方式而言，本計畫推估結果顯示 ETC 計次與里程計費均有助於減少排放，雖然 2 種收費方式的減量成果與實測值略有差異，但仍能反應出 ETC 收費的效益。反觀 MOBILE 推估結果則是增加排放，與實測結果趨勢相反。

本計畫所建構之模式能夠忠實呈現真實的能耗/ CO_2 排放量，其誤差在 $-5.8\% \sim 4.6\%$ 之間；而 MOBILE-Taiwan 則明顯低估約 $20 \sim 30\%$ 。此外，就不同方案間的相對能耗、排放差異而言，本計畫模式推估結果雖然未盡理想，但能夠確實反應出 ETC 收費具有能耗/ CO_2 排放減量效益；相對地，MOBILE-Taiwan 則呈現「實施 ETC 收費時，其能耗/ CO_2 排放量高於全面人工收費」之不符合實際測試情形之推估結果。此一結果顯示，若未來相關單位採用 MOBILE-Taiwan 之能耗/ CO_2 排放推估結果，進行不同交通策略方案之能耗或排放等環境項目評估時，可能無法提供正確資訊給決策者。

同時，運用此案例本計畫亦針對 2 種動態推估曲線（ $\hat{N}99$ 與 $\hat{N}99^3$ ）及其應用整合方式（逐秒累計與路段平均車速加總）加以探討，透過上述各能耗、排放推估總量與實際情形之比較，可驗證本計畫所建構之 2 動態推估曲線，在各個車速下之推估能力皆已具備一定程度之可信度；且分別適用於逐秒累計與路段平均車速加總等 2 種估算方式。因此，未來在與運輸規劃模式整合時，無需取得實際道路上各車輛之逐秒車速變化資料，便可直接應用路段（LINK）平均車速與旅行時間作為輸出項；且無論路段平均車速為何，皆可與本計畫之推估曲線結合，以進行不同交通政策方案之評估。

表 7.1-2 國道收費形式案例各模式計算/估算基礎與結果比較

數值	能耗、排放總量	平均單一趟次之能耗、排放量		
	能耗、排放實際值	能耗、排放實際值	本計畫模式推估值	MOBILE-Taiwan 推估值
計算/估算方式	<ul style="list-style-type: none"> ●本計畫(實驗A車)道路實驗資料庫中擷取而得 ●人工=(總通過量)*(人工回數票收費平均排放量) ●ETC 計次=(人工收費通過量)*(人工回數票收費平均排放量)+(ETC 計次收費通過量)*(ETC 計次收費平均排放量) ●ETC 里程=(總通過量)*(ETC 里程收費平均排放量) 	<ul style="list-style-type: none"> ●本計畫(實驗A車)道路實驗資料庫中擷取而得 	<ul style="list-style-type: none"> ●藉由實驗A車之\hat{N}_{99}推估曲線(g/s)乘上各路段(LINK)旅行時間後加總所求得 	<ul style="list-style-type: none"> ●以 MOBILE-Taiwan 所提供之 CO₂ 排放係數(96 年度/非北高縣市/自用小客車)，經單位轉換後(由 g/km 轉為 g/s)，再乘上各路段(LINK)旅行時間後加總所求得
計算/估算結果	<ul style="list-style-type: none"> ●能耗(噸)：人工>ETC 計次>ETC 里程 ●CO₂ 排放(噸)：人工>ETC 計次>ETC 里程 ●CO/THC/NO_x(噸)：人工>ETC 計次>ETC 里程 ●相較於人工，ETC 計次之能耗與各種排放總量下降幅度不大，皆在 2.5%以內；而 ETC 里程之減量效果較為明顯，尤以 CO 及 THC 可減少 60%以上的排放最為顯著。 	<ul style="list-style-type: none"> ●能耗(<i>l</i>)：人工>ETC 計次>ETC 里程 ●CO₂ 排放(g)：人工>ETC 里程>ETC 計次 	<ul style="list-style-type: none"> ●能耗(<i>l</i>)：人工>ETC 計次>ETC 里程 ●CO₂ 排放(g)：人工>ETC 計次>ETC 里程 	<ul style="list-style-type: none"> ●能耗(<i>l</i>)：ETC 里程>ETC 計次>人工 ●CO₂ 排放(g)：ETC 里程>ETC 計次>人工

註：「人工」：全面人工回數票；「ETC計次」：人工與ETC計次收費併行；「ETC里程」：全面ETC里程計費。
資料來源：本計畫。

2. 都市道路排放

本計畫以實驗 B 車在市區道路實驗資料（臺中市），進行都市道路案例分析，除觀察路口的排放特性之外，亦針對不同的模式應用整合方式進行相關探討，如能耗、排放之估算單位差異、逐秒累計與平均車速加總等估算方式差異等。其中，因能耗與排放之相關性極高，因此，本案例僅以 CO₂ 排放進行上述之分析。以下將此案例所得之重要結論彙整如下：

- (1) 路口排放特性觀察與研究成果展示：就本計畫所選擇的路口實驗數據而言，車輛於路口停等所造成的排放最高可達到 65%。由此推知：車輛停等特性對於路口排放有顯著的影響，因此，改善路口的停等情形對於排放減量應有明顯的助益。同時，本計畫亦利用實驗車 GPS 座標與地圖座標，將路口排放資料與地圖相結合，並以球形大小呈現各路口平均每趟次的 CO₂ 排放量，以將車輛排放特性展示成圖形較易被理解，有助於研究單位向社會大眾進行解說及宣傳。
- (2) 路口與路段單位長度及單位時間排放量差異：整體而言，路口排放總量較路段高，兩者的比例平均約為 6：4，代表路口排放對觀

察路線總排放的影響較大。然而，若以不同估算單位進行排放量推估時，會有表 7.1-3 之差異。市區道路因號誌或其他因素導致總行車時間增加時，傳統單位距離排放率完全無法反應其對排放的影響（旅行距離沒有改變），但以本計畫時間單位排放率卻能夠概略估算出所增加的排放量，即使不區分路口、路段排放率的差異，推估誤差也可控制在可接受範圍。顯示未來模式推估能耗、排放總量時，可以應用單位時間能耗、排放率進行，無須區分路段或路口差異，即可得到具平均行駛車速敏感性的結果。

表 7.1-3 能耗、排放之估算單位差異

單位差異	單位長度 (g/km)	單位時間 (g/s)
結果比較	路口>路段：路口約為路段之 1.8 倍	路段>路口：路段僅略高於路口，約 1.1 倍
探討	<ul style="list-style-type: none"> ●在同樣長度的道路距離中，路口距離占比越多造成的排放量越大。 ●同樣旅行距離下，無法呈現因號誌、擁擠等因素導致旅行時間改變時的排放量變化。 ●必需區分路口與路段長度分別估算其排放量，否則無法有效推估總排放量。 	<ul style="list-style-type: none"> ●同樣旅行距離下，可以呈現因號誌、擁擠等因素導致旅行時間改變時的排放量變化。 ●不區分路口與路段的旅行時間，仍可有效估算總排放量。

資料來源：本計畫。

- (3) 逐秒累計與平均車速加總之推估結果差異：針對市區道路之路段與路口分析，分別就逐秒累計及平均車速 2 種方法對觀察路線總排放加以推估。結果顯示，利用平均車速加總求得之排放量皆高於瞬時車速，但 2 者差異不大，僅約 3~6%。因此，若車速流量曲線對於旅行時間具有良好的推估能力，則可直接用平均車速推估排放量。

綜合上述重要結果，本計畫認為：運輸規劃模式一般未考慮路口號誌變化的影響。就本計畫案例分析結果而言，以路段含路口的平均車速推估排放量，其誤差在運輸規劃模式可接受範圍，建議運輸規劃模式可以路段平均旅行車速進行排放推估。但若運輸規劃模式或積極發展中的中觀、微觀模式，可考量號誌改善對路口延滯的影響，則建議可考慮將路口跟路段分開考慮：路段排放量需利用本計畫所建立的車速與排放模型進行估算；路口排放量則應依照路口號誌及停等特性另建模式計算；收費站亦應有相同的處理方式，以增加分析模式對於排放的推估完整性。

7.2 建議

本計畫係一項先導研究 (pioneer study)，在過去這 2 年期之研究期間內，已可由運輸規劃角度探討運輸行為與能源消耗、污染排放之關聯性，

發展一套整合性評估架構，並藉由調查分析車輛之能耗、排放相關特性參數，成功建立一套公路運輸之能耗、排放模式。同時，對於如何將研究成果應用在運輸規劃上加以說明，並選取案例進行研究成果應用及分析驗證本計畫所建構關聯模式之可操作性與正確性，以作為後續研究建構「運輸規劃與能源消耗、排放整合型模式」與進行政策分析探討的基礎。然而，在有限的研究資源下（設備取得、經費、時間與研究人員等），本計畫之成果仍有許多可再精進之處，故區分為關聯模式之穩定性與推估能力之準確度提升（7.2.1 節）、整體模式之完備性增進與應用範圍擴增（7.2.2 節）等 2 類分述之，最後並分享本計畫在資料蒐集、處理與模式建構過程中之經驗（7.2.3 節），提供後續研究參考。

7.2.1 關聯模式之穩定性與推估準確度精進

本計畫現階段雖可以實驗車輛在各種道路類型上取得之隨車速變動的能耗、排放資料，直接建構動態的能耗、排放推估曲線（ $\hat{N99}$ ），並可有效推估實際道路上之動態能耗、排放情形，且其推估能力較 $\hat{N99}^3$ 為佳。然而，本計畫認為就模式長期發展與實際應用層面而言，仍應以連結各轉換率方式建構之能耗/ CO_2 動態曲線（ $\hat{N99}^3$ ）為主，除可求取符合一般交通狀態之能耗、排放情形，同時，又能使未來運輸規劃模式應用相對簡便、模式建構成本相對節約，以利未來模式具備持續性發展之可能性。目前所建構之 $\hat{N99}^3$ 動態推估曲線，主要是由轉換率穩定性較高的路徑 3（亦即以 R11、R12 與 $\overline{N7}$ ）建構而成；然而，未來若能提高其他各轉換率之穩定性，並確認其在不同車型間之可移轉性時，則可嘗試以其他路徑建構此一關聯模式，以提升關聯模式之穩定性與推估準確度。因此，以下針對可能影響整體推估模式穩定性之轉換率，檢討本計畫雖已可取得分析資料以及既有初步成果，並將現階段尚未能有所定論之議題加以彙整，分別提出具體建議，以期許後續研究能在本計畫之基礎上，持續進行後續之分析並做更為深入之探討與改進：

1. R7 轉換率（車重/頭燈/空調之綜合轉換率）：本計畫經差值與變動比例之分析方法，探討 2 實驗車輛 R7 之轉換率關係。分析結果顯示，R7 轉換率可能受車輛特性之影響，而導致其在不同車型間不具有移轉性；但分析過程中也發現，運用不同的方式所求算之 R7 轉換率，所得 2 實驗車輛隨車速之變動趨勢恰好相反。然而，由於本計畫在 B 車的實驗設計中，並無包含 #5 實驗，故無法釐清 2 車 R7 分別受重量(R3) 或有無開頭燈、開空調（R6）等差異之影響程度，以及其個別與車速之間的關係為何，亦無法了解在不同的加減速狀態下，上述轉換率與車速間是否具有規律的變動關係，因而無法提供完整的 B 車實驗調查資料。若後續相關研究欲進一步釐清此關係時，建議仍須將 B 車 #7、

#5、#0 等完整實驗項目納入實驗設計中，以確保實驗調查資料的完整性。循此完成各實驗車輛之 R3、R6 轉換率分析後，才有機會探討分析如何能得到較為穩定且一致的轉換關係；同時，亦可嘗試以其他路徑建構整體模式，提升整體模式推估能力之可靠度。

2. R11（實驗環境與行車型態之綜合轉換率）：此一轉換率乃由 R2（實驗環境差異）與 R8（行車型態差異）2 轉換率所構成之綜合效果。本計畫雖曾針對 R11 進行拆解，分別對 R2 與 R8 進行探討，但初步分析結果發現，2 轉換率隨車速之變動趨勢與本計畫原始假設不盡相同，究其因乃 2 轉換率之關鍵實驗 #8 無法完全複製各道路類型行車型態所致。但本研究因受限於時間限制，尚未對 R2 與 R8 做較為深入的探討，因而暫以 R11 綜合轉換率進行整體模式建構。此外，本計畫目前所應用之 R11 轉換率，會受到車輛特性、道路類型之影響而有所差異，因此，2 車在各道路類型上之 R11，皆必須以不同的推估方程式加以配適。對此，建議後續研究可將 R11 之綜合轉換率加以拆解，或考慮以差值、區分加減速或不同道路類型等分群方式，重新分析 R8、R2 與車速之相關性、是否可在不同車輛或不同道路類型間進行移轉，以及 2 者對於 R11 之影響程度等議題，以瞭解 2 車在不同道路類型間之 R11 差異來源為何，以及造成不同車輛間的變異原因，以便後續研究能嘗試以其他模式建構路徑，改善整體模式推估能力之可靠度與穩定性。

最後，必須在此強調的一點是，本計畫研究成果所使用之動態能耗、排放推估曲線，與傳統模式所慣用之曲線不同，係將傳統模式所慣用的能耗、排放單位（g/km），轉換為以每單位時間之能耗、排放（g/s）呈現。因此可能造成將來實際應用時，無法直接且快速地判斷平均旅行車速變化，對於以 g/km 為單位所量測的能耗、排放總量之影響。故建議後續研究，可分別以不同單位（如 g/sec 或 g/km 等）呈現之模式推估結果，進行比較分析，並驗證本計畫關聯模式之穩定性。

7.2.2 整體模式完備性之增進與應用範圍擴增

由於本計畫所建構之關聯模式目前仍屬創新研究，乃僅以大宗（主流）車型、選取主要道路類型與實驗室行車型態進行實驗，因此，在尚無相關研究成果可供比較的情形下，本計畫目前所取得之資料庫與關聯模式建構結果，仍無法具有足夠之代表性，且整體模式之完備性與穩定性亦未達可供廣泛應用之階段。對此，本計畫針對後續研究可再精進之處，分別提出下列具體之相關建議：短期而言，可以增加實驗設計方式，取得更多不同條件下之測試資料，並結合本計畫已建構之龐大資料庫與模式建構結果，以發揮其經濟效益，使研究成果更加完整；長期而言，則可依據車種（如

機車、公車等)、道路類型、交通情況等，逐年累積實際道路測試值資料庫，以增進整體模式之完備性及應用範圍。

1. 短程研究建議：以改進本計畫之實驗設計、增加實驗車型等所需研究期間較短、研究成本較低之方式，取得更為完整之分析資料，增進整體模式之完備性。

(1) 直接建構之實際道路動態推估曲線 (\hat{N}_{99}) 修正

- ① 實際道路動態推估曲線修正：由於本計畫現階段所建構之 \hat{N}_{99} 推估結果，實乃實驗車輛在實驗條件（開頭燈/空調，並承載實驗設備、耗材與人員等）下之動態能耗、排放率，亦即類似於實際道路上之車輛在高承載狀態下之能耗、排放情形。因此，建議後續研究可藉由實驗設計或相關文獻取得之數據，運用統計分析方式修正目前所取得之 \hat{N}_{99} 能耗、排放曲線，以排除實驗條件（設備、耗材與人員之重量）對於道路實驗能耗、排放的影響，找出符合真實情況的道路動態能耗、排放推估曲線 (\hat{N}_{98})。

(2) 以轉換率建構之道路動態推估曲線 (\hat{N}_{99}^3) 修正

- ① 實驗 B 車實驗室實驗補測：為確保 2 車關聯模式能夠相互比對，因此建議後續研究可針對實驗 B 車加以補測，補測項目大致包含：#5、以及 #0~#7 之 EU 行車型態測試等。其中，#5 之補測乃補充搜集 R3 與 R6 分析所需之資料，並同時用以釐清 2 車 R7 與車速之關連性等分析。其次，透過實驗 B 車在 EU 行車型態下的 #0~#7 實驗，則可進一步結合本計畫之實驗 A 車 EU 資料庫，進行 2 實驗車輛之間 (EU)，以及個別車輛本身 (EU 與 FTP) 的比對分析，以釐清不同的法規審驗測試行車型態下之動態能耗、排放特性是否有所差異。
- ② 2 實驗車輛之 #10 實驗補測：本計畫因研究資源（包含經費、油品與時間等）限制，因此，在目前實驗設計中，尚無法進行完整道路類型之 #10 實驗；然而，#10 為模式建構路徑 2 中之關鍵實驗，因此，後續研究如欲嘗試以該路徑建構關聯模式時，應先完成完整之 #10 實驗，並在本計畫所提供之分析基礎上，分別針對這些轉換率進行統計比對與驗證（如 R7 與 R9、R8 與 R10 等）。
- ③ 實驗室資料庫融合 (EU 行車型態之資料補充調查)：由於本計畫所選定之 2 實驗車輛，其法規測試行車型態皆屬於 FTP-75 標準測試，因此，受限於該行車型態特性，本關聯模式之推估值僅能推估至車速 97km/hr 為止；亦即當模式應用時，高速公路車速超過 97km/hr 以上，本研究僅能提供建議的能耗、排放量推估曲線，但無法確保與驗證其準確性。相對地，EU 行車型態之最高車速可達 120 (km/hr)，因此，若能運用 EU 的數據來建構實驗室資料庫

時，應可解決目前模式建構所遭遇之困難。

- (3) 新增道路類型實驗：為完整推估公路系統之能源消耗、排放情況，仍需要進一步建立其他道路類型的關聯模式。例如，省道山區 1 車道 (CLASS 21)、縣道低干擾 1 車道 (CLASS 33) 等，均是相當重要的道路類型，但目前仍缺乏資源進行調查。
 - (4) 新增實驗車型：本計畫選取之 2 實驗車輛間，在車型、適用之環保標準、廢氣再循環系統之配備等特性上，均有顯著差異。因此，當 2 車之關聯模式或調整因素有所歧異時（如 R11、R0 等），受限於缺乏其他資料佐證，目前將難以判定主要的影響因素為何，亦無法推廣應用至其他車型，需要後續研究持續累積資料，才能提出完整分析。建議後續研究中可逐步測試其他市場總量占比較大之車款，以驗證所建構模式在各車型間之適用性。同時，亦需儘可能控制車輛特性（包含環保標準、EGR 等）等條件，以減少因實驗車輛特性差異所造成之推估誤差。長期而言，則可依據車型、道路類型、交通情況等，逐年累積實際道路測試值資料庫。
2. 長程研究建議：長期而言，建議後續研究可進一步蒐集其他車種動靜態之能耗、排放特性參數與其能耗、排放關聯模式，如城際客運、機車與市區公車等資料庫建置，並將其分別納入城際模式與都會地區模式中，以建立完備之綜合評估模式。後續可試分析高速公路全體 ETC 匝道收費、地區轉運站、公車專用道及公車路網調整方案等案例之能耗、排放效益比較分析。然而，上述不同實驗車種之測試，必須先克服實驗條件與資源之限制，例如機車之道路實驗必須克服實驗設備與耗材裝置的問題，而大客車之車輛較小客車難以取得，且實驗經費較高等。至於近年來使用其他燃油種類（如 hybrid、生質柴油）之車輛燃油經濟性等測試，亦為目前國外的研究重點，如美國已執行許多生質柴油之重車研究。本計畫目前所使用的車載量測設備，也可量測重車與柴油車輛之能耗、排放。惟重車與柴油車輛並非本計畫之研究範圍，且測試方法更為困難，建議未來可考慮另案研究。

7.2.3 資料蒐集、處理與模式建構經驗分享

本計畫因採用新式車載量測儀器進行能耗、排放資料擷取工作，同時提出之模式建構概念橫跨運輸、環保與車輛等多種領域，因此，於研究期間必須一一克服在資料取得、分析與各領域間模式接合過程中所遭遇之阻力與困難，對此本計畫將研究期間所累積之相關經驗，分別羅列如下，以供後續相關研究分享與參考。

1. 實驗設計與流程注意事項

- (1) 實驗時程安排：本計畫所使用之車載量測設備，會因實驗車型之差異而需搭配不同的流量計量測設備，且此流量計量測設備必須由設備廠商製作與提供，導致本計畫之執行經費增加，並延後實驗期程。建議後續研究在進行類似之實驗時程安排時，可儘早確定實驗車型，以避免影響實驗進度。
- (2) 實驗車輛選取條件：本計畫租賃使用之實驗 B 車，係屬 2008/2 出廠之新車，故交車時里程數僅有 1,066 公里，因此其引擎特性可能仍處於新車不穩定的狀態；然而，受限於計畫時程，本計畫僅能先行以此實驗 B 車進行實驗。建議後續研究在進行實驗車輛選擇時，需同時考量實驗車輛之車齡狀態，以避免同樣狀況發生，進而對實驗取樣數值造成影響。
- (3) 案例分析需求：本研究因在實驗設計階段時，尚未考量後續案例分析之需求（如 ETC 車機），因而導致關聯模式於案例分析應用時有所限制，如實驗車輛基本配備、路線安排等差異。故建議後續研究應先行於實驗設計階段，考量後續案例分析與探討主題，並將其納入整體實驗設計中，以取得充足之分析資料。
- (4) 模式建構代號系統性替換：本關聯模式因尚屬持續建構階段，因此所使用之符號無法直接理解，建議後續研究待研究結果穩定後，可就各代號之意義，以直觀、易於理解的方式系統性替換之。

2. 資料擷取、處理與篩選

- (1) 資料有效性判讀：由於本計畫在擷取實驗資料之過程中，受限於儀器設定、介面整合等問題，因而無法取得完整之車輛運轉參數，導致在實驗資料之處理過程中，無法以最合理的方式判讀資料有效性。因此，建議後續研究應改善目前車載設備儀器資料取得之完整性，取得車輛引擎運轉資料，以建立合理的資料篩檢邏輯，確保建構模式之資料數值的可信度（詳見附錄 1）。
- (2) 實驗配重影響：本計畫於第 2 年期中所選用之實驗 B 車，為維持與實驗 A 車之實驗條件相同，因此，實驗 B 車於 #0 與 #7 之車重差值必須控制在 222 公斤。由此所求算出實驗 B 車之實驗配重為 362 公斤，此重量負荷可能造成實驗 B 車所得數據之可靠性降低。為避免此實驗配重造成實驗結果上的誤差，建議後續研究除了建立一套合理的資料判讀方式之外，亦可在實驗室中，以不同的實驗配重進行相同實驗，以釐清實驗配重對於數據造成之影響。
- (3) 行車型態之代表性：由本計畫實驗設計之 #8 實驗可知，即使本實驗已儘可能掌握各道路類型之駕駛行為特性，並以車速分布百分比擷取實際道路複製曲線，但仍無法完全複製實際道路之行車狀態。此結果說明現行法規審驗測試中，同樣所採用之各區域行車

型態（車速-時間曲線）可能也有類似的問題存在，值得法規審驗測試或代表性行車型態之相關研究重視探討。

3. 各領域間資料整合

- (1) 法規審驗測試之標檢值來源不一：由實驗 B 車(NCP91L-AHPRKR YARIS)於能源局 96 年度車輛油耗指南以及環保署排放審驗資料發現，其能耗與排放標檢值，並非來自於同一測試單位、同一法規審驗測試行車型態（EU/FTP）、同一輛選手車之測試結果。這是由於新車之能耗與排放法規審驗測試資料，是消費者選擇車輛時的重要參考資訊，故一般車廠會選擇單項較佳之測試值分別進行認證，因而導致該車之 FUEL 與 CO₂ 排放，分別來自於不同測試機構、不同選手車或不同法規審驗測試型態之結果，因而導致本計畫在實驗室資料庫（#0、#5、#7）建置時，法規審驗測試行車型態選擇（EU 或 FTP）之困擾，同時，此問題亦可能造成本計畫成果應用之困難，以及模式應用範圍之限制。
- (2) 道路類型定義：目前運輸規劃模式所採用的路網資料，部分路段之道路類型的定義不盡然恰當，可能需要進一步予以檢討釐清，並思考道路幾何型態、路段長度、混合車流等特性，對於車輛動態行駛之能耗、排放的影響。
- (3) 路段（LINK）的模式分析：本計畫現階段所建構之模式推估值，乃以車輛瞬時資料建構之動態能耗、排放曲線為主；而運輸規劃模式之輸出項則為以路段（LINK）為基礎的平均車速與旅行時間。本計畫案例分析中已初步嘗試以逐秒累計與路段平均車速加總等 2 種方式進行模式整合，並將其所求得之能耗、排放總量，與道路實驗實際量測所得之能耗、排放總量進行初步比對分析。建議後續研究可針對 2 者間之接合方式進行更多的探討。
- (4) 路口參數之建立：目前的運輸規劃軟體在建立路網時通常只考慮路段節線的屬性，未來應把路口跟路段分開考慮，路段排放量需利用本計畫所建立的車速與排放模型進行估算，路口排放量則應依照路口號誌及停等特性加以分類計算，加強運輸規劃模式的排放推估能力。
- (5) 研究成果呈現方式：減少排放為當前政府主要政策之一，因此在案例應用上除了對不同運輸政策所造成的排放變化進行分析，也應加強圖形展示功能，包含與電子地圖相結合，並簡化資料處理及轉換為圖形的過程，以利於將研究成果傳遞給各界，加強相關政策推動時的宣導效果。

參考文獻

1. Barth, M., Malcolm, C. and Scora, G. (2001), Integrating a comprehensive modal emissions model into ATMIS transportation Modeling Frameworks, California PATH Research Report, UCB-ITS-PRR-2001-19.
2. Boulter, P.G., Barlow T., McCrae I. S. and Latham, S. (2006), OSCAR : On-board Emission Measurements in Central London, TRL Report: UPR/IE/034/06.
3. CMEM website, <http://pah.cert.ucr.edu/cmem/>. Accessed on 2008/3/22.
4. Coelho, M. C., Farias, T. L. and Rouphail, N. M. (2004), Measuring and Modeling Emission Effects for Toll Facilities. Submitted for consideration for publication and presentation at the 84th Annual Meeting of the Transportation Research Board, January 9-13, 2005.
5. CTCI (1996), User's Manual for Mobile-Taiwan Version 2, CTCI Corporation, Taipei, Taiwan.
6. Hung, W.T. and Tong, H.Y. (2000), Review of vehicle emissions and fuel consumption modeling approaches at signalized road network, Proceedings of the 5th Meeting of Hong Kong society for Transportation Studies, December 2, 2000, Hong Kong, pp234-239.
7. Lents, J. (2002), International vehicle emissions modeling, presentation on the meeting of Better Air Quality in Asian and Pacific Rim Cities (BAQ 2002), December 16-18, 2000), Hong Kong Convention and Exhibition Centre (HKCEC) .
8. Nam, E. K., Gierczak, C. A. and Butler, J. W. (2003), A Comparison of Real-World and Modeled Emission Under Conditions of Variable Driver Aggressiveness, at the 82rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., January 2003.
9. Pindyck, R. S. and Rubinfeld, D. L. (1998), Econometric Models and Economic Forecasts, Fourth Edition, Irwin/McGraw-Hill, Singapore.
10. Qiao, F. and Yu, L. (2007, January), On-Road Vehicle Emissions in Beijing, China: An Experimental Study Using PEMS, at the 86th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C..
11. Qiao, F., Yu, L. and Vojtisek-Lom, M. (2005), On-road vehicle emission and

- activity data collection and evaluation in Houston, Texas, In Transportation Research Record : Journal of the Transportation Research Board, No.1941, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., PP.60-71.
12. Rakha, H., Ahn, K., El-Shawarby, I. and Jang, S. (2004, January), Emission Model Development Using In-vehicle On-Road Emission Measurement, at the 83rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C..
 13. Rilett, L.R., Zietsman, J., Kim, S. and Tydlacka, J. (2004, January), Portable Emission Measurement Systems: Lessons Learned, the 83rd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C..
 14. Samaras, Z. and Zierock, K. H. (2007), Methodology for the calculation of exhaust emissions–SNAPs 070100-070500, NFRs 1A3bi-iv, EEA (European Environment Agency).
 15. Worsley, T. (2007), Managing Urban Traffic Congestion, OECD PUBLICATIONS.
 16. Yu, L., Jia, S., Qiao, F. and Qi, Y. (2008), Research on Transportation-Related Emissions: Current Status and Future Directions, at the 87th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C., January 2008.
 17. Zhang, K. (2006), Micro-Scale On-Road Vehicle-Specific Emissions Measurements and Modeling, Unpublished dissertation, Department of Civil, Construction, and Environmental Engineering, North Carolina State University.
 18. 92 年使用中車輛能源效率評估與提升研究計畫，取自車輛耗能研究網站：http://auto.itri.org.tw/research/92_achievement.html(擷取日期：2007/3/20)。
 19. 王虎、趙清、孫鴻(2007)，「從車輛排放特性曲線研究 IVE 模型對我國城市車輛的適應性」，河南科技大學學報自然科學版，第 28 卷第 1 期，頁 34～頁 45。
 20. 王海鯤、陳長虹、黃成等(2006)，「應用 IVE 模型計算上海市機動車污染排放」，環境科學學報，第 26 卷第 1 期，頁 1～頁 9。
 21. 交通部運輸研究所，「能源消耗、污染排放與運輸規劃作業關聯分析之研究(1/2)」，2008 年 5 月。

22. 交通部運輸研究所，「國家永續發展之城際運輸系統需求模式研究(2/4)」，2006年5月。
23. 交通部運輸研究所，「國家永續發展之城際運輸系統需求模式研究(3/4)」，2007年8月。
24. 交通部運輸研究所，「運輸部門能源節約及溫室氣體減量潛力評估與因應策略規劃」，2006年4月。
25. 車輛公會統計銷售資料，取自：<http://www.ttvma.org.tw/cht/information.php>(擷取日期：2008/3/21)。
26. 財團法人工業技術研究院，「車輛油耗指南」，經濟部能源局，2008年2月。
27. 財團法人工業技術研究院，「車輛耗能效率提升研究計畫」，經濟部能源委員會，2001、2002。
28. 張欣聰，「高雄臨港線鐵路發展為輕軌捷運之社會成本效益分析」，國立成功大學交通管理科學研究所碩士論文，2001。
29. 許建昌，「車輛道路實際排放特徵研究與應用」，武漢理工大學車輛工程研究所碩士論文，2006。
30. 曾平毅、張瓊文、陳文斌(2006)，「無衝突左轉停等車之疏解特性」，運輸計劃季刊，第35卷第2期，頁233～頁260。
31. 黃定華，「車輛行駛工況與排放率關係及其數據庫研究」，武漢理工大學動力機械及工程研究所博士論文，2008。
32. 溫蓓章、鍾慧諭等(2008年5月)，「建構一套兼納車輛能耗與排放關聯分析之運輸規劃評估模式」，Seventh Asia-Pacific Transportation Development Conference & 21st ICTPA Annual Meeting, Southeast University, Nanjing, China。

附錄 1 實驗紀錄、資料回收處理與初步 分析結果彙整

附錄 1.1 實驗 A 車

附錄 1.2 實驗 B 車

附錄 1.1 實驗 A 車

1.1.1 實驗路線設計

1. 96 年度道路實驗檢討

本節檢討 96 年度之道路實驗數據分析結果，發現實驗 A 車之道路實驗數據仍有下列缺漏之處。

(1) 道路層級不完整

在主要 7 種道路層級中，鄉道及市區道路未進行測試。

(2) 國道樣本數比例過高

在 96 年度實驗中，為了蒐集國道低速資料、比較不同地區國道差異，以及車輛補給及檢修的考量，因此行經國道 1 號的時間遠高於其他道路，樣本數亦遠超過其他道路。

(3) 快速道路實驗情形不理想

快速道路雖已進行道路實驗，但受限於天候因素及不同快速道路特性差異過大，所建立之實驗樣本資料庫並不完整。

2. 97 年度道路實驗路線修正與補測

根據 96 年度道路實驗檢討結果，針對資料缺漏之處，並同時考量模式建構與應用之需求，適度調整實驗 A 車之實驗路線設計，本年期實驗 A 車道路實驗路線擬定原則如下：

(1) 補足 96 年度未實驗之道路類型

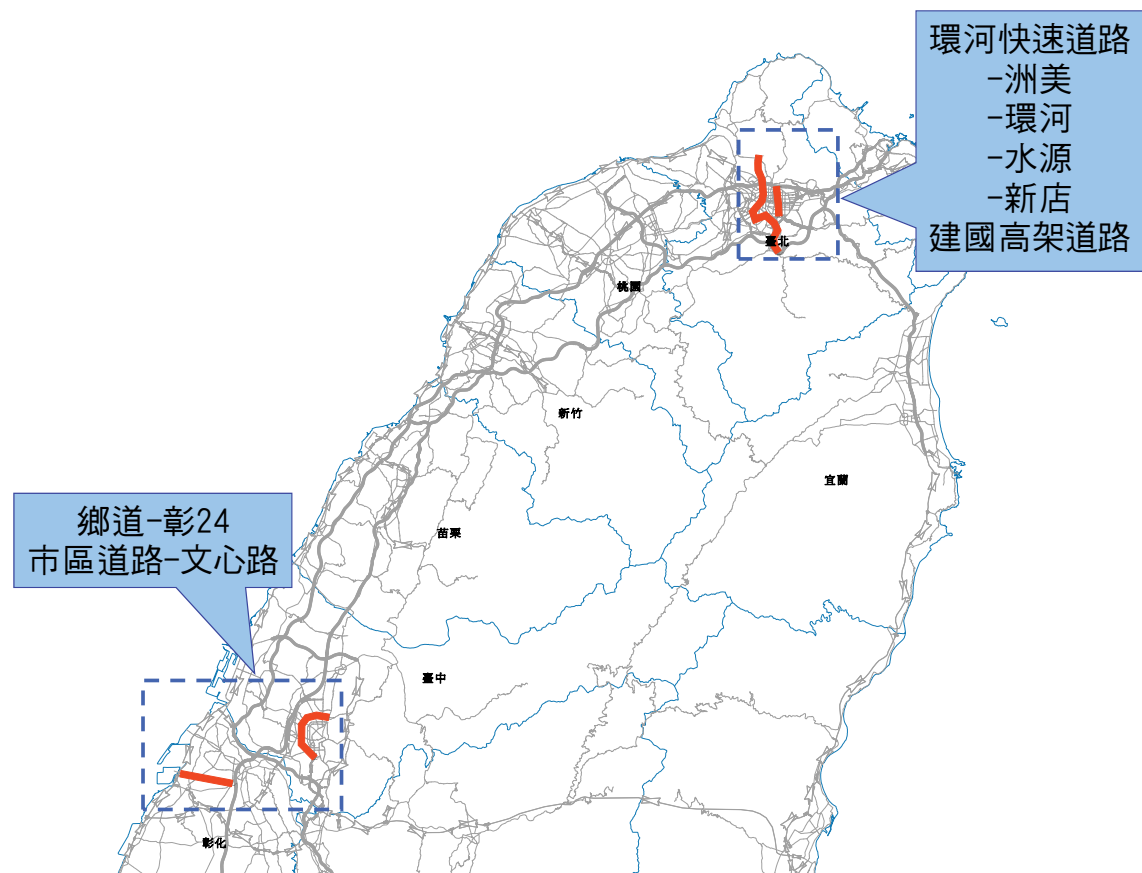
在 96 年度之實驗中，缺乏鄉道層級及市區道路層級的道路，且快速道路的實驗結果並不穩定，因此先以 96 年度之實驗 A 車進行快速道路（CLASS 11）、鄉道（CLASS 43）及市區道路（CLASS 53）的測試。

(2) 縮短實驗取樣時間

依據 96 年度道路實驗結果分析，及考量實驗車油料、電瓶及耗材的限制，將減少取樣時間。特別是減少由車輛中心行駛至中繼點之間取樣，例如車輛中心行駛至北部中繼點的路程，此路程多為國道 1 號高速路段，進行取樣無助於實驗資料庫的完整性，因此本年期實驗將只針對重點路段進行取樣。

3. 97 年度道路實驗計畫

本年期道路實驗計畫依照路線不同，共分為市區道路、鄉道及快速道路補測，以下為各補測實驗路線之詳細說明與記錄，而各路線位置則如附圖 1.1.1 所示。



資料來源：本計畫。

附圖 1.1.1 97 年道路實驗路線位置圖：實驗 A 車

(1) 市區道路-臺中

本計畫以臺中市文心路及文心南路為市區道路的代表類型，由車輛中心出發後，經由縣道、國道及臺 63 街接文心南路，接續行駛文心路 1 段至 4 段，直到文心路 4 段與北屯路路口。之後由文心路 4 段開

始反方向行駛上述路徑，至文心南路後經由臺 63、國道及縣道返回車輛中心。預計晨峰及昏峰時段各別進行實驗，晨峰時段路線如附表 1.1-1 所示，昏峰路線與晨峰相同，出發時間則為 16：00。

附表 1.1-1 CLASS 53 市區道路實驗路線-晨峰：實驗 A 車

出發時間	到達時間	主要道路名稱	CLASS	是否進行取樣
7：00	7：30	縣 142	34	否
7：30	7：45	國 1/國 3	1	否
7：45	7：50	臺 63	11	否
7：50	8：20	文心南路-文心路 4 段	53	是
8：20	8：30	休息折返		否
8：20	8：50	文心路 4 段-文心南路	53	是
8：50	9：00	休息折返		否
9：00	9：30	文心南路-文心路 4 段	53	是
9：30	9：40	休息折返		否
9：40	10：10	文心路 4 段-文心南路	53	是
10：10	10：20	臺 63	11	否
10：20	10：35	國 1/國 3	1	否
10：35	11：05	縣 142	34	否

註：昏峰路線出發時間為 16：00

資料來源：本計畫。

(2) 鄉道-彰化

本計畫所選鄉道以鹿港鎮境內的彰 24 為主，由離車輛中心最近的彰 28、彰 25 銜接彰 24，直至鹿港鎮溝乾巷後，經由鹿和路迴轉，反方向行駛彰 24、彰 25 及彰 28。由於整趟路線長度較短，擬以重覆行駛方式進行，單趟實驗路線如附表 1.1-2 所示，於 7：00～9：00 及 16：00～18：00 之間重複行駛。

附表 1.1-2 CLASS 43 鄉道實驗路線-晨峰：實驗 A 車

出發時間	到達時間	主要道路名稱	CLASS	是否進行取樣
7：00	7：03	彰 28	43	是
7：03	7：06	彰 25	43	是
7：06	7：16	彰 24	43	是
7：16	7：19	彰 19	43	是
7：19	7：22	鹿和路 3 段（縣 135）	34	是
7：22	7：32	彰 24	43	是
7：32	7：35	彰 25	43	是
7：35	7：38	彰 28	43	是
7：38	7：48	休息折返		否

註：1.晨峰時段重複行駛此路線至 9：00

2.昏峰路線出發時間為 16：00，行駛至 18：00

資料來源：本計畫。

(3) 快速道路-建國高架道路

與 96 年度路線相似，於 7：00～9：00 及 17：0～19：00 之間重複行駛建國高架道路辛亥路端至民權東路出口，考量補給便利性，皆以中華經濟研究院為起迄點。

(4) 快速道路-環河快速道路

行駛洲美快速道路、環河快速道路、水源快速道路及新店環河快速道路，共 4 條快速道路，起迄點均設置於中華經濟研究院，受限於水源快速道路之設計，因此自中華經濟研究院出發後先往南行駛，至新店後往北行駛至北投，再往南行駛至新店，之後折返行駛水源快速道路至基隆路後，返回起點。晨峰實驗路線如附表 1.1-3 所示，昏峰路線與晨峰相同，出發時間則為 17：00。

附表 1.1-3 CLASS 11 快速道路-環河快速道路實驗路線-晨峰：實驗 A 車

出發時間	到達時間	主要道路名稱	CLASS	是否進行取樣
7：00	7：05	基隆高架道路	11	是
7：05	7：07	水源快速道路	11	是
7：07	7：17	新店環河快速道路	11	是
7：17	7：27	休息折返		否
7：27	7：37	新店環河快速道路	11	是
7：37	7：47	水源快速道路	11	是
7：47	8：02	環河南北快速道路	11	是
8：02	8：04	延平北路 6 段	53	是
8：04	8：09	洲美快速道路	11	是
8：09	8：29	休息折返		否
8：29	8：34	洲美快速道路	11	是
8：34	8：36	延平北路 6 段	53	是
8：36	8：51	環河南北快速道路	11	是
8：51	9：01	水源快速道路	11	是
9：01	9：11	新店環河快速道路	11	是
9：11	9：21	休息折返		否
9：21	9：31	新店環河快速道路	11	是
9：31	9：41	水源快速道路	11	是
9：41	9：46	基隆高架道路	11	是

註：昏峰路線出發時間為 17：00

資料來源：本計畫。

1.1.2 實驗執行計畫說明與分析結果彙整（道路實驗）

在實際執行道路實驗計畫之前，本團隊首先針對實驗 A 車之補測路線（CLASS 11）以及新增之實驗路線（CLASS 43 與 CLASS 53）等，以實驗 A 車進行試跑，試跑之目的除使駕駛熟悉實驗路線之外，亦可透過試跑資

料，先行檢視整體實驗路線設計與出發時間是否有調整之必要。

1. 道路實驗路線試跑情形

實驗路線之試跑共分為：鄉道、市區道路及快速道路-環河快速道路，試跑日期及所蒐集之車速樣本分布如附表 1.1-4 所示，其中市區道路及鄉道的車速集中於 40~60km/hr 之間，且在最高速限下的各車速區間都有資料。

快速道路則集中於 50~70km/hr 之間，相較於其餘道路而言，車速 10km/hr~30km/hr 之樣本數較少。但相較於高速公路而言，怠速及 10km/hr 以下的樣本比例較高，原因在於環河快速道路有部分平面路段，且以號誌管制進出，導致出現停等現象。因此在建構關聯模式時，需捨棄路口及非完全管制進出路段的資料。

附表 1.1-4 A 車 97 年實驗路線試跑結果

車速範圍 (km/hr)	各道路類型車速分佈 (%)		
	CLASS 11 快速道路 (97/3/17)	CLASS 43 鄉道 (97/3/11)	CLASS 53 市區道路 (97/3/7)
怠速	3%	8%	9%
000~010	10%	10%	32%
011~020	3%	4%	7%
021~030	3%	8%	6%
031~040	5%	10%	7%
041~050	13%	26%	13%
051~060	25%	28%	17%
061~070	30%	6%	9%
071~080	7%	0%	0%
081~090	1%	0%	0%
091~100	0%	0%	0%
100 以上	0%	0%	0%
合計	100%	100%	100%
總樣本數	2,482	2,730	3,313

資料來源：本計畫。

2. 實驗 A 車路線說明與實際測試情形

根據前附錄 1.1.1 所設計之實驗路線及排定之實驗時間，本計畫於民國 97 年 3 月 28 日開始執行實驗 A 車之道路實驗，詳細實驗日誌列於附錄 1.1.4 中，各組路線實驗日期及情形如附表 1.1-5 所示。鄉道及市區道路均順利完成實驗取樣，但快速道路受到氣候及儀器故障影響，未能順利取得所有數據。以下為各補測實驗路線之詳細說明與實驗記錄。

附表 1.1-5 道路實驗執行情形：A 車 97 年

路線	測試日期	測試結果	失敗原因
鄉道	97/3/28	全程取樣成功	-
市區道路	97/3/31	失敗	儀器故障
市區道路	97/4/7	全程取樣成功	-
快速道路-環河快速道路	97/4/8	全程取樣成功	-
	97/4/9	部分取樣成功	氣候因素
快速道路-建國高架道路	97/5/13	成功	-
	97/5/14	失敗	儀器故障

資料來源：本計畫。

(1) 實驗路線（鄉道）-路線說明與測試情形

①路線概述

■ 行駛路線

實驗路線所經過路段及通過順序如附表 1.1-6 所示。起點為輔導路，往東共行駛縣道彰 28、彰 25、彰 24、彰 19，利用省道臺 19 線連接彰 24 沿原路回到起點，全長約 52.4 公里。

附表 1.1-6 實驗路線（鄉道）行駛路段

主要道路名稱	起點	迄點
彰 28	輔導路（往東）	海浴路（往北）
彰 25	海浴路（往北）	海埔巷（往東）-牛埔巷-溝墘巷（彰 24 與彰 19 路口）
彰 24	海埔巷（往東）-牛埔巷-溝墘巷（彰 24 與彰 19 路口）	溝墘港（往北）-鹿和路 622 巷
彰 19	溝墘港（往北）-鹿和路 622 巷	自鹿和路 622 巷-鹿和路 198 巷，接彰 24（往西）
鹿和路 3 段	自鹿和路 622 巷-鹿和路 198 巷，接彰 24（往西）	彰 24（往西）-海埔巷，接海浴路
彰 24	彰 24（往西）-海埔巷，接海浴路	海浴路（往南）
彰 25	海浴路（往南）	輔導路（往西）
彰 28	輔導路（往西）	輔導路（往東）

資料來源：本計畫。

■ 預定實驗日期及方式

民國 97 年 3 月 28 上午 7 點及下午 5 點，在天氣及設備許可情況下，各執行一次測試。

■ 測試重點

縣道：縣道低干擾資料

②測試結果

■ 測試日期及方式：民國 97 年 3 月 28 上午 7 點及下午 4 點，各執行一次測試。

■ 測試情形

3 月 28 日：06：59 由車輛中心出發，08：30 完成測試回到車輛中心，共繞行三圈，實際行駛時間約 1.5 小時。除臺 19 線外，其餘道路均為鄉間道路，來車較少。行駛車速約為 50 公里/小時。

3 月 28 日：16：02 由車輛中心出發，17：31 完成測試回到車輛中心，共繞行三圈，實際行駛時間約 1.5 小時。行駛車速與上午相似。

③測試檢討

■ 典型鄉道類型，行駛車速順暢，車流無明顯增減。

■ 道路寬度較小，如須會車必須小心謹慎。

(2) 實驗路線（市區道路）-路線說明與測試情形

①路線概述

■ 行駛路線

實驗路線所經過路段及通過順序如附表 1.1-7 所示。起點為文心南路，北上方向行駛至文心路 4 段盡頭後迴轉，循原路回到文心南路，共繞行 2 次，此路線長度約 53.4 公里。

附表 1.1-7 實驗路線（市區道路）行駛路線

主要道路名稱	起點	迄點
臺中市文心路	文心南路	文心路 4 段
臺中市文心路	文心路 4 段	文心南路

資料來源：本計畫。

■ 預定實驗日期及方式

民國 97 年 3 月 31，在天氣及設備許可情況下，上午 8 點及下午 5 點，各執行一次測試。

■ 測試重點

文心路：市區道路於上下班交通尖峰時間測試資料

②測試結果

■ 測試日期及方式：民國 97 年 3 月 31 日、4 月 7 日上午 8 點及下午 5 點，各執行一次測試。

■ 測試情形

3 月 31 日：08：06 由文心南路出發，08：48 至文心路 4 段盡頭迴轉，並於 08：52 更換電瓶。09：13 完成設備暖機及校正後，繼續往文

心南路方向行駛，於 09：45 抵達文心南路折返繼續繞行測試路線一周，於 10：47 完成測試後回車輛中心。測試時間約 2 小時 40 分。

3 月 31 日：16：51 由文心南路出發，17：28 至文心路 4 段盡頭迴轉，並於 17：32 更換電瓶。18：10 完成設備暖機及校正後，繼續往文心南路方向行駛，於 18：47 抵達文心南路折返，19：04 於往文心路方向行駛時，設備出現無預警關機之異常情形，確認無法馬上排除後，終止測試，返回車輛中心。

4 月 7 日：08：00 由文心南路出發，08：41 至文心路 4 段盡頭迴轉，並於 08：43 更換電瓶。09：06 完成設備暖機及校正後，繼續往文心南路方向行駛，於 09：38 抵達文心南路折返繼續繞行測試路線一周，於 10：41 完成測試後回車輛中心。測試時間約 2 小時 40 分。

4 月 7 日：16：50 由文心南路出發，17：33 至文心路 4 段盡頭迴轉，並於 17：36 更換電瓶。17：56 完成設備暖機及校正後，繼續往文心南路方向行駛，於 18：36 抵達文心南路折返繼續繞行測試路線一周，於 19：51 完成測試後回車輛中心。測試時間約 3 小時。

③測試檢討

- 測試時遇上 8 點至 9 點的上班交通顛峰，行車車速緩慢。過了 9 點後，車輛數減少，行車車速提高。
- 設備出現異常情形，須紀錄異常狀況，尋求設備廠商協助。

(3) 實驗路線（臺北水源快速道路）-路線說明與測試情形

①路線概述

■ 行駛路線

實驗路線所經過路段及通過順序如附表 1.1-8 所示。起點為長興街，往西開接水源快速道路，往南接新店環河快速道路行駛至碧潭大橋後迴轉，利用水源快速道路、環河南北快速道路、洲美快速道路行駛至北投區大業路後迴轉，循原路回碧潭大橋後迴轉，接新店環河快速道路行駛至長興街。全長約 69.3 公里。

附表 1.1-8 實驗路線（臺北水源快速道路）行駛路段

主要道路名稱	起點	迄點
基隆高架道路	長興街	水源快速道路（往南）
水源快速道路	水源快速道路（往南）	新店環河快速道路（往南）
新店環河快速道路	新店環河快速道路（往南）	碧潭大橋
新店環河快速道路	碧潭大橋	水源快速道路（往北）
水源快速道路	水源快速道路（往北）	環河南北快速道路
環河南北快速道路	環河南北快速道路（往北）	延平北路 6 段

附表 1.1-8 實驗路線（臺北水源快速道路）行駛路段(續)

主要道路名稱	起點	迄點
洲美快速道路	延平北路 6 段	大業路
洲美快速道路	大業路	延平北路 6 段
環河南北快速道路	延平北路 6 段	環河南北快速道路（往南）
環河南北快速道路	環河南北快速道路（往南）	水源快速道路（往南）
水源快速道路	水源快速道路（往南）	新店環河快速道路（往南）
新店環河快速道路	新店環河快速道路（往南）	碧潭大橋
新店環河快速道路	碧潭大橋	新店環河快速道路（往北）
水源快速道路	新店環河快速道路（往北）	水源快速道路（往北）
基隆高架道路	水源快速道路（往北）	長興街

資料來源：本計畫。

■ 預定實驗日期及方式

民國 97 年 4 月 8 日下午 5 點、4 月 9 日上午 7 點，在天氣及設備許可情況下，各執行一次測試。

■ 測試重點

快速道路：快速道路上下班交通顛峰時期資料

②測試結果

■ 測試日期及方式：民國 97 年 4 月 8 日下午 5 點、4 月 9 日上午 7 點，各執行一次測試。

■ 測試情形

4 月 8 日：17：00 由長興街出發，17：15 至碧潭大橋迴轉，18：00 至大業路迴轉，18：06 更換電瓶。18：24 完成設備暖機及校正後，繼續往南行駛，19：08 至碧潭大橋迴轉，19：25 回到長興街，完成測試。測試時間約 2 小時 30 分。

4 月 9 日：07：03 由長興街出發，07：16 至碧潭大橋迴轉，08：09 至大業路迴轉，08：13 更換電瓶。08：33 完成設備暖機及校正後，繼續往南行駛，08：58 行駛至師大路出口時忽然下大雨，09：11 至碧潭大橋迴轉，09：28 回到長興街，完成測試。測試時間約 2 小時 30 分。

③測試檢討

- 並非封閉型快速道路，行駛過程會停等交通號誌，與當初構想不同。
- 測試過程中遇大雨，該段測試數據應刪除不使用。

(4) 實驗路線（建國快速道路）-路線說明與測試情形

①路線概述

■ 行駛路線

實驗路線所經過路段及通過順序如附表 1.1-9 所示。起點為長興街，接辛亥路行駛建國高架，行駛至民生東路出口後下高架道路，利用迴轉道迴轉，迴轉後再行駛建國高架路段，至辛亥路後下高架道路，利用迴轉道迴轉，如此來回行駛 2 個小時。

附表 1.1-9 實驗路線（臺北建國快速道路）行駛路段

主要道路名稱	起點	迄點
基隆路	長興街	辛亥路
建國高架快速道路	辛亥路	民生東路出口
新店環河快速道路	民生東路入口	辛亥路

資料來源：本計畫。

■ 預定實驗日期及方式

民國 97 年 5 月 13 日下午 5 點、5 月 14 日上午 7 點，在天氣及設備許可情況下，各執行一次測試。

■ 測試重點

快速道路：快速道路上下班交通顛峰時期資料

②測試結果

■ 測試日期及方式：民國 97 年 5 月 13 日下午 5 點執行一次測試。

■ 測試情形

5 月 13 日：17：00 由長興街出發，17：09 上建國高架，依規劃路線繞行建國高架道路，17：35 設備出現異常，排除後 18：24 繼續執行測試。至 19：38 電瓶電力已逼近臨界點，故結束測試返回長興街。測試時間約 2 小時。

5 月 14 日：06：00 預定進行設備暖機，但無法順利開機，08：00 仍無法立即排除異常，故無法執行測試。

③測試檢討

■ 封閉型快速道路，行駛過程無交通號誌等停之情形，18：30 後車流量增加，與當初推算之交通顛峰期（17：00～19：00）稍微延後。

■ 設備異常現象，經與設備廠商確認後，初步判定為設備過熱、設備間無法通訊之問題，已協助排除。

3. 資料分析結果彙整

（1）有效樣本之車速分布

本年期實驗數據分析方式同 96 年做法：在不考慮加速度的差異

下，連同 96 年所取得之所有有效實驗樣本數，以及各道路類型樣本之車速分布情形，如正文表 3.1-4 所示，共計取得 160,572 筆數據可供分析。各種道路類型的車速分布說明如下：

①CLASS 11

車速 0~80km/hr 內皆有樣本，由於實驗路線中各快速道路路段速限介於 50km/hr 至 70km/hr 之間，因此樣本車速集中於 40~70km/hr 之間。

②CLASS 43

車速 0~60km/hr 內皆有樣本，由於實驗路線位於平原地形，考量郊區車速限制通常為 50km/hr，因此車速集中於 30~50km/hr 屬於合理範圍。

③CLASS 53

屬於市區中干擾較高的路段，較容易出現停等，因此有怠轉的樣本比例高於其他道路類型。不考慮怠轉，則車速集中於 40~50km/hr，最高可達 60km/hr，由於實驗路線為單向 3 車道路段，此種行駛車速仍屬合理範圍。

(2) 推估方程式建構 ($\hat{A-N99}$)

基於本計畫 96 年度之研究結果發現，各道路類型之能耗與排放趨勢，大致呈現以下趨勢：(1) FUEL 與 CO₂ 之分布趨勢一致，且 CO₂ 約為 FUEL 之 3~4 倍；(2) CO 與 THC 之分布趨勢一致，(3) NO_x 則受車輛之廢氣再循環系統作動時機差異影響，除了排放趨勢與其他排放不同（尤其在高速部分）之外，在模式配適度方面也表現較差。因此，本計畫於建構推估模式時，乃根據本計畫 96 年研究結論，將各道路類型之能耗與排放，分別分為：(1) FUEL 與 CO₂、(2) CO 與 THC，以及 (3) NO_x 等三個群組，在同時考量橫向（各道路類型間）與縱向（各群組間）之一致性的前提下，以車速做為解釋變數（包含嘗試車速之各種多項式後），選定得到各道路類型之能耗與排放推估方程式。有關實驗 A 車各群組以實際道路實驗資料所建構之推估方程式 ($\hat{A-N99}$)，除 FUEL 與 CO₂ 之建構過程，已於本報告書第三章中呈現之外，其餘分別說明如下。

①CO 與 THC

本計畫於 96 年度曾嘗試以瞬時車速之多項式建構 CO 與 THC 之推估方程式，然而，由於此兩排放明顯在高低速呈現不同之分布趨勢，因此配適效果不佳，且在低速時的推估值，會有負值的狀況發生。97 年度經臺北大學統計系李孟峰教授顧問指導，而嘗試將 CO 與 THC 轉換以為自然指數 ($e=2.718281828$) 為底的自然對數型式 (natural logarithm)，

並運用 SAS 統計軟體之 SPLINE 指令，以建構之各道路類型 CO 與 THC 推估模式。如下所示：

$$\ln(N) = a + bV + cV^2 + dV^3 + e(V-f)^3 \quad \text{附式 1}$$

亦即

$$N = e^{(a+bV+cV^2+dV^3+e(V-f)^3)}$$

其中，N：該秒之 CO 或 THC(g/s)；

V：該秒之瞬時速度(km/hr)；

a：常數項；

b：V 項之係數；

c：V² 項之係數；

d：V³ 項之係數；

e：(V-f)³ 項之係數，若 V<f，則 e=0；

f：速度切點。

e：自然指數(e=2.718281828)

上述將 CO 與 THC 透過自然對數轉換後，可避免在最高速與最低速之排放推估值出現負值；而運用 SAS 統計軟體之 SPLINE 指令所建構出之模式（以下簡稱 SPLINE 方程式），雖亦為一瞬時車速之多項式，但其相對於瞬時車速的多項式，具有更多的優點，如：（1）SPLINE 方程式可針對某一車速切點（f）前後不同的排放趨勢，各自尋找恰當的配適模式，並加以連結；（2）SPLINE 方程式可利用最後之 (V-f)³ 項，以增加該方程式之配適彈性。經過上述模式之建構方式，各道路類型 CO 與 THC 推估模式之統計分析結果，分別彙整如附表 1.1-10 與附表 1.1-11 所示。

本計畫建構模式之原則，主要是以橫向（各道路類型間）與縱向（各群組間）之一致性為前提，因此，必須同時衡量 CO 與 THC 推估方程式之（1）推估方程式之正負號一致性、（2）修正後判定係數，以及（3）殘差分析無明顯偏誤等統計結果，以選出各道路類型最適之 CO 與 THC 推估方程式。同時，為顧及往後運輸規劃模式之應用，亦盡可能在不違背前述之原則下，使同一種道路類型內之 CO 與 THC 推估方程式，具有相同的車速切點。結果發現：

- 除 CLASS 24 與 43 之外，其餘各道路類型之車速切點，皆介於車速 50 至 60 (km/hr) 之間。
- 各道路類型之 CO 與 THC 推估方程式，依據其參數之正負號，大致可將高快速道路與縣道 (CLASS 1、11 與 34) 歸類為一組 (- + + - +)；省道 (CLASS 24 與 27) 歸類為一組 (- + - + -)，而鄉道 (CLASS 43) 與市區道路 (CLASS 53) 則各自獨立為一組，且與其他道路類型之模式係數符號相比，並無明確之規律性。
- 各推估方程式之修正後判定係數 adj-R^2 以 CLASS 53 之 CO 最低，但已超過 0.5 以上；其次以 CLASS 24 較低，但亦已達 0.6 以上；至於其他道路類型均約在 0.8 左右以上，並有多個模式達到 0.9 以上。顯示模式具有相當解釋能力。

附表 1.1-10 各道路類型 CO 之推估方程式參數表（實驗 A 車：#99）

MODEL (g/s)	a	b	c	d	e	f	adj-R ²	F 統計量
M1_CO t 值	-7.1479675 -28.04	0.1445464 5.28	0.0000042 0.01	-0.0000104 -1.66	0.0000204 1.40	60	0.91	272.18
M11_CO t 值	-5.2082161 -33.85	0.0306566 1.56	0.0015106 2.26	-0.0000243 -3.79	0.0000947 0.97	60	0.82	86.10
M24_CO t 值	-6.3422921 -13.34	0.6050811 3.13	-0.0554500 -2.59	0.0018372 2.51	-0.0018374 -2.49	10	0.62	33.38
M27_CO t 值	-6.0736669 -24.96	0.1914936 5.89	-0.0055473 -4.79	0.0000596 5.14	-0.0007154 -8.04	55	0.83	95.14
M34_CO t 值	-5.9604167 -28.95	0.0911380 3.16	0.0001650 0.15	-0.0000136 -1.20	0.0004479 2.40	55	0.86	108.81
M43_CO t 值	-5.8720583 -19.23	-0.1343841 -1.34	0.0258845 2.98	-0.0007172 -3.29	0.0007758 3.28	15	0.79	55.82
M53_CO t 值	-5.0194253 -30.35	0.0997195 3.72	-0.0019535 -1.69	0.0000049 0.35	0.0011858 1.40	50	0.54	18.22

註：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。

資料來源：本計畫。

附表 1.1-11 各道路類型 THC 之推估方程式參數表（實驗 A 車：# 99）

MODEL (g/s)	a	b	c	d	e	f	adj-R ²	F 統計量
M1_THC t 值	-10.0256578 -55.87	0.0727055 3.77	0.0011334 2.06	-0.0000165 -3.74	0.0000322 3.14	60	0.93	358.09
M11_THC t 值	-8.6950280 -84.21	0.0087282 0.66	0.0013982 3.11	-0.0000168 -3.91	0.0000028 0.04	60	0.90	165.26
M24_THC t 值	-8.5867306 -27.84	0.3903332 3.12	-0.0398632 -2.87	0.0013528 2.85	-0.0013594 -2.84	10	0.61	32.20
M27_THC t 值	-9.2093860 -60.29	0.1004573 4.92	-0.0026861 -3.70	0.0000320 4.41	-0.0003856 -6.90	55	0.91	169.68
M34_THC t 值	-9.0446203 -70.36	0.0469341 2.61	0.0003857 0.57	-0.0000080 -1.14	0.0001475 1.27	55	0.91	171.54
M43_THC t 值	-8.6505818 -48.26	-0.0809942 -1.37	0.0155345 3.04	-0.0004292 -3.36	0.0004760 3.43	15	0.84	79.43
M53_THC t 值	-8.8951217 -92.23	0.0727306 4.66	-0.0013831 2.05	0.0000080 0.97	0.0005600 1.13	50	0.77	49.39

註：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。

資料來源：本計畫。

②NO_x

至於 NO_x，因受廢氣再循環系統作動時機差異之影響，使其排放隨車速之分布趨勢與其他排放不同（尤其在高速部分），因此，本計畫除了嘗試與 CO、THC 相同之 SPLINE 方程式之外，尚嘗試過其他許多推估方程式，如：瞬時車速之 3 次多項式、4 次多項式、有無將 NO_x 轉換為自然對數型式、SPLINE 方程式等。結果發現：NO_x 與 CO、THC 相同，若將其轉換為自然對數型式，再運用 SAS 統計軟體之 SPLINE 指令，仍為建構 NO_x 推估方程式之較佳方式。各道路類型之模式修正後判定係數（adj-R²），除了鄉道（CLASS 43）較差之外，其餘皆可達 0.5 以上。

在同時考量其他統計數值（包含各係數之 t 值、各道路類型之係數正負號、殘差圖形分布等）以及各推估方程式在橫向（各道路類型間）與縱向（各群組間）之一致性之前提下，最後仍以 SPLINE 方程式作為本計畫之 NO_x 推估方程式，分別如下所示，而各道路類型之統計分析結果，則彙整如附表 1.1-12 所示：

$$\ln(N) = a + bV + cV^2 + dV^3 + e(V-f)^3 \quad \text{附式 2}$$

亦即

$$N = e^{(a+bV+cV^2+dV^3+e(V-f)^3)}$$

其中，N：該秒之 CO 或 THC(g/s)；

V：該秒之瞬時速度(km/hr)；

a：常數項；

b：V 項之係數；

c：V² 項之係數；

d：V³ 項之係數；

e：(V-f)³ 項之係數，若 V<f，則 e=0；

f：速度切點。

e：自然指數(e=2.718281828)

附表 1.1-12 各道路類型 NO_x 之推估方程式參數表（實驗 A 車：# 99）

MODEL (g/s)	a	b	c	d	e	f	adj-R ²	F 統計量
M1_NO _x t 值	-6.1204185 -31.65	-0.1850435 -8.91	0.0057110 9.65	-0.0000420 -8.84	0.0000476 4.32	60	0.77	94.80
M11_NO _x t 值	-7.1654497 -55.76	-0.0873437 -5.73	0.0036045 7.46	-0.0000300 -6.95	-0.0027436 -2.83	70	0.85	112.98
M24_NO _x t 值	-5.6786571 -46.26	-0.0560239 -3.32	0.0005047 0.82	0.0000071 1.12	-0.0001663 -7.23	50	0.71	49.59
M27_NO _x t 值	-6.0618140 -35.92	-0.1511270 -6.71	0.0045111 5.62	-0.0000345 -4.30	0.0000159 0.26	55	0.63	33.23
M34_NO _x t 值	-6.5736716 -64.34	-0.1068267 -7.47	0.0030868 5.78	-0.0000189 -3.37	-0.0003482 -3.76	55	0.87	122.59
M43_NO _x t 值	-7.0644906 -30.30	-0.1808111 -2.36	0.0188229 2.84	-0.0004942 -2.97	0.0005463 3.02	15	0.16	3.81
M53_NO _x t 值	-6.2269794 -42.52	-0.1378854 -5.81	0.0052395 5.11	-0.0000513 -4.11	-0.0013328 -1.77	50	0.54	18.12

註：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。
資料來源：本計畫。

1.1.3 實驗執行計畫說明與分析結果彙整（實驗室）

1. 法規審驗測試行車型態實驗（#0～#7）

（1）實驗設計意涵與實驗執行說明

實驗 A 車實驗室 #0 法規審驗測試，為依據法規審驗條件（法規車重、不開頭燈及空調），所進行 FTP 和 EU 兩種既有法規審驗測試行車型態的測試，以擷取實驗 A 車於法規審驗測試時，逐秒的能耗、排放數據。並可據以建立法規審驗測試過程中，實驗 A 車之車速與能耗、排放率之關聯模式。藉此可與法規審驗測試公告之車輛能耗、排放係數（標檢值 #0-標）進行比對，建立 R0-V 之轉換率，且 R0-V 會隨車速而不同，如此可將單一的法規審驗測試平均值，展開成各種車速下的能耗、排放率。以下針對在法規審驗測試行車型態下所進行之各實驗項目做較為詳細的說明，並彙整各實驗項目之初步分析結果。

① #0-標檢值（N0-標）

由於目前市售之各型號車輛，在上市前皆須執行法規審驗測試行車型態之標準測試（EU 或 FTP）；且其檢測結果必須通過能耗與排放標準後，始得於市場開始銷售。同時該檢測之能耗結果亦將公布於經濟部能源局之「車輛能耗指南」，提供社會大眾查閱參考。由於該指南是消費者選擇車輛的重要資訊來源，一般而言，車廠會挑選性能較佳的車輛進行測試，因此該車輛又可暱稱為選手車。故本計畫中所提及之 N0-標，即為實驗 A 車在當時以選手車執行 FTP-市區法規審驗測試行車型態之結果，其實驗條件為：不開頭燈、不開空調、法規車重（原車重+法規配重）。上述之法規車重為 1,928 公斤，其中包含了原車重 1,820 公斤與法規配重 108 公斤。

其檢測結果如附表 1.1-13 所示：其中，能耗以車輛平均每公升所能行駛之里程數表示（km/l），而污染排放則一律以平均每公里之排放重量（g/km）為表示單位。然而，為了使 N0-標能夠與本計畫之實驗結果相互比對與轉換，因此，透過油品密度及法規審驗測試行車型態之平均車速，可將其單位轉換成為平均每秒之能耗與排放重量（g/s）；由此，將傳統以單位距離來表達能耗（l/km）和排放量（g/km）的概念，轉換乘以單位時間表達能耗和排放量（g/s）的概念。由於此一法規審驗測試標檢值為 FTP-市區法規審驗測試行車型態測試全程能耗與排放量的平均數值，不因車速變化改變，故表現在能耗與排放 N/V 圖形上時，如附圖 1.1.2 左 1 行 N0-標所示。

附表 1.1-13 N0-標（實驗 A 車）

N0-標	FUEL	CO	CO ₂	HC	NO _x
原始單位	km/l	g/km	g/km	g/km	g/km
	9.03	0.756	310.6	0.107	0.038
單位轉換 ^註	g/s	g/s	g/s	g/s	g/s
	0.78673	0.00716	2.94207	0.00101	0.00036

註：本計畫換算所採用之實驗油品，其密度為 0.75g/cm^3 ；FTP市區法規審驗測試行車型態之平均車速為 34.1km/hr 。

資料來源：本實驗能耗數據乃依據96.2月車輛能耗指南中所公告之值；而排放數據則因本車型無公告污染值，故以當時由ARTC實驗室於執行耗能測試時，所一併執行之市區污染數值為主。

② # 0 (N0)

此實驗項目之實驗條件，除了採用車輛（實驗 A 車）不是 #0-標檢值當初所使用的選手車之外，其餘與 #0-標檢值完全相同：亦即實驗 A 車在不開頭燈、不開空調的狀態下，以法規車重（原車重+法規配重），執行 3 次 FTP 市區法規審驗測試行車型態。此實驗中共取得 5,847 筆數據，其能耗與排放之 N/V 分布圖，如附圖 1.1.2 左 2 行 N0 所示，而車速/加減速分布矩陣（SAFDs）則可參見附圖 1.1.3。

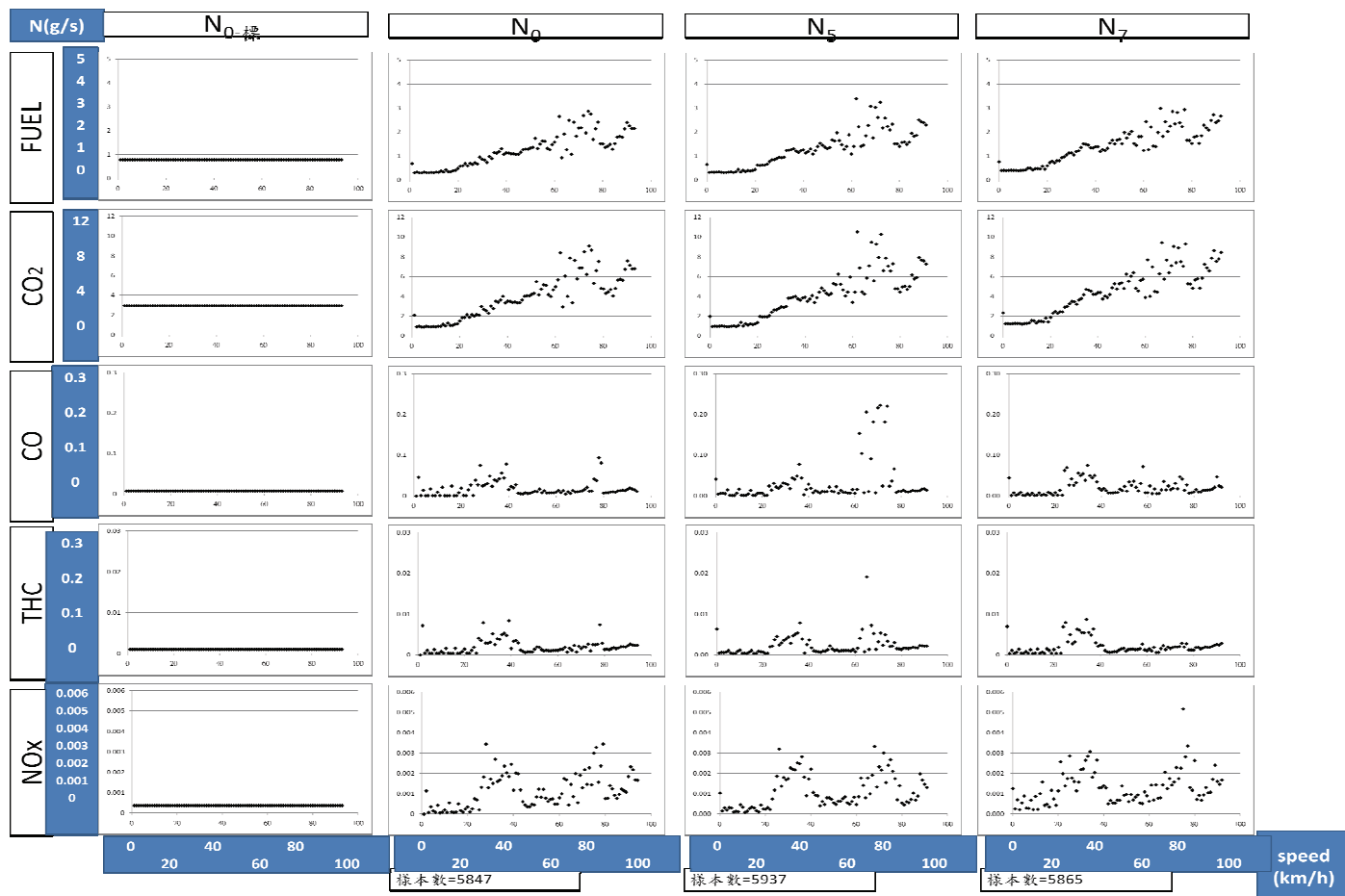
③ # 5 (N5)

此實驗項目之實驗條件，除了車重與 #0 不同之外，其餘與 #0 完全相同：以實驗 A 車在不開頭燈、不開空調的情況下，以實驗車重（原車重+設備+人員），執行 3 次 FTP 市區法規審驗測試行車型態。上述之實驗車重為 2,150 公斤，其中包含了原車重 1,820 公斤、以及實驗設備及人員共 330 公斤。實驗車重相較於 #0 法規車重（原車重+法規配重=1,928kg），超過 222 公斤，此為 #5 與 #0 之重量差異。

此實驗項目共取得 5,937 筆數據，其能耗與排放之分布 N/V 圖，如附圖 1.1.2 右 2 行 N5 所示，而車速/加減速分布矩陣（SAFDs）則可參見附圖 1.1.3。

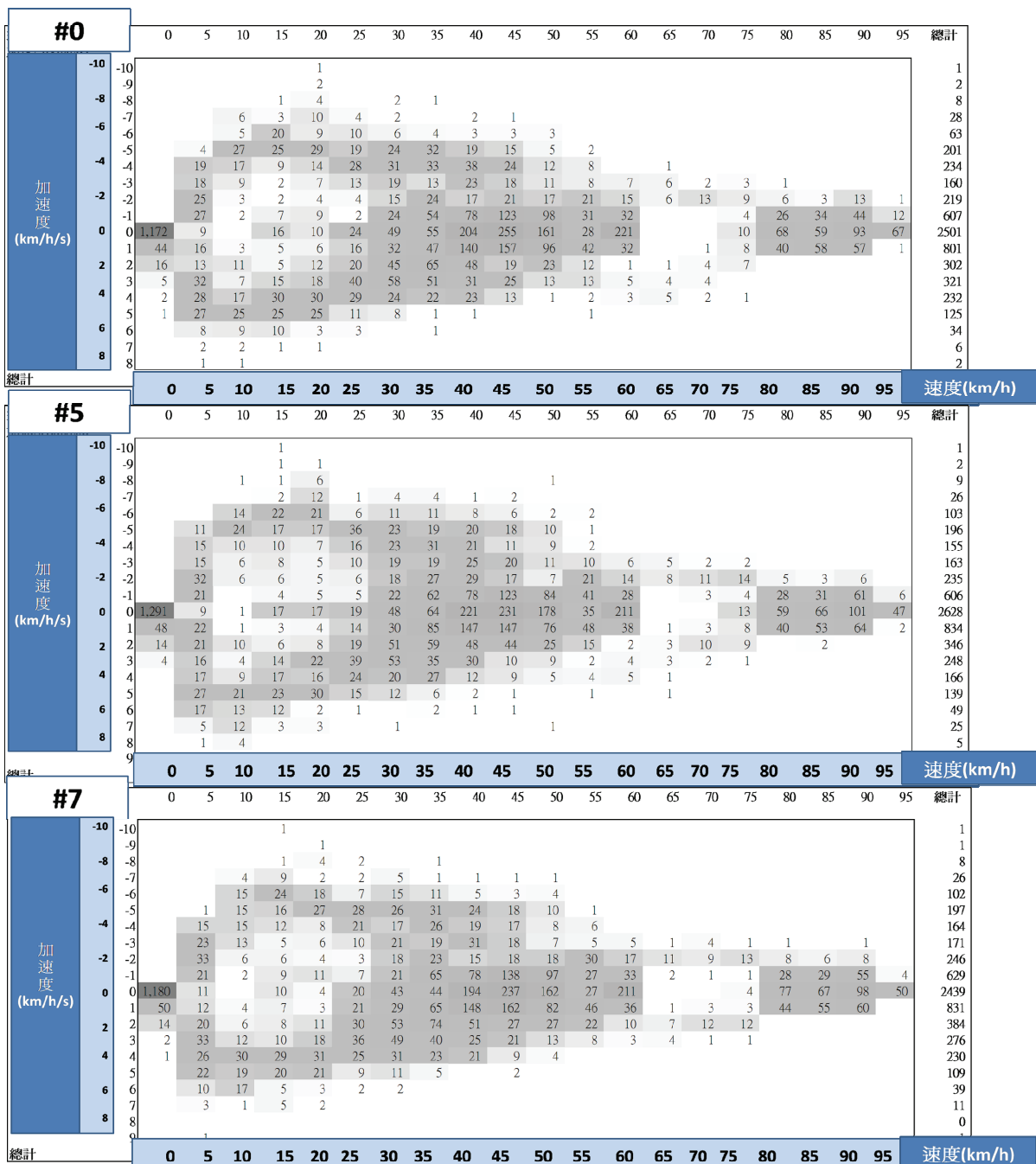
③ # 7 (N7)

此實驗項目之實驗條件，除了是否開頭燈與空調與 #5 不同之外，其餘與 #5 完全相同：以實驗 A 車在開頭燈且開空調的情況下，以實驗車重（原車重+設備+人員），執行 3 次 FTP 市區法規審驗測試行車型態。此實驗項目共取得 5,865 筆數據，其能耗與排放之分布 N/V 圖形，如附圖 1.1.2 右 1 行 N7 所示，而車速/加減速分布矩陣（SAFDs）則可參見附圖 1.1.3。



資料來源：本計畫。

附圖 1.1.2 各實驗之 N/V 分布圖形（實驗 A 車：#0→#7）



註：圖中數字表示於該車速與加速度狀態下，所取得樣本數；底色越深則顯示該狀態之樣本數占比越高。
資料來源：本計畫。

附圖 1.1.3 車速/加減速分布矩陣 (SAFDs) (實驗 A 車：#0→#7)

(2) 初步結果分析

由上述各實驗結果之比較圖形中 (附圖 1.1.2 與附圖 1.1.3) 可發現：本計畫之 #0、#5 以及 #7 實驗，能耗 (FUEL) 與 CO₂ 排放量皆顯著大於 0，其餘排放量雖然較低，但經統計之平均值檢定結果顯示，各實驗之能耗與排放，皆顯著不為 0 (參見附表 1.1-14~附表

1.1-16)。

此外，由附圖 1.1.2 中可看出，能耗與排放量確實會隨車速改變，同時，各實驗之能耗與排放率分別在車速 20~40 (km/hr) 以及 61~75 (km/hr) 之間較為不穩定。可能原因為 FTP 市區法規審驗測試行車型態本身的 pattern (請參見本計畫 96 年期末報告書) 特性所致，進而造成車輛在該車速區間內，多處於加減速的狀態底下，且行駛該車速的瞬間時間短暫，故所能取得的樣本數較少，導致，本計畫之實驗分別於該車速區間內，所取得之各車速下能耗與排放平均值，也較為不穩定。相對地，其他車速區間的能耗與排放量，則較無取樣上的問題，表現出較穩定的 N/V 關係。

附表 1.1-14 N0 平均值檢定 (實驗 A 車)

N0	H ₀ : $\mu=0$	H ₁ : $\mu \neq 0$			
	平均值 (g/s)	標準差 (g/s)	樣本數 (筆)	Z 值	
FUEL	1.0119	0.9550	5847	81.02	
CO ₂	3.1636	2.9368	5847	82.37	
CO	0.0258	0.0975	5847	20.23	
THC	0.0033	0.0125	5847	20.34	
NO _x	0.0011	0.0029	5847	30.48	
平均值檢定			檢定結果		
Z ₁	Z 值	Z ₂	若 Z ₁ < Z 值 < Z ₂ ，則接受 H ₀		
-1.96	81.02	1.96	拒絕		
-1.96	82.37	1.96	拒絕		
-1.96	20.23	1.96	拒絕		
-1.96	20.34	1.96	拒絕		
-1.96	30.48	1.96	拒絕		

註1：以下所有統計檢定之顯著水準，皆為 $\alpha=0.05$ 。

註2：此表為97年度之初步分析結果，分析資料庫中僅包含FTP-UB之數據，後續以將FTP-HY之數據納入資料庫中重新分析，因此此表僅供參考。

資料來源：本計畫。

附表 1.1-15 N5 平均值檢定 (實驗 A 車)

N5	H ₀ : $\mu=0$	H ₁ : $\mu \neq 0$			
	平均值 (g/s)	標準差 (g/s)	樣本數 (筆)	Z 值	
FUEL	1.0621	1.0058	5937	81.36	
CO ₂	3.3247	3.0972	5937	82.71	
CO	0.0252	0.0979	5937	19.83	
THC	0.0031	0.0121	5937	20.04	
NO _x	0.0011	0.0030	5937	29.12	
平均值檢定			檢定結果		
Z ₁	Z 值	Z ₂	若 Z ₁ < Z 值 < Z ₂ ，則接受 H ₀		
-1.96	81.36	1.96	拒絕		
-1.96	82.71	1.96	拒絕		
-1.96	19.83	1.96	拒絕		
-1.96	20.04	1.96	拒絕		
-1.96	29.12	1.96	拒絕		

註：此表為97年度之初步分析結果，分析資料庫中僅包含FTP-UB之數據，後續以將FTP-HY之數據納入資料庫中重新分析，因此此表僅供參考。

資料來源：本計畫。

附表 1.1-16 N7 平均值檢定 (實驗 A 車)

N7	$H_0: \mu=0$	$H_1: \mu \neq 0$			
	平均值 (g/s)	標準差 (g/s)	樣本數 (筆)	Z 值	
FUEL	1.2056	1.0283	5865	89.78	
CO ₂	3.7762	3.1716	5865	91.18	
CO	0.0274	0.1055	5865	19.87	
THC	0.0034	0.0132	5865	19.76	
NO _x	0.0013	0.0030	5865	32.89	
平均值檢定			檢定結果		
Z ₁	Z 值	Z ₂	若 $Z_1 < Z \text{ 值} < Z_2$, 則接受 H_0		
-1.96	89.78	1.96	拒絕		
-1.96	91.18	1.96	拒絕		
-1.96	19.87	1.96	拒絕		
-1.96	19.76	1.96	拒絕		
-1.96	32.89	1.96	拒絕		

註：此表為97年度之初步分析結果，分析資料庫中僅包含FTP-UB之數據，後續以將FTP-HY之數據納入資料庫中重新分析，因此此表僅供參考。

資料來源：本計畫。

2. 道路類型行車型態比對實驗 (# 8 、 # 10)

(1) 實驗設計意涵

道路類型行車型態比對實驗主要為搭配實際道路實驗所進行對應之實驗室複製實驗 (# 8 及 # 10)。由實驗車之補測及新增共 3 種道路型態 (CLASS 11、CLASS 43、CLASS 53) 之實際道路數據擷取記錄中，選取可供轉換之有效實際道路數據擷取紀錄，再依據實際道路行駛狀況轉換曲線，複製至實驗室中進行排放、燃油經濟性測試 (# 8、# 10)。2 者採用同樣的實際道路行駛狀況轉換曲線，進行同樣的實驗室實驗。不過，# 8 是在「實驗狀態」(實驗車重、開頭燈及空調) 下進行；96 年測試之 5 種道路類型，亦進行同樣的實驗。然而，# 10 則是 97 年度新增實驗，乃是以「法規審驗條件」(法規車重、不開頭燈及空調) 進行。上述 2 者 (# 8 與 # 10) 的差異包括了重量差異 (R3)，是否開頭燈空調 (R6) 的差異。

8 之實驗設計目的，主要是希望能在車輛於各道路類型行車型態下，釐清道路與實驗室之間的環境差異 (R2)。而 97 年度新增 # 10 實驗，則同樣是在道路類型行車型態下，但卻以法規審驗條件進行實驗，因此，本項實驗之意義有二：

- ① 建構 # 10 與 # 0 之間的轉換率 (R10)，以釐清在實驗狀態下，法規審驗測試行車型態與道路類型行車型態間的能耗、排放差異。
- ② 建構 # 10 與 # 8 之間的轉換率 (R9)，以釐清在道路類型行車型態下，實驗條件與法規審驗條件間的能耗、排放差異。

#10 之設計，為本計畫保留了未來模式建構的彈性，亦即可由 R8-C/V(#8 與 #7 之關係)與 R10-C/V(#10 與 #0 之關係)2 者中，選擇較為穩定者，建構最終的轉換模式。2 者之相對特性可對比如附表 1.1-17。

附表 1.1-17 實驗室 #8 與 #10 實驗特性比對

轉換關係	R8-C/V	R10-C/V
實驗室實驗	#8 與 #7 之關係	#10 與 #0 之關係
轉換關係意涵	實驗條件下所建構之道路類型與法規審驗測試行車型態轉換關係。不過，R8-C/V 所對應的 #7 實驗，僅需針對單一法規審驗測試行車型態進行，	法規審驗條件下所建構之道路類型與法規審驗行車型態轉換關係
轉換關係特點	尚未排除重量差異、是否開頭增空調的差異，可能使 R8-C/V 的轉換關係相對較不穩定	已排除重量差異、是否開頭增空調的差異，可能使 R8-C/V 的轉換關係相對較為穩定
實驗需求	#8 需依據不同道路類型進行 7 類實驗	#10 需依據不同道路類型進行 7 類實驗
	#7 僅需依照法規審驗行車型態進行 1 類實驗	#0 僅需依照法規審驗行車型態進行 1 類實驗

資料來源：本計畫。

不過，受限於實驗資源（經費、剩餘 96 年油品與研究期間等），實驗 A 車 97 年新增 #10 實驗，無法如同 #8 一般，進行 7 種道路類型的所有比對實驗。經過團隊深思討論之後，本計畫僅能在資源最有效運用的整體考量下，依據 97 年分析結果 A 車統計數據分析結果中，選擇較具類型代表性之 CLASS 1（高速公路速限 100~110 一般道路段）及 CLASS 27（省道高干擾 2 車道以上）這 2 種道路類型，進行實驗 A 車 #10 之補充實驗。因此，未來 R10 將會僅有 2 種道路類型之轉換關係，可供與 R8 進行統計特性與穩定度的比對。

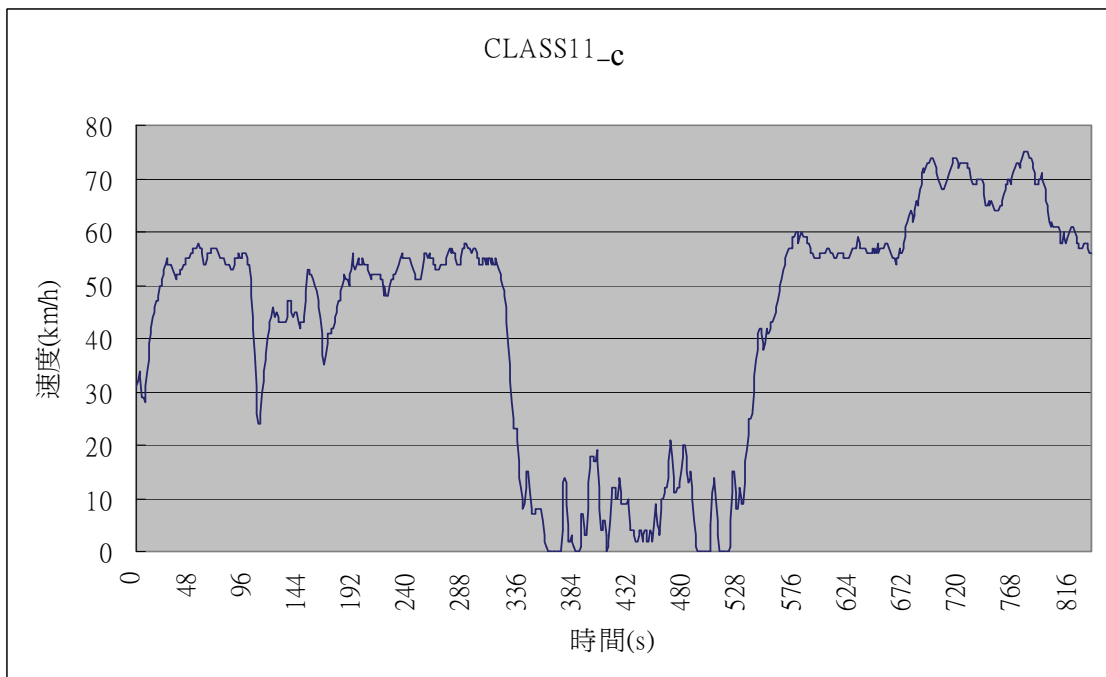
（2）實驗執行說明

為了解實車道路與實驗室車輛能耗、排放之差異，在實驗中將以 #99 之 3 種道路類型（CLASS 11、CLASS 43 及 CLASS 53），依車速與時間關係（道路類型行車型態）轉換至實驗室之駕駛輔助器中，以作為 #8 與 #10 之駕駛曲線。

考量 CLASS 11 於去年已有部分之數據，因此今年度只補測部份實驗（區段代號為 c），只選擇該路型單區段進行；另兩種道路型態分別切分成具有代表本道路型態之兩區段（區段代號分別為 a、b。每種型態各區段重複 3 次，以求得穩定數據，共進行 15 車次測試。#10 則以之兩種道路類型(CLASS 1 及 CLASS 27)在 #8 所運用的 2 區段，以法規審驗條件（法規車重、不開頭燈空調），執行類似 #8 之實驗。

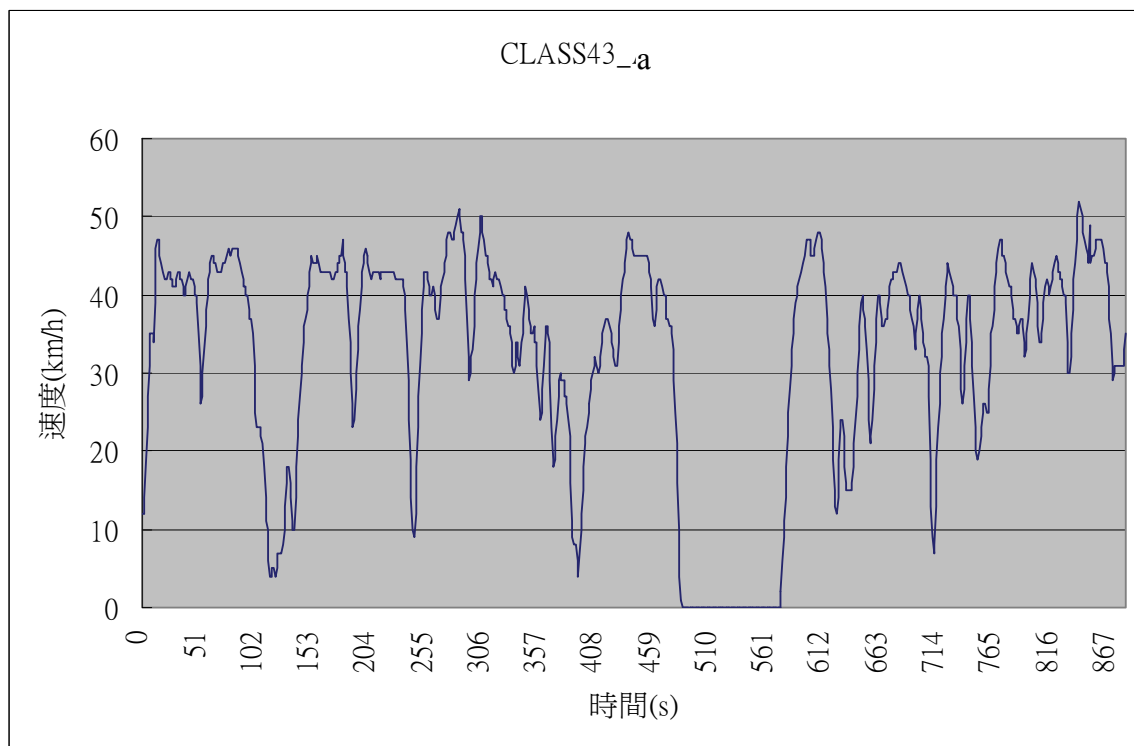
每種型態各區段亦重複 3 次，以求得穩定數據，共進行 12 車次測試。

本年度補測 #8 及新增之 #10，主要以各類型之道路車速分布為依據，挑選設計方式以車速分佈為原則，並符合實驗設備只能處理時間在 900 秒以內資料的限制，如正文表 3.1-5 與表 3.1-6 所示。另各區段之行車型態，如附圖 1.1.4～附圖 1.1.8。為求得數據穩定與可靠性，車輛在正式測試前，先以定速 50km/h 行駛 5 分鐘，保持在熱車的狀態下，合計兩種型態共執行 27 車次測試。測試程序步驟，請參見本計畫 96 年期末成果報告，不在此重述。



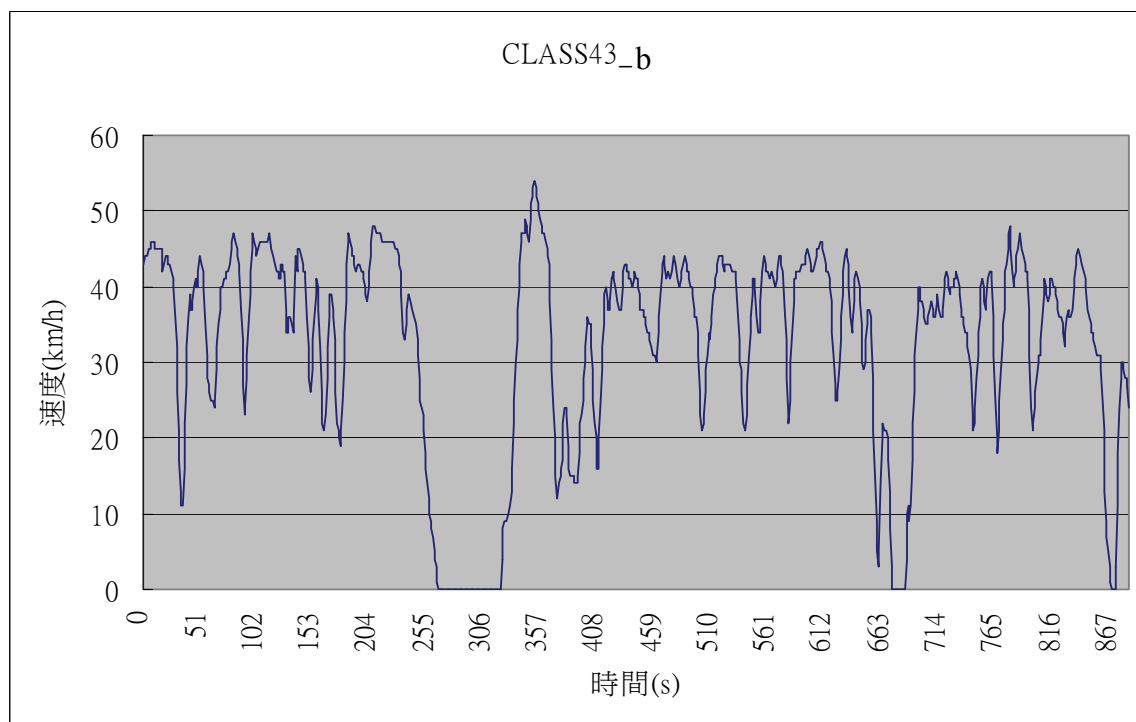
資料來源：本計畫。

附圖 1.1.4 行車型態 CLASS 11 c



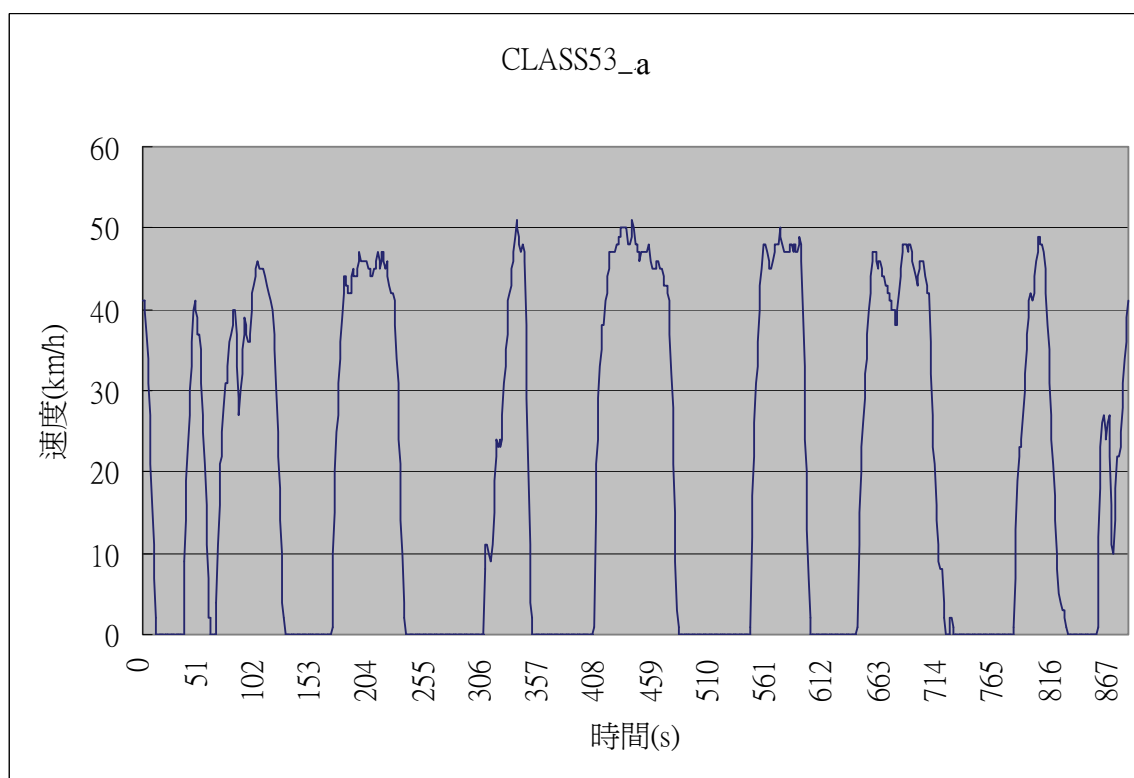
資料來源：本計畫。

附圖 1.1.5 行車型態 CLASS 43 a



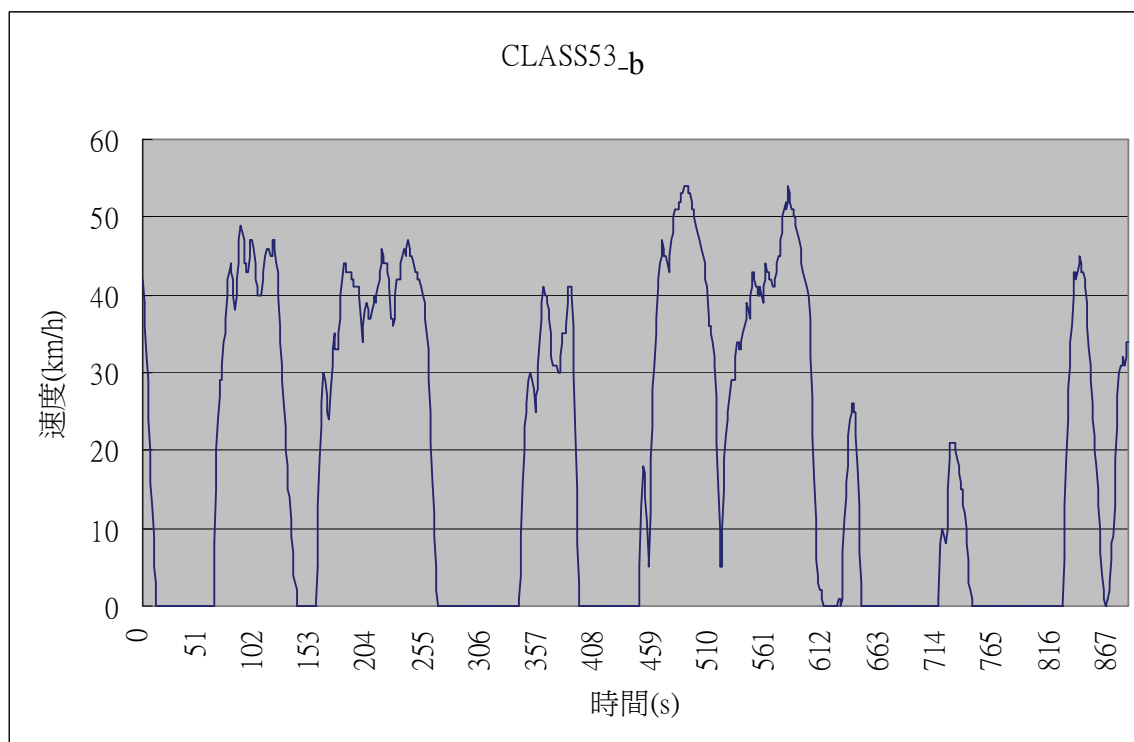
資料來源：本計畫。

附圖 1.1.6 行車型態 CLASS 43 b



資料來源：本計畫。

附圖 1.1.7 行車型態 CLASS 53 a



資料來源：本計畫。

附圖 1.1.8 行車型態 CLASS 53 b

3. 轉換率建構

由上述之實驗室各項實驗結果比對，分別可進行 R3、R6、R7 之轉換率建構工作，同時，透過實驗室 #8 實驗與道路實驗結果比對，則可進行 R2 轉換率之建構與分析。上述之各轉換率分析，已於正文 2.6.2 節中列出，因此，以下僅列出車重/頭燈/空調之綜合轉換率 (R7) 之相關分析，以探討實驗條件與法規審驗條件差異對於能耗、排放所造成之影響。

由 #0 與 #7 兩實驗項目相互比較後，可發現：#0 與 #7 兩實驗間之差異在於實際道路的實驗條件與法規審驗條件不同，分別包含了車重，以及是否開頭燈且開空調等，以下將兩實驗在不同車速下之能耗與排放差值 ($N7-N0$)，以 R7 表示。

為瞭解 2 實驗條件對於能耗及各排放之影響，是否與車速呈現一定程度之相關性，首先可由附表 1.1-18 中之結果判斷，各個 R7 與車速之相關係數的絕對值，最高皆不超過 22.4%，因此可初步推論：R7 可能不隨車速變動，而為一固定數值。

根據上述之初步判斷結果，以下同樣以 2 實驗平均值是否相等之檢定，以進一步確認此假設是否正確，亦即對於 R7 ($=N7-N0$) 是否為 0 進行檢定，其檢定結果如附表 1.1-19 所示。若檢定結果為接受虛無假設，則表示 R7 為 0，可判定 2 實驗之能耗與排放平均值相當，並無顯著差異；反之，若拒絕虛無假設，則表示 R7 不為 0，因此須再進一步探討 R7 是否隨車速變化而改變。

附表 1.1-18 實驗室各轉換率與車速之相關係數：實驗 A 車

	FUEL	CO ₂	CO	THC	NO _x
R3	13.3%	11.6%	27.3%	15.7%	-15.8%
R6	-2.6%	-0.6%	-25.1%	-22.1%	-9.1%
R7	19.3%	19.3%	6.4%	-14.4%	-22.4%

資料來源：本計畫。

附表 1.1-19 R7 平均值差異檢定：實驗 A 車

R7=N7-N0	H ₀ : $\mu=0$	H ₁ : $\mu \neq 0$				
	# 0			# 7		
	平均值 (g/s)	標準差 (g/s)	樣本數 (筆)	平均值 (g/s)	標準差 (g/s)	樣本數 (筆)
FUEL	1.012	0.955	5847	1.206	1.028	5865
CO ₂	3.164	2.937	5847	3.776	3.172	5865
CO	0.026	0.097	5847	0.027	0.106	5865
THC	0.003	0.013	5847	0.003	0.013	5865
NO _x	0.001	0.003	5847	0.001	0.003	5865
平均值差異檢定			檢定結果			
Z ₁	Z 值	Z ₂	若 Z ₁ <Z 值<Z ₂ ，則接受 H ₀			
-1.96	10.56	1.96	拒絕			
-1.96	10.85	1.96	拒絕			
-1.96	0.85	1.96	接受			
-1.96	0.28	1.96	接受			
-1.96	2.73	1.96	拒絕			

註：此表為97年度之初步分析結果，分析資料庫中僅包含FTP-UB之數據，後續以將FTP-HY之數據納入資料庫中重新分析，因此此表僅供參考。

資料來源：本計畫。

由附表 1.1-19 檢定結果可推論：道路的實驗條件與法規審驗條件差異對於 FUEL 與 CO₂ 排放量有顯著影響，對於其他污染排放仍無顯著影響，(除 NO_x 之外)亦即 CO 與 THC 之 R7 為 0 (R7_{CO}=0 與 R7_{THC}=0)。

此外，為了進一步探討 FUEL 與 CO₂ 之轉換率 (R7_{FUEL} 與 R7_{CO2})，是否會隨車速變化而有所不同，因此以下嘗試以車速 (V) 為變數，轉換率 (R7) 為應變數，建構車速 (V) 的一次方程式 (Y=a+bV)，其結果如附表 1.1-20 所示。其中，由於下述之統計檢定特性，因而判定 R7_{FUEL} 與 R7_{CO2} 與車速之變化無顯著關係存在。故本計畫於模式建構時，分別以一平均值表示 FUEL 與 CO₂ 之轉換率 (R7)。

(1) 方程式之 F 值 < F 臨界值；

(2) 係數 a 與 b 之 t 值皆不顯著；且

(3) 判定係數 (R²) 僅約 1% 等。

總結上述之轉換率 (R7=N7-N0) 說明與建構結果，車重/頭燈/空調之綜合差異，對於能耗與排放之影響分別為：R7_{FUEL}=0.19197、R7_{CO2}=0.60622、R7_{CO}=0、R7_{THC}=0。

附表 1.1-20 R7_{FUEL}、R7_{CO2} 之車速一次方程式檢定結果 (實驗 A 車)

Y=a+bV	係數		R ² (3)	自由度	t 臨界值		F 值 (1)	F 臨界值
	a	b			下	上		
FUEL	0.104433	0.001903	0.037	91	-1.986	1.986	3.523	3.946
t 值 (2)	1.934	1.877						
CO ₂	0.330121	0.006002	0.037	91	-1.986	1.986	3.513	3.946
t 值 (2)	1.935	1.874						

註：(斜體字+刪除線)之數字，顯示該統計量不顯著。

資料來源：本計畫。

1.1.4 道路實驗調查日誌

1.實驗路線-鄉道

實驗日誌 97/3/28

時間	事項
06：00	設備開機暖機一小時
07：00	自車輛中心出發
08：30	回至車輛中心
15：00	設備開機暖機一小時
16：00	自車輛中心出發
17：30	回至車輛中心
備註	1.天氣：晴 2.測試行駛過程正常

2.實驗路線-市區道路

實驗日誌 97/3/31

時間	事項
06：00	設備開機暖機一小時
07：00	自車輛中心出發
08：49	中繼站更換電瓶及人員休息
11：50	回至車輛中心
15：00	設備開機暖機一小時
16：00	自車輛中心出發
17：32	中繼站更換電瓶及人員休息
20：00	回至車輛中心
備註	1.天氣：上午-雨 下午-陰 2. 下午設備出現斷訊現象，重開後初步排除問題。

實驗日誌 97/4/7

時間	事項
06：00	設備開機暖機一小時
07：00	自車輛中心出發
08：43	中繼站更換電瓶及人員休息
11：30	回至車輛中心
15：00	設備開機暖機一小時
16：00	自車輛中心出發
16：36	中繼站更換電瓶及人員休息
20：40	回至車輛中心
備註	1.天氣：晴 2.測試行駛過程正常

3.實驗路線-臺北水源快速道路

實驗日誌 97/4/8

時間	事項
16：00	設備開機暖機一小時
17：00	自中華經濟研究院出發
18：06	中繼站更換電瓶及人員休息
19：25	回到中華經濟研究院
備註	1.天氣：陰 2.測試行駛過程正常

實驗日誌 97/4/9

時間	事項
06：00	設備開機暖機一小時
07：03	自中華經濟研究院出發
08：13	中繼站更換電瓶及人員休息
09：28	回到中華經濟研究院
備註	1.天氣：晴 2. 測試行駛過程正常

4.實驗路線-建國高架道路

實驗日誌 97/5/13

時間	事項
16：00	設備開機暖機一小時
17：00	自中華經濟研究院出發
19：50	回至中華經濟研究院
備註	1.天氣：晴 2.設備出現無預警斷訊情形，排除後繼續完成測試

實驗日誌 97/5/14

時間	事項
06：00	設備無法開機
08：00	無法執行測試
備註	1.天氣：晴 2.設備無法順利開機，08：00 仍無法立即排除異常，故無法執行測試

附錄 1.2 實驗 B 車

1.2.1 實驗路線設計

1. 道路實驗路線設計原則

(1) 包含所有道路層級

本年期道路實驗計畫將包含所有道路層級，每一層級至少取一種道路類型，以本年期新增之實驗 B 車進行所有的道路層級的實驗。其中匝道路段長度普遍短於 1 公里，難以取得足夠的數據，因此不另外進行分析。

(2) 以實驗 A 車的路線為基礎進行調整

為了比較不同車輛之間的差異，實驗 B 車的路線與 A 車相似，B 車所行駛的路段皆為 A 車曾進行實驗的路段，但各路段之間的銜接及取樣次數則因為路線的重新安排而有所不同。

(3) 縮短實驗取樣時間

依據 96 年度道路實驗結果分析，及考量實驗車油料、電瓶及耗材的限制，將減少取樣時間。特別是減少由車輛中心行駛至中繼點之間取樣，例如車輛中心行駛至北部中繼點的路程，此路程多為國道 1 號高速路段，進行取樣無助於實驗資料庫的完整性，故本年期實驗 B 車只針對重點路段進行取樣。

2. 道路實驗計畫

實驗 B 車所經過的道路名稱及特性如附表 1.2-1 所示，共包含 6 種道路層級，7 種類型，由於各路段的車流特性已有實驗 A 車的行駛資料可供參考，且駕駛員亦已熟悉各路段的特性，因此不再進行實驗前的試跑取樣。而有關各道路實驗路線之詳細說明分別如下：

其中，因鄉道與市區道路之路線因與實驗 A 車完全相同，且快速道路路線與實驗 A 車 97 年度之建國高架相同，因此以下不再贅述，僅針對 2 實驗車輛實驗路線相異部分做較為詳盡的說明。

附表 1.2-1 道路實驗路段：實驗 B 車

名稱	等級 (Level)	類型 (CLASS)	車道數 (單向)	有無中央分隔
國道 1 號	1	1	3~5	有
建國高架道路	2	11	3	有
臺 1 線	4	27	3~4	有
臺 1 乙線	4	24/27	3~4	有
臺 1 丙線	4	27	3	有
臺 10 線	4	24	3	有
縣道 122	5	34	2	有
縣道 142	5	34	2	無
彰 19	6	43	1	無
彰 24	6	43	1	無
彰 25	6	43	1	無
彰 28	6	43	1	無
文心南路	7	53	4	有
文心路 1 段~4 段	7	53	4	有

資料來源：本計畫。

(1) 國道

B 車國道路線與 A 車路線皆包含國道 1 號新竹交流道至臺北圓山交流道，但實驗 A 車取樣路段尚包含國道 2 號、國道 3 號及國道 1 號彰化至新竹段，由於民國 96 年實際取樣結果顯示，在 A 車取樣路段中以新竹至圓山交流道段的車速分布較適合本計畫的需求，因此實驗 B 車僅行駛此段路線。

附表 1.2-2 實驗路線（國道）行駛路段

主要道路名稱	起點	迄點
縣 122	中繼點（工研院）	新竹交流道
國 1	新竹交流道	圓山交流道
國 1	圓山交流道	新竹交流道
縣 122	新竹交流道	中繼點（工研院）

資料來源：本計畫。

(2) 省道

B 車所行駛之省道，在臺 1 線、臺 1 乙線及臺 1 丙線的路段與實驗 A 車相似，道路類型包含 CLASS 24 及 27。但實驗 A 車的路線中 CLASS 24 路段較短，必須進行較多天的取樣才能得到足夠的樣本數。為了縮短實驗天數，延長實驗 B 車每趟次取樣的時間，因此新增臺 10 線路段，以取得 CLASS 24 的資料。

附表 1.2-3 實驗路線（省道）行駛路段

主要道路名稱	起點	迄點
縣道 142	鹿港天后宮	彰化市金馬路 1 段
臺 1 丙線	彰化市金馬路 1 段	彰化市金馬路陸橋
臺 1 線	彰化市金馬路陸橋	大度橋
臺 1 乙線	大度橋	精忠橋
臺 1 乙線	精忠橋	中清路（大雅交流道）
臺 10 線	中清路（大雅交流道）	中清路與東海路口（迴轉點）
臺 10 線	中清路與東海路口（迴轉點）	中清路（大雅交流道）
臺 1 乙線	中清路（大雅交流道）	精忠橋
臺 1 乙線	精忠橋	大度橋
臺 1 線	大度橋	彰化市金馬路陸橋
臺 1 丙線	彰化市金馬路陸橋	彰化市金馬路 1 段
縣道 142	彰化市金馬路 1 段	鹿港天后宮

資料來源：本計畫。

（3）縣道

B 車的縣道路線所選路段為縣道 142，原本就包含於其他實驗路線中，但為了加強對此道路類型的分析，因此多進行一趟次的取樣。

附表 1.2-4 實驗路線（縣道）行駛路段

主要道路名稱	起點	迄點
縣道 142	ARTC	彰化交流道
縣道 142	彰化交流道	ARTC

資料來源：本計畫。

1.2.2 實驗執行計畫與測試方法說明（道路實驗）

1. 實驗 B 車路線說明與實際測試情形

執行實際道路排放及能耗之測試時，先確認需使用的測試設備，其功能是否正常，氣體鋼瓶壓力是否於正常範圍，裝載之電瓶是否於充滿電狀態，並確認車輛狀況（包含各項油、水及轉向燈、照明燈）。若設備及車輛無任何問題，即可啟動引擎，開啟大燈及冷氣（冷度置於最冷，風量調整為第三段），再依照本計畫所規劃之路線，開始進行取樣。測試時除需依照規劃路線行駛之外，並依規定之測試方式及速限行駛。

實際道路數據收集以排放分析取樣設備連續即時量測車輛排放，透過電腦連續記錄量測結果，並記錄車輛運行過程中燃油消耗量。此外，在車輛運行當中由車上 OBD 所接收出來之各項引擎參數之資訊及行車車速，

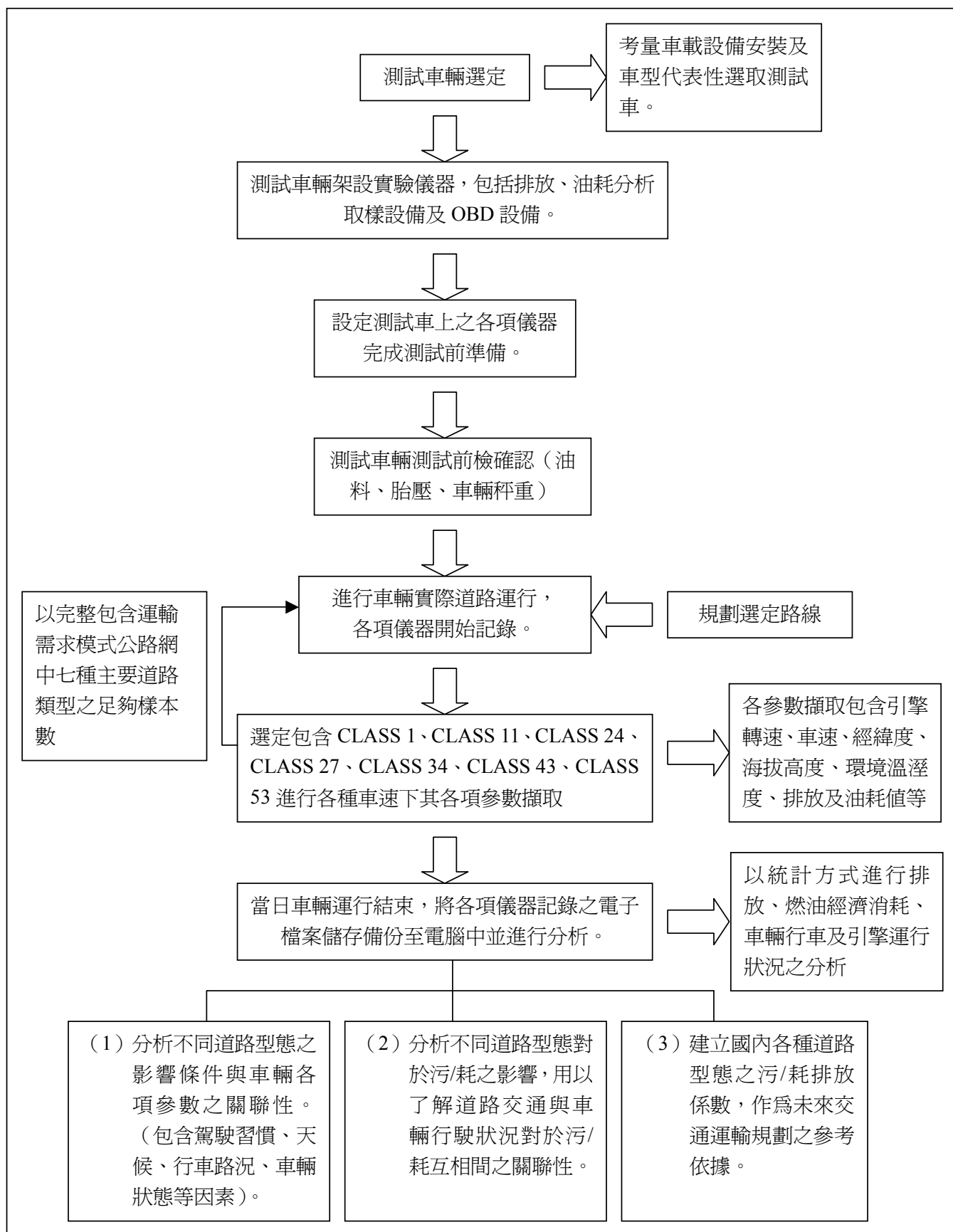
亦透過 OBS-2200 之外部輸入單元 (External Input Unit, EIU) 送至控制電腦記錄。最後，將車輛排放、燃油消耗狀況、車輛行車狀況 (加速、減速、惰轉) 及引擎運行狀況等記錄之數據加以分析，以統計出該道路路線之排放及燃油消耗狀況，分析出不同交通狀況、駕駛行為對於排放及能耗之影響，用以了解行駛、道路交通及車輛行駛狀況對於排放及能耗相互間之關聯影響。有關實驗 B 車之道路實驗流程，可參見附圖 1.2.1 與附圖 1.2.2。

根據附錄 1.2.1 節所設計之實驗路線及排定之實驗時間，本計畫於民國 97 年 7 月 22 日開始執行，詳細實驗日誌列於附錄 1.2.4 中，各組路線實驗日期及情形如附表 1.2-5 所示，鄉道及市區道路均順利完成實驗取樣，但快速道路受到氣候及儀器故障影響，未能順利取得所有數據，但後續亦執行補測，以蒐集完成之數據供後續分析使用。以下為各實驗路線之詳細說明與實驗記錄。

附表 1.2-5 道路實驗路線執行情形：實驗 B 車

路線	測試日期	測試結果
鄉道	97/7/22 97/8/21	全程取樣成功，但 7/22 樣本數不足，於 8/21 進行補測
快速道路	97/8/4 97/8/5 97/8/19 97/8/20	全程取樣成功，但 8/4 及 8/5 取樣樣本，於 8/19 及 8/20 補足
縣道	97/8/22	全程取樣成功
國道	97/8/7 97/8/8	全程取樣成功
省道	97/7/24 97/7/25 97/7/31	全程取樣成功
市區道路	97/7/23 97/8/6	97/7/23 部分取樣失敗，故 8/6 再次取樣成功

資料來源：本計畫。



資料來源：本計畫。

附圖 1.2.1 實車道路測試流程



資料來源：本計畫。

附圖 1.2.2 B 車道路實驗

(1) 實驗路線（鄉道）-路線說明與測試情形

①路線概述

■ 行駛路線

實驗路線所經過路段及通過順序如附表 1.2-6 所示。起點為輔導路，往東共行駛縣道彰 28、彰 25、彰 24、彰 19，利用省道臺 19 線連接彰 24 沿原路回到起點，全長約 52.4 公里。

附表 1.2-6 實驗路線（鄉道）行駛路段

主要道路名稱	起點	迄點
彰 28	輔導路（往東）	海浴路（往北）
彰 25	海浴路（往北）	海埔巷（往東）-牛埔巷-溝墘巷（彰 24 與彰 19 路口）
彰 24	海埔巷（往東）-牛埔巷-溝墘巷（彰 24 與彰 19 路口）	溝墘港（往北）-鹿和路 622 巷
彰 19	溝墘港（往北）-鹿和路 622 巷	自鹿和路 622 巷-鹿和路 198 巷，接彰 24（往西）
鹿和路 3 段	自鹿和路 622 巷-鹿和路 198 巷，接彰 24（往西）	彰 24（往西）-海埔巷，接海浴路
彰 24	彰 24（往西）-海埔巷，接海浴路	海浴路（往南）
彰 25	海浴路（往南）	輔導路（往西）
彰 28	輔導路（往西）	輔導路（往東）

資料來源：本計畫。

■ 預定實驗日期及方式：

民國 97 年 7 月 22 日上午 7 點及下午 4 點 30 分，在天氣及設備許可情況下，各執行一次測試。

■ 測試重點

縣道：縣道低干擾資料

②測試結果

■ 測試日期及方式：民國 97 年 7 月 22 日上午 7 點及下午 4 點 30 分，各執行一次測試。

■ 測試情形

7 月 22 日：07：14 由車輛中心出發，08：48 完成測試回到車輛中心，共繞行三圈，實際行駛時間約 1.5 小時。除臺 19 線外，其餘道路均為鄉間道路，來車較少。

7 月 22 日：16：21 由車輛中心出發，18：02 完成測試回到車輛中心，共繞行三圈，實際行駛時間約 1.5 小時。行駛車速與上午相似。

③測試檢討

■ 典型鄉道類型，行駛車速順暢，車流無明顯增減。

■ 道路寬度較小，如須會車必須小心謹慎。

(2) 實驗路線（市區道路）-路線說明與測試情形

①路線概述

■ 行駛路線

實驗路線所經過路段及通過順序如附表 1.2-7 所示。起點為文心南路，北上方向行駛至文心路 4 段盡頭後迴轉，循原路回到文心南路，共繞行兩次，此路線長度約 53.4 公里。

附表 1.2-7 實驗路線（市區道路）行駛路線

主要道路名稱	起點	迄點
臺中市文心路	文心南路	文心路 4 段
臺中市文心路	文心路 4 段	文心南路

資料來源：本計畫。

■ 預定實驗日期及方式：

民國 97 年 7 月 23，在天氣及設備許可情況下，上午 8 點及下午 5 點，各執行一次測試。

■ 測試重點

文心路：市區道路於上、下班交通尖峰時間測試資料

②測試結果

- 測試日期及方式：民國 97 年 7 月 23 日、8 月 6 日上午 8 點及下午 5 點，各執行一次測試。

■ 測試情形

7 月 23 日：07：53 由文心南路出發，08：28 至文心路 4 段盡頭迴轉，並於 08：32 更換電瓶。09：00 完成設備暖機及校正後，繼續往文心南路方向行駛，於 09：36 抵達文心南路折返繼續繞行測試路線一周，於 10：44 完成測試後回車輛中心。測試時間約 2 小時 51 分。

7 月 23 日：16：54 由文心南路出發，17：30 至文心路 4 段盡頭迴轉，並於 17：34 更換電瓶。17：57 完成設備暖機及校正後，繼續往文心南路方向行駛，於 18：31 抵達文心南路折返，19：11 電池電壓低於安全設定，故終止測試，返回車輛中心。

8 月 6 日：07：48 由文心南路出發，08：24 至文心路 4 段盡頭迴轉，並於 08：27 更換電瓶。08：43 完成設備暖機及校正後，繼續往文心南路方向行駛，於 09：16 抵達文心南路折返繼續繞行測試路線一周，於 10：17 完成測試後回車輛中心。測試時間約 2 小時 29 分。下午 16：47 由文心南路出發，17：29 至文心路 4 段盡頭迴轉，並於 17：31 更換電瓶。17：46 完成設備暖機及校正後，繼續往文心南路方向行駛，18：00 開始下雨，18：25 因雨勢過大，路面積水，故停止測試。測試時間約 1 小時 40 分。

③測試檢討

- 測試時遇上 8 點至 9 點的上班交通顛峰，行車車速緩慢。過了 9 點後，車輛數減少，行車車速提高。
- 舊電池電力不足，往後之測試盡量使用新電池，並在出發前確認電池電壓。
- 車輛行經積水路面激起之水花會影響測試結果，考量補測知資料數量達到所需，遂停止測試。

(3) 實驗路線（臺中市省道）-路線說明與測試情形

①路線概述

■ 行駛路線

實驗路線所經過路段及通過順序如附表 1.2-8 所示。起點為車輛中心，經由縣 142 道路往東至彰化縣金馬路，過金馬陸橋、大度橋及精忠橋接臺中市五權路、大雅路到中清路，行駛至東海路口迴轉，循原路行駛至車輛中心。全長約 110 公里。

附表 1.2-8 實驗路線（臺中市省道）行駛路段

主要道路名稱	起點	迄點
縣 142	車輛中心	金馬路
臺 1 丙	金馬路	金馬路陸橋
臺 1	金馬路陸橋	大度橋
臺 1 乙	大度橋	精忠橋（烏日鄉中山路 1 段）
臺 1 乙	精忠橋	中清路（大雅交流道）
臺 10	中清路（大雅交流道）	中清路（東海路口迴轉）
臺 10	中清路（東海路口迴轉）	中清路（大雅交流道）
臺 1 乙	中清路（大雅交流道）	精忠橋（烏日鄉中山路 1 段）
臺 1 乙	精忠橋	大度橋
臺 1	大度橋	金馬路陸橋
臺 1 丙	金馬路陸橋	金馬路
縣 142	金馬路	車輛中心

資料來源：本計畫。

■ 預定實驗日期及方式：

民國 97 年 7 月 24 日上午 7 點、下午 4 點，7 月 25 日上午 7 點與 7 月 31 日上午 7 點、下午 4 點，在天氣及設備許可情況下，各執行一次測試。

■ 測試重點

省縣道路：省線道路上下班交通顛峰時期資料

②測試結果

■ 測試日期及方式：民國 97 年 7 月 24 日上午 7 點、下午 4 點，7 月 25 日上午 7 點與 7 月 31 日上午 7 點、下午 4 點，各執行一次測試。

■ 測試情形

7 月 24 日：07：07 由車輛中心出發，07：40 到達金馬路，07：49 通過金馬陸橋，08：15 行經五權路，08：56 到達東海路迴轉，09：05 在中繼點休息及更換電瓶。09：35 完成儀器暖機及校正後，持續往南行駛，10：43 通過彰化交流道，11：14 回到車輛中心完成測試，測試時間約 4 小時 7 分。下午：16：08 由車輛中心出發，16：39 到達金馬路，16：48 通過金馬陸橋，17：15 行經五權路，18：07 到達東海路迴轉，18：17 在中繼點休息及更換電瓶。18：33 完成儀器暖機及校正後，持續往南

行駛，19：47 通過彰化交流道，20：16 回到車輛中心完成測試，測試時間約 4 小時 8 分。

7 月 25 日：07：02 由車輛中心出發，07：28 到達金馬路，07：40 通過金馬陸橋，08：04 行經五權路，08：44 到達東海路迴轉，08：52 在中繼點休息及更換電瓶。09：37 完成儀器暖機及校正後，持續往南行駛，10：37 通過彰化交流道，11：01 回到車輛中心完成測試，測試時間約 4 小時。

7 月 31 日：07：12 由車輛中心出發，07：46 到達金馬路，07：53 通過金馬陸橋，08：18 行經五權路，08：59 到達東海路迴轉，09：10 在中繼點休息及更換電瓶。09：39 完成儀器暖機及校正後，持續往南行駛，10：44 通過彰化交流道，11：12 回到車輛中心完成測試，測試時間約 4 小時。下午：16：16 由車輛中心出發，16：50 到達金馬路，16：59 通過金馬陸橋，17：25 行經五權路，18：08 到達東海路迴轉，18：18 在中繼點休息及更換電瓶。18：52 完成儀器暖機及校正後，持續往南行駛，20：03 通過彰化交流道，20：31 回到車輛中心完成測試，測試時間約 4 小時 15 分。

③測試檢討

- 測試時間接近上下班顛峰時間，車流量多。
- 中清路上有修路之工程。

（4）實驗路線（建國快速道路）-路線說明與測試情形

①路線概述

■ 行駛路線

實驗路線所經過路段及通過順序如附表 1.2-9 所示。起點為長興街，接辛亥路行駛建國高架，行駛至民生東路出口後下高架道路，利用迴轉道迴轉，迴轉後再行駛建國高架路段，至辛亥路後下高架道路，利用迴轉道迴轉，如此來回行駛 7 個趟次。

附表 1.2-9 實驗路線（臺北建國快速道路）行駛路段

主要道路名稱	起點	迄點
基隆路	長興街	辛亥路
建國高架快速道路	辛亥路	民生東路出口
新店環河快速道路	民生東路入口	辛亥路

資料來源：本計畫。

■ 預定實驗日期及方式：

民國 97 年 8 月 4 日下午 5 點、8 月 5 日上午 7 點及 8 月 19 日下午 6 點、8 月 20 日上午 7 點，在天氣及設備許可情況下，各執行一次測試。

■ 測試重點

快速道路：快速道路上下班交通顛峰時期資料

②測試結果

■ 測試日期及方式：民國 97 年 8 月 4 日下午 5 點執行一次測試。

■ 測試情形

8 月 4 日：17：05 由長興街出發，17：14 上建國高架，依規劃路線繞行建國高架道路，至 19：17 共繞行 7 趟次，結束測試，19：22 返回長興街。測試時間約 2 小時 17 分。

8 月 5 日：06：59 由長興街出發，07：03 上建國高架，依規劃路線繞行建國高架道路，至 09：16 共繞行 7 趟次，結束測試，09：23 返回長興街。測試時間約 2 小時 24 分。

8 月 19 日：18：05 由長興街出發，18：11 上建國高架，依規劃路線繞行建國高架道路，至 20：15 共繞行 7 趟次，結束測試，20：20 返回長興街。測試時間約 2 小時 15 分。

8 月 20 日：06：59 由長興街出發，07：03 上建國高架，依規劃路線繞行建國高架道路，至 09：09 共繞行 7 趟次，結束測試，09：15 返回長興街。測試時間約 2 小時 16 分。

③測試檢討

■ 封閉型快速道路，行駛過程無交通號誌等停之情形，18：30 後車流量增加，但車行車速並無低於最高車速太多。

(5) 實驗路線（國道一號）試跑情形

①路線概述

■ 行駛路線

實驗路線所經過路段及通過順序如附表 1.2-10 所示。起點為工研院門口，行駛至新竹交流道連接國道一號高速公路，北上方向行駛至圓山交流道，下交流道迴轉南下，至中壢休息站更換電瓶及人員休息，再行高速公路南下至新竹交流道，下交流道接縣道 122 行駛至工研院，路線總長度約 153.8 公里。

附表 1.2-10 實驗路線（國道一號）行駛路段

主要道路名稱	起點	迄點
縣道 122	工研院	新竹交流道
國道一號高速公路	新竹交流道	圓山交流道
國道一號高速公路	圓山交流道	中壢休息站
國道一號高速公路	中壢休息站	新竹交流道
縣道 122	新竹交流道	工研院

資料來源：本計畫。

■ 預定實驗日期及方式：

民國 97 年 8 月 7 日下午 5 點 30 分、8 月 8 日上午 6 點 30 分，在天氣及設備許可情況下，各執行一次測試。

■ 測試重點

快速道路：高速公路上下班交通顛峰時期資料

②測試結果

■ 測試日期及方式：民國 97 年 8 月 7 日下午 5 點 30 分、8 月 8 日上午 6 點 30 分，各執行一次測試。

■ 測試情形

8 月 7 日：17：30 由工研院門口出發，17：40 經由新竹交流道上高速公路，18：49 下圓山交流道迴轉南下，19：26 至中壢休息站更換電瓶，19：50 完成設備及暖機校正後，繼續南下，20：38 至新竹交流道接縣 122 道路，20：51 回到工研院完成測試後。測試時間約 3 小時 21 分。

8 月 7 日：06：40 由工研院門口出發，06：47 經由新竹交流道上高速公路，07：37 下圓山交流道迴轉南下，08：07 至中壢休息站更換電瓶，08：26 完成設備及暖機校正後，繼續南下，09：07 至新竹交流道接縣 122 道路，09：21 回到工研院完成測試後。測試時間約 2 小時 41 分。

③測試檢討

■ 晚間車流量較日間來的高。

2. 資料分析結果彙整

(1) 有效樣本之車速分布

實驗 B 車之實驗數據分析方式同實驗 A 車做法，共計取得超過 14 萬筆原始數據，而剔除誤差較大及異常數據後，約有 10 萬筆樣本可供分析。在不考慮加速度的影響下，上述各道路類型有效樣本之車速分布情形，如正文表 4.1-7 所示。

1.2.3 實驗執行計畫與測試方法說明（實驗室）

根據實驗 A 車建構關聯模式之方法與流程，97 年度所採用之實驗 B 車，其主要測試項目則為重覆 A 車的關鍵實驗，包含 #0、#7、#8（7 種道路類型）與 #10 等四項，以建構能與 A 車相比對之資料庫，驗證本計畫所建構關聯模式之穩定性。有關實驗 B 車之實驗室實驗流程，可參見附圖 1.2.3 與附圖 1.2.4。而各實驗室實驗之測試方法，則分別詳述如下。

1. 法規審驗測試行車型態實驗（#0、#7）

（1）實驗設計意涵

①實驗用油之法規審驗行車型態測試（#0）

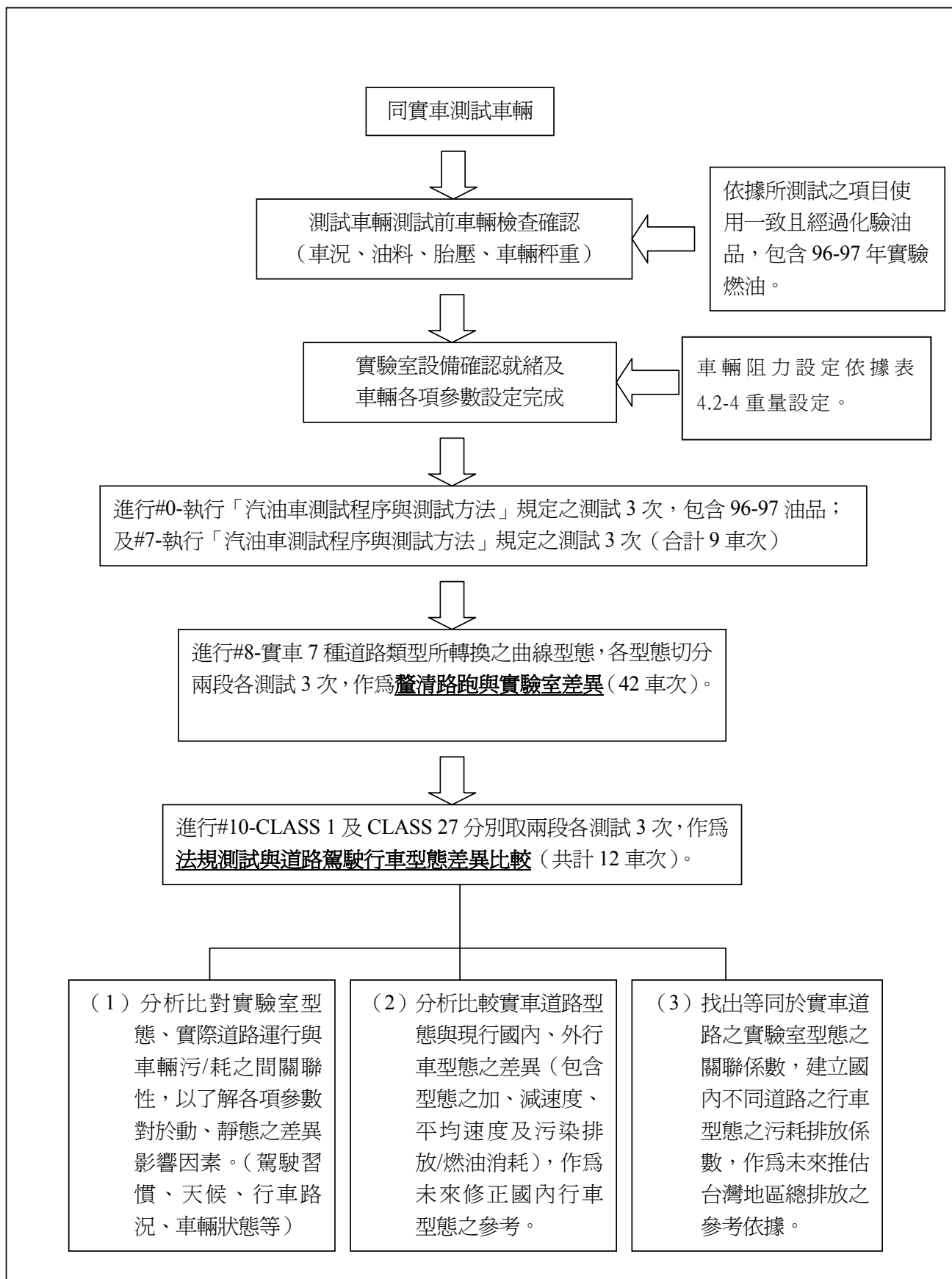
以實驗用油、符合法規審驗條件（法規車重、不開頭燈空調）進行法規審驗行車型態測試之逐秒取樣。藉此，可以進行四項分析：

- 藉由兩年度實驗用油，執行 #0 實驗後，便可釐清實驗油品對於 #0（N0-V）之影響。以確保 2 車後續可在同一資料基礎上進行分析。
- #0 能源消耗、物排放之平均值（ $\overline{N0}$ ），與各車速下之能源消耗、排放量（N0-V）的關係。
- 藉由 #7 與 #0 之 N-V 曲線結果比對，可以得到法規審驗測試中，其頭燈、空調與重量差異之綜合關係（R7）。
- 藉由 #10 與 #0 之 N-V 曲線結果比對，可以得到車輛分別在法規審驗測試行車型態與道路類型行車型態下之能耗、排放差異（R10）。

②既有法規審驗能耗、排放測試（#7）

以實驗車重、開頭燈空調的方式，進行既有的法規審驗排放、能耗測試（#7）。藉以可進行下述分析：

- #7 能源消耗、物排放之平均值（ $\overline{N7}$ ），與各車速下之能源消耗、排放量（N7-V）的關係。
- 藉由 #7 與 #0 之 N-V 曲線結果比對，可以得到法規審驗測試中，其頭燈、空調與重量差異之綜合關係（R7）。
- 與實驗室複製實驗（#8）進行比對分析，以建構實驗室法規審驗測試行車型態與道路類型行車型態間之能耗、排放差異關係（R8）。
- 與道路實驗（#99）進行比對分析，以建構因實驗環境不同與行車型態不同，而造成能耗、排放差異綜合轉換率（R11）。



資料來源：本計畫。

附圖 1.2.3 實驗室測試流程



資料來源：本計畫。

附圖 1.2.4 B 車實驗室測試

(2) 實驗執行說明

在實驗室進行現行法規審驗測試之車輛排放、能耗比對測試時是依循「汽油及替代清潔燃料引擎汽車車型排氣審驗合格證明核發及廢止辦法」第十七條中所指汽油汽車廢氣排放測試方法與程序，規範其測試程序及方法。其範圍包括市區及高速公路之行車型態（參照本計畫 96 年研究成果）。

其中，#0 乃以現行行車型態排放/能耗測試【依據「汽油汽車廢氣排放測試方法與程序」測試方法，使用 95 無鉛汽油（分別使用 96-97 年用油）進行排放/能耗測試】FTP 行車型態重複 3 次，合計進行 6 車次測試。

而 #7 則以現行行車型態排放/能耗測試【依據「汽油汽車廢氣排放測試方法與程序」測試方法，使用 95 無鉛汽油（使用 97 年用油）進行排放/能耗測試】以冷起動、開頭燈空調及原車重+設備+人員方式，重複 3 次 FTP 行車型態測試。

2. 道路類型行車型態比對實驗（#8、#10）

（1）實驗設計意涵

①實驗室複製實驗（#8）

延續實驗 A 車之實驗進行方式，以道路實驗（#99），同時搭配之實驗室複製實驗（#8）之進行，以釐清車輛於實際道路行駛時與實驗室之間，在能源消耗、排放特性上的差異（R2），初步假設 R2 轉換率可能會隨車速、道路類型差異而有所不同。

②實驗室複製實驗（#10）

以法規車重、不開頭燈空調的方式，部分道路實驗（#99）之實驗室複製實驗（#10）。藉以可進行下述分析：

- 藉由 #10 與 #0 之 N-V 曲線結果比對，可以得到車輛分別在法規審驗測試行車型態與各道路類型行車型態下之能耗、排放差異（R10）。此轉換率對應於 R8 具有相同的轉換功能，唯 R10 與 R8 分別是在不同的車重條件下進行分析（R10：法規車重、R8：實驗車重），因此，兩者之 R-V 分布趨勢可能會有所差異。
- 藉由 #10 與 #8 之 N-V 曲線結果比對，可以得到在各道路類型行車型態下，其頭燈、空調與重量差異之綜合關係（R9）。此轉換率對應於 R7 具有相同的轉換功能，唯 R9 與 R7 分別是在不同的行車型態下進行分析（R9：道路類型行車型態、R7：法規審驗測試行車型態），因此，兩者之 R-V 分布趨勢可能會有所差異。

（2）實驗執行說明

本研究測試依據不同道路類型之 7 種實驗路線規劃，以連續取樣方式進行排放/能耗測試，至少取得各路型有效之里程數據收集，再將所得之實際道路行駛狀況轉換而成的行車型態曲線，用以了解車輛在該道路上每一區段之加、減速及冷熱車狀態對於排放及能耗之影響，並透過其測試結果，重現出實際道路與實驗室之差異性及關聯性。

其中，#8 實驗乃以將 7 種實際道路類型轉換之行車型態曲線，分別切分為 2 區段，含括不同車速之道路模式類型，進行排放/能耗測試，將實際道路所記錄之行車車速與時間關係，建立出可代表不同車速之型態曲線，提供實驗室重現實際道路之關聯性。每種型態各區段重複重複 3 次，以求得穩定數據，共進行 42 車次測試。

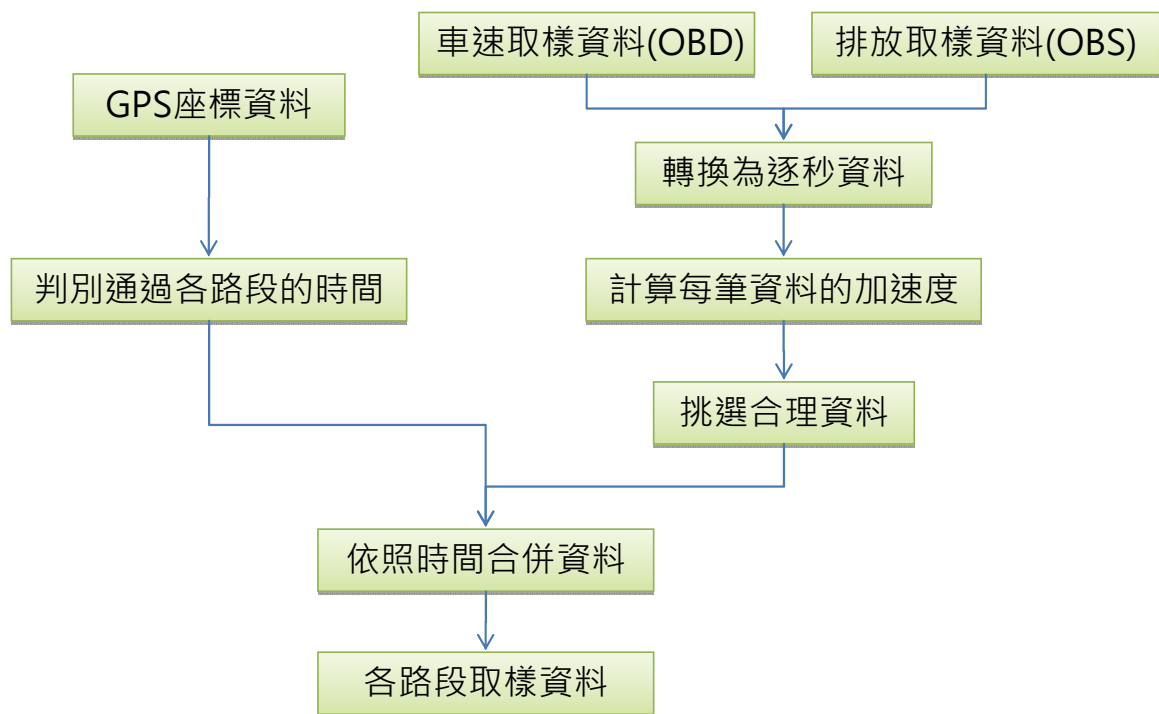
而 #10 則僅以 CLASS 1 與 CLASS 27 之 2 段實際道路類型轉換，進行排放/能耗測試，將實際道路所紀錄之行車車速與時間關係，建立出各道路類型之行車型態，提供實驗室重現實際道路之關聯性。每種型態各區段重複重複 3 次，以求得穩定數據，共進行 12 車次測試。

1.2.4 實驗數據回收處理

實驗 B 車之實驗數據處理流程，原則上與實驗 A 車相仿，但由於 2 實驗車輛在車輛配備與車型條件上的差異，因而導致實驗 B 車之數據回收處理流程中，有部份之處理流程與實驗 A 車有所不同。因此，本計畫將實驗 B 車之實驗數據回收至原始資料處理等各流程，特以此節加以彙整與說明。

1. 實驗 B 車原始取樣資料整理

實驗 B 車之原始取樣資料處理方式與 A 車相似，但實驗 B 車的車速取樣方式及頻率與實驗 A 車略有不同，因此在處理實驗 B 車取樣數據時，必須先將車速資料與 OBS 取樣資料相結合為逐秒資料，再加入 GPS 資料進行道路類型判別，資料處理流程如附圖 1.2-5 所示。



資料來源：本計畫。

附圖 1.2.5 實驗 B 車取樣資料回收處理流程圖

2. 取樣資料合理性判斷

實際進行資料分析時，發現實驗 B 車分別在道路實驗（#99）與實驗室實驗（#8、#10）中，出現能耗與排放（g/s）為負值或 0 的問題。因此，以下首先針對造成此資料誤差之可能原因加以探討；並說明本計畫針

對此類不合理數據之篩選方式；最後，亦提出具體建議，以提供後續研究參考，以避免類似情形發生，或能更有效地判斷無效數據並加以刪除。以下依照道路及實驗室實驗之分類，分述如下：

(1) 道路實驗（#99）

①原因

- 車輛加速瞬間之排放問題：由於 OBS 系統由車輛排氣管進行取樣，各項排放物重量的判定必須先得到各排放物體積濃度，再配合皮托管（參見附錄 1.2.8 節）體積流量計測得之排氣管流量值，加以計算出當時的各排放物重量。因此當排放物量極小時，可能會呈現排放數據為負值的現象。且流量計只能量測固定方向的流量，因此在車輛急減速此瞬間，可能影響流量之量測結果，導致出現排放物過低的狀況。
- 流量係數問題：另外執行團隊為確保實驗 B 車數據之有效性，也進行數據之 V-T 圖形分析，以判定何時出現流量異常。而由車載設備數據處理步驟（參見附錄 1.2.9 節）可得知，當流量發生異常時，所取得之數據為不合理之數據，建議將其刪除，以免產生後續數據錯誤研判。

②資料處理方式

- 因上述加速瞬間之排放問題，所以有可能發生一般行駛過程中，FUEL 與 CO₂ 數值比怠速時低等不合理之情況，但此為車輛正常狀況，建議保留此部分資料，僅需針對流量為負值的數據加以刪除。
- 因上述流量係數問題而造成流量量測偏低等不合理情況，已透過日本代理商取得修正計算公式，針對異常數據進行修正。有關數據之刪除原則分別如下（滿足任一項即予刪除）：
 - 該筆資料所有能耗、排放數值皆為 0；
 - 該筆資料中有任一能耗、排放率低於 0；
 - 流量計讀數低於 0；
- 經資料篩選後結果，共計刪除約 30% 之樣本點，但經刪除異常數據前後之整體樣本特性比較（車速分布百分比）確認，資料篩選的動作並不會改變原始資料特性（參見附表 1.2-11），因此以篩選後之資料庫作為本研究之分析基礎。

附表 1.2-11 有效資料與原始資料之樣本特性比較

	道路類型/道路名稱/道路屬性 (CLASS)						
	1	11	24	27	34	43	53
車速	國道：限速 100~110 一般路段	快速道路：完 全進出管制	省道：低干 擾2車道	省道：高干 擾2車道	縣道：低干 擾2車道	鄉道：低干 擾1車道	市區道 路：高干擾
	刪除前						
怠速	1%	6%	30%	34%	18%	8%	41%
000~010	3%	4%	6%	7%	6%	4%	6%
011~020	7%	5%	3%	5%	7%	5%	4%
021~030	5%	6%	5%	7%	10%	9%	6%
031~040	3%	6%	7%	11%	10%	21%	10%
041~050	3%	10%	11%	13%	9%	33%	26%
051~060	3%	18%	18%	12%	12%	17%	6%
061~070	4%	42%	18%	10%	26%	2%	0%
071~080	7%	4%	1%	1%	3%	0%	0%
081~090	16%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
091~100	39%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
101~110	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
111以上	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	刪除後						
怠速	1%	5%	28%	30%	16%	7%	37%
000~010	3%	4%	7%	7%	5%	4%	6%
011~020	6%	5%	3%	5%	7%	4%	5%
021~030	4%	6%	5%	8%	10%	9%	6%
031~040	2%	6%	8%	12%	11%	21%	10%
041~050	2%	11%	12%	15%	10%	34%	29%
051~060	2%	19%	18%	14%	12%	19%	7%
061~070	4%	41%	19%	9%	27%	3%	0%
071~080	7%	4%	1%	1%	3%	0%	0%
081~090	17%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
091~100	41%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
101~110	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
111以上	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	刪除前後速度分布之相關係數比較						
	100%	100%	100%	99%	100%	100%	99%

註：表格內為該道路類型於該車速區間內之樣本數佔該道路類型之總樣本數比例。

資料來源：本計畫。

③後續實驗資料蒐集建議

■ 以皮托管流量計所取得之數值，在國外使用車載量測經驗上，亦有類似情況發生（黃定華 2008；許建昌 2006），團隊參考國外經驗及作法，提出以下 3 點建議。

- 車型應及早選定：流量計需因車輛不同排氣量來搭配使用。由於流量計皆由原廠提供並於出廠前需進行流量計校正確認。一般訂製到交貨，時程上需要 3-4 個月。如車型能儘早確認，即可

訂製搭配實驗車型之流量計，避免時程延宕。

- 確認數據有效性：取得道路實際行駛數據後，依據車載設備數據處理步驟，進行無效數據篩選，即時判斷數據是否有效並且篩選樣本數，提早因應排定需補測之實驗。
- 衛星定位系統（GPS）及車輛診斷系統（OBD）整合：後續實驗應朝向數據整合一致化，避免透過太多轉換檔案之人為操作，進而產生數據整合時之誤差或錯誤。

■ 衛星定位系統：由於目前受制 OBS-2200 所內建之 GPS 二代晶片與額外輔助之 GARMIN 導航系統三代晶片差異，在冷開機車速較慢之外，運作較不穩定且定位偏移太多等影響，致使 OBS 儀器的電腦時間，跟 GARMIN GPS 的時間有兩分半之差異，需要增加後處理之程序，重新進行時間對齊（SHIFT），並與其它資料整合。

■ 車輛診斷系統：實驗 B 車雖配有 OBD，但隨車量測設備 OBS 提供的 OBD 通訊協定資料擷取介面（僅適用於大型柴油車）仍無法直接抓取引擎參數資料。因此目前以外加之汽油車輛之通用輔助擷取系統，逐秒記錄 B 車引擎參數資料。由於通用擷取系統目前每秒可擷取 3 筆數據，而 OBS 系統之排放資料則可每秒紀錄 5 筆數據，兩者之間亦需各自平均成逐秒資料之後再整合。後續年度中必須將此列為改進項目，以便採用正確的方法判斷資料有效性。

（2）實驗室實驗（#8、#10）

由於 #8 與 #10 皆為各自獨立的實驗項目，其與 #99 之相關性僅在於道路類型行車型態之複製（V-T），而此 #8 複製路段之選取原則，主要是依據 #99 之車速分布百分比為主要考量，因此，#8 所得之能耗、排放數據，並不受上述 #99 中無效數據之影響。此外，雖然本計畫僅針對 FUEL、CO₂ 資料進行分析，但考量資料之合理性，以下進行篩選資料時將一併檢核 FUEL、CO₂、CO、THC 及 NO_x 之數值。結果發現，在 #8 資料庫中，有少數樣本之 CO 排放確有異常數值出現，因此，以下將就原因、處理方式等詳述之。

①原因

- B 車為符合四期標準之實驗車，因此在排放方面原本就甚低，且仍屬新車狀態，導致其排放率易受外在環境干擾及車輛本身變異之影響，造成量測上誤差。
- 車載設備使用皮托管式之流量計與實驗室內使用定容取樣設備，並控制各項參數下，兩者相較實驗室取樣有較高之穩定性。因此車載設備

取樣時，在流量尚未穩定狀態或受環境干擾所取樣數據之變異（如，CO<-1 ppm），可以考慮刪除。

- 由於#8、#10 為實驗室數據，測試過程中，透過連續的袋取樣，除了收集車輛之排氣樣本外，同時亦會加入背景空氣進入取樣袋中，導致排放被稀釋，因此會有短時間沖淡樣本之數據。

②資料處理方式

- 法規審驗測試只重視測試過程階段排放之總量，短暫不準確之排放，僅佔整體分析比例極小之樣本，因此建議以 CO 濃度為主，刪除小於 -1（ppm）之數值，並令其餘介於 0 與 -1 之間的負值（0<負值<-1）為 0（ppm）。篩選前後之樣本數變動結果，可參見下附表 1.2-12 所示：

附表 1.2-12 #8 刪除前後之樣本數

單位：筆

	CLASS 1	CLASS 11	CLASS 24	CLASS27	CLASS34	CLASS 43	CLASS 53	Total
刪除前樣本數	4,506	5,058	4,914	4,905	5,301	5,073	4,855	34,612
刪除之樣本數	116	7	11	3	12	7	10	166
剩餘樣本數	4,396	5,057	4,903	4,905	5,295	5,072	4,851	34,446

資料來源：本計畫。

- #8 共刪除 166 筆資料，剩餘樣本數為 34,446 筆。
- #10 無需刪除，樣本數為 9,402 筆。

③後續實驗資料蒐集建議

- 選用實驗車輛時，建議使用經過新車磨合過程且有按時保養之使用中車輛，在排放上會較為穩定，減少取樣時車輛變異之因素。

1.2.5 道路實驗調查日誌

1.實驗路線-鄉道 CLASS 43

實驗日誌 97/7/22

時間	事項
06：00	設備開機暖機一小時，完成設備校正。
07：14	自車輛中心出發。
07：18	到達鄉道（CLASS 43）測試起始點，開始測試。
07：50	完成第一次測試，旋即進行第 2 次測試。
08：21	完成第 2 次測試，旋即進行第 3 次測試。
08：42	完成第 3 次測試。
08：48	回到車輛中心。
備註	1.天氣：晴朗。 2.測試行駛過程正常

實驗日誌 97/7/22

時間	事項
15：20	設備開機暖機一小時，完成設備校正。
16：21	自車輛中心出發。
16：27	到達鄉道（CLASS 43）測試起始點，開始測試。
16：57	完成第一次測試，旋即進行第 2 次測試。
17：30	完成第 2 次測試，旋即進行第 3 次測試。
18：02	完成第 3 次測試。
18：06	回到車輛中心。
備註	1.天氣：晴朗。 2.測試行駛過程正常

2.實驗路線-臺中市文心路 CLASS 53

實驗日誌 97/7/23

時間	事項
06：30	設備開機暖機。
07：02	自車輛中心出發，設備持續暖機。
07：53	到達測試起點，完成設備校正後開始測試。
08：32	至中繼站更換電瓶及人員休息
09：36	完成第一次測試，旋即進行第 2 次測試。
10：37	完成第 2 次測試。
11：23	回至車輛中心
備註	1.天氣：晴朗。 2.測試行駛過程正常

實驗日誌 97/7/23

時間	事項
15：30	設備開機暖機。
16：04	自車輛中心出發，設備持續暖機。
16：54	到達測試起點，完成設備校正後開始測試。
17：34	至中繼站更換電瓶及人員休息
18：31	完成第一次測試，旋即進行第 2 次測試。
19：10	電池電壓低於安全設定，中斷測試。
20：07	回至車輛中心
備註	1.天氣：晴朗。 2.執行第 2 次測試時，因電池電壓低於安全設定，故中斷測試。

3.實驗路線-省道臺一號及其支線 CLASS 24_27_34

實驗日誌 97/7/24

時間	事項
06：00	設備開機暖機一小時。
07：00	完成儀器校正後自車輛中心出發，進行測試。
09：05	到達中繼站更換電瓶及人員休息。
11：12	回到車輛中心。
備註	1.天氣：晴朗。 2.測試行駛過程正常。

實驗日誌 97/7/24

時間	事項
15：00	設備開機暖機一小時。
16：08	完成儀器校正後自車輛中心出發，進行測試。
18：17	到達中繼站更換電瓶及人員休息。
20：27	回到車輛中心。
備註	1.天氣：晴朗。 2.去程大雅路有車禍事件，車速緩慢。

實驗日誌 97/7/25

時間	事項
06：00	設備開機暖機一小時。
07：02	完成儀器校正後自車輛中心出發，進行測試。
08：52	到達中繼站更換電瓶及人員休息。
11：05	回到車輛中心。
備註	1.天氣：晴朗。 2.NOx 反應器溫度略高，調整冷氣出風口角度，降低後座環境溫度。

實驗日誌 97/7/31

時間	事項
15：00	設備開機暖機一小時。
16：16	完成儀器校正後自車輛中心出發，進行測試。
18：18	到達中繼站更換電瓶及人員休息。
20：35	回到車輛中心。
備註	1.天氣：晴朗。 2.測試行駛過程正常。

4.實驗路線-建國高架橋 CLASS 11

實驗日誌 97/8/4

時間	事項
16：00	設備開機暖機一小時
17：05	完成儀器校正後自中經院出發，進行測試。
17：26	完成第一次測試，旋即進行第 2 次測試。
17：43	完成第 2 次測試，旋即進行第 3 次測試。
18：00	完成第 3 次測試，旋即進行第 4 次測試。
18：17	完成第 4 次測試，旋即進行第 5 次測試。
18：37	完成第 5 次測試，旋即進行第 6 次測試。
18：58	完成第 6 次測試，旋即進行第 7 次測試。
19：17	完成第 7 次測試。
19：22	回到中經院。
備註	1.天氣：晴朗。 2.測試行駛過程正常

實驗日誌 97/8/5

時間	事項
06：00	設備開機暖機一小時
06：59	完成儀器校正後自中經院出發，進行測試。
07：16	完成第一次測試，旋即進行第 2 次測試。
07：32	完成第 2 次測試，旋即進行第 3 次測試。
07：50	完成第 3 次測試，旋即進行第 4 次測試。
08：09	完成第 4 次測試，旋即進行第 5 次測試。
08：30	完成第 5 次測試，旋即進行第 6 次測試。
08：50	完成第 6 次測試，旋即進行第 7 次測試。
09：16	完成第 7 次測試。
09：23	回到中經院。
備註	1.天氣：晴朗。 2.測試行駛過程正常

5. 補測路線-臺中市文心路 CLASS 53

實驗日誌 97/8/6

時間	事項
06：30	設備開機暖機。
07：02	自車輛中心出發，設備持續暖機。
07：48	到達測試起點，完成設備校正後開始測試。
08：27	至中繼站更換電瓶及人員休息
09：48	完成第一次測試，旋即進行第 2 次測試。
10：20	完成第 2 次測試。
11：12	回至車輛中心
備註	1.天氣：晴朗。 2.測試行駛過程正常。

實驗日誌 97/8/6

時間	事項
15：30	設備開機暖機。
16：00	自車輛中心出發，設備持續暖機。
16：47	到達測試起點，完成設備校正後開始測試。
17：31	至中繼站更換電瓶及人員休息。
18：25	突然下雨，路面積水，停止測試。
19：11	回至車輛中心
備註	1.天氣：陰轉陣雨。 2.18：00 開始下雨，18：20 路面積水，停止測試。

6.實驗路線-國道 1 號 CLASS 1

實驗日誌 97/8/7

時間	事項
16：30	設備開機暖機 1 小時。
17：30	完成設備校正自工研院出發，開始測試。
17：40	經由新竹交流道接國道 1 號。
18：49	到達折返點折返。
19：26	至中繼站更換電瓶及人員休息。
20：38	由新竹交流道下國道 1 號。
20：51	回到工研院完成測試。
備註	1.天氣：陰。 2.測試行駛過程正常

實驗日誌 97/8/8

時間	事項
05：30	設備開機暖機 1 小時。
06：40	完成設備校正自工研院出發，開始測試。
06：47	經由新竹交流道接國道 1 號。
07：37	到達折返點折返。
08：07	至中繼站更換電瓶及人員休息。
09：07	由新竹交流道下國道 1 號。
09：19	回到工研院完成測試。
備註	1.天氣：陰。 2.測試行駛過程正常

7.補測路線-建國高架橋 CLASS 11

實驗日誌 97/8/19

時間	事項
17：00	設備開機暖機一小時
18：03	完成儀器校正後自中經院出發，進行測試。
18：24	完成第一次測試，旋即進行第 2 次測試。
18：41	完成第 2 次測試，旋即進行第 3 次測試。
19：04	完成第 3 次測試，旋即進行第 4 次測試。
19：29	完成第 4 次測試，旋即進行第 5 次測試。
19：42	完成第 5 次測試，旋即進行第 6 次測試。
20：00	完成第 6 次測試，旋即進行第 7 次測試。
20：15	完成第 7 次測試。
20：20	回到中經院。
備註	1.天氣：晴朗。 2.測試行駛過程正常

實驗日誌 97/8/20

時間	事項
06：00	設備開機暖機一小時
06：59	完成儀器校正後自中經院出發，進行測試。
07：14	完成第一次測試，旋即進行第 2 次測試。
07：30	完成第 2 次測試，旋即進行第 3 次測試。
07：46	完成第 3 次測試，旋即進行第 4 次測試。
08：03	完成第 4 次測試，旋即進行第 5 次測試。
08：22	完成第 5 次測試，旋即進行第 6 次測試。
08：48	完成第 6 次測試，旋即進行第 7 次測試。
09：09	完成第 7 次測試。
09：15	回到中經院。
備註	1.天氣：晴朗。 2.測試行駛過程正常

8.補測路線-鄉道 CLASS 43

實驗日誌 97/8/21

時間	事項
06：00	設備開機暖機一小時，完成設備校正。
07：07	自車輛中心出發。
07：12	到達鄉道（CLASS 43）測試起始點，開始測試。
07：38	完成第一次測試，旋即進行第 2 次測試。
08：06	完成第 2 次測試，旋即進行第 3 次測試。
08：31	完成第 3 次測試。
08：36	回到車輛中心。
備註	1.天氣：晴朗。 2.測試行駛過程正常

實驗日誌 97/8/21

時間	事項
15：00	設備開機暖機一小時，完成設備校正。
15：58	自車輛中心出發。
16：03	到達鄉道（CLASS 43）測試起始點，開始測試。
16：30	完成第一次測試，旋即進行第 2 次測試。
16：59	完成第 2 次測試，旋即進行第 3 次測試。
17：27	完成第 3 次測試。
17：32	回到車輛中心。
備註	1.天氣：陰。 2.測試行駛過程正常

9.補測路線-鄉道 CLASS 34

實驗日誌 97/8/22

時間	事項
06：30	設備開機暖機一小時，完成設備校正。
07：38	自車輛中心出發，開始測試。
08：06	完成第一次測試，旋即進行第 2 次測試。
08：31	完成第 2 次測試，旋即進行第 3 次測試。
08：59	完成第 3 次測試。
備註	1.天氣：晴朗。 2.測試行駛過程正常

實驗日誌 97/8/22

時間	事項
16：00	設備開機暖機一小時，完成設備校正。
17：05	自車輛中心出發，開始測試。
17：35	完成第一次測試，旋即進行第 2 次測試。
18：03	完成第 2 次測試，旋即進行第 3 次測試。
18：32	完成第 3 次測試，旋即進行第 4 次測試。
19：01	完成第 4 次測試。
備註	1.天氣：晴朗。 2.測試行駛過程正常

1.2.6 實驗油品差異比較（實驗 B 車）

由於本計畫為跨年度研究案，顧及實驗用油之存放空間與經費限制，因此，兩年度不同實驗車輛之實驗油品無法一次購足，導致在 96 年度中所採購之實驗油品，已在實驗 A 車實驗中用罄；因此，在 97 年度實驗中，已重新採購 97 年新油品（同為 95 無鉛汽油，並經送中油化驗），以供實驗 B 車使用。

為避免油品差異對於 2 車實驗結果造成影響，導致後續分析數據誤差，本計畫特別以實驗 B 車，分別使用不同年份之油品，進行 #0 實驗，並透過統計檢定方式，探討兩年度油品差異（R-oil）對於本計畫成果之影響。

以下令 R-oil 為各車速下 2 實驗車輛之 N0 相減之差值，並透過 R-oil 之平均值檢定，以探討兩年度之實驗油品，在同一實驗（#0）條件下所得之數據是否具有顯著差異。結果顯示：兩年度油品所得之 FUEL 與 CO₂ 差值，皆無法拒絕虛無假設（ $H_0 = \overline{N0-96} - \overline{N0-97} = 0$ ），表示兩年度油品雖為分批採購，但其油品特性對於本實驗數據之影響並不顯著（附表 1.2-13）。因此，有關 2 實驗車輛所得之數據，無須做油品差異的調整，便可直接加以比對與分析。

附表 1.2-13 實驗油品差異檢定

R-oil	平均值 (g/s)	標準差 (g/s)	樣本數 (筆)
FUEL	-0.011851	0.169046	93
CO ₂	-0.024718	0.533844	93
平均值檢定結果			
	Z 值		
FUEL	-0.676082		
CO ₂	-0.446513		

註：網底表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下未達顯著，亦即接受 H_0 。

資料來源：本計畫。

1.2.7 實驗 B 車之計算負載值影響

本實驗 B 車由於有配置車上診斷系統（OBD, On-Board Diagnostic System），由 OBD 的輸出資料中，可取得實驗過程中的引擎參數，包括車速、引擎轉速、歧管節氣閥開度及進氣壓力等。其中又以引擎負載變化較為明顯。由於引擎負載變化與車輛各參數有直接關聯，因此透過擷取車輛的計算負載值（Calculated Load Value），進一步分析，能釐清引擎負載變

化與車輛排放、車速/加速度變化及不同道路類型相互間之關係。

1. 車輛負載與各排放物關係

利用 OBD 輸出資料可以得出以下計算公式：

$$(\text{current airflow/peak airflow@sea level}) * (\text{BARO@sea level/BARO}) * 100\%$$

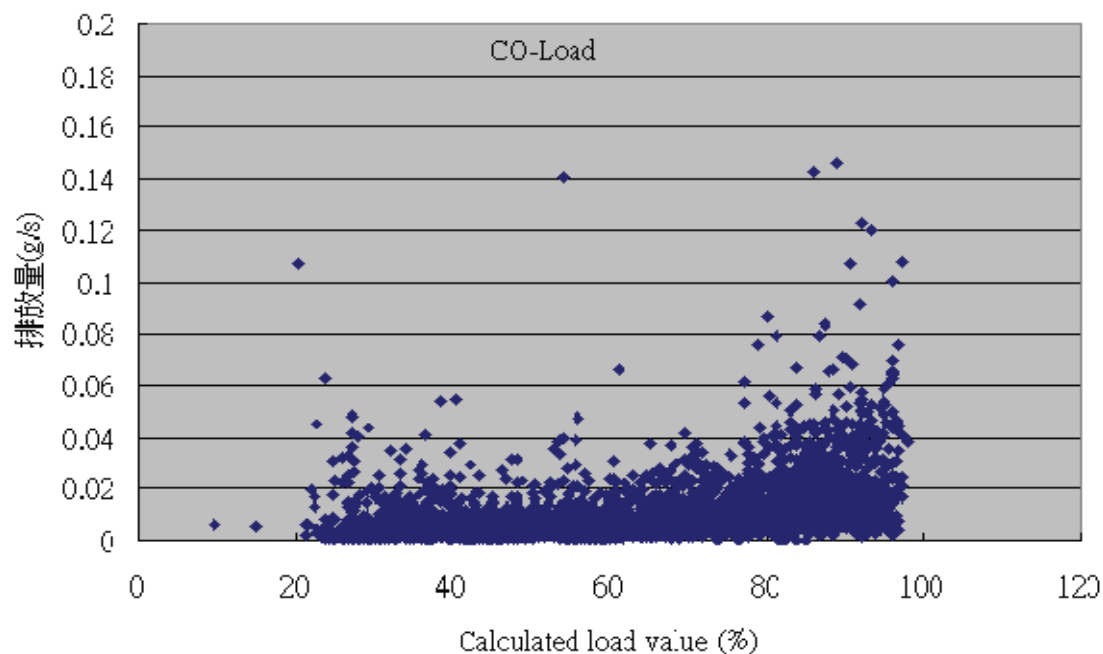
其中：

BARO：大氣壓力

airflow：引擎進氣量

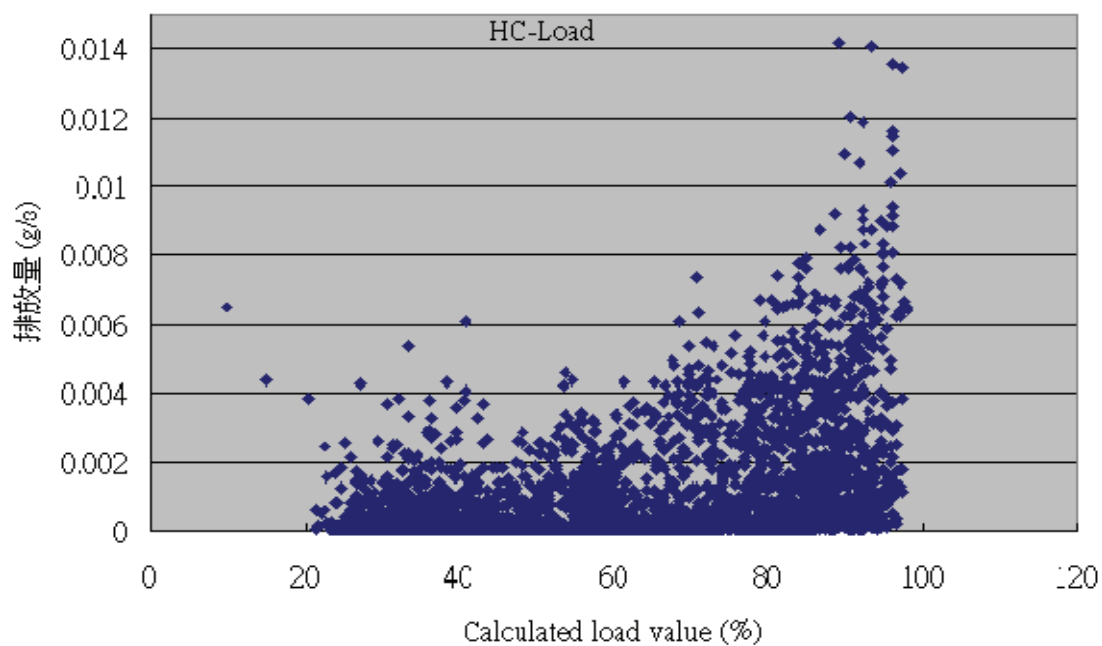
@sea level：在海平面狀態下

以省道臺 1 線資料為例：由引擎計算負載值與各排放量關係圖來檢視，負載計算值越大者，燃油的消耗量越高，CO、HC 及 NO_x 的排放量也越高，這是由於引擎在計算負載高時，需要導入較多的空氣及燃油進入引擎燃燒室燃燒，而當混合氣供給過多時會導致燃燒不完全，因而增加各排放物之排放量。如附圖 1.2.6～附圖 1.2.8。依據計算負載值的計算公式，在引擎惰轉狀態下（車速為零），其計算負載約為 55%；依據空氣流量及大氣壓力等參數判斷，低於 55%者為車輛在減速路段，其燃油消耗量相較較低，如附圖 1.2.9。另外，有部分 NO_x 在計算負載值 40%時排放量較高，這是由於車輛剛進行減速時，由於 ECU 點火角度仍在提前，正常燃燒狀態下 NO_x 增加，隨後油門關閉所造成之真空，吸入較多量混合氣時，導致最高燃燒溫度下降，NO_x 因而減少。



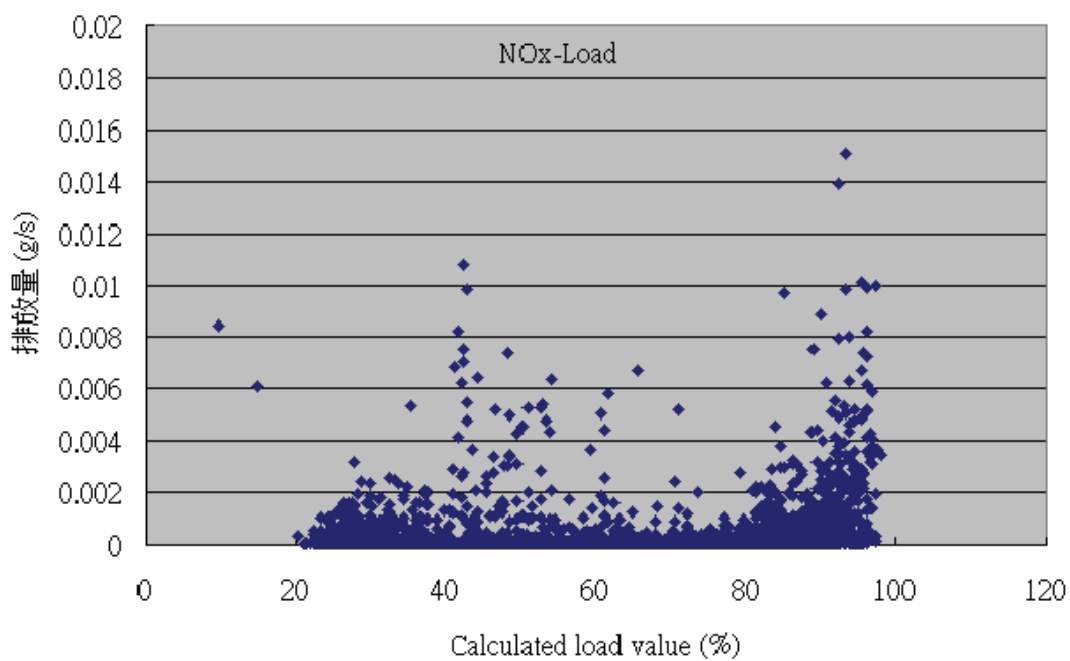
資料來源：本計畫。

附圖 1.2.6 引擎計算負載值與 CO 排放物之關係



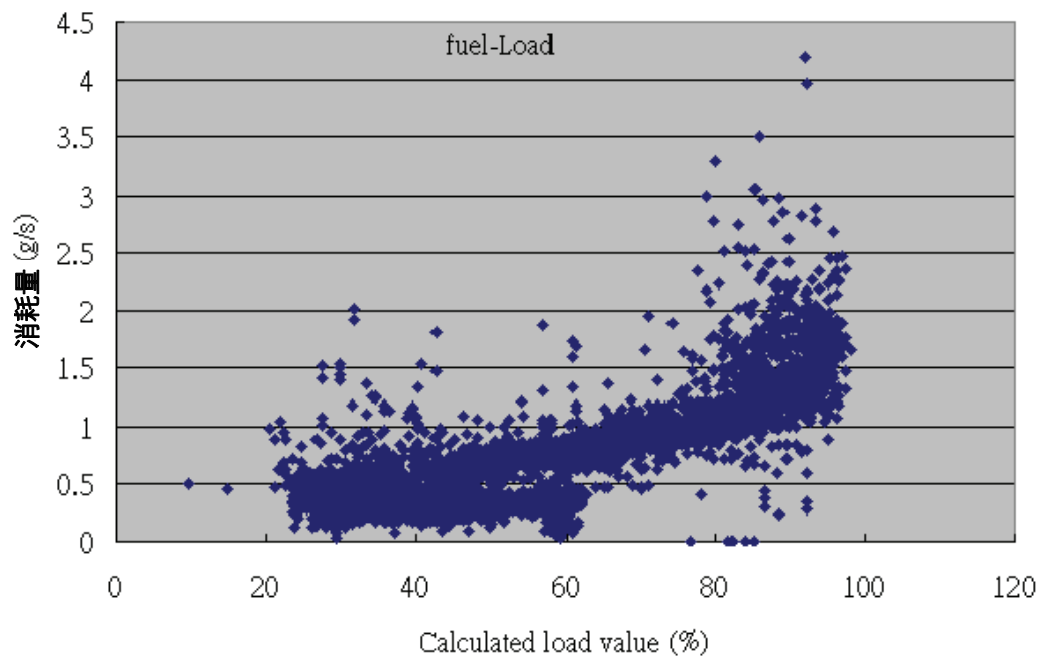
資料來源：本計畫。

附圖 1.2.7 引擎計算負載值與 HC 排放物之關係



資料來源：本計畫。

附圖 1.2.8 引擎計算負載值與 NOx 排放物之關係

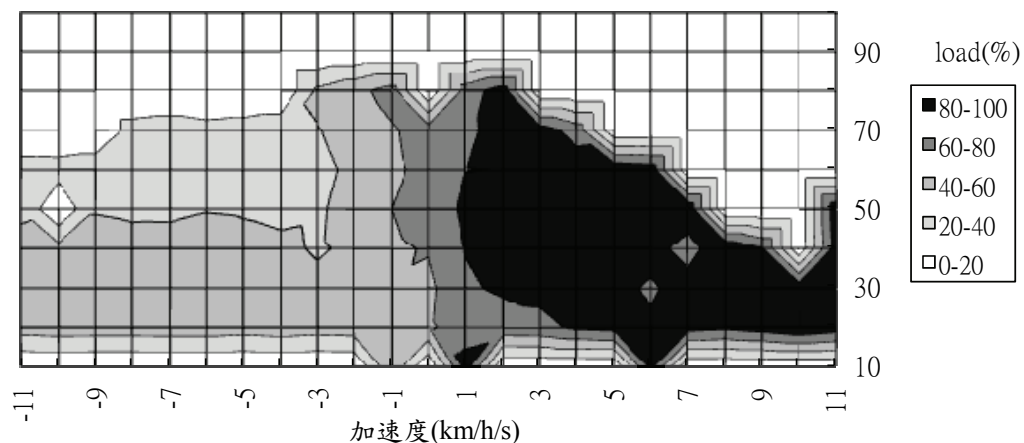


資料來源：本計畫。

附圖 1.2.9 引擎計算負載值與 FUEL 之關係

2. 車輛負載與車輛車速、加速度關係

以省道車輛的駕駛情況為例，由車輛車速、加速度與計算負載關係圖來檢視，車輛於加速度狀態下計算負載值明顯高於減車速下的計算負載，這是由於車輛產生加速度時，引擎轉速增加，此時節氣門打開，進氣量增大，計算負載值相對較高；反之減車速時，進氣量變小，計算負載值相對較低；負載值 20-30% 為減速時，瞬間放開油門所產生之現象。其他道路類型也是類似的結果，如附圖 1.2.10。

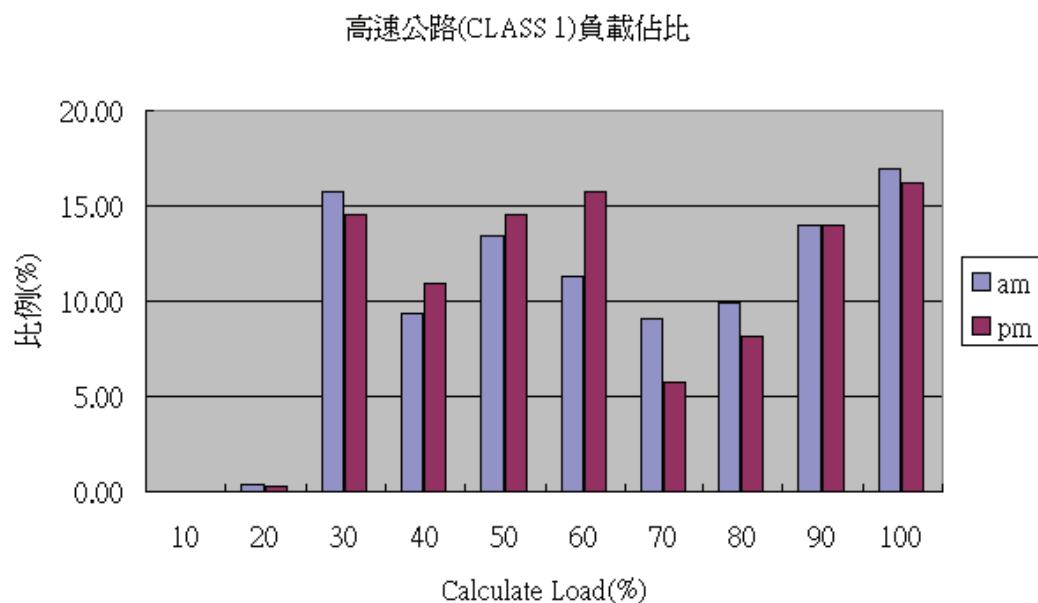


資料來源：本計畫。

附圖 1.2.10 引擎計算負載與車輛車速、加速度之關係

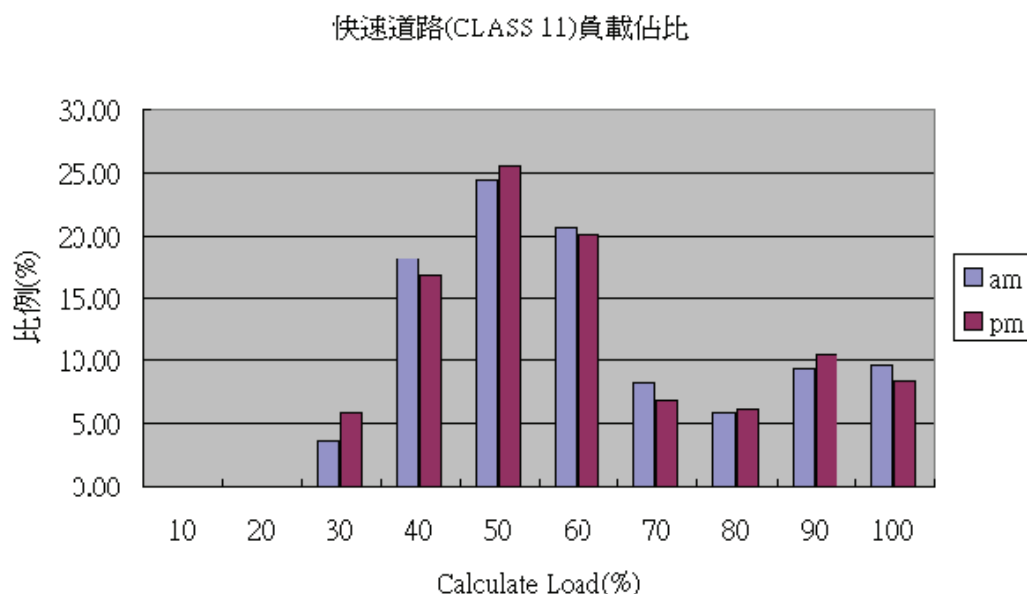
3. 不同道路類型與引擎計算負載值之關係

如果將每一種道路類型各個負載的佔比作圖（附圖 1.2.11～附圖 1.2.13），可以發現，每一種道路類型各個負載的佔比皆不相同，由計算負載值觀察，行駛狀況比較類似的是市區道路（CLASS 53）及省縣道（CLASS 34_27_24）。此外的每一種道路類型在上、下午皆有取樣數據，而上、下午的各個負載的佔比相似，在相同道路的負載佔比不因往返之尖峰時間而有太大的差異。如由不同駕駛者行駛在相同道路上，其負載佔比可能會有不同的之變化情況。



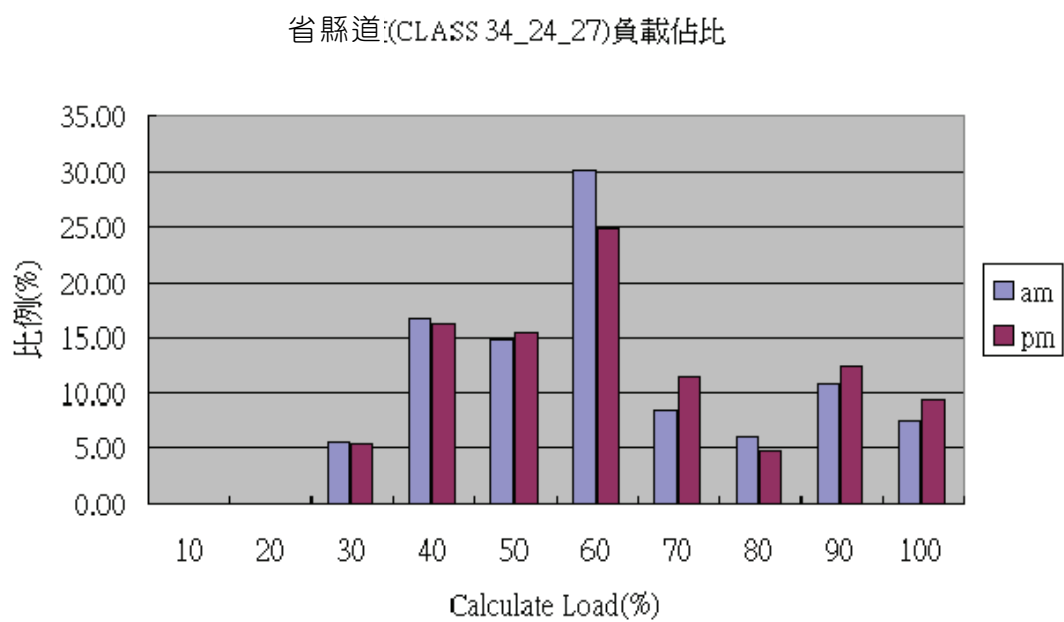
資料來源：本計畫。

附圖 1.2.11 國道（CLASS 1）負載佔比



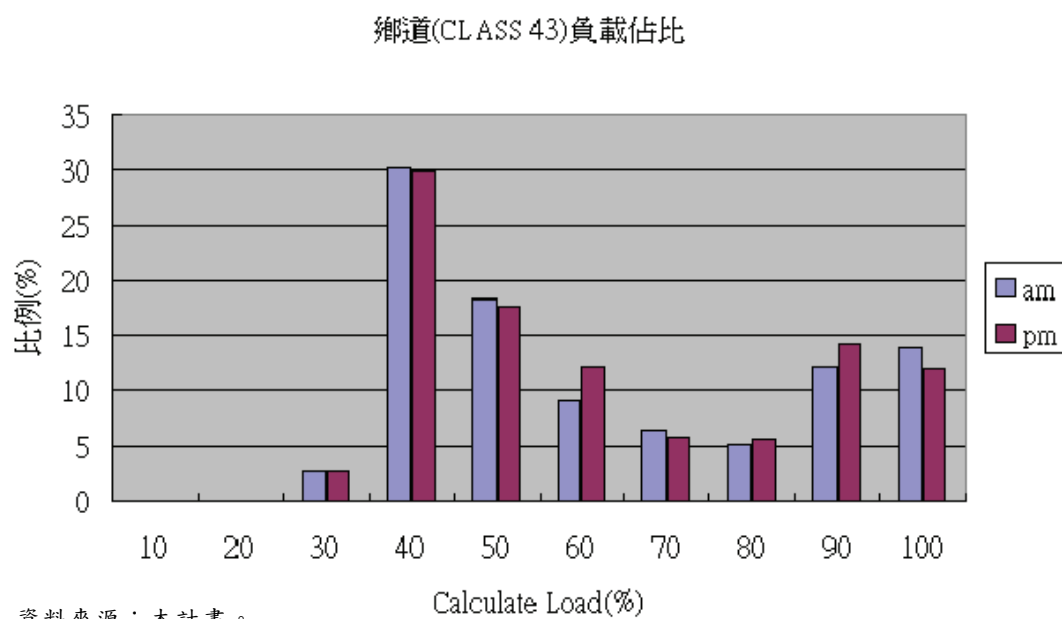
資料來源：本計畫。

附圖 1.2.12 快速道路（CLASS 11）負載佔比



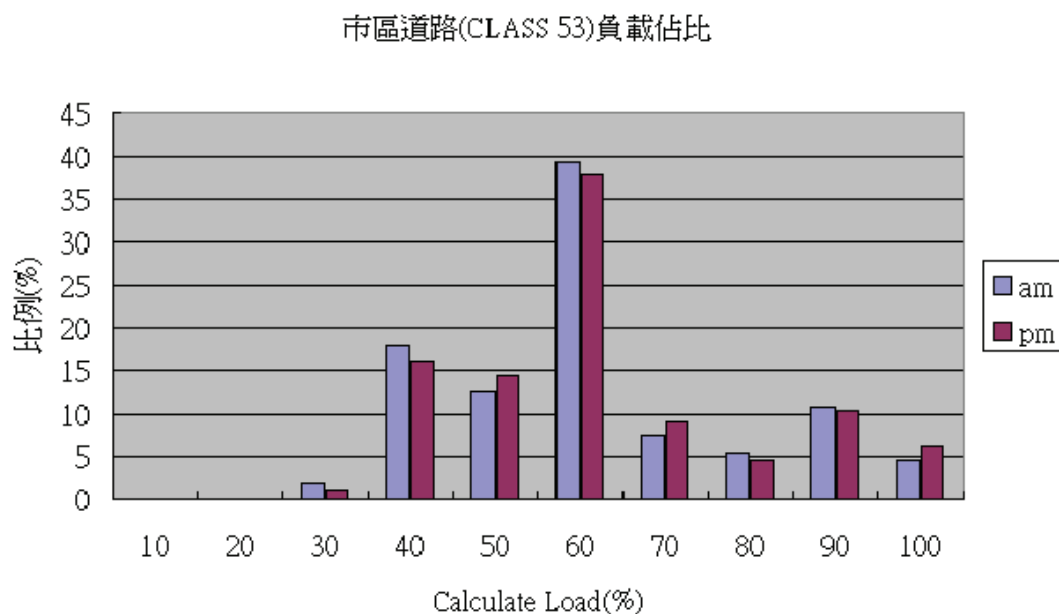
資料來源：本計畫。

附圖 1.2.13 省縣道（CLASS 34_24_27）負載佔比



資料來源：本計畫。

附圖 1.2.14 鄉道（CLASS 43）負載佔比

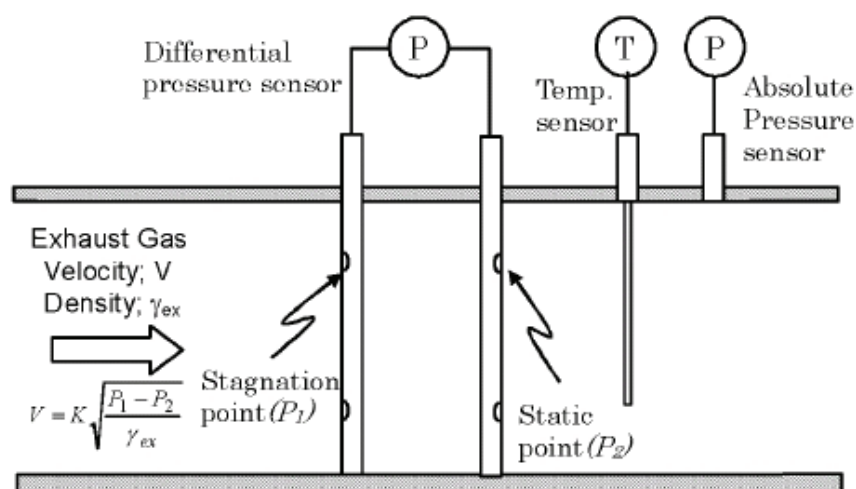


資料來源：本計畫。

附圖 1.2.15 市區道路（CLASS 53）負載佔比

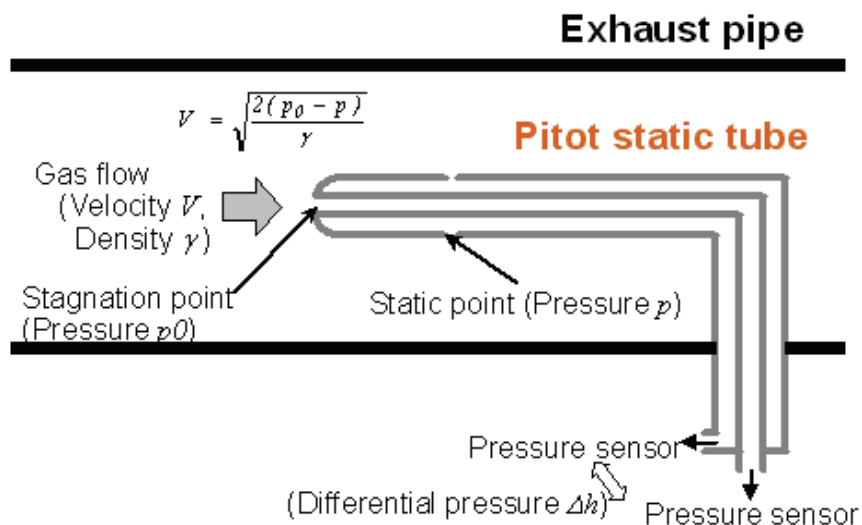
1.2.8 皮托管（PITOT）流量計

OBS 系統對於流量是使用皮托管（PITOT）流量計。該流量計量測流速方式是利用伯努力方程原理，通過量測流體差壓信號來計算流量，如附圖 1.2.16。PITOT 管是兩根空心不銹鋼管，其中一根在順流方向開有多個壓力孔，量測流體總壓力，在距離壓力孔後端固定距離處放置另一根取樣鋼管，開有與流體流動方向相反的靜壓孔，兩取樣孔量測的壓差用以計算排氣流量，如附圖 1.2.17。



來源資料：HORIBA Ltd.

附圖 1.2.16 皮托管（PITOT）流量計構造圖



來源資料：HORIBA Ltd.

附圖 1.2.17 皮托管（PITOT）流量計原理

根據伯努力方程得出流量方程式：

$$Q_{exh} = K \times \sqrt{\frac{P_{exh}}{101.3[kPa]} \times \frac{293.15[K]}{T_{exh}} \times \frac{\Delta h}{\gamma}}$$

$$H = \sqrt{\frac{P_{exh}}{101.3[kPa]} \times \frac{293.15[K]}{T_{exh}} \times \frac{\Delta h}{\gamma}}$$

其中 $Q_{exh}(t)$ ：標準狀態下之氣體流速[m³/min]

$P_{exh}(t)$ ：由絕對壓力感知器測得之排氣壓力

$T_{exh}(t)$ ：測量之排氣溫度[K]

此式為計算流量標準狀態下之氣體流速。

1.2.9 車載設備數據處理步驟

(1) 動態瞬時響應特性校準

排放濃度與排氣流速之時間對齊，此些參數將用於計算瞬時排放數據，對於分析數據上是十分重要。因此在執行取樣時就必須先行進行系統之動態響應特性確認。此特性是指系統即時測量與紀錄數據之能力，取決於：

- (a) 分析儀之反應時間 (T90)：
- (b) 排氣流速
- (c) 取樣管路之長度
- (d) 各氣體進入不同分析儀之時間與順序
- (e) 排氣溫度及壓力

以上為取樣前需進行的流量系統之確認，確認完成後才可以進行實車道路取樣作業，亦才可以確保數據即時性與可靠性。

(2) 確認數據有效性

取得道路實際行駛數據後，首先進行數據檢查，包含：

- (a) 測試各排放物之濃度值是否有負值，是否量測濃度值異於正常值 (CO₂ 濃度需大於 4%)。
- (b) 檢查流量計流量是否正常，流量計數值大小與車輛排氣量大小有直接關聯，以實驗 A 車 (2.4 L) 為例，車輛惰速下流量約為 0.45-0.55 m³/min；實驗 B 車 (1.5 L)，約為 0.15-0.35 m³/min。同時亦須檢查流量值是否有負值產生。

附錄 2 實驗數據與圖形彙整

附錄 2.1 圖形彙整

附錄 2.2 實驗原始數據（個別車速下之 N-V 對照表）

附錄 2.1 圖形彙整

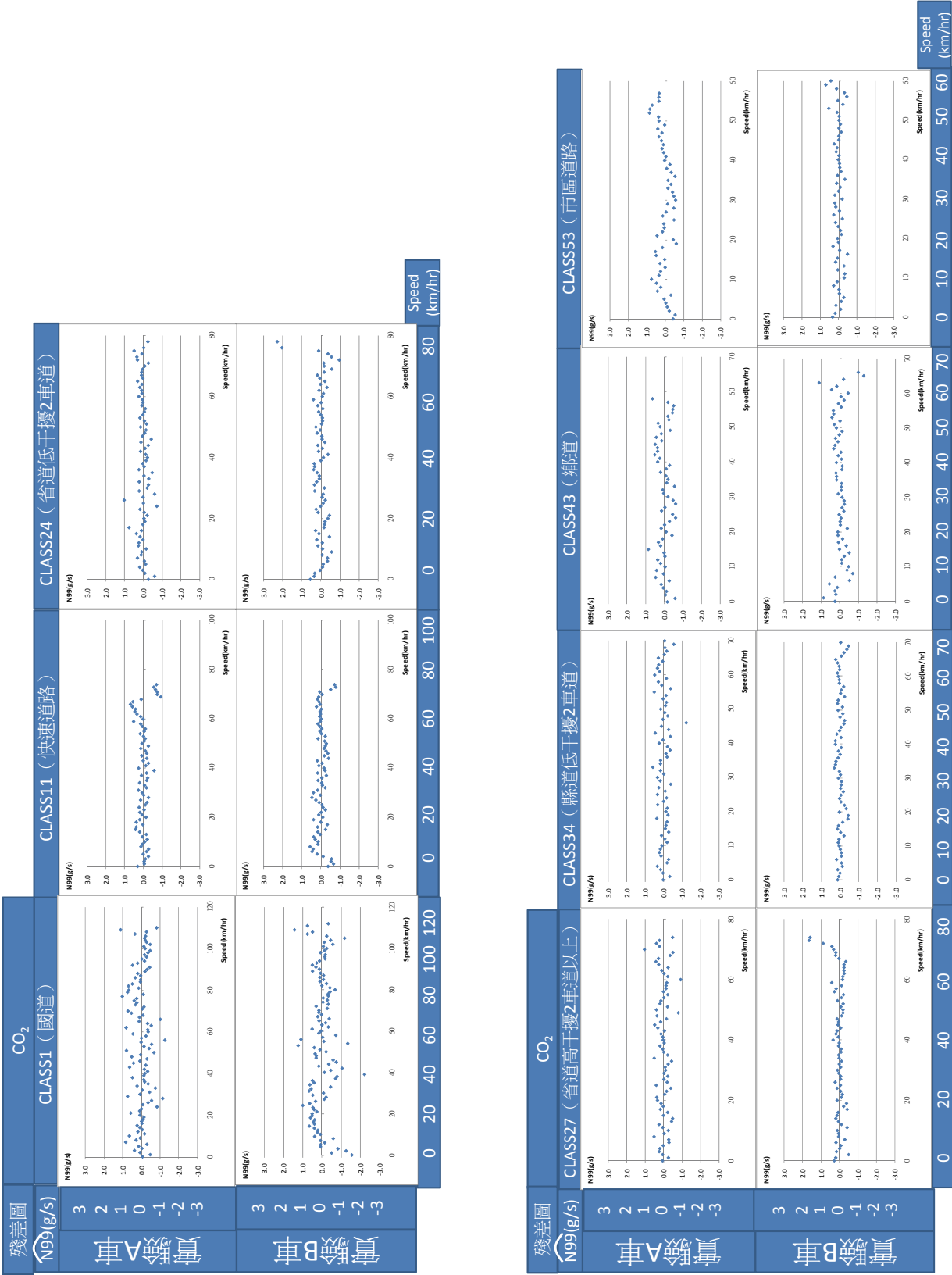
實錄A車	國道	快速道路	省道低干擾2車道	省道高干擾2車道以上	縣道低干擾2車道	鄉道	市區道路																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
N95(g/s)	class1	class11	class24	class27	class34	class43	class53																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
2																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
0.9																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
0.6																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
0.3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
0.010																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
0.008																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
0.006																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
0.004																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
0.002																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
0.008																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
0.006																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
0.004																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
0.002																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0	20	40	60	80	100	120	0</

註：圖中實線表示以實驗 A 車在各種道路類型上取得之隨車變動的能耗、排放資料，直接建構動態的能耗、排放曲線；圖中實心黑點表示實驗 A 車在各種道路類型上取得之

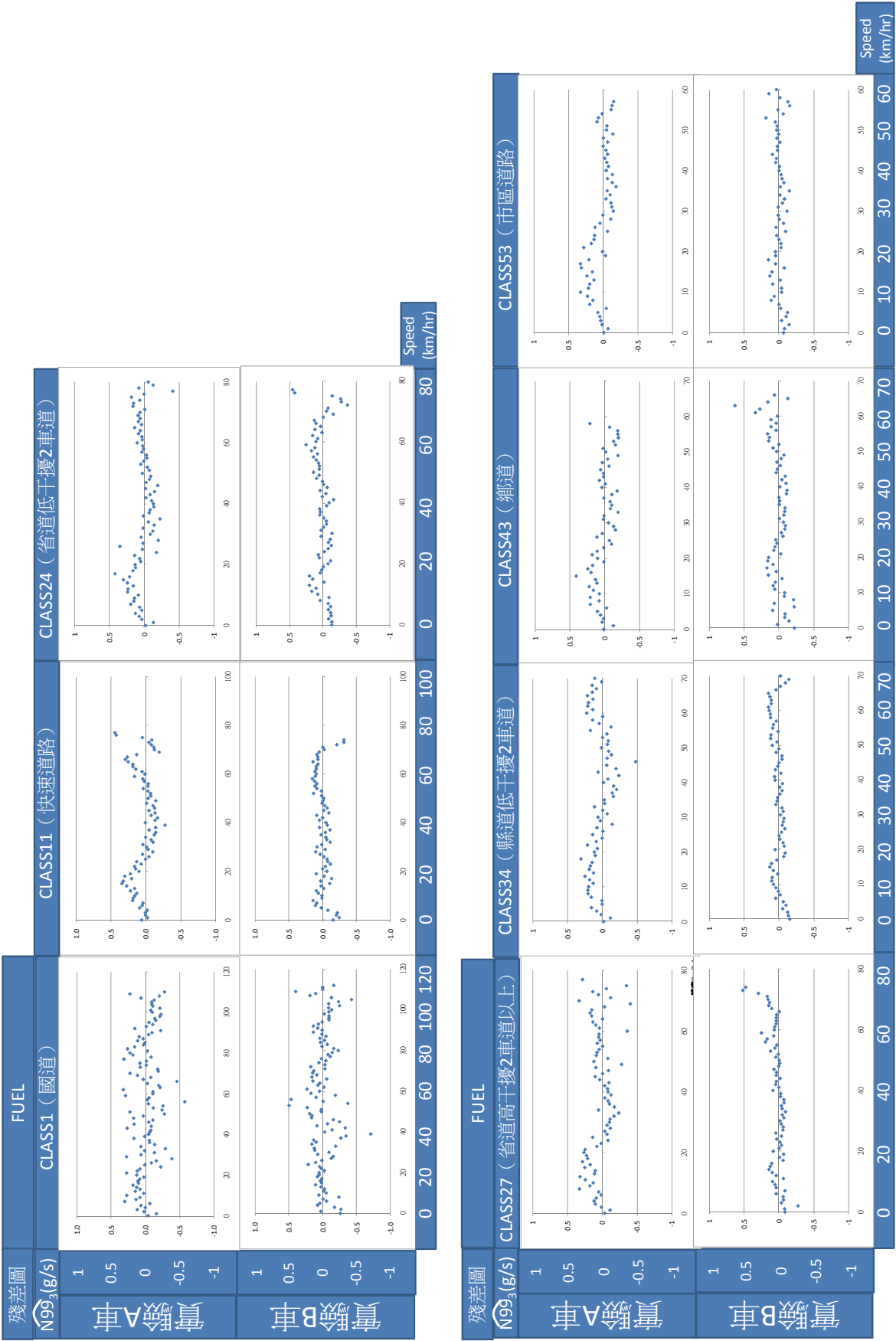
隨車速變動的能耗、排放資料。

資料來源：本計畫（本附錄圖表資料來源皆為本計畫）。

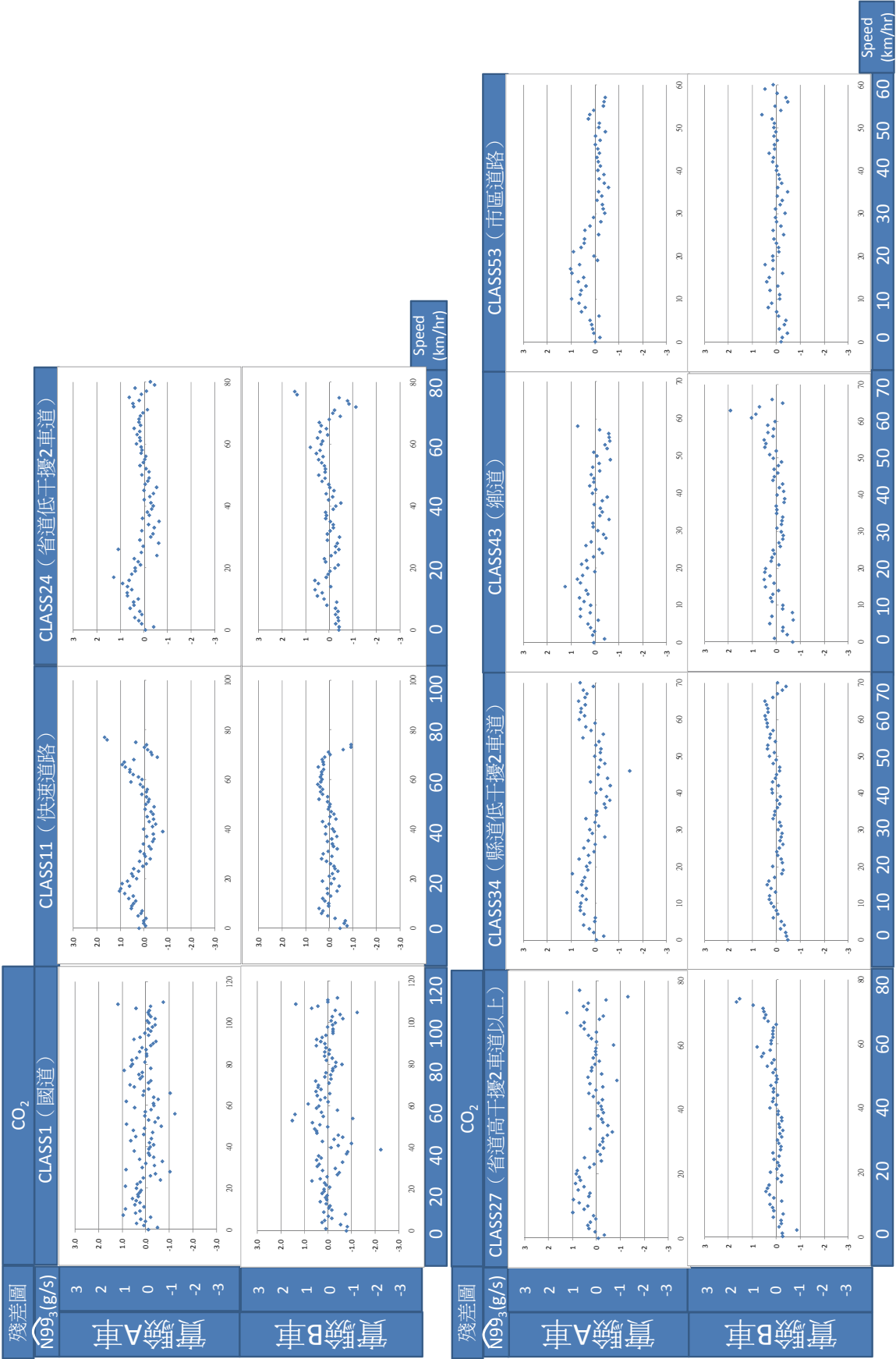
附圖 2.1.1 實驗 A 車各道路類型之 N99-V 與 N99-V[^]



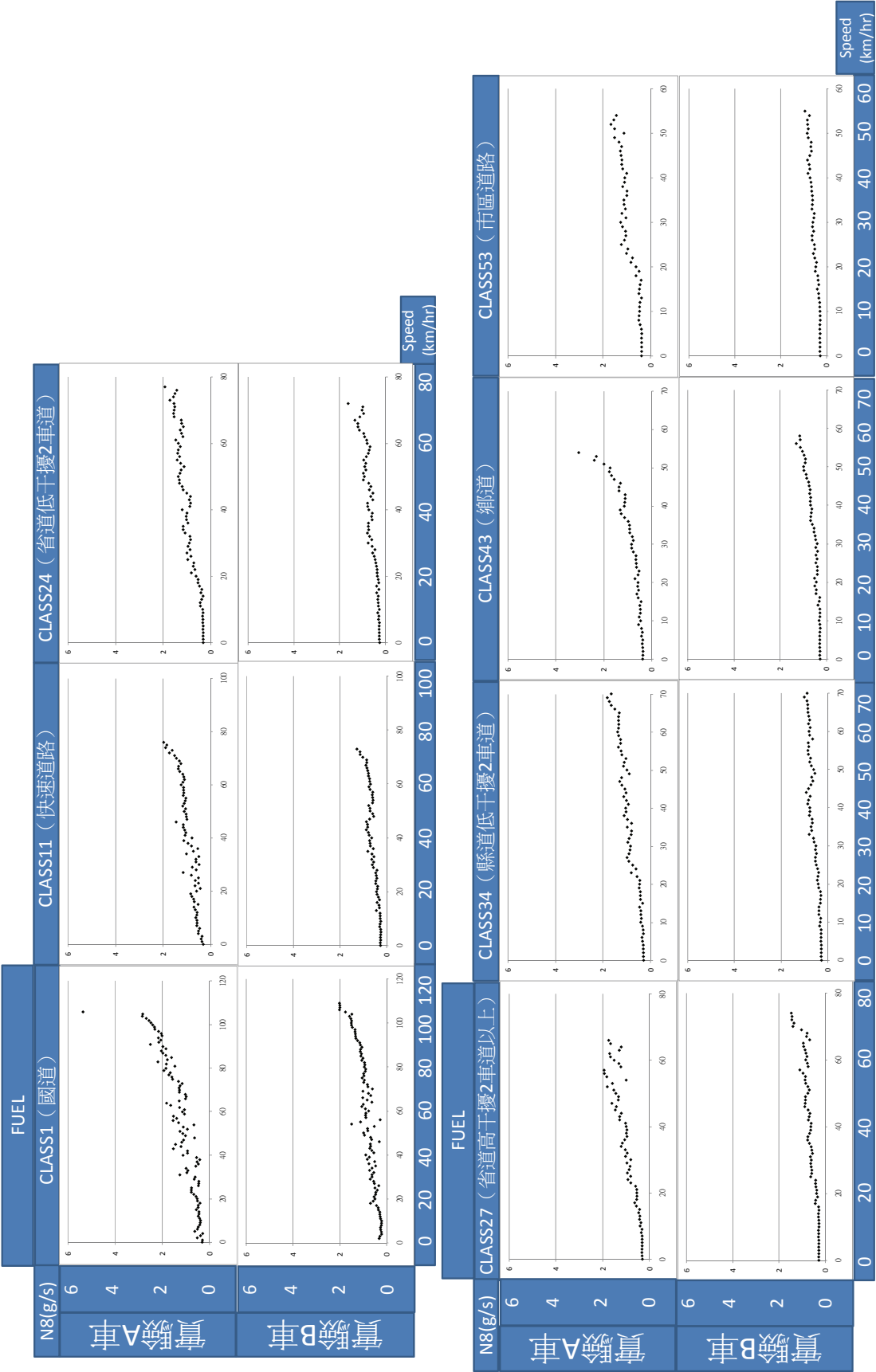
附圖 2.1.3 實驗 A、B 車各道路類型之 N99 – V 殘差圖：(b) CO₂



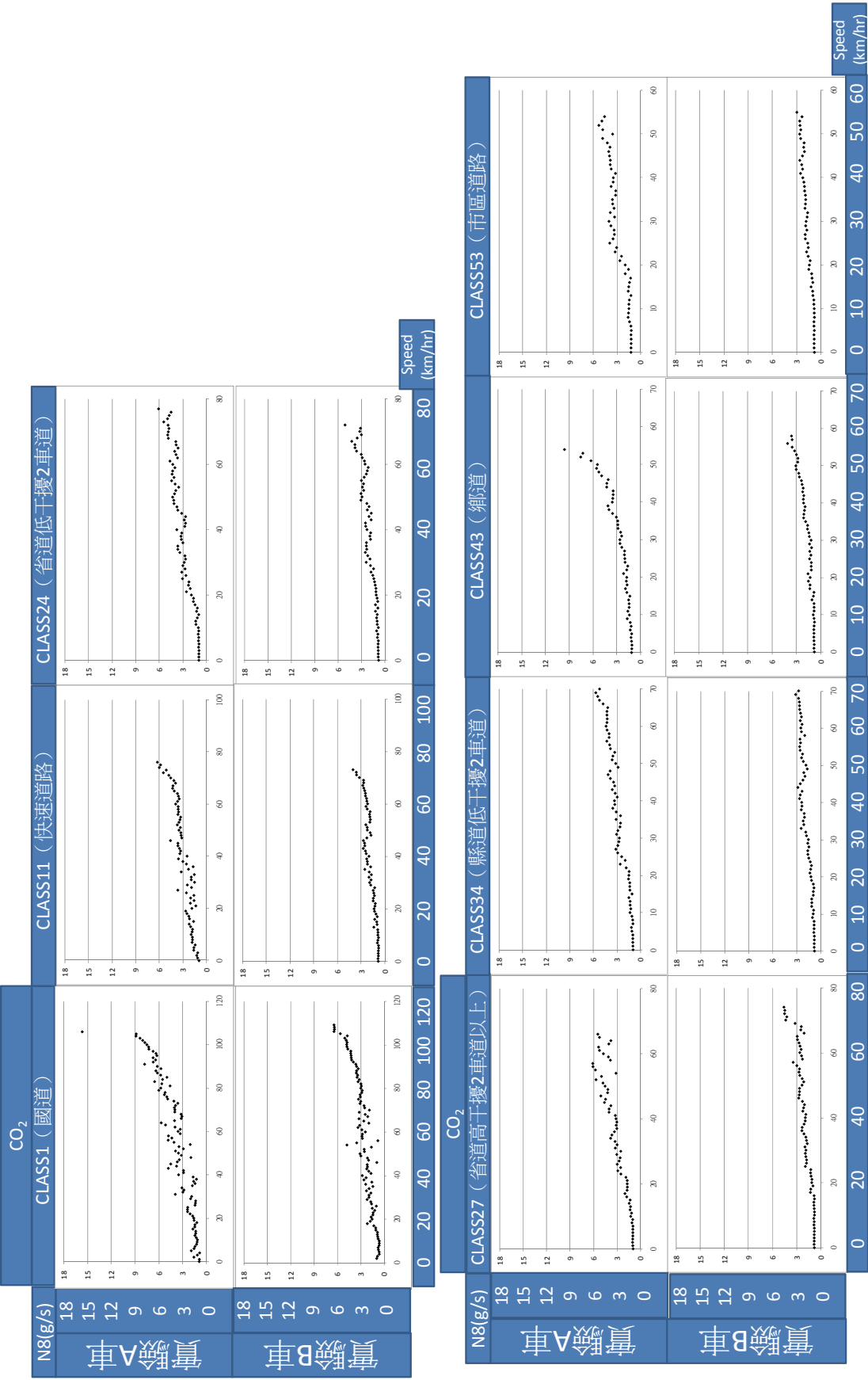
附圖 2.1.4 實驗 A、B 車各道路類型之 N99³ 殘差圖：(a) FUEL



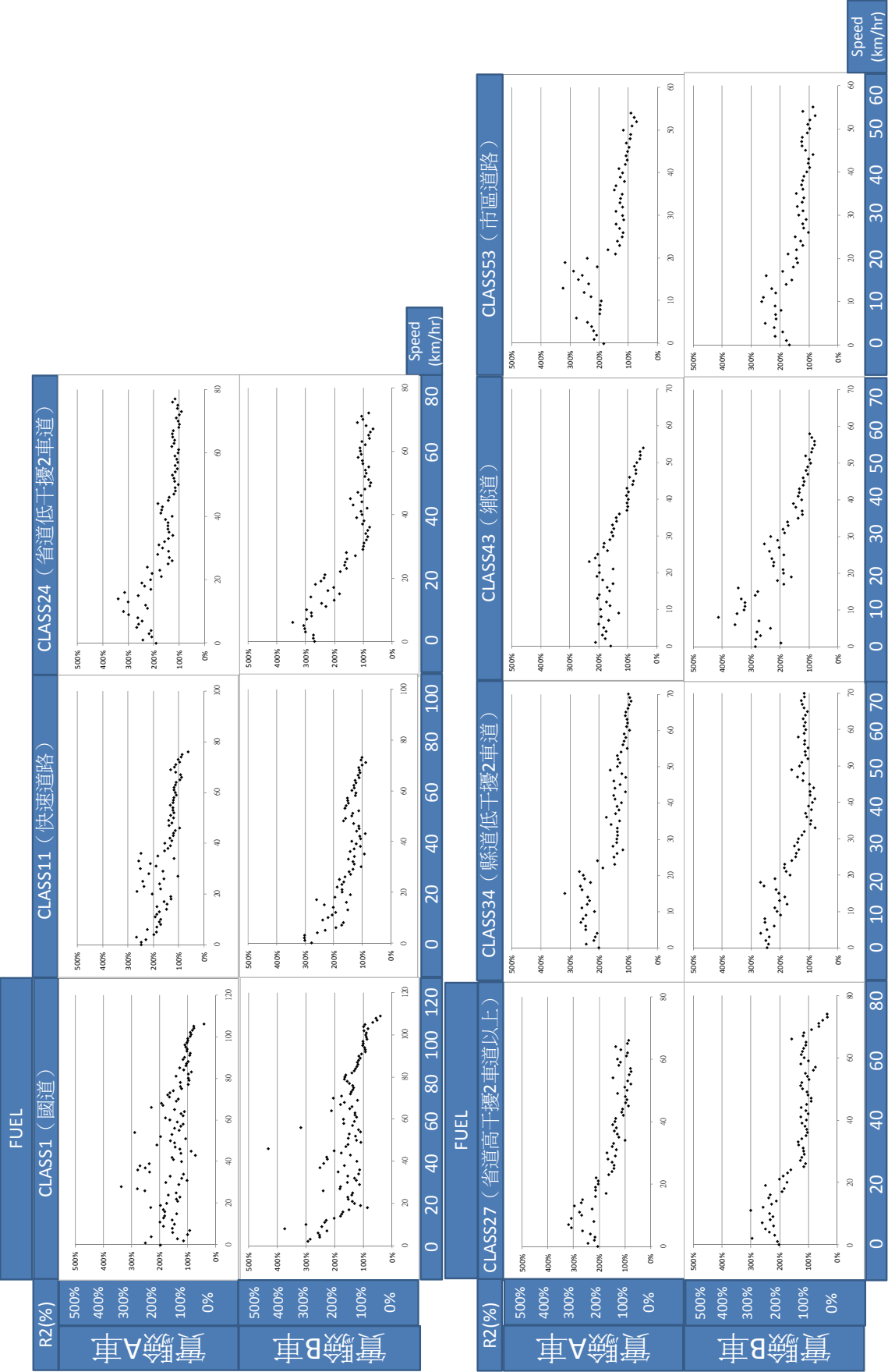
附圖 2.1.4 實驗 A、B 車各道路類型之 N99³ 殘差圖：(b) CO₂



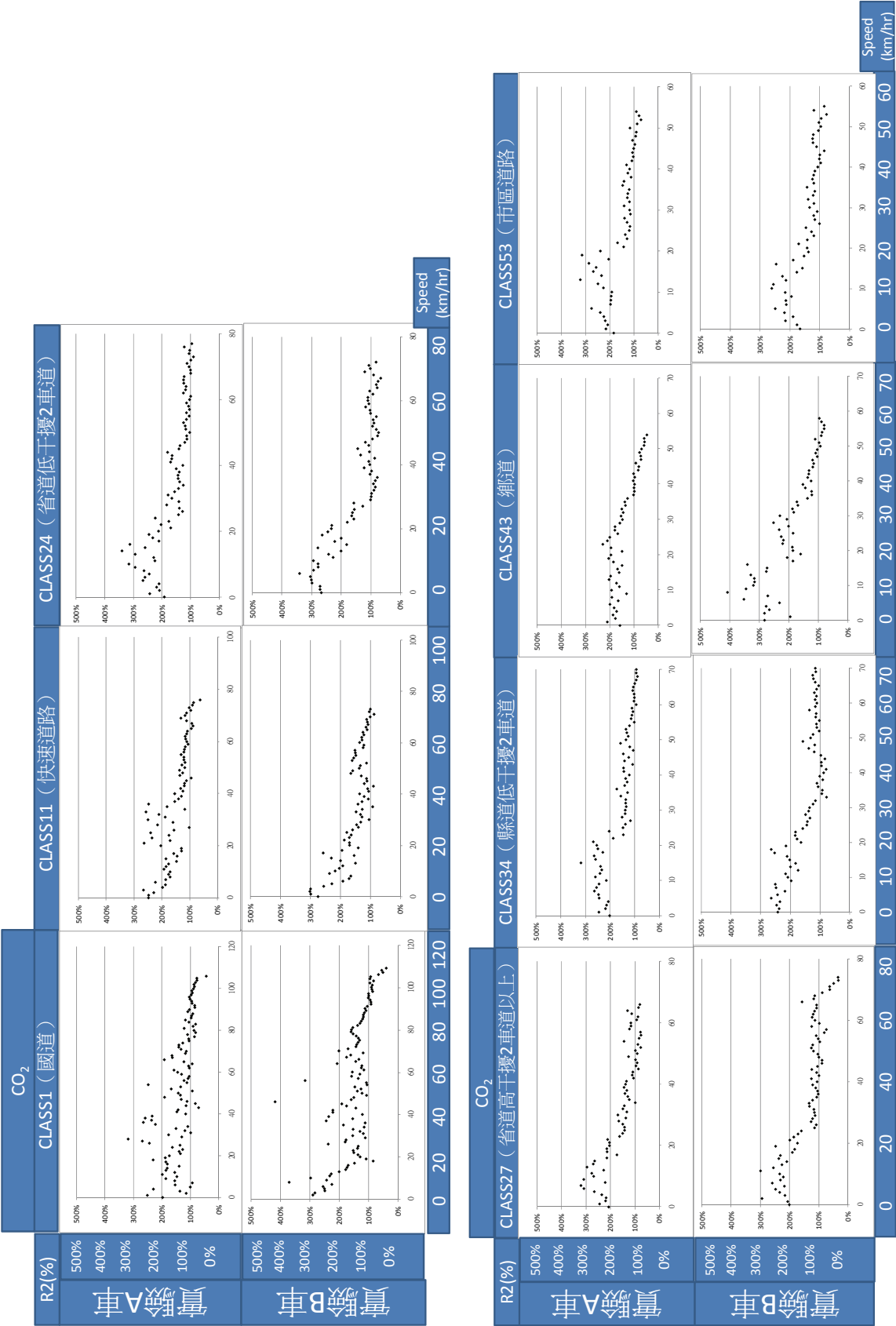
附圖 2.1.5 實驗 A、B 車各道路類型之 N8-V : (a) FUEL



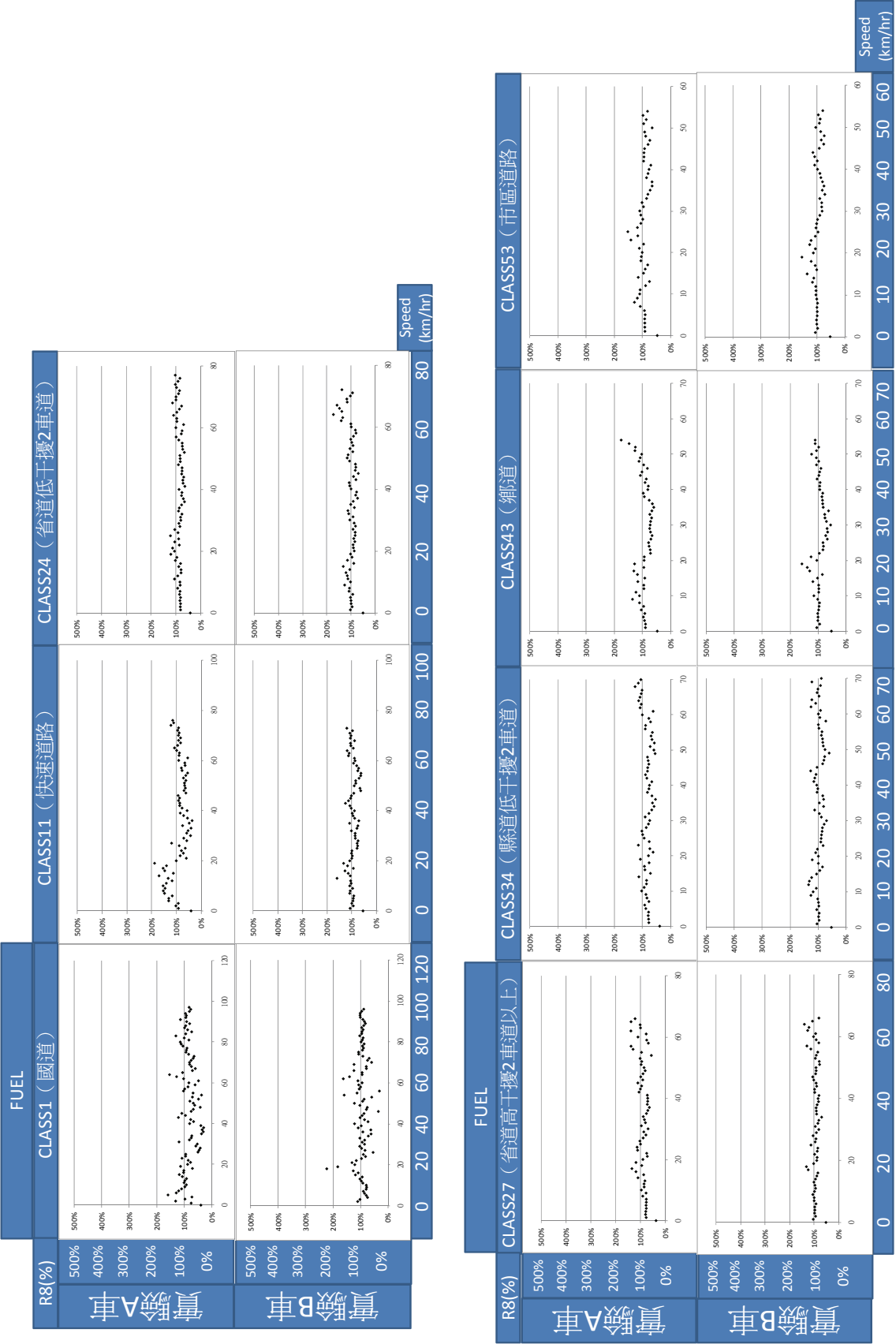
附圖 2.1.5 實驗 A、B 車各道路類型之 N8-V : (b) CO₂



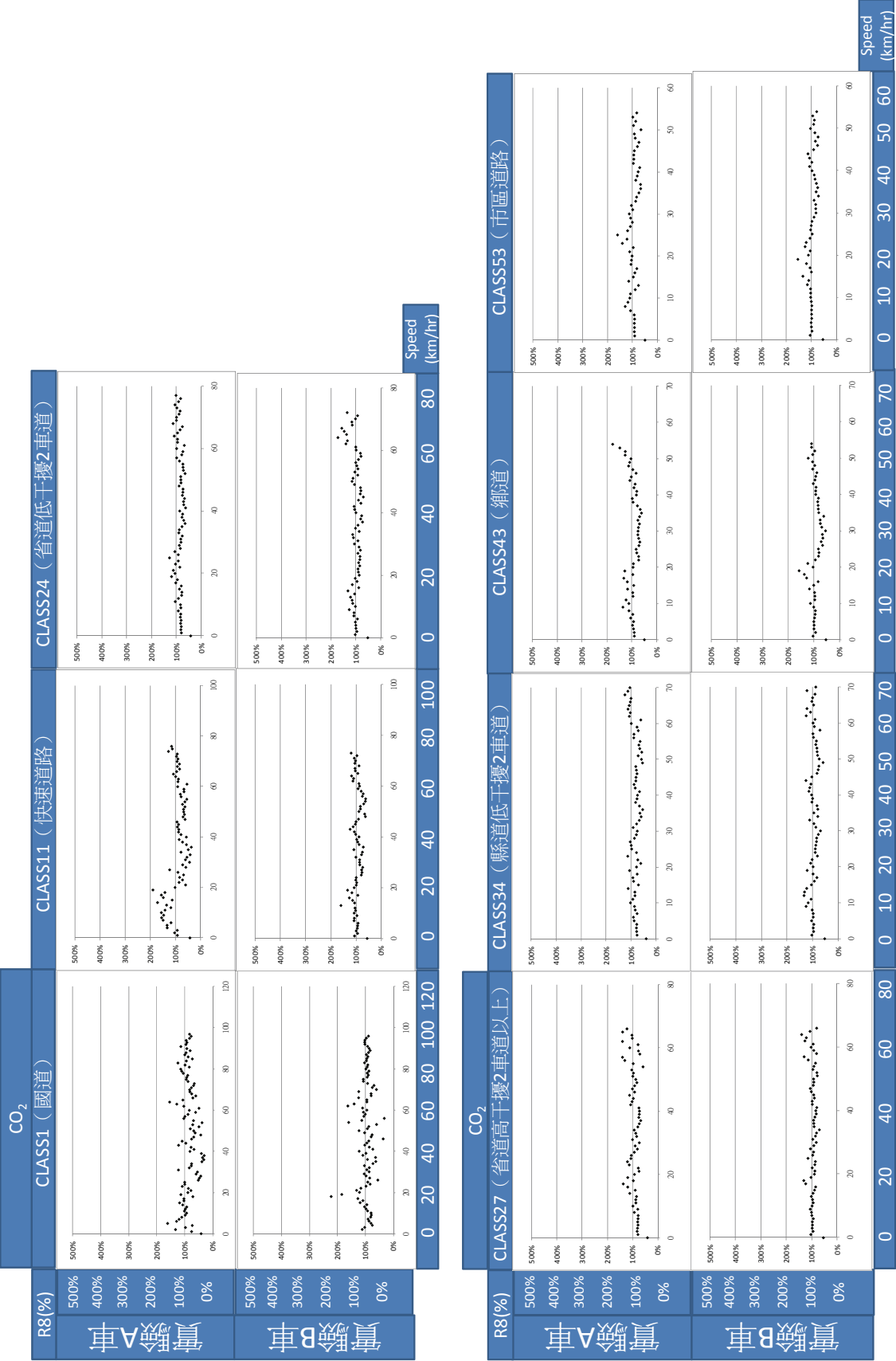
附圖 2.1.6 實驗 A、B 車各道路類型之 R2-V : (a) FUEL



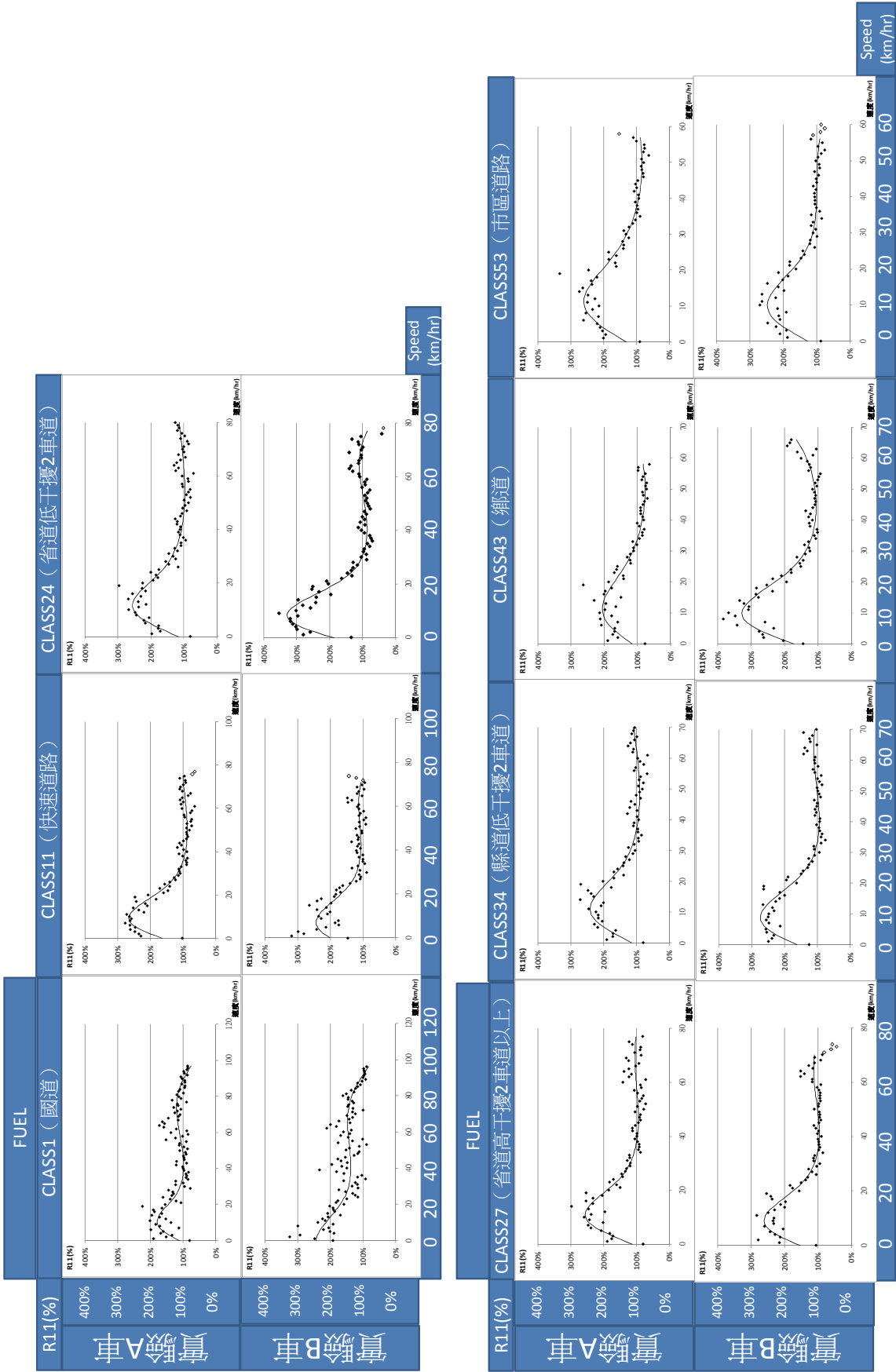
附圖 2.1.6 實驗 A、B 車各道路類型之 R2-V : (b) CO₂



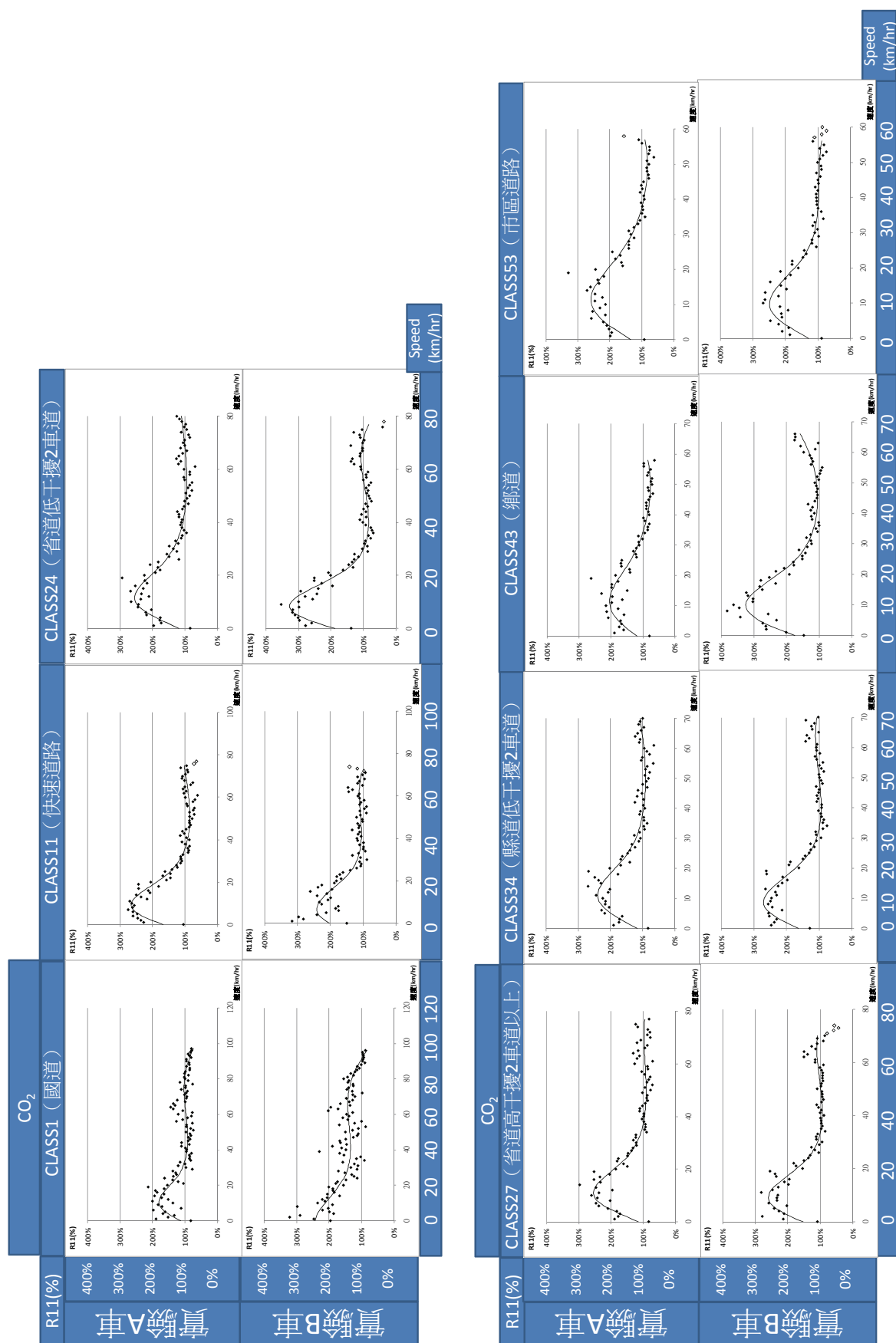
附圖 2.1.7 實驗 A、B 車各道路類型之 R8-V：(a) FUEL



附圖 2.1.7 實驗 A、B 車各道路類型之 R8-V : (b) CO₂

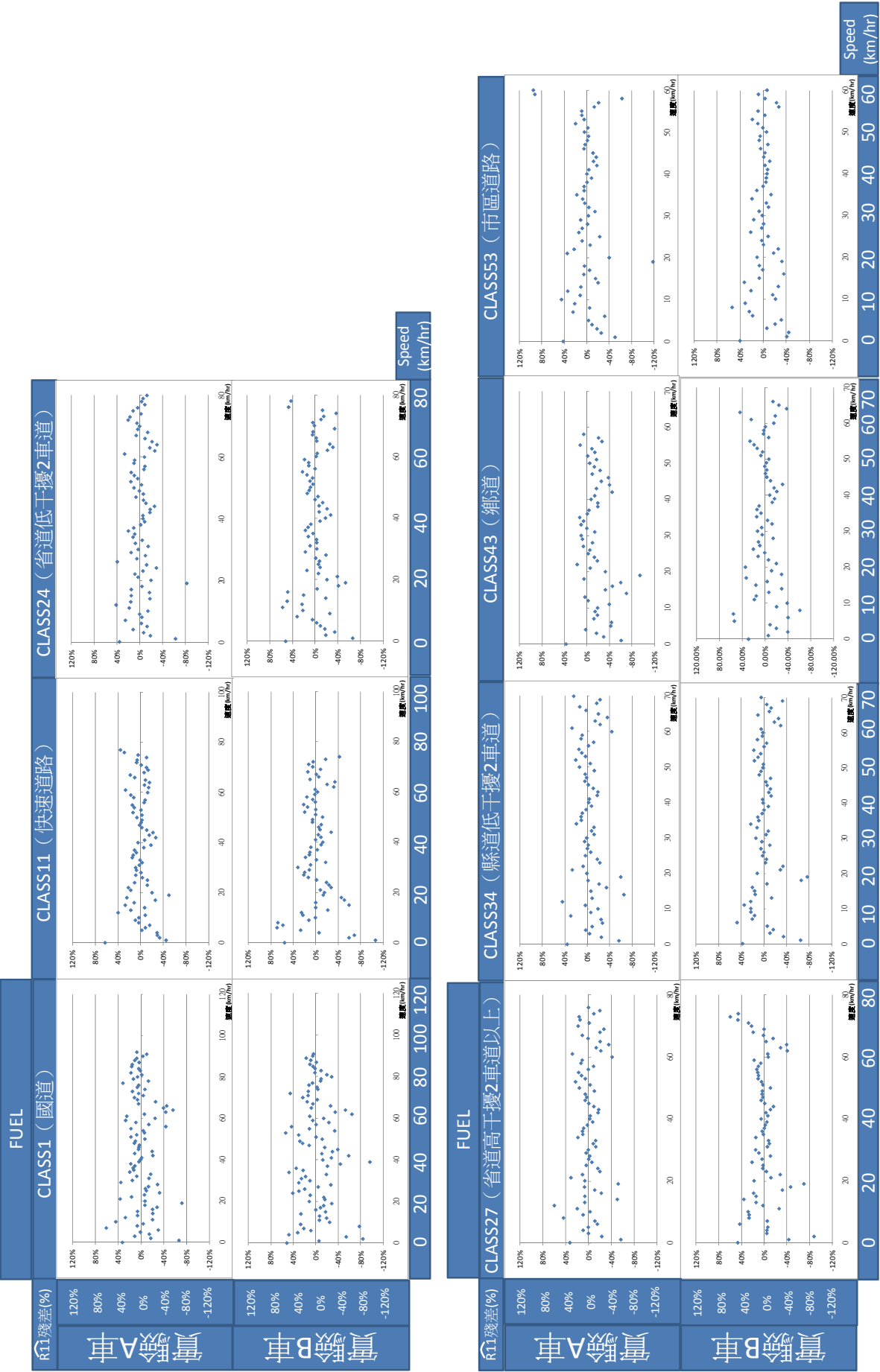


附圖 2.1.8 實驗 A、B 車各道路類型之 R11-V 與 R11-V : (a) FUEL

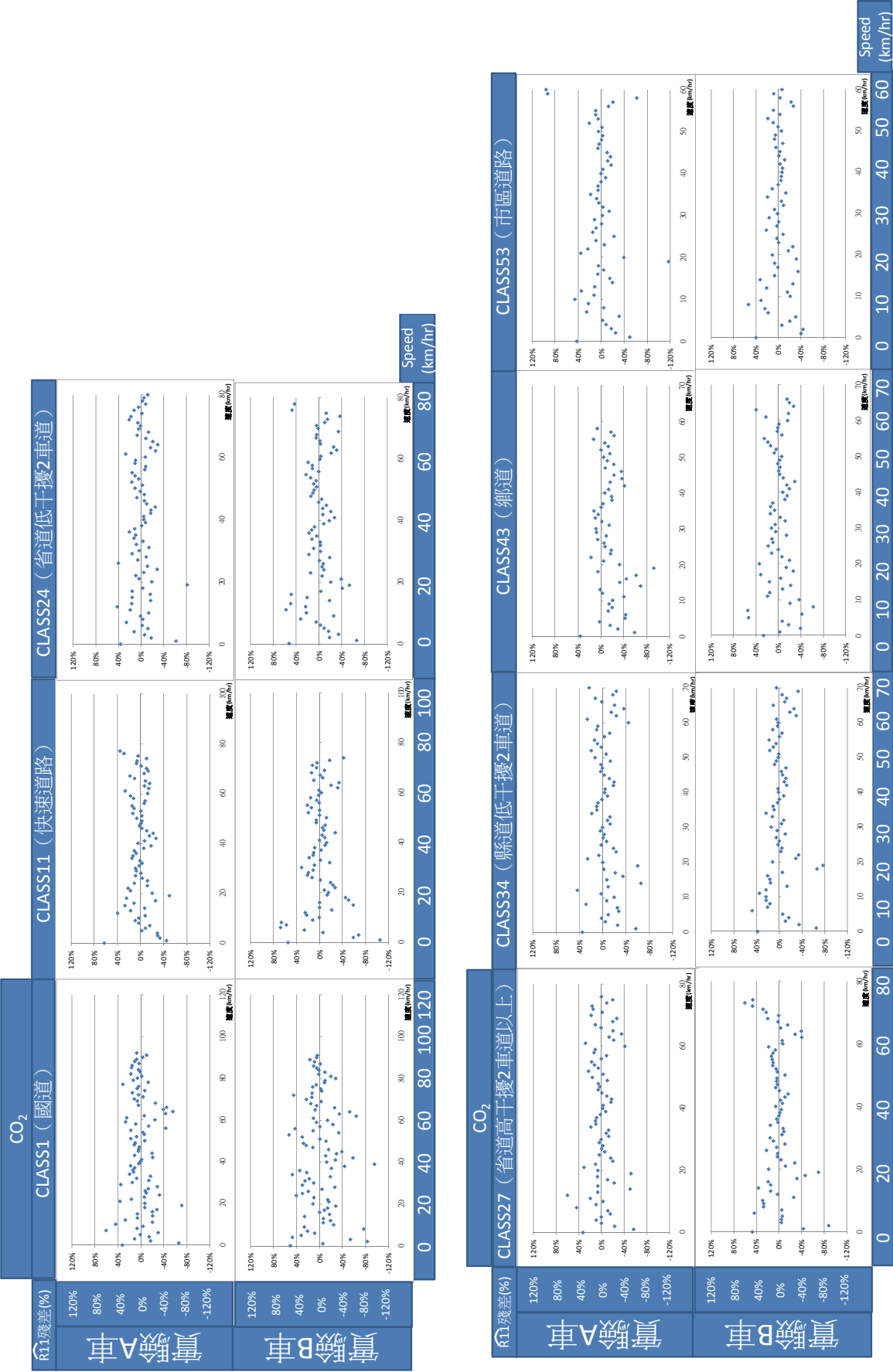


註：圖中之空點為求取 \hat{R}_{11-V} 時，未納入資料的離群值。

附圖 2.1.8 實驗 A、B 車各道路類型之 R11-V 與 $\hat{R11-V}$: (b) CO₂



附圖 2.1.9 實驗 A、B 車各道路類型之 R11 殘差圖：(a) FUEL



附圖 2.1.9 實驗 A、B 車各道路類型之 R11 殘差圖：(b) CO₂

附錄 2.2 實驗原始數據（個別車速下之 N-V 對照表）

附表 2.2-1 實驗 A、B 車個別車速下之 N0-V 對照表

N0-V (g/s)	實驗 A 車		實驗 B 車	
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
0	0.678928	2.063172	0.423442	1.289097
1	0.292074	0.924536	0.166127	0.526493
2	0.315298	0.976716	0.160010	0.507134
3	0.288684	0.914343	0.175430	0.555242
4	0.288600	0.913744	0.181339	0.574144
5	0.314254	0.967769	0.171540	0.543133
6	0.296249	0.937958	0.176526	0.556886
7	0.293625	0.929776	0.179612	0.568007
8	0.304528	0.950319	0.178753	0.565466
9	0.292760	0.926386	0.172537	0.546948
10	0.318250	0.974135	0.175627	0.556729
11	0.311441	0.986309	0.187697	0.594982
12	0.368517	1.168234	0.178127	0.563134
13	0.324320	1.027211	0.212166	0.671712
14	0.412662	1.270192	0.199895	0.632834
15	0.336949	1.067773	0.232672	0.737865
16	0.337787	1.069944	0.216134	0.683390
17	0.382203	1.198199	0.220146	0.696827
18	0.394835	1.219945	0.207902	0.657670
19	0.475873	1.507866	0.221747	0.703117
20	0.566929	1.797861	0.221167	0.697741
21	0.574855	1.799720	0.320133	1.015788
22	0.684563	2.126603	0.315008	0.996707
23	0.597860	1.895656	0.325447	1.029666
24	0.685758	2.106474	0.369434	1.168421
25	0.638443	1.976675	0.411819	1.287254
26	0.733198	2.188940	0.445797	1.406710
27	0.681095	2.117001	0.457983	1.448174
28	0.932716	2.912188	0.438526	1.384029
29	0.873564	2.718599	0.456502	1.446818
30	0.835880	2.565216	0.484140	1.527973
31	0.745107	2.322994	0.418152	1.324734
32	0.963128	2.986620	0.586379	1.857431
33	0.903117	2.800554	0.566539	1.795545
34	1.124291	3.493991	0.630589	1.995049
35	1.108170	3.415183	0.625309	1.975173
36	1.173143	3.645002	0.651071	2.041094
37	1.305339	3.998101	0.635016	2.001431
38	1.056220	3.325317	0.624231	1.981182
39	1.131142	3.547803	0.567685	1.799549
40	1.119129	3.512245	0.561044	1.778549
41	1.079941	3.378508	0.604672	1.917471
42	1.094753	3.463603	0.608253	1.928783
43	1.061592	3.361203	0.624026	1.980508
44	1.073194	3.399376	0.593118	1.882560
45	1.156276	3.657774	0.624896	1.983294
46	1.222116	3.871138	0.707245	2.245458
47	1.263679	4.001225	0.687120	2.181229
48	1.239663	3.920585	0.642692	2.039772

附表 2.2-1 實驗 A、B 車個別車速下之 NO-V 對照表（續）

N0-V (g/s)	實驗 A 車		實驗 B 車	
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
49	1.302076	4.112629	0.739778	2.347418
50	1.365056	4.315680	0.635861	2.018466
51	1.571791	4.966184	0.669613	2.125708
52	1.312239	4.154205	0.770325	2.445405
53	1.469826	4.648262	0.605308	1.921845
54	1.513793	4.794686	0.788518	2.502753
55	1.442063	4.567218	0.770545	2.446438
56	1.228753	3.888149	0.741354	2.352666
57	1.251226	3.958723	0.632979	2.008426
58	1.424355	4.505023	0.718640	2.280566
59	1.511856	4.780380	0.778130	2.468714
60	1.237644	3.924934	0.600071	1.903940
61	1.555355	4.928226	0.738817	2.344776
62	0.810168	2.566822	0.555699	1.763605
63	0.983775	3.115166	0.581785	1.845917
64	1.058793	3.353952	0.491966	1.560627
65	1.314940	4.167397	0.662136	2.101853
66	1.064392	3.371765	0.627546	1.991099
67	1.253639	3.969799	0.595641	1.890629
68	1.225544	3.882847	0.692480	2.197944
69	1.302695	4.125813	0.803359	2.550307
70	1.324609	4.195592	0.902330	2.865274
71	1.619295	5.124455	0.875908	2.780795
72	1.507202	4.772490	0.878132	2.787858
73	1.667221	5.279515	0.828682	2.630651
74	1.437505	4.544329	0.765396	2.429427
75	1.277590	4.037404	0.889324	2.822325
76	1.496980	4.703729	0.915819	2.905972
77	1.542757	4.861315	0.876605	2.781424
78	1.368789	4.330748	0.916797	2.908702
79	1.404014	4.441233	0.893304	2.833529
80	1.421223	4.495590	0.845850	2.683306
81	1.483547	4.692927	0.839130	2.662588
82	1.534147	4.853558	0.919739	2.918848
83	1.404232	4.442210	0.919064	2.916799
84	1.564074	4.948089	0.929692	2.950566
85	1.654771	5.237096	0.987784	3.134502
86	1.745515	5.520721	1.044751	3.316195
87	1.697501	5.368834	1.047993	3.326585
88	1.899480	6.005952	1.118416	3.549386
89	2.033506	6.429042	1.159809	3.679168
90	1.887467	5.966124	1.190350	3.775761
91	1.979176	6.258328	1.116672	3.537068
92	1.794485	5.673051	1.141066	3.609905
93	1.866321	5.899402	1.155115	3.654492
94	2.032122	6.425629	1.200093	3.797209
95	1.993361	6.301572	1.220446	3.860345
96	2.191601	6.930746	1.303035	4.118930
97	2.264775	7.153992	1.295282	4.101851

資料來源：本計畫（本附錄圖表資料來源皆為本計畫）。

附表 2.2-2 實驗 A、B 車個別車速下之 N7-V 對照表

N7-V (g/s)	實驗 A 車		實驗 B 車	
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
0	0.756207	2.312115	0.507147	1.552555
1	0.395777	1.254564	0.262093	0.831026
2	0.392626	1.232480	0.282546	0.890295
3	0.389975	1.235001	0.272098	0.862285
4	0.395706	1.249433	0.278625	0.882149
5	0.391298	1.226216	0.270545	0.856456
6	0.396157	1.254526	0.285538	0.896587
7	0.393260	1.246128	0.281089	0.891207
8	0.372880	1.174554	0.269948	0.847710
9	0.393827	1.247208	0.268447	0.848630
10	0.406415	1.276943	0.262859	0.833292
11	0.414301	1.312861	0.275159	0.871398
12	0.483320	1.531427	0.275684	0.874241
13	0.483719	1.521208	0.277973	0.875602
14	0.412652	1.306996	0.299064	0.945698
15	0.469765	1.484769	0.291651	0.924819
16	0.467840	1.482514	0.324723	1.030071
17	0.465095	1.459815	0.336399	1.066904
18	0.564255	1.779710	0.307666	0.975731
19	0.446770	1.415504	0.312382	0.981243
20	0.588386	1.852840	0.407994	1.293901
21	0.726459	2.303957	0.405230	1.285336
22	0.774159	2.434215	0.401093	1.269198
23	0.708448	2.246692	0.468852	1.477824
24	0.806797	2.442987	0.474940	1.497895
25	0.800191	2.409778	0.546374	1.708409
26	0.916875	2.864571	0.596377	1.879208
27	0.965442	2.986937	0.615127	1.945883
28	1.045615	3.272196	0.569655	1.796151
29	1.099003	3.432228	0.674944	2.129802
30	1.132137	3.489945	0.722030	2.271564
31	1.054508	3.255007	0.659661	2.083514
32	1.168766	3.610837	0.637730	2.010214
33	1.214651	3.781658	0.703127	2.222403
34	1.353674	4.157403	0.854359	2.695333
35	1.508610	4.699107	0.746624	2.350893
36	1.479153	4.614941	0.822646	2.590232
37	1.460842	4.542673	0.803939	2.535143
38	1.344382	4.209214	0.756682	2.399159
39	1.335658	4.207654	0.753140	2.385187
40	1.385508	4.371733	0.730837	2.314758
41	1.389949	4.379655	0.741159	2.348598
42	1.200828	3.791124	0.733090	2.323638
43	1.261221	3.993086	0.697791	2.212213
44	1.253130	3.967535	0.722889	2.292464
45	1.320143	4.179584	0.791922	2.511399
46	1.555941	4.927591	0.861415	2.731367
47	1.616720	5.120525	0.805716	2.555737
48	1.475285	4.657784	0.899686	2.854867
49	1.615770	5.109653	0.918813	2.913624
50	1.665921	5.254924	0.800935	2.540265
51	1.559099	4.933920	0.867218	2.751374
52	1.897305	5.976295	0.929350	2.946638
53	1.556283	4.907686	0.875188	2.777827

附表 2.2-2 實驗 A、B 車個別車速下之 N7-V 對照表（續）

N7-V (g/s)	實驗 A 車		實驗 B 車	
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
54	1.724481	5.428211	0.941433	2.985270
55	1.903140	6.012250	0.988544	3.135232
56	1.492785	4.720614	0.834139	2.644166
57	1.411559	4.438094	0.841559	2.666325
58	1.758117	5.482299	0.901048	2.855217
59	1.721920	5.456062	0.828702	2.627497
60	1.370748	4.343561	0.811070	2.574027
61	2.148298	6.802623	0.823922	2.614564
62	1.231399	3.891060	0.652767	2.071152
63	1.286296	4.070139	0.710642	2.253149
64	1.184124	3.749582	0.661586	2.099838
65	1.206729	3.820369	0.875514	2.778382
66	1.434987	4.540275	0.821819	2.606985
67	1.623334	5.130119	0.851044	2.701521
68	1.367802	4.302598	0.973434	3.089710
69	1.580911	4.962041	0.818457	2.598388
70	1.562203	4.888273	1.002258	3.182058
71	1.707267	5.347108	1.060072	3.365312
72	1.824708	5.744480	1.189912	3.776552
73	1.774790	5.549724	1.066056	3.381169
74	1.550980	4.715268	0.888502	2.815536
75	1.660750	5.218802	0.974469	3.088371
76	1.719143	5.429839	1.036857	3.282274
77	1.896950	5.996824	1.096519	3.474091
78	1.578764	4.991833	0.977538	3.097136
79	1.735752	5.489423	1.023580	3.244090
80	1.607984	5.085484	0.971413	3.080084
81	1.747106	5.523240	0.992829	3.148966
82	1.815526	5.745893	1.036719	3.288951
83	1.676882	5.301688	1.027897	3.261741
84	1.873542	5.927270	1.052924	3.342478
85	2.181567	6.890913	1.159355	3.678946
86	2.099444	6.632615	1.183881	3.756358
87	1.986462	6.269612	1.172258	3.718848
88	2.142305	6.764824	1.261696	3.999563
89	2.272701	7.185074	1.275162	4.044080
90	2.147428	6.766345	1.297312	4.113427
91	2.192034	6.915164	1.254874	3.969472
92	2.267531	7.073766	1.230917	3.889250
93	2.221843	7.003120	1.288040	4.076877
94	2.270652	7.164165	1.315090	4.155256
95	2.455550	7.620586	1.394712	4.405029
96	2.642771	8.361342	1.529737	4.830371
97	2.592233	8.197824		

附表 2.2-3 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 N99-V 對照表

實 驗 A 車															
N99-V(g/s)		CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL
0	0.602094	1.907513	0.772109	2.443292	0.610291	1.933612	0.604533	1.915707	0.603315	1.911786	0.577284	1.828209	0.677947	2.143680	
1	0.750279	2.376063	0.905210	2.863075	0.779835	2.459961	0.747827	2.365426	0.755113	2.391816	0.749771	2.373536	0.792850	2.495728	
2	0.593131	1.879029	0.922358	2.916749	0.672800	2.129932	0.689050	2.180642	0.676662	2.140334	0.623724	1.974928	0.759704	2.398758	
3	0.518817	1.643162	0.963575	3.046263	0.692360	2.185643	0.669685	2.117779	0.669526	2.121248	0.679243	2.150206	0.792458	2.504022	
4	0.662859	2.099946	1.032422	3.262518	0.698253	2.195125	0.716559	2.266373	0.647674	2.047107	0.667377	2.087173	0.833219	2.619811	
5	0.624843	1.979222	0.962882	3.043390	0.848066	2.670735	0.811125	2.562789	0.855013	2.679091	0.657649	2.081128	0.857476	2.708769	
6	0.782929	2.478217	1.037962	3.278862	0.875683	2.761543	0.944055	2.975697	0.905950	2.862764	0.827299	2.617554	1.034024	3.240733	
7	0.440960	1.397423	1.088083	3.439107	0.807090	2.532475	0.970099	3.064105	0.804725	2.547982	0.626435	1.982606	0.847365	2.669645	
8	0.634184	2.008462	0.976002	3.083166	0.909621	2.869949	0.751070	2.373772	0.808310	2.548699	0.791879	2.506785	0.946060	2.986740	
9	0.720602	2.281725	1.015237	3.208036	0.974749	3.030483	0.956329	3.013036	0.854356	2.692255	0.699758	2.213054	0.919359	2.886109	
10	0.554238	1.755360	1.070750	3.380643	1.085617	3.391647	1.052957	3.319260	0.910102	2.866134	0.870863	2.755931	0.868871	2.732832	
11	0.830929	2.628721	1.126585	3.558079	0.981790	3.093262	0.985327	3.105456	1.019054	3.221522	0.820966	2.596759	1.031160	3.241772	
12	0.734786	2.325528	1.059654	3.336547	1.036186	3.228450	0.948228	2.987921	1.005793	3.180209	0.796656	2.517961	1.093062	3.425673	
13	0.828028	2.620209	1.138233	3.593903	1.152106	3.555728	1.189051	3.740156	0.971534	3.074618	0.942751	2.977351	1.195183	3.754604	
14	0.803718	2.536039	1.040211	3.280750	1.106101	3.493181	1.226533	3.871254	1.122126	3.535209	0.952308	3.002543	1.129083	3.549758	
15	0.773110	2.447629	0.981984	3.096881	1.080370	3.388670	1.093899	3.446649	1.083404	3.418514	0.701317	2.215199	1.236695	3.872295	
16	0.873329	2.756791	1.007267	3.172178	1.194709	3.746940	1.184530	3.736722	1.116324	3.521543	0.939989	2.937783	1.101037	3.467329	
17	0.883297	2.793545	1.129254	3.558693	1.004673	3.158746	1.079388	3.409367	1.154134	3.643894	0.915425	2.878966	1.104894	3.476944	
18	0.924398	2.923929	1.028292	3.241349	1.277687	3.970536	1.151557	3.621383	0.999066	3.149681	1.001706	3.158641	1.240899	3.899044	
19	0.997983	3.023979	1.101574	3.456816	1.323517	4.150541	1.130592	3.563805	1.207907	3.810360	1.178091	3.715714	1.487902	4.675696	
20	0.906272	2.862276	1.215940	3.825008	1.321911	4.164846	1.083554	3.420342	1.191353	3.754928	1.098083	3.442974	1.445345	4.544090	
21	0.767280	2.423376	1.157976	3.640401	1.402705	4.394520	1.088008	3.432317	1.228740	3.879026	1.026640	3.226536	1.172006	3.690811	
22	0.934768	2.952398	1.130254	3.549885	1.384374	4.292289	1.242450	3.909169	1.080297	3.408307	1.103047	3.450343	1.272978	3.997634	
23	0.982371	3.104243	1.211214	3.805479	1.360923	4.113828	1.289634	4.054271	1.197902	3.778708	1.199779	3.752854	1.303946	4.104956	
24	1.297166	3.986025	1.132835	3.563608	1.614086	5.057856	1.372111	4.318410	1.273698	3.986760	1.312014	4.125794	1.300269	4.088188	
25	1.070936	3.281555	1.248171	3.918533	1.405550	4.381565	1.137752	3.576700	1.128079	3.533772	1.279662	3.997597	1.476478	4.641441	
26	1.179111	3.612373	1.286761	4.033348	1.077949	3.389661	1.332066	4.198505	1.270615	3.990291	1.097583	3.430760	1.282228	4.035291	
27	1.263118	3.850993	1.186009	3.716420	1.406925	4.434478	1.291957	4.059722	1.177150	3.682803	1.172404	3.642412	1.339949	4.207109	
28	1.504185	4.501308	1.325743	4.152256	1.620188	5.079253	1.363043	4.294515	1.393611	4.365860	1.359984	4.250689	1.483281	4.618510	
29	0.849649	2.667209	1.253157	3.922228	1.372376	4.276674	1.311839	4.126051	1.219920	3.830454	1.327661	4.137234	1.356941	4.273439	
30	1.076946	3.389896	1.226396	3.858537	1.500284	4.730973	1.344161	4.235264	1.183614	3.716169	1.251119	3.884606	1.493137	4.696160	
31	1.288871	3.944947	1.169971	3.678766	1.536177	4.819864	1.352377	4.237619	1.315360	4.090085	1.171713	3.675168	1.459263	4.588844	

實驗 A 車

附表 2.2-3 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 N99-V 對照表 (續)

實驗 A 車															
N99-V(g/s)		CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	
32	1.159910	3.615185	1.313593	4.127091	1.395616	4.342836	1.408058	4.423929	1.250810	3.934686	1.176657	3.646514	1.433829	4.512244	
33	1.481641	4.359342	1.283685	4.045092	1.552217	4.868046	1.478303	4.630678	1.134268	3.550968	1.375331	4.302613	1.349157	4.248399	
34	1.139870	3.432456	1.204974	3.793617	1.469825	4.626662	1.190438	3.713980	1.281389	3.987787	1.258240	3.901193	1.397549	4.403962	
35	1.360068	4.073244	1.330424	4.190877	1.637044	5.071885	1.422385	4.458276	1.281353	4.019504	1.272366	3.983009	1.343807	4.231632	
36	1.303231	3.939264	1.352943	4.250999	1.399417	4.371562	1.357177	4.266690	1.415240	4.398262	1.244336	3.885867	1.460822	4.605145	
37	1.319911	3.940016	1.260195	3.939273	1.483861	4.658429	1.343478	4.225825	1.404870	4.357834	1.149560	3.611489	1.396184	4.393041	
38	1.111310	3.379072	1.356618	4.226323	1.500195	4.584230	1.305404	4.100563	1.472346	4.603001	1.261487	3.933094	1.317269	4.146117	
39	1.288890	4.045241	1.496378	4.638718	1.555625	4.770378	1.403729	4.337378	1.435951	4.482049	1.333738	4.126116	1.380354	4.313958	
40	1.369220	4.149192	1.216204	3.828946	1.549985	4.842590	1.370679	4.292845	1.297671	4.050355	1.110391	3.495966	1.285231	4.036369	
41	1.402319	4.342299	1.363330	4.224488	1.529284	4.749593	1.374482	4.288519	1.367898	4.275145	1.156394	3.622814	1.310068	4.116154	
42	1.444123	4.213516	1.404331	4.374514	1.449700	4.474115	1.344587	4.205567	1.535240	4.695812	1.068948	3.363390	1.281728	4.010679	
43	1.118007	3.469530	1.319146	4.113073	1.513017	4.718624	1.418209	4.400436	1.244414	3.888986	1.127238	3.530304	1.250735	3.939436	
44	1.494605	4.393113	1.383016	4.316955	1.582534	4.882462	1.298192	4.054315	1.512940	4.631359	1.124648	3.535080	1.286279	4.034543	
45	1.263947	3.778650	1.303946	4.064480	1.456677	4.492711	1.247039	3.898824	1.389465	4.260367	1.086186	3.421057	1.263373	3.963596	
46	1.502464	4.168510	1.393398	4.339739	1.636868	5.039131	1.368979	4.227602	1.818016	5.623443	1.210459	3.785789	1.224751	3.862082	
47	1.585455	4.595749	1.378501	4.276742	1.475898	4.566781	1.466661	4.549199	1.417300	4.363343	1.116460	3.503798	1.292660	4.071976	
48	1.326086	3.826336	1.295736	4.047550	1.528135	4.690928	1.301020	4.047897	1.491945	4.640154	1.200255	3.790681	1.234897	3.896660	
49	1.490833	4.349193	1.438186	4.457706	1.552768	4.759091	1.686001	5.209945	1.464549	4.496929	1.355125	4.281176	1.380090	4.329189	
50	1.824793	5.110372	1.336770	4.134281	1.438092	4.468009	1.304214	4.041381	1.372288	4.286888	1.185901	3.746418	1.297961	4.092710	
51	1.340207	3.683832	1.387881	4.268980	1.544772	4.789633	1.519907	4.648372	1.473651	4.564275	1.157346	3.654267	1.314378	4.151445	
52	1.836106	4.945140	1.393296	4.330381	1.522987	4.677881	1.371238	4.260751	1.501816	4.629910	1.347402	4.253809	1.186208	3.745463	
53	1.729293	4.718909	1.366185	4.253361	1.435724	4.441932	1.398782	4.319654	1.434892	4.458296	1.335152	4.216248	1.223560	3.864101	
54	1.895642	5.169233	1.312779	4.090801	1.486207	4.604667	1.445579	4.486803	1.511131	4.635007	1.421287	4.479010	1.298356	4.100023	
55	1.702418	4.652833	1.391215	4.318254	1.538014	4.685438	1.510104	4.705513	1.289702	4.006735	1.431991	4.520029	1.452141	4.588232	
56	2.259286	5.974778	1.407952	4.395903	1.541541	4.750862	1.448436	4.492625	1.604243	4.911293	1.452292	4.584866	1.492363	4.716602	
57	1.729934	4.763260	1.363533	4.247475	1.485380	4.574760	1.507287	4.641381	1.449951	4.446168	1.359985	4.295003	1.545366	4.879911	
58	1.775443	5.054009	1.533360	4.176627	1.518479	4.635737	1.500995	4.659967	1.371418	4.277028	1.103299	3.483210	2.693899	8.516300	
59	1.450319	4.397679	1.245450	3.817626	1.513059	4.626369	1.519215	4.714732	1.535184	4.723232					
60	1.871955	5.259891	1.408087	4.336623	1.444981	4.455386	1.939061	5.483922	1.324106	4.111674					
61	1.894112	5.282919	1.379745	4.226399	1.528969	4.645067	1.552622	4.803141	1.429115	4.397179					
62	1.476319	4.166178	1.302529	4.047454	1.533694	4.654989	1.513073	4.628417	1.375595	4.296454					
63	2.033999	5.558692	1.274987	3.955214	1.496548	4.575507	1.483742	4.532941	1.405402	4.379801					
64	2.032603	5.408866	1.286484	4.010034	1.535003	4.724201	1.633561	4.892367	1.491267	4.616495					
65	1.882753	4.995350	1.233094	3.865691	1.467026	4.525387	1.487992	4.414796	1.431680	4.404439					

實驗 A 車

附表 2.2-3 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 N99-V 對照表 (續)

實驗 A 車														
N99-V(g/s) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
66	2.331463	6.181198	1.205349	3.785553	1.578983	4.838543	1.472674	4.292757	1.524569	4.750375				
67	1.852060	5.102345	1.247902	3.933047	1.548739	4.816512	1.506660	4.460062	1.606248	4.905814				
68	1.976690	5.337006	1.395460	4.399777	1.590450	4.864536	1.697191	5.119664	1.568242	4.832966				
69	1.795770	4.760603	1.735076	5.468088	1.577105	4.971725	2.073659	5.304231	1.728149	5.340106				
70	1.698620	4.615767	1.679187	5.302947	1.623108	5.137077	1.343961	3.806372	1.654918	4.872196				
71	2.126108	5.434745	1.687642	5.329551	1.709890	5.386236	1.799639	4.656769						
72	2.130381	5.565375	1.667080	5.264590	1.563473	4.866404	1.627769	4.533567						
73	1.884389	5.145529	1.647832	5.205027	1.592628	4.907484	1.547816	4.741603						
74	1.985391	5.266786	1.705336	5.377749	1.706125	5.249421	1.745663	5.498233						
75	1.902384	5.161965	1.584426	5.002865	1.613643	4.910733	2.033609	6.422184						
76	2.006877	5.339903	1.227021	3.870905	1.823786	5.513659								
77	1.686042	4.609440	1.226693	3.862600	2.268328	5.829340	1.398262	4.425190						
78	2.096151	5.776140			1.813823	5.452703								
79	1.837832	4.972030			2.054885	6.395016								
80	1.803635	5.076677			2.026576	6.344052								
81	2.070358	5.652638												
82	1.786454	5.144986												
83	1.898113	5.390545												
84	2.036925	5.867309												
85	2.065334	5.913232												
86	1.965548	5.670300												
87	2.055349	5.999480												
88	2.002147	5.882939												
89	2.145689	6.309245												
90	2.200007	6.465257												
91	2.329285	6.639820												
92	1.951291	5.760518												
93	2.119420	6.072066												
94	2.211402	6.485289												
95	2.151210	6.375843												
96	2.242561	6.668242												
97	2.218748	6.593828												
98	2.299408	6.816689												
99	2.323642	6.968316												

實驗 A 車

附表 2.2-3 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 N99-V 對照表 (續)

實驗 A 車														
N99-V (g/s) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
100	2.203228	6.742091												
101	2.187592	6.706420												
102	2.329111	7.080392												
103	2.230806	6.932127												
104	2.223250	6.894896												
105	2.226878	6.889961												
106	2.268838	6.981114												
107	2.082850	6.449506												
108	2.357857	7.104783												
109	1.930633	5.755081												
110	2.444742	7.714814												

附表 2.2-4 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 N99-V 對照表

實驗 B 車															
N99-V (g/s)		CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	
0	0.972767	3.044970	0.743536	2.325343	0.682200	2.146493	0.537869	1.691683	0.636760	1.995860	0.731730	2.293940	0.440067	1.387481	
1	0.649003	2.052369	0.835286	2.625504	0.735350	2.311879	0.565849	1.779309	0.653731	2.048417	0.534007	1.674783	0.490828	1.548299	
2	0.914186	2.860221	0.794921	2.506203	0.733216	2.309429	0.789584	2.482480	0.675018	2.111499	0.741391	2.338326	0.592916	1.870600	
3	0.794698	2.494150	0.812457	2.552739	0.815050	2.560919	0.580723	1.828166	0.633732	1.985496	0.722697	2.277032	0.518315	1.637530	
4	0.525244	1.643038	0.674418	2.120922	0.845229	2.654525	0.638123	2.006399	0.709776	2.228225	0.768943	2.412712	0.617314	1.948389	
5	0.543757	1.705824	0.578063	1.818830	0.846707	2.658298	0.659385	2.075086	0.695837	2.182925	0.628408	1.979416	0.668389	2.107693	
6	0.630854	1.974633	0.497549	1.565766	0.912288	2.854541	0.584312	1.822868	0.610417	1.914271	0.976257	3.067275	0.599112	1.890971	
7	0.575709	1.806848	0.520912	1.636896	0.901238	2.826954	0.732850	2.304728	0.697131	2.172276	0.726475	2.288415	0.600789	1.895208	
8	0.806467	2.524883	0.473801	1.489507	0.802914	2.528106	0.629135	1.977988	0.691209	2.170916	1.034684	3.243025	0.515152	1.626949	
9	0.513000	1.610475	0.612093	1.917697	0.952370	2.994899	0.630877	1.983193	0.672210	2.112242	0.932946	2.931454	0.582795	1.840341	
10	0.625030	1.961543	0.620076	1.941973	0.795417	2.496205	0.610850	1.923654	0.653087	2.047759	0.965990	3.023330	0.710805	2.237599	
11	0.592521	1.856321	0.575079	1.802151	0.711998	2.233828	0.780818	2.456288	0.639180	2.005138	0.848001	2.649141	0.726258	2.290227	
12	0.615952	1.931881	0.553593	1.738279	0.778159	2.442202	0.688382	2.162414	0.654139	2.043856	0.845392	2.650266	0.613633	1.935928	

附表 2.2-4 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 N99-V 對照表 (續)

實驗 B 車														
N99-V (g/s) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
13	0.573851	1.802734	0.669648	2.098935	0.675002	2.131362	0.640352	2.012280	0.739586	2.314485	0.893384	2.791919	0.733477	2.294361
14	0.505300	1.587601	0.635486	1.989087	0.885970	2.771441	0.598590	1.875586	0.679481	2.133962	0.999764	3.062861	0.591293	1.859817
15	0.606424	1.902420	0.770516	2.409684	0.703588	2.211920	0.619021	1.948906	0.628537	1.970645	0.811104	2.540962	0.626706	1.979074
16	0.604900	1.895722	0.641602	2.007648	0.639649	2.015437	0.641327	2.015845	0.650421	2.031332	0.927439	2.910976	0.804446	2.538259
17	0.639701	2.008254	0.809547	2.531437	0.782687	2.439952	0.799859	2.515557	0.722093	2.259349	0.793198	2.495789	0.677430	2.134892
18	0.589311	1.842167	0.700639	2.201306	0.782673	2.455295	0.743553	2.337689	0.812656	2.542767	0.873978	2.724361	0.570432	1.799290
19	0.630060	1.972709	0.588032	1.840873	0.786162	2.466402	0.795288	2.500913	0.823580	2.570070	0.790587	2.485182	0.669350	2.110977
20	0.645747	2.018929	0.747202	2.342782	0.834263	2.604536	0.637792	2.002139	0.668614	2.094308	0.791570	2.483511	0.659260	2.079845
21	0.737607	2.306217	0.685335	2.148507	0.849161	2.672484	0.715158	2.245121	0.789249	2.471215	0.953420	2.998193	0.732992	2.310033
22	0.708963	2.211013	0.728767	2.287290	0.657025	2.071163	0.737215	2.311015	0.761848	2.387218	0.839417	2.637558	0.722384	2.273976
23	0.700633	2.192154	0.806105	2.526809	0.621421	1.956162	0.707418	2.223705	0.704109	2.207418	0.842812	2.631455	0.687591	2.164174
24	0.549613	1.708734	0.769717	2.416078	0.694002	2.181666	0.651208	2.046789	0.683640	2.138849	0.858639	2.691197	0.647601	2.041405
25	0.676035	2.112195	0.761763	2.380500	0.734785	2.310602	0.714469	2.241437	0.710714	2.225296	0.826933	2.599465	0.769980	2.429208
26	0.784644	2.456709	0.718407	2.248668	0.769470	2.418417	0.628196	1.969163	0.753369	2.359593	0.919574	2.864277	0.628447	1.981908
27	0.942246	2.949989	0.667642	2.090493	0.714377	2.251614	0.725761	2.277600	0.712476	2.226736	0.886410	2.778737	0.735875	2.304910
28	0.988549	3.084358	0.607301	1.901786	0.733116	2.299544	0.730035	2.293073	0.723439	2.264763	0.927915	2.915126	0.676149	2.127186
29	0.778124	2.433684	0.754665	2.360912	0.591338	1.858409	0.700989	2.199937	0.734889	2.301967	0.929481	2.914209	0.662193	2.089049
30	0.963147	3.031475	0.641309	2.014459	0.750602	2.361162	0.683666	2.147948	0.684576	2.141022	0.896269	2.816113	0.792687	2.500993
31	0.772002	2.325034	0.718917	2.251645	0.584957	1.843956	0.742493	2.332186	0.726006	2.268077	0.833774	2.623197	0.672283	2.120118
32	0.785591	2.464409	0.852213	2.665571	0.622488	1.961481	0.723951	2.269375	0.710280	2.221178	0.894142	2.803351	0.739142	2.334086
33	1.117247	3.512955	0.812514	2.536572	0.666746	2.102959	0.773136	2.408953	0.628319	1.962100	0.904000	2.820868	0.775849	2.445053
34	0.786969	2.474617	0.807976	2.519573	0.669129	2.106642	0.731396	2.292942	0.652753	2.039927	0.907946	2.847569	0.718054	2.265596
35	0.868634	2.728432	0.748025	2.343751	0.635715	2.000537	0.727671	2.285092	0.666396	2.082873	0.826489	2.595662	0.863524	2.722952
36	0.852232	2.679732	0.823066	2.562518	0.578991	1.824310	0.774137	2.432361	0.709907	2.215357	0.832666	2.611037	0.741106	2.339430
37	1.272320	3.919041	0.902663	2.813664	0.596270	1.878954	0.780248	2.453301	0.749550	2.338398	0.825560	2.592416	0.804811	2.539865
38	1.368015	4.025098	0.758452	2.374674	0.593385	1.868009	0.741130	2.331470	0.725837	2.266262	0.936029	2.931412	0.789587	2.486321
39	1.752529	5.486746	0.888121	2.781494	0.709524	2.223393	0.755430	2.377808	0.777282	2.437307	0.949331	2.973162	0.787505	2.486767
40	1.092328	3.438584	0.880212	2.750521	0.758098	2.367273	0.656792	2.063801	0.683647	2.139733	0.850591	2.673551	0.770062	2.430960
41	1.219941	3.797952	0.796277	2.496477	0.837234	2.619731	0.752897	2.365795	0.687858	2.158663	0.947522	2.968815	0.786018	2.488287
42	1.431496	4.414382	0.856371	2.680501	0.680262	2.142567	0.720423	2.255061	0.793049	2.483886	0.896842	2.813222	0.743312	2.344159
43	1.033321	3.239445	0.782476	2.446224	0.748405	2.357451	0.742954	2.333519	0.728349	2.279668	0.953230	2.978984	0.763281	2.408858
44	1.207246	3.788000	0.975614	3.056278	0.677339	2.131045	0.810843	2.549212	0.778651	2.444928	0.833798	2.608997	0.716108	2.259605
45	1.399787	4.205933	0.913878	2.850915	0.798268	2.513200	0.769686	2.418391	0.810517	2.541360	0.862004	2.699959	0.798817	2.520888
46	1.327387	4.071307	0.977228	3.055086	0.761018	2.389167	0.788273	2.476615	0.870373	2.722854	0.919169	2.883645	0.803545	2.537210
47	1.024376	3.216574	0.952800	2.980884	0.761337	2.396042	0.767551	2.411107	0.886114	2.779367	0.83054	2.775100	0.849879	2.679681
48	1.044532	3.249153	0.927959	2.898735	0.690079	2.168992	0.851529	2.677853	0.817826	2.556732	0.959974	3.000448	0.812211	2.560794

實驗 B 車

附表 2.2.4 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 N99-V 對照表 (續)

N99-V (g/s)		CLASS1			CLASS11			CLASS24			CLASS27			CLASS34			CLASS43			CLASS53		
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
49	1.027120	3.218798	0.953765	2.983453	0.748110	2.352466	0.882018	2.771816	0.872780	2.734141	1.015790	3.182033	0.840816	2.653249								
50	1.214788	3.816868	0.976392	3.051659	0.680667	2.144404	0.890325	2.789378	0.795672	2.502548	0.929447	2.896673	0.817041	2.579341								
51	1.226182	3.526324	0.955911	2.986095	0.786695	2.471889	0.857038	2.697986	0.879514	2.761139	0.897027	2.803651	0.823884	2.601182								
52	1.035013	3.252090	0.848389	2.655085	0.808817	2.544030	0.905915	2.839942	0.804188	2.522568	1.004373	3.142254	0.794876	2.502885								
53	0.779372	2.441173	0.975326	3.056601	0.813241	2.560489	0.810922	2.551832	0.823948	2.587027	0.879593	2.737829	0.656958	2.068241								
54	1.657632	5.039080	0.917720	2.871036	0.796157	2.500545	0.888187	2.789726	0.941670	2.954575	0.915175	2.854230	0.898442	2.834801								
55	1.305543	3.822890	0.899420	2.815644	0.771757	2.426197	0.929392	2.924677	0.879077	2.767522	0.915540	2.862500	0.813895	2.569370								
56	0.844041	2.658706	0.935161	2.929790	0.848829	2.666607	0.780110	2.452691	0.902801	2.839161	1.066650	3.318561	0.971651	3.060698								
57	1.221107	3.808208	0.908661	2.849243	0.774351	2.434714	0.818519	2.569160	0.957631	2.993869	1.024072	3.199161	0.931325	2.939618								
58	1.514720	4.512274	0.882243	2.771091	0.839816	2.637675	0.923014	2.886583	0.886654	2.787776	1.131003	3.533486	0.799461	2.525144								
59	1.162415	3.654502	0.929068	2.913186	0.721388	2.270750	0.758769	2.375946	0.894667	2.815747	1.091758	3.393486	0.621362	1.960171								
60	1.296615	3.772164	0.949370	2.980952	0.881174	2.770985	0.951373	2.990294	0.888795	2.795015	1.219786	3.810076	0.707896	2.233978								
61	1.118416	3.340860	0.931081	2.922154	0.918302	2.862240	0.965121	3.027303	0.884084	2.780526	0.948212	2.950600	0.832892	2.628986								
62	1.374012	4.201535	0.952495	2.981741	0.850157	2.674470	0.993997	3.122610	0.929913	2.928107	1.055165	3.259911	0.424678	1.332508								
63	1.288668	3.891032	0.951929	2.983335	0.997537	3.122154	1.000914	3.134490	0.934575	2.933905	0.745863	2.338513										
64	1.319634	4.098223	0.975951	3.064631	0.894931	2.820568	1.004717	3.156171	0.918799	2.886858	1.268117	3.695618										
65	1.220360	3.776783	0.901049	2.833101	0.982720	3.091122	1.011737	3.184352	0.894851	2.818912	1.609382	4.821715										
66	1.425247	4.315389	0.968862	3.046083	0.912053	2.870203	1.050411	3.305377	1.003142	3.152062	1.476428	4.554205										
67	1.209269	3.736993	0.960062	3.011855	0.883700	2.782164	0.939744	2.961987	1.060622	3.334066												
68	1.282331	3.951003	0.941935	2.954280	1.011593	3.180772	0.893079	2.804116	1.128213	3.523471												
69	1.221073	3.826959	0.966137	3.036229	1.152956	3.621918	0.901235	2.843995	1.168190	3.652528												
70	1.234899	3.842915	1.031938	3.237755	1.038995	3.270487	0.871585	2.749508	1.036115	3.261056												
71	1.399336	4.288031	0.999692	3.135876	1.048637	3.300230	0.850178	2.685733	0.949372	2.990257												
72	1.186410	3.720343	1.195256	3.726288	1.322505	4.149353	0.712918	2.238953	0.948625	2.987278												
73	1.394123	4.364122	1.286244	4.018932	1.209063	3.795995	0.474805	1.502190	1.079099	3.395665												
74	1.303171	4.099527	1.270768	3.975943	1.176423	3.663952	0.502206	1.588680	0.775207	2.438910												
75	1.401761	4.339991			1.023356	3.230776			0.746757	2.358001												
76	1.331764	4.132976			0.430859	1.365478			1.317021	4.141937												
77	1.459167	4.408698																				
78	1.424339	4.411687																				
79	1.482496	4.513863																				
80	1.568115	4.785226																				
81	1.498053	4.520331																				
82	1.320854	4.112992																				

實驗 B 車

附表 2.2-4 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 N99-V 對照表 (續)

N99-V (g/s)		CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
車速 (km/hr)		FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
83	1.395878	4.354910													
84	1.290685	4.024683													
85	1.347752	4.205413													
86	1.277248	4.023376													
87	1.363530	4.218035													
88	1.300670	4.060944													
89	1.169929	3.650747													
90	1.295928	4.007000													
91	1.225801	3.826710													
92	1.156846	3.642643													
93	1.227730	3.867082													
94	1.275679	4.015408													
95	1.367446	4.299914													
96	1.360873	4.281999													
97	1.369886	4.306481													
98	1.286865	4.044940													
99	1.351734	4.253376													
100	1.391200	4.362903													
101	1.342436	4.180641													
102	1.501913	4.669504													
103	1.338063	4.215414													
104	1.479524	4.538130													
105	1.667528	5.253564													
106	1.367567	4.317340													
107	1.047433	3.308174													
108	1.127283	3.560373													
109	0.827487	2.613300													
110															
111	1.037477	3.275324													
112	1.374964	4.341479													

附表 2.2-5 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 N8-V 對照表

實驗 A 車														
N8-V(g/s) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
0	0.306258	0.968080	0.311573	0.987296	0.318106	1.008909	0.293753	0.931134	0.299873	0.949911	0.365794	1.160145	0.369549	1.171793
1	0.300217	0.949284	0.365730	1.159065	0.320078	1.014916	0.307107	0.973281	0.308781	0.978101	0.357374	1.132256	0.365999	1.160139
2	0.517339	1.636677	0.402667	1.276035	0.322170	1.021391	0.315056	0.997537	0.309894	0.981761	0.353157	1.120132	0.364991	1.156414
3	0.381138	1.204191	0.361814	1.146616	0.315452	0.999747	0.309248	0.978849	0.313514	0.993354	0.364723	1.155324	0.363290	1.149949
4	0.289293	0.916595	0.521831	1.654995	0.329844	1.045170	0.305879	0.967677	0.312714	0.989687	0.384483	1.218161	0.370546	1.172578
5	0.622382	1.970941	0.514511	1.631091	0.316531	1.003013	0.306009	0.968388	0.347160	1.099937	0.361613	1.145707	0.358637	1.136392
6	0.5111630	1.618201	0.464794	1.471781	0.336444	1.065566	0.305901	0.968257	0.367126	1.163016	0.416064	1.317759	0.373168	1.182434
7	0.474834	1.497819	0.584789	1.854698	0.326954	1.035862	0.303005	0.958867	0.306104	0.969752	0.379695	1.203266	0.429368	1.360996
8	0.411133	1.298221	0.572725	1.816189	0.344997	1.093008	0.340392	1.078627	0.316128	1.002182	0.414964	1.314142	0.483745	1.534481
9	0.387541	1.226823	0.576908	1.829235	0.325318	1.031595	0.309055	0.978331	0.348121	1.103023	0.535734	1.696830	0.470637	1.492826
10	0.377069	1.192038	0.627485	1.990101	0.339299	1.074434	0.392133	1.241626	0.421061	1.335189	0.452826	1.434452	0.451947	1.432929
11	0.419510	1.327147	0.585438	1.855601	0.435028	1.378276	0.355919	1.127944	0.392536	1.244347	0.512180	1.622462	0.453790	1.439170
12	0.474858	1.503181	0.570837	1.809474	0.444842	1.411485	0.416390	1.319897	0.417607	1.324274	0.462227	1.464763	0.435909	1.382266
13	0.446480	1.413094	0.647567	2.053200	0.381906	1.210889	0.400609	1.269761	0.416356	1.319632	0.464275	1.470397	0.370025	1.172991
14	0.443255	1.402429	0.705469	2.234841	0.324764	1.028535	0.453953	1.438603	0.468543	1.485767	0.483540	1.531760	0.480023	1.522400
15	0.556678	1.759316	0.529670	1.677990	0.412720	1.308203	0.412812	1.308978	0.340552	1.077443	0.433937	1.375697	0.457738	1.451557
16	0.482278	1.527335	0.691924	2.193289	0.378664	1.200407	0.552407	1.751961	0.430934	1.364683	0.553412	1.754924	0.428380	1.358652
17	0.474707	1.503418	0.717269	2.271976	0.473206	1.500417	0.625052	1.982125	0.436149	1.381341	0.609946	1.933176	0.384919	1.220400
18	0.400704	1.269328	0.794273	2.518032	0.539361	1.712086	0.538520	1.706747	0.434631	1.376790	0.540240	1.712834	0.602952	1.913099
19	0.507834	1.610282	0.844379	2.675927	0.534363	1.693562	0.527212	1.669862	0.483209	1.531625	0.575217	1.820906	0.470920	1.493082
20	0.520037	1.647992	0.595341	1.882911	0.619688	1.966573	0.532501	1.688355	0.467760	1.483060	0.558387	1.769773	0.602266	1.910683
21	0.566234	1.794820	0.437769	1.383269	0.818277	2.597061	0.533766	1.693020	0.458023	1.451935	0.684877	2.167854	0.817442	2.594370
22	0.668483	2.118507	0.660453	2.088232	0.666302	2.113789	0.586753	1.860554	0.576245	1.826998	0.560344	1.774261	0.752772	2.388849
23	0.769705	2.441778	0.511677	1.619076	0.737067	2.338011	0.792549	2.513680	0.816939	2.592284	0.518860	1.644377	1.007765	3.197789
24	0.770251	2.443011	0.647016	2.048329	0.714082	2.264523	0.916522	2.906749	0.618960	1.963154	0.622225	1.971394	0.950825	3.017623
25	0.761003	2.411801	0.516229	1.633990	0.971431	3.083194	0.800660	2.539678	0.756716	2.400911	0.632874	2.005112	1.226712	3.894083
26	0.468700	1.485171	0.816931	2.589153	0.836381	2.654332	0.939730	2.978748	0.916457	2.905489	0.649642	2.057375	1.093616	3.471007
27	0.454036	1.437085	1.159197	3.676532	1.004489	3.188428	0.864344	2.740211	0.992978	3.148883	0.643967	2.038754	1.034855	3.284464
28	0.448975	1.417439	0.609808	1.931509	0.873574	2.772103	0.823497	2.611543	0.913132	2.896706	0.754280	2.391411	1.049271	3.330498
29	0.647213	2.050522	0.775922	2.461545	0.959592	3.045078	0.958801	3.041633	0.872774	2.767535	0.826054	2.617627	1.178120	3.739106
30	0.607318	1.922092	0.488793	1.547383	0.902396	2.863631	0.793612	3.216884	0.848653	2.692135	0.832297	2.635875	1.256149	3.984909
31	1.257974	3.982132	0.619235	1.962705	0.851126	2.700979	1.017557	3.226346	0.961685	3.049303	0.758974	2.402913	1.030774	3.269844
32	0.957469	3.032651	0.620562	1.966283	0.878646	2.788146	0.944887	2.997085	0.909000	2.883947	0.797988	2.528303	1.202789	3.816951
33	0.915402	2.903279	0.498319	1.576593	1.080546	3.427157	1.030010	3.264986	0.824400	2.613955	0.906417	2.870512	1.054735	3.343199

附表 2.2-5 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 N8-V 對照表 (續)

N8-V(g/s) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
34	0.992174	3.146712	1.023448	3.246891	1.162409	3.689290	1.207947	3.832613	0.805849	2.555826	0.912329	2.890667	1.110129	3.520249
35	0.579350	1.833344	0.732009	2.318538	1.161626	3.680353	1.156283	3.668162	0.985504	3.123299	0.915174	2.897751	1.117727	3.545236
36	0.471094	1.490102	0.543904	1.721238	0.961862	3.049176	1.054606	3.345318	0.806123	2.555135	0.969805	3.073253	0.993276	3.148434
37	0.527482	1.671819	0.812230	2.575151	1.021692	3.239272	0.956504	3.033749	0.979365	3.104857	1.121723	3.553133	0.984298	3.119508
38	0.413275	1.309511	0.956730	3.031475	1.036688	3.287792	0.983414	3.118461	1.115372	3.53576	1.264942	4.008493	1.169244	3.706567
39	0.545984	1.730753	1.134187	3.593812	1.003888	3.183283	0.956964	3.031132	1.036952	3.284344	1.305191	4.136935	1.089543	3.452969
40	1.123104	3.563823	0.789525	2.497352	1.204018	3.819548	0.990734	3.139458	1.051105	3.330494	1.133461	3.591095	1.081319	3.427075
41	0.930945	2.951660	1.078997	3.418054	0.882862	2.800155	1.018237	3.226347	0.939688	2.976970	1.112511	3.524388	0.997666	3.160364
42	0.930737	2.949775	1.047074	3.318749	0.852621	2.702552	1.273827	4.038752	1.021510	3.236683	1.097717	3.476644	1.168552	3.701764
43	1.534028	4.863844	1.095023	3.467173	0.905375	2.869800	1.271246	4.028013	1.134977	3.596137	1.098801	3.478666	1.209863	3.831256
44	1.206009	3.821660	1.154179	3.657261	0.856379	2.707709	1.198474	3.797206	1.038009	3.288885	1.353281	4.286182	1.202742	3.810381
45	1.440451	4.566947	1.155242	3.660973	1.010439	3.199618	1.460572	4.628142	1.085493	3.439780	1.352816	4.280539	1.238061	3.922516
46	1.176286	3.730326	1.456346	4.615950	1.165297	3.686706	1.416053	4.485344	1.214517	3.849193	1.295624	4.100803	1.267469	4.015584
47	1.098004	3.481076	1.001817	3.172869	1.208399	3.804935	1.607801	5.092937	1.301710	4.127334	1.556887	4.931740	1.215104	3.850781
48	0.634660	2.010436	1.026917	3.252600	1.318337	4.171582	1.333334	4.221622	1.222677	3.876209	1.666824	5.277457	1.325004	4.198856
49	1.018035	3.225163	1.036544	3.284072	1.325198	4.201712	1.320862	4.186796	0.902526	2.860674	1.757104	5.568101	1.512873	4.793895
50	1.132115	3.586994	1.117257	3.536053	1.370960	4.345759	1.434952	4.545782	1.000968	3.171188	1.724203	5.459371	1.114510	3.522341
51	1.249852	3.960987	1.058394	3.349632	1.297303	4.110448	1.523923	4.823518	1.143811	3.623788	1.983725	6.267587	1.514473	4.786322
52	0.936290	2.964878	1.179701	3.733781	1.247513	3.947452	1.803431	5.711161	1.111740	3.518437	2.386262	7.559033	1.667460	5.278149
53	1.109960	3.517701	1.117056	3.535428	1.125596	3.566740	1.583077	5.016378	1.041788	3.297978	2.304333	7.290194	1.546602	4.894920
54	0.659991	2.091036	1.075413	3.402228	1.273019	4.030691	0.990904	3.138390	1.211083	3.835828	3.036578	9.608270	1.437794	4.554837
55	1.309516	4.149500	1.048125	3.314779	1.414962	4.480712	1.828227	5.790421	1.245487	3.945879				
56	1.542383	4.885269	1.158491	3.665588	1.315165	4.165780	1.932622	6.115763	1.356147	4.298289				
57	1.392612	4.412225	1.132517	3.584600	1.393386	4.413931	1.940885	6.145740	1.264827	4.009902				
58	1.528847	4.848680	1.146725	3.631529	1.370733	4.343051	1.220047	3.859384	1.265275	4.009441				
59	1.060392	3.359695	1.144977	3.625814	1.284824	4.062592	1.303574	4.121960	1.361176	4.264681				
60	1.147894	3.637705	1.249697	3.956588	1.366553	4.322436	1.510050	4.769470	1.387654	4.394150				
61	1.060720	3.361053	1.173262	3.714053	1.476931	4.682650	1.665815	5.270309	1.351142	4.277738				
62	1.269769	4.023350	1.106699	3.501015	1.176025	3.725229	1.703220	5.390567	1.341086	4.247404				
63	1.648400	5.221885	1.134273	3.590168	1.232967	3.906080	1.286675	4.059603	1.350434	4.279737				
64	1.818905	5.766049	1.177116	3.724293	1.289616	4.085615	1.206619	3.804831	1.352584	4.284895				
65	1.284522	4.075148	1.305114	4.131585	1.155866	3.659566	1.664418	5.279307	1.319960	4.177579				
66	1.019919	3.235339	1.368477	4.332949	1.229000	3.889130	1.743847	5.488486	1.508937	4.772301				
67	0.987619	3.131827	1.354873	4.287405	1.245114	3.942382			1.658371	5.238755				

附表 2.2-5 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 N8-V 對照表 (續)

N8-V(車速 (g/s) (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
68	1.024407	3.247260	1.255712	3.971703	1.545299	4.889078			1.735806	5.451859				
69	1.280116	4.053802	1.321996	4.180560	1.569951	4.973619			1.825802	5.699954				
70	1.273433	4.038544	1.445327	4.573340	1.544493	4.894383			1.660329	5.224255				
71	1.290670	4.091700	1.525106	4.825731	1.516987	4.805619			1.875338	5.908539				
72	1.248177	3.955399	1.742980	5.514454	1.550534	4.919123			2.348500	7.394318				
73	1.156963	3.665965	1.626523	5.145076	1.724124	5.469712			2.336904	7.366789				
74	1.316610	4.162373	1.904947	6.024742	1.575478	4.994969								
75	1.564725	4.938608	1.854524	5.862094	1.510891	4.784301								
76	1.594791	5.050232	1.984563	6.277058	1.434387	4.536122								
77	1.723492	5.367559			1.932944	6.126361								
78	1.664033	5.259741												
79	1.933576	6.071181												
80	1.846368	5.817080												
81	1.467121	4.640763												
82	1.829227	5.689399												
83	2.188420	6.592011												
84	1.786671	5.592876												
85	1.610908	5.033920												
86	1.852911	5.826749												
87	1.977093	6.249590												
88	2.039286	6.438008												
89	1.844785	5.795443												
90	1.977136	6.255352												
91	2.508029	7.862512												
92	2.148764	6.775212												
93	2.062017	6.460786												
94	2.168884	6.791489												
95	2.015358	6.299603												
96	2.044164	6.422170												
97	2.162474	6.785414												
98	2.319715	7.307496												
99	2.334709	7.345164												
100	2.411460	7.571306												
101	2.487853	7.825547												

附表 2.2-5 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 N8-V 對照表 (續)

實驗 A 車												
N8-V(g/s) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
102	2.565238	8.090542										
103	2.681447	8.431020										
104	2.846658	8.942981										
105	2.831407	8.919450										
106	5.369293	15.724373										

附表 2.2-6 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 N8-V 對照表

實驗 B 車												
N8-V(g/s) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
0			0.267078	0.845059	0.253205	0.803536	0.266090	0.842248	0.259066	0.820431	0.256282	0.811805
1			0.276525	0.876333	0.268599	0.852363	0.272533	0.862527	0.271179	0.858203	0.270046	0.855665
2	0.311234	0.988047	0.261385	0.828963	0.268372	0.851844	0.266804	0.844165	0.269955	0.854199	0.261172	0.826467
3	0.277942	0.882406	0.268103	0.850405	0.270467	0.858181	0.267559	0.847288	0.266023	0.841276	0.269849	0.854494
4	0.208005	0.660235	0.261097	0.828170	0.278276	0.883076	0.270809	0.858286	0.265260	0.839558	0.274759	0.870470
5	0.214760	0.681429	0.250498	0.794552	0.275575	0.873800	0.264701	0.837479	0.282772	0.894586	0.269252	0.853252
6	0.244285	0.775194	0.257490	0.816843	0.263904	0.837437	0.264572	0.837911	0.275898	0.873992	0.274685	0.870102
7	0.252967	0.802730	0.301313	0.956294	0.303718	0.964105	0.281440	0.889918	0.275716	0.871756	0.266033	0.842346
8	0.215153	0.682718	0.283857	0.900907	0.286912	0.910505	0.270106	0.855872	0.272930	0.862707	0.251047	0.794504
9	0.209049	0.663427	0.255293	0.809325	0.339037	1.076126	0.282983	0.895853	0.337195	1.066251	0.267805	0.848876
10	0.208065	0.660179	0.281040	0.890961	0.267642	0.849001	0.259969	0.822788	0.309115	0.977802	0.297915	0.943336
11	0.251923	0.799399	0.278754	0.882735	0.309951	0.983152	0.259815	0.821369	0.291931	0.924069	0.264028	0.837136
12	0.268000	0.850706	0.285099	0.904615	0.317740	1.007466	0.267335	0.847133	0.369696	1.168999	0.263382	0.835269
13	0.283573	0.900234	0.441560	1.401941	0.335235	1.063874	0.280917	0.890386	0.364867	1.153908	0.267647	0.848211
14	0.280944	0.891638	0.313754	0.994844	0.313496	0.994275	0.282985	0.895065	0.368151	1.164858	0.349742	1.107253
15	0.345407	1.096339	0.329619	1.045734	0.385115	1.221156	0.260361	0.823072	0.306605	0.969684	0.292727	0.927261
16	0.352093	1.117180	0.410203	1.302106	0.287037	0.910068	0.275617	0.871309	0.303082	0.958682	0.269429	0.854265
17	0.425524	1.351092	0.309981	0.981933	0.385413	1.221850	0.417744	1.320693	0.281423	0.889726	0.431799	1.367070
												0.354563
												1.122119

附表 2.2-6 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 N8-V 對照表 (續)

實驗 B 車																						
CLASS1			CLASS11			CLASS24			CLASS27			CLASS34			CLASS43			CLASS53				
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂		
18	0.684134	2.169923	0.356637	1.130882	0.293588	0.929459	0.404503	1.280193	0.302897	0.957866	0.421758	1.337608	0.369048	1.168310								
19	0.570359	1.810835	0.412568	1.309125	0.317964	1.007509	0.319071	1.010205	0.377076	1.191155	0.487944	1.546944	0.478178	1.515097								
20	0.492513	1.563476	0.435790	1.381787	0.352663	1.118413	0.366158	1.157668	0.401968	1.268884	0.419740	1.330812	0.457094	1.446996								
21	0.531371	1.687369	0.398906	1.265246	0.364000	1.154481	0.356403	1.126815	0.438771	1.385798	0.500661	1.588786	0.424744	1.343960								
22	0.463040	1.470132	0.386049	1.222815	0.365312	1.157498	0.393689	1.245420	0.408876	1.292857	0.375640	1.191112	0.502372	1.588136								
23	0.452457	1.436779	0.468075	1.482717	0.393143	1.246824	0.410746	1.299664	0.380570	1.202719	0.379394	1.202785	0.563439	1.783898								
24	0.389883	1.237902	0.464801	1.473441	0.419867	1.331027	0.405195	1.281136	0.425782	1.344248	0.375146	1.189856	0.499496	1.580571								
25	0.490178	1.555120	0.420945	1.332832	0.452287	1.432066	0.617573	1.954935	0.483283	1.529205	0.441060	1.397434	0.519837	1.644640								
26	0.326149	1.035410	0.445364	1.411000	0.492400	1.560570	0.572317	1.810072	0.520580	1.644934	0.388120	1.228799	0.611069	1.933195								
27	0.516793	1.641009	0.471478	1.491693	0.561260	1.780940	0.569416	1.799249	0.522557	1.652359	0.435588	1.380159	0.617414	1.953037								
28	0.549024	1.741796	0.414410	1.302179	0.462503	1.465563	0.595953	1.885885	0.478064	1.512507	0.364741	1.156067	0.552290	1.746117								
29	0.696767	2.211906	0.566884	1.789332	0.585089	1.855532	0.616281	1.950377	0.522325	1.651962	0.444524	1.408859	0.599244	1.896089								
30	0.617724	1.960781	0.613675	1.932842	0.757778	2.404241	0.588974	1.865203	0.497967	1.573736	0.384862	1.220755	0.582340	1.843865								
31	0.618149	1.962635	0.558467	1.762333	0.601938	1.909430	0.629670	1.994435	0.577855	1.820985	0.450408	1.427803	0.541381	1.713017								
32	0.542909	1.723410	0.639052	2.006793	0.697720	2.208118	0.542844	1.718244	0.604376	1.909366	0.469807	1.489232	0.522433	1.656198								
33	0.722456	2.292493	0.544676	1.715797	0.792010	2.508271	0.571018	1.807523	0.788281	2.484988	0.523760	1.661536	0.624807	1.978114								
34	0.616439	1.957060	0.628997	1.983357	0.733894	2.328243	0.596890	1.888298	0.679610	2.149153	0.518705	1.644093	0.605390	1.917100								
35	0.461942	1.466236	0.803382	2.540343	0.753550	2.386961	0.673998	2.131020	0.707842	2.235247	0.596279	1.890502	0.597030	1.890643								
36	0.752396	2.388922	0.574707	1.813900	0.744873	2.361125	0.751750	2.379098	0.653140	2.063531	0.672521	2.132433	0.607667	1.923850								
37	0.505552	1.604466	0.698915	2.202339	0.582975	1.848009	0.742121	2.349538	0.664354	2.100296	0.662906	2.102059	0.636793	2.017058								
38	0.821539	2.608783	0.706153	2.221625	0.609497	1.931800	0.665979	2.108723	0.782125	2.470026	0.638955	2.026706	0.643498	2.037825								
39	0.733805	2.329255	0.727999	2.302932	0.576299	1.826453	0.619991	1.964151	0.756575	2.388757	0.613944	1.947435	0.666242	2.110336								
40	0.889366	2.824295	0.640334	2.021643	0.728017	2.307747	0.615939	1.947838	0.764126	2.412485	0.673780	2.136745	0.709363	2.246399								
41	0.540019	1.714772	0.748165	2.363646	0.778175	2.466000	0.597273	1.886462	0.851939	2.689969	0.685392	2.173624	0.795685	2.519321								
42	0.626807	1.990245	0.781244	2.463155	0.785949	2.492190	0.716608	2.265460	0.817628	2.586300	0.666689	2.115316	0.717897	2.273648								
43	0.710016	2.254318	0.868291	2.723887	0.554801	1.761096	0.687145	2.171232	0.746473	2.363045	0.711183	2.256070	0.748896	2.373940								
44	0.680843	2.161646	0.809896	2.542851	0.645956	2.048640	0.649973	2.055336	0.914703	2.894211	0.689076	2.186575	0.821654	2.604575								
45	0.691637	2.196046	0.818318	2.566952	0.551490	1.749907	0.729727	2.309603	0.818215	2.591797	0.731683	2.321062	0.718942	2.279054								
46	0.307245	0.975120	0.863825	2.711527	0.708651	2.247532	0.875788	2.773569	0.714139	2.261437	0.757000	2.401549	0.644599	2.041197								
47	0.635319	2.017028	0.727429	2.284157	0.641732	2.034723	0.854191	2.706382	0.630894	2.200800	0.838976	2.662399	0.673973	2.136170								
48	0.679765	2.158082	0.558138	1.751339	0.732959	2.318623	0.845590	2.678642	0.678959	2.152926	0.863309	2.739944	0.655631	2.078910								
49	0.941231	2.989532	0.598427	1.876705	0.973194	3.081612	0.844791	2.676134	0.543325	1.721684	0.961272	3.049826	0.788090	2.499025								
50	0.979403	3.110239	0.709491	2.226496	0.924680	2.933870	0.742698	2.355192	0.595716	1.885292	0.974508	3.093610	0.829208	2.628438								
51	0.801419	2.544295	0.713472	2.238930	0.968465	3.071254	0.677716	2.149213	0.698828	2.216669	0.902732	2.865079	0.784915	2.489195								
52	0.810482	2.573238	0.767185	2.409258	0.858019	2.720198	0.739831	2.346634	0.766411	2.429063	0.893326	2.855491	0.813529	2.582957								
53	0.522068	1.657116	0.603887	1.898370	0.911289	2.886443	0.832654	2.641391	0.728749	2.312781	0.952197	3.022350	0.824168	2.617201								

附表 2.2-6 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 N8-V 對照表 (續)

實驗 B 車														
CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53		
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
54	1.500238	4.764999	0.583117	1.842364	0.862046	2.735799	0.860956	2.730292	0.823974	2.615599	1.024545	3.251983	0.736326	2.338211
55	1.112557	3.532752	0.601838	1.897668	0.953373	3.019398	0.845359	2.678785	0.843411	2.677072	1.115847	3.542546	0.932125	2.959847
56	0.265180	0.841716	0.616693	1.949946	0.839945	2.659927	0.948466	3.010335	0.804593	2.554102	1.294227	4.109287		
57	0.883191	2.803891	0.593600	1.877942	0.753403	2.385674	1.090236	3.452877	0.828975	2.630578	1.119590	3.554743		
58	0.898541	2.853630	0.708434	2.241829	0.712846	2.257632	0.731908	2.318426	0.642753	2.038106	1.144322	3.633666		
59	0.884300	2.807601	0.756093	2.393625	0.676476	2.144843	0.761115	2.415883	0.771243	2.446556				
60	0.763899	2.424940	0.692028	2.190380	0.802208	2.544262	0.833025	2.640563	0.798117	2.529458				
61	0.903013	2.867640	0.722603	2.288796	0.826165	2.621767	0.776902	2.464530	0.747652	2.368412				
62	1.059733	3.364401	0.731472	2.314374	0.916403	2.905603	0.825027	2.618414	0.817918	2.592682				
63	0.995053	3.158464	0.776114	2.456712	0.954239	3.026770	0.860737	2.731554	0.769897	2.442906				
64	0.622909	1.977680	0.777358	2.463510	1.144419	3.628874	0.924299	2.932509	0.808736	2.567181				
65	0.825549	2.620186	0.808086	2.560722	1.207674	3.827262	0.936764	2.958398	0.840387	2.666891				
66	1.017747	3.231020	0.841116	2.666692	1.214328	3.840538	0.664995	2.101093	0.847866	2.690977				
67	0.671540	2.132060	0.884071	2.800893	1.343967	4.243653	0.798677	2.520567	0.852648	2.706052				
68	0.771196	2.448377	0.848406	2.688907	1.124899	3.545102	0.775558	2.456921	0.883560	2.805224				
69	1.011206	3.208951	0.853563	2.704612	0.958801	3.020846	1.017569	3.218456	0.999831	3.174098				
70	0.601837	1.911158	1.018672	3.226100	1.026410	3.234246	1.388032	4.383014	0.879481	2.792189				
71	0.793660	2.518182	1.128610	3.578635	0.992830	3.125485	1.343664	4.247552	0.997895	3.156294				
72	0.816330	2.592242	1.135947	3.607551	1.637122	5.106764	1.433961	4.530392	1.636157	5.174788				
73	0.977795	3.101507	1.267099	4.023964			1.424153	4.501002	1.411280	4.444106				
74	0.948252	3.010147					1.458293	4.605326	1.696544	5.349869				
75	1.042870	3.307634							1.693063	5.344215				
76	0.966025	3.055220												
77	0.979177	3.097618												
78	0.909190	2.878534												
79	0.890412	2.822648												
80	0.950677	3.013293												
81	0.926569	2.936190												
82	0.942253	2.988479												
83	1.057244	3.354718												
84	1.009872	3.205261												
85	1.097331	3.482745												
86	1.073116	3.406188												
87	1.124924	3.571135												

實驗 B 車

附表 2.2-6 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 N8-V 對照表 (續)

N8-V(g/s)		CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
車速 (km/hr)		FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
88	1.113724		3.535572												
89	1.051806		3.338100												
90	1.118030		3.549154												
91	1.148108		3.644286												
92	1.240942		3.939401												
93	1.312505		4.165661												
94	1.329684		4.219162												
95	1.335819		4.238818												
96	1.351045		4.280552												
97	1.349964		4.276113												
98	1.467250		4.651965												
99	1.502028		4.764347												
100	1.511834		4.794957												
101	1.497351		4.744104												
102	1.532334		4.855473												
103	1.589400		5.039919												
104	1.488341		4.723721												
105	1.764817		5.602333												
106	2.020301		6.411547												
107	2.001726		6.352251												
108	2.005927		6.366083												
109	2.018719		6.407121												

附表 2.2-7 實驗 A、B 車個別車速下之 R12-V 對照表

R12-V (%)	實驗 A 車		實驗 B 車	
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
0	54%	53%	62%	60%
1	28%	29%	32%	32%
2	28%	28%	35%	35%
3	28%	28%	33%	33%
4	28%	28%	34%	34%
5	28%	28%	33%	33%
6	28%	29%	35%	35%
7	28%	28%	34%	35%
8	27%	27%	33%	33%
9	28%	28%	33%	33%
10	29%	29%	32%	32%
11	30%	30%	34%	34%
12	35%	35%	34%	34%
13	35%	35%	34%	34%
14	29%	30%	37%	37%
15	34%	34%	36%	36%
16	33%	34%	40%	40%
17	33%	33%	41%	41%
18	40%	41%	38%	38%
19	32%	32%	38%	38%
20	42%	42%	50%	50%
21	52%	52%	50%	50%
22	55%	55%	49%	49%
23	51%	51%	57%	57%
24	58%	56%	58%	58%
25	57%	55%	67%	66%
26	66%	65%	73%	73%
27	69%	68%	75%	76%
28	75%	74%	70%	70%
29	79%	78%	83%	83%
30	81%	79%	88%	88%
31	75%	74%	81%	81%
32	84%	82%	78%	78%
33	87%	86%	86%	86%
34	97%	95%	105%	105%
35	108%	107%	92%	91%
36	106%	105%	101%	101%
37	104%	103%	99%	98%
38	96%	96%	93%	93%
39	95%	96%	92%	93%
40	99%	100%	90%	90%
41	99%	100%	91%	91%
42	86%	86%	90%	90%
43	90%	91%	86%	86%
44	90%	90%	89%	89%
45	94%	95%	97%	98%
46	111%	112%	106%	106%
47	116%	117%	99%	99%
48	105%	106%	110%	111%
49	115%	116%	113%	113%
50	119%	120%	98%	99%
51	111%	112%	106%	107%

附表 2.2-7 實驗 A、B 車個別車速下之 R12-V 對照表（續）

R12-V (%)	實驗 A 車		實驗 B 車	
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
52	136%	136%	114%	114%
53	111%	112%	107%	108%
54	123%	124%	115%	116%
55	136%	137%	121%	122%
56	107%	107%	102%	103%
57	101%	101%	103%	104%
58	126%	125%	110%	111%
59	123%	124%	102%	102%
60	98%	99%	99%	100%
61	153%	155%	101%	102%
62	88%	89%	80%	80%
63	92%	93%	87%	87%
64	85%	85%	81%	82%
65	86%	87%	107%	108%
66	103%	103%	101%	101%
67	116%	117%	104%	105%
68	98%	98%	119%	120%
69	113%	113%	100%	101%
70	112%	111%	123%	124%
71	122%	122%	130%	131%
72	130%	131%	146%	147%
73	127%	126%	131%	131%
74	111%	107%	109%	109%
75	119%	119%	119%	120%
76	123%	124%	127%	127%
77	136%	137%	134%	135%
78	113%	114%	120%	120%
79	124%	125%	125%	126%
80	115%	116%	119%	120%
81	125%	126%	122%	122%
82	130%	131%	127%	128%
83	120%	121%	126%	127%
84	134%	135%	129%	130%
85	156%	157%	142%	143%
86	150%	151%	145%	146%
87	142%	143%	144%	144%
88	153%	154%	155%	155%
89	162%	164%	156%	157%
90	153%	154%	159%	160%
91	157%	157%	154%	154%
92	162%	161%	151%	151%
93	159%	159%	158%	158%
94	162%	163%	161%	161%
95	175%	173%	171%	171%
96	189%	190%	187%	188%
97	185%	187%		

附表 2.2-8 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 R11-V 對照表

實驗 A 車														
R11-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
0	80%	83%	102%	106%	81%	84%	80%	83%	80%	83%	76%	79%	90%	93%
1	190%	189%	229%	228%	197%	196%	189%	189%	191%	191%	189%	189%	200%	199%
2	151%	152%	235%	237%	171%	173%	175%	177%	172%	174%	159%	160%	193%	195%
3	133%	133%	247%	247%	178%	177%	172%	171%	172%	172%	174%	174%	203%	203%
4	168%	168%	261%	261%	176%	176%	181%	181%	164%	164%	169%	167%	211%	210%
5	160%	161%	246%	248%	217%	218%	207%	209%	219%	218%	168%	170%	219%	221%
6	198%	198%	262%	261%	221%	220%	238%	237%	229%	228%	209%	209%	261%	258%
7	112%	112%	277%	276%	205%	203%	247%	246%	205%	204%	159%	159%	215%	214%
8	170%	171%	262%	262%	244%	244%	201%	202%	217%	217%	212%	213%	254%	254%
9	183%	183%	258%	257%	248%	243%	243%	242%	217%	216%	178%	177%	233%	231%
10	136%	137%	263%	265%	267%	266%	259%	260%	224%	224%	214%	216%	214%	214%
11	201%	200%	272%	271%	237%	236%	238%	237%	246%	245%	198%	198%	249%	247%
12	152%	152%	219%	218%	214%	211%	196%	195%	208%	208%	165%	164%	226%	224%
13	171%	172%	235%	236%	238%	234%	246%	246%	201%	202%	195%	196%	247%	247%
14	195%	194%	252%	251%	268%	267%	297%	296%	272%	270%	231%	230%	274%	272%
15	165%	165%	209%	209%	230%	228%	233%	232%	231%	230%	149%	149%	263%	261%
16	187%	186%	215%	214%	255%	253%	253%	252%	239%	238%	201%	198%	235%	234%
17	190%	191%	243%	244%	216%	216%	232%	234%	248%	250%	197%	197%	238%	238%
18	164%	164%	182%	182%	226%	223%	204%	203%	177%	177%	178%	177%	220%	219%
19	223%	214%	247%	244%	296%	293%	253%	252%	270%	269%	264%	263%	333%	330%
20	154%	154%	207%	206%	225%	225%	184%	185%	202%	203%	187%	186%	246%	245%
21	106%	105%	159%	158%	193%	191%	150%	149%	169%	168%	141%	140%	161%	160%
22	121%	121%	146%	146%	179%	176%	160%	161%	140%	140%	142%	142%	164%	164%
23	139%	138%	171%	169%	184%	183%	182%	180%	169%	168%	169%	167%	184%	183%
24	161%	163%	140%	146%	200%	207%	170%	177%	158%	163%	163%	169%	161%	167%
25	134%	136%	156%	163%	176%	182%	142%	148%	141%	147%	160%	166%	185%	193%
26	129%	126%	140%	141%	118%	118%	145%	147%	139%	139%	120%	120%	140%	141%
27	131%	129%	123%	124%	146%	148%	134%	136%	122%	123%	121%	122%	139%	141%

附表 2.2-8 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 R11-V 對照表 (續)

實驗 A 車														
R11-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
28	144%	138%	127%	127%	155%	155%	130%	131%	133%	133%	130%	130%	142%	141%
29	77%	78%	114%	114%	125%	125%	119%	120%	111%	112%	121%	121%	123%	125%
30	95%	97%	108%	111%	133%	136%	119%	121%	105%	106%	111%	111%	132%	135%
31	122%	121%	111%	113%	146%	148%	128%	130%	125%	126%	111%	113%	138%	141%
32	99%	100%	112%	114%	119%	120%	120%	123%	107%	109%	101%	101%	123%	125%
33	122%	115%	106%	107%	128%	129%	122%	122%	93%	94%	113%	114%	111%	112%
34	84%	83%	89%	91%	109%	111%	88%	89%	95%	96%	93%	94%	103%	106%
35	90%	87%	88%	89%	109%	108%	94%	95%	85%	86%	84%	85%	89%	90%
36	88%	85%	91%	92%	95%	95%	92%	92%	96%	95%	84%	84%	99%	100%
37	90%	87%	86%	87%	102%	103%	92%	93%	96%	96%	79%	80%	96%	97%
38	83%	80%	101%	100%	112%	109%	97%	97%	110%	109%	94%	93%	98%	99%
39	96%	96%	112%	110%	116%	113%	105%	103%	108%	107%	100%	98%	103%	103%
40	99%	95%	88%	88%	112%	111%	99%	98%	94%	93%	80%	80%	93%	92%
41	101%	99%	98%	96%	110%	108%	99%	98%	98%	98%	83%	83%	94%	94%
42	120%	111%	117%	115%	121%	118%	112%	111%	128%	124%	89%	89%	107%	106%
43	89%	87%	105%	103%	120%	118%	112%	110%	99%	97%	89%	88%	99%	99%
44	119%	111%	110%	109%	126%	123%	104%	102%	121%	117%	90%	89%	103%	102%
45	96%	90%	99%	97%	110%	107%	94%	93%	105%	102%	82%	82%	96%	95%
46	97%	85%	90%	88%	105%	102%	88%	86%	117%	114%	78%	77%	79%	78%
47	98%	90%	85%	84%	91%	89%	91%	89%	88%	85%	69%	68%	80%	80%
48	90%	82%	88%	87%	104%	101%	88%	87%	101%	100%	81%	81%	84%	84%
49	92%	85%	89%	87%	96%	93%	104%	102%	91%	88%	84%	84%	85%	85%
50	110%	97%	80%	79%	86%	85%	78%	77%	82%	82%	71%	71%	78%	78%
51	86%	75%	89%	87%	99%	97%	97%	94%	95%	93%	74%	74%	84%	84%
52	97%	83%	73%	72%	80%	78%	72%	71%	79%	77%	71%	71%	63%	63%
53	111%	96%	88%	87%	92%	91%	90%	88%	92%	91%	86%	86%	79%	79%

附表 2.2-8 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 R11-V 對照表 (續)

實驗 A 車														
R11-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
54	110%	95%	76%	75%	86%	85%	84%	83%	88%	85%	82%	83%	75%	76%
55	89%	77%	73%	72%	81%	78%	79%	78%	68%	67%	75%	75%	76%	76%
56	151%	127%	94%	93%	103%	101%	97%	95%	107%	104%	97%	97%	100%	100%
57	123%	107%	97%	96%	105%	103%	107%	105%	103%	100%	96%	97%	109%	110%
58	101%	92%	77%	76%	86%	85%	85%	85%	78%	78%	63%	64%	153%	155%
59	84%	81%	72%	70%	88%	85%	88%	86%	89%	87%				
60	137%	121%	103%	100%	105%	103%	141%	126%	97%	95%				
61	88%	78%	64%	62%	71%	68%	72%	71%	67%	65%				
62	120%	107%	106%	104%	125%	120%	123%	119%	112%	110%				
63	158%	137%	99%	97%	116%	112%	115%	111%	109%	108%				
64	172%	144%	109%	107%	130%	126%	138%	130%	126%	123%				
65	156%	131%	102%	101%	122%	118%	123%	116%	119%	115%				
66	162%	136%	84%	83%	110%	107%	103%	95%	106%	105%				
67	114%	99%	77%	77%	95%	94%	93%	87%	99%	96%				
68	145%	124%	102%	102%	116%	113%	124%	119%	115%	112%				
69	114%	96%	110%	110%	100%	100%	131%	107%	109%	108%				
70	109%	94%	107%	108%	104%	105%	86%	78%	106%	100%				
71	125%	102%	99%	100%	100%	101%	105%	87%						
72	117%	97%	91%	92%	86%	85%	89%	79%						
73	106%	93%	93%	94%	90%	88%	87%	85%						
74	128%	112%	110%	114%	110%	111%	113%	117%						
75	115%	99%	95%	96%	97%	94%	122%	123%						
76	117%	98%	71%	71%	106%	102%								
77	89%	77%	65%	64%	120%	97%	81%	81%						
78	133%	116%			115%	109%								
79	106%	91%			118%	116%								

附表 2.2-8 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 R11-V 對照表 (續)

實驗 A 車														
R11-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
80	112%	100%			126%	125%								
81	119%	102%												
82	98%	90%												
83	113%	102%												
84	109%	99%												
85	95%	86%												
86	94%	85%												
87	103%	96%												
88	93%	87%												
89	94%	88%												
90	102%	96%												
91	106%	96%												
92	86%	81%												
93	95%	87%												
94	97%	91%												
95	88%	84%												
96	85%	80%												
97	86%	80%												
93	95%	87%												
94	97%	91%												
95	88%	84%												
96	85%	80%												
97	86%	80%												

附表 2.2-9 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 R11-V 對照表

實驗 B 車														
R11-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
0	192%	196%	147%	150%	135%	138%	106%	109%	126%	129%	144%	148%	87%	89%
1	248%	247%	319%	316%	281%	278%	216%	214%	249%	246%	204%	202%	187%	186%
2	324%	321%	281%	282%	260%	259%	279%	279%	239%	237%	262%	263%	210%	210%
3	292%	289%	299%	296%	300%	297%	213%	212%	233%	230%	266%	264%	190%	190%
4	189%	186%	242%	240%	303%	301%	229%	227%	255%	253%	276%	274%	222%	221%
5	201%	199%	214%	212%	313%	310%	244%	242%	257%	255%	232%	231%	247%	246%
6	221%	220%	174%	175%	319%	318%	205%	203%	214%	214%	342%	342%	210%	211%
7	205%	203%	185%	184%	321%	317%	261%	259%	248%	244%	258%	257%	214%	213%
8	299%	298%	176%	176%	297%	298%	233%	233%	256%	256%	383%	383%	191%	192%
9	191%	190%	228%	226%	355%	353%	235%	234%	250%	249%	348%	345%	217%	217%
10	238%	235%	236%	233%	303%	300%	232%	231%	248%	246%	367%	363%	270%	269%
11	215%	213%	209%	207%	259%	256%	284%	282%	232%	230%	308%	304%	264%	263%
12	223%	221%	201%	199%	282%	279%	250%	247%	237%	234%	307%	303%	223%	221%
13	206%	206%	241%	240%	243%	243%	230%	230%	266%	264%	321%	319%	264%	262%
14	169%	168%	212%	210%	296%	293%	200%	198%	227%	226%	334%	324%	198%	197%
15	208%	206%	264%	261%	241%	239%	212%	211%	216%	213%	278%	275%	215%	214%
16	186%	184%	198%	195%	197%	196%	197%	196%	200%	197%	286%	283%	248%	246%
17	190%	188%	241%	237%	233%	229%	238%	236%	215%	212%	236%	234%	201%	200%
18	192%	189%	228%	226%	254%	252%	242%	240%	264%	261%	284%	279%	185%	184%
19	202%	201%	188%	188%	252%	251%	255%	255%	264%	262%	253%	253%	214%	215%
20	158%	156%	183%	181%	204%	201%	156%	155%	164%	162%	194%	192%	162%	161%
21	182%	179%	169%	167%	210%	208%	176%	175%	195%	192%	235%	233%	181%	180%
22	177%	174%	182%	180%	164%	163%	184%	182%	190%	188%	209%	208%	180%	179%
23	149%	148%	172%	171%	133%	132%	151%	150%	150%	149%	180%	178%	147%	146%
24	116%	114%	162%	161%	146%	146%	137%	137%	144%	143%	181%	180%	136%	136%
25	124%	124%	139%	139%	134%	135%	131%	131%	130%	130%	151%	152%	141%	142%

附表 2.2-9 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 R11-V 對照表 (續)

實驗 B 車														
R11-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
26	132%	131%	120%	120%	129%	129%	105%	105%	126%	126%	154%	152%	105%	105%
27	153%	152%	109%	107%	116%	116%	118%	117%	116%	114%	144%	143%	120%	118%
28	174%	172%	107%	106%	129%	128%	128%	128%	127%	126%	163%	162%	119%	118%
29	115%	114%	112%	111%	88%	87%	104%	103%	109%	108%	138%	137%	98%	98%
30	133%	133%	89%	89%	104%	104%	95%	95%	95%	94%	124%	124%	110%	110%
31	117%	112%	109%	108%	89%	89%	113%	112%	110%	109%	126%	126%	102%	102%
32	123%	123%	134%	133%	98%	98%	114%	113%	111%	110%	140%	139%	116%	116%
33	159%	158%	116%	114%	95%	95%	110%	108%	89%	88%	129%	127%	110%	110%
34	92%	92%	95%	93%	78%	78%	86%	85%	76%	76%	106%	106%	84%	84%
35	116%	116%	100%	100%	85%	85%	97%	97%	89%	89%	111%	110%	116%	116%
36	104%	103%	100%	99%	70%	70%	94%	94%	86%	86%	101%	101%	90%	90%
37	158%	155%	112%	111%	74%	74%	97%	97%	93%	92%	103%	102%	100%	100%
38	181%	168%	100%	99%	78%	78%	98%	97%	96%	94%	124%	122%	104%	104%
39	233%	230%	118%	117%	94%	93%	100%	100%	103%	102%	126%	125%	105%	104%
40	149%	149%	120%	119%	104%	102%	90%	89%	94%	92%	116%	116%	105%	105%
41	165%	162%	107%	106%	113%	112%	102%	101%	93%	92%	128%	126%	106%	106%
42	195%	190%	117%	115%	93%	92%	98%	97%	108%	107%	122%	121%	101%	101%
43	148%	146%	112%	111%	107%	107%	106%	105%	104%	103%	137%	135%	109%	109%
44	167%	165%	135%	133%	94%	93%	112%	111%	108%	107%	115%	114%	99%	99%
45	177%	167%	115%	114%	101%	100%	97%	96%	102%	101%	109%	108%	101%	100%
46	154%	149%	113%	112%	88%	87%	92%	91%	101%	100%	107%	106%	93%	93%
47	127%	126%	118%	117%	94%	94%	95%	94%	110%	109%	110%	109%	105%	105%
48	116%	114%	103%	102%	77%	76%	95%	94%	91%	90%	107%	105%	90%	90%
49	112%	110%	104%	102%	81%	81%	96%	95%	95%	94%	111%	109%	92%	91%
50	152%	150%	122%	120%	85%	84%	111%	110%	99%	99%	116%	114%	102%	102%
51	141%	128%	110%	109%	91%	90%	99%	98%	101%	100%	103%	102%	95%	95%

附表 2.2-9 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 R11-V 對照表 (續)

實驗 B 車														
R11-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUE L	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
52	111%	110%	91%	90%	87%	86%	97%	96%	87%	86%	108%	107%	86%	85%
53	89%	88%	111%	110%	93%	92%	93%	92%	94%	93%	101%	99%	75%	74%
54	176%	169%	97%	96%	85%	84%	94%	93%	100%	99%	97%	96%	95%	95%
55	132%	122%	91%	90%	78%	77%	94%	93%	89%	88%	93%	91%	82%	82%
56	101%	101%	112%	111%	102%	101%	94%	93%	108%	107%	128%	126%	116%	116%
57	145%	143%	108%	107%	92%	91%	97%	96%	114%	112%	122%	120%	111%	110%
58	168%	158%	98%	97%	93%	92%	102%	101%	98%	98%	126%	124%	89%	88%
59	140%	139%	112%	111%	87%	86%	92%	90%	108%	107%	132%	129%	75%	75%
60	160%	147%	117%	116%	109%	108%	117%	116%	110%	109%	150%	148%	87%	87%
61	136%	128%	113%	112%	111%	109%	117%	116%	107%	106%	115%	113%	101%	101%
62	210%	203%	146%	144%	130%	129%	152%	151%	142%	141%	162%	157%	65%	64%
63	181%	173%	134%	132%	140%	139%	141%	139%	132%	130%	105%	104%		
64	199%	195%	148%	146%	135%	134%	152%	150%	139%	137%	192%	176%		
65	139%	136%	103%	102%	112%	111%	116%	115%	102%	101%	184%	174%		
66	173%	166%	118%	117%	111%	110%	128%	127%	122%	121%	180%	175%		
67	142%	138%	113%	111%	104%	103%	110%	110%	125%	123%				
68	132%	128%	97%	96%	104%	103%	92%	91%	116%	114%				
69	149%	147%	118%	117%	141%	139%	110%	109%	143%	141%				
70	123%	121%	103%	102%	104%	103%	87%	86%	103%	102%				
71	132%	127%	94%	93%	99%	98%	80%	80%	90%	89%				
72	100%	99%	100%	99%	111%	110%	60%	59%	80%	79%				
73	131%	129%	121%	119%	113%	112%	45%	44%	101%	100%				
74	147%	146%	143%	141%	132%	130%	57%	56%	87%	87%				
75	144%	141%			105%	105%			77%	76%				
76	128%	126%			42%	42%			127%	126%				
77	133%	127%												

附表 2.2-9 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 R11-V 對照表 (續)

實驗 B 車														
R11-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUE L	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
78	146%	142%			38%	38%								
79	145%	139%												
80	161%	155%												
81	151%	144%												
82	127%	125%												
83	136%	134%												
84	123%	120%												
85	116%	114%												
86	108%	107%												
87	116%	113%												
88	103%	102%												
89	92%	90%												
90	100%	97%												
91	98%	96%												
92	94%	94%												
93	95%	95%												
94	97%	97%												
95	98%	98%												
96	89%	89%												

附表 2.2-10 實驗 A、B 車個別車速下之 R0-V 對照表

R0-V (%)	實驗 A 車		實驗 B 車	
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
0	58%	56%	62%	60%
1	25%	25%	24%	25%
2	27%	26%	24%	24%
3	24%	25%	26%	26%
4	24%	25%	27%	27%
5	27%	26%	25%	25%
6	25%	25%	26%	26%
7	25%	25%	26%	26%
8	26%	26%	26%	26%
9	25%	25%	25%	25%
10	27%	26%	26%	26%
11	26%	27%	28%	28%
12	31%	32%	26%	26%
13	27%	28%	31%	31%
14	35%	34%	29%	29%
15	29%	29%	34%	34%
16	29%	29%	32%	32%
17	32%	32%	32%	32%
18	33%	33%	31%	31%
19	40%	41%	33%	33%
20	48%	49%	32%	32%
21	49%	49%	47%	47%
22	58%	57%	46%	46%
23	51%	51%	48%	48%
24	58%	57%	54%	54%
25	54%	53%	61%	60%
26	62%	59%	65%	65%
27	58%	57%	67%	67%
28	79%	79%	64%	64%
29	74%	73%	67%	67%
30	71%	69%	71%	71%
31	63%	63%	61%	62%
32	82%	81%	86%	86%
33	77%	76%	83%	84%
34	95%	94%	93%	93%
35	94%	92%	92%	92%
36	99%	98%	96%	95%
37	111%	108%	93%	93%
38	90%	90%	92%	92%
39	96%	96%	83%	84%
40	95%	95%	82%	83%
41	92%	91%	89%	89%
42	93%	93%	89%	90%
43	90%	91%	92%	92%
44	91%	92%	87%	88%
45	98%	99%	92%	92%
46	104%	104%	104%	105%
47	107%	108%	101%	102%
48	105%	106%	94%	95%
49	110%	111%	109%	109%
50	116%	116%	93%	94%
51	133%	134%	98%	99%

附表 2.2-10 實驗 A、B 車個別車速下之 R0-V 對照表（續）

R0-V (%)	實驗 A 車		實驗 B 車	
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
52	111%	112%	113%	114%
53	125%	125%	89%	89%
54	128%	129%	116%	116%
55	122%	123%	113%	114%
56	104%	105%	109%	110%
57	106%	107%	93%	93%
58	121%	122%	106%	106%
59	128%	129%	114%	115%
60	105%	106%	88%	89%
61	132%	133%	109%	109%
62	69%	69%	82%	82%
63	83%	84%	85%	86%
64	90%	91%	72%	73%
65	111%	112%	97%	98%
66	90%	91%	92%	93%
67	106%	107%	88%	88%
68	104%	105%	102%	102%
69	110%	111%	118%	119%
70	112%	113%	133%	133%
71	137%	138%	129%	129%
72	128%	129%	129%	130%
73	141%	142%	122%	122%
74	122%	123%	112%	113%
75	108%	109%	131%	131%
76	127%	127%	135%	135%
77	131%	131%	129%	129%
78	116%	117%	135%	135%
79	119%	120%	131%	132%
80	120%	121%	124%	125%
81	126%	127%	123%	124%
82	130%	131%	135%	136%
83	119%	120%	135%	136%
84	133%	134%	137%	137%
85	140%	141%	145%	146%
86	148%	149%	153%	154%
87	144%	145%	154%	155%
88	161%	162%	164%	165%
89	172%	174%	170%	171%
90	160%	161%	175%	176%
91	168%	169%	164%	165%
92	152%	153%	168%	168%
93	158%	159%	170%	170%
94	172%	173%	176%	177%
95	169%	170%	179%	180%
96	186%	187%	191%	192%
97	192%	193%	190%	191%

附表 2.2-11 實驗 A、B 車個別車速下之 R7-V 對照表（#7-#0）

R7-V (%)	實驗 A 車		實驗 B 車	
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
0	8%	25%	8%	26%
1	10%	33%	10%	30%
2	8%	26%	12%	38%
3	10%	32%	10%	31%
4	11%	34%	10%	31%
5	8%	26%	10%	31%
6	10%	32%	11%	34%
7	10%	32%	10%	32%
8	7%	22%	9%	28%
9	10%	32%	10%	30%
10	9%	30%	9%	28%
11	10%	33%	9%	28%
12	11%	36%	10%	31%
13	16%	49%	7%	20%
14	0%	4%	10%	31%
15	13%	42%	6%	19%
16	13%	41%	11%	35%
17	8%	26%	12%	37%
18	17%	56%	10%	32%
19	-3%	-9%	9%	28%
20	2%	5%	19%	60%
21	15%	50%	9%	27%
22	9%	31%	9%	27%
23	11%	35%	14%	45%
24	12%	34%	11%	33%
25	16%	43%	13%	42%
26	18%	68%	15%	47%
27	28%	87%	16%	50%
28	11%	36%	13%	41%
29	23%	71%	22%	68%
30	30%	92%	24%	74%
31	31%	93%	24%	76%
32	21%	62%	5%	15%
33	31%	98%	14%	43%
34	23%	66%	22%	70%
35	40%	128%	12%	38%
36	31%	97%	17%	55%
37	16%	54%	17%	53%
38	29%	88%	13%	42%
39	20%	66%	19%	59%
40	27%	86%	17%	54%
41	31%	100%	14%	43%
42	11%	33%	12%	39%
43	20%	63%	7%	23%
44	18%	57%	13%	41%
45	16%	52%	17%	53%
46	33%	106%	15%	49%
47	35%	112%	12%	37%
48	24%	74%	26%	82%
49	31%	100%	18%	57%
50	30%	94%	17%	52%
51	-1%	-3%	20%	63%

附表 2.2-11 實驗 A、B 車個別車速下之 R7-V 對照表（#7-#0）（續）

R7-V (%)	實驗 A 車		實驗 B 車	
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
52	59%	182%	16%	50%
53	9%	26%	27%	86%
54	21%	63%	15%	48%
55	46%	145%	22%	69%
56	26%	83%	9%	29%
57	16%	48%	21%	66%
58	33%	98%	18%	57%
59	21%	68%	5%	16%
60	13%	42%	21%	67%
61	59%	187%	9%	27%
62	42%	132%	10%	31%
63	30%	95%	13%	41%
64	13%	40%	17%	54%
65	-11%	-35%	21%	68%
66	37%	117%	19%	62%
67	37%	116%	26%	81%
68	14%	42%	28%	89%
69	28%	84%	2%	5%
70	24%	69%	10%	32%
71	9%	22%	18%	58%
72	32%	97%	31%	99%
73	11%	27%	24%	75%
74	11%	17%	12%	39%
75	38%	118%	9%	27%
76	22%	73%	12%	38%
77	35%	114%	22%	69%
78	21%	66%	6%	19%
79	33%	105%	13%	41%
80	19%	59%	13%	40%
81	26%	83%	15%	49%
82	28%	89%	12%	37%
83	27%	86%	11%	34%
84	31%	98%	12%	39%
85	53%	165%	17%	54%
86	35%	111%	14%	44%
87	29%	90%	12%	39%
88	24%	76%	14%	45%
89	24%	76%	12%	36%
90	26%	80%	11%	34%
91	21%	66%	14%	43%
92	47%	140%	9%	28%
93	36%	110%	13%	42%
94	24%	74%	11%	36%
95	46%	132%	17%	54%
96	45%	143%	23%	71%
97	33%	104%		

附表 2.2-12 實驗 A、B 車個別車速下之 R7-V 對照表（#7/#0）

R7-V (%)	實驗 A 車		實驗 B 車	
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
0	111%	112%	120%	120%
1	136%	136%	158%	158%
2	125%	126%	177%	176%
3	135%	135%	155%	155%
4	137%	137%	154%	154%
5	125%	127%	158%	158%
6	134%	134%	162%	161%
7	134%	134%	156%	157%
8	122%	124%	151%	150%
9	135%	135%	156%	155%
10	128%	131%	150%	150%
11	133%	133%	147%	146%
12	131%	131%	155%	155%
13	149%	148%	131%	130%
14	100%	103%	150%	149%
15	139%	139%	125%	125%
16	139%	139%	150%	151%
17	122%	122%	153%	153%
18	143%	146%	148%	148%
19	94%	94%	141%	140%
20	104%	103%	184%	185%
21	126%	128%	127%	127%
22	113%	114%	127%	127%
23	118%	119%	144%	144%
24	118%	116%	129%	128%
25	125%	122%	133%	133%
26	125%	131%	134%	134%
27	142%	141%	134%	134%
28	112%	112%	130%	130%
29	126%	126%	148%	147%
30	135%	136%	149%	149%
31	142%	140%	158%	157%
32	121%	121%	109%	108%
33	134%	135%	124%	124%
34	120%	119%	135%	135%
35	136%	138%	119%	119%
36	126%	127%	126%	127%
37	112%	114%	127%	127%
38	127%	127%	121%	121%
39	118%	119%	133%	133%
40	124%	124%	130%	130%
41	129%	130%	123%	122%
42	110%	109%	121%	120%
43	119%	119%	112%	112%
44	117%	117%	122%	122%
45	114%	114%	127%	127%
46	127%	127%	122%	122%
47	128%	128%	117%	117%
48	119%	119%	140%	140%
49	124%	124%	124%	124%
50	122%	122%	126%	126%
51	99%	99%	130%	129%

附表 2.2-12 實驗 A、B 車個別車速下之 R7-V 對照表（#7/#0）（續）

R7-V (%)	實驗 A 車		實驗 B 車	
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
52	145%	144%	121%	120%
53	106%	106%	145%	145%
54	114%	113%	119%	119%
55	132%	132%	128%	128%
56	121%	121%	113%	112%
57	113%	112%	133%	133%
58	123%	122%	125%	125%
59	114%	114%	106%	106%
60	111%	111%	135%	135%
61	138%	138%	112%	112%
62	152%	152%	117%	117%
63	131%	131%	122%	122%
64	112%	112%	134%	135%
65	92%	92%	132%	132%
66	135%	135%	131%	131%
67	129%	129%	143%	143%
68	112%	111%	141%	141%
69	121%	120%	102%	102%
70	118%	117%	111%	111%
71	105%	104%	121%	121%
72	121%	120%	136%	135%
73	106%	105%	129%	129%
74	108%	104%	116%	116%
75	130%	129%	110%	109%
76	115%	115%	113%	113%
77	123%	123%	125%	125%
78	115%	115%	107%	106%
79	124%	124%	115%	114%
80	113%	113%	115%	115%
81	118%	118%	118%	118%
82	118%	118%	113%	113%
83	119%	119%	112%	112%
84	120%	120%	113%	113%
85	132%	132%	117%	117%
86	120%	120%	113%	113%
87	117%	117%	112%	112%
88	113%	113%	113%	113%
89	112%	112%	110%	110%
90	114%	113%	109%	109%
91	111%	110%	112%	112%
92	126%	125%	108%	108%
93	119%	119%	112%	112%
94	112%	111%	110%	109%
95	123%	121%	114%	114%
96	121%	121%	117%	117%
97	114%	115%		

附表 2.2-13 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 R2-V 對照表

實驗 A 車														
R2-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
0	197%	197%	248%	247%	192%	192%	206%	206%	201%	201%	158%	158%	183%	183%
1	250%	250%	248%	247%	244%	242%	244%	243%	245%	245%	210%	210%	217%	215%
2	115%	115%	229%	229%	209%	209%	219%	219%	218%	218%	177%	176%	208%	207%
3	136%	136%	266%	266%	219%	219%	217%	216%	214%	214%	186%	186%	218%	218%
4	229%	229%	198%	197%	212%	210%	234%	234%	207%	207%	174%	171%	225%	223%
5	100%	100%	187%	187%	268%	266%	265%	265%	246%	244%	182%	182%	239%	238%
6	153%	153%	223%	223%	260%	259%	309%	307%	247%	246%	199%	199%	277%	274%
7	93%	93%	186%	185%	247%	244%	320%	320%	263%	263%	165%	165%	197%	196%
8	154%	155%	170%	170%	264%	263%	221%	220%	256%	254%	191%	191%	196%	195%
9	186%	186%	176%	175%	300%	294%	309%	308%	245%	244%	131%	130%	195%	193%
10	147%	147%	171%	170%	320%	316%	269%	267%	216%	215%	192%	192%	192%	191%
11	198%	198%	192%	192%	226%	224%	277%	275%	260%	259%	160%	160%	227%	225%
12	155%	155%	186%	184%	233%	229%	228%	226%	241%	240%	172%	172%	251%	248%
13	185%	185%	176%	175%	302%	294%	297%	295%	233%	233%	203%	202%	323%	320%
14	181%	181%	147%	147%	341%	340%	270%	269%	239%	238%	197%	196%	235%	233%
15	139%	139%	185%	185%	262%	259%	265%	263%	318%	317%	162%	161%	270%	267%
16	181%	180%	146%	145%	316%	312%	214%	213%	259%	258%	170%	167%	257%	255%
17	186%	186%	157%	157%	212%	211%	173%	172%	265%	264%	150%	149%	287%	285%
18	231%	230%	129%	129%	237%	232%	214%	212%	230%	229%	185%	184%	206%	204%
19	197%	188%	130%	129%	248%	245%	214%	213%	250%	249%	205%	204%	316%	313%
20	174%	174%	204%	203%	213%	212%	203%	203%	255%	253%	197%	195%	240%	238%
21	136%	135%	265%	263%	171%	169%	204%	203%	268%	267%	150%	149%	143%	142%
22	140%	139%	171%	170%	208%	203%	212%	210%	187%	187%	197%	194%	169%	167%
23	128%	127%	237%	235%	177%	176%	163%	161%	147%	146%	231%	228%	129%	128%
24	168%	163%	175%	174%	226%	223%	150%	149%	206%	203%	211%	209%	137%	135%
25	141%	136%	242%	240%	145%	142%	142%	141%	149%	147%	202%	199%	120%	119%

附表 2.2-13 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 R2-V 對照表 (續)

實驗 A 車														
R2-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
26	252%	243%	158%	156%	129%	128%	142%	141%	139%	137%	169%	167%	117%	116%
27	278%	268%	102%	101%	140%	139%	149%	148%	119%	117%	182%	179%	129%	128%
28	335%	318%	217%	215%	185%	183%	166%	164%	153%	151%	180%	178%	141%	139%
29	131%	130%	162%	159%	143%	140%	137%	136%	140%	138%	161%	158%	115%	114%
30	177%	176%	251%	249%	166%	165%	169%	168%	139%	138%	150%	147%	119%	118%
31	102%	99%	189%	187%	180%	178%	133%	131%	137%	134%	154%	153%	142%	140%
32	121%	119%	212%	210%	159%	156%	149%	148%	138%	136%	147%	144%	119%	118%
33	162%	150%	258%	257%	144%	142%	144%	142%	138%	136%	152%	150%	128%	127%
34	115%	109%	118%	117%	126%	125%	99%	97%	159%	156%	138%	135%	126%	125%
35	235%	222%	182%	181%	141%	138%	123%	122%	130%	129%	139%	137%	120%	119%
36	277%	264%	249%	247%	145%	143%	129%	128%	176%	172%	128%	126%	147%	146%
37	250%	236%	155%	153%	145%	144%	140%	139%	143%	140%	102%	102%	142%	141%
38	269%	258%	142%	139%	145%	139%	133%	131%	132%	130%	100%	98%	113%	112%
39	236%	234%	132%	129%	155%	150%	147%	143%	138%	136%	102%	100%	127%	125%
40	122%	116%	154%	153%	129%	127%	138%	137%	123%	122%	98%	97%	119%	118%
41	151%	147%	126%	124%	173%	170%	135%	133%	146%	144%	104%	103%	131%	130%
42	155%	143%	134%	132%	170%	166%	106%	104%	150%	145%	97%	97%	110%	108%
43	73%	71%	120%	119%	167%	164%	112%	109%	110%	108%	103%	101%	103%	103%
44	124%	115%	120%	118%	185%	180%	108%	107%	146%	141%	83%	82%	107%	106%
45	88%	83%	113%	111%	144%	140%	85%	84%	128%	124%	80%	80%	102%	101%
46	128%	112%	96%	94%	140%	137%	97%	94%	150%	146%	93%	92%	97%	96%
47	144%	132%	138%	135%	122%	120%	91%	89%	109%	106%	72%	71%	106%	106%
48	209%	190%	126%	124%	116%	112%	98%	96%	122%	120%	72%	72%	93%	93%
49	146%	135%	139%	136%	117%	113%	128%	124%	162%	157%	77%	77%	91%	90%
50	161%	142%	120%	117%	105%	103%	91%	89%	137%	135%	69%	69%	116%	116%
51	107%	93%	131%	127%	119%	117%	100%	96%	129%	126%	58%	58%	87%	87%

附表 2.2-13 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 R2-V 對照表 (續)

實驗 A 車														
R2-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
52	196%	167%	118%	116%	122%	119%	76%	75%	135%	132%	56%	56%	71%	71%
53	156%	134%	122%	120%	128%	125%	88%	86%	138%	135%	58%	58%	79%	79%
54	287%	247%	122%	120%	117%	114%	146%	143%	125%	121%	47%	47%	90%	90%
55	130%	112%	133%	130%	109%	105%	83%	81%	104%	102%				
56	146%	122%	122%	120%	117%	114%	75%	73%	118%	114%				
57	124%	108%	120%	118%	107%	104%	78%	76%	115%	111%				
58	116%	104%	118%	115%	111%	107%	123%	121%	108%	107%				
59	137%	131%	109%	105%	118%	114%	117%	114%	114%	111%				
60	163%	145%	113%	110%	106%	103%	128%	115%	95%	94%				
61	179%	157%	118%	114%	104%	99%	93%	91%	106%	103%				
62	116%	104%	118%	116%	130%	125%	89%	86%	103%	101%				
63	123%	106%	112%	110%	121%	117%	115%	112%	104%	102%				
64	112%	94%	109%	108%	119%	116%	135%	129%	110%	108%				
65	147%	123%	94%	94%	127%	124%	89%	84%	108%	105%				
66	229%	191%	88%	87%	128%	124%	84%	78%	101%	100%				
67	188%	163%	92%	92%	124%	122%			97%	94%				
68	193%	164%	111%	111%	103%	99%			90%	89%				
69	140%	117%	131%	131%	100%	100%			95%	94%				
70	133%	114%	116%	116%	105%	105%			100%	93%				
71	165%	133%	111%	110%	113%	112%								
72	171%	141%	96%	95%	101%	99%								
73	163%	140%	101%	101%	92%	90%								
74	151%	127%	90%	89%	108%	105%								
75	122%	105%	85%	85%	107%	103%								
76	126%	106%	62%	62%	127%	122%								
77	98%	86%			117%	95%								

附表 2.2-13 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 R2-V 對照表 (續)

R2-V (%) 車速 (km/hr)	實驗 A 車											
	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
78	126%	110%										
79	95%	82%										
80	98%	87%										
81	141%	122%										
82	98%	90%										
83	87%	82%										
84	114%	105%										
85	128%	117%										
86	106%	97%										
87	104%	96%										
88	98%	91%										
89	116%	109%										
90	111%	103%										
91	93%	84%										
92	91%	85%										
93	103%	94%										
94	102%	95%										
95	107%	101%										
96	110%	104%										
97	103%	97%										
98	99%	93%										
99	100%	95%										
100	91%	89%										
101	88%	86%										

附表 2.2-13 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 R2-V 對照表 (續)

實驗 A 車														
R2-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
102	91%	88%												
103	83%	82%												
104	78%	77%												
105	79%	77%												
106	42%	44%												
102	91%	88%												
103	83%	82%												
104	78%	77%												
105	79%	77%												
106	42%	44%												

附表 2.2-14 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 R2-V 對照表

實驗 B 車														
R2-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
0			278%	275%	269%	267%	202%	201%	246%	243%	286%	283%	168%	167%
1			302%	300%	274%	271%	208%	206%	241%	239%	198%	196%	178%	177%
2	294%	289%	304%	302%	273%	271%	296%	294%	250%	247%	284%	283%	217%	216%
3	286%	283%	303%	300%	301%	298%	217%	216%	238%	236%	268%	266%	191%	191%
4	253%	249%	258%	256%	304%	301%	236%	234%	268%	265%	280%	277%	220%	219%
5	253%	250%	231%	229%	307%	304%	249%	248%	246%	244%	233%	232%	251%	250%
6	258%	255%	193%	192%	346%	341%	221%	218%	221%	219%	355%	353%	214%	213%
7	228%	225%	173%	171%	297%	293%	260%	259%	253%	249%	273%	272%	216%	215%
8	375%	370%	167%	165%	280%	278%	233%	231%	253%	252%	412%	408%	197%	196%
9	245%	243%	240%	237%	281%	278%	223%	221%	199%	198%	348%	345%	217%	217%
10	300%	297%	221%	218%	297%	294%	235%	234%	211%	209%	324%	320%	263%	262%
11	235%	232%	206%	204%	230%	227%	301%	299%	219%	217%	321%	316%	257%	256%
12	230%	227%	194%	192%	245%	242%	257%	255%	177%	175%	321%	317%	215%	214%
13	202%	200%	152%	150%	201%	200%	228%	226%	203%	201%	334%	329%	229%	226%
14	180%	178%	203%	200%	283%	279%	212%	210%	185%	183%	286%	277%	179%	178%
15	176%	174%	234%	230%	183%	181%	238%	237%	205%	203%	277%	274%	160%	159%
16	172%	170%	156%	154%	223%	221%	233%	231%	215%	212%	344%	341%	248%	247%
17	150%	149%	261%	258%	203%	200%	191%	190%	257%	254%	188%	186%	191%	190%
18	86%	85%	196%	195%	267%	264%	184%	183%	268%	265%	210%	206%	155%	154%
19	110%	109%	143%	141%	247%	245%	249%	248%	218%	216%	162%	161%	140%	139%
20	131%	129%	171%	170%	237%	233%	174%	173%	166%	165%	189%	187%	144%	144%
21	139%	137%	172%	170%	233%	231%	201%	199%	180%	178%	190%	189%	173%	172%
22	153%	150%	189%	187%	180%	179%	187%	186%	186%	185%	223%	221%	144%	143%
23	155%	153%	172%	170%	158%	157%	172%	171%	185%	184%	222%	219%	122%	121%
24	141%	138%	166%	164%	165%	164%	161%	160%	161%	159%	229%	226%	130%	129%
25	138%	136%	181%	179%	162%	161%	116%	115%	147%	146%	187%	186%	148%	148%

附表 2.2-14 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 R2-V 對照表 (續)

實驗 B 車														
R2-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
26	241%	237%	161%	159%	156%	155%	110%	109%	145%	143%	237%	233%	103%	103%
27	182%	180%	142%	140%	127%	126%	127%	127%	136%	135%	203%	201%	119%	118%
28	180%	177%	147%	146%	159%	157%	122%	122%	151%	150%	254%	252%	122%	122%
29	114%	112%	133%	132%	101%	100%	114%	113%	141%	139%	209%	207%	111%	110%
30	156%	155%	105%	104%	99%	98%	116%	115%	137%	136%	233%	231%	136%	136%
31	125%	118%	129%	128%	97%	97%	118%	117%	126%	125%	185%	184%	122%	121%
32	131%	130%	133%	133%	89%	89%	133%	132%	118%	116%	190%	188%	141%	140%
33	155%	153%	149%	148%	84%	84%	135%	133%	80%	79%	173%	170%	124%	124%
34	117%	116%	128%	127%	91%	90%	123%	121%	96%	95%	175%	173%	119%	118%
35	188%	186%	93%	92%	84%	84%	108%	107%	94%	93%	139%	137%	145%	144%
36	113%	112%	143%	141%	78%	77%	103%	102%	109%	107%	124%	122%	122%	122%
37	252%	244%	129%	128%	102%	102%	105%	104%	113%	111%	125%	123%	126%	126%
38	167%	154%	107%	107%	97%	97%	111%	111%	93%	92%	146%	145%	123%	122%
39	239%	236%	122%	121%	123%	122%	122%	121%	103%	102%	155%	153%	118%	118%
40	123%	122%	137%	136%	104%	103%	107%	106%	89%	89%	126%	125%	109%	108%
41	226%	221%	106%	106%	108%	106%	126%	125%	81%	80%	138%	137%	99%	99%
42	228%	222%	110%	109%	87%	86%	101%	100%	97%	96%	135%	133%	104%	103%
43	146%	144%	90%	90%	135%	134%	108%	107%	98%	96%	134%	132%	102%	101%
44	177%	175%	120%	120%	105%	104%	125%	124%	85%	84%	121%	119%	87%	87%
45	202%	192%	112%	111%	145%	144%	105%	105%	99%	98%	118%	116%	113%	112%
46	432%	418%	113%	113%	107%	106%	90%	89%	122%	120%	121%	120%	125%	124%
47	161%	159%	131%	131%	119%	118%	90%	89%	140%	139%	105%	104%	126%	125%
48	154%	151%	166%	166%	94%	94%	101%	100%	120%	119%	111%	110%	124%	123%
49	109%	108%	159%	159%	77%	76%	104%	104%	161%	159%	106%	104%	107%	106%
50	124%	123%	138%	137%	74%	73%	120%	118%	134%	133%	95%	94%	99%	98%
51	153%	139%	134%	133%	81%	80%	126%	126%	126%	125%	99%	98%	105%	104%

附表 2.2-14 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 R2-V 對照表 (續)

實驗 B 車														
R2-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
52	128%	126%	113%	113%	94%	94%	122%	121%	105%	104%	113%	111%	98%	97%
53	149%	147%	161%	161%	89%	89%	97%	97%	113%	112%	92%	91%	80%	79%
54	110%	106%	157%	156%	92%	91%	103%	102%	114%	113%	89%	88%	122%	121%
55	117%	108%	149%	148%	81%	80%	110%	109%	104%	103%	82%	81%	87%	87%
56	318%	316%	152%	150%	101%	100%	82%	81%	116%	115%	82%	81%		
57	138%	136%	153%	152%	103%	102%	75%	74%	116%	114%	91%	90%		
58	169%	158%	125%	124%	118%	117%	126%	125%	138%	137%	99%	97%		
59	131%	130%	123%	122%	107%	106%	100%	98%	118%	117%				
60	170%	156%	137%	136%	110%	109%	114%	113%	112%	112%				
61	124%	117%	129%	128%	111%	109%	124%	123%	118%	117%				
62	130%	125%	130%	129%	93%	92%	120%	119%	114%	113%				
63	130%	123%	123%	121%	105%	103%	116%	115%	121%	120%				
64	212%	207%	126%	124%	78%	78%	109%	108%	114%	112%				
65	148%	144%	112%	111%	81%	81%	108%	108%	106%	106%				
66	140%	134%	115%	114%	75%	75%	158%	157%	118%	117%				
67	180%	175%	109%	108%	66%	66%	118%	118%	124%	123%				
68	166%	161%	111%	110%	90%	90%	115%	114%	128%	126%				
69	121%	119%	113%	112%	120%	120%	89%	88%	117%	115%				
70	205%	201%	101%	100%	101%	101%	63%	63%	118%	117%				
71	176%	170%	89%	88%	106%	106%	63%	63%	95%	95%				
72	145%	144%	105%	103%	81%	81%	50%	49%	58%	58%				
73	143%	141%	102%	100%			33%	33%	76%	76%				
74	137%	136%					34%	34%	46%	46%				
75	134%	131%							44%	44%				
76	138%	135%												
77	149%	142%												

附表 2.2-14 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 R2-V 對照表 (續)

實驗 B 車														
R2-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
78	157%	153%												
79	166%	160%												
80	165%	159%												
81	162%	154%												
82	140%	138%												
83	132%	130%												
84	128%	126%												
85	123%	121%												
86	119%	118%												
87	121%	118%												
88	117%	115%												
89	111%	109%												
90	116%	113%												
91	107%	105%												
92	93%	92%												
93	94%	93%												
94	96%	95%												
95	102%	101%												
96	101%	100%												
97	101%	101%												
98	88%	87%												
99	90%	89%												
100	92%	91%												
101	90%	88%												
102	98%	96%												
103	84%	84%												

附表 2.2-14 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 R2-V 對照表 (續)

實驗 B 車														
R2-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
104	99%	96%												
105	94%	94%												
106	68%	67%												
107	52%	52%												
108	56%	56%												
109	41%	41%												

附表 2.2-15 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 R8-V 對照表

實驗 A 車														
R8-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
0	40%	42%	41%	43%	42%	44%	39%	40%	40%	41%	48%	50%	49%	51%
1	76%	76%	92%	92%	81%	81%	78%	78%	78%	78%	90%	90%	92%	92%
2	132%	133%	103%	104%	82%	83%	80%	81%	79%	80%	90%	91%	93%	94%
3	98%	98%	93%	93%	81%	81%	79%	79%	80%	80%	94%	94%	93%	93%
4	73%	73%	132%	132%	83%	84%	77%	77%	79%	79%	97%	97%	94%	94%
5	159%	161%	131%	133%	81%	82%	78%	79%	89%	90%	92%	93%	92%	93%
6	129%	129%	117%	117%	85%	85%	77%	77%	93%	93%	105%	105%	94%	94%
7	121%	120%	149%	149%	83%	83%	77%	77%	78%	78%	97%	97%	109%	109%
8	110%	111%	154%	155%	93%	93%	91%	92%	85%	85%	111%	112%	130%	131%
9	98%	98%	146%	147%	83%	83%	78%	78%	88%	88%	136%	136%	120%	120%
10	93%	93%	154%	156%	83%	84%	96%	97%	104%	105%	111%	112%	111%	112%
11	101%	101%	141%	141%	105%	105%	86%	86%	95%	95%	124%	124%	110%	110%

附表 2.2-15 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 R8-V 對照表 (續)

實驗 A 車														
R8-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
12	98%	98%	118%	118%	92%	92%	86%	86%	86%	86%	96%	96%	90%	90%
13	92%	93%	134%	135%	79%	80%	83%	83%	86%	87%	96%	97%	76%	77%
14	107%	107%	171%	171%	79%	79%	110%	110%	114%	114%	117%	117%	116%	116%
15	119%	118%	113%	113%	88%	88%	88%	88%	72%	73%	92%	93%	97%	98%
16	103%	103%	148%	148%	81%	81%	118%	118%	92%	92%	118%	118%	92%	92%
17	102%	103%	154%	156%	102%	103%	134%	136%	94%	95%	131%	132%	83%	84%
18	71%	71%	141%	141%	96%	96%	95%	96%	77%	77%	96%	96%	107%	107%
19	114%	114%	189%	189%	120%	120%	118%	118%	108%	108%	129%	129%	105%	105%
20	88%	89%	101%	102%	105%	106%	91%	91%	79%	80%	95%	96%	102%	103%
21	78%	78%	60%	60%	113%	113%	73%	73%	63%	63%	94%	94%	113%	113%
22	86%	87%	85%	86%	86%	87%	76%	76%	74%	75%	72%	73%	97%	98%
23	109%	109%	72%	72%	104%	104%	112%	112%	115%	115%	73%	73%	142%	142%
24	95%	100%	80%	84%	89%	93%	114%	119%	77%	80%	77%	81%	118%	124%
25	95%	100%	65%	68%	121%	128%	100%	105%	95%	100%	79%	83%	153%	162%
26	51%	52%	89%	90%	91%	93%	102%	104%	100%	101%	71%	72%	119%	121%
27	47%	48%	120%	123%	104%	107%	90%	92%	103%	105%	67%	68%	107%	110%
28	43%	43%	58%	59%	84%	85%	79%	80%	87%	89%	72%	73%	100%	102%
29	59%	60%	71%	72%	87%	89%	87%	89%	79%	81%	75%	76%	107%	109%
30	54%	55%	43%	44%	80%	82%	70%	72%	75%	77%	74%	76%	111%	114%
31	119%	122%	59%	60%	81%	83%	96%	99%	91%	94%	72%	74%	98%	100%
32	82%	84%	53%	54%	75%	77%	81%	83%	78%	80%	68%	70%	103%	106%
33	75%	77%	41%	42%	89%	91%	85%	86%	68%	69%	75%	76%	87%	88%
34	73%	76%	76%	78%	86%	89%	89%	92%	60%	61%	67%	70%	82%	85%
35	38%	39%	49%	49%	77%	78%	77%	78%	65%	66%	61%	62%	74%	75%
36	32%	32%	37%	37%	65%	66%	71%	72%	54%	55%	66%	67%	67%	68%
37	36%	37%	56%	57%	70%	71%	65%	67%	67%	68%	77%	78%	67%	69%

附表 2.2-15 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 R8-V 對照表 (續)

實驗 A 車														
R8-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
38	31%	31%	71%	72%	77%	78%	73%	74%	83%	84%	94%	95%	87%	88%
39	41%	41%	85%	85%	75%	76%	72%	72%	78%	78%	98%	98%	82%	82%
40	81%	82%	57%	57%	87%	87%	72%	72%	76%	76%	82%	82%	78%	78%
41	67%	67%	78%	78%	64%	64%	73%	74%	68%	68%	80%	80%	72%	72%
42	78%	78%	87%	88%	71%	71%	106%	107%	85%	85%	91%	92%	97%	98%
43	122%	122%	87%	87%	72%	72%	101%	101%	90%	90%	87%	87%	96%	96%
44	96%	96%	92%	92%	68%	68%	96%	96%	83%	83%	108%	108%	96%	96%
45	109%	109%	88%	88%	77%	77%	111%	111%	82%	82%	102%	102%	94%	94%
46	76%	76%	94%	94%	75%	75%	91%	91%	78%	78%	83%	83%	81%	81%
47	68%	68%	62%	62%	75%	74%	99%	99%	81%	81%	96%	96%	75%	75%
48	43%	43%	70%	70%	89%	90%	90%	91%	83%	83%	113%	113%	90%	90%
49	63%	63%	64%	64%	82%	82%	82%	82%	56%	56%	109%	109%	94%	94%
50	68%	68%	67%	67%	82%	83%	86%	87%	60%	60%	103%	104%	67%	67%
51	80%	80%	68%	68%	83%	83%	98%	98%	73%	73%	127%	127%	97%	97%
52	49%	50%	62%	62%	66%	66%	95%	96%	59%	59%	126%	126%	88%	88%
53	71%	72%	72%	72%	72%	73%	102%	102%	67%	67%	148%	149%	99%	100%
54	38%	39%	62%	63%	74%	74%	57%	58%	70%	71%	176%	177%	83%	84%
55	69%	69%	55%	55%	74%	75%	96%	96%	65%	66%				
56	103%	103%	78%	78%	88%	88%	129%	130%	91%	91%				
57	99%	99%	80%	81%	99%	99%	137%	138%	90%	90%				
58	87%	88%	65%	66%	78%	79%	69%	70%	72%	73%				
59	62%	62%	66%	66%	75%	74%	76%	76%	78%	78%				
60	84%	84%	91%	91%	100%	100%	110%	110%	101%	101%				
61	49%	49%	55%	55%	69%	69%	78%	77%	63%	63%				
62	103%	103%	90%	90%	96%	96%	138%	139%	109%	109%				
63	128%	128%	88%	88%	96%	96%	100%	100%	105%	105%				

附表 2.2-15 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 R8-V 對照表 (續)

R8-V (%) 車速 (km/hr)	實驗 A 車													
	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
64	154%	154%	99%	99%	109%	109%	102%	101%	114%	114%				
65	106%	107%	108%	108%	96%	96%	138%	138%	109%	109%				
66	71%	71%	95%	95%	86%	86%	122%	121%	105%	105%				
67	61%	61%	83%	84%	77%	77%			102%	102%				
68	75%	75%	92%	92%	113%	114%			127%	127%				
69	81%	82%	84%	84%	99%	100%			115%	115%				
70	82%	83%	93%	94%	99%	100%			106%	107%				
71	76%	77%	89%	90%	89%	90%			110%	110%				
72	68%	69%	96%	96%	85%	86%			129%	129%				
73	65%	66%	92%	93%	97%	99%			132%	133%				
74	85%	88%	123%	128%	102%	106%								
75	94%	95%	112%	112%	91%	92%								
76	93%	93%	115%	116%	83%	84%								
77	91%	90%			102%	102%								
78	105%	105%												
79	111%	111%												
80	115%	114%												
81	84%	84%												
82	101%	99%												
83	131%	124%												
84	95%	94%												
85	74%	73%												
86	88%	88%												
87	100%	100%												
88	95%	95%												
89	81%	81%												

附表 2.2-15 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 R8-V 對照表 (續)

實驗 A 車														
R8-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
90	92%	92%												
91	114%	114%												
92	95%	96%												
93	93%	92%												
94	96%	95%												
95	82%	83%												
96	77%	77%												
97	83%	83%												

附表 2.2-16 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 R8-V 對照表

實驗 B 車														
R8-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
0			53%	54%	50%	52%	52%	54%	51%	53%	51%	52%	52%	53%
1			106%	105%	102%	103%	104%	104%	103%	103%	103%	103%	105%	105%
2	110%	111%	93%	93%	95%	96%	94%	95%	96%	96%	92%	93%	97%	97%
3	102%	102%	99%	99%	99%	100%	98%	98%	98%	98%	99%	99%	100%	100%
4	75%	75%	94%	94%	100%	100%	97%	97%	95%	95%	99%	99%	101%	101%
5	79%	80%	93%	93%	102%	102%	98%	98%	105%	104%	100%	100%	98%	98%
6	86%	86%	90%	91%	92%	93%	93%	93%	97%	97%	96%	97%	98%	99%
7	90%	90%	107%	107%	108%	108%	100%	100%	98%	98%	95%	95%	99%	99%
8	80%	81%	105%	106%	106%	107%	100%	101%	101%	102%	93%	94%	97%	98%

附表 2.2-16 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 R8-V 對照表 (續)

實驗 B 車														
R8-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
9	78%	78%	95%	95%	126%	127%	105%	106%	126%	126%	100%	100%	100%	100%
10	79%	79%	107%	107%	102%	102%	99%	99%	118%	117%	113%	113%	103%	103%
11	92%	92%	101%	101%	113%	113%	94%	94%	106%	106%	96%	96%	103%	103%
12	97%	97%	103%	103%	115%	115%	97%	97%	134%	134%	96%	96%	104%	103%
13	102%	103%	159%	160%	121%	122%	101%	102%	131%	132%	96%	97%	115%	116%
14	94%	94%	105%	105%	105%	105%	95%	95%	123%	123%	117%	117%	110%	110%
15	118%	119%	113%	113%	132%	132%	89%	89%	105%	105%	100%	100%	134%	134%
16	108%	108%	126%	126%	88%	88%	85%	85%	93%	93%	83%	83%	100%	100%
17	126%	127%	92%	92%	115%	115%	124%	124%	84%	83%	128%	128%	105%	105%
18	222%	222%	116%	116%	95%	95%	131%	131%	98%	98%	137%	137%	120%	120%
19	183%	185%	132%	133%	102%	103%	102%	103%	121%	121%	156%	158%	153%	154%
20	121%	121%	107%	107%	86%	86%	90%	89%	99%	98%	103%	103%	112%	112%
21	131%	131%	98%	98%	90%	90%	88%	88%	108%	108%	124%	124%	105%	105%
22	115%	116%	96%	96%	91%	91%	98%	98%	102%	102%	94%	94%	125%	125%
23	97%	97%	100%	100%	84%	84%	88%	88%	81%	81%	81%	81%	120%	121%
24	82%	83%	98%	98%	88%	89%	85%	86%	90%	90%	79%	79%	105%	106%
25	90%	91%	77%	78%	83%	84%	113%	114%	88%	90%	81%	82%	95%	96%
26	55%	55%	75%	75%	83%	83%	96%	96%	87%	88%	65%	65%	102%	103%
27	84%	84%	77%	77%	91%	92%	93%	92%	85%	85%	71%	71%	100%	100%
28	96%	97%	73%	72%	81%	82%	105%	105%	84%	84%	64%	64%	97%	97%
29	103%	104%	84%	84%	87%	87%	91%	92%	77%	78%	66%	66%	89%	89%
30	86%	86%	85%	85%	105%	106%	82%	82%	69%	69%	53%	54%	81%	81%
31	94%	94%	85%	85%	91%	92%	95%	96%	88%	87%	68%	69%	82%	82%
32	85%	86%	100%	100%	109%	110%	85%	85%	95%	95%	74%	74%	82%	82%
33	103%	103%	77%	77%	113%	113%	81%	81%	112%	112%	74%	75%	89%	89%
34	72%	73%	74%	74%	86%	86%	70%	70%	80%	80%	61%	61%	71%	71%

附表 2.2-16 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 R8-V 對照表 (續)

實驗 B 車														
R8-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
35	62%	62%	108%	108%	101%	102%	90%	91%	95%	95%	80%	80%	80%	80%
36	91%	92%	70%	70%	91%	91%	91%	92%	79%	80%	82%	82%	74%	74%
37	63%	63%	87%	87%	73%	73%	92%	93%	83%	83%	82%	83%	79%	80%
38	109%	109%	93%	93%	81%	81%	88%	88%	103%	103%	84%	84%	85%	85%
39	97%	98%	97%	97%	77%	77%	82%	82%	100%	100%	82%	82%	88%	88%
40	122%	122%	88%	87%	100%	100%	84%	84%	105%	104%	92%	92%	97%	97%
41	73%	73%	101%	101%	105%	105%	81%	80%	115%	115%	92%	93%	107%	107%
42	86%	86%	107%	106%	107%	107%	98%	97%	112%	111%	91%	91%	98%	98%
43	102%	102%	124%	123%	80%	80%	98%	98%	107%	107%	102%	102%	107%	107%
44	94%	94%	112%	111%	89%	89%	90%	90%	127%	126%	95%	95%	114%	114%
45	87%	87%	103%	102%	70%	70%	92%	92%	103%	103%	92%	92%	91%	91%
46	36%	36%	100%	99%	82%	82%	102%	102%	83%	83%	88%	88%	75%	75%
47	79%	79%	90%	89%	80%	80%	106%	106%	78%	78%	104%	104%	84%	84%
48	76%	76%	62%	61%	81%	81%	94%	94%	75%	75%	96%	96%	73%	73%
49	102%	103%	65%	64%	106%	106%	92%	92%	59%	59%	105%	105%	86%	86%
50	122%	122%	89%	88%	115%	115%	93%	93%	74%	74%	122%	122%	104%	103%
51	92%	92%	82%	81%	112%	112%	78%	78%	81%	81%	104%	104%	91%	90%
52	87%	87%	83%	82%	92%	92%	80%	80%	82%	82%	96%	96%	88%	88%
53	60%	60%	69%	68%	104%	104%	95%	95%	83%	83%	109%	109%	94%	94%
54	159%	160%	62%	62%	92%	92%	91%	91%	88%	88%	109%	109%	78%	78%
55	113%	113%	61%	61%	96%	96%	86%	85%	85%	85%	113%	113%	94%	94%
56	32%	32%	74%	74%	101%	101%	114%	114%	96%	97%	155%	155%		
57	105%	105%	71%	70%	90%	89%	130%	129%	99%	99%	133%	133%		
58	100%	100%	79%	79%	79%	79%	81%	81%	71%	71%	127%	127%		
59	107%	107%	91%	91%	82%	82%	92%	92%	93%	93%				
60	94%	94%	85%	85%	99%	99%	103%	103%	98%	98%				

附表 2.2-16 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 R8-V 對照表 (續)

實驗 B 車														
R8-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
61	110%	110%	88%	88%	100%	100%	94%	94%	91%	91%				
62	162%	162%	112%	112%	140%	140%	126%	126%	125%	125%				
63	140%	140%	109%	109%	134%	134%	121%	121%	108%	108%				
64	94%	94%	117%	117%	173%	173%	140%	140%	122%	122%				
65	94%	94%	92%	92%	138%	138%	107%	106%	96%	96%				
66	124%	124%	102%	102%	148%	147%	81%	81%	103%	103%				
67	79%	79%	104%	104%	158%	157%	94%	93%	100%	100%				
68	79%	79%	87%	87%	116%	115%	80%	80%	91%	91%				
69	124%	123%	104%	104%	117%	116%	124%	124%	122%	122%				
70	60%	60%	102%	101%	102%	102%	138%	138%	88%	88%				
71	75%	75%	106%	106%	94%	93%	127%	126%	94%	94%				
72	69%	69%	95%	96%	138%	135%	121%	120%	138%	137%				
73	92%	92%	119%	119%			134%	133%	132%	131%				
74	107%	107%					164%	164%	191%	190%				
75	107%	107%							174%	173%				
76	93%	93%												
77	89%	89%												
78	93%	93%												
79	87%	87%												
80	98%	98%												
81	93%	93%												
82	91%	91%												
83	103%	103%												
84	96%	96%												
85	95%	95%												
86	91%	91%												

附表 2.2-16 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 R8-V 對照表 (續)

實驗 B 車														
R8-V (%) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
87	96%	96%												
88	88%	88%												
89	82%	83%												
90	86%	86%												
91	91%	92%												
92	101%	101%												
93	102%	102%												
94	101%	102%												
95	96%	96%												
96	88%	89%												

附表 2.2-17 實驗 A、B 車個別車速下之 R9-V 對照表

R9-V(%)	實驗 A 車				實驗 B 車			
	CLASS1		CLASS27		CLASS1		CLASS27	
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
0	97%	97%	99%	99%	61%	61%	60%	60%
1	102%	102%	98%	98%	67%	67%	60%	60%
2			100%	100%	90%	90%	61%	62%
3	199%	198%	98%	98%	79%	79%	62%	62%
4	100%	100%	91%	91%	75%	75%	61%	61%
5	50%	50%	97%	97%	72%	72%	64%	64%
6	186%	186%	98%	98%	87%	87%	63%	63%
7	92%	92%	98%	98%	89%	89%	58%	58%
8	122%	121%	108%	108%	76%	76%	60%	60%
9	103%	102%	104%	104%	68%	68%	58%	58%
10	107%	107%	105%	105%	78%	78%	67%	67%
11	91%	91%	107%	107%	58%	58%	64%	64%
12	100%	100%	92%	92%	59%	59%	62%	62%
13	121%	121%	93%	93%	52%	52%	61%	61%
14	114%	114%	111%	111%	48%	48%	58%	59%
15	68%	67%	97%	97%	45%	45%	66%	66%
16	109%	109%	118%	118%	22%	22%	71%	71%
17	95%	95%	130%	130%	35%	35%	68%	69%
18	110%	110%	86%	86%	36%	36%	61%	61%
19	83%	83%	89%	89%	74%	74%	75%	75%
20	108%	108%	102%	102%	96%	96%	57%	58%
21	116%	115%	108%	108%	88%	88%	80%	80%
22	97%	97%	91%	91%	44%	43%	68%	68%
23	98%	98%	113%	113%	39%	39%	64%	64%
24	101%	101%	132%	132%	50%	50%	84%	84%
25	99%	99%	92%	92%	38%	38%	70%	70%
26	186%	186%	106%	106%	37%	37%	78%	78%
27	101%	101%	104%	104%	56%	56%	73%	73%
28	93%	92%	88%	88%	70%	70%	69%	69%
29	67%	67%	109%	109%	95%	95%	81%	81%
30	141%	140%	96%	96%	109%	109%	70%	71%
31	86%	85%	114%	114%	62%	62%	84%	84%
32	155%	154%	103%	103%	81%	81%	79%	79%
33	101%	101%	113%	113%	107%	107%	74%	74%
34	137%	136%	115%	115%	66%	66%	77%	77%
35	150%	149%	121%	121%	107%	107%	76%	77%
36	73%	73%	109%	109%	50%	50%	67%	67%
37	71%	71%	95%	95%	82%	82%	86%	87%
38	89%	88%	115%	115%	60%	60%	80%	80%
39	55%	55%	107%	107%	73%	73%	74%	74%
40	73%	73%	97%	97%	91%	91%	80%	80%
41	137%	137%	106%	106%	98%	98%	84%	84%
42	85%	85%	110%	110%	63%	63%	73%	73%
43	79%	79%	101%	101%	59%	59%	78%	79%
44	183%	183%	104%	104%	236%	237%	82%	82%
45	115%	115%	121%	121%	119%	119%	84%	84%
46	108%	108%	115%	115%	48%	49%	71%	71%

附表 2.2-17 實驗 A、B 車個別車速下之 R9-V 對照表（續）

R9-V(%)	實驗 A 車				實驗 B 車			
	CLASS1		CLASS27		CLASS1		CLASS27	
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
47	128%	128%	115%	115%	104%	104%	80%	80%
48	115%	115%	108%	108%	66%	66%	69%	69%
49	63%	63%	118%	118%	88%	88%	76%	76%
50	81%	81%	123%	123%	115%	115%	75%	75%
51	131%	131%	106%	106%	132%	132%	81%	81%
52	96%	96%	113%	113%	39%	39%	76%	76%
53	129%	129%	104%	104%	114%	114%	79%	79%
54	104%	104%	74%	74%	204%	204%	82%	82%
55	70%	70%	127%	127%	69%	69%	83%	82%
56	97%	97%	115%	115%	119%	119%	96%	95%
57	101%	101%	133%	133%	78%	78%	75%	75%
58	102%	102%	103%	103%	102%	102%	95%	95%
59	142%	142%	103%	103%	74%	74%	91%	91%
60	83%	83%	110%	110%	57%	57%	73%	73%
61	87%	87%	98%	98%	49%	49%	78%	78%
62	86%	86%	111%	111%	174%	174%	81%	81%
63	100%	100%	105%	105%	54%	54%	77%	77%
64	116%	115%			76%	76%	91%	91%
65	172%	172%			115%	115%	86%	86%
66	114%	114%			72%	72%	92%	92%
67	118%	118%			55%	55%	71%	71%
68	92%	92%			93%	93%	79%	79%
69	93%	93%			95%	95%	78%	78%
70	95%	95%			90%	90%	78%	78%
71	91%	92%			74%	74%	83%	83%
72	119%	120%			74%	74%	80%	80%
73	113%	114%			72%	72%	86%	86%
74	83%	83%			67%	67%	81%	81%
75	97%	97%			68%	68%		
76	106%	106%			81%	81%		
77	105%	105%			91%	91%		
78	103%	101%			87%	88%		
79	101%	101%			74%	74%		
80	110%	109%			74%	74%		
81	110%	109%			82%	82%		
82	93%	93%			83%	83%		
83	133%	131%			78%	78%		
84	130%	124%			85%	85%		
85	109%	109%			82%	82%		
86	94%	94%			78%	78%		
87	98%	98%			86%	86%		
88	111%	111%			82%	82%		
89	104%	105%			80%	79%		

附表 2.2-17 實驗 A、B 車個別車速下之 R9-V 對照表（續）

R9-V(%)	實驗 A 車				實驗 B 車			
	CLASS1		CLASS27		CLASS1		CLASS27	
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
90	94%	94%			76%	76%		
90	94%	94%			76%	76%		
91	97%	98%			81%	80%		
92	116%	116%						
93	116%	116%						
94	110%	110%						
95	109%	109%						
96	108%	107%						
97	103%	102%						
98	104%	104%						
99	105%	105%						
100	101%	100%						
101	103%	102%						
102	104%	104%						
103	102%	102%						
104	104%	104%						
105	110%	109%						
106	107%	107%						

附表 2.2-18 實驗 A、B 車個別車速下之 $\hat{N}7-V$ 對照表

$\hat{N}7-V$ (g/s)	實驗 A 車		實驗 B 車	
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
0	0.504820	1.585131	0.294255	0.929305
1	0.480458	1.507842	0.280055	0.883994
2	0.461287	1.446933	0.268880	0.848285
3	0.447018	1.401493	0.260563	0.821645
4	0.437369	1.370637	0.254939	0.803555
5	0.432065	1.353496	0.251847	0.793506
6	0.430835	1.349225	0.251130	0.791002
7	0.433418	1.356999	0.252635	0.795560
8	0.439557	1.376014	0.256214	0.806708
9	0.449003	1.405486	0.261720	0.823986
10	0.461513	1.444653	0.269012	0.846948
11	0.476853	1.492772	0.277953	0.875159
12	0.494791	1.549125	0.288409	0.908196
13	0.515106	1.613009	0.300251	0.945649
14	0.537582	1.683747	0.313352	0.987120
15	0.562009	1.760680	0.327590	1.032223
16	0.588185	1.843171	0.342848	1.080585
17	0.615913	1.930603	0.359010	1.131843
18	0.645004	2.022380	0.375967	1.185649
19	0.675276	2.117929	0.393613	1.241666
20	0.706552	2.216695	0.411843	1.299569
21	0.738664	2.318145	0.430561	1.359045
22	0.771447	2.421766	0.449670	1.419795
23	0.804746	2.527068	0.469080	1.481530
24	0.838412	2.633581	0.488703	1.543974
25	0.872302	2.740853	0.508457	1.606864
26	0.906280	2.848458	0.528263	1.669949
27	0.940215	2.955986	0.548043	1.732989
28	0.973986	3.063052	0.567728	1.795757
29	1.007476	3.169288	0.587249	1.858040
30	1.040575	3.274349	0.606542	1.919634
31	1.073180	3.377912	0.625548	1.980349
32	1.105197	3.479672	0.644209	2.040007
33	1.136533	3.579347	0.662475	2.098443
34	1.167108	3.676675	0.680297	2.155503
35	1.196844	3.771415	0.697630	2.211045
36	1.225672	3.863346	0.714433	2.264941
37	1.253528	3.952271	0.730671	2.317075
38	1.280357	4.038009	0.746309	2.367340
39	1.306109	4.120404	0.761320	2.415645
40	1.330741	4.199320	0.775677	2.461910
41	1.354216	4.274639	0.789361	2.506068
42	1.376505	4.346268	0.802353	2.548061
43	1.397584	4.414132	0.814640	2.587847
44	1.417438	4.478177	0.826212	2.625395
45	1.436056	4.538373	0.837064	2.660685
46	1.453435	4.594706	0.847195	2.693711
47	1.469579	4.647187	0.856605	2.724479
48	1.484498	4.695845	0.865301	2.753006

附表 2.2-18 實驗 A、B 車個別車速下之 $\hat{N}7-V$ 對照表（續）

$\hat{N}7-V$ (g/s)	實驗 A 車		實驗 B 車	
車速 (km/hr)	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
49	1.498209	4.740732	0.873293	2.779321
50	1.510735	4.781920	0.880594	2.803468
51	1.522106	4.819502	0.887223	2.825501
52	1.532360	4.853590	0.893199	2.845486
53	1.541540	4.884320	0.898550	2.863502
54	1.549695	4.911847	0.903304	2.879640
55	1.556883	4.936347	0.907493	2.894003
56	1.563167	4.958018	0.911156	2.906708
57	1.568616	4.977077	0.914333	2.917882
58	1.573309	4.993764	0.917068	2.927664
59	1.577327	5.008337	0.919410	2.936208
60	1.580762	5.021077	0.921412	2.943677
61	1.583709	5.032287	0.923130	2.950249
62	1.586273	5.042287	0.924625	2.956112
63	1.588562	5.051422	0.925959	2.961467
64	1.590694	5.060055	0.927202	2.966529
65	1.592793	5.068571	0.928425	2.971521
66	1.594986	5.077376	0.929704	2.976683
67	1.597413	5.086896	0.931118	2.982265
68	1.600215	5.097579	0.932751	2.988528
69	1.603542	5.109893	0.934691	2.995747
70	1.607552	5.124328	0.937028	3.004209
71	1.612407	5.141392	0.939858	3.014214
72	1.618277	5.161618	0.943279	3.026072
73	1.625338	5.185557	0.947396	3.040106
74	1.633775	5.213782	0.952313	3.056653
75	1.643775	5.246885	0.958142	3.076061
76	1.655537	5.285482	0.964998	3.098689
77	1.669263	5.330208	0.972999	3.124910
78	1.685163	5.381718	0.982267	3.155108
79	1.703453	5.440689	0.992928	3.189681
80	1.724356	5.507820	1.005112	3.229037
81	1.748103	5.583829	1.018954	3.273598
82	1.774928	5.669455	1.034590	3.323798
83	1.805076	5.765459	1.052163	3.380082
84	1.838796	5.872622	1.071818	3.442907
85	1.876345	5.991745	1.093705	3.512745
86	1.917985	6.123653	1.117977	3.590078
87	1.963986	6.269189	1.144790	3.675401
88	2.014624	6.429217	1.174307	3.769219
89	2.070182	6.604624	1.206691	3.872054
90	2.130950	6.796314	1.242112	3.984435
91	2.197224	7.005216	1.280743	4.106907
92	2.269307	7.232278	1.322759	4.240025
93	2.347508	7.478469	1.368342	4.384358
94	2.432144	7.744778	1.417675	4.540485
95	2.523537	8.032216	1.470948	4.709000
96	2.622017	8.341815	1.528351	4.890507
97	2.727920	8.674628		

附表 2.2-19 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 N99³ – V 對照表

實驗 A 車														
N99 ³ – V (g/s)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
車速 (km/hr)														
0	0.564377	1.793616	0.831224	2.658787	0.590107	1.876187	0.568378	1.828129	0.581154	1.852778	0.589654	1.885290	0.668840	2.141284
1	0.591183	1.875027	0.880403	2.801335	0.648838	2.054845	0.634947	2.027187	0.637549	2.024531	0.623924	1.985069	0.723005	2.298891
2	0.617038	1.953514	0.926594	2.934794	0.707547	2.232936	0.701441	2.225118	0.693314	2.193940	0.657683	2.083435	0.776556	2.454538
3	0.642462	2.030785	0.970302	3.061100	0.766259	2.410752	0.767465	2.421200	0.748420	2.361163	0.691410	2.182069	0.829761	2.609458
4	0.667920	2.108366	1.012019	3.182078	0.825036	2.588707	0.832706	2.614940	0.802890	2.526503	0.725544	2.282485	0.882894	2.764855
5	0.693775	2.187438	1.052123	3.299135	0.883898	2.767060	0.896847	2.805809	0.856710	2.690134	0.760414	2.385840	0.936147	2.921616
6	0.720244	2.268722	1.090808	3.413048	0.942742	2.945680	0.959498	2.992997	0.909766	2.851880	0.796201	2.492795	0.989555	3.080112
7	0.747389	2.352424	1.128056	3.523876	1.001298	3.123887	1.020142	3.175252	0.961786	3.011062	0.832905	2.603435	1.042950	3.240043
8	0.775113	2.438245	1.163633	3.630969	1.059102	3.300384	1.078122	3.350820	1.012338	3.166452	0.870343	2.717257	1.095948	3.400397
9	0.803183	2.525441	1.197131	3.733090	1.115516	3.473298	1.132660	3.517502	1.060836	3.316320	0.908164	2.833213	1.147964	3.559500
10	0.831259	2.612922	1.228023	3.828591	1.169765	3.640302	1.182910	3.672806	1.106591	3.458568	0.945876	2.949806	1.198258	3.715141
11	0.858937	2.699375	1.255736	3.915630	1.221000	3.798805	1.228027	3.814161	1.148868	3.590919	0.982893	3.065220	1.245992	3.864755
12	0.885785	2.783397	1.279717	3.992397	1.268368	3.946177	1.267249	3.939160	1.186958	3.711137	1.018585	3.177472	1.290304	4.005640
13	0.911388	2.863623	1.299501	4.057308	1.311093	4.079979	1.299970	4.045796	1.220245	3.817233	1.052321	3.284558	1.330381	4.135173
14	0.935381	2.938837	1.314759	4.109169	1.348533	4.198163	1.325803	4.132655	1.248263	3.907651	1.083524	3.384603	1.365523	4.251016
15	0.957476	3.008058	1.325330	4.147281	1.380236	4.299235	1.344611	4.199039	1.270734	3.981397	1.111701	3.475973	1.395194	4.351275
16	0.977484	3.070607	1.331236	4.171501	1.405968	4.382361	1.356526	4.240537	1.287593	4.038118	1.136477	3.557372	1.419057	4.434622
17	0.995320	3.126143	1.332683	4.182238	1.425729	4.447412	1.361937	4.271509	1.298993	4.078121	1.157610	3.627901	1.436991	4.500359
18	1.011013	3.174670	1.330043	4.180430	1.439750	4.494958	1.361465	4.280033	1.305287	4.102348	1.175002	3.687088	1.449092	4.548435
19	1.024697	3.216531	1.323832	4.167472	1.448467	4.526219	1.355922	4.272791	1.307010	4.112305	1.188694	3.734892	1.455657	4.579423
20	1.036607	3.252386	1.314685	4.145138	1.452501	4.542980	1.346266	4.252451	1.304846	4.109973	1.198858	3.771678	1.457162	4.594458
21	1.047067	3.283173	1.303318	4.115493	1.452619	4.547495	1.333554	4.222031	1.299591	4.097708	1.205784	3.798182	1.454232	4.595155
22	1.056478	3.310080	1.290509	4.080805	1.449698	4.542378	1.318901	4.184773	1.292124	4.078135	1.209862	3.815460	1.447605	4.583518
23	1.065308	3.334497	1.277068	4.043476	1.444698	4.530502	1.303445	4.144037	1.283373	4.054056	1.211563	3.824832	1.438102	4.561841
24	1.074082	3.357990	1.263820	4.005975	1.438624	4.514917	1.288321	4.103228	1.274294	4.028381	1.211420	3.827826	1.426594	4.532617
25	1.083372	3.382273	1.251594	3.970805	1.432517	4.498780	1.274655	4.065739	1.265856	4.004072	1.210013	3.826130	1.413979	4.498459
26	1.093677	3.408823	1.241049	3.939974	1.427233	4.484709	1.263328	4.034273	1.258844	3.983543	1.207851	3.821253	1.401019	4.461633
27	1.105027	3.437728	1.232179	3.913518	1.422846	4.472949	1.254333	4.008870	1.253299	3.966955	1.205065	3.813647	1.387899	4.422825
28	1.117348	3.468761	1.224835	3.891046	1.419258	4.463214	1.247469	3.988993	1.249097	3.953968	1.201704	3.803539	1.374681	4.382372
29	1.130579	3.501733	1.218894	3.872239	1.416388	4.455278	1.242567	3.974189	1.246137	3.944306	1.197834	3.791210	1.361437	4.340660
30	1.144665	3.536484	1.214251	3.856831	1.414172	4.448965	1.239482	3.964068	1.244335	3.937744	1.193531	3.776976	1.348254	4.298107
31	1.159562	3.572878	1.210816	3.844600	1.412559	4.441135	1.238086	3.958294	1.243619	3.934096	1.188881	3.761187	1.335224	4.255148
32	1.175228	3.610795	1.208512	3.835357	1.411507	4.440681	1.238271	3.956572	1.243930	3.933211	1.183976	3.744208	1.322444	4.212231
33	1.191628	3.650130	1.207270	3.828943	1.410982	4.438516	1.239936	3.958641	1.245217	3.934961	1.178912	3.726419	1.310015	4.169805
34	1.208726	3.690785	1.207031	3.825218	1.410957	4.437574	1.242994	3.964263	1.247435	3.939238	1.173789	3.708210	1.298036	4.128317
35	1.226491	3.732671	1.207740	3.824061	1.411406	4.437800	1.247364	3.973223	1.250544	3.945950	1.168708	3.689971	1.286609	4.088209

附表 2.2-19 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 N99³ - V 對照表 (續)

實驗 A 車														
N99 ³ – V (g/s)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
車速 (km/hr)														
36	1.244889	3.775701	1.209349	3.825365	1.412311	4.439151	1.252969	3.985320	1.254511	3.955019	1.163771	3.672095	1.275835	4.049914
37	1.263888	3.819789	1.211811	3.829033	1.413655	4.441594	1.259740	4.000364	1.259303	3.966376	1.159079	3.654972	1.265812	4.013855
38	1.283455	3.864852	1.215084	3.834977	1.415422	4.445100	1.267609	4.018176	1.264892	3.979960	1.154735	3.638990	1.256640	3.980449
39	1.303555	3.910805	1.219128	3.843118	1.417599	4.449645	1.276509	4.038581	1.271251	3.995717	1.150842	3.624535	1.248417	3.950102
40	1.324153	3.957561	1.223906	3.853380	1.420174	4.455209	1.286376	4.061409	1.278356	4.013598	1.147499	3.611989	1.241241	3.923218
41	1.345208	4.005030	1.229379	3.865695	1.423136	4.461777	1.297146	4.086492	1.286182	4.033558	1.144810	3.601736	1.235210	3.900197
42	1.366682	4.053122	1.235512	3.879996	1.426475	4.469333	1.308755	4.113661	1.294708	4.055556	1.142876	3.594158	1.230424	3.881441
43	1.388531	4.101740	1.242270	3.896222	1.430182	4.477866	1.321138	4.142750	1.303910	4.079555	1.141801	3.589642	1.226985	3.867357
44	1.410710	4.150787	1.249619	3.914314	1.434248	4.487368	1.334229	4.173590	1.313768	4.105521	1.141691	3.588581	1.224999	3.858362
45	1.433170	4.200162	1.257524	3.934215	1.438665	4.497832	1.347960	4.206009	1.324261	4.133422	1.142653	3.591380	1.224575	3.854890
46	1.455862	4.249761	1.265951	3.955874	1.443427	4.509253	1.362261	4.239834	1.335369	4.163229	1.144799	3.598456	1.225830	3.857399
47	1.478733	4.299477	1.274867	3.979240	1.448527	4.521632	1.377061	4.274890	1.347073	4.194918	1.148247	3.610249	1.228887	3.866375
48	1.501726	4.349203	1.284239	4.004266	1.453963	4.534971	1.392286	4.310999	1.359354	4.228468	1.153120	3.627221	1.233882	3.882343
49	1.524786	4.398830	1.294034	4.030910	1.459729	4.549277	1.407860	4.347979	1.372194	4.263860	1.159548	3.649868	1.240959	3.905875
50	1.547853	4.448249	1.304219	4.059133	1.465825	4.564563	1.423706	4.385649	1.385575	4.301083	1.167673	3.678726	1.250278	3.937601
51	1.570867	4.497352	1.314764	4.088899	1.472250	4.580848	1.439743	4.423824	1.399481	4.340129	1.177647	3.714378	1.262016	3.978222
52	1.593767	4.546031	1.325637	4.120181	1.479008	4.598155	1.455890	4.462318	1.413898	4.380996	1.189638	3.757464	1.276371	4.028522
53	1.616491	4.594185	1.336808	4.152954	1.486103	4.616519	1.472064	4.500948	1.428813	4.423692	1.203828	3.808695	1.293561	4.089384
54	1.638978	4.641715	1.348249	4.187203	1.493544	4.635981	1.488180	4.539529	1.444214	4.468230	1.220421	3.868863	1.313837	4.161813
55	1.661168	4.688529	1.359934	4.222919	1.501340	4.656592	1.504153	4.577881	1.460092	4.514635	1.239642	3.938859	1.337477	4.246952
56	1.683001	4.734542	1.371837	4.260104	1.509507	4.678415	1.519899	4.615825	1.476442	4.562941	1.261746	4.019687	1.364801	4.346112
57	1.704420	4.779678	1.383936	4.298769	1.518063	4.701526	1.535334	4.653190	1.493260	4.613195	1.287018	4.112488	1.396173	4.460800
58	1.725371	4.823873	1.396212	4.338935	1.527032	4.726016	1.550373	4.689809	1.510547	4.665459	1.315780	4.218566	1.432008	4.592758
59	1.745804	4.867074	1.408648	4.380640	1.536442	4.751988	1.564936	4.725528	1.528308	4.719808				
60	1.765672	4.909245	1.421232	4.423933	1.546327	4.779565	1.578945	4.760198	1.546553	4.776338				
61	1.784936	4.950363	1.433954	4.468881	1.556727	4.808889	1.592324	4.793685	1.565296	4.835161				
62	1.803561	4.990423	1.446811	4.515567	1.567689	4.840121	1.605002	4.825868	1.584559	4.896414				
63	1.821518	5.029439	1.459804	4.564095	1.579267	4.873445	1.616913	4.856642	1.604369	4.960254				
64	1.838787	5.067444	1.472940	4.614587	1.591523	4.909067	1.627997	4.885916	1.624761	5.026866				
65	1.855355	5.104494	1.486230	4.667191	1.604526	4.947222	1.638200	4.913618	1.645777	5.096463				
66	1.871218	5.140663	1.499692	4.722075	1.618355	4.988169	1.647473	4.939694	1.667466	5.169287				
67	1.886378	5.176049	1.513351	4.779435	1.633100	5.032198	1.655778	4.964109	1.689890	5.245613				
68	1.900848	5.210771	1.527237	4.839491	1.648857	5.079630	1.663080	4.986845	1.713115	5.325750				
69	1.914649	5.244969	1.541388	4.902493	1.665736	5.130815	1.669352	5.007905	1.737219	5.410043				
70	1.927808	5.278802	1.555846	4.968717	1.683856	5.186141	1.674577	5.027306	1.762290	5.498875				
71	1.940360	5.312447	1.570661	5.038468	1.703346	5.246028	1.678740	5.045082						

附表 2.2-19 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 N99³ - V 對照表 (續)

實驗 A 車														
N99 ³ - V (g/s) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
72	1.952347	5.346099	1.585887	5.112079	1.724348	5.310934	1.681835	5.061278						
73	1.963816	5.379964	1.601583	5.189913	1.747016	5.381352	1.683859	5.075952						
74	1.974815	5.414258	1.617810	5.272356	1.771512	5.457814	1.684814	5.089165						
75	1.985396	5.449202	1.634635	5.359824	1.798013	5.540889	1.684701	5.100982						
76	1.995611	5.485018	1.652123	5.452753	1.826705	5.631185	1.683525	5.111463						
77	2.005508	5.521921	1.670340	5.551600	1.857784	5.729344	1.681288	5.120661						
78	2.015129	5.560119			1.891457	5.836047								
79	2.024509	5.599796			1.927940	5.952008								
80	2.033674	5.641117			1.967455	6.077974								
81	2.042633	5.684210												
82	2.051382	5.729165												
83	2.059895	5.776026												
84	2.068126	5.824778												
85	2.076006	5.875346												
86	2.083440	5.927586												
87	2.090305	5.981278												
88	2.096453	6.036122												
89	2.101708	6.091733												
90	2.105869	6.147643												
91	2.108708	6.203293												
92	2.109979	6.258041												
93	2.109413	6.311161												
94	2.106731	6.361847												
95	2.101643	6.409226												
96	2.093856	6.452362												
97	2.083082	6.490268												
98	2.090606	6.528186												
99	2.097941	6.565906												
100	2.105086	6.603427												
101	2.112041	6.640749												
102	2.118808	6.677873												
103	2.125384	6.714798												
104	2.131771	6.751524												
105	2.137969	6.788052												
106	2.143977	6.824381												
107	2.149796	6.860511												

附表 2.2-19 實驗 A 車各道路類型之個別車速下 N99³ – V 對照表 (續)

實驗 A 車										
N99 ³ – V (g/s)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
車速 (km/hr)										
108	2.155425	6.896443								
109	2.160864	6.932176								
110	2.166115	6.967710								

附表 2.2-20 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 N99³ – V 對照表

實驗 B 車																		
N99 ³ – V (g/s)	CLASS1			CLASS11			CLASS24			CLASS27			CLASS34			CLASS43		
	FUEL	CO ₂		FUEL	CO ₂		FUEL	CO ₂		FUEL	CO ₂		FUEL	CO ₂		FUEL	CO ₂	
車速 (km/hr)																		
0	0.714001	2.257757		0.593368	1.884089		0.550118	1.749431		0.450074	1.430411		0.480698	1.521216		0.509642	1.620300	
1	0.677073	2.137190		0.595767	1.886314		0.600741	1.904086		0.483557	1.532261		0.515678	1.627817		0.554849	1.758230	
2	0.646070	2.035942		0.597563	1.887074		0.647849	2.047271		0.515017	1.627561		0.548231	1.726594		0.598513	1.890904	
3	0.620789	1.953273		0.599398	1.888421		0.691104	2.178167		0.544550	1.716757		0.578454	1.817989		0.640597	2.018379	
4	0.600941	1.888184		0.601771	1.891934		0.730319	2.296421		0.572291	1.800404		0.606497	1.902587		0.681117	2.140870	
5	0.586172	1.839478		0.605018	1.898668		0.765377	2.401875		0.598355	1.878974		0.632487	1.980901		0.720069	2.258519	
6	0.576077	1.805816		0.609314	1.909156		0.796166	2.494344		0.622787	1.952701		0.656486	2.053210		0.757372	2.371207	
7	0.570221	1.785773		0.614681	1.923455		0.822536	2.573497		0.645537	2.021504		0.678458	2.119479		0.792832	2.478443	
8	0.568152	1.777884		0.621015	1.941220		0.844296	2.638833		0.666460	2.084984		0.698275	2.179357		0.826134	2.579345	
9	0.569418	1.780687		0.628118	1.961808		0.861237	2.689754		0.685335	2.142485		0.715733	2.232242		0.856868	2.672699	
10	0.573576	1.792759		0.635728	1.984374		0.873173	2.725699		0.701898	2.193195		0.730590	2.277395		0.884562	2.757087	
11	0.580204	1.812745		0.643554	2.007983		0.879989	2.746294		0.715883	2.236281		0.742609	2.314077		0.908739	2.831049	
12	0.588905	1.839381		0.651305	2.031698		0.881685	2.751493		0.727061	2.271011		0.751598	2.341675		0.928972	2.893257	
13	0.599319	1.871510		0.658715	2.054661		0.878405	2.741680		0.735278	2.296868		0.757446	2.359815		0.944931	2.942668	
14	0.611121	1.908095		0.665564	2.076149		0.870447	2.717708		0.740475	2.313630		0.760144	2.368434		0.956421	2.978645	
15	0.624028	1.948229		0.671689	2.095619		0.858265	2.680895		0.742706	2.321408		0.759799	2.367820		0.963408	3.001030	
16	0.637795	1.991131		0.676990	2.112729		0.842439	2.632966		0.742134	2.320663		0.756628	2.358610		0.966022	3.010168	
17	0.652223	2.036156		0.681436	2.127340		0.823651	2.575959		0.739030	2.312177		0.750953	2.341758		0.964549	3.006889	
18	0.667150	2.082782		0.685059	2.139521		0.802649	2.512120		0.733751	2.297017		0.743182	2.318486		0.959417	2.992455	
19	0.682455	2.130613		0.687951	2.149524		0.780205	2.443795		0.726729	2.276471		0.733784	2.290222		0.951167	2.968479	

附表 2.2-20 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 N99³ - V 對照表 (續)

實驗 B 車														
N99 ³ – V (g/s)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
車速 (km/hr)														
20	0.698054	2.179371	0.690258	2.157772	0.757091	2.373335	0.718442	2.251994	0.723275	2.258533	0.940421	2.936843	0.709458	2.232307
21	0.713900	2.228885	0.692173	2.164833	0.734048	2.303012	0.709404	2.225148	0.712194	2.225068	0.927860	2.899605	0.701541	2.209239
22	0.729977	2.279091	0.693927	2.171399	0.711775	2.234974	0.700143	2.197551	0.701086	2.191506	0.914190	2.858920	0.693429	2.185479
23	0.746300	2.330017	0.695783	2.178269	0.690916	2.171218	0.691193	2.170843	0.690499	2.159528	0.900126	2.816976	0.685719	2.162867
24	0.762915	2.381783	0.698034	2.186328	0.672064	2.113585	0.683083	2.146664	0.680967	2.130792	0.886376	2.775944	0.679007	2.143246
25	0.779891	2.434591	0.700996	2.196545	0.655768	2.063790	0.676341	2.126648	0.673019	2.106940	0.873629	2.737955	0.673888	2.128464
26	0.797295	2.488631	0.704936	2.209733	0.642407	2.023023	0.671377	2.112072	0.667063	2.089234	0.862424	2.704678	0.670820	2.119957
27	0.815096	2.543797	0.709842	2.223859	0.631802	1.990750	0.668146	2.102805	0.663033	2.077483	0.852769	2.676135	0.669727	2.117497
28	0.833238	2.599919	0.715641	2.244702	0.623684	1.966150	0.666510	2.098431	0.660772	2.071208	0.844557	2.652000	0.670420	2.120510
29	0.851674	2.656847	0.722271	2.266070	0.617829	1.948541	0.666354	2.098597	0.660149	2.070004	0.837703	2.632010	0.672734	2.128490
30	0.870358	2.714441	0.729675	2.289795	0.614051	1.937353	0.667577	2.103004	0.661052	2.073531	0.832139	2.615952	0.676519	2.140982
31	0.889249	2.772573	0.737802	2.315723	0.612193	1.932107	0.670095	2.111392	0.663384	2.081493	0.827810	2.603657	0.681639	2.157569
32	0.908307	2.831120	0.746607	2.343715	0.612122	1.932397	0.673833	2.123536	0.667061	2.093636	0.824671	2.594988	0.687965	2.177857
33	0.927494	2.889965	0.756044	2.373636	0.613724	1.937875	0.678724	2.139234	0.672009	2.109732	0.822688	2.589838	0.695374	2.201464
34	0.946771	2.948994	0.766071	2.403356	0.616900	1.948242	0.684707	2.158305	0.678161	2.129579	0.821836	2.588125	0.703742	2.228014
35	0.966101	3.008094	0.776644	2.438746	0.621566	1.963234	0.691728	2.180581	0.685455	2.152988	0.822095	2.589789	0.712946	2.257126
36	0.985445	3.067151	0.787720	2.473676	0.627644	1.982617	0.699734	2.205903	0.693833	2.179782	0.823453	2.594788	0.722859	2.288412
37	1.004765	3.126051	0.799255	2.510012	0.635065	2.006177	0.708673	2.234117	0.703240	2.209793	0.825903	2.603098	0.733350	2.321465
38	1.024022	3.184676	0.811202	2.547615	0.643763	2.033716	0.718496	2.265072	0.713620	2.242851	0.829444	2.614708	0.744281	2.355860
39	1.043175	3.242910	0.823512	2.586339	0.653678	2.065043	0.729153	2.298617	0.724918	2.278785	0.834078	2.629626	0.755506	2.391150
40	1.062181	3.300630	0.836135	2.626031	0.664747	2.099969	0.740590	2.334594	0.737075	2.317421	0.839815	2.647868	0.766870	2.426859
41	1.080999	3.357712	0.849016	2.666528	0.676909	2.138305	0.752755	2.372840	0.750032	2.358575	0.846666	2.669468	0.778210	2.462484
42	1.099585	3.414030	0.862098	2.707659	0.690099	2.179852	0.765589	2.413185	0.763725	2.402051	0.854650	2.694470	0.789352	2.497495
43	1.117893	3.469454	0.875320	2.749240	0.704250	2.224401	0.779033	2.455444	0.778086	2.447640	0.863787	2.722933	0.800116	2.531334
44	1.135878	3.523854	0.888617	2.791079	0.719289	2.271728	0.793022	2.499422	0.793040	2.495114	0.874105	2.754927	0.810312	2.563415
45	1.153492	3.577095	0.901924	2.832973	0.735135	2.321587	0.807485	2.544910	0.808509	2.544231	0.885636	2.790537	0.819740	2.593135
46	1.170690	3.629046	0.915167	2.874707	0.751072	2.373711	0.822347	2.591680	0.824405	2.594723	0.898414	2.829862	0.828200	2.619869
47	1.187423	3.679572	0.928273	2.916060	0.768894	2.427806	0.837529	2.639491	0.840637	2.646305	0.912483	2.873013	0.835484	2.642983
48	1.203645	3.728540	0.941164	2.956796	0.786606	2.483546	0.852944	2.688081	0.857103	2.698666	0.927890	2.920121	0.841384	2.661840
49	1.219310	3.775820	0.953760	2.996676	0.804722	2.540578	0.868498	2.737171	0.873695	2.751472	0.944689	2.971330	0.845697	2.675808
50	1.234370	3.821285	0.965979	3.035450	0.823116	2.598513	0.884095	2.786466	0.890298	2.804366	0.962940	3.026804	0.848221	2.684273
51	1.248784	3.864812	0.977736	3.072864	0.841651	2.656927	0.896629	2.835649	0.906789	2.856966	0.982709	3.086726	0.848767	2.686647
52	1.262507	3.906284	0.988945	3.108660	0.860178	2.715363	0.914990	2.884389	0.923038	2.908871	1.004074	3.151299	0.847159	2.682385
53	1.275501	3.945591	0.999521	3.142578	0.878537	2.773330	0.930064	2.932338	0.938908	2.959655	1.027118	3.220752	0.843238	2.670994
54	1.287728	3.982633	1.009376	3.174356	0.896559	2.830303	0.944731	2.979134	0.954258	3.008876	1.051934	3.295337	0.836870	2.652051
55	1.299154	4.017320	1.018427	3.203737	0.914062	2.885726	0.958869	3.024401	0.968939	3.056076	1.078628	3.375337	0.827946	2.625210

附表 2.2-20 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 N99³ - V 對照表 (續)

N99 ³ - V (g/s)		CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
車速 (km/hr)		FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
56		1.309751	4.049573	1.026589	3.230468	0.930859	2.939021	0.972349	3.067758	0.982803	3.100786	1.107315	3.461065	0.816387	2.590222
57		1.319493	4.079327	1.033783	3.254304	0.946755	2.989582	0.985045	3.108813	0.995695	3.142527	1.138126	3.552871	0.802154	2.546941
58		1.328359	4.106533	1.039931	3.275011	0.961549	3.036791	0.996829	3.147174	1.007463	3.180820	1.171204	3.651142	0.785240	2.495337
59		1.336336	4.131156	1.044962	3.292367	0.975039	3.080019	1.007571	3.182449	1.017956	3.215187	1.206712	3.756313	0.765684	2.435502
60		1.343415	4.153179	1.048809	3.306168	0.987022	3.118636	1.017147	3.214253	1.027024	3.245158	1.244829	3.868866	0.743563	2.367656
61		1.349594	4.172606	1.051412	3.316227	0.997297	3.152019	1.025434	3.242208	1.034523	3.270280	1.285757	3.989339		
62		1.354877	4.189457	1.052719	3.322380	1.005671	3.179561	1.032317	3.265953	1.040319	3.290120	1.329721	4.118333		
63		1.359275	4.203774	1.052686	3.324486	1.011958	3.200685	1.037686	3.285147	1.044284	3.304274	1.376974	4.256521		
64		1.362807	4.215619	1.051277	3.322432	1.015988	3.214847	1.041440	3.299471	1.046304	3.312372	1.427798	4.404653		
65		1.365498	4.225075	1.048466	3.316129	1.017604	3.221554	1.043489	3.308636	1.046277	3.314086	1.482510	4.563571		
66		1.367381	4.232244	1.044238	3.305519	1.016670	3.220370	1.043752	3.312386	1.044119	3.309135	1.541468	4.734217		
67		1.368495	4.237250	1.038585	3.290572	1.013073	3.210929	1.042165	3.310502	1.039761	3.297289				
68		1.368885	4.240232	1.031513	3.271289	1.006725	3.192939	1.038673	3.302803	1.033153	3.278378				
69		1.368602	4.241350	1.023034	3.247697	0.997567	3.166195	1.032328	3.289152	1.024265	3.252289				
70		1.367705	4.240778	1.013171	3.219855	0.985569	3.130581	1.025838	3.269456	1.013088	3.218975				
71		1.366252	4.238701	1.001956	3.187845	0.970733	3.086078	1.016465	3.243667						
72		1.364310	4.235316	0.989430	3.151772	0.953093	3.032766	1.005125	3.211781						
73		1.361945	4.230827	0.975637	3.111765	0.932715	2.970824	0.991842	3.173839						
74		1.359226	4.225442	0.960632	3.067968	0.909698	2.900529	0.976651	3.129926						
75		1.356219	4.219366			0.884170	2.822254								
76		1.352992	4.212801			0.856288	2.736461								
77		1.349607	4.205940			0.826237	2.643697								
78		1.346123	4.198960			0.794224	2.544585								
79		1.342590	4.192020												
80		1.339052	4.185257												
81		1.335542	4.178776												
82		1.332084	4.172651												
83		1.328687	4.166918												
84		1.325347	4.161574												
85		1.322046	4.156569												
86		1.318750	4.151807												
87		1.315410	4.147147												
88		1.311960	4.142395												
89		1.308320	4.137312												
90		1.304395	4.131609												
91		1.300074	4.124955												

附表 2.2-20 實驗 B 車各道路類型之個別車速下 N99³ - V 對照表 (續)

實驗 B 車														
N99 ³ – V (g/s) 車速 (km/hr)	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂	FUEL	CO ₂
92	1.295237	4.116978												
93	1.289753	4.107267												
94	1.283480	4.095386												
95	1.276273	4.080872												
96	1.267984	4.063250												
97	1.266103	4.059837												
98	1.264007	4.055798												
99	1.261695	4.051132												
100	1.259167	4.045839												
101	1.256424	4.039919												
102	1.253465	4.033373												
103	1.250290	4.026200												
104	1.246900	4.018400												
105	1.243294	4.009973												
106	1.239472	4.000919												
107	1.235435	3.991239												
108	1.231182	3.980931												
109	1.226713	3.969997												
110	1.222029	3.958436												
111	1.217129	3.946249												
112	1.212014	3.933434												

附錄 3 審查意見回覆表及簡報資料

附錄 3.1 期中、期末審查意見回覆表

附錄 3.2 期末簡報資料

附錄 3.1 期中、期末審查意見回覆表

期中審查意見回覆表

審查委員 或單位	審 查 意 見	承辦單位處理情形	本所主辦單位 審查意見
本所運計組 林國顯組長	1.有關報告中提及的實驗(如#0、#5…等)以及轉換率(如R0-V、R7…等)等代號,建議改以具有含意的縮寫或較易理解的方式表達,並連同96年度的報告內容一併修正。或將其彙整為一對照表,並列於報告書附錄,以便報告書審閱時查詢使用。	1.遵照辦理,感謝指正。	同意承辦單位處理情形
	2.有關實驗設計部分,建議先說明各實驗項目之實驗條件與假說,以便瞭解各實驗項目之目的與功能。	2.遵照辦理。	
	3.有關簡報 p.39 之能耗與排放縱向分群,建議補充說明採取此分群方式之理由。	3.參考國外文獻的分類方式可知,基本上,在FUEL跟CO ₂ 方面,大部分文獻皆以同一種函數來作分析,故這個群組是比較沒有問題的。而另外在CO、THC與NO _x 的部分,除了少部分的微觀模式採用VSP的方式來分析(採用同一組函數)之外,其餘則比較少有文獻針對排放與速度之間的關係加以探討。同時,本團隊根據目前所取得的數據分布趨勢判斷結果,認為:CO與THC之趨勢較為一致,但與NO _x 的分布趨勢則不相同。這可能與車輛技術的提升有關,亦即實驗A車之廢氣再循環系統對於NO _x 排放加以抑制,進而造成目前所取的排放趨勢與CO、THC有所差異,故將其獨立為一個群組。上述之補充說明,將納入期末報告書中。	
	4.本計畫將傳統模式所慣用的能耗/排放單位(g/km),轉換為以每單位時間之能耗/排放(g/s),在平均旅行速度增加時,其能耗/排放總量是增加或是減少?還不能太早下定論。	4.感謝委員提醒。由於本研究成果所使用之能耗與排放推估曲線,與傳統模式所慣用之曲線不同,因此可能造成將來實際應用時,無法直接且快速地判斷平均旅行速度變化,對於能耗/排放總量之影響。未來可考慮將本研究成果轉換為傳統的能耗/排放曲線,以便利其他研究引用。	

審查委員 或單位	審 查 意 見	承辦單位處理情形	本所主辦單位 審查意見
	5.建議將報告書中，所提及之判定係數說明用語（如：5 成），改以統計的慣用用語替代之（如：0.50）。	5.遵照辦理，感謝指正。	
本所運計組蘇振維副組長	1.有關本組林組長所提及之總排放量推估問題，建議可由簡報 pp.40~41 之分布圖形中加以判斷。例如於 $V=20$ (km/hr) 時，能耗約為 1 (g/s)，惟當速度增加至 $V=80$ (km/hr) 時，能耗僅增加至 2 (g/s)，其比值為 2:1；因此，當旅行速度增加時，車輛燃油是更有效率的，故總能耗量的應該會減少，或許這也是一個判斷方式。	1.感謝委員說明。	同意承辦單位處理情形
交通大學黃台生教授	1.本計畫研究內容非常 solid，十分難得，建議盡量先作精實的分析，不急著作應用面的展現，也不要為了因應需要而調整既有的研究方向。	1.遵照辦理。由於目前模式建構尚未完成，因此後續會根據模式建構結果再針對案例分析的部分做一修正與調整。此外，有關第二個案例分析是否選擇國道東部公路蘇澳花蓮段建設計畫，或其他案例，以及研究成果是否足以應用，將與委託單位確認後，再執行，並納入期末報告。	同意承辦單位處理情形
	2.建議在期末報告中，加強補充本計畫之明確研究範圍，並清楚強調本計畫實際進行之重點為何？例如有些參數（如頭燈、空調與車重等）是在運輸規劃模式中沒辦法的掌控的，但為了最後於模式運用所需，因此目前計畫的重點，仍須先釐清這些車輛參數之差異後，才能進一步與運輸規劃作業中較具有意義的參數加以連結。	2.由於法律規定之審驗標檢值 ($N_{0-標}$) 與實際道路實驗 (N_{99}) 之間，存在許多的實驗條件與環境差異（如頭燈、空調與車重等）；且本計畫於進行道路實驗時，為了避免量測儀器與設備之工作溫度過高，開空調為不可避免之動作。因此，目前的各項實驗設計，主要是為了能夠逐一釐清上述的實驗條件與環境差異而設計。上述之補充說明，將納入期末報告書中。	
	3.報告書第 2.5 節案例分析之用意何在？置於第 2 章似乎不甚恰當，請詳予說明。	3.期中報告書之 2.5 節標題為撰寫時誤植，本節內容應為國外案例運用之相關文獻補充，將於期末報告中完成。	
	4.建議研究團隊針對實驗設計部分，加強說明各實驗項目之實驗條件與假說，以利瞭解各實驗項目之目的與功能。	4.遵照辦理。	

審查委員 或單位	審 查 意 見	承辦單位處理情形	本所主辦單位 審查意見
交通大學 黃台生教授	5.建議針對 SPLINE 模式的運用及模式建構過程，以及各切點速度之假設條件，做更詳細的說明。	5.有鑑於 96 年度在 CO、THC 與 NO _x 之推估方程式配適度不佳，故於 97 年度，本團隊參考台北大學李孟峰教授之建議，採用 SPLINE 模式來建構此三類排放之推估方程式。而簡報 p.45 與 p.48 中之公式，即為 SPLINE 模式之原始定義。其中，參數 f 即為各曲線之速度切點，在此切點以前主要是以速度的三次式為推估式，切點以後則增加另一項三次式來增加推估方程式之彈性與配適度。本團隊首先衡量各圖形分布與車輛性能後，再以人工判斷的方式決定此切點位置。後續也將針對實驗 B 車之結果加以分析，並將上述之分析過程與結果，納入期末報告書中。	同意承辦單位處理情形
	6.近來在政策上提及有關生質柴油之運用，或許未來可針對使用其他燃油類型之車輛能耗與排放，加以探討。	6.近年來，使用 hybrid 與生質柴油之車輛燃油經濟性等測試，皆為目前國外的研究重點，如美國在使用生質柴油之重車方面的研究。本計畫目前所使用的車載量測設備，亦可量測重車與柴油車輛之能耗/排放，唯重車與柴油車量並非本計畫之研究範圍，且測試方法更為困難，建議未來可考慮另案研究。	
成功大學 林佐鼎教授	1.肯定研究團隊的努力與成果，本計畫成果對運輸規劃有很大助益。	1.敬悉。	同意承辦單位處理情形
	2.有關第 4 章之實驗設計，各項實驗及轉換率等代號，請改以具有含意的縮寫或較易理解的方式表達。	2.遵照辦理，感謝指正。	
	3.有關 96 年與 97 年的實驗設計調整（例如取消實驗 B 車之 #9 實驗），請於報告書中針對調整原因加以說明。	3.根據 96 年度文獻回顧之結果指出，坡度應為影響能耗/排放的重要因素之一，而本團對於 96 年度的實驗結果中也發現，當坡度高於 3% 時，將顯著影響車輛之能耗/排放。然而，目前的運輸規劃模式中，仍難以將坡度的參數納入考量，因此，於 97 年度決議先將有限資源運用在其他重要性較高的實驗項目中，而把實驗 #9 刪除。有關此 #9 的實驗調整原因，也將於期末報告書中加以補充。	

審查委員 或單位	審 查 意 見	承辦單位處理情形	本所主辦單位 審查意見
成功大學 林佐鼎教授	4. 在模式建構的部分，有關鄉道（CLASS43）的 NO_x 推估方程式，其修正後判定係數較低，建議再次確認原始分析數據是否有誤。	4. 感謝委員指正，後續將針對 NO_x 之推估方程式做再次的確認以及更進一步的研究探討。	同意承辦單位處理情形
	5. 有關 SPLINE 模式的運用及模式建構過程，以及切點 f 的找尋，建議於報告中詳加說明。	5. 有鑑於 96 年度在 CO、THC 與 NO_x 之推估方程式配適度不佳，故於 97 年度，本團隊參考台北大學李孟峰教授之建議，採用 SPLINE 模式來建構此三類排放之推估方程式。而簡報 p.45 與 p.48 中之公式，即為 SPLINE 模式之原始定義。其中，參數 f 即為各曲線之速度切點，在此切點以前主要是以速度的三次式為推估式，切點以後則增加另一項三次式來增加推估方程式之彈性與配適度。本團首先衡量各圖形分布與車輛性能後，再以人工判斷的方式決定此切點位置。後續也將針對實驗 B 車之結果加以分析，並將上述之分析過程與結果，納入期末報告書中。	
	6. 建議於報告書中，針對未來實驗 A、B 車輛之間，模式與轉換率等相互比對的重點作一概述。	6. 後續研究中將利用統計檢定的方式，比較兩車輛之間的模式參數與轉換率（R）的異同。若兩車的轉換率（個別實驗間的關係）可視為相同時，則可更進一步確認目前所建構之 $F_{c,v}$ 轉換率的穩定性。上述之補充說明，將納入期末報告書中。	
	7. 在案例分析的部分，其中所提及的「人工收費」，又可分為「找零」或「回數票」兩種，此兩種收費方式之分析結果應有所不同，需明確加以定義或說明。	7. 案例分析中人工收費為回數票，後續補充明確定義於期末報告。	
	8. 請針對目前實驗設計中的 R9，補充說明其後續的分析與驗證方法。	8. 在目前模式建構的過程中，R9 與 R7 兩轉換率之意義應可視為相同（皆為排除頭燈、空調與車重等影響因素），但兩者間存在測試型態之差異，即：R7 為法規測試行車型態下所建構之轉換率；R9 則為各道路駕駛型態下所建構之轉換率。其中，R7 轉換率在經過統計方法之驗證後，已有一定之基礎；後續將進一步針對 R9 與 R7 兩者間進行統計比對與驗證。然而，因受限於研究資源（包含	

審查委員 或單位	審 查 意 見	承辦單位處理情形	本所主辦單位 審查意見
成功大學 林佐鼎教授		經費、油品與時間等)，目前#10 實驗中，僅選取兩種道路類型進行實驗，故此比對關係（R9 與 R7）之驗證具有一定的限制存在。上述之補充說明，將納入期末報告書中。	同意承辦單位處理情形
	8.請針對目前實驗設計中的 R9，補充說明其後續的分析與驗證方法。	8.在目前模式建構的過程中，R9 與 R7 兩轉換率之意義應可視為相同（皆為排除頭燈、空調與車重等影響因素），但兩者間存在測試型態之差異，即：R7 為法規測試行車型態下所建構之轉換率；R9 則為各道路駕駛型態下所建構之轉換率。其中，R7 轉換率在經過統計方法之驗證後，已有一定之基礎；後續將進一步針對 R9 與 R7 兩者間進行統計比對與驗證。然而，因受限於研究資源（包含經費、油品與時間等），目前#10 實驗中，僅選取兩種道路類型進行實驗，故此比對關係（R9 與 R7）之驗證具有一定的限制存在。上述之補充說明，將納入期末報告書中。	
行政院環境保護署 （書面意見）	1.針對高速公路全面電子收費之案例分析，建議將計算所得之各種污染物減量與總排放量比較，並計算所節省燃油之總費用，俾便與建置ETC之費用相比較。	1.ETC 建置效益除包括燃油節省之外，尚包括行車時間節省、收費營運成本節省、交通資料取得及費率管理等，燃油成本節省僅是一小部分，不建議做此比較。另外，本處僅是以 ETC 案例為例，探討本計畫所得成果的可能應用方式，並非全面性評比 ETC 效益。	同意承辦單位處理情形
	2.受限於實驗設備，選擇以掀背式車型 TOYOTA YARIS 1.5 進行實驗應屬可行，為建議應列出 96、97 年國產車之銷售數量進行比較。	2.有關 96、97 年國產車之銷售數量比較表，可參見期中報告 p.5-2 之表 5.1-1。	
本所運計組	1.本年期計畫已針對前期(96 年)計畫進行深入檢討修正，實驗車動態測試取樣分析過程相當具挑戰性，研究團隊均積極尋求解決之道予以克服，努力的態度值得肯定。惟以下數點意見請研究團隊參考修正：	1.敬悉。	同意承辦單位處理情形
	(1) p.2-22 有關「商用車」之定義請詳予敘明。	(1) 此處商用車指的是小客貨兩用車及 3.5 噸以下小貨車。上述之補充說明，將納入期末報告書中。	

審查委員 或單位	審 查 意 見	承辦單位處理情形	本所主辦單位 審查意見
本 所 運 計 組	(2) pp.3-19~3-20 行車型態 A、B 各代表之意義請於表中加註說明，又此 A、B 代號是否易與實驗 A、B 車產生混淆？可考慮以其他代號表示。	(2) 行車型態 A、B 僅為資料處理之歸檔與分類代號，並無特別意義。後續將以小寫字母 (a、b) 替代之，以免與實驗 A、B 車輛產生混淆。	同意承辦單位處理情形
	(3) p.4-7 綜合比較第 2 段述及「圖 4.1.2 各實驗之能耗與排放值分別在速度 6~20(km/hr) 以及 61~75(km/hr) 之間較為不穩定」，惟由該圖顯示，速度 20-40 km/hr 範圍較不穩定，是否誤植，請再詳予檢核。	(3) 感謝委員指正，該速度範圍「6~20(km/hr)」為撰寫報告時誤植，將於期末報告中一併改正。	
	(4) p.4-19 倒數第 2 行「落差速度區段內(F-B 或 F-D)之模式推估值」，其代表意義為何？請補充說明。	(4) 該處所謂「落差速度區段」指的是「道路實驗取得資料的最高速度」Max(V-data)與「模式應用上所需要的最高速度」Max(V-model)二者的區間。考慮未來模式應用的需求彈性，並反應法規上對於超速的寬容現實，Max(V-model)設定為該道路類型之速限再加 10km/hr。例如在 CLASS1 中，實際取得之樣本最高速度為 113 (km/hr)；而模式之最高推估值為 120 (km/hr)。因此，在 113~120 (km/hr) 之間，便稱為「落差速度區段」。此區間內之推估值，並無實際調查數值可供配適度之分析與比對使用。上述之補充說明，將納入期末報告書中。	
	(5) 由第四章內容知， N_0 、 N_5 、 N_7 等代表耗油/污染之濃度值，而 R_3 、 R_6 、 R_7 等代表轉換係數，基本上，濃度值與轉換係數之單位不同，無法直接相加，建議將 R_3 、 R_6 、 R_7 等「轉換係數」一詞改為「轉換/差異值」或另一種適當名稱，以免讀者混淆。	(5) 報告書中所提及之 N_0 、 N_5 、 N_7 等，代表各實驗結果之「耗油/污染重量」，單位為 (g/s)；而 R_3 、 R_6 、 R_7 等代表兩兩實驗之間的「轉換係數」，由兩實驗之 N 值相減後求得，因此單位亦為 (g/s)，故兩者單位應為相同。	
	(6) 表 4.1-3~4.1-9 有關各 N 值與 R 值之平均值檢定，表中的 H_0 與 H_1 的平均值應為 μ ，而非 N、R 值。	(6) 遵照辦理，感謝指正。	
	(7) p.6-2 有關東西快彰濱臺中線彰濱聯絡道計畫之辦理情形，述及「預定 96 年 6 月完成工程規劃」，惟此一完成時間迄今已逾 1 年，請查明後修正確切時態。	(7) 後續修正於期末報告。	

審查委員 或單位	審 查 意 見	承辦單位處理情形	本所主辦單位 審查意見
本所運計組	(8)由圖 6.2.3~6.2.10 可看出有少數幾條曲線較偏離大部分的趨勢，建議針對表 6.2-1 通過收費站的道路實驗數據，將各樣本點之背景資料說明清楚，以釐清其差異。	(8) 後續補充於期末報告。	同意承辦單位處理情形
	(9) pp.6-7~6-8 請於表中加註說明「收費站通過量尖峰率」。由表中顯示，若以「各小時所占比率」取代「尖峰率」是否更為恰當？	(9) 「尖峰率」修改為「小時分配率」，修正於期末報告。	
	(10) pp.6-11~6-13 各圖中人工 1、人工 2、ETC1~ETC8 是否各代表一筆樣本？建議於圖例中加註說明。又楊梅站 ETC 樣本應為 8 筆，圖 6.2.9 及圖 6.2.10 中是否少了 ETC8？	(10) 各圖中每 1 種圖例編號均代表 1 組樣本，即一次路跑數據，期末報告將加入註解說明。楊梅站 ETC 共有 8 組數據，將於期末報告中對圖 6.2.9 及 6.2.10 進行修正，納入所有數據，	
	(11) p.6-14 表 6.2-7 有關「ETC 里程計費」之定義以及表中各數據之計算方式，請詳予說明。	(11) ETC 里程計費之定義為車輛不因收費而進行加減速，因此以路段行駛特性代表，詳見 6.2.4 節第 3 點。而表 6.2-7 中各項數據之計算方式將加強說明於期末報告中。	
主席結論	1.有關報告中所提及的實驗(如#0、#5...等)以及轉換率(如R0-V、R7...等)等代號，請研究團隊改以具有含意的縮寫(與模式之間的關聯)或較易理解的方式表達，並連同 96 年度的報告內容一併修正。或將其彙整為一對照表，並列於報告書附錄，以便報告書審閱時查詢使用。	1.遵照辦理，感謝指正。	同意承辦單位處理情形
	2.在研究範圍的章節中應補充說明本計畫的研究重點，以及 96 年之實驗流程，以便瞭解計畫之整體架構。	2.由於法律規定之審驗標檢值($N_{0-標}$)與實際道路實驗(N_{99})之間，存在許多的實驗條件與環境差異(如頭燈、空調與車重等)；且本計畫於進行道路實驗時，為了避免量測儀器與設備之工作溫度過高，開空調為不可避免之動作。因此，目前的各項實驗設計，主要是為了能夠逐一釐清上述的實驗條件與環境差異而設計。有關本計畫之研究重點、範圍以及上述之實驗設計項目等，屆時將於期末報告書中加以補充說明。	
	3.應於報告中針對 SPLINE 模式的運用及模式建構過程，做更詳盡的說明，尤其是切點的速度(f)之選定方法。	3.有鑑於 96 年度在 CO、THC 與 NO _x 之推估方程式配適度不佳，故於 97 年度，本團隊參考台北大學李孟峰教	

審查委員 或單位	審 查 意 見	承辦單位處理情形	本所主辦單位 審查意見
主席 結 論	3.應於報告中針對 SPLINE 模式的運用及模式建構過程，做更詳盡的說明，尤其是切點的速度(f)之選定方法。	授之建議，採用 SPLINE 模式來建構此三類排放之推估方程式。而簡報 p.45 與 p.48 中之公式，即為 SPLINE 模式之原始定義。其中，參數 f 即為各曲線之速度切點，在此切點以前主要是以速度的三次式為推估式，切點以後則增加另一項三次式來增加推估方程式之彈性與配適度。本團首先衡量各圖形分布與車輛性能後，再以人工判斷的方式決定此切點位置。後續也將針對實驗 B 車之結果加以分析，並將上述之分析過程與結果，納入期末報告書中。	同意承辦單位處理情形
	4.在案例分析的部分，其中所提及的「人工收費」，又可分為「找零」或「回數票」兩種，此兩種收費方式之分析結果應有所不同，需明確加以定義與說明分析。	4.案例分析中人工收費為回數票，後續補充明確定義於期末報告。	
	5.本計畫屬於先導型研究(pioneer study)，成果盡量維持既有面貌，不要急於下結論或合併資料。	5.遵照辦理。	
	6.建議可將報告書中的案例分析部分或是其他比較小的討論發現，彙整成文章，並於國際期刊或研討會中發表。	6.遵照辦理。	
	7.與會專家學者及機關代表之審查意見，請研究團隊提供回覆處理情形，並納入期末報告書中予以修正。	7.遵照辦理。	
	8.本計畫期中審查通過，請研究團隊依合約續辦相關作業。	8.遵照辦理。	

期末審查意見回覆表

審查委員 或單位	審 查 意 見	承辦單位處理情形	本所主辦單位 審查意見
交通大學 黃台生教授	1.p.3-3，表 3.1-2 的第二列，說明的部分，應加註車道數為單向或雙向，並針對高、低干擾定義加以量化，例如是否依服務水準來分級。	1.將加註單向車道數，並附註高、低干擾說明。高低干擾是以街廓長度及市區、郊區來定義之。將於修正稿中補充說明。	同意承辦單位處理情形
	2.p.3-7 及 p.4-25，有關調和平均數的意義及其單位，請加註說明。	2.遵照辦理，感謝指正。調合平均數為車輛領域與空污領域計算標檢平均值的公式，以 FTP 來說，其分市區路段一個平均值，高速路段一個平均值，利用此公式得出一個總的標檢平均值。而執行團隊也推估過單位，結果發現如果單位是 g/s，經調合平均數，結果出來的單位一樣是 g/s。將於修正稿中補充說明。	
	3.p.4-2，有關上文因後廂尺寸不合無法搭載實驗設備，而將 YARIS 排除，但下文又決定選擇 YARIS 為實驗車輛，上下文承接之寫法請加以修改。	3.遵照辦理，感謝指正。將於修正稿中補充說明。	
	4.p.4-36 及 p.4-37，出現第四章目錄，請修正。	4.遵照辦理，感謝指正。	
	5.p.4-18 有關車輛負載與排放物關係式出現符號@，其所代表之意義請詳加說明。	5.遵照辦理，感謝指正。符號@ (at) 分別表示：在海平面下理論引擎進氣流量與目前引擎進氣流量之比值，及海平面下大氣壓力與目前大氣壓力之比值。將於修正稿中補充說明。	
	6.本計畫雖為先導研究，但已執行兩年，有關實驗測試之各種控制變數（如車種、重量、道路類型、開空調、頭燈等），對於車輛能耗及污排之影響應予明確表達，請研究團隊再針對相關文獻已多有討論之研究成果加以綜整說明。	6.遵照辦理，感謝指正。將於修正稿中補充說明。	
	7.第二章 2.3 節述及運輸規劃與能源消耗、排放整合模式之研擬，惟後續之章節對於「整合」之概念及意義未出現較明確的論述，建議可在第六章的前言部分，針對實車測試與運輸規劃模式兩者間之整合詳加說明，再應用於兩案例中。	7.遵照辦理，感謝指正。將補充 6.1 節，說明實車測試、構建方程式在運輸規劃的應用。	
	8.本計畫為先導研究，目前僅以小汽車為實驗對象，惟考量運輸規劃作業實際應用所需，建議後續研究應包括更多車種如大客車、機車等，以建立更完整的能耗/排放關聯模式。	8.遵照辦理，感謝指正。此議題已納入後續研究建議。	

審查委員 或單位	審 查 意 見	承辦單位處理情形	本所主辦單位 審查意見
黃台生教授 交通大學	9.符號對照表內容應再補足，例如今年已擴增至實驗A、B車，應有A-R12(實驗A車的R12)及B-R12(實驗B車的R12)之分。	9.遵照辦理，感謝指正。本計畫書中於各符號前加註「A-」者，表示為實驗A車之數值、轉換率或曲線；加註「B-」則為實驗B車；而「AB-」則表示為實驗AB車共用。上述之說明已於補充修正於表2.5-1註解中。	同意承辦單位處理情形
本所運計組 林國顯組長	1.第六章應完整呈現運輸規劃與能源消耗、排放整合模式之研擬（或調整因素對照表）與運輸規劃模式的整合，強調速度變化的敏感性。建議重新思考撰寫本章架構，以便於與第七章承接。 (1) 標題為國外應用案例，選用「北京市」是否恰當？建議改為案例分析即可。 (2) p.6-6.2.5 節（ETC 里程計費能耗）內容應針對案例的背景、限制加以說明，以免誤用。 (3) p.6-15，表 6.2-5 至表 6.2-7 之資料編號說明應清楚，如表 6.2-7 的人工指的應該是類似「原速路段」的取樣，而非人工收費的取樣。 (4) p.6-16，表 6.2-9 收費方式的部分應加強說明，如三種收費方式的描述及代表的速度狀況。	1.遵照辦理，感謝指正。將於修正稿中補充下列說明。 (1)精簡為案例分析。 (2)補充說明估算範圍。 (3)該編號僅為趟次編號，取樣路段為進入收費區之前 2 公里，後續將清楚明列。 (4)遵照辦理。	同意承辦單位處理情形
	2.第七章結論與建議的部分，可將兩年來的成果加以詳述並整理，建議可分成三個部分來談，第一部分為實驗完成後已可確認之結果，如實驗室無法複製實際道路的狀況；第二部分為雖完成實驗，但未成定論的結果，如 R11 的轉移目前是可行的；第三部分為目前尚未進行的，及後續研究要做的部分。	2.遵照辦理，感謝指正。將於修正稿中補充說明。	
	3.微觀（建構能耗、排放模式）與巨觀（總體運輸規劃模式應用）之間的連結應加入第六章或第一、二章。	3.遵照辦理，感謝指正。將補充在 6.1 節。	
	4.建議應補充實驗A、B車分別在不同速度下排放變化的圖形，比較道路實驗與標準法規測試實驗結果的差異，藉以表達本研究的意義及要解決的問題。	4.遵照辦理，已於修正稿中增加 2.5 節（研究設計），以補充說明本計畫之研究意義與所欲探討之議題。而兩實驗車輛之排放變化圖形比較，建議參酌附錄圖檔，並感謝委員指正。	
	5.後續研究可以分為小客車要續做的實驗（新增實驗車輛），及全車種要做的尚有哪些車型（如公車、機車等），給予較完整之後續研究建議。	5.遵照辦理，感謝指正。本計畫將針對 7-6 頁 7.2.2 節之新增實驗車種別部份重新加以整理與說明。	

審查委員 或單位	審 查 意 見	承辦單位處理情形	本所主辦單位 審查意見
林 本 國 所 顯 運 組 計 長 組	6.其他報告書格式修正建議 (1) 圖表網底顏色太深、印刷模糊及圖的大小應適時調整等，請予以修正。 (2) 文字請修正，如「快速道路」修正為「快速公路」。 (3) 符號對照表建議可放入報告書內，可置於報告內文前，如摘要之後。	6.感謝委員提醒，各項建議修正情形如下： (1)遵照辦理，感謝指正。 (2)遵照辦理，感謝指正。 (3)遵照辦理，已將符號對照表置於期末修正稿 2.5 節內容中感謝指正。	同意承辦單位處理情形
本所運計組 張瓊文研究員	1. 報告中使用的符號無法直接理解，目前暫時難以改變，俟後續研究結果穩定之後，需再思考系統性的替換。	1.感謝委員說明。	同意承辦單位處理情形
	2. 兩年的實驗成果即使尚未完全收斂，也應整體表達出來。	2.遵照辦理，感謝指正。	
	3. 建議可用案例研究，清楚敘明背景、比較內容與結果分析，以具體展現本研究成果。	3.遵照辦理，感謝指正。	
雲林科技大學 林啟文教授 (書面意見)	1. 本計畫屬國內此領域之創新研究，宜收集更多數據進行更多種類選項及條件之測試，因此，建議能進行延續性計畫，使成果更完整。	1. 感謝委員認同，已納入後續研究建議。	同意承辦單位處理情形
中興大學望熙榮教授 (書面意見)	1. 運具的污染排放國內外皆參考行車型態。無論是使用 FTP 75，台北市行車型態調查，高雄市行車型態調查等，其代表性請委辦單位在解釋資料時能夠有所考量。	1. 本計畫並非探討此課題，委員所提建議另案討論。	同意承辦單位處理情形
	2. 4-6 頁表 4.1-2 下的資料來源：94 年環保署「汽車污染排放總量推估模式」研究計畫在報告後的參考文獻中並未找到，請修正。	2. 委員指正內容為前一年度報告書，將遵照修改，感謝指正。	
	3. 期中審查意見（附錄 3）個人提出污染量排放推估無論使用 Mobile 5，Mobile 6，MOVE，零里程排放係數，及排放係數之劣化情形影響總量推估至鉅。不知今年計畫是否就此部分有所更新或是建立基本資料？此資料之缺失，將影響污染排放量推估的正確及合理性，無此項資料 Mobile/MOVE 模式皆用內定值估算。內定值是否適合台灣高溫、多濕、特殊行車型態等，委辦單位宜有所說明。	3. 委員指正內容為前一年度報告書，本計畫並非探討此課題，委員所提建議另案討論。	

審查委員 或單位	審 查 意 見	承辦單位處理情形	本所主辦單位 審查意見
	4. 今年所用的實驗車型占國內汽油車的比例是多少？由此推估所有汽油車的污染排放量之誤差，請委辦公司提供。	4. 遵照辦理，感謝指正。實驗車型占比將補充說明於修正稿中；關於推估所有汽油車排放量部分，並非本案探討課題，委員所提建議另案討論。	同意承辦單位處理情形
	5. 本校機械系盧昭暉老師在此方面實務經驗，相關法規皆比本人要強，建議運研所能增聘請盧老師擔任本計畫之審查委員。	5. 建請委辦單位參考。	
經濟部能源局(書面意見)	1. p.1-7 說明「本計畫屬於先導型研究(pioneer study)，研究內容與方法上相當具有創新性」，但不知國外有無類似之報告、文獻等資料與之比較？若有，則可加強說明本研究成果之信度。	1. 國外類似研究文獻資料之比較，已於前一年度報告內容中詳述，亦於本報告第 2.3 節說明相關模式演進歷程，但目前尚未見到與本計畫採用同樣研究內容與方法的研究成果。	同意承辦單位處理情形
	2. 本研究包括數種道路等級（如：國道高速公路、快速道路、一般省道、縣道等）之實測試驗。因各種道路等級之速限各不相同，建議可自某一車速區間（如 60~70km/h）之樣本，分析「道路等級」對應車輛「油耗」及「污染排放物」之情形，以驗證道路等級是否為影響車輛油耗及污染排放之相關性。	2. 根據本計畫現有研究成果發現：當實驗車輛速度趨近於各道路類型之速限時，駕駛人可能受到速限之影響，造成加減速頻率增加，進而影響能耗與排放。因此，若特定取某一車速區間之樣本資料進行分析時，可能會因上述原因而造成分析結果之偏誤。有關各道路類型對於車輛能耗與排放在各速度下之影響與相關性，請參考報告書修正稿之 3.5 節與 4.5 節。	
	3. 國內山區道路頗多，然本研究進行之道路實測並未包括山區道路，殊為可惜；未來如計畫許可，建議可增加建立山區道路之實測樣本。	3. 遵照辦理，感謝指正。已納入後續研究建議。	
	4. p.2-17「低干擾」、「高干擾」車道之定義，建議補充說明。	4. 遵照辦理，已於表 3.1-2 中加註說明，感謝指正。	
	5. p.2-27 之「1.長虛線路徑」之 R7 於同頁圖 2.5.4 以及 p.5-1 之插圖皆並未標出，建議修正。	5. 遵照辦理，感謝指正。	
本所運計組	1. p.2-27 圖 2.5-4 路徑圖未出現 R7，以致下半頁之文字說明無以對照，請修正。	1. 遵照辦理，感謝指正。	同意承辦單位處理情形
	2. p.3-5 表 3.1-4 表格中第二列各道路類型下之 a、b、c 各代表之意義，請加註說明，p.3-6 及第四章表格亦同。	2. 遵照辦理，已於表 3.1-4 與表 4.1-8 中加註說明，感謝指正。	
	3. 第 3 章有關 A、B 車之轉換率 A-R11、B-R11、AB-R11 等代號請斟酌修正，以免造成誤解。	3. 遵照辦理，感謝指正。	

審查委員 或單位	審 查 意 見	承辦單位處理情形	本所主辦單位 審查意見
本 所 運 計 組	4. p.3-20 表 3.3-2 及表 3.3-3 表下之註示，網底表示“在顯著”，未完整表達，請修正。	4. 遵照辦理，感謝指正。	同意承辦單位處理情形
	5. p.4-34 B 車關聯式之符號說明有誤，請更正。	5. 遵照辦理，感謝指正。	
	6. 對照 p.4-34(式 4-2)與 p.3-21(式 3-5)，h 表示之樣本點速度 $V > 97$ 或 $V > 96$ ，A、B 兩車推估模式之最高速限不同，請加註說明。	6. 此差異乃受限於本計畫執行實驗室法規測試行車型態 (FTP) 之結果 (#0 與 #7)，FTP 法規測試行車型態中最高速度約達 97km/hr，但因實驗乃由真人駕駛並非由儀器控制，因此，實驗 A 車與實驗 B 車所取得之樣本資料，最高速度分別為 97 與 96km/hr，因而導致兩實驗車輛之推估模式最高速限有所差異。	
	7. pp.4-36~4-37 多餘，請刪除。	7. 遵照辦理，感謝指正。	
	8. p.6-7 頭城收費站已開始實施 ETC，有關確切的實施時間，請詳予確認修正。	8. 遵照辦理，感謝指正。將再確認釐清，並修正於報告書中。	
	9. p.6-8 收費站小型車之通過量，96 全年度整體的排名與本計畫之排名順序，與表中顯示不符，請更正。	9. 本計畫收費站通過量包含人工及電子收費，再確認釐清。	
	10. p.6-9 表 6.2-3 及表 6.2-4 表格中之「尖峰率」與 p.6-8 的內文「小時分配率」不一致，請對照修改。	10. 統一為「小時分配率」。	
	11. 第六章案例分析，有關 ETC 里程計費之路段選取，請以圖示加以說明，並明確表達各種收費方式排放量之計算公式。	11. 遵照辦理，感謝指正。	
	12. 綜觀報告中第 3~5 章多為構建關聯模式之統計檢定分析，是一項極繁複且費時的工作，惟為彰顯本研究之具體貢獻，應再加強其推估出來的每秒能耗污排量在實際應用上所代表之意義。	12. 遵照辦理，已於修正稿中增加 2.5 節 (研究設計)，以補充說明本計畫之研究意義與所欲探討之議題，感謝委員指正。	
	13. 本年度計畫構建之關聯式或調整因素表 (look-up table) 與 Mobile- Taiwan 之參數如何比對，宜請進一步補充分析。	13. 遵照辦理，已將此部份納入期末報告之正文 (3.5 節與 4.5 節)，並詳加說明，感謝指正。	
	14. 對照 p.1-5 本年期工作項目 5. 案例分析，要求以本計畫關聯模式進行改善前後之比較，而有關臺中市文心路之路口污耗僅呈現目前之排放量現況，對於可能採取之改善措施 (如號誌連鎖) 實施後之變化情形未加分析探討，請再詳予補充。	14. 本研究案例應用僅能表現不同路口停等情況的排放差異，並未評估號誌連鎖改善對路口延滯改善程度，因此無法分析號誌改善後的排放改善程度。本研究將針對不同路口停等狀況分析排放及能耗差異，以說明路口停等的影響。	
	15. 第七章結論與建議，應針對兩年期之主要成果及研究發現，加以綜整並具體呈現。	15. 遵照辦理，感謝指正。	

審查委員 或單位	審 查 意 見	承辦單位處理情形	本所主辦單位 審查意見
本所 運 計 組	16. 附錄 2.2 實驗 A、B 兩車之調整因素表係本期工作項目之一，請將其置於報告主文中，並針對調整因素表如何應用加以分析說明。	16. 遵照辦理，已將此部份納入期末報告之正文（3.5 節與 4.5 節），並詳加說明，感謝指正。	同意承辦單位處理情形
主席 結 論	1. 對於與會專家學者及機關代表之審查意見，請研究團隊提供回覆處理情形，並納入報告中予以修正。部分意見（如符號修改等）目前暫時無法處理，可以說明於後續研究結果穩定後，再系統性調整。	1. 遵照辦理，感謝指正。	同意承辦單位處理情形
	2. 對研究團隊兩年來的努力與研究成果，表示高度肯定。本研究基本目的在於解決運輸規劃策略分析所需的能耗及排放推估方式，傳統以 g/km 單位固定值分析，無法符合運輸政策及策略分析需求。但是如何將本研究成果傳達出去，讓一般人容易瞭解，為可以再思考之處。例如，怠速時能耗約 0.6 g/s，是否意味藉由號誌連鎖、或改善快速公路與國道的連接點等方式，來解決塞車問題，以達到節能減碳的效果，未來可多加思考。	2. 感謝主席對本項工作成果的肯定。本計畫已嘗試將研究成果實際應用於國道收費型式，與都市道路路口排放等兩案例分析，以呈現本計畫成果與運輸規劃模式間之連結與應用可能。修正後之案例分析內容可參見期末報告第六章內容。建議後續研究可將研究成果多方應用於相關交通策略的具體分析。	
	3. 建議後續研究過程中，可以舉辦階段性成果發表會。發表重點在於：實驗思維的形成、討論的過程、目前結果的呈現，但保留未來調整的空間。	3. 遵照辦理，感謝指正。將納入後續研究建議。	
	4. 後續研究可再針對小客車，再以 1,800 或 2,000C.C. 車款來測試實驗結果的穩定性。有關第一、六、七章之內容，請依與會代表意見調整修正。	4. 遵照辦理，感謝指正。將納入後續研究建議。	
	5. 本案期末報告審查原則通過，請乙方於二週內（即 97 年 12 月 23 日前）依規定提送報告定稿，以利辦理後續驗收事宜。	5. 遵照辦理，感謝指正。	

附錄3.2 期末簡報資料

交通部運輸研究所九十七年度合作研究計畫

能源消耗、污染排放與運輸規劃 作業關聯分析之研究(2/2)

期末報告簡報

報告人：陳韋伶（輔佐研究員，中華經濟研究院）

執行團隊：中華經濟研究院
鼎漢國際工程顧問(股)公司
車輛研究測試中心



中華民國97年12月9日



報告大綱

- 壹、計畫背景與計畫目的
- 貳、本計畫研究方法與進行步驟
- 參、關聯模式建構流程與資料分析結果
- 肆、兩車關聯模式之穩定性驗證
- 伍、案例分析與應用
- 陸、結論與建議

附件參考資料



壹、計畫背景與計畫目的

整體運輸規劃

- 著重於不同運輸系統間之競合分析
 - 建構運輸需求模式已有充分掌握
 - 未能一併考量能源消耗、污染排放等議題
- 運輸規劃與政策評估作業中，無法評估永續發展相關之能源消耗、污染排放的關聯性

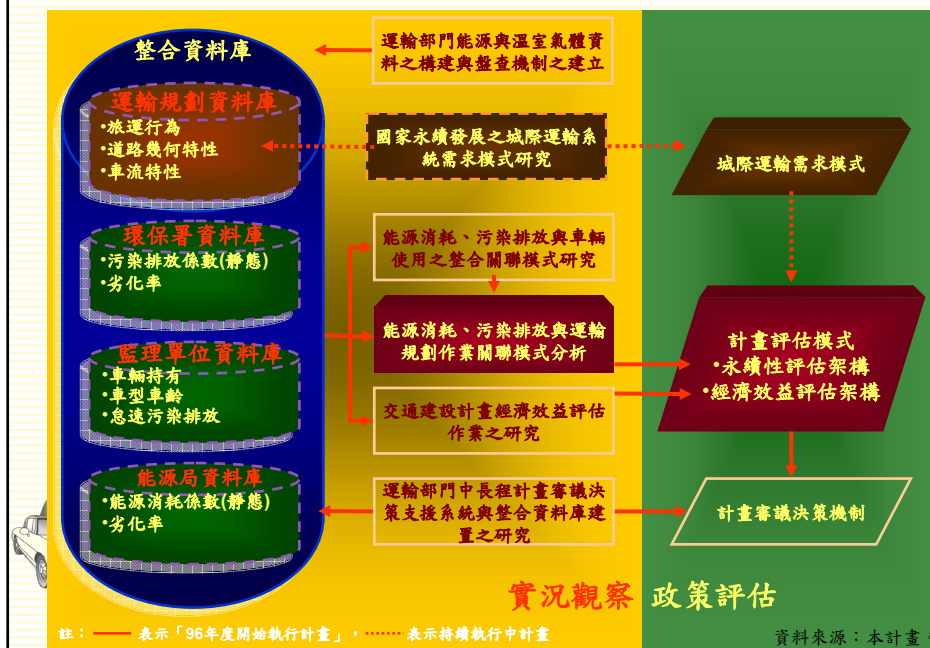
環保署與能源局相關研究

- 建立車輛能源消耗、污染排放檢測資料庫
 - 均為車輛情轉或實驗室之測試值
- 無法用以分析車輛動態使用之能源消耗與污染排放狀況

- 由運輸規劃角度出發，建構運輸行為與能源消耗、污染排放之關聯性
- 建構一套整合性評估架構
- 將能耗、污染特性納入運輸計畫評估體系(公路系統)

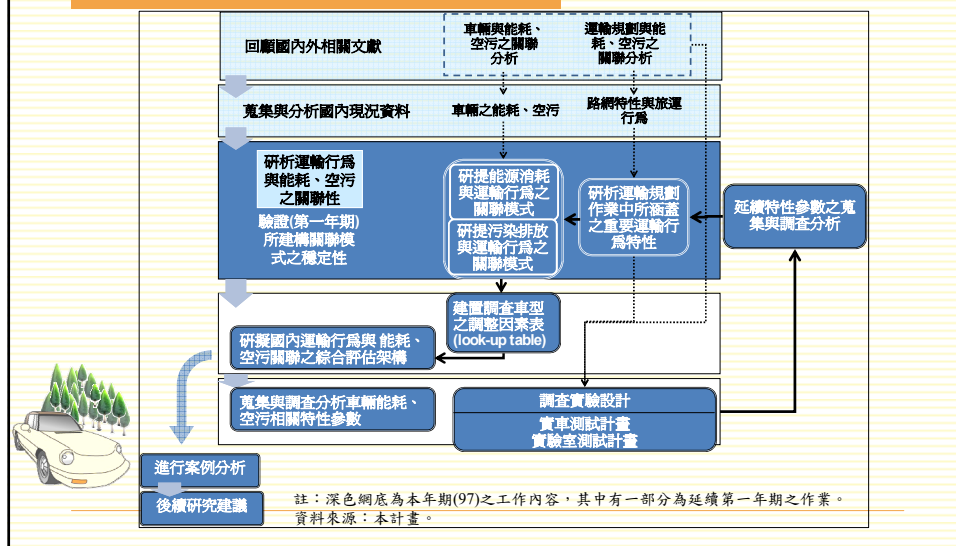
3

運研所相關研究計畫之相關性



4

貳、本計畫研究方法與進行步驟

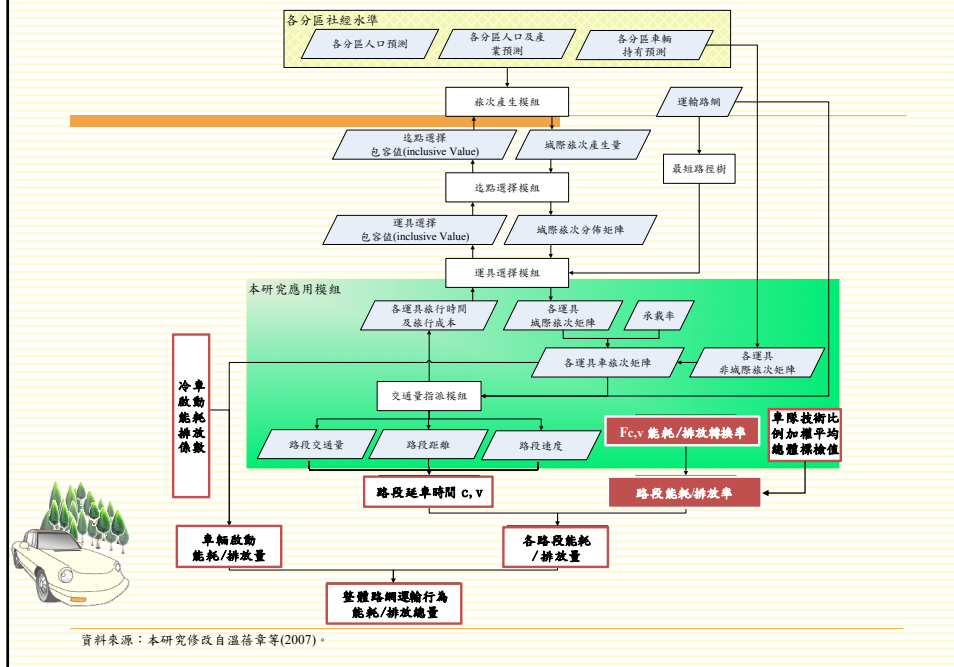


車輛特性對能源消耗、污染排放之關係

靜態影響因素	車輛設計與技術應用	影響因素	能源消耗	排放
		油品與新技術應用	新技術之應用影響能耗	油品影響排放種類
靜態影響因素	車輛持有與使用	廢氣後處理淨化裝置	N/A	可減少排放
		引擎容量與車重	正相關	正相關
		輪胎形式、胎壓	非輻射胎：能耗較低 胎壓減少：增加能耗	非輻射胎：N/A 胎壓減少：N/A
	車輛持有與使用	車齡與累積行駛里程數	正相關	正相關
		保養前後	商用車：影響不大 小客車：無明顯差異	商用車：影響不大 小客車：減少排放
動態影響因素	運輸系統供需特性	平均速度與其速度變異程度	受速度變異程度影響	與CO ₂ 呈負相關，但隨速度變異程度影響
		瞬時速度與加速減速率	正相關	除NO _x 以外，正相關
		車輛運轉狀態	啟動階段與加速減速時較耗油	啟動與加速減速時排放較多
		車輛載重	正相關	正相關
		交通量	正相關	正相關
		道路等級	干擾程度越高越耗油	干擾程度越高排放越多
	駕駛行為	道路設計	受坡度、鋪面與幾何設計之影響	受坡度與幾何設計之影響
		激進型駕駛行為	較耗油	CO與HC排放較高
		惰轉	增加能耗	增加排放
	外部環境	暖車	降低能耗	降低排放
		溫度	負相關	尾氣排放與溫度呈負相關 蒸氣排放則與溫度成正相關
		風速	正相關	N/A
		使用空調與否	使用空調時較耗油	N/A
		使用除冰裝置	使用時較耗油	N/A

資料來源：修改自本計畫96年度研究成果。

運輸規劃與能源消耗、排放整合模式之研擬



模式概念架構

□ 單一類型車輛之能耗/排放量 = $\sum_{c,v} \text{延車小時} c, v \times N_{c,v}$ 式2-3

其中：延車小時 c, v ：路網指派後在道路類型 c 、速度 v 下之行車時間，單位為sec；
 $N_{c,v}$ ：依據道路實驗建立之道路類型 c 、速率 v 的能耗/排放率，單位為g/sec。

□ 法規審驗測試之公告標檢值：以km/l和g/km為單位

- 以平均速度轉換單位為g/sec → N
- 可運用車隊技術特性比例加權平均，得到總體標檢值

□ $F_{c,v} = 100\% \times (N_{c,v} / N)$ 式2-4

其中： $F_{c,v}$ ：為針對道路類型 c 、速率 v 所建立之一組能耗/排放轉換率，單位為%；
 $N_{c,v}$ ：依據道路實驗建立之道路類型 c 、速率 v 的能耗/排放率，單位為g/sec；
 N ：為法規審驗測試公告之車輛能耗/排放係數，單位經過轉換為g/sec。

□ 全路網交通指派之能耗/排放量
 = $\sum_{c,v} \text{延車時間} c, v \times (F_{c,v} \times \text{總體標檢值})$ 式2-5

其中：延車時間 c, v ：路網指派後道路類型 c 之各路段，在速度 v 下之總行車時間，單位為sec； $F_{c,v}$ ：為針對道路類型 c 、速率 v 所建立之一組能耗/排放轉換率，單位為%；總體標檢值：根據車隊技術特性比例加權平均後之法規審驗測試的能耗/排放係數，單位為g/sec。

加上冷車啟動之能耗、排放量



本研究建構運輸規劃整合之關聯模式與一般能耗、污染排放推估模式之差異

項目	本研究關聯模式	一般能耗、排放模式 (如MOBILE或COPERT)
分析對象	路段交通量、旅行速率	實驗室行車型態或各地區一般旅次的行車型態
能耗、排放參數	不同道路類型、不同旅行速率	行車型態的單一平均值
特色	反應不同道路類型、速率的能耗效率、污染排放率	大區域估算較容易，但不能反應不同道路類型的影響
評估應用	影響車流特性及旅運行為的運輸策略，如運輸計畫改變不同道路系統、運輸系統之交通量、速率，等影響所造成的能源消耗、排放之影響	依據運輸系統交通量的延車公里，以單一平均值之燃油效率或排放係數，估算區域之能耗或排放量



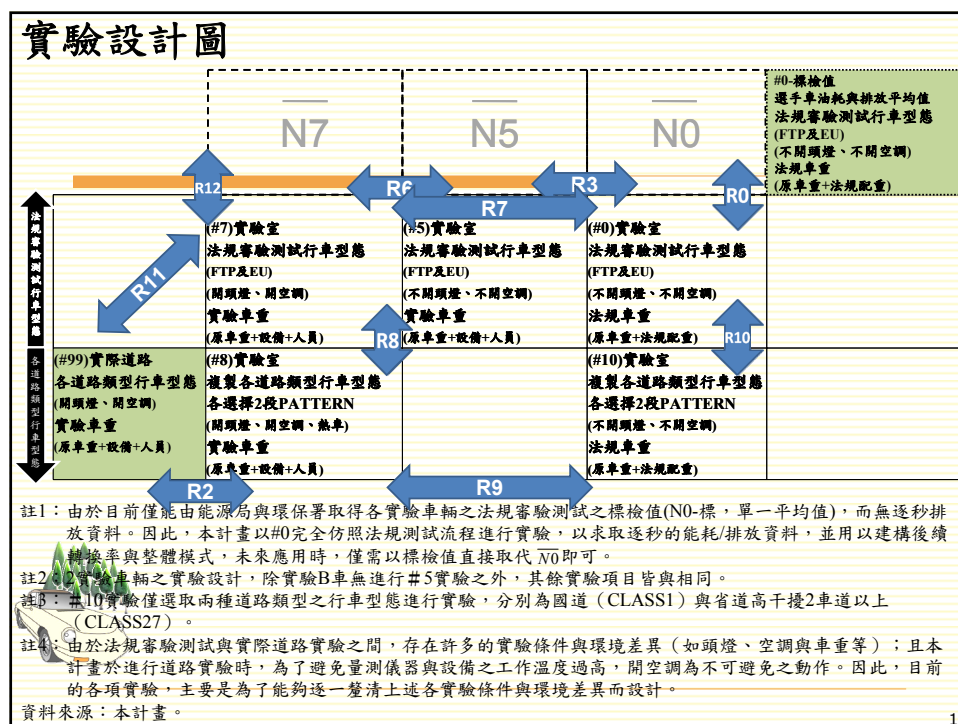
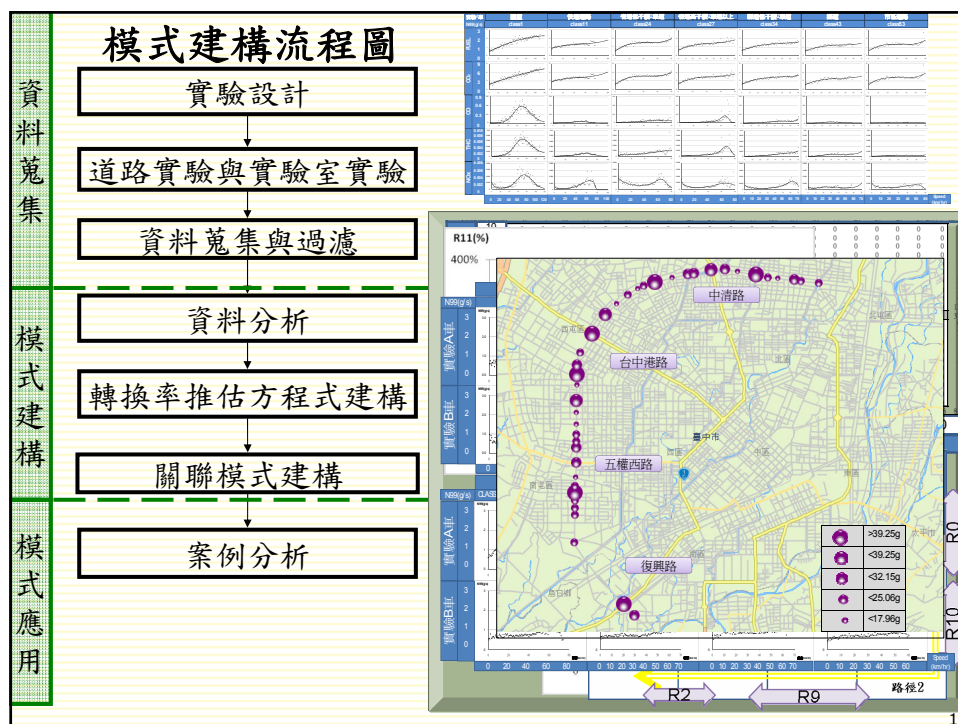
資料來源：修改自本計畫96年度研究成果。

9

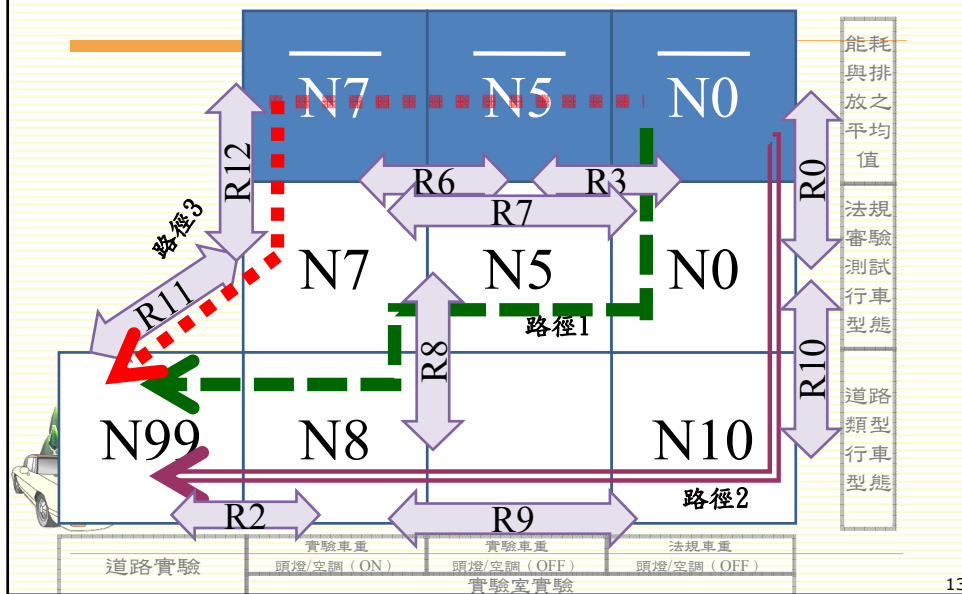
叁、關聯模式建構流程與資料分析結果



10



實驗設計簡圖-模式建構路徑替選方案



13

模式建構路徑選擇

□ 路徑1之限制：

- 受限於#0~#7間之轉換率建構方式尚無穩定結果，因而轉換過程中所產生之變異，可能對於能耗/排放之推估能力造成影響。
- #8無法完全將實際道路之行車狀況複製至實驗室中，因此無法有效反映因實驗環境差異所造成之能耗/排放差異。

□ 路徑2之限制：

- 受限於#10實驗所得之結果，僅包含國道(class1)與省道(class27)兩種道路類型，因而無法充份驗證在不同道路類型之間的穩定性，亦無法進一步進行兩車間的比對分析。
- #8無法完全將實際道路之行車狀況複製至實驗室中，因此無法有效反映因實驗環境差異所造成之能耗/排放差異。

路徑3：

- 上述兩路徑因缺乏可靠的轉換率可供運用，因此，本計畫最終選擇以轉換率較為穩定者(路徑3)，以建構最終之整體推估模式。

註：後續章節中，將以此路徑3作為建構路徑為主軸，進行相關的分析探討；而其路徑之比較、轉換率與模式建構分析初步結果，則可參見簡報之附件三。

14

實驗車輛選擇

實驗車輛選擇原則

- 銷售量(或市佔率)：在考慮車輛可取得、可搭載實驗設備耗材條件下，盡可能選取足以符合小汽車大宗（主流）車型條件之車輛，以進行實驗。
- 車輛空間：車輛之空間設計需能搭載實驗設備，並便利耗材更換。
- 車輛配備：需搭載車上診斷系統（OBD, On-Board Diagnostic System），以便OEM車載設備OBS-2200可透過OBD介面，同步取得實驗過程中的引擎參數。



	實驗A車	實驗B車
車廠	中華三菱	國瑞(豐田)
車款	Space Gear 2.4	NCP91L-AHPVKR YARIS(1.5)
車型	7-9人座廂型車	5門小客車(轎式、旅行式)
排氣量	2,400C.C	1,500C.C
車齡	1年內	1年內
OBD	依據我國規範，97年元月開始國產新車均需配備此項裝置；但之前產製的車輛，則未必搭載OBD。	有

資料來源：本計畫。

15

道路實驗之研究範圍

運輸需求模式中路段道路分類與屬性			總長度		運量		實驗路線
Level	Class	說明	(km)	%	(pcu-km)	%	
1國道	1	遠限100~110一般道路段	796	6.72%	21,091,774	14.21%	國道1號(新竹-台北)、國道2號、國道3號)
2快速公路/快速道路	11	快速公路/快速道路(完全進出管制)	454.5	3.83%	8,133,844	5.48%	臺74線(快官系統-大雅交流道) 臺北市環河快速道路(洲美、環河、水源、新店)、建國高架
4省道	24	省道低干擾2車道	1,208.40	10.19%	22,397,620	15.09%	臺1線及臺1乙線(彰化-臺中：車輛中心-彰化系統-快官系統-大雅交流道)
	27	省道高干擾2車道以上	530.6	4.48%	19,446,270	13.10%	中部地區省道(五權路、大雅路、中清路、中清南路)
5縣道	34	縣道低干擾2車道	308	2.60%	5,661,257	3.81%	縣道142(彰化交流道-車輛中心) 縣道122(竹林交流道-新竹中繼站-新竹交流道)
6鄉道	43	鄉道低干擾1車道	395.2	3.33%	2,088,141	1.41%	彰24(車輛中心-鹿港鎮溝乾巷)
7市區道路	53	市區道路高干擾	682.7	5.76%	11,246,289	7.57%	臺中市文心路、文心南路
小計			4,375.40	36.91%	90,065,195	60.67%	
全路網			11,853.90	100.00%	148,472,391	100.00%	

註：1.快速公路管理權實屬於公路總局，快速道路管理權實屬於地方政府，2種道路特性相近，故在運輸需求模式中視為同一類型道路，本計畫以快速道路為主要實驗路線。

2.所列車道數均為單向車道數。

3.省道、縣道、鄉道及市區道路的干擾程度是沿用「國家永續發展之城際運輸系統需求模式研究」(交通部運輸研究所，民國97年)的道路分類方式，分別依照道路幾何特性、路口與號誌干擾、坡度與曲線、選邊土地使用情形、等條件加以判斷。

4.總長度與運量數據來自「國家永續發展之城際運輸系統需求模式研究」(交通部運輸研究所，2006)。運量已經包含機車、小客車、小貨車、大客車、大貨車及聯結車之運量。

資料來源：本計畫。

16

資料蒐集與過濾

道路實驗取樣速度分布表：實驗A車 (#99)

速度範圍 (km/hr)	道路類型/道路名稱/道路屬性(class)						
	1	11	24	27	34	43	53
	國道：限速 100~110一般路段	快速道路： 完全進出管制	省道：低干 擾2車道	省道：高干 擾2車道以上	縣道：低干 擾2車道	鄉道：低干 擾1車道	市區道路： 高干擾
急速	193	466	2,519	10,034	4,993	763	5,881
000~010	484	620	580	1,759	1,561	442	1,196
011~020	1,046	1,159	469	1,898	2,126	783	1,058
021~030	1,609	1,018	617	2,916	3,797	1,377	1,516
031~040	1,868	910	835	3,481	4,270	2,831	2,398
041~050	1,614	1,825	1,338	3,988	3,891	3,946	4,935
051~060	1,604	3,579	1,600	2,718	4,610	144	459
061~070	2,757	1,786	1,017	1,210	3,056	-	-
071~080	5,556	250	188	55	375	-	-
081~090	11,474	-	-	-	34	-	-
091~100	15,664	-	-	-	-	-	-
101以上	11,426	-	-	-	-	-	-
合計	55,295	11,613	9,163	28,059	28,713	10,286	17,443

註1：本表為道路實驗所取得之有效樣本數（＝實際取得樣本數-異常樣本數）。其中，異常樣本數定義為原始資料出現以下狀況：（1）各排放物之濃度及重量<0者；（2）流量計讀數<0者；以及（3）各項排放物重量皆為0者。
 註2：為避免遠近差異之影響，CLASS1僅採用國道1號資料，未納入國道3號資料。Class11則僅採用建國快速道路資料，未納入96年調查快速公路臺74線、97年調查台北市水源快速道路之資料。
 註3：字型加粗為97年調查（CLASS11、43、53）之道路類型；其餘則為96年度調查。黑色網底標示處為各道路類型前三大樣本數區塊。
 資料來源：本計畫。

17

資料蒐集與過濾

道路實驗取樣速度分布表：實驗B車 (#99)

速度範圍 (km/hr)	道路類型/道路名稱/道路屬性(class)						
	1	11	24	27	34	43	53
	國道：限速 100~110一般路段	快速道路： 完全進出管制	省道：低干 擾2車道	省道：高干 擾2車道	縣道：低干 擾2車道	鄉道：低干 擾1車道	市區道路： 高干擾
急速	111	537	2,889	6,226	2,933	1,109	6,386
000~010	274	473	708	1,429	890	558	986
011~020	620	569	360	1,157	1,185	665	794
021~030	393	692	479	1,642	1,799	1,296	1,125
031~040	170	741	794	2,575	1,969	3,196	1,834
041~050	190	1,269	1,240	3,098	1,776	5,172	5,125
051~060	237	2,272	1,879	2,928	2,083	2,821	1,192
061~070	443	4,838	2,034	1,869	4,876	385	31
071~080	713	478	111	120	567	-	-
081~090	1,682	-	-	-	-	-	-
091~100	4,119	-	-	-	-	-	-
101~111	1,009	-	-	-	-	-	-
111以上	-	-	-	-	-	-	-
合計	9,961	11,869	10,494	21,044	18,078	15,202	17,473

註1：本表為道路實驗所取得之有效樣本數（＝實際取得樣本數-異常樣本數）。其中，異常樣本數定義為原始資料出現以下狀況：（1）各排放物之濃度及重量<0者；（2）流量計讀數<0者；以及（3）各項排放物重量皆為0者。
 註2：黑色網底標示處為各道路類型前三大樣本數區塊。
 資料來源：本計畫。

18

各道路類型用於模式建構之樣本數：實驗A車 (#99)

道路屬性	國道	快速 道路	省道 低干擾2 車道	省道 高干擾2 車道以上	縣道 低干擾2 車道	鄉道 低干擾 1車道	市區 道路 高干擾	總計
類型 (CLASS)	1	11	24	27	37	43	53	
(A) 樣本數 (data) 註1	55,295	11,613	9,163	28,059	28,713	10,286	17,443	160,572
(B) 樣本速度最大值 Max (V-data) 註2	113	77	80	78	86	58	58	
(C) 該道路等級之模式速限 Max (V-model) 註3	120	100	80	80	70	70	60	
(D) 應用樣本數 (sample) 註4	10,000	11,613	9,163	10,000	9,854	10,286	10,000	70,916
(E) 應用樣本速度最大值 Max (V-sample) 註5	110	77	80	78	70	58	58	

註1：此為道路實驗所取得之(實際取得一異常)樣本數；其中，儀器校準之異常樣本定義為「當速度與轉速皆取得數據，但能耗與排放為0者」；同時，CLASS 1將非國道1號樣本數刪除，以配合實驗B車之道路實驗路線。
 註2：(A)之所有樣本數所涵蓋之速度最大值，單位為km/hr。
 註3：該道路類型所屬道路等級之法規容許行駛速度上限，為該道路等級最高速限往上推移10km/hr。
 註4：實際用於建構模式之樣本數。如(A)取得之樣本數約為10,000筆時，則不再抽樣；否則以(A)抽樣10,000筆，再排除超出該道路等級之模式速限(C)的數據。
 註5：(D)之所有樣本數所涵蓋之速度最大值，單位為km/hr。
 資料來源：本計畫。

19

各道路類型用於模式建構之樣本數：實驗B車 (#99)

道路屬性	國道	快速 道路	省道 低干擾2 車道	省道 高干擾2 車道以上	縣道 低干擾2 車道	鄉道 低干擾 1車道	市區 道路 高干擾	總計
類型(CLASS)	1	11	24	27	37	43	53	
(A)樣本數 (data)註1	9,961	11,869	10,494	21,044	18,078	15,202	17,473	104,121
(B)樣本速度最大值 Max(V-data)註2	112	74	78	74	76	66	63	
(C)該道路等級之模式速限 Max(V-model)註3	120	100	80	80	70	70	60	
(D)應用樣本數 (sample)註4	9,961	11,869	10,494	10,000	9,845	10,000	9,990	72,159
(E)應用樣本速度最大值 Max(V-sample)註5	112	74	78	74	76	66	62	

註1：此為道路實驗所取得之(實際取得一異常)樣本數；其中，儀器校準之異常樣本定義為「當速度與轉速皆取得數據，但能耗與排放為0者」；同時，CLASS1將非國道1號樣本數刪除，以配合實驗B車之道路實驗路線。
 註2：(A)之所有樣本數所涵蓋之速度最大值，單位為km/hr。
 註3：該道路類型所屬道路等級之法規容許行駛速度上限，為該道路等級最高速限往上推移10km/hr。
 註4：實際用於建構模式之樣本數。如(A)取得之樣本數約為10,000筆時，則不再抽樣；否則以(A)抽樣10,000筆，再排除超出該道路等級之模式速限(C)的數據。
 註5：(D)之所有樣本數所涵蓋之速度最大值，單位為km/hr。
 資料來源：本計畫。

20

調整因素表(look-up table)-以實驗A車為例(N0)

N0-V (g/s)	實驗A車				
速度(km/hr)	FUEL	CO ₂	CO	THC	NO _x
0	0.678928	2.063172	0.045283	0.007099	0.001138
1~5	0.299782	0.939422	0.006753	0.000737	0.000239
6~10	0.301083	0.943715	0.006616	0.000754	0.000223
11~15	0.350778	1.103944	0.005305	0.000662	0.000195
16~20	0.431526	1.358763	0.006253	0.000731	0.000215
21~25	0.636296	1.981026	0.021362	0.002156	0.000949
26~30	0.811291	2.500389	0.040317	0.004294	0.002116
31~40	1.062879	3.304781	0.037336	0.004156	0.001940
41~50	1.185835	3.748172	0.009553	0.001287	0.000675
51~60	1.396355	4.418776	0.008951	0.001017	0.000733
61~70	1.189391	3.767738	0.005189	0.000843	0.000838
71~80	1.474258	4.659081	0.012928	0.001311	0.001326
81~90	1.690424	5.346455	0.012297	0.001423	0.000951
91~97	2.017406	6.377531	0.017053	0.001498	0.000932

註：此為法規審驗測試（#0-FTP-UB+HY）下，各速度區間內之能耗/排放平均值。
資料來源：本計畫。

21

調整因素表(look-up table)-以實驗A車為例(N99-CLASS1)

N99-V(g/s)	實驗A車-道路實驗（CLASS1）				
速度(km/hr)	FUEL	CO ₂	CO	THC	NO _x
0	0.60209	1.90751	0.00127	0.00005	0.00203
1~5	0.62999	1.99548	0.00157	0.00006	0.00162
6~10	0.62658	1.98424	0.00181	0.00008	0.00099
11~15	0.79411	2.51163	0.00421	0.00014	0.00049
16~20	0.91706	2.87210	0.02268	0.00028	0.00087
21~25	1.01050	3.14952	0.03450	0.00041	0.00043
26~30	1.17460	3.60436	0.07528	0.00090	0.00045
31~40	1.28229	3.88780	0.11158	0.00124	0.00065
41~50	1.44526	4.22473	0.22335	0.00262	0.00125
51~60	1.75906	4.86196	0.44453	0.00593	0.00302
61~70	1.89744	5.14089	0.54533	0.00643	0.00445
71~80	1.94592	5.23486	0.58282	0.00672	0.00423
81~90	2.02259	5.82959	0.36310	0.00472	0.00417
91~100	2.20502	6.51227	0.29872	0.00380	0.00210
101~110	2.22826	6.85091	0.13283	0.00245	0.00101

註：此為道路實驗（#99）下，各速度區間內之能耗/排放平均值。
資料來源：本計畫。

22

資料分析－道路實驗

□ A- #99 :

- SAFDs圖比較→各道路類型之速度、加減速分布不同，可由此推論：其個別能耗與排放隨速度之變動曲線可能也有所不同。
- N/V圖比較→三大群組（縱向）：FUEL與CO₂、CO與THC、NO_x
 - 七種道路類型（橫向）
 - 以速度為解釋變數
 - 以每單位時間之能耗/排放為單位(g/s)
 - 以統計量與圖形協助判斷，選擇較佳之推估方程式
- 模式建構：以瞬時速度為因變數，直接以實際道路實驗之能耗/排放值建構推估模式（ \hat{N}_{99} ）。

◆實驗A車：

→ FUEL與CO₂： $\hat{N}_{99}=a+bV+cV^2+dV^3$

→ CO與THC、NO_x： $\hat{N}_{99}=N=e^{(a+bV+cV^2+dV^3+e(V-f)^3)}$

◆實驗B車：

→ FUEL與CO₂： $\hat{N}_{99}=a+bV+cV^2$



23

實際道路駕駛型態轉換-道路實驗（實驗A車：#99）

-各道路類型之推估模式建構（FUEL、CO₂）

$$\hat{N}_{99}=a+bV+cV^2+dV^3$$

其中， \hat{N}_{99} ：該秒之FUEL或CO₂(g/s)；V：該秒之瞬時速度(km/hr)；a：常數項；b：V項之係數；c：V²項之係數；d：V³項之係數。

A-FUEL	a	b	c	d	adj-R ²	F統計量
CLASS1_FUEL	0.4740293	0.0272289	-0.0000992	N.A.	0.91	585.27
t值	10.37	14.18	-5.87	N.A.		
CLASS11_FUEL	0.8702283	0.0203932	-0.0003211	0.0000021	0.69	58.12
t值	18.42	3.81	-1.98	1.54		
CLASS24_FUEL	0.5204343	0.0644935	-0.0014370	0.0000107	0.89	226.93
t值	12.00	13.65	-10.44	9.45		
CLASS27_FUEL	0.6420515	0.0401039	-0.0007537	0.0000055	0.81	108.82
t值	11.48	6.28	-3.86	3.26		
CLASS34_FUEL	0.6109254	0.0385701	-0.0006568	0.0000043	0.87	159.36
t值	13.89	7.04	-3.60	2.51		
CLASS43_FUEL	0.5234619	0.0417169	-0.0008469	0.0000062	0.78	70.25
t值	9.55	5.06	-2.55	1.64		
CLASS53_FUEL	0.5430956	0.0791894	-0.0025953	0.0000271	0.61	31.02
t值	6.16	5.96	-4.85	4.47		

註：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。
資料來源：本計畫。

24

實際道路駕駛型態轉換-道路實驗 (實驗A車：#99)						
-各道路類型之推估模式建構 (FUEL、CO ₂)						
$N_{99} = a + bV + cV^2 + dV^3$						
其中， N_{99} ：該秒之FUEL或CO ₂ (g/s)；V：該秒之瞬時速度(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。						
A-CO ₂	a	b	c	d	adj-R ²	F統計量
CLASS1_CO ₂	1.8514824	0.0567890	-0.0000985	N.A.		
t值	14.94	10.90	-2.15	N.A.	0.92	614.98
CLASS11_CO ₂	2.7418827	0.0668483	-0.0011753	0.0000084		
t值	18.26	3.93	-2.28	1.92	0.67	54.04
CLASS24_CO ₂	1.6602693	0.1985230	-0.0044057	0.0000323		
t值	13.89	15.24	-11.60	10.36	0.91	261.13
CLASS27_CO ₂	1.9896698	0.1333602	-0.0026020	0.0000183		
t值	12.64	7.42	-4.74	3.86	0.81	108.49
CLASS34_CO ₂	1.9379834	0.1211979	-0.0021107	0.0000138		
t值	14.72	7.39	-3.86	2.69	0.87	159.13
CLASS43_CO ₂	1.6658106	0.1302110	-0.0027137	0.0000207		
t值	9.79	5.08	-2.63	1.77	0.78	70.61
CLASS53_CO ₂	1.7130237	0.2489071	-0.0081868	0.0000859		
t值	6.16	5.94	-4.85	4.49	0.61	31.07
註：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。						
資料來源：本計畫。						

25

實際道路駕駛型態轉換-道路實驗 (實驗A車：#99)								
-各道路類型之推估模式建構 (CO、THC)								
$\ln(N) = a + bV + cV^2 + dV^3 + e(V-f)^3$ 其中，N：該秒之CO或THC(g/s)								
亦即 $N = e^{(a+bV+cV^2+dV^3+e(V-f)^3)}$ V：該秒之瞬時速度(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-f) ³ 項之係數，若V<f，則								
e=0；f：速度切點。e：自然指數								
(e=2.718281828)								
A-CO	a	b	c	d	e	f	adj-R ²	F統計量
M1_CO	-7.1479675	0.1445464	0.0000042	-0.0000104	0.0000204	60		
t值	-28.04	5.28	0.01	-1.66	1.40		0.91	272.18
M11_CO	-5.2082161	0.0306566	0.0015106	-0.0000243	0.0000947	60		
t值	-33.85	1.56	2.26	-3.79	0.97		0.82	86.10
M24_CO	-6.3422921	0.6050811	-0.0554500	0.0018372	-0.0018374	10		
t值	-13.34	3.13	-2.59	2.51	-2.49		0.62	33.38
M27_CO	-6.0736669	0.1914936	-0.0055473	0.0000596	-0.0007154	55		
t值	-24.96	5.89	-4.79	5.14	-8.04		0.83	95.14
M34_CO	-5.9604167	0.0911380	0.0001650	-0.0000136	0.0004479	55		
t值	-28.95	3.16	0.15	-1.20	2.40		0.86	108.81
M43_CO	-5.8720583	-0.1343841	0.0258845	-0.0007172	0.0007758	15		
t值	-19.23	-1.34	2.98	-3.29	3.28		0.79	55.82
M53_CO	-5.0194253	0.0997195	-0.0019535	0.0000049	0.0011858	50		
t值	-30.35	3.72	-1.69	0.35	1.40		0.54	18.22
註：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。								
資料來源：本計畫。								

26

實際道路駕駛型態轉換-道路實驗（實驗A車：#99）

-各道路類型之推估模式建構（CO、THC）

$\ln(N) = a + bV + cV^2 + dV^3 + e(V-f)^3$ 其中，N：該秒之CO或THC(g/s)
 V：該秒之瞬時速度(km/hr)；a：常數項；
 b：V項之係數；c：V²項之係數；d：V³項之係數；e：(V-f)³項之係數，若V<f，則e=0；f：速度切點。e：自然指數(e=2.718281828)
 亦即 $N = e^{(a+bV+cV^2+dV^3+e(V-f)^3)}$

A-THC	a	b	c	d	e	f	adj-R ²	F統計量
M1_THC	-10.0256578	0.0727055	0.0011334	-0.0000165	0.0000322	60		
t值	-55.87	3.77	2.06	-3.74	3.14		0.93	358.09
M11_THC	-8.6950280	0.0087282	0.0013982	-0.0000168	0.0000028	60		
t值	-84.21	0.66	3.11	-3.91	0.04		0.90	165.26
M24_THC	-8.5867306	0.3903332	-0.0398632	0.0013528	-0.0013594	10		
t值	-27.84	3.12	-2.87	2.85	-2.84		0.61	32.20
M27_THC	-9.2093860	0.1004573	-0.0026861	0.0000320	-0.0003856	55		
t值	-60.29	4.92	-3.70	4.41	-6.90		0.91	169.68
M34_THC	-9.0446203	0.0469341	0.0003857	-0.0000080	0.0001475	55		
t值	-70.36	2.61	0.57	-1.14	1.27		0.91	171.54
M43_THC	-8.6505818	-0.0809942	0.0155345	-0.0004292	0.0004760	15		
t值	-48.26	-1.37	3.04	-3.36	3.43		0.84	79.43
M53_THC	-8.8951217	0.0727306	-0.0013831	0.0000080	0.0005600	50		
t值	-92.23	4.66	2.05	0.97	1.13		0.77	49.39

註：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。
 資料來源：本計畫。

27

實際道路駕駛型態轉換-道路實驗（實驗A車：#99）

-各道路類型之推估模式建構（NO_x）

$\ln(N) = a + bV + cV^2 + dV^3 + e(V-f)^3$ 其中，N：該秒之CO或THC(g/s)
 V：該秒之瞬時速度(km/hr)；a：常數項；
 b：V項之係數；c：V²項之係數；d：V³項之係數；e：(V-f)³項之係數，若V<f，則e=0；f：速度切點。e：自然指數(e=2.718281828)
 亦即 $N = e^{(a+bV+cV^2+dV^3+e(V-f)^3)}$

A-NO _x	a	b	c	d	e	f	adj-R ²	F統計量
M1_NO _x	-6.1204185	-0.1850435	0.0057110	-0.0000420	0.0000476	60		
t值	-31.65	-8.91	9.65	-8.84	4.32		0.77	94.80
M11_NO _x	-7.1654497	-0.0873437	0.0036045	-0.0000300	-0.0027436	70		
t值	-55.76	-5.73	7.46	-6.95	-2.83		0.85	112.98
M24_NO _x	-5.6786571	-0.0560239	0.0005047	0.0000071	-0.0001663	50		
t值	-46.26	-3.32	0.82	1.12	-7.23		0.71	49.59
M27_NO _x	-6.0618140	-0.1511270	0.0045111	-0.0000345	0.0000159	55		
t值	-35.92	-6.71	5.62	-4.30	0.26		0.63	33.23
M34_NO _x	-6.5736716	-0.1068267	0.0030868	-0.0000189	-0.0003482	55		
t值	-64.34	-7.47	5.78	-3.37	-3.76		0.87	122.59
M43_NO _x	-7.0644906	-0.1808111	0.0188229	-0.0004942	0.0005463	15		
t值	-30.30	-2.36	2.84	-2.97	3.02		0.16	3.81
M53_NO _x	-6.2269794	-0.1378854	0.0052395	-0.0000513	-0.0013328	50		
t值	-42.52	-5.81	5.11	-4.11	-1.77		0.54	18.12

註：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。
 資料來源：本計畫。

28

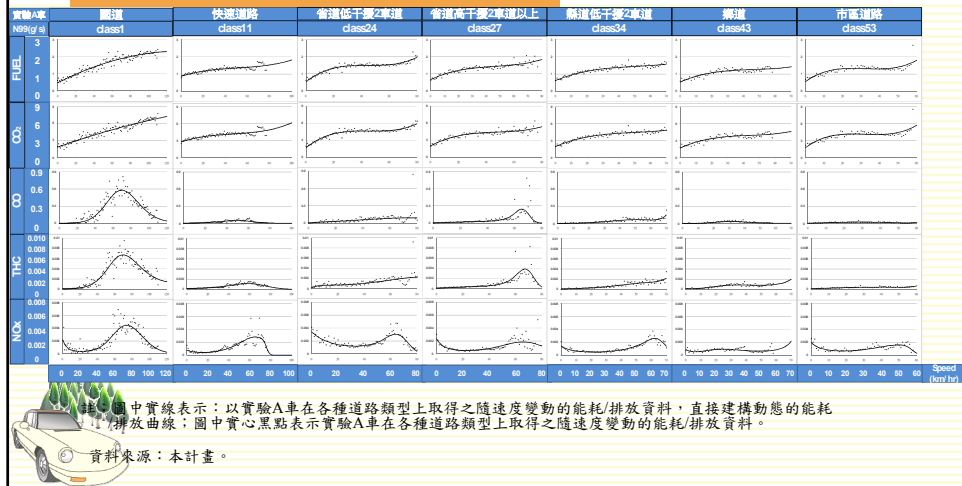
實際道路駕駛型態轉換-道路實驗 (實驗B車：#99)					
-各道路類型之推估模式建構 (FUEL、CO ₂)					
$\hat{N}_{99} = a + bV + cV^2$					
其中， \hat{N}_{99} ：該秒之FUEL或CO ₂ (g/s)；V：該秒之瞬時速度(km/hr)；a：常數項；b：V項之係數；c：V ² 項之係數。					
B-FUEL	a	b	C	adj-R ²	F統計量
CLASS1_FUEL	0.46509	0.01981	-0.00011	0.6589	108.22
t值	9.01	9.24	-6.05		
CLASS11_FUEL	0.61929	0.00460	0.00014	0.6779	75.71
t值	22.39	2.55	0.58		
CLASS24_FUEL	0.86129	-0.01104	0.00018	0.4430	31.22
t值	22.44	-4.73	6.18		
CLASS27_FUEL	0.63354	0.00156	0.00005	0.7317	96.43
t值	29.19	1.09	2.45		
CLASS34_FUEL	0.68287	-0.00167	0.00009	0.8150	161.85
t值	35.83	-1.38	5.88		
CLASS43_FUEL	0.82626	-0.00217	0.00011	0.4133	24.25
t值	18.60	-0.70	2.43		
CLASS53_FUEL	0.54475	0.00773	-0.00005	0.6480	52.54
t值	22.56	3.88	-1.34		
註：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。					
資料來源：本計畫。					

29

實際道路駕駛型態轉換-道路實驗 (實驗B車：#99)					
-各道路類型之推估模式建構 (FUEL、CO ₂)					
$\hat{N}_{99} = a + bV + cV^2$					
其中， \hat{N}_{99} ：該秒之FUEL或CO ₂ (g/s)；V：該秒之瞬時速度(km/hr)；a：常數項；b：V項之係數；c：V ² 項之係數。					
B-CO ₂	a	b	c	adj-R ²	F統計量
CLASS1_CO ₂	1.50023	0.05815	-0.00032	0.6684	112.85
t值	9.66	9.01	-5.68		
CLASS11_CO ₂	1.94948	0.01367	0.00005	0.6799	76.40
t值	22.59	2.43	0.71		
CLASS24_CO ₂	2.70446	-0.03456	0.00058	0.4480	31.84
t值	22.66	-4.76	6.23		
CLASS27_CO ₂	1.99331	0.00462	0.00016	0.7323	96.76
t值	29.24	1.03	2.52		
CLASS34_CO ₂	2.14117	-0.00557	0.00030	0.8217	169.16
t值	36.24	-1.49	6.08		
CLASS43_CO ₂	2.57207	-0.00432	0.00030	0.4028	23.26
t值	19.46	-0.47	2.18		
CLASS53_CO ₂	1.71809	0.02428	-0.00014	0.6500	53.00
t值	22.63	3.87	-1.32		
註：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。					
資料來源：本計畫。					

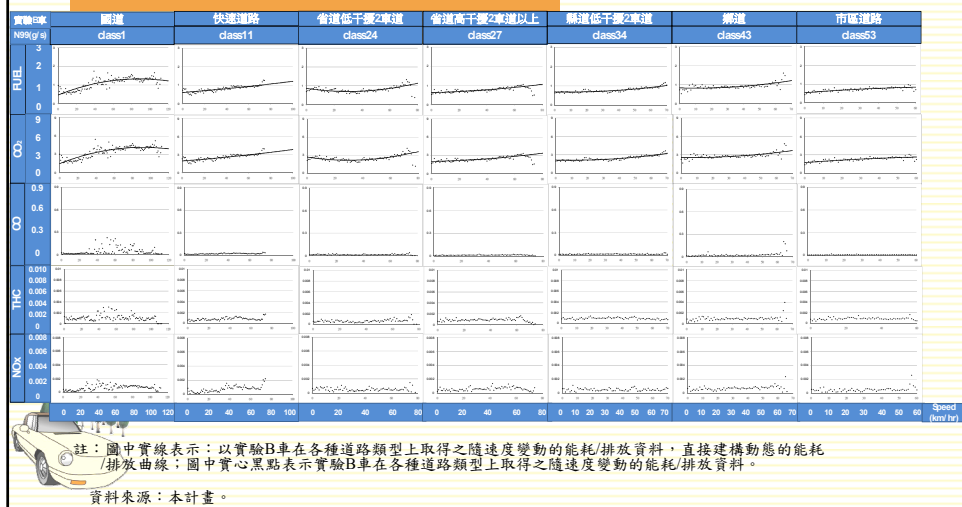
30

\hat{N}_{99-V} 圖-實驗A車道路實驗推估模式



31

\hat{N}_{99-V} 圖-實驗B車道路實驗推估模式



32

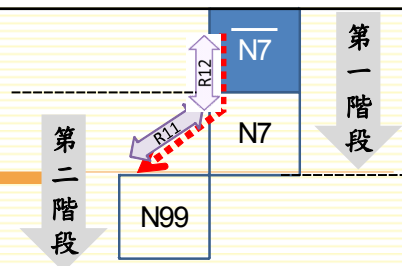
肆、兩車關聯模式之穩定性驗證

1. 模式建構路徑3
2. R12轉換率建構及第一階段穩定性驗證
3. R11轉換率建構及第二階段穩定性驗證



33

模式建構路徑3



實驗A、B車比較

□平均值轉換率（R12）：

1. 可由一速度函數（速度之四次多項式）加以推估
2. 在不同車型之間具有移轉性（註1）

□環境與行車型態差異綜合轉換率（R11）：

1. 可由一速度函數（LN轉換+SPLINE方程式）加以推估
2. 在不同車型間，不具有移轉性（註2）



$$A - N99^3 = (A - N7) \times (AB - R12) \times (A - R11) \quad \text{式3-5}$$

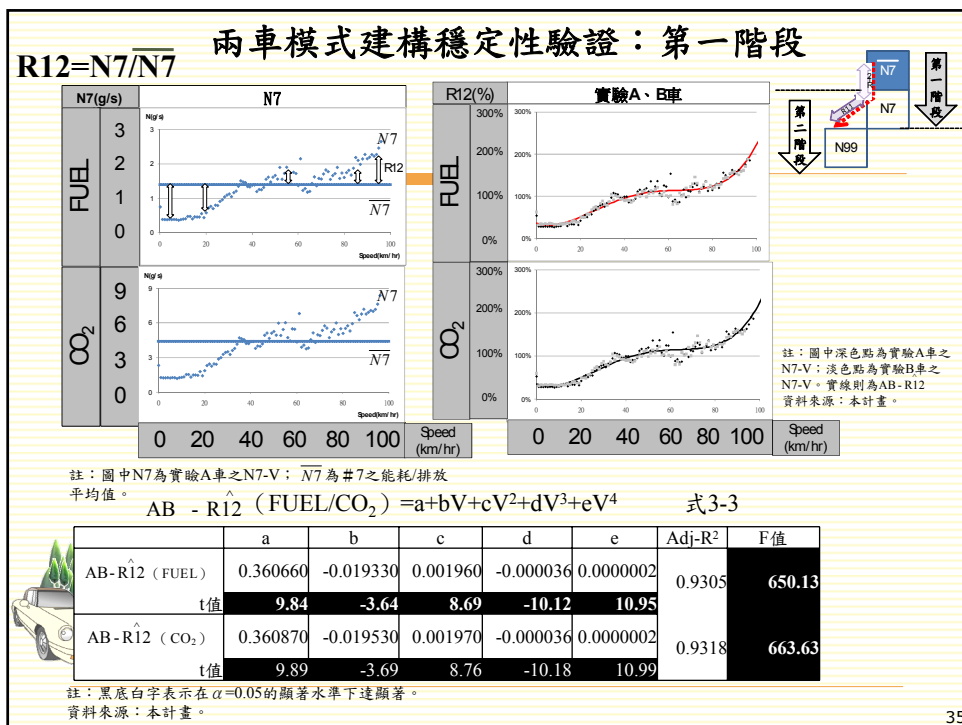
第一階段

第二階段

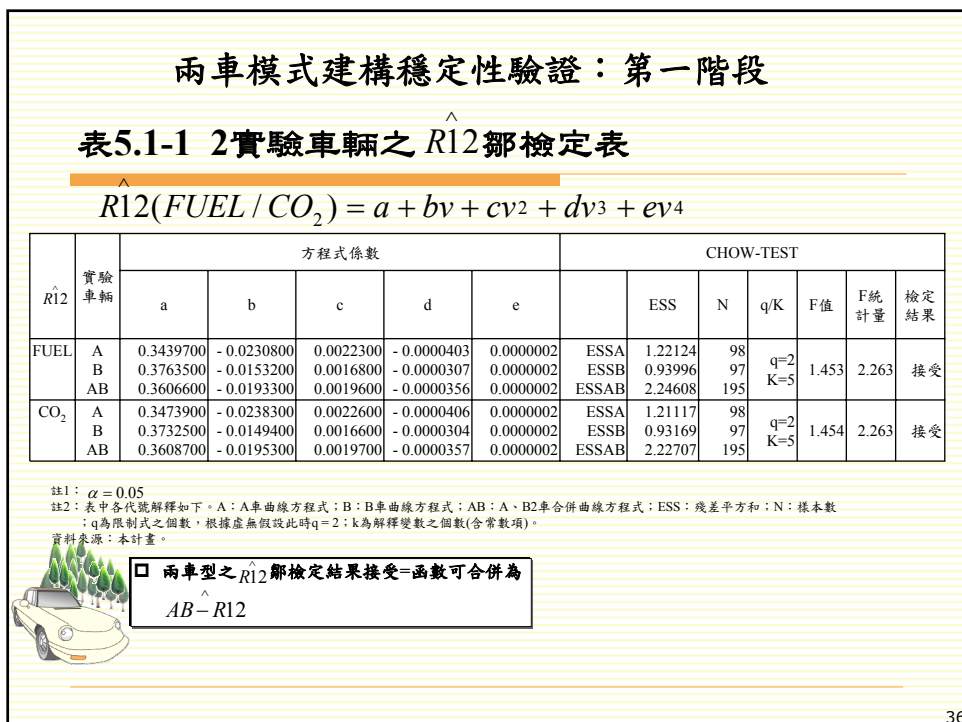
註1：以兩車型之R12進行鄒檢定，驗證兩車R12函數可進行合併。

註2：以不同車型之R11進行鄒檢定，驗證彼此之間的函數無法進行合併。

34



35

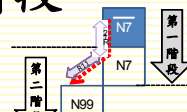


36

兩車模式建構穩定性驗證：第一階段

$$A - \hat{N99} = (A - \hat{N7}) \times (AB - \hat{R12}) \times (A - \hat{R11})$$

第一階段



□ 以 $AB - \hat{R12}$ 將兩車 $\hat{N7}$ 分別展開

圖 5.1.1 $N7-V$ 與 $\hat{N7}-V$ 對照圖

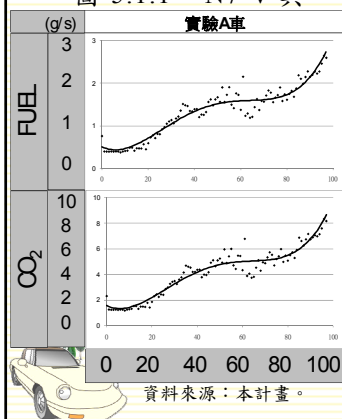
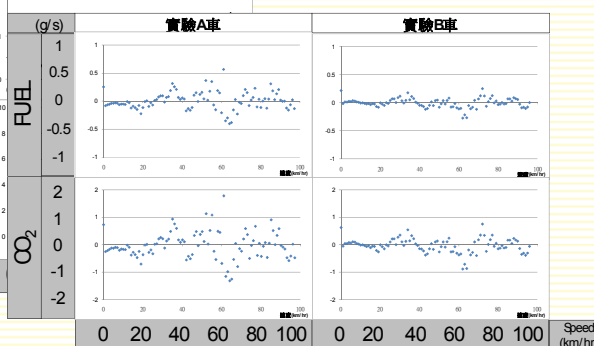


圖 5.1.2 $N7-V$ 與 $\hat{N7}-V$ 殘差圖



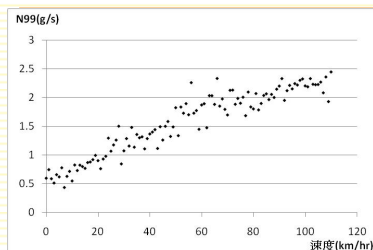
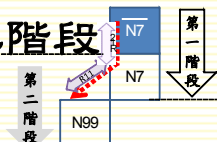
資料來源：本計畫。

資料來源：本計畫。

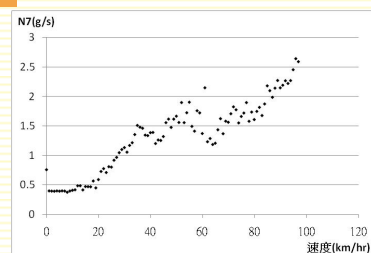
37

兩車模式建構穩定性驗證：第二階段

$$R11 = N99 / N7$$



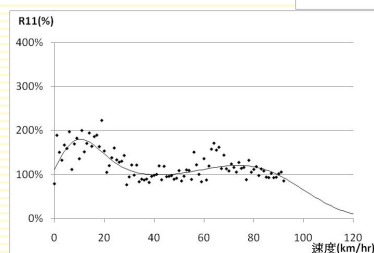
(a) N99-V



(b) N7-V



資料來源：本計畫。



(c) R11-V

圖3.3.3 R11轉換率建構說明圖
：以實驗A車CLASS1為例

38

R11=N99/N7(以A車-FUEL)

為例)

其中：R11-FUEL/CO₂：該秒之R11推估值(%)；V：該秒之瞬時速度(km/hr)；a：常數項；b：V項之係數；c：V²項之係數；d：V³項之係數；e：(V-f)³項之係數，若V<f，則e=0；f：速度切點，f=25。

$$\begin{cases} LN(R11-FUEL) = a + bV + cV^2 + dV^3 + e(V-f)^3 \\ LN(R11-CO_2) = a + bV + cV^2 + dV^3 + e(V-f)^3 \end{cases} \text{式3-4}$$

A-R11 (FUEL)	a	b	c	d	e	Adj-R ²	F值
M1	0.111521	0.102241	-0.006477	0.000102	-0.000114	0.5570	31.49
t值	1.17	5.49	-6.75	7.12	-7.34		
M11	0.498697	0.114736	-0.007917	0.000124	-0.000136	0.9016	172.87
t值	6.47	6.98	-8.57	8.41	-7.65		
M24	0.156102	0.153107	-0.008899	0.000133	-0.000140	0.8604	124.22
t值	2.02	9.50	-10.05	9.55	-8.65		
M27	0.118584	0.170494	-0.010437	0.000161	-0.000178	0.8417	102.06
t值	1.37	9.28	-10.16	9.86	-9.10		
M34	0.140813	0.151113	-0.009174	0.000140	-0.000150	0.8352	89.67
t值	1.61	7.91	-8.33	7.77	-6.62		
M43	0.155334	0.112411	-0.006550	0.000093	-0.000083	0.8570	87.88
t值	1.77	5.44	-5.10	4.15	-2.46		
M53	0.281343	0.135143	-0.007922	0.000114	-0.000104	0.9019	131.97
t值	3.38	6.83	-6.40	5.21	-3.08		

註1：黑底白字表示在α=0.05的顯著水準下達顯著。
 註2：兩車各道路類型之R11-V圖與殘差圖，分別可參見附圖2.1.8與附圖2.1.9。
 資料來源：本計畫。

39

兩車模式建構穩定性驗證：第二階段

-關聯模式建構限制(以A車為例)

$$A-N99_3 = (A-N7) \times (AB-R12) \times (A-R11)$$

第二階段

道路類型	C1	C11	C24	C27	C34	C43	C53
N7-V _{MAX}	97	97	97	97	97	97	97
N99-V _{MAX}	110	77	80	77	70	58	58
R11-V _{MAX} 註1	97	77	80	77	70	58	58
需利用式3-9推估之資料筆數	14	0	0	0	0	0	0

註1：此列數據為上兩列數據之最小值。
 資料來源：本計畫。

實驗A車-CLASS1-FUEL

$$A-N99_{V=h}^3 = \frac{A-N99_{V=h}}{A-N99_{V=h-1}} \times A-N99_{V=h-1}^3$$

其中：h表示V>97之樣本點。

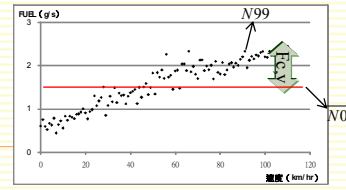
式3-9

40

模式推估結果分析

□ $F_{c,v} = R12 \times R11$

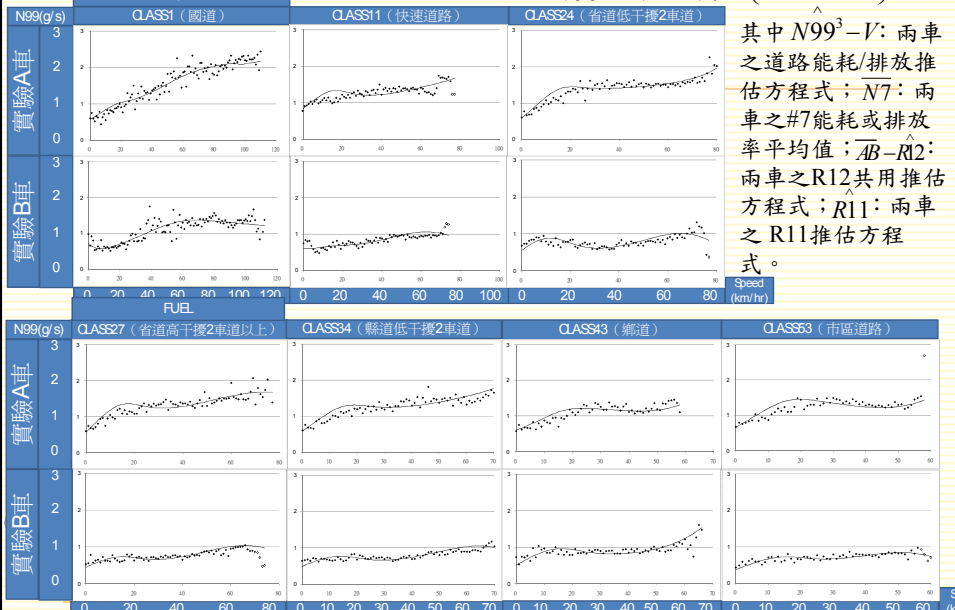
■ 當速度區間介於41~50 km/hr之間，總轉換率開始 > 100%。



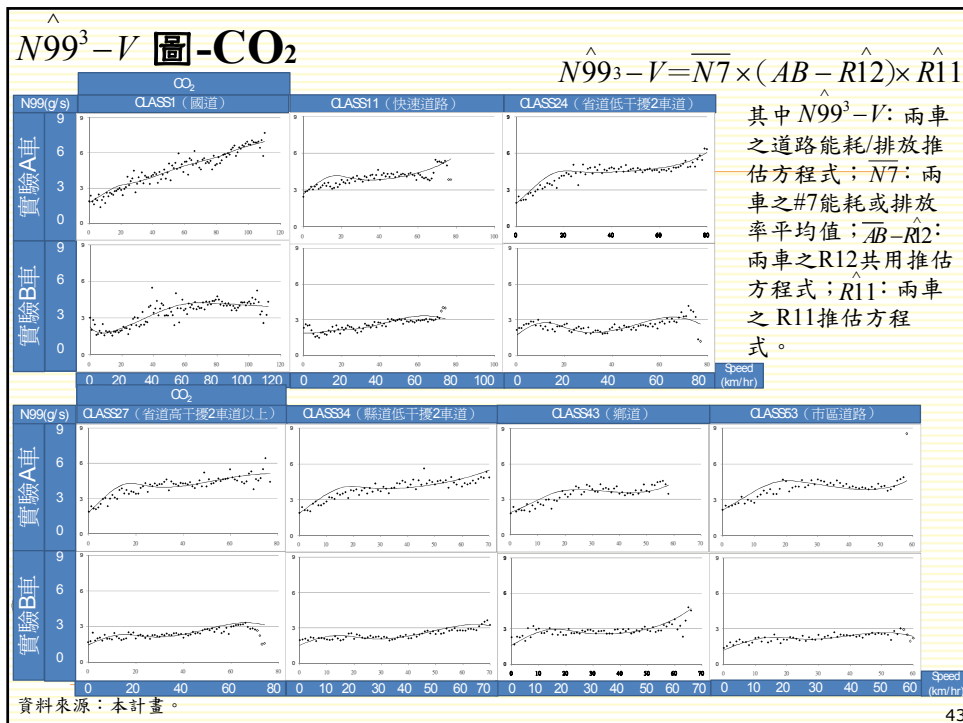
實驗A車	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
速度	FUEL	CO2	FUEL	CO2	FUEL	CO2	FUEL	CO2	FUEL	CO2	FUEL	CO2	FUEL	CO2
0	29%	30%	37%	38%	29%	30%	29%	30%	29%	30%	28%	29%	32%	33%
1~10	51%	51%	81%	81%	68%	67%	67%	67%	64%	64%	59%	59%	70%	70%
11~20	75%	74%	94%	94%	100%	99%	97%	96%	95%	95%	82%	82%	106%	105%
21~30	78%	78%	87%	88%	101%	102%	91%	92%	87%	88%	87%	87%	96%	98%
31~40	84%	82%	85%	86%	98%	99%	89%	90%	87%	87%	81%	81%	90%	91%
41~50	104%	97%	98%	98%	110%	108%	100%	99%	106%	104%	84%	84%	93%	93%
51~60	121%	107%	94%	93%	103%	102%	105%	103%	100%	99%	89%	90%	103%	104%
61~70	152%	132%	109%	110%	124%	123%	126%	119%	122%	120%				
71~80	136%	118%	104%	107%	127%	124%	116%	113%						
81~90	139%	129%												
91~100	160%	151%												
實驗B車	CLASS1		CLASS11		CLASS24		CLASS27		CLASS34		CLASS43		CLASS53	
速度	FUEL	CO2	FUEL	CO2	FUEL	CO2	FUEL	CO2	FUEL	CO2	FUEL	CO2	FUEL	CO2
0	69%	71%	53%	54%	49%	50%	38%	39%	45%	46%	52%	53%	31%	32%
1~10	77%	76%	76%	75%	97%	97%	75%	74%	78%	78%	94%	93%	69%	69%
11~20	80%	80%	90%	89%	101%	100%	93%	92%	94%	93%	115%	113%	89%	89%
21~30	92%	91%	84%	84%	84%	84%	83%	82%	86%	85%	105%	104%	83%	83%
31~40	125%	123%	95%	95%	75%	75%	86%	86%	87%	81%	102%	101%	89%	89%
41~50	155%	153%	118%	117%	96%	96%	103%	103%	104%	104%	119%	118%	103%	103%
51~60	152%	147%	117%	116%	102%	102%	109%	109%	112%	112%	129%	128%	101%	102%
61~70	181%	177%	136%	136%	136%	136%	137%	138%	140%	141%				
71~80	162%	161%	133%	133%	107%	107%	70%	71%						
81~90	159%	158%												
91~100	163%	164%												

$N99^3 - V$ 圖-FUEL

$$N99^3 - V = N7 \times (AB - R12) \times R11$$



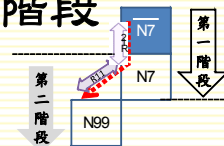
資料來源：本計畫。



43

兩車模式建構穩定性驗證：第二階段

- $\hat{N99^3}$ 推估值與實際值殘差



- 藉由殘差分析探討模式推估能力，結果發現，各道路類型的推估能力不一，但仍可觀察出下列趨勢：
 - 兩車推估模式皆在低速(<25)與高速(>55)區間內出現高估情形。
 - 實驗B車之高估幅度較小。
 - 兩車皆在中速度區間內出現低估情形。
 - 實驗B車之低估幅度較小，區間也較短、較不明顯。
- 可能原因：
 - 第一階段：實驗A車之N7之平均值與變異皆較B車大。
 - 第二階段：兩實驗車輛在低速區間內之R11推估表現較差，尤以CLASS11最為嚴重。



44

\hat{N}_{99} 與 \hat{N}_{99}^3 兩推估曲線之比較

- \hat{N}_{99} ：以實際道路實驗資料所建構之推估曲線；
- \hat{N}_{99}^3 ：運用一組轉換率所建構之推估曲線。
- 上述兩組推估曲線皆可用以推估不同實驗車輛在不同道路類型上，在不同行駛速度下的能耗/排放情形。
- 兩推估曲線之推估能力比較：
 - A車：兩組推估曲線隨速度變動之趨勢非常類似，但以兩者殘差圖之分析比較可知， \hat{N}_{99} 的殘差較小，分布圖形也較為隨機。
 - B車：兩組推估曲線隨速度之變動趨勢則不盡相同， \hat{N}_{99} 推估線多為速度之二次曲線，而 \hat{N}_{99}^3 則近似於一M字形分布；另由殘差圖之分析比較亦可發現與A車相同之結果，亦即 \hat{N}_{99} 的殘差較小，分布圖形也較為隨機。



小結：本計畫嘗試由兩種方式所建構之能耗與排放推估曲線，以 \hat{N}_{99} 之推估能力較佳，而 \hat{N}_{99}^3 之推估能力則可能受到轉換率之穩定性影響，未來其推估能力尚有可進步與改善之空間。

45

伍、應用案例分析

1. 排放模式與運輸規劃模式整合
2. 案例1：國道收費形式
3. 案例2：都市道路排放



46

排放模式與運輸規劃模式整合

- 路口與收費站排放與路段不同

- 案例分析的目的

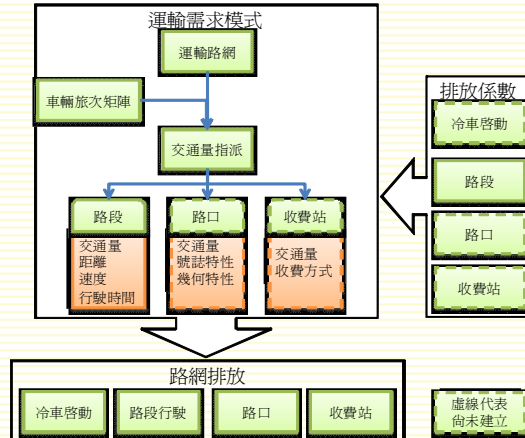
- 如何將研究成果應用在運輸規劃上
- 驗證本計畫所建構關聯模式之可操作性與正確性

- 案例1

- 不同收費方式的排放差異
- 利用量測數據

- 案例2

- 路口與路段及平均排放特性
- 現點速度與平均速度推估差異
- 利用模式數據



資料來源：本計畫

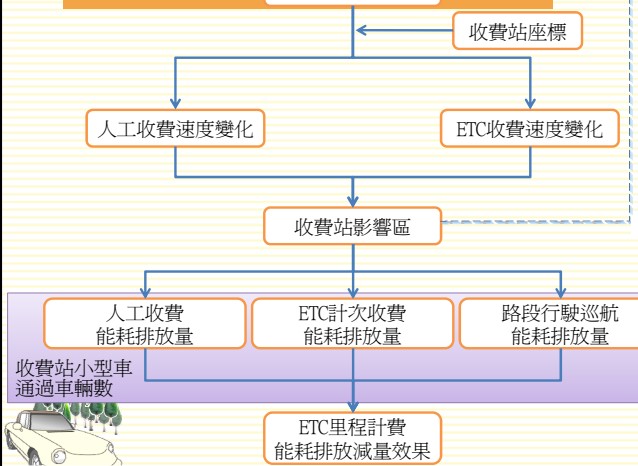
圖6.1.2 車輛行駛過程各類排放與運輸規劃模式關聯

47

案例1：國道收費型

-案例分析方法

Class 1 實驗數據



註：以實驗A車資料庫為分析基礎。

資料來源：本計畫

- 情境設定

- 設定收費站區間（2公里），以民國96年4月小型車通過總量計算
- 人工與ETC計次收費並行：各收費站設定1組車道使用ETC計次收費，其他車道使用人工收費
- ETC里程收費：撤除高速公路主線之所有收費站，車輛將可巡航通過，無須減速

- 計算基準

- 依據實驗A車通過收費站區間之實際數據
- 人工收費之能耗/排放量：通過人工收費站區間的資料平均值
- ETC計次收費之排放量：通過ETC收費站區間的資料平均值
- 全面ETC里程計費：進入收費站區間之前2公里的巡航資料平均值

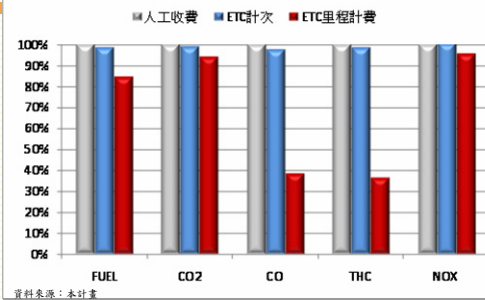
48

案例1.國道收費型式

-ETC里程計費能耗排放減量評估

不同收費方式 排放情形比較

- CO及THC的
差異較明顯
- CO₂與FUEL
差異較不明顯



資料來源：本計畫

收費方式	FUEL(公秉)	CO ₂ (噸)	CO(噸)	THC(噸)	NOx(噸)
全面人工回數票收費(1)	11,638.6	22,928.3	2,957.6	34.8	9.9
人工與ETC計次收費並行(1組ETC車道)(2)	11,487.7	22,687.3	2,883.5	34.3	9.9
全面ETC里程計費(3)	9,812.8	21,521.1	1,133.8	12.6	9.4
人工與ETC計次收費並行效益(2)-(1)	-150.9 (-1.3%)	-241.0 (-1.1%)	-74.1 (-2.5%)	-0.5 (-1.5%)	0.1 (0.6%)
全面ETC里程計費效益(3)-(2)	-1,675 (-14.6%)	-1,166.2 (-5.1%)	-1,749.6 (-60.7%)	-21.7 (-63.1%)	-0.2 (-5.2%)

註：1.以表6-2-8的單月通過量進行推算，包含所有國道收費站，車種為小型車(包含小客車及小貨車)

2.全面人工回數票收費排放量=表6-2-8的總通過量*表6-2-5人工回數票收費平均排放量

3.人工與ETC計次收費並行=表6-2-8的人工收費通過量*表6-2-5人工回數票收費平均排放量+表6-2-8的ETC計次收費通過量*表6-2-6 ETC計次收費平均排放量

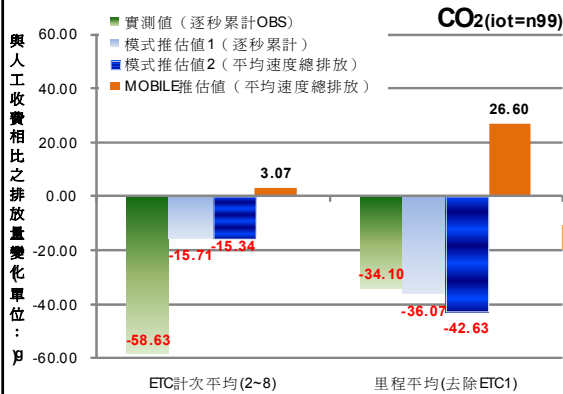
4.全面ETC里程計費排放量=表6-2-8的總通過量*表6-2-7 ETC里程計費排放量。

資料來源：本計畫推估

49

案例1.國道收費型式

-不同應用整合方式之模式值比較



註：以單一車道、收費站區間2km計算。

資料來源：1.本計畫實驗A車 N99之推估值；

2. MOBILE-Taiwan，96年度非北南縣市之自用小客車能耗/排放係數。

3.本計畫。

就不同收費方式而言，本計畫推估結果之減量結果與實測值略有差異，但仍能反應出ETC收費具有能耗/CO₂排放減量效益的效益

相對地，MOBILE推估結果則是實施ETC計次或里程收費，其能耗/CO₂排放量均高於人工收費，不符合實測結果

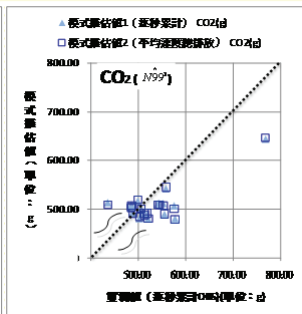
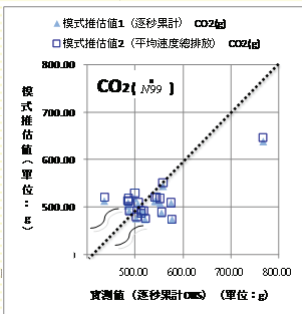
50

案例1.國道收費型式

-不同推估曲線與應用整合方式模式值比較

	實測值	N99 - 逐秒累計		N99 - 平均速度總排放		N99 ³ - 逐秒累計		N99 ³ - 平均速度總排放	
		CO ₂ (g)	誤差(%)	CO ₂ (g)	誤差(%)	CO ₂ (g)	誤差(%)	CO ₂ (g)	誤差(%)
人工平均	555.54	527.80	-5.0%	535.05	-3.7%	526.16	-5.3%	526.59	-5.2%
ETC計次平(2~8)	496.91	512.09	3.1%	519.72	4.6%	509.83	2.6%	508.88	2.4%
里程平均(去除ETC1)	521.44	491.73	-5.7%	492.42	-5.6%	490.43	-5.9%	491.08	-5.8%

註：以實驗A車、單一車道、收費站區間2km計算。
資料來源：本計畫



註：以實驗A車、單一車道、收費站區間2km計算。
資料來源：本計畫

本計畫所建構之2種動態推估曲線 (N99 及 N99³)，在各個速度下之推估能力皆已具備一定程度之可信度

但 N99 推估能力略優

且可同樣適用於逐秒累計與平均速度加總等兩種估算方式

但平均速度加總之推估較為簡便

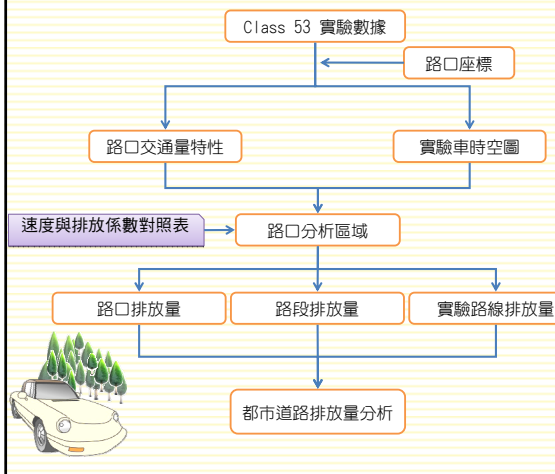
上述四種推估值皆符合道路調查實測值

未來應用於運輸規劃模式整合時，可直接使用路段 (LINK) 平均速度與旅行時間輸出項，即可與本計畫之推估曲線結合，進行不同交通政策方案評估

51

案例2.都市道路排放

-案例分析方法



註：以實驗B車資料庫為分析基礎。

計算基準

- 僅觀察單一車輛CO₂排放行為
- 依據實驗B車通過文心路 (文心南路-文心路1~4段) 之實際行駛速率數據
- 搭配實驗B車速度與排放係數對照表 (依據 N99 動態推估曲線展開)
- 區分為路段、路口區域 (停止線前後50公尺)，分別計算

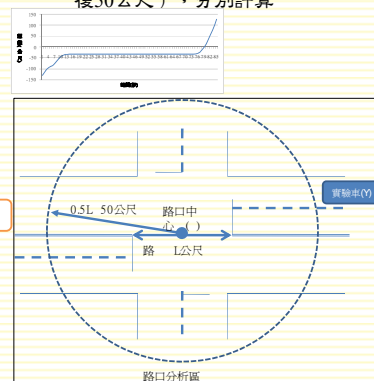


圖6.3.5 路口分析區域示意圖

52

案例2.都市道路排放

表6.3-3 路口與路段CO₂平均排放比較

編號	(1)總排放量(g)			(2)單位時間平均排放率(g/s)			(3)單位長度平均排放率(g/km)		
	合計	路口	路段	合計	路口	路段	合計	路口	路段
1	3,781	2,375	1,406	2.11	1.98	2.37	345.37	452.81	249.91
2	3,994	2,591	1,403	2.07	2.04	2.13	363.93	493.84	249.34
3	3,437	2,101	1,336	2.16	2.03	2.39	319.42	400.56	237.52
4	3,804	2,117	1,687	2.11	2.05	2.17	353.55	403.58	299.84
5	4,043	2,040	2,003	2.09	2.04	2.14	367.65	388.81	356.13
6	4,062	2,145	1,917	2.02	1.93	2.12	377.39	408.90	340.68
7	4,174	2,415	1,759	2.07	2.01	2.15	378.50	460.34	312.74
8	3,782	2,328	1,454	2.10	1.99	2.32	350.76	443.71	258.53
9	3,751	1,941	1,810	2.09	2.03	2.17	344.69	369.97	321.81
10	3,548	2,284	1,264	2.14	2.02	2.42	322.39	435.36	224.72
11	3,574	2,011	1,563	2.13	2.13	2.13	326.76	383.33	277.78
12	4,458	2,654	1,804	2.03	1.95	2.17	411.47	505.93	320.66
平均	3,867	2,250	1,617	2.09	2.01	2.21	355.16	452.81	249.91
比例	100%	58%	42%	100%	96%	106%	100%	121%	81%

註：(1)總排放量是以現點速度逐秒累計的方式加以計算。本計畫實驗B車 N99 之推估值

(2)單位時間平均排放係以(1)計算所得之排放量除以行車時間。

(3)單位距離平均排放係以(1)計算所得之排放量除以行車距離。

資料來源：本計畫實驗B車 N99 之推估值

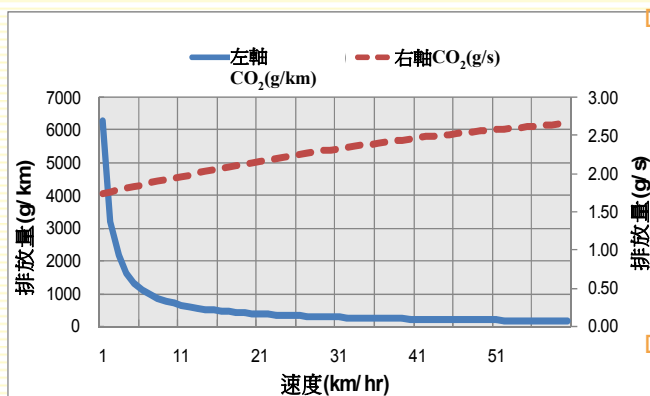
以觀察路線排放總量而言，路口排放影響高於路段

改善路口
停等情形
對於排放
減量應有
明顯助益

53

案例2.都市道路排放

-不同速度下單位時間與單位距離排放曲線比較



比較排放率單位：傳統 g/km 與本計畫 g/s

市區道路因號誌或其他因素導致總行車時間增加時，傳統單位距離排放率完全無法反應其對排放的影響（旅行距離沒有改變）

本計畫時間單位排放率能夠概略估算出所增加的排放量；且即使不區分路口、路段排放量差異，推估誤差也可控制在可接受範圍

未來模式推估能耗排放總量時，可以應用本計畫提出之單位時間能耗/排放率進行，無須區分路段或路口差異

註：單位時間排放量(g/s)以表6.3-1內容進行繪圖，單位距離排放量(g/km)則以單位時間排放量進行轉換，但當速度為0時，則單位距離排放量為無限大

資料來源：本計畫以實驗B車道路實驗數據推估（前式4-1）

54

案例2.都市道路排放

-瞬時車速與平均車速推估結果差異

編號	平均速度計算				現點速度逐秒累計	(6=4/5*100%-100%)平均速度替代逐秒累計估算誤差比例
	(1)行駛時間(s)	(2)平均速度(km/hr)	(3)對應之排放係數(g/s)	(4=3*1)總排放量(g)	(5)總排放量(g)	
1	1,795	22	2.18	3,918	3,781	4%
2	1,931	20	2.15	4,145	3,993	4%
3	1,594	25	2.24	3,563	3,437	4%
4	1,807	22	2.18	3,945	3,804	4%
5	1,936	20	2.15	4,155	4,043	3%
6	2,014	19	2.13	4,285	4,062	6%
7	2,020	19	2.13	4,298	4,174	3%
8	1,798	22	2.18	3,925	3,782	4%
9	1,792	22	2.18	3,912	3,751	4%
10	1,655	24	2.22	3,671	3,548	3%
11	1,676	23	2.20	3,688	3,574	3%
12	2,191	18	2.11	4,620	4,458	4%
平均	1,851	22	2.16	4,011	3,867	4%

資料來源：本計畫實驗B車之推估值

□ 利用現點速度及平均速度推估的總排放差異不大，僅約3~6%

□ 未來模式推估應用時，可以平均速度方式估算排放量，無須採用複雜的逐秒累計方式估算

55

案例2.都市道路排放

-瞬時車速與平均車速推估結果差異

□ 單位長度排放

- 路口>路段
- $453 > 250\text{g/km}$

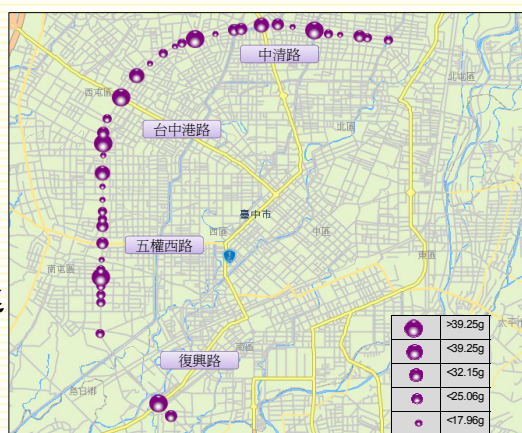
□ 單位時間排放

- 路口<路段
- $2.01 < 2.21\text{g/s}$

□ 瞬時車速與平均車速

- 推估排放差異比<6%

□ 路口排放圖形展示



56

陸、結論與建議



57

結論(1/5)：本計畫目的與運輸規劃與能源消耗、污染排放整合模式研擬

- 本計畫係一項先導研究(pilot study)，由運輸規劃的角度出發，建構運輸行為與能源消耗、污染排放之關連性，發展一套整合性的評估架構。
- 運輸規劃與能源消耗、污染排放整合模式之研擬：本計畫所建立之各種道路類型之能耗、污染排放曲線（以速度為參數），可與運輸需求模式輸出之各道路類型、各速度條件下之路段延車小時結合，以計算各路段能耗與排放總量；最後再加上冷車啟動之能耗、排放量，可得到整體公路系統之能耗、排放總量。



58

結論(2/5)：車輛動靜態特性與能源消耗、污染排放之關聯分析

- 建立一組能耗/排放資料庫：
 - 實驗車輛：中華Space Gear 2.4、國瑞TOYOTA YARIS 1.5E
 - 道路實驗：HORIBA OBS-2200車載量測設備；7種道路類型上之逐秒能耗/排放資料；實驗A車、B車分別各取得160,572筆、104,121筆有效數據
 - 實驗室實驗：HORIBA系列之實驗室設備，實驗A車、B車分別各取得35,154筆、16,282筆有效數據
 - 建立實驗室法規審驗測試標檢值與各道路類型之能耗/四種排放物調整因素表
- 研究對象：以能耗(FUEL)和CO₂排放為主要研究對象，進行各實驗項目間之轉換率分析，並建立完整關聯模式。
 - 其他排放物(CO、THC、NO_x)則針對關鍵實驗(#99及#0)建立其不同速度之調整因素表
- 各實驗項目間之轉換率分析：本計畫針對實驗設計中之各實驗項目分別拆解，以探討兩兩實驗項目間之能耗/排放關係(亦即轉換率，以差值或變動比例等方式呈現)，並嘗試以車輛之動態影響因素(速度)作為解釋變數，探討各轉換率與速度間之關連性。



59

結論(3/5)：運輸規劃與能源消耗、污染排放整合模式之建構結果

- 本計畫分別可以兩種方式建構運輸規劃與能源消耗、污染排放之整合模式。
 - 其中，以連結各轉換率方式建構之能耗/CO₂動態曲線(\hat{N}_{99}^3)，較具經濟性與可行性，同時又能有效鏈結運輸、環保及車輛等各領域之模式建構方法，以利未來模式具備持續性發展的可能性。
- 以實驗車輛在各種道路類型上取得之隨速度變動的能耗/排放資料，直接建構動態的能耗/排放曲線(\hat{N}_{99})；
 - 實驗A車：能耗/排放率為速度之三次多項式，但Class1為速度之二次多項式
 - 實驗B車：能耗/排放率為速度之二次多項式
- 統計量(t值、F值)、解釋能力(adj-R²)、圖形配適均佳



60

結論(4/5)：運輸規劃與能源消耗、污染排放整合模式之建構結果

- 分析實驗室標檢值與實際道路間，各實驗項目之間的關聯性，並選擇推估能力較佳的一組轉換率 ($R11$ 、 $R12$) 加以連結後，分別建構兩實驗車輛之能耗/ CO_2 關聯模式 ($N99^3$)。
- $R12$ (將 $N7$ 展開為動態曲線之轉換率) 為速度之四次多項式
 - ◆ 鄒檢定顯示 $R12$ 具可移轉性，A、B車可通用一組 $R12$
- $R11$ (實驗環境與行車型態之綜合轉換率) 為速度三次方 Spline曲線之自然指數函數，速度切點為25km/hr
- 依據所建構函數之統計量 (t值、F值)、解釋能力 ($adj-R^2$)、圖形配適，以及推估值與實際值之殘差分析等，綜合顯示：



勢

61

結論(5/5)：運輸規劃與能源消耗、污染排放整合模式之應用與案例探討

- 案例分析目的：驗證本計畫所建構關聯模式之正確性與可操作性，以作為後續建構整合模式與進行政策分析探討的基礎。
- 國道收費方式：實驗A車；全面人工回數票、人工與ETC計次收費並行以及全面ETC里程收費。
 - 本計畫所建構之模式能夠忠實呈現各速度下之真實動態能耗/ CO_2 排放量；而MOBILE-Taiwan則明顯低估。
 - 本計畫模式能夠確實反應出ETC收費具有能耗/ CO_2 排放減量效益；相對地，MOBILE-Taiwan則呈現不符合實際測試情形之推估結果。
 - 透過本案例分析驗證本計畫所建構之兩動態推估曲線，在各個速度下之推估能力皆已具備一定程度之可信度；且分別適用於逐秒累計與路段平均速度加總等兩種估算方式。
- 都市道路排放：實驗B車；路口排放特性。
 - 改善路口的停等情形對於排放減量應有明顯的助益；
 - 利用實驗車GPS座標與地圖座標，將路口排放資料與地圖相結合，並以球型大小呈現各路口平均每趟次的 CO_2 排放量；
 - 路口排放對觀察路線總排放的影響較大；
 - 以不同單位估算之排放量結果有所差異，但誤差在可控制範圍內，顯示未來模式推估能耗/排放總量時，可以應用單位時間能耗/排放率進行，無須區分路段或路口差異，即可得到具平均行駛速率敏感性的結果；
 - 以逐秒累計與平均速度加總之推估結果差異：兩者差異不大，僅約3~6%。因此，若速率流量曲線對於旅行時間具有良好的推估能力，則可直接用各路段之平均速度推估排放量。



62

建議(1/6)：關聯模式之穩定性與推估能力之準確度提升

□ R7轉換率（車重/頭燈/空調之綜合轉換率）

- 現階段研究瓶頸：因缺少實驗B車之#5實驗數據，故無法釐清兩車R7分別受重量（R3）或有無開頭燈、開空調（R6）等差異之影響程度
- 後續研究建議：建議補足B車之完整實驗項目，以確保實驗調查資料的完整性，以找出較為穩定且一致的轉換關係；並嘗試以其他路徑建構整體模式，提升整體模式推估能力之可靠度。

□ R11(實驗環境與行車型態之綜合轉換率)

- 現階段研究瓶頸：R11轉換率，會受到車輛特性、道路類型之影響而有所差異；且R2與R8兩轉換率之關鍵實驗#8無法完全複製各道路類型行車型態，但因在研究時間之限制下，尚無做深入的探討與分析。
- 後續研究建議：建議可將R11之綜合轉換率加以拆解，或考慮以其他方式重新分析R8、R2兩轉換率，並嘗試以其他模式建構路徑，改善整體模式推估能力之可靠度與穩定性。

□ 能耗/排放單位轉換



- 現階段研究瓶頸：本計畫研究成果所使用之動態能耗/排放推估曲線，與傳統模式所慣用之曲線不同，因此可能造成將來實際應用時，無法直接且快速地判斷平均旅行速度變化，對於能耗/排放總量之影響。
- 分別以不同單位（如g/sec或g/km等）呈現之模式推估結果，進行比較分析，並驗證本計畫關聯模式之穩定性。

63

建議(2/6)：整體模式完備性之增進與應用範圍擴增

□ 短程研究建議：改進本計畫之實驗設計、增加實驗車型等所需研究期間較短、研究成本較低之方式，取得更為完整之分析資料，增進整體模式之完備性。

- 直接建構之實際道路動態推估曲線（ N_{99}^{\wedge} ）修正：排除目前 N_{99}^{\wedge} 曲線之車重影響，找出符合真實情況的道路動態能耗/排放推估曲線。
- 以轉換率建構之道路動態推估曲線（ $N_{99}^{\wedge 3}$ ）修正
 - ◆ 實驗B車實驗室實驗補測：為確保兩車關聯模式能夠相互比對，建議後續研究可針對實驗B車進行#5與EU行車型態之實驗室實驗補測。
 - ◆ 兩實驗車輛之#10實驗補測：後續研究如欲嘗試以該路徑建構關聯模式時，應先完成完整之#10實驗，並可在本計畫所提供之分析基礎上，分別針對這轉換率之統計比對與驗證（如R7與R9、R8與R10等）
 - ◆ 實驗室資料庫融合（EU行車型態之資料補充調查）：補充調查EU行車型態之實驗室實驗，並嘗試將其與FTP資料庫融合，以完備高速（ $V > 96 \text{ km/hr}$ ）區間內之推估曲線。



64

建議(3/6)：整體模式完備性之增進與應用範圍擴增

- 新增道路類型實驗：為完整推估公路系統之能源消耗、排放情況，仍需要進一步建立省道山區1車道（Class 21）、縣道低干擾1車道（Class 33）等道路類型。
- 新增實驗車型：因本計畫所選取之2實驗車輛在車種與配備特性上之顯著差異，導致難以判定造成2車關聯模式或調整因素之歧異(如R11、R0等)影響因素，因而無法推廣應用至其他車型。建議後續研究中可逐步測試其他市場總量占比較大之車款，並盡可能控制車輛特性（包含環保標準、EGR等）等條件，以減少因實驗車輛特性差異所造成之推估誤差，並驗證所建構模式在各車型間之適用性。
- 長程研究建議：長期而言，建議後續研究可進一步蒐集其他車種動態之能耗、排放特性參數與其能耗、排放關聯模式，如城際客運、機車與市區公車等資料庫建置，並將其分別納入城際模式與都會地區模式中，以建立完備之綜合評估模式。後續可試分析高速公路全體ETC匝道收費、地區轉運站、公車專用道及公車路網調整方案等案例之能耗/排放效益比較分析。



65

建議(4/6)：資料蒐集、處理與模式建構過程經驗分享

- 實驗設計與流程注意事項
 - 實驗時程安排：配合實驗車輛的不同，車載量測設備需搭配之零配建議有所差異，建議研究在進行類似之實驗時程安排時，可盡早確定實驗車型，以避免影響實驗進度。
 - 實驗車輛選取條件：需考慮實驗車輛之車齡與累積行駛里程狀態，避免選用新車進行實驗，以免影響量測數據之正確性。
 - 案例分析需求：實驗設計階段時，需充分考量案例分析之需求，以調整實驗設計路線、或添購實驗所需之硬體設備。
 - 模式建構代號系統性替換：本關聯模式因尚屬持續建構階段，因此所使用之符號無法直接理解，建議後續研究待研究結果穩定後，可就各代號之意義，以直觀、易於理解的方式系統性替換之。



66

建議(5/6)：資料蒐集、處理與模式建構過程經驗分享

資料擷取、處理與篩選

- **資料有效性判讀：**建議後續研究應改善目前車載設備儀器資料取得之完整性，取得完整之車輛引擎運轉資料，並建立合理的資料篩檢邏輯，確保建構模式之資料數值的可信度。
- **實驗配重影響：**為維持兩實驗車輛之車重條件相同，因此實驗B車之實驗配重負荷，可能造成實驗B車所得數據之可靠性降低。建議後續研究在實驗室中，以不同的實驗配重進行相同實驗，以釐清實驗配重對於數據造成之影響。
- **行車型態之代表性：**由本計畫實驗結果發現，複製至實驗室中的行車型態，仍無法完全複製實際道路之行車狀態。此結果說明現行法規審驗測試中，同樣所採用之各區域行車型態(速度-時間曲線)可能也有類似的問題存在，值得法規審驗測試或代表性行車型態之相關研究重視探討。



67

建議(6/6)：資料蒐集、處理與模式建構過程經驗分享

各領域間資料整合

- 法規審驗測試之標檢值來源不一（來自於不同測試機構、不同選手車或不同法規審驗測試型態等），可能造成本計畫成果應用之困難，以及模式應用範圍之限制。
 - 道路類型之定義：目前運輸規劃模式所採用的路網資料，部分路段之道路類型的定義不盡然恰當，可能需要進一步予以檢討釐清。
 - 本計畫現階段所建構之模式推估值，乃以車輛瞬時資料建構之動態能耗/排放曲線為主；而運輸規劃模式之輸出項則為以路段(LINK)為基礎的平均速度與旅行時間。建議後續研究可針對兩者間之接合方式進行更多的探討。
 - 路口參數之建立：目前的運輸規劃軟體在建立路網時通常只考慮路段節線的屬性，未來應把路口跟路段分開考慮，以加強運輸規劃模式的排放推估能力。
- 研究成果呈現方式：加強圖形展示功能，以利於將研究成果傳遞給各界，加強相關政策推動時的宣導效果。
- 運輸模式整合應用：與盤查機制等相關研究案的整合，並進行案例之分析，如小客車使用期間開徵破稅之方案比較：隨車徵收、隨油徵收。



68

報告結束 敬請指教



參考附件資料

- ☐ 附件一 相關研究成果發表
- ☐ 附件二 不同推估方程式之殘差圖形
- ☐ 附件三 其他分析資料補充



附件一 本計畫相關研究成果發表

- 江岳翰、陳佳良、莊志偉（2008年3月）。**實車道路能源消耗與污染排放之研究**。中華民國燃燒學會第十八屆學術研討會：國立雲林科技大學。
- 溫蓓章、林國顯等5人（2008年5月）。**具備永續發展指標之整合性評估架構：納入車輛能耗與排放關聯分析之運輸規劃評估模式**。第七屆亞太運輸發展會議：南京東南大學。
- 陳佳良（2008年6月）。**實車道路能耗/污染排放之技術**。「研究車輛能耗與排放的新工具：車載量測儀器及其應用」研討會：中華經濟研究院。
- 鍾慧諭（2008年6月）。**實車道路能耗/污染排放之技術**。「研究車輛能耗與排放的新工具：車載量測儀器及其應用」研討會：中華經濟研究院。
- 陳佳良、江岳翰、高祥富、莊志偉（2008年10月）。**車載量測系統應用於實際道路之研究**。中華民國第十三屆車輛工程學術研討會：台北明志科技大學。
- 陳佳良、江岳翰、高祥富、莊志偉（2008年11月）。**實車動態行駛之能源消耗與排放研究**。中華民國環境工程學會2008空氣污染控制技術研討會：國立台灣大學。
- 陳韋伶、溫蓓章、莊志偉、楊幼文（2008年11月）。**配備EGR系統車輛之NO_x排放動態曲線：運用車載量測系統之道路實測分析**。中華民國環境工程學會2008環境資訊研討會：國立台灣大學。

71

附件二 不同推估方程式之殘差圖形



72

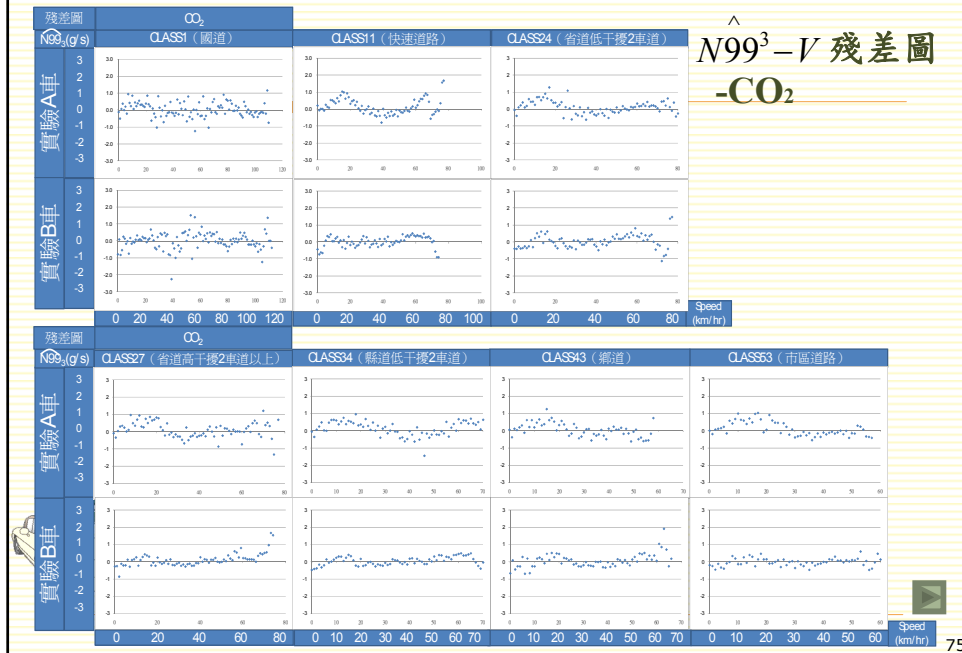
附件二 不同推估方程式之殘差圖形



附件二 不同推估方程式之殘差圖形



附件二 不同推估方程式之殘差圖形



附件三 其他分析資料補充 模式建構各流程調整 (97年與96年之差異)

- ☐ 資料蒐集與過濾：刪除無效資料
- ☐ 資料初步分析：資料庫重整與分析
 - #0、#7：納入FTP-HY資料，並進行資料庫重整
 - #8、#99：增加SAFDs圖形分析
- ☐ 轉換率建構：嘗試不同的轉換率建構方式
 - R7：差值、變動比例
 - R11：R2與R8之綜合轉換率
 - R0與R12：能耗/排放平均值展開之轉換率建構



關聯模式建構：研究範圍調整與路徑調整

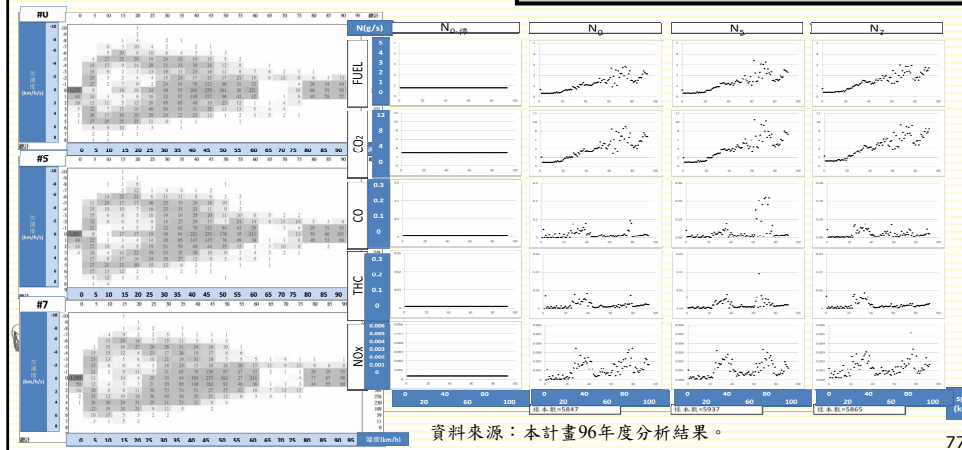
- 僅針對FUEL/ CO_2 建構關聯模式
- 選擇較為穩定的模式建構路徑

附件三 其他分析資料補充

實驗室各實驗項目之SAFDs與N-V分布圖(96) (A車：#0→#7)

因法規審驗測試行車型態(FTP-UB)特性所致，各速度區間之樣本數不均。

樣本數較少之速度區間，其能耗/排放率較不穩定。



77

附件三 其他分析資料補充

實驗室各實驗項目之SAFDs與N-V分布圖(97) (A車：#0→#7)

納入FTP-HY資料，建構綜合資料庫，並重新進行分析。

高速樣本數增加，確實降低N-V分布的變動幅度。

圖3.2.2 各實驗之速度/加速度分布矩陣(SAFDs)圖

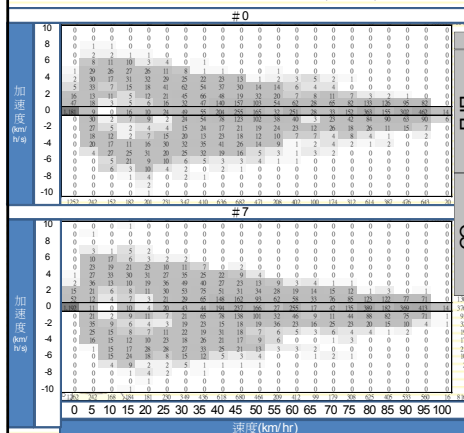
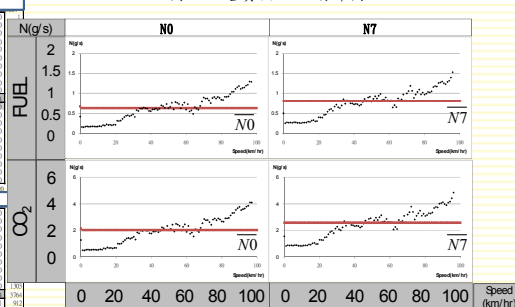


圖3.2.2 各實驗之N-V分布圖



註：圖中實心點為兩實驗所取得之實際能耗/排放值(N0-V與N7-V)；實線則為兩實驗所得之能耗/排放平均值(N0、N7)。

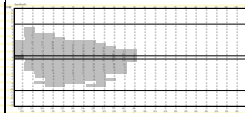
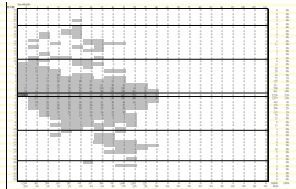
資料來源：本計畫。

78

附件三 其他分析資料補充

道路實驗與實驗室之SAFDs與N-V分布差異 (A車：#8→#99)

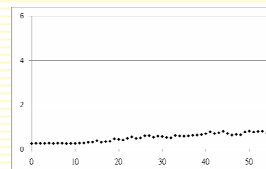
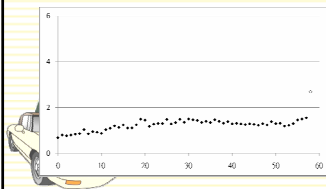
各道路類型之速度/加速度分布矩陣(SAFDs)圖



無法將真實世界之駕駛行為，完全複製至實驗室中。

A-#99-C53

A-#8-C53



實際道路與實驗室之N-V分布趨勢有所差異，可能是受到速度以外之因素影響（如：加減速度、引擎負載等）。

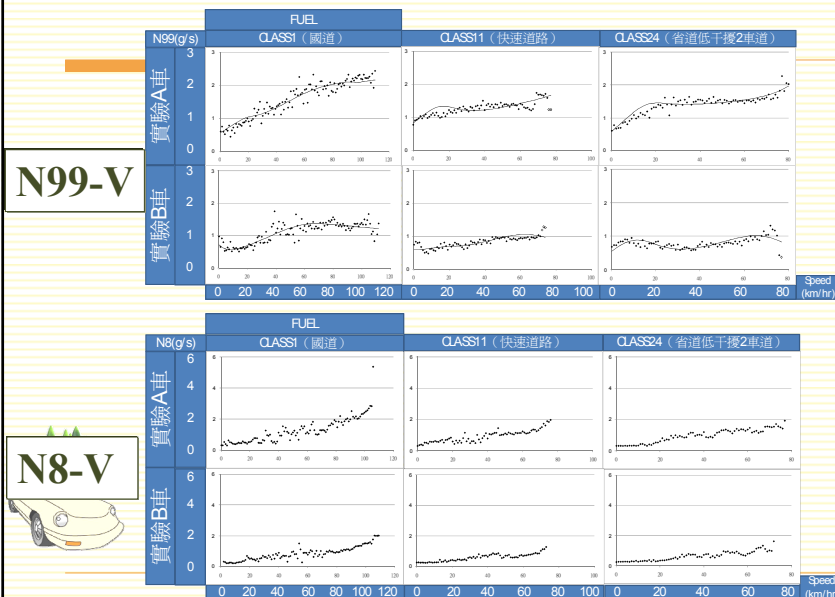
A-#99-C53
(FUEL)

A-#8-C53
(FUEL)

79

附件三 其他分析資料補充

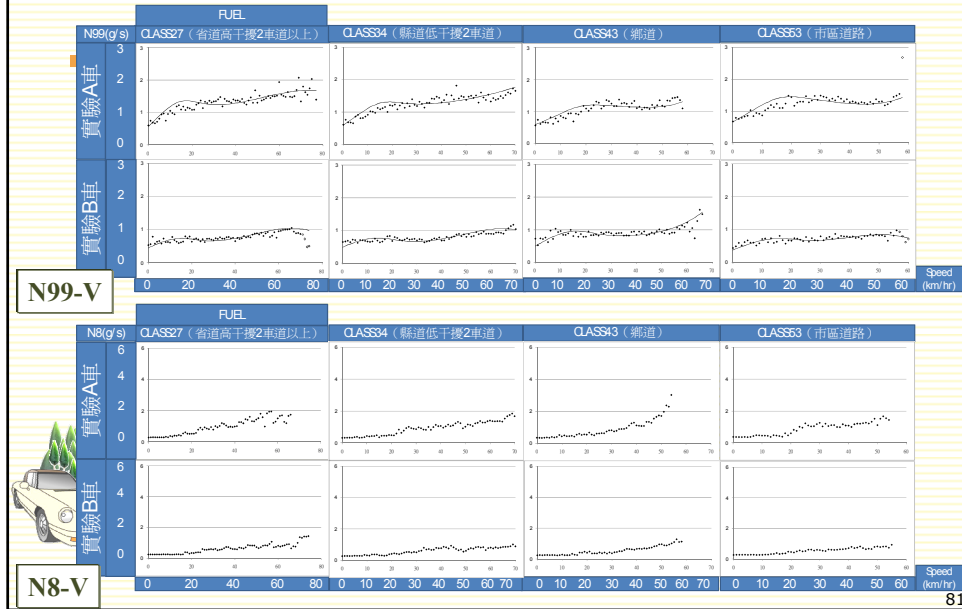
N99-V與N8-V比較圖（以FUEL為例）（1/2）



80

附件三 其他分析資料補充

N99-V與N8-V比較圖（以FUEL為例）（2/2）



81

模式建構路徑比較

模式建構路徑	長虛線路徑：路徑1	雙實線路徑：路徑2
轉換關係	$N99_1 = N0 \times R0 \times R7 \times R8 \times R2$	$N99_2 = N0 \times R0 \times R10 \times R9 \times R2$
所需轉換率	$R7$ ：#7與#0關係 $R8$ ：#8與#7之關係	$R9$ ：#8與#10之關係 $R10$ ：#10與#0之關係
轉換關係意涵差異	實驗條件下所建構之道路類型與法規行車型態轉換關係。	法規測試條件下所建構之道路類型與法規行車型態轉換關係。
轉換關係特點	尚未排除重量差異、是否開頭增空調的差異，可能使 $R8$ 的轉換關係相對較不穩定。	已排除重量差異、是否開頭增空調的差異，可能使 $R10$ 的轉換關係相對較為穩定。
優點	#7實驗次數與經費較為節約，有利降低後續研究成本。(同一種法規測試重複3次) $R7$ 轉換率，有既有文獻可供參考比對。	$R10$ 關係式建構在法規車重之條件下，可避免實驗車輛特性差異，對於 $R8$ 所造成之影響。
	$R8$ 可能受到實驗車輛特性差異影響，而導致轉換率較不穩定。	#10之實驗次數與經費較#7高，不利後續研究。(各道路類型x2段x3次，以本計畫實驗設計為例，應共進行42次實驗) 受限於研究經費，實驗A車僅挑選兩種道路類型(CLASS1與27)，進行#10實驗。 $R9$ 轉換率，較為不穩定，且無法直接參照文獻。

註：實驗條件：開頭燈、開空調、車輛搭載車載量測設備之狀態；法規測試條件：不開空調、不開頭燈、車輛為空車。
資料來源：本計畫。

82

其餘各轉換率比對：R0（將 $\overline{N0}$ 展開為動態曲線之轉換率）
 本計畫假設：兩車應無顯著差異並可合併。
 初步驗證結果：以圖形判斷兩車之R0轉換率變動趨勢相似度非常高，但在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下，無法通過鄒檢定，因此，目前尚無法判定R0在不同車型間具有可移轉性。

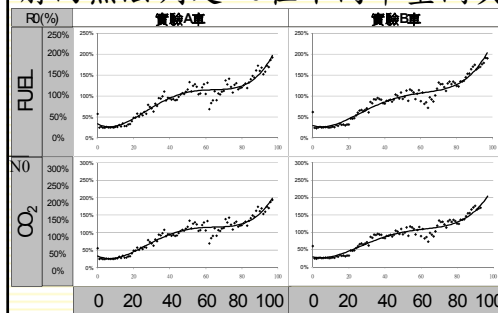


圖 5.2.1 R0-V 與 $\hat{R0}-V^4$ 對照圖

$$\hat{R0} (FUEL/CO_2) : a+bV+cV^2+dV^3+eV^4$$

其中： $\hat{R0} (FUEL/CO_2)$ ：該秒之R0推估值；

v：該秒之瞬時速度(km/hr)；

a：常數項；

b：V項之係數；

c：V²項之係數；

d：V³項之係數；

e：V⁴項之係數。

表 5.2-1 兩實驗車輛之 $\hat{R0}$ 鄒檢定表

資料來源：本計畫

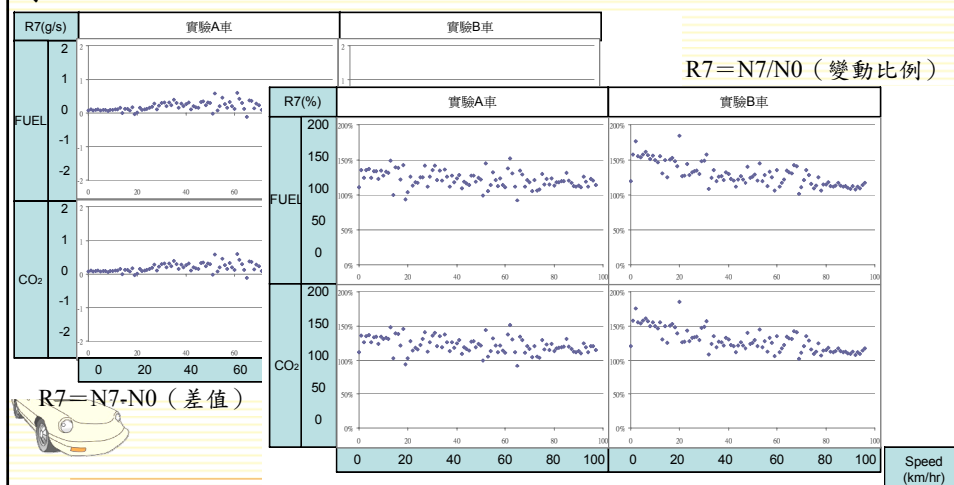
$\hat{R0}$	實驗車輛	方程式係數					CHOW-TEST			
		a	b	c	d	e	ESS	N	K	F值
FUEL	A	0.3300505	-0.0235351	0.0022040	-0.0000394	0.0000002	ESSA	1.23891	98	
	B	0.2985081	-0.0134102	0.0015765	-0.0000287	0.0000002	ESSB	1.11209	98	
	AB	0.3142793	-0.0184726	0.0018903	-0.0000341	0.0000002	ESSAB	2.50794	196	
CO ₂	A	0.3321777	-0.0244441	0.0022377	-0.0000398	0.0000002	ESSA	1.21506	98	
	B	0.2946210	-0.0129168	0.0015599	-0.0000285	0.0000002	ESSB	1.10508	98	
	AB	0.3133993	-0.0186805	0.0018988	-0.0000341	0.0000002	ESSAB	2.46925	196	
										F統計量
										檢定結果

83

其餘各轉換率比對：R7(車重/頭燈/空調之綜合轉換率)

本計畫假設：R7為一不受車速影響之定值。

初步驗證結果：此綜合差異轉換率可能會受到車輛特性之影響而有所不同，包含其與速度之相關性以及其隨速度之變動趨勢等。



84

兩車R7不同估算方式結果比較

	R7=N7-N0 (差值)	R7=N7/N0 (變動比例)
文獻回顧	缺	根據以往文獻中，多以變動比例方式估算重量、開空調對於能耗的影響，但缺乏對於CO ₂ 之影響，且並無特別探討開頭燈對於能耗/排放影響的相關文獻。
圖形比較	<ul style="list-style-type: none"> 速度<10：兩者近似同一數值 速度>10：A-R7變異程度高於B-R7 	<ul style="list-style-type: none"> 低速區間：B-R7數值較A-R7高 兩者變異程度相似
與速度之相關性	<ul style="list-style-type: none"> A-R7：與速度成正相關（高） B-R7：與速度成正相關（低） 	<ul style="list-style-type: none"> A-R7：與速度成負相關（低） B-R7：與速度成負相關（高）
成對檢定結果	兩車R7之間顯著不相等	兩車R7之間顯著不相等
顯示意涵	同	開頭燈、空調以及重量差異（222KG）之影響，對於不同車輛而言，其影響程度有所差異
	異	<ul style="list-style-type: none"> 對實驗A車而言，開頭燈、空調以及重量差異（222KG）之影響程度，可能隨速度變動而有所差異 對實驗B車而言，開頭燈、空調以及重量差異（222KG）之影響程度，可能隨速度變動而有所差異 速度越高，開頭燈、空調以及重量差異（222KG）之影響程度越明顯

資料來源：本計畫。

85

其餘各轉換率比對：

R2(實驗環境差異轉換率)

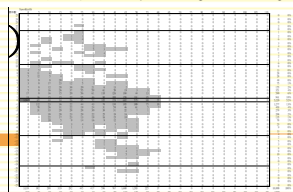
本計畫假設：R2為一不受道路類型影響之轉換率

初步驗證結果：

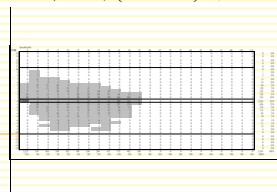
R2為一與速度具有關聯性之轉換率，且在速度為20~25km/hr時，有明顯的斷層存在。

二車除國道（CLASS1）之外，其餘道路類型之R2隨速度的變動趨勢雖然大致相仿；但個別車輛在不同道路類型間，其隨速度變化趨勢樣態，似乎會因道路類型而有所差異。

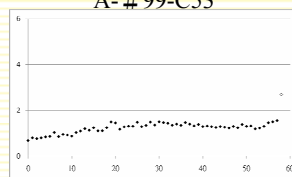
各道路類型之速度/加速度分布矩陣(SAFDs)圖



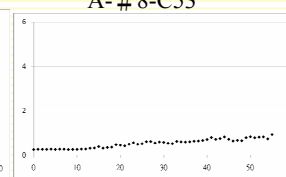
A-#99-C53



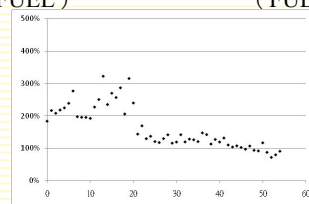
A-#8-C53



A-#99-C53
(FUEL)



A-#8-C53
(FUEL)



$$A-R2-C53 \text{ (FUEL)} = \frac{N_{99}}{N_8} \times 100\%$$

86

其餘各轉換率比對：R8(行車型態差異轉換率)

□ 本計畫假設：R8為一隨道路類型而有所不同的轉換率。

$$R8 = \frac{N8}{N7} \times 100\%$$

□ 初步驗證結果：

■ 兩實驗車輛之R8，與速度之相關性皆不高，趨近於一定值；

■ 除了少數道路類型之外(A車：CLASS43與CLASS53；B車：CLASS11與CLASS24之間)，此一R8轉換率定值，在多數道路類型間，皆可視為相同數值，並無顯著差異存在。



87

表5.3-1 A-R8與速度之相關係數表

R8	CLASS1	CLASS 11	CLASS 24	CLASS 27	CLASS 34	CLASS 43	CLASS 53
FUEL	-0.01	-0.35	0.09	0.32	0.29	0.14	-0.26
CO ₂	-0.02	-0.35	0.09	0.31	0.29	0.14	-0.25

表5.3-4 A-R8之各道路類型間兩兩平均值檢定

FUEL	CLASS1	CLASS 11	CLASS 24	CLASS 27	CLASS 34	CLASS 43	CLASS 53
CLASS1	-						
CLASS 11	1.31937	-					
CLASS 24	0.19246	-1.34315	-				
CLASS 27	1.67818	-0.02228	1.88436	-			
CLASS 34	0.06668	-1.34167	-0.13513	-1.77596	-		
CLASS 43	2.31440	0.71021	2.52835	0.90268	2.41964	-	
CLASS 53	2.89563	0.97018	3.37449	1.29725	3.10616	0.21355	-
CO ₂	CLASS1	CLASS 11	CLASS 24	CLASS 27	CLASS 34	CLASS 43	CLASS 53
CLASS1	-						
CLASS 11	1.38926	-					
CLASS 24	0.33184	-1.31107	-				
CLASS 27	1.78162	-0.01455	1.84655	-			
CLASS 34	0.14666	-1.35280	-0.19320	-1.80481	-		
CLASS 43	2.43183	0.72707	2.53456	0.91845	2.47610	-	
CLASS 53	3.03510	1.03150	3.35128	1.35897	3.16749	0.27712	-

註1：表中數值為兩道路類型之平均值檢定統計量(Z值)。

註2：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。

資料來源：本計畫。

88

表5.3-1 B-R8與速度之相關係數表

R8	CLASS1	CLASS 11	CLASS 24	CLASS 27	CLASS 34	CLASS 43	CLASS 53
FUEL	-0.08	-0.13	0.28	0.35	0.18	0.16	-0.31
CO2	-0.09	-0.15	0.27	0.34	0.17	0.16	-0.32

表5.3-5 B-R8之各道路類型間兩兩平均值檢定

FUEL	CLASS1	CLASS 11	CLASS 24	CLASS 27	CLASS 34	CLASS 43	CLASS 53
CLASS1	-						
CLASS 11	-0.60083	-					
CLASS 24	1.28620	2.07954	-				
CLASS 27	0.64215	1.42975	-0.77828	-			
CLASS 34	0.89620	1.62206	-0.38368	0.34717	-		
CLASS 43	-0.20069	0.35436	-1.44730	-0.83771	-1.06941	-	
CLASS 53	0.18429	0.87870	-1.21868	-0.50511	-0.79089	0.39409	-
CO2	CLASS1	CLASS 11	CLASS 24	CLASS 27	CLASS 34	CLASS 43	CLASS 53
CLASS1	-						
CLASS 11	-0.68903	-					
CLASS 24	1.25358	2.14193	-				
CLASS 27	0.57740	1.46131	-0.81363	-			
CLASS 34	0.82853	1.64220	-0.42301	0.33896	-		
CLASS 43	-0.20072	0.44117	-1.42028	-0.77843	-1.00729	-	
CLASS 53	0.16650	0.95853	-1.20522	-0.45462	-0.73705	0.37807	-

註1：表中數值為2道路類型之平均值檢定統計量(Z值)。

註2：在顯著水準下，值 >1.96 則拒絕 H_0 假設， $H_0: () - () = 0$ ，其中，x與y代表道路類型之編號，如1、11、24、27、34、43、53等，且。黑底白字之標示處表示無法拒絕 H_0 虛無假設，即2道路類型之可視為同一數值。

註3：黑底白字表示在 $\alpha=0.05$ 的顯著水準下達顯著。

資料來源：本計畫。

89

報告結束
敬請指教



90

附錄 4 計畫成果發表清單

1. 時間：2008/3/29
地點：國立雲林科技大學機械系
參與會議：中華民國燃燒學會第十八屆學術研討會
發表論文：實車道路能源消耗與污染排放之研究
2. 時間：2008/5/27
地點：中國南京市東南大學
參與會議：第七屆亞太運輸發展會議
發表論文：建構一套兼納車輛能耗與排放關聯分析之運輸規劃評估模式
3. 時間：2008/6/5
地點：財團法人中華經濟研究院 B003 會議室
主辦會議：研究車輛能耗與排放的新工具：車載量測應用研究研討會
發表論文：(1) 實車道路能源消耗與污染排放之研究
(2) 應用車載量測儀器建構車輛道路行駛動態之能耗、排放關聯模式
(3) On-Board Emission Measurement System OBS-2000
4. 時間：2008/10/31
地點：明志科技大學
參與會議：中華民國第十三屆車輛工程學術研討會
發表論文：車載量測系統應用於實際道路之研究
5. 時間：2008/11/7
地點：台灣大學
參與會議：中華民國環境工程學會 2008 環境資訊研討會
發表論文：配備 EGR 系統車輛之 NO_x 排放動態曲線：運用車載量測系統之道路實測分析
6. 時間：2008/11/7
地點：台灣大學
參與會議：中華民國環境工程學會 2008 環境資訊研討會
發表論文：實車動態行駛之能源消耗與排放研究