

101-142-3395
MOTC-IOT-100- SDB006

城際客運安全駕駛行為 與節能策略之研究



交通部運輸研究所

中華民國 101 年 11 月

101-142-3395
MOTC-IOT-100- SDB006

城際客運安全駕駛行為 與節能策略之研究

著者：許峻嘉、董基良、林志勇、莊凱翔
張開國、葉祖宏、喻世祥

交通部運輸研究所

中華民國 101 年 11 月

ISBN 978- 986-03-4545-2

ISBN 條碼

GPN : 1010102727

定價 200 元

城際客運安全駕駛行為與節能策略之研究 / 許峻
嘉等著. -- 初版. -- 臺北市：交通部運研所，民
101.11

面；公分
ISBN 978-986-03-4545-2(平裝)

1.交通管理 2.汽車駕駛

557

101023233

城際客運安全駕駛行為與節能策略之研究

著者：許峻嘉、董基良、林志勇、莊凱翔、張開國、葉祖宏、喻世祥

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 101 年 11 月

印刷者：肯定實業股份有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 100 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

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

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

GPN：1010102727 ISBN：978-986-03-4545-2 (平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

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

交通部運輸研究所合作研究/計畫出版品摘要表

出版品名稱：城際客運安全駕駛行為與節能策略之研究			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-03-4545-2 (平裝)	政府出版品統一編號 1010102727	運輸研究所出版品編號 101-142-3395	計畫編號 100- SDB006
本所主辦單位：運輸安全組 主管：張開國 計畫主持人：張開國 研究人員：葉祖宏、喻世祥 聯絡電話：(02)2349-6853 傳真號碼：(02)2545-0429	合作研究/單位：龍華科技大學 計畫主持人：許峻嘉博士 研究人員：董基良、林志勇、莊凱翔 地址：桃園縣龜山鄉萬壽路 1 段 300 號 聯絡電話：(02)82093211-5800		研究期間 自 100 年 2 月 至 100 年 12 月
關鍵詞：駕駛行為、實車測試、國道客運			
摘要： 本研究以先進國家已推動有績效的節能減碳策略，以教育及訓練駕駛人駕駛行為為重點，以落實交通部推動運輸部門節能減碳政策。以城際客運大型車輛職業駕駛人為研究對象，與桃園汽車客運股份有限公司合作，透過駕駛行為偵測技術，以找出耗能及危險行為因子；藉由行為回饋課程機制，建立駕駛人其節能及安全駕駛行為。150 人次之駕駛行為資料，包括 30 人城際客運駕駛者其第 1 次駕駛行為前測資料以及接受教育訓練後之兩次駕駛行為後測資料，共 90 人次資料樣本；並包含 99 年 30 人次都會區駕駛者接受教育訓練後之兩次駕駛行為後測資料收集，共 60 人次資料樣本。本計畫除能幫助交通部及客運車隊改善耗能現況，更重要的可以減少大客車肇事的機率，增進乘客舒適及安全性。研究成果可以回饋公路監理部門精進駕訓內容，並協助車隊公司做好駕駛人行為管理及事故預防工作。			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
101 年 11 月	252	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價購。
機密等級： <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 （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） <input checked="" type="checkbox"/> 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

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

TITLE: The study of safety driving behavior and energy conservation strategy for highway bus			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-03-4545-2 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010102727	IOT SERIAL NUMBER 101-142-3395	PROJECT NUMBER 100- SDB006
DIVISION: Safety Division DIVISION CHIEF: Chang, Kai-kuo PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chang, Kai-kuo PROJECT STAFF: Yeh, Tsu-Hung ; Yu, Shih-Hsiang PHONE: 886-2-23496853 FAX: 886-2-25450429			PROJECT PERIOD FROM February 2011 TO December 2011
RESEARCH AGENCY: Lung Hwa University of Science and Technology PRINCIPAL INVESTIGATOR: Hsu, Chun-Chia PROJECT STAFF: Doong, Ji-Liang, Lin, Chih-Yung, Chuang Kai-Hsiang ADDRESS: No.300,Sec.1,Wanshou Rd.,Guishan Shiang,Taoyuan County 33306,Taiwan (R.O.C.) PHONE: 886-2-82093211-5800			
KEY WORDS: driving behavior ; field test ; highway bus			
ABSTRACT: <p>Reducing energy consumption and Greenhouse effect is an important issue for our country. Educating drivers to learn correct driving behavior is a feasible way to achieve this objective. Eco-driving is proved to save up to 7% energy consumption in Europe. The research is to observe driving behavior of professional dual-axle passenger driver by electric recorder installed on the bus. After identifying risky and unstable behavior, the countermeasure to these drivers is proposed to achieve the goal of energy conservation and safe driving. It can also be added in the training course in driving school. The research team cooperated with Taoyuan bus company to collect the highway bus drivers' natural driving data. Four preliminary planning routes were observed for the field test. The driver behavior testing system was used to collect 150 highway bus drivers' first natural driving data.</p> <p>In this research, eco-safe-driving training performance is evaluated by comparing before and after highway bus drivers' natural driving data. Based on the result of this research, research methods can be applied to other bus companies to achieve the promotion of eco-safe driving.</p>			
DATE OF PUBLICATION November 2012	NUMBER OF PAGES 252	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

目錄.....	III
表目錄.....	VI
圖目錄.....	IX
第一章 緒論.....	1-1
1.1 研究背景.....	1-1
1.2 研究範圍與對象.....	1-3
1.3 研究內容與工作項目.....	1-3
1.3.1 建立駕駛行為偵測系統.....	1-3
1.3.2 收集初次駕駛行為資料.....	1-3
1.3.3 建立駕駛行為資料分析準則及技術雛形.....	1-3
1.3.4 進行駕駛行為教育訓練.....	1-4
1.3.5 進行教育後駕駛行為資料收集與績效評估.....	1-4
1.3.6 建立駕駛行為資料庫管理系統雛形.....	1-4
第二章 文獻回顧.....	2-1
2.1 100-Car 自然駕駛觀測研究回顧.....	2-1
2.2 節能駕駛研究文獻回顧.....	2-19
2.3 都會區客運安全駕駛行為與節能策略之研究回顧.....	2-20
2.4 環保駕駛訓練文獻回顧.....	2-30
2.4.1 歐盟環保駕駛.....	2-30
2.4.2 英國環保駕駛.....	2-31
2.4.3 日本環保駕駛.....	2-32
2.4.4 美國環保駕駛.....	2-35
2.4.5 韓國環保駕駛.....	2-37
2.4.6 我國環保駕駛.....	2-40
2.5 安全環保駕駛文獻回顧.....	2-42
第三章 大客車駕駛行為分析系統開發.....	3-1
3.1 行車偵測設備硬體開發.....	3-1
3.1.1 行車影像記錄器.....	3-3

3.1.2	Wii 加速度計	3-4
3.1.3	GPS 衛星接收器	3-4
3.1.4	OBDII 車輛診斷系統	3-5
3.1.5	駕駛行為人工註記系統.....	3-7
3.2	資料內業處理流程：	3-8
3.2.1	原始資料.....	3-9
3.2.2	固定格式.....	3-10
3.3	駕駛行為資料庫管理系統雛型.....	3-16
3.3.1	行車資料匯入功能.....	3-17
3.3.2	駕駛行為定義與耗油量計算功能.....	3-18
3.3.3	影像播放介面.....	3-21
3.3.4	人工定義駕駛行為觀察功能介面.....	3-22
3.3.5	資料里程定義功能.....	3-24
3.4	駕駛行為偵測技術開發與設備驗證.....	3-25
3.4.1	影像半自動辨識跟車距離技術開發與驗證.....	3-25
3.4.2	加速計之準確度驗證分析.....	3-33
第四章	實驗內容與教育訓練.....	4-1
4.1	實驗樣本選擇與基本資料.....	4-1
4.1.1	實驗對象.....	4-1
4.1.2	實驗車輛車型.....	4-3
4.1.3	實驗路線.....	4-3
4.2	節能與安全績效指標.....	4-6
4.3	駕駛教育訓練.....	4-7
4.3.1	訓練教案內容.....	4-8
4.3.2	駕駛者不安全案例影片播放.....	4-14
4.3.3	大客車在職人員教育訓練.....	4-17
第五章	節能與安全績效分析.....	5-1
5.1	城際路線之前後測資料評估指標分析結果.....	5-1
5.1.1	績效評估指標計算結果.....	5-1
5.1.2	指標統計檢定結果.....	5-4

5.1.3 小結.....	5-7
5.2 都會區路線之前後測資料評估指標分析結果.....	5-8
5.2.1 績效評估指標計算結果.....	5-8
5.2.2 指標統計檢定結果.....	5-11
5.2.3 小結.....	5-14
5.3 跟車行為之安全評估指標分析.....	5-14
5.4 駕駛行為教育訓練績效評估.....	5-29
5.4.1 節能指標績效評估.....	5-29
5.4.2 安全指標績效評估.....	5-30
第六章 節能駕駛行為分析.....	6-1
6.1 駕駛行為分類定義簡化與修正.....	6-1
6.2 檔位計算方式.....	6-2
6.3 節能駕駛行為分類流程.....	6-4
6.4 線性相關與迴歸分析.....	6-6
6.4.1 國道資料統計分析結果.....	6-7
6.4.2 非國道資料統計分析結果.....	6-11
6.5 小結.....	6-13
第七章 結論與建議.....	7-1
7.1 結論.....	7-1
7.2 建議.....	7-2
參考文獻.....	參-1
附錄 1 期中報告審查意見處理情形表.....	附-1
附錄 2 期末報告審查意見處理情形表.....	附-9
附錄 3 客運公司訪談紀錄.....	附-25
附錄 4 新加坡出國報告.....	附-27
附錄 5 美國研討會出國報告.....	附-31
附錄 6 期末簡報.....	附-39

表目錄

表 2-1 量測行車過程變數的偵測器及設備	2-2
表 2-2 紀錄事件的行車偵測設備說明	2-4
表 2-3 美國 100-Car 計畫最終篩選出的事件數量	2-5
表 2-4 美國 100-car 跟車事件駕駛者視線方向觀察分析結果	2-13
表 2-5 測量的數據和指標	2-14
表 2-6 車禍事件發生時各項參數與指標的值	2-15
表 2-7 接近車禍事件發生時各項參數與指標的值	2-15
表 2-8 車禍事件或接近車禍事件發生時各項參數與指標的值	2-16
表 2-9 歐盟環保駕駛建議項目	2-31
表 2-10 英國六項環保安全駕駛內容	2-32
表 2-11 2003 年日本環保駕駛建議項目	2-33
表 2-12 2007 年日本環保駕駛建議內容	2-34
表 2-13 美國環保駕駛內容	2-36
表 2-14 行政院環保署 10 個環保駕駛技巧內容說明	2-41
表 2-15 本團隊彙整環保駕駛八項原則	2-42
表 2-16 美國 HSIS 不安全駕駛行為特徵	2-43
表 3-1 行車偵測設備硬體設備說明	3-1
表 3-2 Vigil System 與本研究設備比較	3-2
表 3-3 所偵測到的行車資訊項目(僅列出目前研究使用到的資料項目)	3-6
表 3-4 資料庫資料名詞說明	3-12
表 3-5 程式定義駕駛行為之參數值	3-19
表 3-6 加速行為門檻參數定義	3-20
表 3-7 減速行為門檻參數定義	3-20
表 3-8 實際測得車寬與跟車距離	3-28
表 3-9 實測跟車距離與計算跟車距離比較	3-28
表 3-10 為跟車行為 2 秒時不同影像大小的辨識分數	3-31
表 3-11 人工影像換算與半自動程式影像換算準確度比較	3-32

表 3-12 車速在 50 km/h 以下的加速度資料	3-34
表 3-13 車速在 60~80 km/h 之間的加速度資料	3-36
表 3-14 車速在怠速時的加速度資料	3-38
表 3-15 產品規格表	3-40
表 3-16 Wii 與綜合加速度計比較	3-46
表 4-1 駕駛者基本背景資料	4-2
表 4-2 車輛基本資料表	4-3
表 4-3 本計畫提出之節能與安全指標	4-7
表 4-4 怠速時間與整體燃油效率改善關係表	4-9
表 4-5 過重加速行為與燃油效率關係表	4-11
表 4-6 車速因素與燃油效率之關係表	4-13
表 5-1 城際路線前測資料節能與安全指標計算結果	5-2
表 5-2 城際路線後測資料節能與安全指標計算結果	5-3
表 5-3 各指標其前後測平均值和標準差計算結果	5-4
表 5-4 前後測資料各參數指標成對樣本 T 檢定	5-5
表 5-5 9025 路線前後測資料各指標參數成對樣本統計值	5-6
表 5-6 9025 路線前後測資料各參數指標成對樣本 T 檢定	5-6
表 5-7 9023 路線前後測資料各指標參數成對樣本統計值	5-7
表 5-8 9023 路線前後測資料各參數指標成對樣本 T 檢定	5-7
表 5-9 都會區路線前測資料節能與安全指標計算結果	5-9
表 5-10 都會區路線後測資料節能與安全指標計算結果	5-10
表 5-11 各指標其前後測平均值和標準差計算結果	5-11
表 5-12 前後測資料各參數指標成對樣本 T 檢定	5-12
表 5-13 9023 前後測資料各指標參數成對樣本統計值	5-12
表 5-14 9023 前後測資料各參數指標成對樣本 T 檢定	5-13
表 5-15 9025 前後測資料各指標參數成對樣本統計值	5-13
表 5-16 9025 前後測資料各參數指標成對樣本 T 檢定	5-14
表 5-17 前後測 Headway 次數	5-17
表 5-18 前後測跟車行為次數 T 檢定結果	5-18
表 5-19 前後測 Headway ≤ 1.5 之跟車行為次數 T 檢定結果	5-18

表 5-20 前後測 Headway 小於 1.5 的平均值與標準差	5-19
表 5-21 前後測 Headway 平均值 T 檢定結果.....	5-20
表 5-22 駕駛編號 2 前測國道資料跟車行為分析表格	5-26
表 5-23 駕駛編號 2 後測國道資料跟車行為分析表格	5-27
表 5-24 駕駛編號 25 前測國道資料跟車行為分析表格	5-27
表 5-25 駕駛編號 25 後測國道資料跟車行為分析表格	5-28
表 5-26 Headway 平均值分析結果	5-29
表 6-1 國道資料線性迴歸模型摘要(Model Summary).....	6-8
表 6-2 國道資料線性迴歸模型摘要(Model Summary).....	6-9
表 6-3 非國道資料線性迴歸模式摘要(Model Summary).....	6-11
表 6-4 非國道資料線性迴歸分析結果	6-12

圖目錄

圖 1.1 英國 6 項環保安全駕駛提示.....	1-2
圖 2.1 車內攝影機視角說明.....	2-1
圖 2.2 不同嚴重程度事件數量比例分佈圖.....	2-5
圖 2.3 美國 100-car 變換車行為分析觀察時間定義	2-7
圖 2.4 美國 100-car 變換車道行為模式一	2-8
圖 2.5 美國 100-car 變換車道行為模式二	2-9
圖 2.6 美國 100-car 變換車道行為模式三	2-9
圖 2.7 美國 100-car 變換車道行為模式四	2-10
圖 2.8 美國 100-car 變換車道行為模式五	2-10
圖 2.9 美國 100-car 變換車道行為模式六	2-11
圖 2.10 美國 100-car 駕駛者視線分析觀察時間定義	2-12
圖 2.11 前車車寬為 6 英尺時的視覺角度與車距成反比.....	2-15
圖 2.12 造成車禍或接近車禍時本車與前方車速度比較.....	2-16
圖 2.13 車禍或接近車禍時不同加速度的頻率.....	2-17
圖 2.14 車禍或接近車禍時不同跟車距離的頻率.....	2-17
圖 2.15 車禍或接近車禍時不同 headway 的頻率	2-18
圖 2.16 車禍或接近車禍時不同 TTC 及 TTCa 的頻率.....	2-18
圖 2.17 車禍或接近車禍時不同角度變化率的頻率.....	2-18
圖 2.18 與新加坡 SBS 公司交流訪問	2-21
圖 2.19 澳洲 VigilVanguard 行車偵測系統研討會	2-21
圖 2.20 VigilVanguard 行車偵測系統大客車實際安裝情形	2-22
圖 2.21 VigilVanguard 行車偵測系統小客車實際安裝情形	2-22
圖 2.22 澳洲 VigilVanguard 系統	2-23
圖 2.23 VigilVantage 行車過程錄影軟體.....	2-23
圖 2.24 VigilView 行車過程回顧播放軟體	2-24
圖 2.25 大都會客運公司內部修車廠專用 OBDII 車輛診斷系統	2-24
圖 2.26 實車測試中大都會客運使用車種.....	2-25

圖 2.27 大都會客運行駛路線.....	2-27
圖 2.28 實車測試中桃園客運使用車種.....	2-28
圖 2.29 實車測試中桃園客運行駛路線.....	2-30
圖 2.30 英國六項環保安全駕駛提示.....	2-32
圖 2.31 2007 年日本環保駕駛建議.....	2-34
圖 2.32 環保駕駛四階段駕駛行為操作示意圖.....	2-35
圖 2.33 ECO-Drive 教育流程圖	2-37
圖 2.34 ECO-Drive 教育及訓練中心環境簡圖	2-37
圖 2.35 ECO-Drive 現場駕駛模擬機	2-38
圖 2.36 ECO-Drive 現場駕駛模擬機	2-38
圖 2.37 ECO-Drive 現場駕駛模擬機	2-38
圖 2.38 ECO-Drive 測試成果統計圖	2-39
圖 2.39 ECO-Drive 目標值	2-39
圖 2.40 行政院環保署 10 個環保駕駛技巧說明.....	2-40
圖 3.1 車側行車紀錄器架設情形.....	3-3
圖 3.2 四部攝影機於大客車上實際拍攝之影像.....	3-3
圖 3.3 Wii 加速計加速度偵測方向與安裝情形.....	3-4
圖 3.4 行車過程加速度變化曲線.....	3-4
圖 3.5 GPS 衛星接收器與行車過程行駛路線軌跡	3-5
圖 3.6 SAE J1939 之 OBDII 接頭實際安裝情形	3-5
圖 3.7 PCMSCAN 偵測軟體所顯示的即時數據變化情形	3-6
圖 3.8 電腦中的程式介面.....	3-7
圖 3.9 人工紀錄資料篩選介面.....	3-8
圖 3.10 內業資料處理流程圖.....	3-8
圖 3.11 Wii&GPS 未經過時間軸同步程式處理之原始資料	3-9
圖 3.12 以 pcmscan 開啟原始資料.....	3-9
圖 3.13 OBD 未經過時間軸同步程式處理時之原始資料.....	10
圖 3.14 原始影像.....	3-10
圖 3.15 資料同步之基準點.....	3-11
圖 3.16 時間軸同步程式.....	3-11

圖 3.17 影像同步時畫面.....	3-14
圖 3.18 使用游標選取影片到時間同步的基準點.....	3-14
圖 3.19 影像轉單張命名方式與資料路徑.....	3-15
圖 3.20 分析流程.....	3-16
圖 3.21 大客車駕駛行為分析管理系統主選單畫面.....	3-16
圖 3.22 資料匯入功能介面.....	3-18
圖 3.23 駕駛行為定義與耗油量計算功能介面.....	3-19
圖 3.24 影像播放功能介面.....	3-21
圖 3.25 GPS 圖與對應的影像圖	3-22
圖 3.26 不同路段 GPS 圖與對應的影像圖	3-22
圖 3.27 人工定義駕駛行為觀察功能介面.....	3-23
圖 3.28 城際客運行車資料庫介面.....	3-23
圖 3.29 變換車道影像紀錄.....	3-24
圖 3.30 資料里程定義和節能指標計算介面.....	3-24
圖 3.31 實驗方法.....	3-26
圖 3.32 實際距離量測.....	3-26
圖 3.33 經由攝影機攝得影像.....	3-27
圖 3.34 軟體作業介面.....	3-27
圖 3.35 跟車距離影像換算操作介面.....	3-29
圖 3.36 人工計算跟車距離變化曲線.....	3-29
圖 3.37 半自動辨識換算跟車距離程式介面.....	3-30
圖 3.38 人工框選辨識目標.....	3-30
圖 3.39 自動產生之不同大小影像.....	3-31
圖 3.40 Vigil & Wii 加速度曲線比較.....	3-33
圖 3.41 計算每一秒 30~40 筆數據之平均值	3-34
圖 3.42 Vigil & Wii(平均數據).....	3-35
圖 3.43 Vigil & Wii(平均數據+延遲一秒).....	3-36
圖 3.44 Vigil & Wii(平均數據).....	3-37
圖 3.45 Vigil & Wii(平均數據+延遲一秒).....	3-38
圖 3.46 Vigil & Wii(平均數據).....	3-39

圖 3.47 綜合加速計.....	3-39
圖 3.48 實際安裝圖.....	3-41
圖 3.49 Wii 手把與綜合加速計資料(原始資料).....	3-41
圖 3.50 Wii 的 X 方向加速度(原始資料).....	3-42
圖 3.51 綜合加速度計 X 方向加速度(原始資料).....	3-42
圖 3.52 Wii 的 Y 方向加速度(原始資料).....	3-42
圖 3.53 綜合加速度計 Y 方向加速度(原始資料).....	3-43
圖 3.54 Wii 的 Z 方向加速度(原始資料).....	3-43
圖 3.55 綜合加速度計 Z 方向加速度(原始資料)	3-43
圖 3.56 X 方向加速度(平均資料).....	3-44
圖 3.57 Y 方向加速度(平均資料).....	3-44
圖 3.58 Z 方向加速度(平均資料)	3-44
圖 3.59 X 軸向加速度值誤差.....	3-45
圖 3.60 Y 軸向加速度值誤差.....	3-45
圖 3.61 Z 軸向加速度值誤差	3-45
圖 4.1 城際客運實驗車輛.....	4-3
圖 4.2 9025 中壢-松山機場路線	4-4
圖 4.3 9025 桃園-捷運劍潭站路線	4-4
圖 4.4 9005 桃園-台北轉運站路線	4-5
圖 4.5 5116 桃園-松山機場路線	4-5
圖 4.6 701 龍潭-林口長庚路線	4-6
圖 4.7 國道與非國道燃油效率比較圖.....	4-9
圖 4.8 怠速時間對燃油效率之影響程度示意圖.....	4-10
圖 4.9 緊急煞車案例行車資料曲線圖.....	4-11
圖 4.10 引擎轉速與油耗關係圖.....	4-12
圖 4.11 跟車距離長時之視野寬度.....	4-13
圖 4.12 跟車距離短時之視野寬度.....	4-14
圖 4.13 國道案例 1.....	4-15
圖 4.14 國道案例 2.....	4-15
圖 4.15 國道案例 3.....	4-15

圖 4.16 市區案例 1.....	4-16
圖 4.17 市區案例 2.....	4-16
圖 4.18 市區案例 3.....	4-16
圖 4.19 駕駛教育訓練課程.....	4-17
圖 4.20 教育訓練課程大綱.....	4-18
圖 4.21 教育訓練節能篇投影片.....	4-19
圖 4.22 安全篇投影片內容與個案影片播放.....	4-20
圖 5.1 標註為跟車行為的範例.....	5-15
圖 5.2 不標註為跟車行為的範例.....	5-15
圖 5.3 NHTSA 跟車行為研究結果	5-16
圖 5.4 駕駛編號 1 前後測 Headway 指標比較直方圖	5-21
圖 5.5 駕駛 2 和駕駛 3 前後測 Headway 指標	5-21
圖 5.6 駕駛 4 和駕駛 5 前後測 Headway 指標	5-21
圖 5.7 駕駛 6 和駕駛 7 前後測 Headway 指標	5-22
圖 5.8 駕駛 8 和駕駛 9 前後測 Headway 指標	5-22
圖 5.9 駕駛 10 和駕駛 11 前後測 Headway 指標	5-22
圖 5.10 駕駛 12 和駕駛 15 前後測 Headway 指標	5-23
圖 5.11 駕駛 16 和駕駛 17 前後測 Headway 指標.....	5-23
圖 5.12 駕駛 18 和駕駛 19 前後測 Headway 指標	5-23
圖 5.13 駕駛 20 和駕駛 21 前後測 Headway 指標	5-24
圖 5.14 駕駛 22 和駕駛 23 前後測 Headway 指標	5-24
圖 5.15 駕駛 24 和駕駛 25 前後測 Headway 指標	5-24
圖 5.16 駕駛 26 和駕駛 29 前後測 Headway 指標	5-25
圖 5.17 駕駛 30 前後測 Headway 指標	5-25
圖 6.1 引擎變速箱詳細資料.....	6-2
圖 6.2 Access 資料庫註記資料	6-6

此頁空白

第一章 緒論

1.1 研究背景

交通安全一直是各國政府施政的重要課題之一。近幾年以來，歐、美、日等國，在其運輸政策白皮書中，設定降低車禍傷亡人數作為長程發展的努力目標。例如歐盟在 2001 年的歐洲運輸政策白皮書以「2010 年車禍死亡人數減半」為發展願景；美國運輸部(US Department of Transportation, USDOT)要求在 2008 年必須將國家高速公路每 1 億汽車行駛哩程的車禍死亡人數比率(national highway fatality rate per 100 million VMT)降至 1 以下；日本內閣府 2003 年的交通安全施政白皮書中則是宣示，要在 10 年之內讓日本成為「全世界最安全的地方」，並將每年車禍死亡人數降至 5000 人以下。我國交通部在「交通政策白皮書」中也明白揭示，「讓民眾快快樂樂出門，平平安安回家」，是政府運輸主管部門的最基本責任。

此外，在全球能源有限且價格持續波動的趨勢下，且道路交通已佔所有交通運輸 70%左右的溫室氣體排放。因此先進國家除推動相關節能減碳策略外，並積極推行綠色交通計畫，發展適應人類居住環境、生態均衡及節能的交通運輸系統。目前道路交通運具以車輛為主，其能源需求主要來自石油，因此國外近年來除了發展替代能源外，並已開始積極推動環保駕駛(Eco-driving)觀念(如改變換檔習慣、維持行車速率、平緩減速等方式)對駕駛人進行教育宣導。環保駕駛對於駕駛者本身、乘客以及環境都有益處，開車時使用高檔位駕駛、減少停車次數、不急踩油門的平順駕駛模式以及保持適當胎壓，除可有效降低燃油、降低溫室氣體排放、消耗節省花費外，還可提供同車乘客有較舒適的乘坐感受，同時在平順駕駛模式底下，駕駛人更能專注於沿路交通狀況並減少急促不可預期的駕駛行為發生，進而提昇駕駛行車安全。

英國在 2008 年 9 月開始也將環保安全駕駛(Eco-Safe-Driving)納入考照的實車路考範圍內，並提供 6 項環保安全駕駛提示(如圖 1.1 所示)供民眾參考。歐盟也於 2010 年 4 月啟動為期 3 年的 eCoMove 研究計畫，研發並評估綠色交通技術和應用，藉由推動環保駕駛來推廣綠色交通，期能減少 20%二氧化碳排放量。eCoMove 計畫主要針對自用車輛和貨運車輛等 2 個燃油消耗主要來源，在不損及駕駛體驗和貨物運送品質前提下，結合環保駕駛及環保交通管理，透過駕駛人

行為、路線選擇和道路網絡管理，協助車輛在任何給定的行程中，達到最小燃油消耗目標，降減少不必要的二氧化碳排放。



圖 1.1 英國 6 項環保安全駕駛提示

先進國家推動相關節能減碳及交通安全策略時，藉由示範案例的成效，形成民眾的共識，並逐步推行至全國。爰此，本所已於 99 年度完成「都會區安全駕駛行為與節能策略之研究」，與大都會汽車客運以及桃園汽車客運等 2 家業者合作，利用澳洲 VigilVanguard 系統配合 OBDII 診斷電腦進行實車測試及收集各項行為資料，初步建立適合我國駕駛環境的偵測技術雛形，參考 Vigil 系統架構功能，利用行車影像監視器、加速度計、GPS、OBDII 以及電腦等設備，撰寫程式，設計 3 套功能系統建置本土化駕駛行為偵測雛型以及駕駛行為資料庫雛型。

本研究 100 年度參考先進國家已推動有績效的環保安全駕駛策略，以教育及訓練駕駛人駕駛行為為重點，並與桃園汽車客運合作，以城際客運大型車輛職業駕駛人為研究對象，在 99 年度「都會區安全駕駛行為與節能策略之研究」成果基礎上，利用 OBDII 以及本研究今年度自行開發之環保安全駕駛測試系統，進行自然駕駛行為資料蒐集，據以分析能源消耗及不當駕駛行為，找出耗能及危險行為因子，擴充城際與國道的耗能及不安全行為因子及評估指標。同時藉由行為回饋課程機制，建立駕駛人其節能及安全駕駛行為，並進行前後測比較，作為未

來宣導及矯正駕駛行為的依據。

1.2 研究範圍與對象

以城際客運大型車輛職業駕駛人為研究對象。

1.3 研究內容與工作項目

本研究今年度與桃園汽車客運合作，針對行駛城際公路及國道之大客車職業駕駛人進行觀測，並配合本所 99 年度「都會區安全駕駛行為與節能策略之研究」已建立之資料，以分析與瞭解大客車職業駕駛人之駕駛行為，並建立節能與安全行為的判定模式及準則，進而透過強化駕駛訓練及教育課程，提昇駕駛人節能及事故預防能力。本研究工作項目為：

1.3.1 建立駕駛行為偵測系統

評析國內外用於研究與實務作業之各式系統，所包括的設備例如車內外攝影機、GPS 系統、駕駛人行為偵測裝置、行車記錄監視器等，用以偵測車輛耗油量、運作性能(如速度控制、加減速及煞車等)、駕駛狀態(如擺頭、雙手位置)、與車外其他用路人之互動狀態（如跟車間距、超車）。根據使用特性、成本、可能效益等，應用或建立適當系統，以作為本研究實驗之用。所建立之系統必須能讀取及分析本所 99 年度「都會區安全駕駛行為與節能策略之研究」已建立之資料。

1.3.2 收集初次駕駛行為資料

規劃城際公路及國道路線與實驗車輛，並於車輛上裝置駕駛行為偵測系統，實車收集駕駛人之駕駛行為資料。收集資料內容必須涵蓋安全及節能行為，具可衡量性，其範圍包括車輛內部駕駛行為、車輛本身行為、本車與其他車輛之交互行為、道路環境等 4 類，記錄車輛運作性能數量性的數據變動及動態性的影像行為 2 種性質資料，以作為分析之基礎。

1.3.3 建立駕駛行為資料分析準則及技術雛形

依所收集駕駛行為資料，根據研究文獻、系統設定、專家意見或客運業者經

驗，以歸納判別耗能及危險駕駛行為的準則。如何應用準則，以處理龐大的數值及影像資料，建立標準化作業模式或系統自動判別技術，以供後續分析資料使用。

1.3.4 進行駕駛行為教育訓練

根據工作項目 2,3 分析出初次駕駛行為的型態，並與客運業者合作，針對個別駕駛之耗能及危險駕駛行為，進行教育訓練，修正其初次駕駛行為的缺失，作為後續觀察駕駛行為的樣本。並記錄各駕駛個別歷史累積資料，以評估長期的行為趨勢。

1.3.5 進行教育後駕駛行為資料收集與績效評估

針對經過教育訓練的駕駛人進行第 2 次駕駛行為偵測，所收集的資料內容與工作項目 2 相同。比較分析駕駛人在初次駕駛及教育後駕駛行為的變化，包括危險行為、耗油量的差異，以評估教育的質化及量化績效。並可紀錄在自動化的評估報表系統中比對，以利駕駛、教練及客運公司瞭解。

1.3.6 建立駕駛行為資料庫管理系統雛形

將所收集之駕駛行為資料經過適當整理後，應以時間軸之方式展現某一時點各項資料記錄，並建立資料庫管理系統，系統需考量：便捷的索引及分類、檔案格式轉換功能、輸出格式及存取方式、安全穩定的儲存型態及設備，以便於管理使用。

第二章 文獻回顧

2.1 100-Car 自然駕駛觀測研究回顧

自然駕駛係指用裝有各式測量設備的車輛(instrumented vehicle, IV), 透過自然駕駛(natural driving)的連續性實驗方式, 實際量測駕駛者在各個現場的反應。University of North Carolina 的 Highway Safety Research Center 在 2001 年招募 70 位駕駛者, 進行一星期的自然駕駛觀察, 分析 10 小時駕駛資料, 而 2005 年也有研究者招募 36 位駕駛者進行自然駕駛觀察[1], 分析 120 小時駕駛資料; 而規模最大的觀察研究, 則是美國 NHTSA 委託 Virginia Tech Transportation Institute (VTTI)進行的 100-Car 自然駕駛計畫[2], 紀錄 12-13 個月的自然駕駛, 共獲得 2 百萬車英里、將近 43000 小時的 241 位駕駛者資料。這些自然駕駛的觀察研究皆顯示駕駛者在駕駛過程中, 有相當高的時間比例, 是將部分注意力放在進行其它車內活動。在資料蒐集期間, 車輛都配有高規格的設備系統, 包含 5 個影像頻道, 及許多車輛狀態及力學偵測器, 如圖 2.1 所示, 而表 2-1 為量測行車過程變數的偵測器及設備。

設於車內之攝影機視角:(1)向前(2)駕駛者臉部/車輛左側(3)向後(4)駕駛者肩部上方, 以捕捉駕駛者的手部、腳部、方向盤、儀表板(5)車輛右側。車內有紅外線照明, 以處理夜間駕駛。

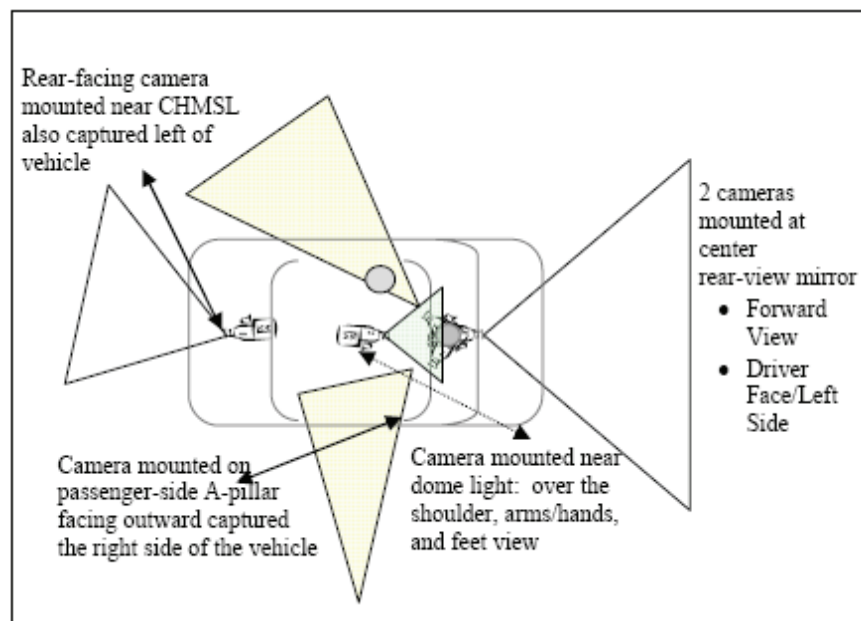


圖 2.1 車內攝影機視角說明

表2-1 量測行車過程變數的偵測器及設備

車輛狀態變數名稱	測量裝置
煞車狀態(on/off)	車內電腦
油門踏板位置	車內電腦
轉向訊號	VTTI 裝置的偵測器
經由 RF 偵測器偵測的設備觸發	RF 偵測器--Alpha Lab Scientific Instruments “Micro Alert”
事件按鈕	VTTI 發展
輪胎打滑(附著摩擦力)	車內電腦
摩擦力控制觸發	車內電腦
巡航控制狀態	車內電腦
巡航控制設定速度	車內電腦
ABS 狀態	車內電腦
氣囊觸發	車內電腦
錄影：攝影機視野	
前方視野	黑白 CCD
駕駛者臉部/車輛左側	黑白 CCD
駕駛者右肩上方、頭、雙手臂、雙腳	黑白 CCD
後方視野及車輛後車窗/行李箱的右後角	黑白 CCD
聲音	電子麥克風-短時間錄音
車輛橫向/縱向/高程/前進方向	GPS-Trimble Lassen Model SK-11
速度	車內電腦
ABS (on/off)	車內電腦
橫向加速度	加速規-Analog Devices ADXL202
縱向加速度	加速規-Analog Devices ADXL202
與前車距離(range)及距離比率(range-rate)	Eaton Vorad EVT-300
與後車距離(range)及距離比率(range-rate)	Eaton Vorad EVT-300
偏航率(yaw rate)	Systron Donner-Rate Gyro AQRS-0075-1009
常態化車道位置	錄影機機器視野(video machine vision)
車道偏移(yes/no)	室內軟體

在 100-Car 的實驗中，將行車過程中可能產生的衝突事件做了細部的分類(在許多車禍資料庫中也有這些類別，可提供展開資料的共通方法)，在 100-Car 研究中，分 18 種衝突種類，3 種事件嚴重程度分別為車禍(Crash)、接近車禍(Near-Crash)、事件(Incident)。

一、衝突種類：

1. 與前車衝突
2. 與後車衝突
3. 與對向車衝突
4. 與相鄰車道上的車輛衝突
5. 與匯入車輛衝突
6. 與轉彎穿越本車路徑的車輛衝突(同向)
7. 與轉彎穿越本車路徑的車輛衝突(對向)
8. 與轉彎進入本車路徑的車輛衝突(同向)
9. 與轉彎進入本車路徑的車輛衝突(對向)
10. 與轉彎穿越本車路徑的車輛衝突(穿越路口)
11. 與停放車輛衝突
12. 與行人衝突
13. 與腳踏車衝突
14. 與動物衝突
15. 與道路上的障礙物/物體衝突
16. 單一車輛衝突
17. 其它(說明)
18. 不明衝突

在每種衝突種類中，會有因素加速事件發生、促成事件、與事件有關，這些因素可分為事件前操控(PM)、加速因素(PF)、促成因素(DF, IF, VF)、相關因素(DE, I)、迴避操控(AM)。

二、事件嚴重度：

1. 車禍(Crash)：在任何速度與固定或移動物體的任何接觸，可量測到轉換或消散的力學能量。包括其它車輛、路側障礙物緣石與輪胎撞擊、在路上或路外

的物體、行人、自行車、或動物。

2. 接近車禍(Near-Crash)：主題車或任何其它車輛、行人、自行車、動物需要任何快速、逃避的操控，以避免車禍。快速、逃避的操控之定義為：轉向、煞車、加速，或任何控制輸入的組合，到達車輛能力的極限；例如：主題車煞車 $> 0.5\text{ g}$ ，或轉向行為造成橫向加速 $> 0.4\text{ g}$ 以避免車禍，便屬快速操控。此類事件，可量化定義，依據 time-to-collision (TTC)、加速或類似指標。但本研究及其它研究皆顯示，此類指標皆會有雜訊。
3. 事件(Incident)：與接近車禍事件相同，主題車或任何其它車輛、行人、自行車、動物需要任何快速、逃避的操控，以避免車禍。快速、逃避的操控行為以避免發生車禍事故，但其車輛行駛狀態並無產生如接近車禍事件定義之主題車煞車縱向減速度值 $> 0.5\text{ g}$ ，或轉向行為造成之橫向加速絕對值 $> 0.4\text{ g}$ 之情形。

在 100-Car 計畫初期，使用了不同的方式來紀錄行車過程事件發生的數據，紀錄方式如表 2-2 所示，進而從所擷取到的數據篩選出所紀錄的資料中屬於接近車禍的事件。例如透過加速規直接偵測當時行車過程的橫向加速度值與縱向加速度值、在車上儀表板處設置一按鈕可供駕駛者意識到有一危險事件發生時可作即時紀錄或是透過 ABS 煞車系統來自動偵測駕駛過程的煞車行為，但只限於有安裝 ABS 煞車系統的車輛可進行此類的數據分析。最後決定以加速規所偵測的縱向加速度值和橫向加速度值來作為接近車禍的門檻值，是因為其他偵測方式會有較多的雜訊、時間誤差或個人主觀認知的落差存在。

表2-2 紀錄事件的行車偵測設備說明

Trigger Type	Description
1. Lateral Acceleration	Lateral motion equal or greater than $0.X\text{ g}$
2. Longitudinal Acceleration	Acceleration or deceleration equal or greater than $0.X\text{ g}$
3. Critical Incident Button	Activated by the driver upon pressing a button located on the dashboard when an incident occurred that he/she deemed critical.
4. Lane Deviation	Activated if the driver crosses the solid line border (Boolean occurrence).
5. Normalized Lane Position	Activated if the driver's path deviates by $X.X\%$ of centerline.
6. Forward Time-to-Collision (TTC)	Activated if the driver followed the preceding vehicle with a TTC (range/range rate) of less than X seconds.
7. Rear Time-to-Collision	Activated if the driver following the experimental vehicle has a TTC (range/range rate) of less than X seconds.
8. Yaw Rate	Activated if the lateral motion of the vehicle is $0.X$ radians per second.
9. ABS Brake Status	Activated if the ABS brakes are active. Note: this will only be applicable to those vehicles that have ABS brakes.
10. Airbag Status	Activated if the airbag is deployed.
11. RF Sensor	Activated if the driver is using a cell phone or a PDA when the vehicle is on.

在 100-Car 第一階段研究(Phase I)測試過後，除了縱向加速度和橫向加速度的偵測之外，大部分的偵測設備在擷取資料的過程中都會有較多的雜訊，以至於在後續進行分析時，會有資料篩選上的困難。故最後研究決定以設定縱向加速值和橫向加速度的觸發門檻值來進行接近車禍事件的篩選。在研究中所設定的門檻值為縱向加(減)速度 $\geq 0.6g$ ，橫向加速度 $\geq 0.7g$ ，亦就是在行車過程中，駕駛者有產生大於上述加速度門檻值時即定義為接近車禍事件。表 2-3 為 100-Car 計畫從所收集到的行車資料所篩選出的最終篩選出的事件嚴重程度分類結果。車禍事件 69 件，接近車禍事件 761 件，衝突事件 8295 件和無衝突事件 1423 件，其中由於嚴重等級三和四的衝突事件與接近衝突事件，較不容易進行區分，故在進行分類時，將等級三與等級四的事件合併。圖 2.2 為美國 100-car 計畫不同嚴重程度事件數量比例分佈圖。

表2-3 美國100-Car計畫最終篩選出的事件數量

Event Severity	Total Number
Crash	69 (plus 13 without complete data)
Near-Crash	761
Incidents (Crash-relevant Conflicts and Proximity Conflicts)	8,295
Non-Conflict Events	1,423

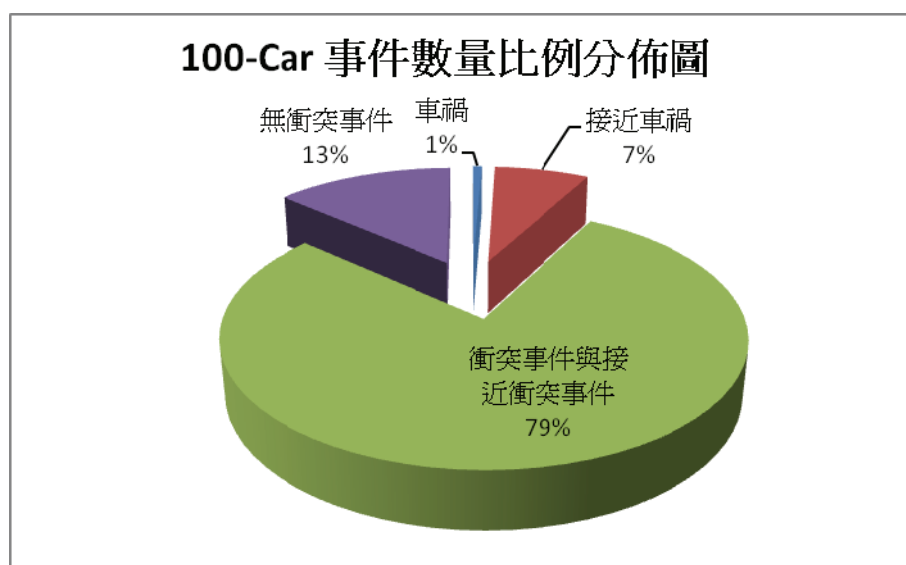


圖 2.2 不同嚴重程度事件數量比例分佈圖

100-car 計畫主要的結論如下：

1. 與正常、基準駕駛相較，瞌睡時駕駛，駕駛者接近車禍/車禍(near-crash/crash)風險為 4-6 倍；從事複雜的次要任務，例如接聽通訊設備等，則其發生事故之風險程度將提升 2 倍以上。
2. 駕駛者行駛時精神狀況不佳其肇事率造成 22%接近車禍/車禍事件、行駛過程執行次要任務而造成 22%接近車禍/車禍事件。
3. 各種未注意狀況佔總基準駕駛狀況的比例為：次要任務 54%，駕駛相關的未注意 44%、瞌睡 4%、無特定目的之掃瞄 2%。(駕駛者會同時執行多種未注意行動，故總計>100%)
4. 與正常、基準駕駛相較，眼睛離開道路 2s 以上，會明顯增加接近車禍/車禍的風險，而眼睛離開道路 2s 以下時則無差異。只要視線掃瞄是系統性、且駕駛者的視線在 2s 內回到前方道路，則掃瞄駕駛環境的行為會增加安全。
5. 駕駛者打瞌睡，可能會因時間、周遭光線狀況而不同，在缺乏高交通量時，打瞌睡狀況會稍微增加；在分隔道路及無交會點道路上，與瞌睡有關的駕駛狀況比例較高。
6. 與正常、基準駕駛相較，在各種所探討的環境因素下，執行複雜任務的接近車禍/車禍風險均較大。而中等次要任務則少有較大風險者。
7. 與正常、基準駕駛相較，撥打手持式行動電話之號碼的接近車禍/車禍風險為 2.8 倍，交談/聆聽手持式行動電話的風險為 1.3 倍，但二者均各佔接近車禍/車禍的 3.6%。「撥號」較少發生但較為危險，「交談/聆聽」較不危險但較常發生。
8. 涉入未注意相關之接近車禍/車禍次數較高者，明顯為較年輕、較少駕駛經驗者、在實驗前有較多交通違規、在實驗前涉入較多車禍。此群高肇事涉入之駕駛者，在其它問卷評分中，顯示較常昏昏欲睡、明顯有較低的各項個人評分。
9. 涉入未注意相關的接近車禍/車禍事件者，較常在基準駕駛中，從事未注意相關的行動($p=0.72$)。

在後續的研究中，NHTSA 從 100-Car 所收集並且篩選出來的車禍事件與接近車禍事件進行分析，並且針對車禍和接近車禍事件中有涉及跟車行為與變換車

道行為來進行研究。透過影像與數據的紀錄來觀察跟車行為和變換車道發生的前後時間中，駕駛者視線的方向和駕駛行為、與前車的跟車距離或道路環境觀察等影像的分析和數據的計算，進而歸納出造成車禍和接近車禍的不安全因子，可能是駕駛行為或是道路環境等。

在變換車道事件分析的研究報告中[3]，主要是針對已發生車禍的事件當中有涉及變換車道行為來進行分析，分析方法與跟車行為的方法很類似，時間軸的基準點設定變換車道時車輪開始壓到標線的瞬間，並觀察此一基準點前 8 秒和後 5 秒的駕駛者視線方向的變化情形。美國 100-car 變換車行為分析觀察時間定義示意圖如圖 2.3 所示。

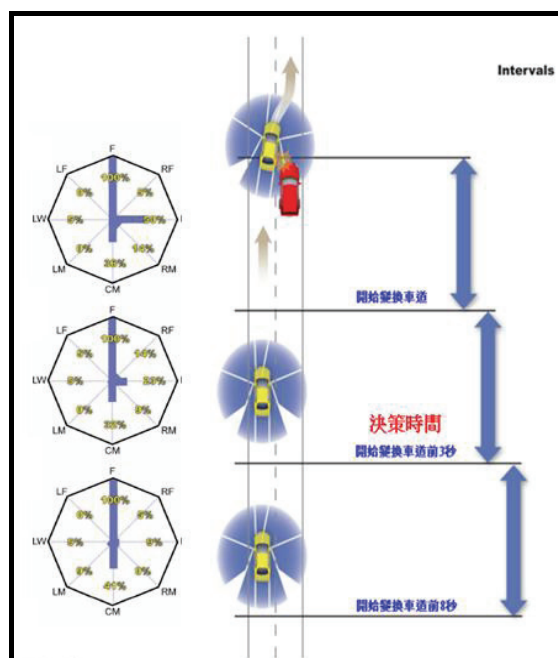


圖 2.3 美國 100-car 變換車行為分析觀察時間定義

變換車道前 3 秒的時間內(3-second interval)的駕駛行為，此 3 秒的時間代表駕駛者的決策時間，根據 Lee 等人(2004)的研究指出，此時間區段是駕駛者正在環顧四周行車環境判斷是否要進行車道的變換。此外，研究中也觀察並且紀錄車輛變換車道前 3 秒到前 8 秒之間駕駛者的視線方向(8-second interval)。此外，由於變換車道後的過程，是與其它車輛發生碰撞的關鍵時刻，故針對開始變換車道後 5 秒內的駕駛者行為進行觀察，觀察開始變換車道後 5 秒內駕駛者是否有進行煞車行為、方向盤操作情形或是無反應等等。

在研究中整理出了共 6 種變換車道發生碰撞事故的模式，而這 6 種模式皆為有出現實際的車禍案例，分別為：

1. 模式一：變換至左側車道時，與原先行駛於左車道的車輛發生碰撞事故，如圖 2.4。

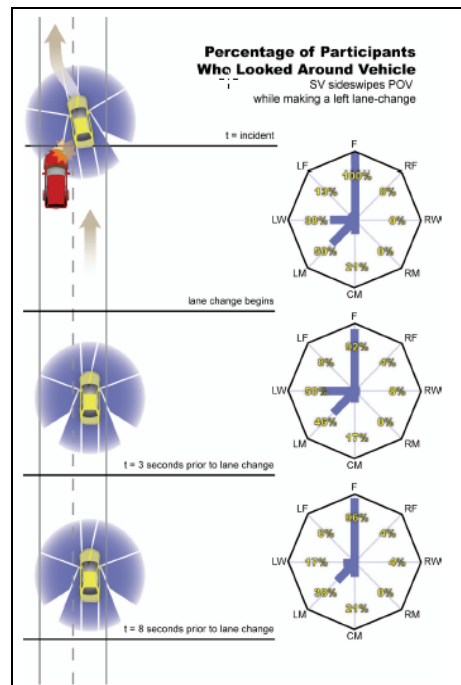


圖 2.4 美國 100-car 變換車道行為模式一

2. 模式二：變換至右側車道時，與原先行駛於右車道的車輛發生碰撞事故，如圖 2.5。

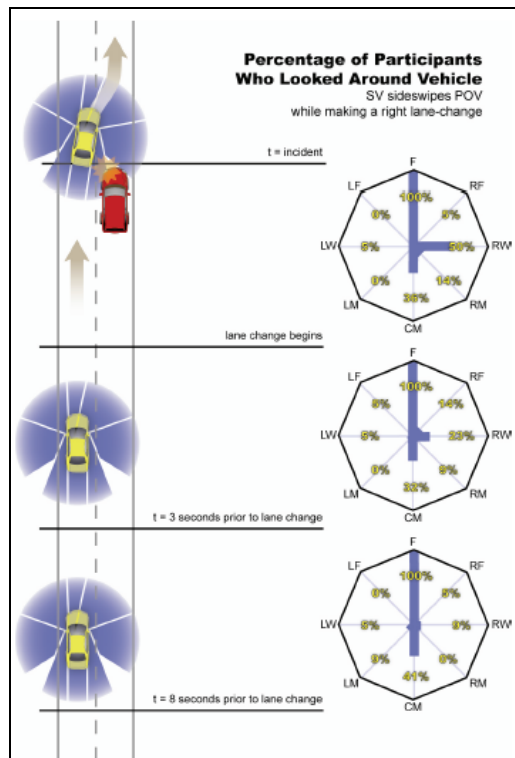


圖 2.5 美國 100-car 變換車道行為模式二

3. 模式三：變換至左側車道時，與原本車道行駛於本車前方的車輛發生碰撞事故，追撞到前車的車尾，如圖 2.6。

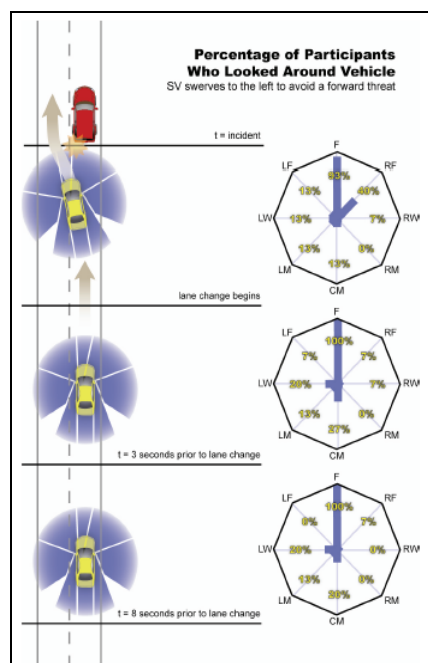


圖 2.6 美國 100-car 變換車道行為模式三

4. 模式四：變換至右側車道時，與原本車道行駛於本車前方的車輛發生碰撞事故，追撞到前車的車尾，如圖 2.7。

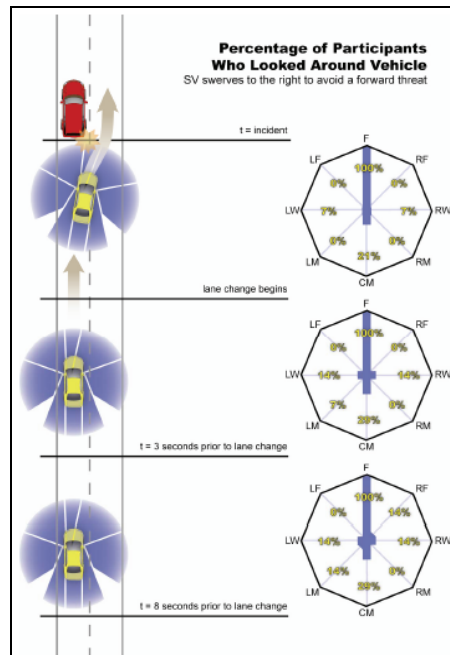


圖 2.7 美國 100-car 變換車道行為模式四

5. 模式五：本車並無進行變換車道行為，但右側有車輛變換至本車所行駛的車道時，與本車發生碰撞事故，如圖 2.8。

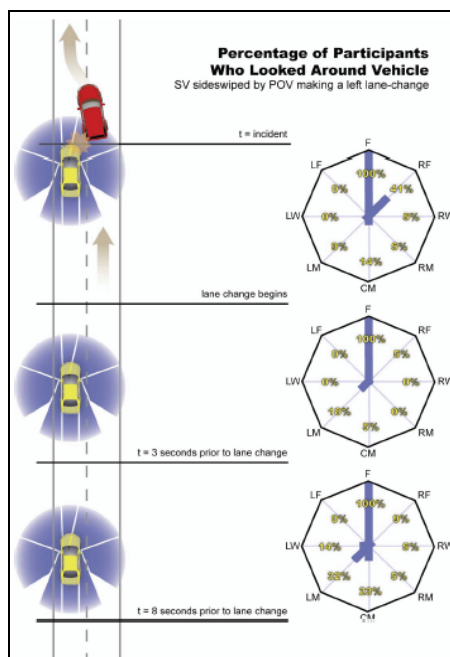


圖 2.8 美國 100-car 變換車道行為模式五

6. 模式六：本車並無進行變換車道行為，但左側有車輛變換至本車所行駛的車道時，與本車發生碰撞事故，如圖 2.9。

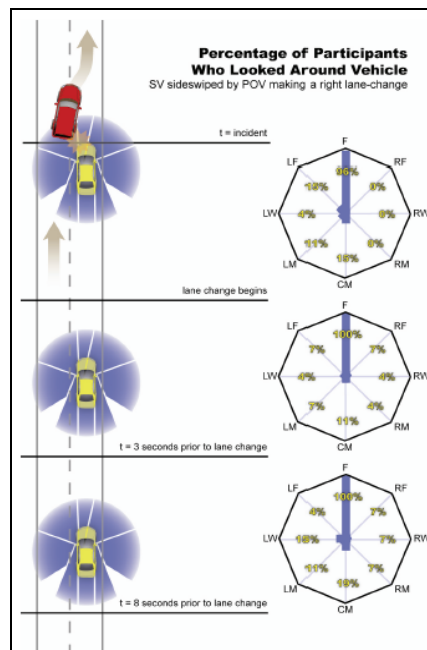


圖 2.9 美國 100-car 變換車道行為模式六

在跟車事件分析的研究報告中[4]，個別分析每一個接近車禍事件中有涉及跟車行為的案例，並且去觀察駕駛者視線的改变情形和跟車距離的變化。分析方法如圖 2.10 所示，透過篩選出接近車禍事件的過重減速度值作為時間軸的基準點，觀察此基準點前 4.5 秒內的駕駛者視線的变化。橫軸座標代表時間(秒)，縱軸分別為駕駛者視線方向與縱向加速度值。

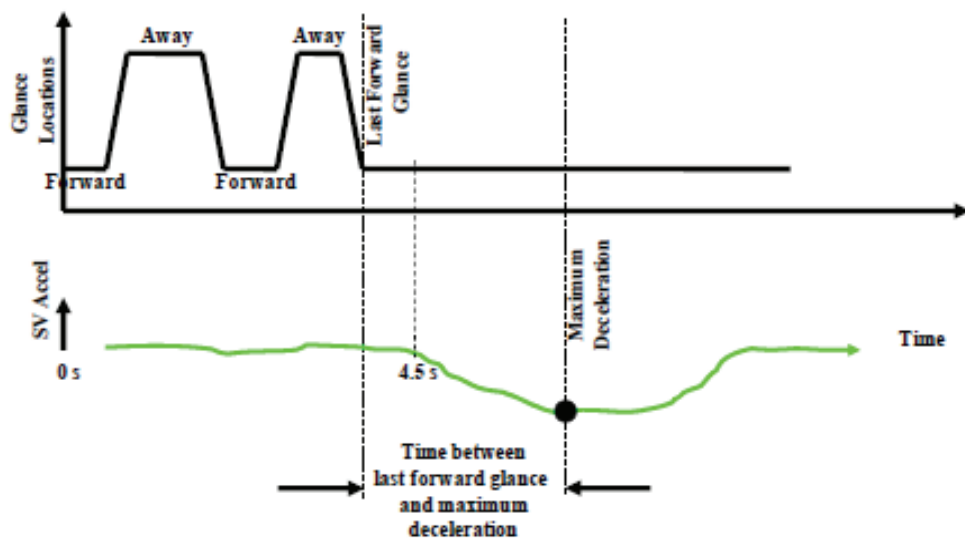


圖 2.10 美國 100-car 駕駛者視線分析觀察時間定義

駕駛者視線方向觀察的分析結果如表 2-4 所示，分析了 81 起的跟車事件中，在 4.5 秒的時間中，駕駛者看前方的平均時間為 2.9 秒，沒有看前方的平均時間為 1.6 秒，看手機平均時間為 0.1 秒，看其他物品(不包手機)平均時間為 0.2 秒，眼睛闔起來的平均時間為 0.4 秒，看後照鏡的平均時間為 0.1 秒，駕駛者看前方到前車煞車燈亮的平均時間則為 1.3 秒。

表2-4 美國100-car跟車事件駕駛者視線方向觀察分析結果

Time Categories	Number of events with glances meeting category	Average (s)	Minimum (s)	Maximum (s)
Time spent looking forward	81	2.9	0	4.5
Time spent not looking forward	76	1.6	0	4.5
Time spent looking at an object other than cell phone	9	0.2	0	4.5
Time with eyes closed	47	0.4	0	4.5
Time looking at mirrors	17	0.1	0	1.8
Time looking forward with the lead vehicle brake lights on before response (not necessarily continuous)	76	1.3	0	4.5
Time looking at cell phone	5	0.1	0	3.9

除了上述分析駕駛者視線對產生接近車禍事件的影響外，亦可以從測量中來判斷駕駛是否對於跟車距離的誤判導致車禍和接近車禍。首先先在車上裝上雷達，可以測量本車與前車的距離 r 、相對速度 V_r 、相對加速度 a_r ，然後就可以用本車速度 V_{FV} 和相對速度換算成前車速度 V_{LV} ，加速度算法也是如此，如

表 2-5 前 6 行所示，而後面幾行指標是前面提到測量的值套用到公式加以計算出來的，分別為：

其中本車與前車的距離為 r 、相對速度為 V_r 、相對加速度為 a_r 、本車速度為 V_{EV} 、前車速度為 V_{LV} 、 W 為前車車寬。

表2-5 測量的數據和指標

Measure	Data Source(s)	Computation	Notes
Range (r)	Forward radar	None	
FV speed (v_{FV})	FV Speed sensor	None	
FV acceleration(a_{FV})	FV Accelerometer	None	
LV speed (v_{LV})	FV Speed sensor, forward radar: relative speed	$v_{LV} = v_{FV} + v_r$	
LV acceleration (a_{LV})	FV accelerometer Forward radar: relative speed	$a_{LV} = \frac{dv_r}{dt} + a_{FV}$	Algorithms used this computed value throughout. Kinematic modeling used an estimation of LV acceleration after FV deceleration influence was observed in standard LV computation.
Relative speed (range rate) (v_r)	Forward radar	None	
Headway	Forward radar: range, FV speed	$\text{Headway} = \frac{r}{v_{FV}}$	
TTC	Forward radar: range, Forward radar: Relative speed	$\text{TTC} = \frac{r}{v_r}$	
TTCa	Forward radar: range, Forward radar: Relative speed	$\text{TTCa} = \frac{-v_r - \sqrt{v_r^2 - 2a_{LV}r}}{a_{LV}}$ where v_r is relative speed, r is range, and a_{LV} is LV acceleration using the time derivative of relative speed.	
Thetadot ($\dot{\theta}$)	Constant LV width estimation of 6 ft. Forward radar: Range, Forward radar: Relative speed	$\dot{\theta} = \frac{W(-v_r)}{r^2}$	

圖 2.11 為視覺角度 θ 與跟車距離 r 的關係，可以發現實驗車與前方車的距離成反比，而視覺角度變化率 $\dot{\theta}$ 為視覺角度 θ 對時間的變化率，以實際開車來說，因為前方車車寬不變，所以距離前車越近視覺角度越大，距離前車越遠視覺角度越小，而離前車越近或是相對於前車車速越快，視覺角度的變化率就會越快。

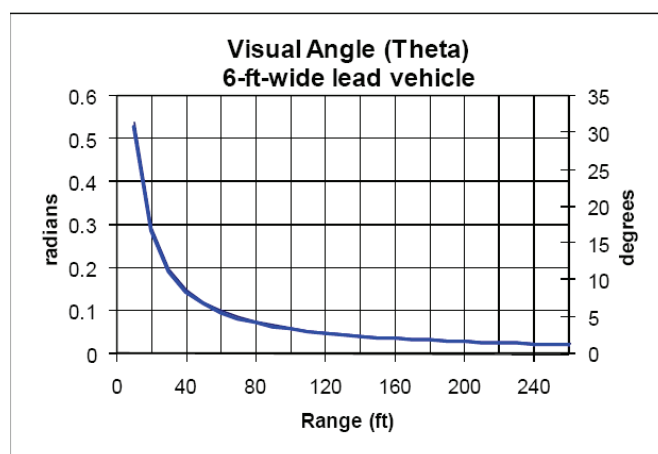


圖 2.11 前車車寬為 6 英尺時的視覺角度與車距成反比

實驗結果我們可以發現有車禍事件時 headway 平均為 1.7 秒，TTC 為 3.1 秒，TTCa 為 1.8 秒，視覺角度變化率為 0.127rad/s，如表 2-6 所示；而接近車禍事件時 headway 平均為 0.9 秒，TTC 為 3.2 秒，TTCa 為 2 秒，視覺角度變化率為 0.1rad/s，如表 2-7 所示；最後，表 2-8 為車禍事件和接近車禍事件的加總，我們可以發現當發生車禍事件和接近車禍事件時，平均跟車距離為 38.7ft；前方車減速度值為 0.2g，實驗車則是較小的 0.05g；撞到前車反應時間的指標 headway 為 1 秒，TTC 為 3.2 秒，TTCa 為 1.9 秒，視覺角度變化率為 0.1rad/s。

表2-6 車禍事件發生時各項參數與指標的值

Crashes	Range (ft)	FV Speed (mph)	FV Accel (g)	LV Speed (mph)	LV Accel (g)	Range Rate (mph)	Headway (s)	TTC (s)	TTCa (s)	Thetadot (rad/s)
average	22.0	9.6	0.00	3.6	-0.13	-6.0	1.7	3.1	1.8	0.127
min	4.9	1.4	-0.11	0.0	-0.51	-20.8	0.8	1.2	0.9	-0.004
max	71.8	37.5	0.13	18.6	0.04	0.0	2.6	10.1	3.4	0.407

表2-7 接近車禍事件發生時各項參數與指標的值

Near-Crashes	Range (ft)	FV Speed (mph)	FV Accel (g)	LV Speed (mph)	LV Accel (g)	Range Rate (mph)	Headway (s)	TTC (s)	TTCa (s)	Thetadot (rad/s)
average	41.6	32.6	-0.06	21.9	-0.20	-10.1	0.9	3.2	2.0	0.1
min	3.5	1.9	-0.41	0.0	-0.52	-30.2	0.3	0.6	0.3	0.0
max	120.9	61.5	0.31	54.4	0.29	2.4	3.3	11.5	4.9	0.7

表2-8 車禍事件或接近車禍事件發生時各項參數與指標的值

and Near- Crashes	Range (ft)	FV Speed (mph)	FV Accel (g)	LV Speed (mph)	LV Accel (g)	Range Rate (mph)	Headway (s)	TTC (s)	TTCa (s)	Thetadot (rad/s)
average	38.7	29.0	-0.05	19.0	-0.2	-9.4	1.0	3.2	1.9	0.10
min	3.5	1.4	-0.41	0.0	-0.5	-30.2	0.3	0.6	0.3	-0.02
max	120.9	61.5	0.31	54.4	0.3	2.4	3.3	11.5	4.9	0.75

將實驗結果數據以車速分開來看，前方車發生的車禍和接近車禍事件大都分布在速度 0~40mph，實驗車發生的車禍和接近車禍事件大都分布在速度 30~40mph，其中本車比前方車車速快 0~15mph 時造成的車禍和接近車禍事件最多，如圖 2.12 所示。以加速度來看，前方車發生車禍和接近車禍事件大都分布在加速度 -0.3~0.2g，實驗車發生的車禍和接近車禍事件大都分布在加速度 -0.1~0.1g，如圖 2.13 所示。又以跟車距離來看，距離前車 0~60ft 所造成的車禍和接近車禍事件最多，如圖 2.14 所示。

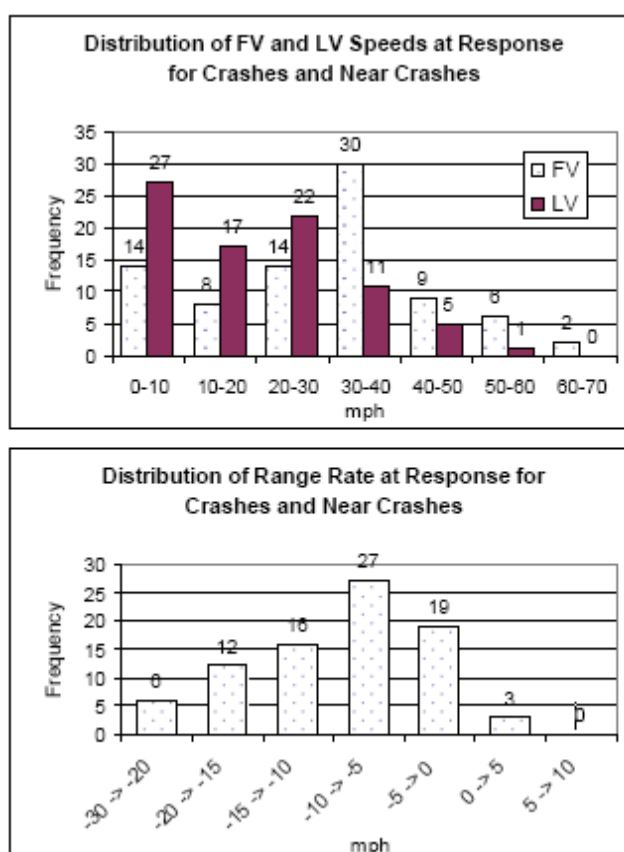


圖 2.12 造成車禍或接近車禍時本車與前方車速度比較

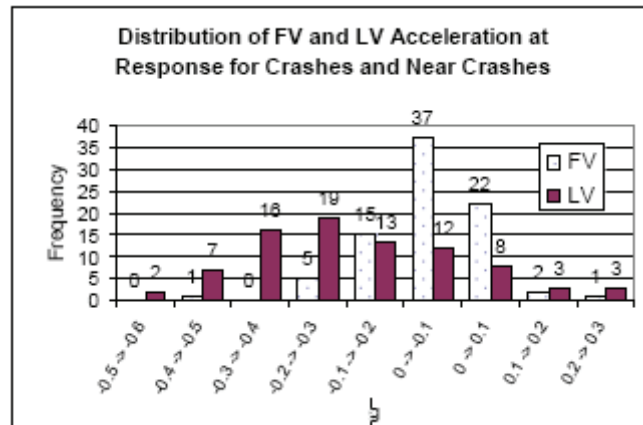


圖 2.13 車禍或接近車禍時不同加速度的頻率

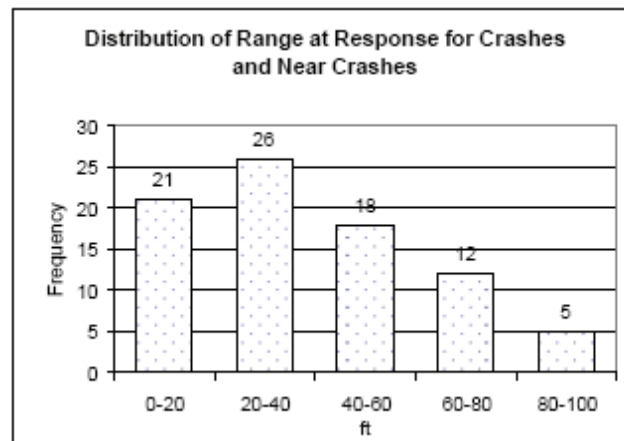


圖 2.14 車禍或接近車禍時不同跟車距離的頻率

把實驗結果用不同指標來看，發生車禍和接近車禍事件時，headway 為 0.5 秒~1.5 秒占了 7 成 5 左右，如圖 2.15 所示；發生車禍和接近車禍事件時，反應時間 TTC 為 0 秒~4 秒也占了 7 成 5 左右；發生車禍和接近車禍事件時，反應時間 TTCa 為 0 秒~4 秒高達了 9 成 5 左右，如圖 2.16 所示；發生車禍和接近車禍事件時，視覺角度的變化率 0.02rad/s~0.2rad/s 也占了 7 成 5 左右，如圖 2.17 所示。

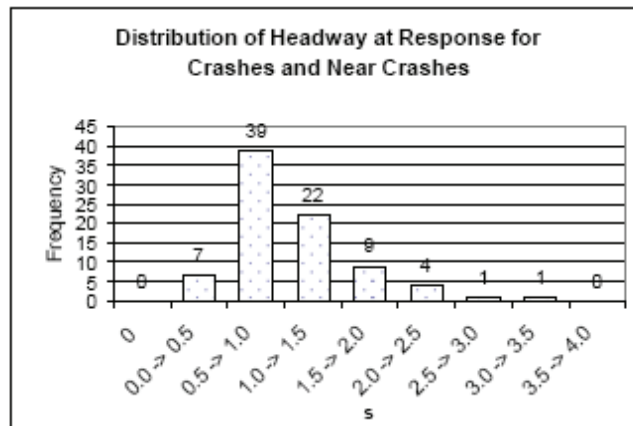


圖 2.15 車禍或接近車禍時不同 headway 的頻率

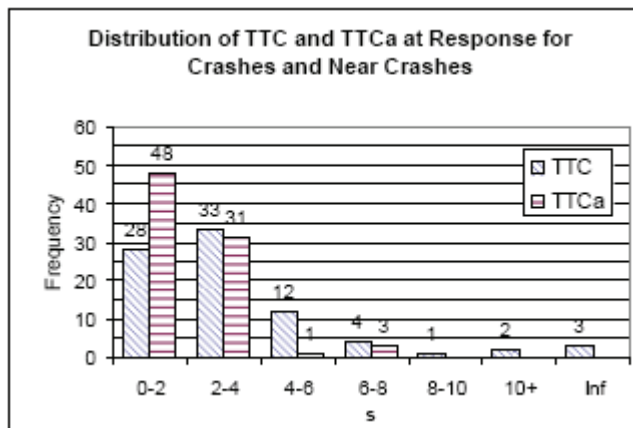


圖 2.16 車禍或接近車禍時不同 TTC 及 TTCa 的頻率

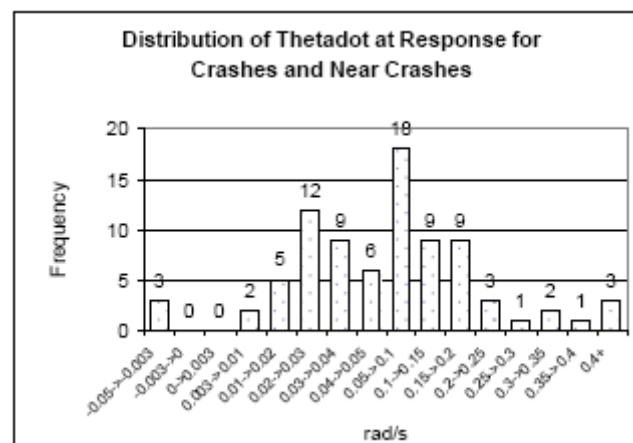


圖 2.17 車禍或接近車禍時不同角度變化率的頻率

從以上實驗結果和不同指標分析來看，當車子離前方跟車距離為 38.7ft，實驗車比前車車速快 0~15mph，headway 小於 1.5 秒，TTC 小於 4 秒，TTCa 小於 4

秒時，視覺角度的變化率 $0.02\text{rad/s}\sim 0.2\text{rad/s}$ ，容易發生車禍和接近車禍事件。從這些數據來看就是駕駛者誤判與前車的距離和車速，導致反應時間不夠，來不及煞車。

本研究所用的儀器並無法判斷前車的速度及加速度，因此並無法算出指標 TTC 和 TTCa，所以就用 headway 小於 1.5 秒做為判斷發生車禍和接近車禍事件的標準。

2.2 節能駕駛行為研究文獻回顧

Bart Beusen [5]等人使用行車記錄裝置來探討環保駕駛課程的長期效果，探討駕駛者在接受環保駕駛訓練課程的前後，其駕駛行為的改善與燃料消耗的情形。研究過程中，車子上架設了記錄的設備，記錄下汽車的位置、速度、里程數、轉速、油門位置和燃料的瞬間消耗量，並且對十位駕駛者進行超過十個月的測試，研究結果發現，在受過環保駕駛訓練課程之後，四個月的平均燃料消耗減少了 5.8%。雖然大部分的駕駛員都馬上顯示出對燃料消耗的改善，但是有些駕駛員還是會習慣性的回到其原來的駕駛習慣。

文中提到環保駕駛的主要方法歸納如下：

1. 盡可能的快速換檔（在 2000rpm 到 2500rpm 進行上檔）
2. 盡可能在高檔位下維持速度和在低引擎轉速下行駛
3. 在行駛的過程中，盡可能地維持一定的速度
4. 當車子空轉的時候，可以放開油門踏板一段時間來使車輛順暢的減速

Maria Zarkadoula[6]等人指出環保駕駛所關注的是其駕駛的方式是否合適於現代發動機技術：因為機警、平順且安全的行車技術，將會使燃料有節省到 10-15 %的可能。在其研究中，是以兩輛在都會區路線行駛的大客車司機為測試對象，並且對其進行環保駕駛的訓練，在進行環保駕駛訓練之前，會先對這兩輛大客車司機進行半個月到一個月的行車測試，並且收集行車過程的數據，包含耗油量、里程數和平均速度等等。然後再進行環保駕駛的訓練課程，培訓內容是與 Vakopleiding Transport en Logistiek (VTL)合作發展出來的，訓練內容主要針對都會區自排大客車的駕駛風格。環保駕駛課程主要是透過 VTL 的訓練員分成三個階段來給予駕駛員指導。第一階段是先要求受訓的駕駛員用他們原來的駕駛習慣

來行駛 15 km 的路程，所行駛的路徑是為了培訓計畫被特別設計過的，而且他們行駛過程的耗油量和時間都會被記錄下來。第二階段在讓這些受訓的駕駛員參予環保駕駛分析的研討會。最後的第三階段，就直接與受訓的駕駛員再次行駛那 15 km 的測試路程，並且實際的在過程中去說明和操作環保駕駛的方法，當然，第三階段的行車過程也有記錄下行車過程的耗油量和時間。最後從數據發現，第三階段所記錄的耗油量比第一階段所記錄的耗油量平均減少了 10.2%。訓練結束後，再對這兩輛大客車駕駛者進行歷時兩個月的行車測試，發現平均節省了 4.35% 的燃料。

Wahlberg[7]在其研究中，試圖去探討駕駛員的駕駛風格是否會影響乘客在乘車時的舒適度，其中也特別去探討駕駛員在接受環保駕駛訓練之後的差異。其研究資料是對乘坐大客車的乘客進行問卷調查，並且在駕駛者進行環保駕駛課程的前後，去記錄相同行車路徑時的加速度和減速度變化情形。因此，可以用乘客主觀的意見（問卷調查）來與客觀的數據（加速度變化值）進行比對，結果發現駕駛者接受完環保駕駛訓練後，其駕駛風格依然讓乘客在乘坐時感到不舒服、顛簸且感到危險，這可能與駕駛者的某些部分駕駛行為習慣有關。

Wahlberg[8]其另外一項研究，是針對已接受環保駕駛訓練課程的駕駛員進行為期十二個月的長期行車測試實驗，在大客車上監測其燃料的消耗情形，發現平均節省了 2% 的燃料。

Gully 等人[9]觀測駕駛者的駕駛行為發現，任意變換車道以及急減速會與肇事的發生頻率呈現相關，因此可知，某些特定駕駛行為的變化會與事故發生機率有所關聯性。

2.3 都會區客運安全駕駛行為與節能策略之研究回顧

在 99 年度的都會區客運安全駕駛行為與節能策略之研究計畫中，先透過對各國行車偵測設備的軟硬體功能進行評估後，決定引入澳洲 VigilVanguard 行車偵測系統，在此系統引入台灣的前夕，研究團隊以先行前往新加坡 SBS 公司進行交流，新加坡 SBS 公司與 Vigil 公司已有多年的合作經驗，並且租借了三套 VigilVanguard 行車偵測系統來進行新加坡職業駕駛者的訓練，多年的使用下來在

職業駕駛人的不良駕駛行為修正和肇事率的降低方面都具有一定的效益，故研究團隊於 99 年 8 月初前往該公司進行交流，以瞭解 VigilVanguard 行車偵測系統的運作與該公司應用此系統於駕駛訓練的情況。圖 2.18 為新加坡 SBS 訪談情形。



圖 2.18 與新加坡 SBS 公司交流訪問

澳洲 VigilVanguard 行車偵測系統於去年八月中旬引進台灣，並且於本所舉辦研討會，請到澳洲 Vigil 公司的專員來進行此套行車偵測系統的說明，並且進行實車的實際操作。圖 2.19 為澳洲 VigilVanguard 行車偵測系統研討會當天舉辦情形。



圖 2.19 澳洲 VigilVanguard 行車偵測系統研討會

澳洲 VigilVanguard 行車偵測系統研討會中亦透過實際操作來進行技術的轉移，實際將此設備架設於大客車和小客車上並且開始紀錄。圖 2.20 和圖 2.21 分別為大客車設備架設情形和小客車設備架設情形。

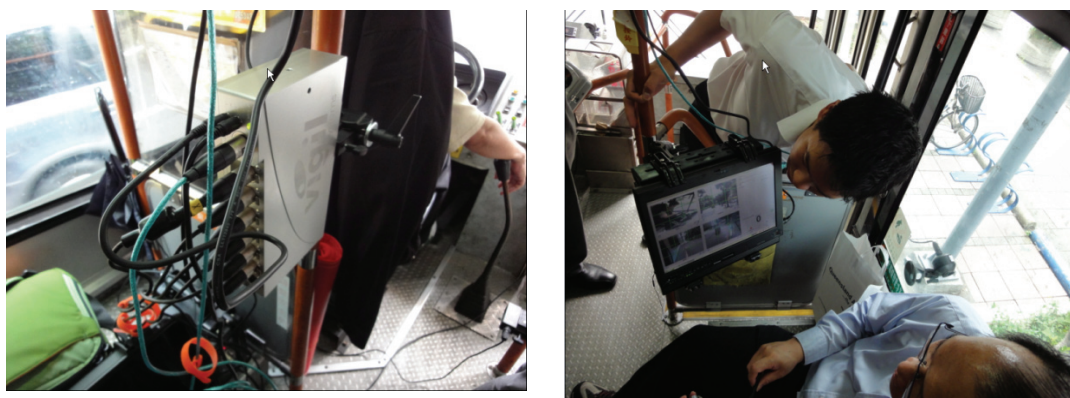


圖 2.20 VigilVanguard 行車偵測系統大客車實際安裝情形

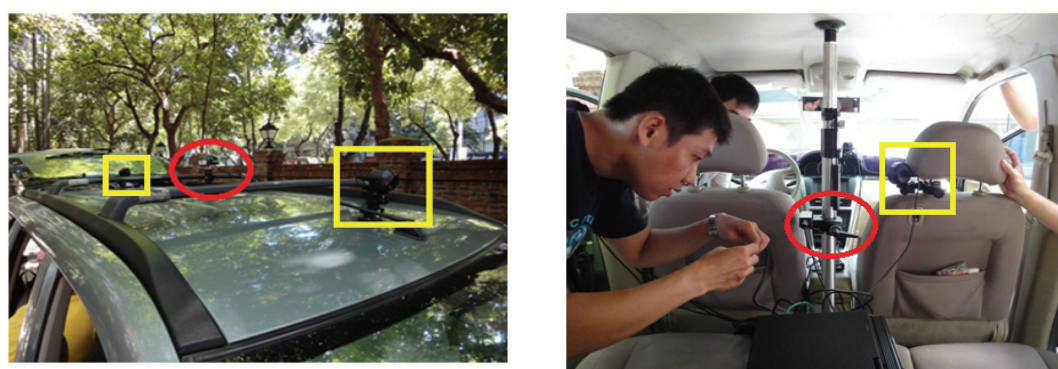


圖 2.21 VigilVanguard 行車偵測系統小客車實際安裝情形

透過引入 VigilVanguard 行車偵測系統進行職業大客車駕駛者駕駛行為自然觀察實驗。由於 99 年度都會區的研究重點是著重於耗能研究的部份，故除了透過 VigilVanguard 偵測系統來進行駕駛行為的觀察外，亦透過 OBDII 來進行行駛過程耗油量的分析。

實驗設備主要分成兩個部份來擷取行車數據，第一部分是行車影像、車速、加速度變化、和行駛路線軌跡的記錄，第二部份是行車過程引擎轉速、油門踏板深度和瞬間耗油量的記錄。第一部分的行車影像、車速、加速度變化、和行駛路線軌跡記錄，是引進澳洲的 Vigil System 駕駛行為偵測系統來進行行車過程的記錄，此一偵測系統硬體設備包含四個攝影機、一台衛星定位器、一具慣性感測器和一台觸控式平板電腦。如圖 2.22 所示。



平板個人手提式電腦



攝影機



衛星定位器



Hub：用來連接四臺攝影機+
衛星定位器+慣性感應器



慣性感應器

圖 2.22 澳洲 VigilVanguard 系統

澳洲 VigilVanguard 系統軟體設備包括 VigilVantage 行車過程錄影軟體和 VigilView 行車過程回顧播放軟體，如圖 2.23 和圖 2.24 所示。VigilVantage 軟體是整合四個攝影機、慣性感測器和衛星定位器所接收到的資料，將這些資料同步並且進行記錄。VigilView 軟體則是在進行完行車測試後，將行車資料用此軟體來進行一個回顧的動作，透過此軟體可以觀察行車過程中任何一個時間點的影像、車速和加速度值等資料。

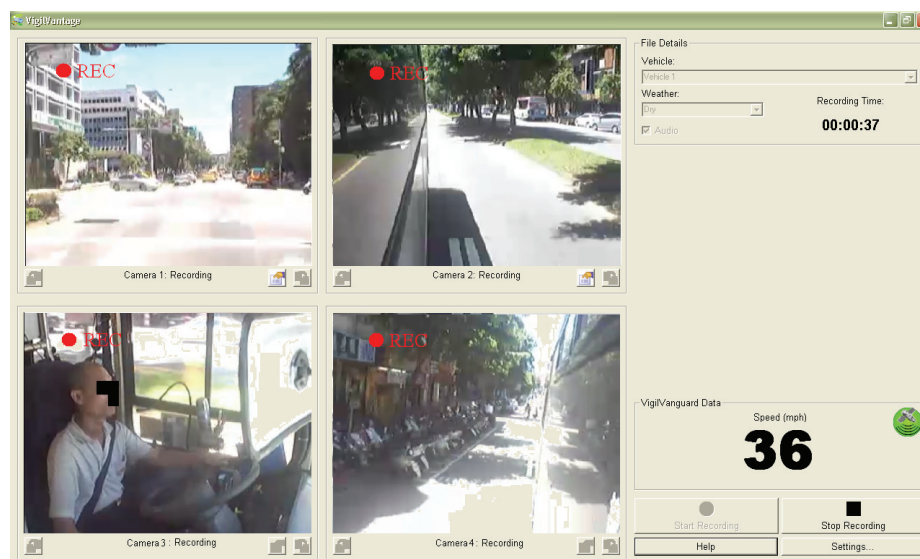


圖 2.23 VigilVantage 行車過程錄影軟體

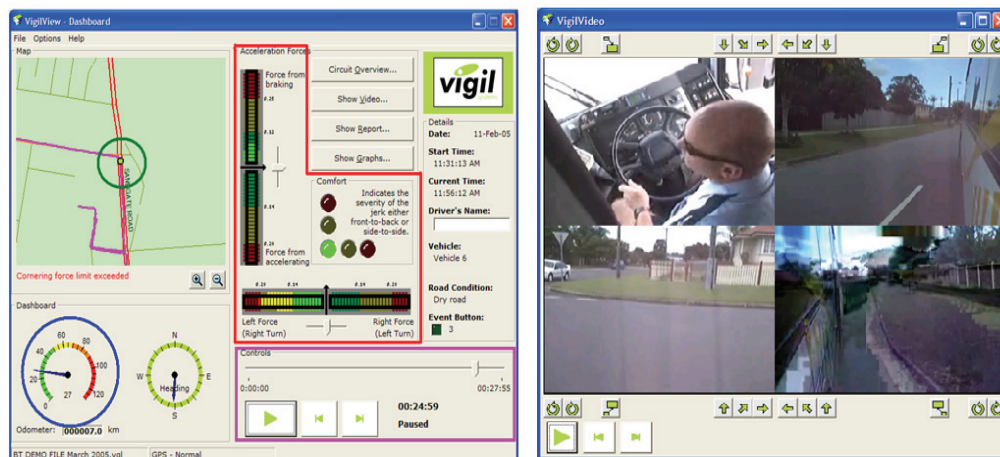


圖 2.24 VigilView 行車過程回顧播放軟體

第二部份的行車過程引擎轉速、油門踏板深度和瞬間耗油量記錄，則是使用大都會客運公司內部修車廠專用的 OBDII 車輛診斷系統來進行測量，將此診斷系統的接頭插入測試車輛的診斷插座後，當車輛發動後即可透過電腦來進行行車數據的擷取，如圖 2.25 所示。



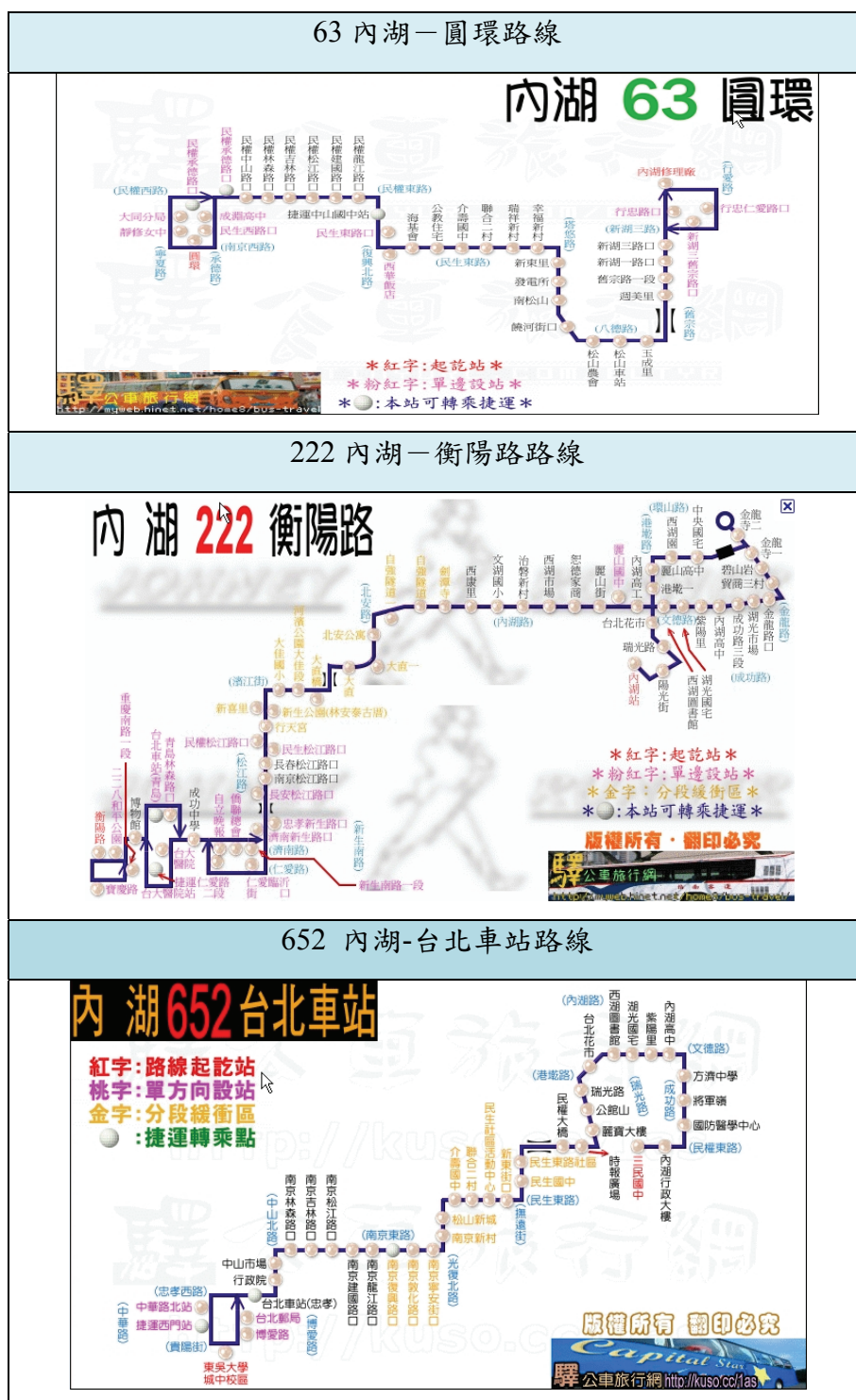
圖 2.25 大都會客運公司內部修車廠專用 OBDII 車輛診斷系統

99 年度都會區計畫是與台北大都會客運和桃園客運合作進行 100 位駕駛者的自然觀察實驗，大都會客運實驗對象和路線的規劃主要以大都會內湖站和大都會蘆洲站的駕駛者為主要的測試對象，行駛路線為市區路線。實驗車種以內湖站和蘆洲站共四種車款為主。大都會客運實驗所使用車種如圖 2.26 所示。

	<p>低底盤公車(內湖站) 引擎 康明斯 ISCe260 最大馬力：260ps 車長：12,000mm 車寬：2,500mm 車高：2,968mm 軸距：6,230mm 變速：自排 牌年度：2001</p>
	<p>美國萬國車(內湖站) 引擎 萬國 DT466-HT 最大馬力 250ps 車長：11,260mm 車寬：2,455mm 車高：3,070mm 軸距：5,791mm 變速：自排 領牌年度：2002</p>
	<p>南韓 KIA 公車(內湖站) 引擎：康明斯 ISC-285 最大馬力：285ps 車長：11,655mm 車寬：2,500mm 車高：3,200mm 軸距：5,700mm 變速：自排(ZF 4HP500) 領牌年度：2003</p>
	<p>歐盟四期環保中型巴士 引擎：豐田 NO4C-TQ 最大馬力：147HP 車長：6,990mm 車寬：2,025mm 車高：2,630mm 軸距：3,935mm 變速：手排 領牌年份：2010</p>

圖 2.26 實車測試中大都會客運使用車種

大都會客運內湖站所行駛的路線為以內湖站為起點站駛出後，於台北市市區進行行駛，內湖站一共測試了三條路線，分別為 63 線、222 線和 652 線，三條路線行駛時間大約 1.5 小時到 3 小時。蘆洲站則測試一條路線為橘 18 路線，此路線行駛時間約 1.5 小時。大都會客運實驗所行駛路線如圖 2.27 所示。



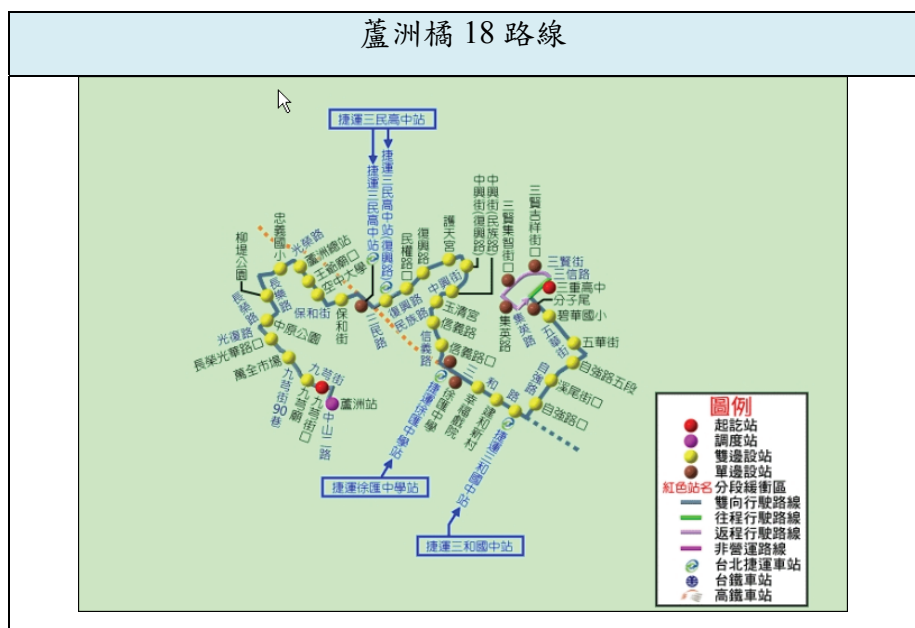


圖 2.27 大都會客運行駛路線

桃園客運實車測試的部份，實驗對象和路線的規劃主要以桃園客運中壢站和桃園站的駕駛者為主要的測試對象，行駛路線為市區路線。實驗過程中所使用車種為2007年以後出廠的歐盟四期環保車。桃園客運實車實驗所使用車種如圖 2.28 所示。

	<p>2007 歐盟四期環保底盤 引擎：五十鈴 (ISUZU) 6HK1E4N 最大馬力：240ps 車長：11,145mm 車寬：2,440mm 車高：1,815mm 軸距：5,700mm 變速：手排 領牌年度 2007</p>
	<p>2008 歐盟四期環保底盤 引擎：日野 J08E-TE 最大馬力：233hps 車長：11,480mm 車寬：2,440mm 軸距：5,800mm 變速：手排 領牌年度：2008</p>
	<p>四期環保中型巴士底盤 引擎：五十鈴 4HE1E4C 最大馬力：190ps 車長：6,600mm 車寬：2,130mm 車高：1,910mm 軸距：3,815mm 變速：手排 領牌年度：2007、2008</p>

圖 2.28 實車測試中桃園客運使用車種

桃園客運所行駛的路線，中壢站一共測試了三條路線，分別為中壢 1 路、中壢-大溪路線和中壢 2 路，中壢 1 路路線來回行駛時間約 2 個小時，中壢-大溪路線來回行駛時間則大約 1.5 個小時，中壢 2 路路線來回約 1.5 個小時。桃園站則測試一條路線為 113 幸福社區路線，此路線行駛時間約 1.5 小時。桃園客運實驗所行駛路線如圖 2.29 所示。

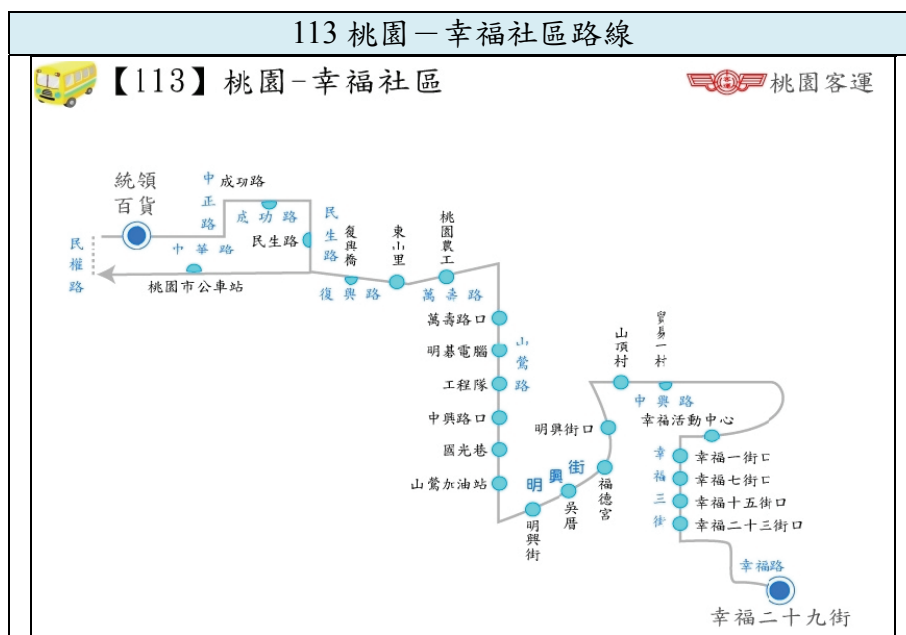


圖 2.29 實車測試中桃園客運行駛路線

在 99 年度「都會區安全駕駛行為與節能策略之研究」進行過程中，所遭遇的問題包括：引入澳洲 VigilVanguard 行車偵測系統時，因涉及國際談判，因此該系統於當年度 8 月中旬才抵台，此外由於油耗資料擷取係透過客運業者自有之 ODBII 系統，須先經過測試，且客運業者自有之 ODBII 系統係專用於維修作業，使得實車測試安排受到相當程度的限制並耗費時間，平均一日只能進行一人次之實驗。此外，完成實車實驗後，數據均需仰賴人工處理，環保與安全評估指標雖然已有初步建議但欠缺反覆分析與測試，可靠度待加強，因此如何加速資料處理速度，並就去年度提出之環保與安全評估指標進行反覆分析與測試，並且進行前後測實驗與數據比較，亦為 100 年度本研究重點項目之一。

2.4 環保駕駛教育訓練文獻回顧

2.4.1 歐盟環保駕駛

環保駕駛具有相當的省油與減少二氧化碳排放廢氣的潛力。歐洲氣候變遷計劃(ECCP)於 2001 年估計，經由歐洲駕駛者教育與環保駕駛計劃，到 2010 年可減少 5000 萬噸的二氧化碳，這相當於 1500 萬輛汽車每年排放二氧化碳的數量。環保駕駛可以確保達到京都議定書的二氧化碳排放量目標以及改善空氣品質。在燃油消耗方面，國外研究指出環保駕駛的長期效益可達到節省約 5.8% 的燃油量。此外，環保駕駛亦有助於降低肇事率、降低車輛元件耗損情形和提升乘客乘

坐舒適性的效益。

環保駕駛是一種降低燃油消耗、溫室氣體排放及肇事率的駕駛方式，也是適合現代引擎科技的駕駛風格：瀟灑、平順、安全的開車技巧平均可節省 5%至 10% 的油量。生態環保駕駛也帶給小汽車、貨車、卡車及公共汽車司機諸多好處，包括省錢、減少意外事故，同時降低廢氣排放與噪音。目前，歐洲已有不少國家採行有效的生態環保駕駛方案，歐盟環保駕駛訓練內容如表 2-9 所示[10]。

表2-9 歐盟環保駕駛建議項目

The Golden rules of Eco-driving	
1.	行駛過程盡可能以高檔位來進行駕駛，汽油車轉速盡可能維持在 2000rpm 到 2500rpm 之間。
2.	行過程中不斷產生加速和煞車的行為將會消耗很多的燃料，因此維持穩定的行駛速度不僅可以減低燃料並對氣體排放、行車安全、交通流量即乘客舒適度皆有所改善。
3.	油門踩越深燃料將消耗越多，引擎轉速約高燃料消耗亦越高，故使用高檔位以低轉速來行駛將會較為省油
4.	盡可能觀察車前狀況，以維持穩定的行駛車速，避免產生不必要的煞車或加速行為，而造成較大的耗油情形。
5.	利用鬆開油門的方式來進行平順的減速，並順著車速逐一退回低速檔或空檔。

2.4.2 英國環保駕駛

在歐洲許多已開始採取環保駕駛的國家中，英國在 2008 年 9 月開始將環保安全駕駛(Eco-Safe-Driving)納入考照的實車路考範圍內，並提供 6 項環保安全駕駛提示(如圖 2.30 所示)供民眾參考，英國六項環保安全駕駛提示內容[11]如表 2-10 所示。



圖 2.30 英國六項環保安全駕駛提示

表2-10 英國六項環保安全駕駛內容

六項環保安全駕駛提示	
1.	隨時注意行駛環境，以至於當有危險情形產生時可以爭取到更多的反應時間，來進行適當加速或煞車減速行為，並且與周遭車輛保持足夠安全跟車間距。
2.	根據當時的道路環境來決定所行駛的速度，可有效的節省能源消耗與減少廢棄排放。
3.	並非每次行駛都需以最高檔位行駛，但在引擎正常運作的情形下，應盡可能快速變檔至較高檔位行駛。
4.	車輛起步時應盡可能避免引擎轉速過大之情形產生。
5.	平順的操作油門踏板，避免重踩油門踏板的情形產生。
6.	當車輛處於急速停止一段時間的情形下，建議熄火以減少燃料的消耗與廢棄的排放。

2.4.3 日本環保駕駛

日本於2003年提出環保駕駛10項建議(Eco Drive 10 Advices) [12]，如表2-11內容所示，並且由一般駕駛，經過環保駕駛講習即參加研討會(講課、實際練習)，

達到省油駕駛的效果，並以實際技術距進行成效評估；報告中指出參加環保駕駛研討會的學員(平均人數為 40 名)，可達到省油效果 12.4%。

表2-11 2003年日本環保駕駛建議項目

Eco Drive 10	
1.	避免不必要的怠速停車。
2.	避免不必要的引擎空轉產生。
3.	避免不當的過猛起步或加速行為。
4.	根據當時的交通環境，盡可能保持行車的安全與較低的車速。
5.	盡可能以高檔位來進行駕駛。
6.	盡可能以引擎煞車的方式來進行減速的動作。
7.	行車前認真檢查車輛的狀況，如車輛胎壓、空氣濾芯等。
8.	避免將不必要的重物放置於車上增加車輛的重量，並且切勿將油箱的油加全滿。
9.	非必要情況盡可能不開冷氣
10.	事前妥善規劃好行駛路線，如最短行駛距離。

日本於 2007 年提出環保駕駛的 10 項建議的修正項目，如圖 2.31 和表 2-12 所示，建議的項目大致上都一樣，但變的更細、更容易讓駕駛了解，並且提出更客觀的數據來顯示節能駕駛對燃油的節省效益。如：怠速不要超過 5 分鐘，起步 5 秒內在時速 20 公里左右能降低 11% 的油耗，設定冷氣過低會增加超過 12% 左右的油耗，胎壓低於 50KPa 會增加 2%~4% 的油耗，多載 100kg 的物品增加 3% 的油耗等等，用簡單的概念讓駕駛更注意平常沒留意的小細節可能會造成油耗增加。

エコドライブ 10のススメ

≫ 1. ふんわりアクセル「eスタート」

「やさしい発進を心がけましょう。」

普通の発進より少し遅やかに発進する（最初の5秒で時速20km/hが目安です）だけで11%程度燃費が改善します。やさしいアクセル制御は安全運転にもつながります。時間に余裕を持って、ゆったりした気分で運転しましょう。



≫ 2. 加減速の少ない運転

「車間距離は余裕をもって、交通状況に応じた安全な定速走行に努めましょう。」

車間距離に余裕をもつことが大切です。車間距離を詰めたり、速度にムラのある走り方をすると、加減速の機会も多くなり、その分市街地で2%程度、郊外で6%程度燃費が悪化します。また、同じ速度であれば、高めのギアで走行する方が燃費がよくなります。交通状況に応じ、できる限り速度変化の少ない安全な運転をしましょう。



≫ 3. 早めのアクセルオフ

「エンジンブレーキを積極的に使いましょう。」

エンジンブレーキを使うと、燃料の供給が停止される（燃料カット）ので、2%程度燃費が改善されます。停止位置が分かたら、早めにアクセルから足を離して、エンジンブレーキで減速しましょう。また減速したり、坂道を下る時にはエンジンブレーキを活用しましょう。



≫ 4. エアコンの使用を控えめに

「車内を冷やし過ぎないようにしましょう。」

気象条件に応じて、こまめに温度・風量の調整を行いましょう。特に夏場に設定温度を下すぎないことがポイントです。外気温25℃の時に、エアコンを使用すると、12%程度燃費が悪化します。



≫ 5. アイドリングストップ

「無用のアイドリングをやめましょう。」

10分間のアイドリング（ニュートラルレンジ、エアコンOFFの場合）で、130cc程度の燃料を消費します。待ち合わせや荷物の積み下ろしなどの軽停止時のアイドリングを止めましょう。



≫ 6. 運転運転は適切に

「エンジンをかけたらすぐ出発しましょう。」

現在販売されているガソリン乗用車においては暖機不要です。寒冷地など特別な状況を除き、走りながら暖めるウォームアップ走行で充分です。暖機することにより走行時の燃費は改善しますが、5分間暖機すると160cc程度の燃料を消費しますので、全体の燃料消費量は増加します。



≫ 7. 道路交通情報の活用

「出かける前に計画・準備をして、渋滞や道路障害等の情報をチェックしましょう。」

1時間のドライブで、通って10分余計に走行すると14%程度の燃費悪化に相当します。地図やカーナビ等を利用して、行き先及び走行ルートをおらかじめ計画・準備しましょう。また道路交通情報をチェックして渋滞を避ければ燃料と時間の節約になります。カーナビやカーラジオ等で道路交通情報をチェックして活用しましょう。



≫ 8. タイヤの空気圧をこまめにチェック

「タイヤの空気圧を適正に保つなど、確実な点検・整備を実施しましょう。」

タイヤの空気圧が適正値より50kPa(0.5kg/cm²)不足した場合、市街地で2%程度、郊外で4%程度、それぞれ燃費が悪化します。また、安全運転のためにも定期的な点検は必要です。



≫ 9. 不要な荷物は積まずに走行

「不要な荷物を積まないようにしましょう。」

100kgの不要な荷物を載せて走ると、3%程度燃費が悪化します。車の燃費は荷物の重さに敏感です。確保する必要のない荷物は、車から下ろしましょう。



≫ 10. 駐車場所に注意

「渋滞などをまねくことから、違法駐車はやめましょう。」

交通の妨けとなる場所での駐車は交通渋滞をもたらす余分な排出ガスを発生させる原因となります。平均車速が時速40kmから時速20kmに落ちると、31%程度の燃費悪化に相当すると言われています。



図 2.31 2007 年日本環保駕駛建議

表2-12 2007年日本環保駕駛建議內容

Eco Drive	
1.	輕踩油門平緩起步，起始 5 秒內的時速在 20 公里左右，能降低約 11% 的油耗。
2.	保持充分的車距，盡量減少加速和減速的次數，可使市區油耗減少 2%，郊區減少 6%
3.	提前鬆開油門，利用發動機制動器來減速，可節省 2% 左右的油耗
4.	在室外溫度達到 25℃ 時，使用空調將增加 12% 左右的油耗，不要設定過低溫度。
5.	避免怠速，一般停車時間在 5 分鐘以上，應熄火停止發動機轉動。
6.	目前的電噴發動機不需要預熱，啟動後可馬上出發，除非寒冷地區或特殊情況。
7.	充分運用道路交通信息，出發前制定計畫，做好準備。
8.	確實進行檢查保養，保持正常的輪胎氣壓，如果輪胎氣壓比水平低 50kPa，在市區和郊區將分別增加 2% 和 4% 的油耗。
9.	卸下不需要的物品，多載 100kg 的物品，將增加 3% 的油耗。車輛的油耗與車載重量有密切關係。
10.	避免在有礙交通的地方停車，引起交通擁堵，也會增加尾氣排放。平均車速從 40km/h 下降到 20km/h，將增加 31% 的油耗。

日本環保駕駛行為四階段：

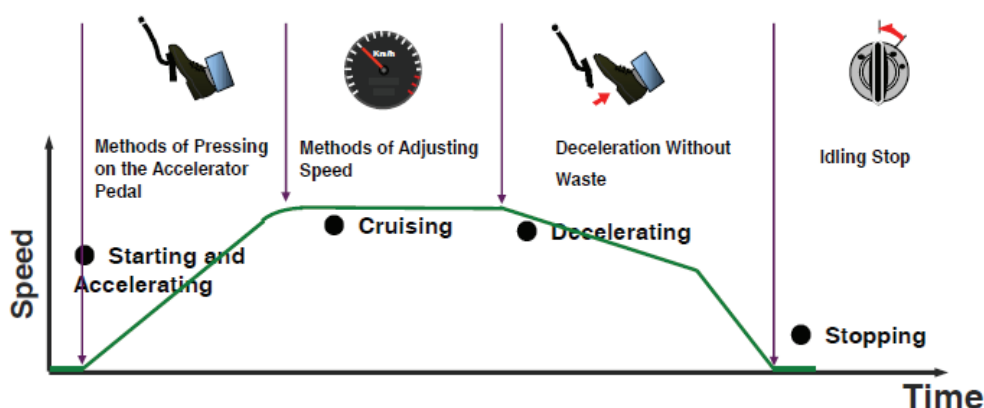


圖 2.32 環保駕駛四階段駕駛行為操作示意圖

圖 2.32 為將一完整的行駛過程區分成四個階段，第一階段為車輛靜止開始起步，第二階段為穩定速度行駛，第三階段則為逐漸減速後，最後第四階段則為車輛怠速停止，並且分別示範這四種階段要如何使用環保駕駛的方式來行駛。

Step1：車輛起步加速階段

以平順的方式來進行車輛的起步，建議以 5 秒的時程來使車速從 0 km/h 加速到 20 km/h。

Step2：穩定行駛階段

行駛時留意前方行駛狀況，並與前車保持一寬廣的跟車距離，預防前方車輛突然改變車速時造成本車車速亦需同時快速下降。

Step3：減速階段

減速時提前鬆開油門踏板，並保持車輛行駛的穩定。

Step4：停止階段

停車時檔位換至空檔，並且估算怠速時間適時的進行引擎熄火的動作以減少不必要的能源消耗與氣體排放。

2.4.4 美國環保駕駛

另外，在美國環保駕駛文獻中，也提出了幾點建議，其中避免猛烈加速或緊急煞車、遵守速限來進行駕駛、避免怠速、使用高速檔位行駛、規劃最短行駛路徑以減少 CO₂ 排放、低速開窗，高速開空調這幾項與日本環保駕駛類似，其他建議項目與詳細內容如表 2-13 所示。

表2-13 美國環保駕駛內容

建議項目	解釋
1. 避免猛烈加速或緊急煞車	平順的起步和煞車過程將節省可以節省約 3 成的油錢。
2. 維持穩定速度行駛	非必要情形，盡可能不讓車輛完全停止，因從車輛完全靜止起步比從 10km/h 開始加速平均多消耗 20%燃料。
3. 遵守速限來進行駕駛	現代紅綠燈交通號誌設計都依照速限來進行同步規劃，開太快會因很快遇到紅燈而必須停下來，跟著速限開車會一路順暢，減少停車等紅燈的機會。
4. 低速開窗，高速開空調	車速為 60 km/h 以下時，以開窗取代空調；快於 60 km/h 以上則關窗開空調。這樣可以節省 20%的油耗。高速行駛時開窗會因為風阻增加而增加油耗。
5. 遵守車速限制以低於 100 km/h 的車速行駛於高速公路	以 100 km/h 以上的等速行駛較以 90-100 km/h 的等速行駛來的耗油，故以高速公路以 90-100 km/h 的等速行駛會比以 100 km/h 以上的速度來得省油。
6. 規劃最短行駛路徑以減少 CO2 排放	透過事前規劃行駛路線，如使用導航器進行最短路徑規劃，將有效減少燃油消耗與 CO2 的排放。
7. 避免怠速	怠速不只會增加油耗，更會排放更多的二氧化碳
8. 使用高速檔位行駛	以高檔位來行駛，可降低引擎轉速、節省能源消耗和降低引擎磨耗並減少 CO2 排放。
9. 不需暖車時間	現代車輛的設計已不需要事前暖車，甚至在寒冷的冬天，30 秒的暖車時間已足夠。
10. 將車輛停陰涼處。	在大太陽下，車輛曝曬 10 分鐘內就會升高到攝氏 50-60 度的高溫，而駕駛人必須使用非常耗油的強風冷氣來為愛車降溫。

2.4.5 韓國環保駕駛

為了實行環保駕駛(ECO-Drive)以及提高安全運輸駕駛的理念，國土運輸安全部及韓國運輸安全管理機構在 2009 年設計了一系列完整的教育課程，而安全駕駛培訓中心則提供了駕駛模擬器(如圖 2.35、圖 2.36、圖 2.37 ECO-Drive 現場駕駛模擬機)，讓所有參加課程的學員在模擬器上實際操作，藉此了解個人的駕駛行為是否良好，以及了解該學員駕駛下的油耗效率狀況，國土運輸安全部及韓國運輸安全管理機構設計的課程包含基礎課程、免費培訓課程、危害或危險避免課程、直線剎車課程（不同道路狀況及有無 ABS）及彎道剎車課程等，透過設計的理論教育課程，讓學員明瞭駕駛行為上的缺失，並給予正確的觀念，且利用環保駕駛來矯正不當的駕駛行為，最後透過測驗驗證教育的成果，藉此修正課程內容，使課程效果達到完善，其教育流程如圖 2.33 所示[13]。

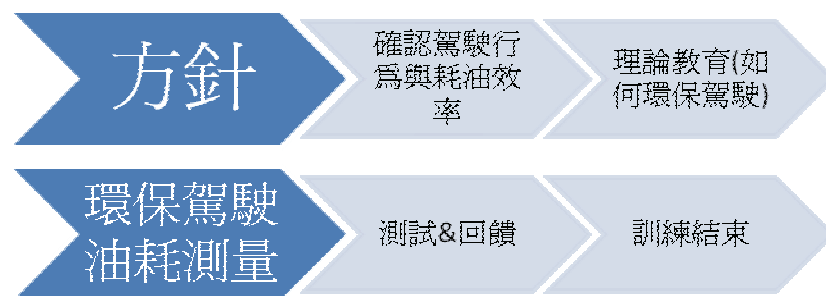


圖 2.33 ECO-Drive 教育流程圖



圖 2.34 ECO-Drive 教育及訓練中心環境簡圖



圖 2.35 ECO-Drive 現場駕駛模擬機



圖 2.36 ECO-Drive 現場駕駛模擬機



圖 2.37 ECO-Drive 現場駕駛模擬機

在南韓使用環保駕駛的成果方面，從 2010 年 7 月 15 日到 2010 年 12 月 9 日的期間，總共有 2,167 位職業駕駛人參加環保駕駛的測試，如圖 2.38 ECO-Drive 測試成果統計圖所示，實際的成果使燃油效能提高了 17.44%，油耗及二氧化碳排放分別都降低了 16.15%，很明顯得到改善。

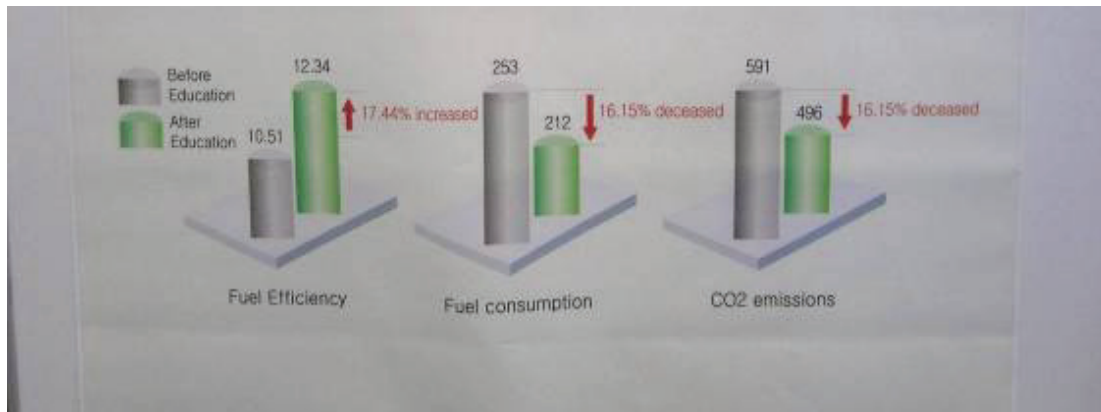


圖 2.38 ECO-Drive 測試成果統計圖

韓國持續推動環保駕駛並且期望能在 2020 年前累積 20 億之駕駛人次參與環保駕駛教育訓練。在共 389 萬噸的溫室氣體排放中，期望運輸部門能減少排放，並以減少 4,200 萬噸為最終目標。未來效益目標如圖 2.39 所示。

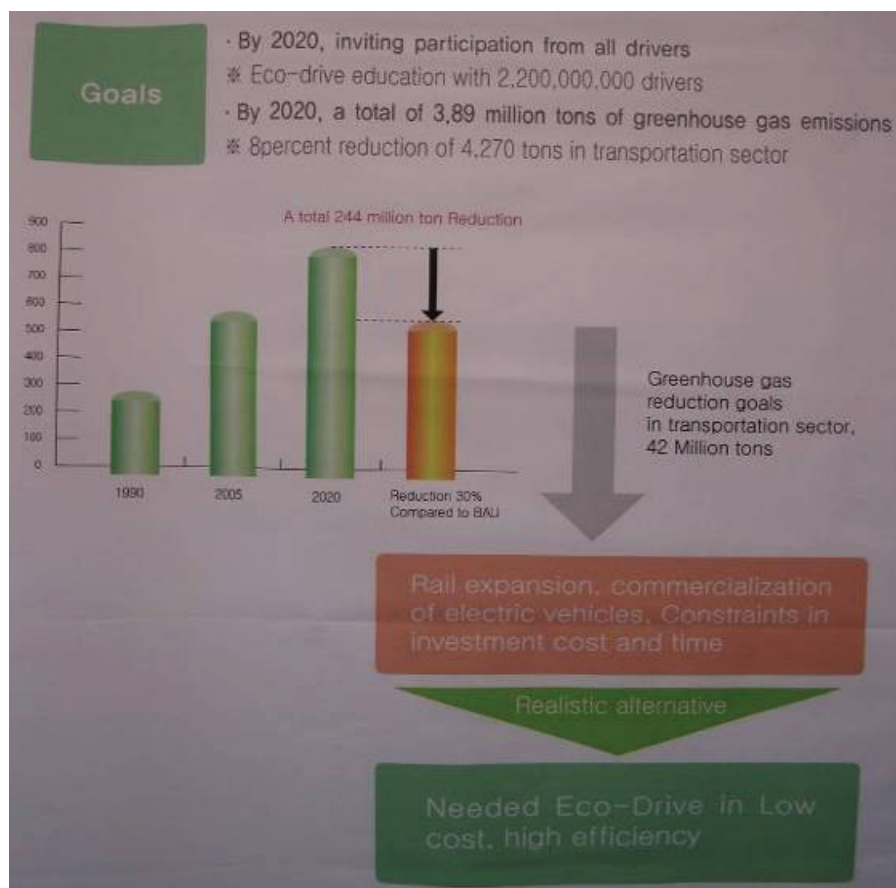


圖 2.39 ECO-Drive 目標值

2.4.6 我國環保駕駛

我國行政院環保署為推廣環保駕駛，於 99 年與國內客運公司合作，透過該公司協助提供相關駕駛行為及油耗量數據，驗證了環保駕駛的節能減碳成效，環保署指出，透過對駕駛人專業的教育訓練與獎勵制度，將每公升約行駛 3.7 公里的油耗，提升為每公升約行駛 4.2 公里，改善幅度達 13.5%，除每年省下可觀的油料費用、提升該公司競爭力外，並提供顧客更舒適安全的搭車經驗，更能削減二氧化碳的排放，達到節能減碳的目標。

環保署表示，若全國約 100 萬名大客車及大貨車駕駛員皆加入環保駕駛車隊行列，短期將可節省 118 萬公秉石化燃料消耗量，可減少 318.6 萬公噸 CO₂ 排放，除節省荷包外，又可以具體行動參與節能減碳工作。若 650 萬小客車駕駛人再加入環保駕駛行列，則可再節省 174 萬公秉石化燃料消耗量，可再減少 417.6 萬公噸 CO₂ 排放。圖 2.40 和表 2-14 為行政院環保署所宣導的環保駕駛技巧內容和說明[14]。



圖 2.40 行政院環保署 10 個環保駕駛技巧說明

表2-14 行政院環保署10個環保駕駛技巧內容說明

<p><u>Tip 1：啟動後避免怠速暖車</u></p> <p>目前生產的汽車，大部分是多點燃油噴射系統的車輛，冷車啟動後，不需要怠速暖車，引擎也能平順運轉，因此引擎發動後緩慢地行駛，足以讓車輛達到暖車的效果。雖然說暖車後的耗油量會減少，但暖車 5 分鐘將會消耗 160cc 左右的燃料，所以整體的耗油量還是會增加。啟動後馬上出發，既省時又省油。</p>
<p><u>Tip 2：溫和駕駛汽車，並依速限行駛</u></p> <p>維持穩定速度，行車中避免不必要的加速、減速動作，並適當的使用引擎煞車功能。與一般人相比，衝動的駕駛人(指急加速或急煞車的駕駛者)於市區行駛其車輛會增加約 5%的油料消耗。因此為了行車安全與減少油料消耗，請遵循行車速限、並溫和地駕駛汽車。</p>
<p><u>Tip 3：開車時盡可能使用較低的引擎轉速</u></p> <p>駕駛時，在不致熄火情況下，可使用較低之引擎轉速開車，汽油車約在引擎轉速 2500 rpm 之前，柴油車在 2000rpm 之前換檔，儘快換到較高檔位駕駛，以降低開車時的引擎轉速。</p>
<p><u>Tip 4：長時間等待時，善用引擎停等熄火</u></p> <p>引擎停等熄火(Idling Stop)就是長時間停車時，將引擎熄火避免怠速空轉浪費油料，採用停等引擎熄火(Idling Stop)駕駛習慣，約可減少 5~12%的燃油消耗；怠轉 10 分鐘 (排空檔、不開空調的情況)會耗油 130cc，而啟動引擎時所需的油量相當於怠轉 5 秒的耗油量，所以停車若超過 5 秒的話，把引擎熄火就能節省能源。</p>
<p><u>Tip 5：注意車內冷氣空調的使用狀況</u></p> <p>配合天氣狀況，調整車內溫度與風量，特別是在夏天時溫度切勿設定過低，以減少引擎壓縮機的負載。當室外溫度 25℃ 時，汽車小客車行駛時，使用車內冷氣空調，約會增加 16%的油料消耗、當室外溫度 35℃ 時，使用車內冷氣空調，約會增加 23%的油料消耗。</p>
<p><u>Tip 6：減少車上負載</u></p> <p>駕駛出發前，先檢視車輛上盡量不要放置非必要的物品，特別是重物。車輛負載每增加 100 公斤，使用的油料可能將增加約 3%，且對小型的車輛影響會比對大型車輛更明顯。</p>
<p><u>Tip 7：定期檢查胎壓</u></p> <p>車輛保持正確的胎壓對行駛中的車輛會比較安全，且輪胎的磨耗也會比較小。保持車廠建議的胎壓可減少約 3%的油料消耗。</p>
<p><u>Tip 8：定期保養檢查</u></p> <p>適當的保養，定期更換車廠指定的機油，更換阻塞的空氣濾清器，空氣濾清器可以避免骯髒空氣進入引擎，造成引擎損壞，具有保護引擎的效果。使用製造廠指定的機油等級約可減少 1~2%的油料消耗；而更換阻塞的空氣濾清器最多可減少 10%的油料消耗。</p>

Tip 9：減少車輛風阻係數及阻力

車輛上方若加裝行李架而加掛行李，會增加車輛風阻係數及阻力，造成使用的油料增加，因此行李應儘量置於車內或將不必要的車頂行李架卸除。同時高速行駛時若考量通風，將前座車窗打開而不開啟空調，反而會增加空氣阻力，並無實際省油的效果。空氣阻力若增加 10%(相當於窗戶全開)，在市區的耗油量將增加 1%，在郊區則將增加 3%。

Tip 10：行駛旅程規劃

出門前先檢查塞車和道路障礙等的訊息，或事先利用地圖及衛星導航做好行前的規劃，找出預定行駛的路線。同時請多活用車上的收音機來確認道路交通狀況，除免於塞車之苦外，也能節省燃料。1 小時的行車過程中，因迷路而多耗費 10 分鐘，約增加 14%的燃油消耗。

本研究彙整上述歐盟、美國、英國、日本與我國行政院環保署所提出的環保駕駛資料，提出下列 8 項原則，如表 2-15 內容所示，此為本研究採用的環保駕駛原則。

表2-15 本團隊彙整環保駕駛八項原則

1.	換檔迅速，車輛起步時，汽油車於轉速達 2,000-2,500rpm 間進行換檔，柴油車則在 2000rpm 之前進行換檔。
2.	保持穩定的車速，使用高速檔並維持低引擎轉速。
3.	預期周遭的交通狀況，以避免不必要的煞車以及加速，協助預防不合理的超車及低速駕駛。
4.	減速要平順，有必要減速或停車時，應提早鬆開油門慢慢減速。
5.	不要突然加速，以有更多時間檢查交通狀況。
6.	維持車輛有足夠的間距，避免無故超車或切入其他車道。
7.	經常測量胎壓。
8.	減少啟動後怠速的情形，啟動後馬上出發。

2.5 安全環保駕駛文獻回顧

表 2-16 為美國 HSIS[15]整理出常見的不安全駕駛行為特徵，包括未在停止標誌或號誌前停車，跟車距離不足，幾乎撞上前方停止或慢行之車輛，鄰車間距或是與路旁間距不足，幾乎撞上路旁停放車輛，不當跨越，主要在車間距不足時，變換車道時幾乎撞上前方車輛，變換車道時幾乎撞上前方車輛等等供駕駛參

考與警惕。

表2-16 美國HSIS 不安全駕駛行為特徵

不安全駕駛行為特徵
未在停止標誌或號誌前停車
跟車距離不足，幾乎撞上前方停止或慢行之車輛
鄰車間距或是與路旁間距不足，幾乎撞上路旁停放車輛
施工區未減速
不安全速度
不良天氣下未減速
不安全轉彎，主要在車前距不足下轉彎
不當超車，主要在車間距不足時
偏左行駛或進入對向車道
超車時跨越車道線接近鄰近車輛
不當跨越，主要在車間距不足時
不當匯入車道，造成其他車輛轉向或緊急煞車
在大型車前方突然變換車道
變換車道時幾乎撞上前方車輛

而美國 NIDB[16]也提出加速須先觀察車輛四周情形，轉向前須先將頭轉至預定行駛之方向，並確認後視鏡與盲點處，前車起駛後 2 秒再行駛離，轉彎或變換車道前須閃方向燈至少 5 秒，看到速限標誌時，須提醒自己確認目前速度等等，如表 2-17 所示。

表 2-17 美國 NIDB 最低駕駛行為標準

駕駛行為特徵
加速：駕駛人將腳由煞車移至油門前，須先觀察車輛四周情形
煞車：準備煞車前，須檢視後視鏡；讓車輛平順停車；煞車過程須特別注意車後區域
轉向：雙手握方向盤，左右手分別位於9點與3點方向，指關節須在方向盤外側
轉向：使用hand-over-hand或push-pull方式
轉向前須先將頭轉至預定行駛之方向，並確認後視鏡與盲點處
停車時，在將檔位移至P檔前，須腳踩煞車
接近路口時，須先觀察前方、左方及右方
看到速限標誌時，須提醒自己確認目前速度
欲變更行駛路線、轉彎以及停車時，須先由後視鏡確認車輛後方情形
轉彎或變換車道前須先確認外側後視鏡，注意車側情形
跟車：採漸進方式縮短與前車距離，並與前車保持4秒以上之行駛距離
跟車：跟隨前車停止時，停止位置須可看見前車後輪與路面接觸
跟車：前車起駛後2秒，再行駛離
轉彎或變換車道前，須閃方向燈至少5秒

我國國光客運公司也提出幾點駕駛安全建議，例如：起步前先等前方淨空或前方機車先走後才起步；踩住油門踏板約一半的深度，到轉速為 1700~1800rpm 時進行換檔，使車速以平穩方式上升；停車時保持與前車有一半小客車車身的距離；盡可能提前開始減速，且多使用引擎煞車；公司內部宣導為 4s 煞車時間；車速為 80km/h 時保持 8 個小客車車身距離，塞車時則保持 1-2 個車身距離；隨時注意是否行駛於車道中央，即可保持適當的鄰車間距等細節需要駕駛注意，如表 2-18。

表 2-18 國光客運公司安全駕駛建議

安全駕駛技術	
起步行為	1.起步前一定先等前方淨空，前方機車先走後才起步。 2.踩住油門踏板約一半的深度，到轉速為 1700~1800rpm 時進行換檔，使車速以平穩方式上升。
停車行為	1.停車時保持與前車有一半小客車車身的距離 2.盡可能提前開始減速，且多使用引擎煞車
跟車距離	1.公司內部宣導為 4s 煞車時間 2.車速為 80km/h 時保持 8 個小客車車身距離，塞車時則保持 1-2 個車身距離
鄰車間距	隨時注意使否行駛於車道中央，即可保持適當的鄰車間距
轉彎或變換車道	1.於轉彎處或變換車道前至少 30 公尺處就要開始打指示燈，然後才根據路況進行車道切換。 2.減少不必要的變換車道情形
其他	1.平均 4 秒要觀察一次後視鏡 2.不單手開車，且轉彎時雙手不交叉 3.事前先瞭解路線上會有的標線，例如何處會有禁止變換車道的標線

此頁空白

第三章 大客車駕駛行為分析系統開發

3.1 行車偵測設備硬體開發

99 年度本所「都會區安全駕駛行為與節能策略之研究」中回顧美國和日本等其他國家行車偵測設備的開發情形，而進行行車偵測設備的開發。

行車偵測設備硬體部份，主要包含行車影像記錄器、加速計、GPS 軌跡記錄器和 OBDII 車輛診斷系統來進行車輛內部駕駛行為、車輛本身行為、本車與其他車輛互動模式和道路環境的相關資料收集。各硬體設備與相關資料的關係如表 3-1 所示。

表3-1 行車偵測設備硬體設備說明

資料收集項目		行車影像記錄器	加速計	GPS	OBDII
車輛內部 駕駛行為	駕駛人動作反應 (頭、手、身體)	■			
	煞車		■		
	油門				■
	方向盤	■			
	方向燈	■			
車輛本身行為	行駛軌跡			■	
	車速				■
	轉向	■		■	
	引擎轉速				■
	油耗量				■
	行駛里程			■	
	加減速度		■		
本車與其他車 輛之交互行為	與前車距離	■			
	與鄰車間距	■			
道路環境	前後左右	■			

表 3-2 為 Vigil 公司的設備與本研究自行研發設備比較，本研究開發之系統影像的畫質清晰，且攝影機可擴充；測量跟車距離方面未跟 Vigil 租用額外設備所以無法得知，而利用影像處理算出跟車距離；而油門深度、引擎轉速、油耗量也需要另外跟 Vigil 公司租用進階模組，但此部分數據本團隊利用 OBDII 車輛診斷系統即可收集相關資料，如車速、引擎轉速和耗油量等等。因此，考量設備租用成本，故今年度採用本團隊自行研發之本土化駕駛行為偵測設備進行城際客運之駕駛行為資料收集。

表3-2 Vigil System與本研究設備比較

量測參數	Vigil System	本研究	本研究設備成本
行車影像	4 部 (可擴充但受限其開發之 Hub Port)	5 部 (使用行車影像記錄器，可擴充)	行車影像記錄器單台成本 4,000 元 (固定夾具設備單一成本為 3,000 元)
GPS	1 部	1 部	USB GPS 軌跡記錄器單價 1,000 元
加速度計	1 部	1 部	Wii 加速計單價 950 元
跟車距離	有 (未租用，因需固定架設於單一車輛上方)	有 (利用錄製之行車影像進行換算)	
OBDII	有 (本研究計畫未租用)	1 套	OBDII 硬體接頭單價 1,200 元，附加車輛診斷軟體
資料庫管理	有	有	自行開發
資料記錄平板電腦	1 部	2 部	攜帶型平板電腦單價 20,000 元

Vigil System 與本研究偵測設備開發功能與成本比較，在功能之部分，本研究開發之設備可含括 Vigil System 三套獨立偵測系統，分別為駕駛行為偵測系統、跟車距離偵測模組和車輛油耗量偵測系統。在設備成本之部分，Vigil System 一年租用成本為 100 萬元，而本研究開發之偵測設備主要硬體設備成本大約為 8 萬元左右。因此，本研究開發之本土化駕駛行為偵測系統在系統功能和成本上均占有優勢，各設備之介紹如後。

3.1.1 行車影像記錄器

行車影像記錄器使用市面上販售 1920x1080 的高畫質解析度行車影像記錄器來進行行車影像的紀錄，行車影像記錄器所拍攝的影像分別為車前方、車左側後方、車右側後方與駕駛者影像，故行車影像記錄器架設位置需安裝於車前擋風玻璃和車兩側車體上。架設於車體外側的行車影像記錄器是使用加工過後的專屬行車影像記錄器防水盒與吸盤來進行安裝，安裝後行車影像記錄器穩定性已實際進行多次的國道路線測試，於 100km/h 時速下進行拍攝，拍攝後影像皆無晃動或是其他不穩定的情形產生。行車影像記錄器實際架設情形如圖 3.1 所示。圖 3.2 則為四台攝影機分別所拍攝出來的行車過程同步畫面。



圖 3.1 車側行車紀錄器架設情形



圖 3.2 四部攝影機於大客車上實際拍攝之影像

3.1.2 Wii加速計

大客車在行駛過程中車輛加速度的變化情形，使用安裝於大客車內 Wii 加速計內部的三軸加速規，使用自行撰寫的程式接收訊號來進行行車過程中車輛加減速度變化的分析。此加速規的安裝位置是以在不妨礙乘客行走路線的前提下，盡可能的將加速規安裝於車子的中心位置。圖 3.3 為 Wii 加速計內建加速規可量測加速度的方向和 Wii 加速計於大客車實際架設情形。

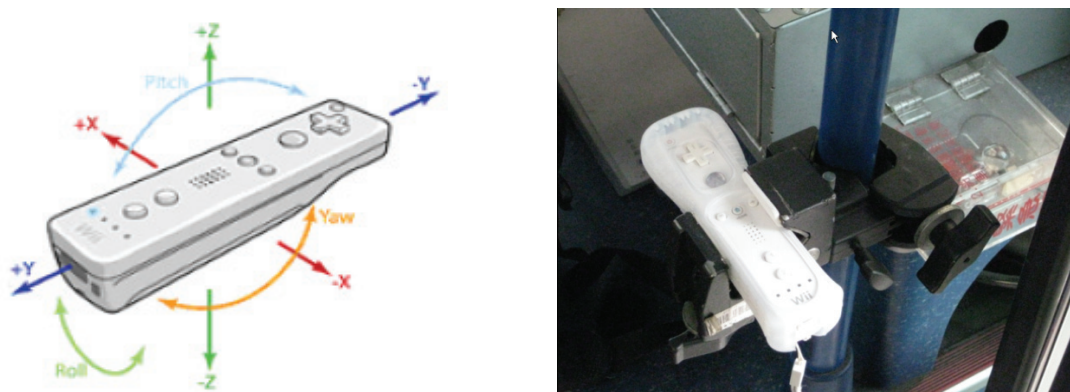


圖 3.3 Wii 加速計加速度偵測方向與安裝情形

透過 Wii 加速計可擷取到車輛縱向、橫向與垂直方向的加速度變化數值，進而可以分析出車輛在緊急煞車時所產生的垂直加速度值大小或是進行急轉彎時產生的過大橫向加速度值。Wii 加速計之加速度值準確度驗證實驗請參考下節有關設備驗證分析。圖 3.4 為 Wii 加速計擷取之加速度數據變化曲線。

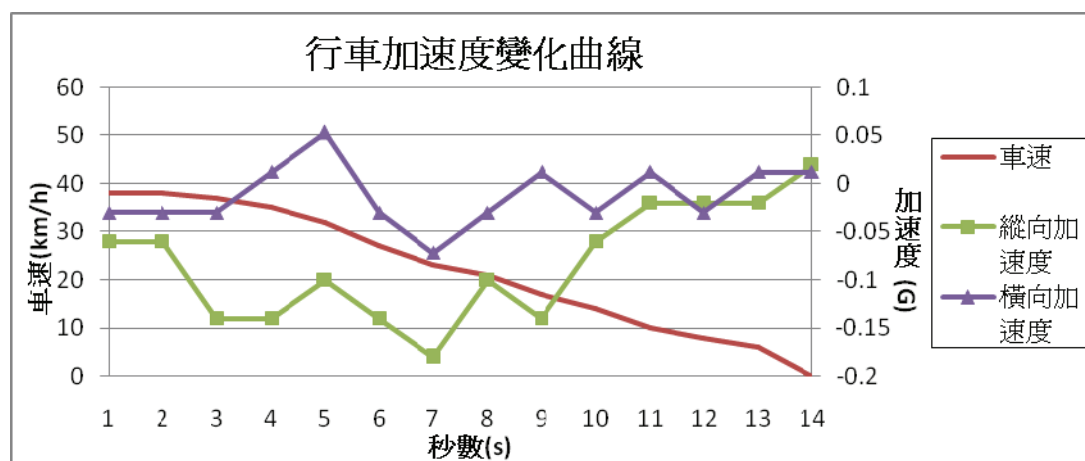


圖 3.4 行車過程加速度變化曲線

3.1.3 GPS衛星接收器

GPS 衛星接收器可紀錄行車過程中每一秒的經緯度座標點與地表高度，當行車資料進行後製匯入資料庫之後，可以於 Google Earth 地圖中還原出行駛路線的

GPS 軌跡，以供後續在進行駕駛行為觀察時可以從行駛軌跡中挑選欲觀察的路段並且得知當時的行車數據如車速、加速度值與耗油值等等，還有同步所紀錄的行車影像。GPS 行駛路線軌跡如圖 3.5 所示。



圖 3.5 GPS 衛星接收器與行車過程行駛路線軌跡

3.1.4 OBDII 車輛診斷系統

在車輛油耗偵測部分，利用四期環保車輛 SAE J1939 統一規範(如圖 3.6 所示)的 OBDII 接頭進行實車測試中耗油數據的取得。透過 ODBII 接頭安裝於小客車駕駛者附近的插座(大部分位於方向盤左下方的位置)，並連接於電腦即可透過套裝軟體進行小客車之油耗量、引擎轉速、油門深度變化、車速等資料的擷取。

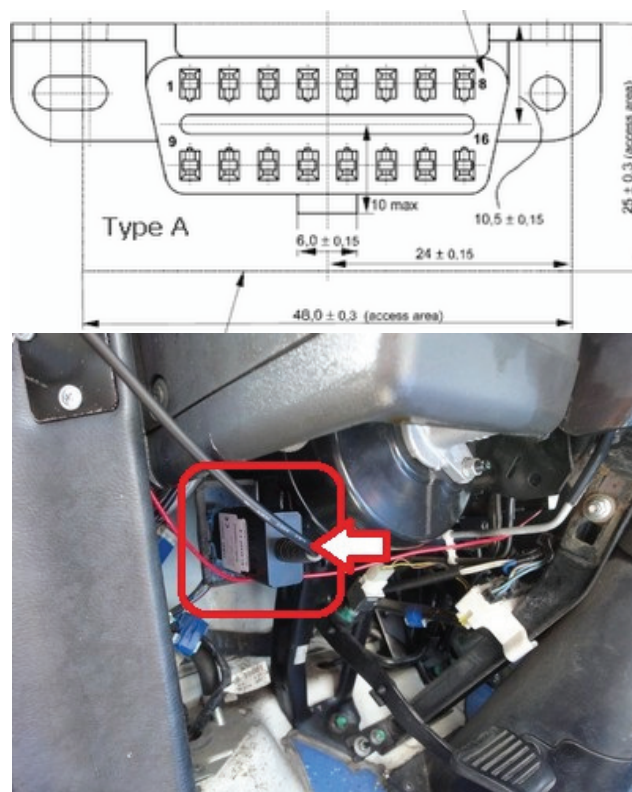


圖 3.6 SAE J1939 之 OBDII 接頭實際安裝情形

此耗油偵測設備適用於所有 2007 年以後出廠的小客車，因統一為四期環保車，故適用於一般民眾的小客車。透過 OBDII 接頭連接於小客車的插座後，並將另一端的 USB 接頭連接於電腦且透過 PCMSCAN 車輛診斷軟體來顯示出所偵測到的行車資訊，如圖 3.7 所示。此測設備除了可以進行基本行車數據偵測，如車速、油門深度和油耗的偵測外，亦也以用來進行車輛故障碼的排除工作。



圖 3.7 PCMSCAN 偵測軟體所顯示的即時數據變化情形

PCMSCAN 車輛診斷軟體所顯示的部份行車資訊如表 3-3 所示，此偵測軟體會以 1 秒中紀錄三至五筆瞬間資料的紀錄速度來進行行車數據的紀錄，測試完成後可輸出成一般的 csv 檔，在透過時間軸同步程式即可將所紀錄到的行車數據換算成一秒鐘一筆資料再進行分析。

表3-3 所偵測到的行車資訊項目(僅列出目前研究使用到的資料項目)

行車資訊代碼	公制單位	英制單位	行車資訊名稱
SAE.MAF	g/s	lb/min	噴油率
SAE.VSS	km/h	Mph	車速
SAE.IAT	°C	°F	進氣溫度
SAE.APP_D	%	%	油門深度值
SAE.RPM	rpm	rpm	引擎轉速
SAE.ECT	°C	°F	引擎冷卻溫度
SAE.MAP	kPa	inHg	進氣管絕對壓力

3.1.5 駕駛行為人工註記系統

在實車實驗過程中，使用如圖 3.8 所示的程式，藉由此程式，更方便紀錄資料，使用者在觀察駕駛行為時，判別當下駕駛者的駕駛行為後，點選程式中互相符合的項目，於旁邊的空格內會紀錄點選次數，搭配時間軸可以了解到發生此項行為的時間點，並進行標註，點選後會匯入資料庫，方便於之後可以快速查詢該駕駛行為所發生的時間點，以利後續觀察及分析。

1. 煞車或加速過大轉彎過重
2. 停車距離或間距不足
3. 變換車道
4. 違反號誌
5. 違反標誌
6. 違反標線
7. 安全跟車距離不足
8. 加速超車
9. 迴轉
10. 行經平交道
11. 上下交流道
12. 經過收費站
13. 其他駕駛行為



圖 3.8 電腦中的程式介面

經由先前電腦程式的紀錄後，我們可以從行車間距找到先前紀錄的觀察行為，如圖 3.9 所示，如中畫紅框的部分即為觀察行為的各個項目，點選欲觀察項目，則會顯示該駕駛行為發生的各個時間點，方便觀察者點選，觀察各個行為發生時的影像，另外地圖查詢中的地圖也會跟著點選的時間點，出現該時間點所在的位置。

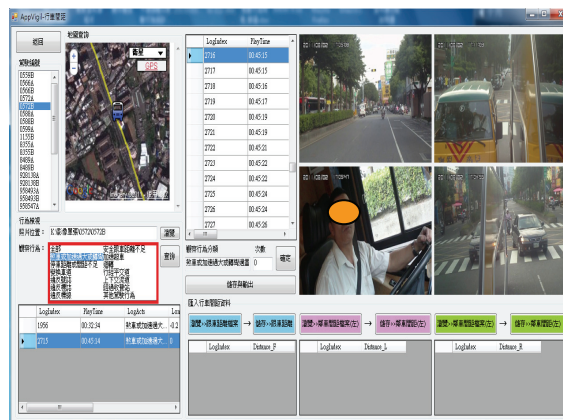


圖 3.9 人工紀錄資料篩選介面

3.2 資料內業處理流程：

圖 3.10 為資料內業處理流程，駕駛行為收集之原始資料分別為數據資料與行車影像，其中數據資料分為感測器數據資料(Wii&GPS)和 OBDII 數據資料。由於感測器數據資料和 OBDII 數據資料分別以不同擷取軟體進行資料收集，故後續需以時間軸同步程式將資料進行整併為同一資料檔。而行車影像則由 5 台行車影像紀錄器分別拍攝駕駛、右側、左側、前方(2 台)之行車影像。最終再透過整合介面將影像和行車資料做同步整合。以下將詳細說明數據資料內業處理過程。

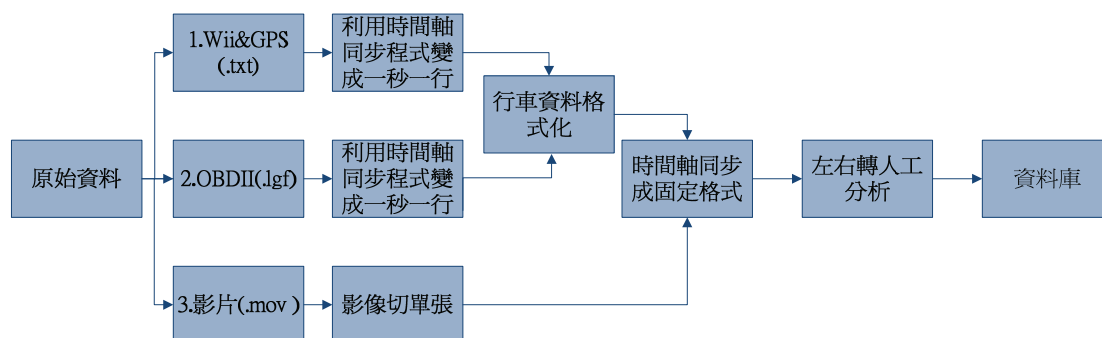
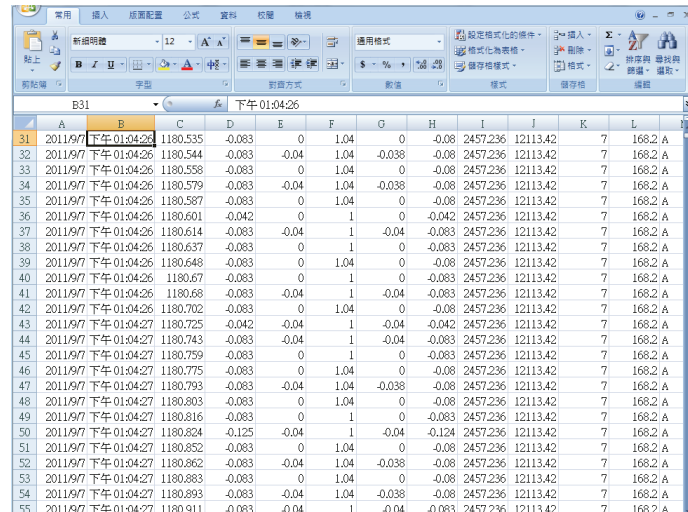


圖 3.10 內業資料處理流程圖

3.2.1 原始資料

1. 感測器數據資料：

感測器數據資料其記錄項目有實驗日期與時間、人工觀察之駕駛行為項目(如變換車道、上下交流道、經過收費站……等等)、橫向及縱向和垂直加速度、GPS 紀錄的行車軌跡，數據取樣頻率為 1 秒約 40 至 60 筆資料點。圖 3.11 為原始檔案之格式。



A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
31	2011/9/7 下午 01:04:26	1180.535	-0.083	0	1.04	0	-0.08	2457.236	12113.42	7	168.2 A
32	2011/9/7 下午 01:04:26	1180.544	-0.083	-0.04	1.04	-0.038	-0.08	2457.236	12113.42	7	168.2 A
33	2011/9/7 下午 01:04:26	1180.558	-0.083	0	1.04	0	-0.08	2457.236	12113.42	7	168.2 A
34	2011/9/7 下午 01:04:26	1180.579	-0.083	-0.04	1.04	-0.038	-0.08	2457.236	12113.42	7	168.2 A
35	2011/9/7 下午 01:04:26	1180.587	-0.083	0	1.04	0	-0.08	2457.236	12113.42	7	168.2 A
36	2011/9/7 下午 01:04:26	1180.601	-0.042	0	1	0	-0.042	2457.236	12113.42	7	168.2 A
37	2011/9/7 下午 01:04:26	1180.614	-0.083	-0.04	1	-0.04	-0.083	2457.236	12113.42	7	168.2 A
38	2011/9/7 下午 01:04:26	1180.637	-0.083	0	1	0	-0.083	2457.236	12113.42	7	168.2 A
39	2011/9/7 下午 01:04:26	1180.648	-0.083	0	1.04	0	-0.08	2457.236	12113.42	7	168.2 A
40	2011/9/7 下午 01:04:26	1180.67	-0.083	0	1	0	-0.083	2457.236	12113.42	7	168.2 A
41	2011/9/7 下午 01:04:26	1180.68	-0.083	-0.04	1	-0.04	-0.083	2457.236	12113.42	7	168.2 A
42	2011/9/7 下午 01:04:26	1180.702	-0.083	0	1.04	0	-0.08	2457.236	12113.42	7	168.2 A
43	2011/9/7 下午 01:04:27	1180.725	-0.042	-0.04	1	-0.04	-0.042	2457.236	12113.42	7	168.2 A
44	2011/9/7 下午 01:04:27	1180.743	-0.083	-0.04	1	-0.04	-0.083	2457.236	12113.42	7	168.2 A
45	2011/9/7 下午 01:04:27	1180.759	-0.083	0	1	0	-0.083	2457.236	12113.42	7	168.2 A
46	2011/9/7 下午 01:04:27	1180.775	-0.083	0	1.04	0	-0.08	2457.236	12113.42	7	168.2 A
47	2011/9/7 下午 01:04:27	1180.793	-0.083	-0.04	1.04	-0.038	-0.08	2457.236	12113.42	7	168.2 A
48	2011/9/7 下午 01:04:27	1180.803	-0.083	0	1.04	0	-0.08	2457.236	12113.42	7	168.2 A
49	2011/9/7 下午 01:04:27	1180.816	-0.083	0	1	0	-0.083	2457.236	12113.42	7	168.2 A
50	2011/9/7 下午 01:04:27	1180.824	-0.125	-0.04	1	-0.04	-0.124	2457.236	12113.42	7	168.2 A
51	2011/9/7 下午 01:04:27	1180.852	-0.083	0	1.04	0	-0.08	2457.236	12113.42	7	168.2 A
52	2011/9/7 下午 01:04:27	1180.862	-0.083	-0.04	1.04	-0.038	-0.08	2457.236	12113.42	7	168.2 A
53	2011/9/7 下午 01:04:27	1180.883	-0.083	0	1.04	0	-0.08	2457.236	12113.42	7	168.2 A
54	2011/9/7 下午 01:04:27	1180.893	-0.083	-0.04	1.04	-0.038	-0.08	2457.236	12113.42	7	168.2 A
55	2011/9/7 下午 01:04:27	1180.911	-0.083	-0.04	1	-0.04	-0.083	2457.236	12113.42	7	168.2 A

圖 3.11 Wii&GPS 未經過時間軸同步程式處理之原始資料

2. OBDII 數據資料：

OBDII 數據資料由駕駛旁邊其記錄項目有車速、轉速、耗油量、耗油率、油門深度。數據原始資料為副檔名".lgf"，主要使用車輛診斷軟體 PCMSCAN 進行資料擷取記錄和檔案匯出，如圖 3.12。數據取樣頻率為 1 秒約 10 筆資料點，圖 3.13 為原始檔案之格式。

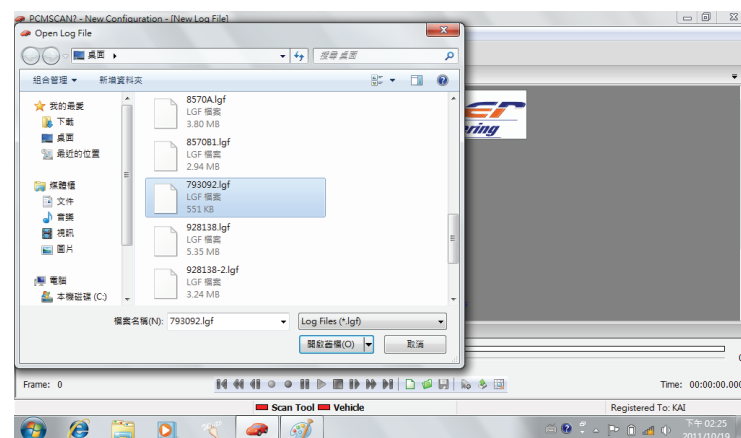


圖 3.12 以 pcmscan 開啟原始資料

Frame	Nun	Frame	Time	SAE.MAF	SAE.MAF	SAE.MAF	SAE.VSS	SAE.VSS	SAE.VSS	SAE.VSS	SAE.IAT	SAE.IAT	SAE.IAT
1	Frame	Nun	Frame	Time	SAE.MAF	SAE.MAF	SAE.MAF	SAE.VSS	SAE.VSS	SAE.VSS	SAE.IAT	SAE.IAT	SAE.IAT
2	Frame	Nun	Frame	Time	SAE.MAF	SAE.MAF	SAE.MAF	SAE.VSS	SAE.VSS	SAE.VSS	SAE.IAT	SAE.IAT	SAE.IAT
3	Frame	Nun	Frame	Time	SAE.MAF	SAE.MAF	SAE.MAF	SAE.VSS	SAE.VSS	SAE.VSS	SAE.IAT	SAE.IAT	SAE.IAT
4	Frame	Nun	Frame	Time	SAE.MAF	SAE.MAF	SAE.MAF	SAE.VSS	SAE.VSS	SAE.VSS	SAE.IAT	SAE.IAT	SAE.IAT
5	0	08:47:21	40	40	4.95	37.45	60	0	0	80	97		
6	1	08:47:21	190	150	4.58	34.62	200	0	0	80	97		
7	2	08:47:21	280	90	280	5.15	38.95	300	0	0	80	97	
8	3	08:47:21	390	110	390	4.99	37.7	410	0	0	80	97	
9	4	08:47:21	500	110	500	5.02	37.94	520	0	0	80	97	
10	5	08:47:21	600	100	600	4.99	37.7	620	0	0	80	97	
11	6	08:47:21	700	100	700	5.05	38.19	720	0	0	80	97	
12	7	08:47:21	800	100	800	5.53	41.82	810	0	0	80	97	
13	8	08:47:21	890	90	890	5.19	39.2	910	0	0	80	97	
14	9	08:47:21	990	100	990	4.76	36.01	1000	0	0	80	97	
15	10	08:47:22	1080	90	990	4.76	36.01	1000	0	0	1080	97	
16	11	08:47:22	1120	40	1120	5.43	41.02	1130	0	0	1080	97	
17	12	08:47:22	1210	90	1210	4.89	36.96	1230	0	0	1080	97	
18	13	08:47:22	1310	100	1310	4.73	35.77	1320	0	0	1080	97	
19	14	08:47:22	1500	190	1500	4.67	35.31	1520	0	0	1080	97	
20	15	08:47:22	1600	100	1600	5.08	38.44	1620	0	0	1080	97	
21	16	08:47:22	1690	90	1690	5.02	37.94	1710	0	0	1080	97	
22	17	08:47:22	1790	100	1790	5.19	39.2	1800	0	0	1080	97	
23	18	08:47:22	1880	90	1880	5.5	41.55	1900	0	0	1080	97	
24	19	08:47:22	1980	100	1980	4.95	37.45	1990	0	0	1080	97	
25	20	08:47:23	2070	90	2070	4.76	36.01	2090	0	0	1080	97	

圖 3.13 OBD 未經過時間軸同步程式處理時之原始資料

3. 影像

影像原始檔為”.mov”。為了方便資料處理和以防檔案容量過大，採用解析度 848*480，影像畫面有日期、時間、錄影時間長度，如圖 3.14 所示。



圖 3.14 原始影像

3.2.2 固定格式

要知道該連續影像發生的事件對應到的行車資料變化，必須要先進行影像和行車資料的時間軸同步，如圖 3.15 所示，黃色部分為行車資料和影像的同步時間。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	去									
2	1	13:01:00	00:03:26							
3	2	13:00:33	00:03:53							
4	3	13:02:45	00:01:41							
5	4	13:00:45	00:03:41							
6	5	13:01:00	00:03:26							
7	回									
8	1	14:32:11	00:00:11							
9	2	14:30:40	00:01:42							
10	3	14:32:22	00:00:00							
11	4	14:31:00	00:01:22							
12	5	14:32:11	00:00:11							
13										
14	GPS&WII									
15	去	13:04:26								
16	回	14:22:56								
17										
18	OBDII									
19	去	13:02:19								
20	回	14:21:51								
21										
22	取									
23	去	13:04:26								
24	回	14:32:22								
25										

圖 3.15 資料同步之基準點

感測器數據資料和 OBDII 資料為一秒數十筆資料，本團隊利用自行開發的時間軸同步程式將這兩種資料取成一秒一行，如圖 3.16 為時間軸同步程式。

圖 3.16 時間軸同步程式

同步完之後，將 Wii&GPS 和 OBDII 資料做成行車資料固定格式，以方便匯入資料庫，如
表 3-4 為資料庫所儲存的資料。

表3-4 資料庫資料名詞說明

資料表欄位名稱	說明	資料類型
LogIndex	索引,一秒紀錄一筆,第一筆資料為 1,以此類推	數字
playtime	錄影經過的時間(時:分:秒)	數字
Logdata	錄影日期(年/月/日)	數字
Logtime	錄影時間(時:分:秒)	數字
Lat_accel	x 方向的加速度,單位為 G	數字
Long_accel	y 方向的加速度,單位為 G	數字
Vertical_accel	z 方向的加速度,單位為 G	數字
gpspeed	GPS 測量到的速度(km/h)	數字
Latitude	本實驗車所在的緯度	數字
Longitude	本實驗車所在的經度	數字
heading	本實驗車所在的高度	數字
Vehicle_speed	OBDII 測量到的速度(km/h)	數字
Engine_speed	OBDII 測量到的引擎轉速(rpm)	數字
Percent_throttle	踩油門的深度(%)	數字
Percent_fuel	噴油百分比(%)	數字
Percent_economy	每加侖油可以跑幾英哩(mile/gal)	數字
Fuel_rate	每小時噴油多少加侖(gal/h)	數字
Airflow_rate	每秒噴油克數(g/s)	數字
Modfuel_rate	每小時所耗油的公升數	數字
Logturn	左轉或右轉駕駛行為註記 (R:右轉 L:左轉)	文字
Log_order	左右轉行為次數(依照發生前後順序進行編碼)	數字
LogActs	在實驗車上所觀察到的駕駛行為 (變換車道、安全跟車距離不足、上下交流道、經過收費站.....等等。)	文字
LogID	駕駛者編號	文字
LogType	程式定義駕駛行為(第 2 類-99 年定義) A:起步 B:停車 C1:中度加速 C2:重度加速 D1:中度減速 D2:重度減速 H:穩定車速行駛 E:滑行 IDLE:怠速	文字
Distance_F	與前方車的距離(m)	數字
Distance_R	本車與右方車間距(cm)	數字
Distance_L	本車與左方車間距(cm)	數字
Runmile	行駛里程累積(逐秒累積里程,為了用在後續進行道路環境註記使用)	數字
RoadNum	路線名稱(如 9025 路線,9023 路線等等)	文字

資料表欄位名稱	說明	資料類型
RoadType	道路型態 (N:國道 P:省道 S:縣道 R:市區道路)	文字
RoadID	道路環境註記樣本編號	數字
Road_Way	車道類型 (1.混合式車道 2.區分快慢車道 3.交流道 4.國道)	文字
Road_WayNum	車道數	數字
Road_Speed	車道限速(40,50,60,100)	數字
Road_Action	車輛動向：直行、左轉、右轉 (S:直行 R:右轉 L:左轉)	文字
Speed_Accel	車速換算縱向加速度值(G)	數字
Gear_Ratio	齒輪比	數字
LogType2	程式定義駕駛行為(第2類-100年定義) 整併起步、停車和左右轉行為，並重新分類加減速行為等級與穩定行駛車速等級 C1~C5:五等級加速行為 D1~D5:五等級減速行為 H:穩定車速行駛 E:滑行 IDLE:怠速	文字
Gear	檔位 (G1 為 1 檔, G2 為 2 檔....以此類推)	文字
Speed_Range	穩定車速行駛行為車速等級分類 (1:為第一類車速範圍....以此類歸)	數字

行車影像記錄器的 mov 格式的影像，會使用軟體”Video to Picture”來將各攝影機的影像轉成單張（一次一頻道）。因為四台攝影機開始錄影的時間不同，因此，如果要使影像和行車資料同步則需要先選定好一個基準時間再來進行影像單張的處理。

四台行車攝影機使用電子時鐘來進行同步，此時鐘的時間已經與所有行車測試的電腦(紀錄行車資料)進行時間軸同步，如圖 3.17 所示，當每一台攝影機要開始紀錄影像時，所紀錄的起始畫面會是電子時鐘上所顯示的時間，即可將四台攝影機的影像進行同步。



圖 3.17 影像同步時畫面

舉個例子來說第一台攝影機為 12:00:30 開始錄影、第二台攝影機為 12:00:45 開始、第三台攝影機為 12:01:00 開始、第四台攝影機為 12:01:15 開始，OBDII 紀錄的時為 12:01:20，Wii&GPS 的紀錄時間為 12:01:30，所以要以最慢的時間 Wii&GPS 紀錄時間 12:01:30 為時間軸同步的基準點，其他三台攝影機也都要以這個時間點開始進行單張的轉換處理，行車資料也要以這個時間點的資料為第一秒資料，即可完成所以行車資料的同步，如圖 3.18 和圖 3.19 所示。

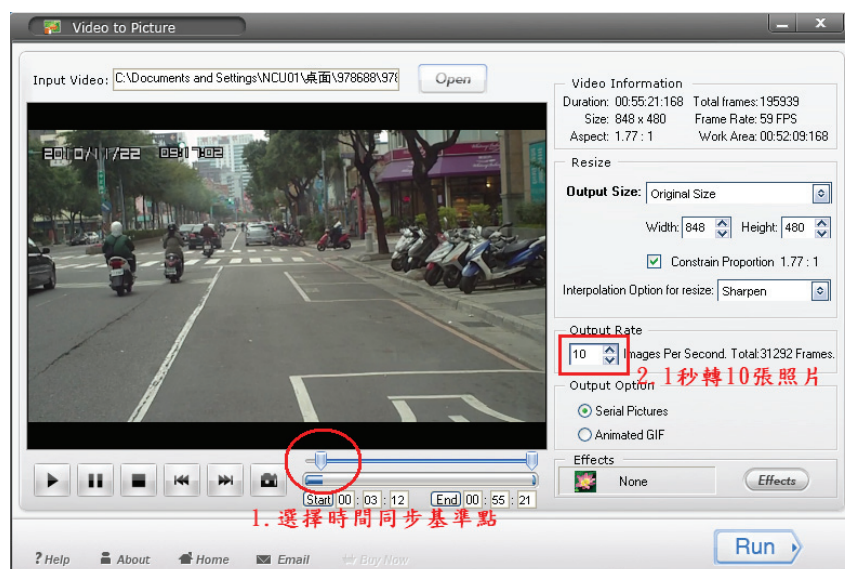


圖 3.18 使用游標選取影片到時間同步的基準點

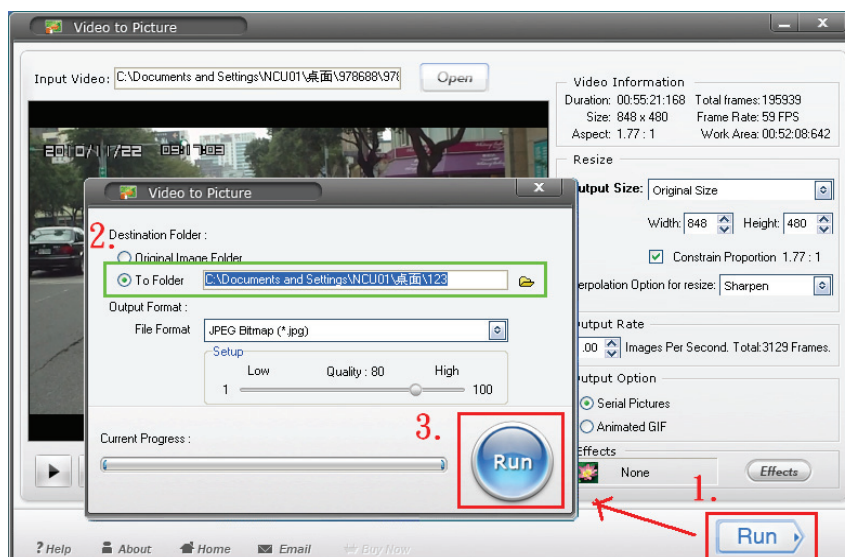


圖 3.19 影像轉單張命名方式與資料路徑

圖 3.19 的進行步驟為：1.點選 Run 進行設定 2.選擇儲影像單張的資料夾 3.開始執行。照片命名格式為：駕駛編號_攝影機_流水號

如 20528_1_00001，即為駕駛編號_前方攝影機_第一秒影像

影像資料儲存的路徑：

主資料夾(命名：駕駛者編號 20528)→子資料夾(命名：攝影機編號)→單張照片

如：20528\1\20528_1_0001.jpg

\2\20528_2_0001.jpg

\3\20528_3_0001.jpg

\4\20528_4_0001.jpg

\5\20528_5_0001.jpg

攝影機編號：

1. 為前方左側攝影機
2. 為右方攝影機
3. 為駕駛者攝影機
4. 為左方攝影機
5. 為前方右側攝影機

所有行車過程所紀錄的影像透過軟體來處理後，1 秒影像將轉換成 10 張單張照片(連續影像)，然後再將所有完整資料匯入資料庫 1 建立完整的行車影像資

料庫，再透過駕駛行為分類程式所分析出來的結果，把過重加速、過重減速和轉彎行為等欲進行分析其駕駛行為的影像擷取出來，另外建立成一新的資料庫，此資料庫內容未來可進行 Eco-safe driving 訓練教案的設計或是不安全駕駛行為的分析。分析流程如圖 3.20 所示。

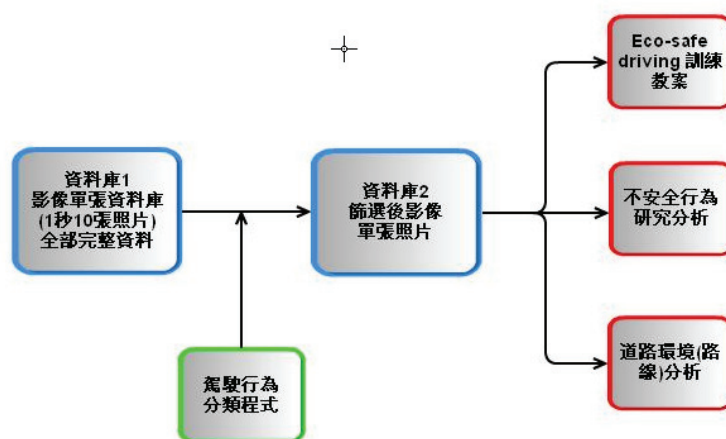


圖 3.20 分析流程

3.3 駕駛行為資料庫管理系統雛型



圖 3.21 大客車駕駛行為分析管理系統主選單畫面

圖 3.21 為本團隊目前所開發之大客車駕駛行為分析管理系統雛型之初步功能項目，共 6 項主要功能：

1. 資料匯入功能：提供一行車資料匯入資料庫之處理介面。
2. 駕駛行為定義與耗油量計算功能：經由程式定義行車過程中之 11 種駕駛行為和各行為之耗油資訊。
3. 影像播放介面：此播放介面整合行車影像和資料數據可供觀察者進行動態資料觀察。
4. 人工定義駕駛行為觀察功能：於實驗大客車上以人工方式註記受測駕駛者其駕駛行為，此功能可回顧該註記事件之時間點影像和行車數據，以進行事件觀察和分析。
5. 資料里程定義功能：透過資料里程定義，可註記駕駛者行駛路線之道路環境資料，如公路系統、車道型態、車道數和車速限制等等。
6. 受測者駕駛人管理介面：紀錄駕駛者其個人背景資料、節能與安全指標分析結果。

3.3.1 行車資料匯入功能

大客車駕駛行為實驗收集之原始數據經由內業處理流程製作成行車資料後，透過資料匯入功能介面將行車資料匯入駕駛行為資料管理系統中。此外，透過此一介面，資料處理人員可藉由行車影像和 GPS 行駛軌跡進行左右轉行為資料註記(由於左右轉行為無法用程式自動判斷)，圖 3.22 為行車資料匯入功能介面，其操作步驟如下：

1. 讀取行車資料(檔案格式為.xls)
2. 輸入行車資料所屬受測駕駛者身分編號(此編號為資料系統中主索引資料，故需輸入其正確編號)
3. 資料處理員以行車影像和 GPS 行駛軌跡進行左右轉行為註記
4. 資料儲存至駕駛行為資料管理系統



圖 3.22 資料匯入功能介面

3.3.2 駕駛行為定義與耗油量計算功能

匯入資料管理系統之各受測駕駛者資料除了完成左右轉行為人工註記外，並無進行其他資料分析處理，因此，透過此一駕駛行為定義與耗油量計算功能介面可將匯入之行車資料分類並且註記出 99 年計畫中所歸納之 11 種駕駛行為(其中左轉和右轉行為於資料匯入功能介面已進行註記)，其他 9 種駕駛行為包括起步、停車、中度加速、重度加速、中度減速、重度減速、滑行行為、穩定車速行駛和怠速行為，然而經由統計分析及實驗觀察結果，定義出駕駛行為的分類和行為定義的參數值如表 3-5 所示。圖 3.23 駕駛行為定義與耗油量計算功能介面，表 3-5 為 99 年計畫歸納之 11 種駕駛行為分類參數門檻設定值，其操作步驟如下：

1. 9 種駕駛行為定義之參數門檻設定
2. 選擇欲定義駕駛行為分類之受測駕駛者編號
3. 參數門檻設定完成後，即執行程式開始將資料進行 9 種駕駛行為分類

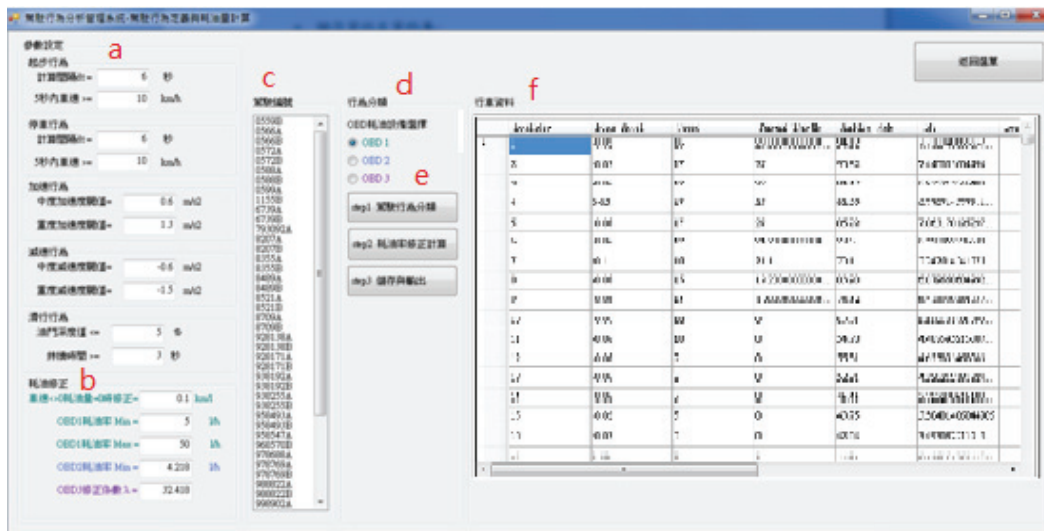


圖 3.23 駕駛行為定義與耗油量計算功能介面

表3-5 程式定義駕駛行為之參數值

行為分類	行為定義
起步行為	計算間隔 $\Delta t=5$ 秒，車速 $=10\text{km/h}$
停車行為	計算間隔 $\Delta t=5$ 秒，車速 $=10\text{km/h}$
中等加速	中等加速度閾值 $=0.06\text{ G}$
過重加速	重度加速度閾值 $=0.13\text{ G}$
中等減速	中等加速度閾值 $=-0.06\text{ G}$
過重減速	重度加速度閾值 $=-0.15\text{ G}$
滑行行為	油門深度值 $\leq 5\%$ ，持續時間 ≥ 3 秒以上
怠速行為	車速 $v=0\text{km/h}$
左轉行為	利用影像判斷左右轉的起始點。
右轉行為	起點定義：轉彎前車頭超越停止線的時候。 終點定義：轉彎後車身中間到達斑馬線的時間。
穩定車速行駛行為	分析完成上述的駕駛行為之後，剩下尚未定義的秒數資料，根據車速值來分類成不同車速等級之穩定行為。

以下為詳細駕駛行為定義參數門檻值設定說明：

(1) 起步行為分類：

起步行為起點定義：車速 $=0\text{ km/h}$

起步行為終點定義：5 筆資料內 ($\Delta t=4$)，車速值要 $\geq 10\text{ km/h}$

最後將併入第 6 秒之行車數據於起步行為。

(2) 停車行為分類：

停車行為起點定義：車速=0 km/h

停車行為終點定義：起點回推 5 筆資料內 ($\Delta t=4$)，車速值要 ≥ 10 km/h

最後將併入第 6 秒之行車數據於停車行為。

(3) 加速行為分類：

行為定義：不考慮加速行為過程資料需要連續性，透過判斷各秒之縱向加速度值大小，屬於一般加速、中度加速或是重度加速，將屬於中度加速行為和重度加速行為進行資料註記。定義如表 3-6 所示。

表3-6 加速行為門檻參數定義

三種等級的加速行為門檻值設定	
一般加速行為	縱向加速值 $a < 0.06G$
中度加速行為	$0.06G \leq$ 縱向加速值 $a < 0.13G$
重度加速行為	縱向加速值 $a \geq 0.13G$

(4) 減速行為分類：

行為定義：不考慮減速行為過程資料需要連續性，減速行為分析判斷各秒之縱向減速度值大小，屬於一般減速、中度減速或重度減速，然後將屬於一般減速行車和重度減速行為進行資料註記。定義如

表 3-7 所示。

表3-7 減速行為門檻參數定義

三種等級的減速行為門檻值設定	
一般減速行為	縱向加速值 $a > -0.06G$
中度減速行為	$-0.06G \geq$ 縱向加速值 $a > 0.15 G$
重度減速行為	縱向加速值 $a \leq -0.15G$

(5) 穩定車速行駛速度範圍分類：

分析完成上述的駕駛行為之後，剩下尚未定義的秒數資料，將依照其車速值分別定義成為不同等級的穩定行駛行為，透過這樣的速度分類，即可進行不同車速下的油耗差異情形。目前所分類不同等級之穩定車速行駛行為將車速 10km/h 以下分為一類外，以 5km/h 為分類區間，將車速等級分類至 100km/h

以上。

3.3.3 影像播放介面

影像播放功能介面可查詢該筆駕駛者其 11 項駕駛行為分類中，起步行為、停車行為、中重度加速行為、中重度減速行為、左轉和右轉行為。另有地圖查詢功能搭配影像，可藉由點取路線即可對照到該點的影像。而播放功能則是運用擷取得相片，形成播放的影像，可以選擇適當的播放速度，影像播放功能介面如圖 3.24 所示。操作步驟為：

1. 選擇欲觀察之受測駕駛編號
2. 選擇欲觀察之駕駛行為項目
3. 影像播放、停止、影像播放快慢
4. 即時地圖查詢功能

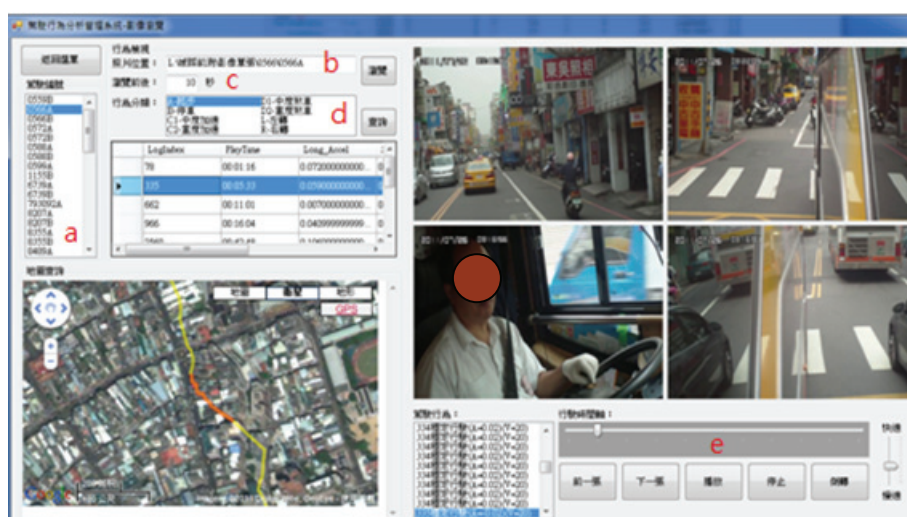


圖 3.24 影像播放功能介面

使用 GPS 定位系統，藉由與 google 地圖結合，加上對應之行車影像畫面，便藉由此一介面觀察行駛過程之駕駛行為和道路狀況，如圖 3.25，然而，改變紅標的位置，可即時觀察該點之影像圖，如圖 3.26，便於觀察各個不同路段，是否有特殊的情形發生，也方便觀察者歸類，各種路段如直線路段、交叉路口、右轉路段、左轉路段等等。透過觀察不同的路段，可以由影像知道駕駛者與車輛於該種路段的駕駛狀況以及周邊道路情形。



圖 3.25 GPS 圖與對應的影像圖



圖 3.26 不同路段 GPS 圖與對應的影像圖

3.3.4 人工定義駕駛行為觀察功能介面

資料收集實驗中，研究人員於受測大客車上觀察駕駛者其駕駛行為進行註記，觀察項目包含煞車或加速或轉彎過大、加速超車、停車距離或間距不足、變換車道、違反標誌、安全跟車距離不足、行經平交道、上下交流道、經過收費站……等等。透過人工定義駕駛行為觀察功能介面，可將人工註記之行為時間點之影像與數據同步播放。圖 3.27 為人工定義駕駛行為觀察功能，操作步驟如下：

1. 選擇欲觀察之受測駕駛編號
2. 選擇欲觀察之人工觀察駕駛行為項目
3. 選擇該行為之時間點，則影像和資料就會跳到該時間點



圖 3.27 人工定義駕駛行為觀察功能介面

圖 3.28 圖中紅色方框處即為實車過程所記錄的駕駛行為項目，透過點選其中所要觀察的駕駛行為項目即可輸出當時所記錄的行車過程影像與行車數據，並且進一步的計算當時的車間距與跟車距離數值。圖 3.29 即為駕駛者進行變換車道行為的影像紀錄，透過影像的觀察可用來進行安全性的分析。



圖 3.28 城際客運行車資料庫介面

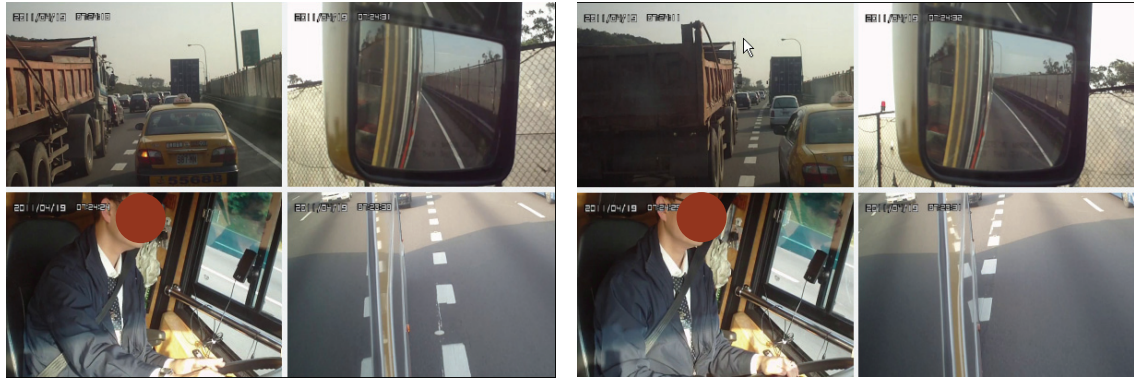


圖 3.29 變換車道影像紀錄

3.3.5 資料里程定義功能

透過資料里程定義，可註記駕駛者行駛路線之道路環境資料，如公路系統、車道型態、車道數和車速限制等等。由於資料收集實驗路線固定，因此，若固定一路線行駛之起點位置，則行駛之累積里程可用於定義該路線之道路環境資料。

載入行駛路線之累積里程與道路環境之設定檔(此設定檔先由人工觀察影像整理該路線之道路環境資料)，藉由行車影像判斷該駕駛者行駛起點位置，累積里程與道路環境之比對，將該路線中每一路段其路線長度、路線名稱、車道類型、車道數、速度限制進行資料註記。圖 3.30 為資料里程定義功能介面。



圖 3.30 資料里程定義和節能指標計算介面

3.4 駕駛行為偵測技術開發與設備驗證

3.4.1 影像半自動辨識跟車距離技術開發與驗證

行駛過程之跟車距離的計算亦為本研究之重點項目。在計畫期初先規劃以超音波設備來進行前車跟車距離的量測，但在考量後發現超音波有其距離與準確度方面的限制，因此，在跟車距離的部份是以影像換算跟車距離的方式來進行估算，主要是透過單攝影機影像換算跟車距離量測技術，技術原理是透過架設於車前方擋風玻璃上行車影像記錄器所拍攝的車前方影像，並且由影像中選擇一已知橫向長度的參考物，此參考物可能會是車牌寬度、車尾寬度或是車道寬度，當行駛於高速公路時，建議以車道寬度為參考物，因高速公路車道寬固定為 3.65 公尺。由於實際橫向長度與影像中所拍攝到此參考物的橫向長度會隨著距離的遠近而產生一比例關係，例如，車道寬實際長度都為 3.65 公尺，但於影像中所產生的車道寬則會隨著距離越遠而越短，透過影像中參考物橫向長度的變化則可反推出本車與前車的跟車距離。

影像換算距離準確度驗證

為了驗證軟體計算的可靠度，故設計一個簡單的模擬實驗。由於目的在於距離的準確性，無關車輛是否在移動中，故只需要在靜止的車輛上量測，又實際量測的距離是攝影機與被攝車輛間的距離，故只需要模擬相同高度手持攝影機便可，隨機挑選任一台靜止的車輛，並在車後假設一距離，量測實際距離模擬實測跟車距離並記錄，用於跟軟體計算出的跟車距離比較，並計算誤差。



圖 3.31 實驗方法

模擬實驗如下，於停車場隨機挑選靜止之車輛，如圖 3.31 中紅色方框中所示之白色車輛，並取一假設之跟車距離，並於假設之位置，站立手持距離地面 150 公分之攝影機記錄影像，用來分析距離所需之影像，然後手持測距滾輪從假設之起點量測至車尾的距離並記錄，如圖 3.32 所示。其透過手持攝影機記錄的影像。



圖 3.32 實際距離量測

圖 3.33 中實際測得的車寬為 155 公分，假設之跟車距離為 740 公分。取得兩樣數據後，就用本團隊研發的程式讀入影像，其介面如圖 3.34 所示，圖 3.34 右圖影像為放大過的影像，其目的是為了更方便量取車寬，其中車寬的標示線段為螢光綠，與實際量測的量測位置相同，右上角的紅色方框中，右邊的參考物尺寸為該車車寬，也就是該螢光綠線段之實際量測之線段長，而紅色方框左邊之距離，為軟體計算後所得之跟車距離。在此案例中計算得之跟車距離為 718 公分，與實際的跟車距離 740 公分，差距為 22 公分，誤差為 2.97%，其誤差在可接受之範圍內，為了更進一步的驗證，便取同一輛車不同距離的情形。

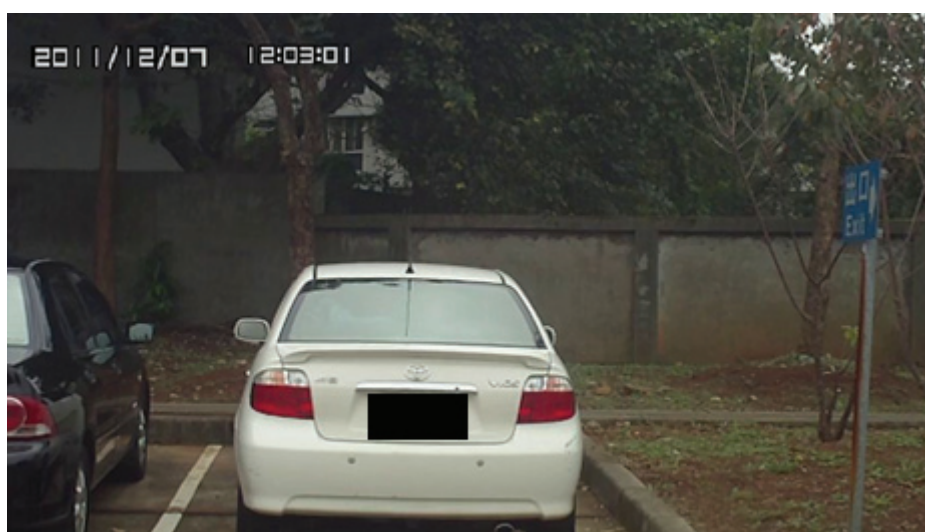


圖 3.33 經由攝影機攝得影像

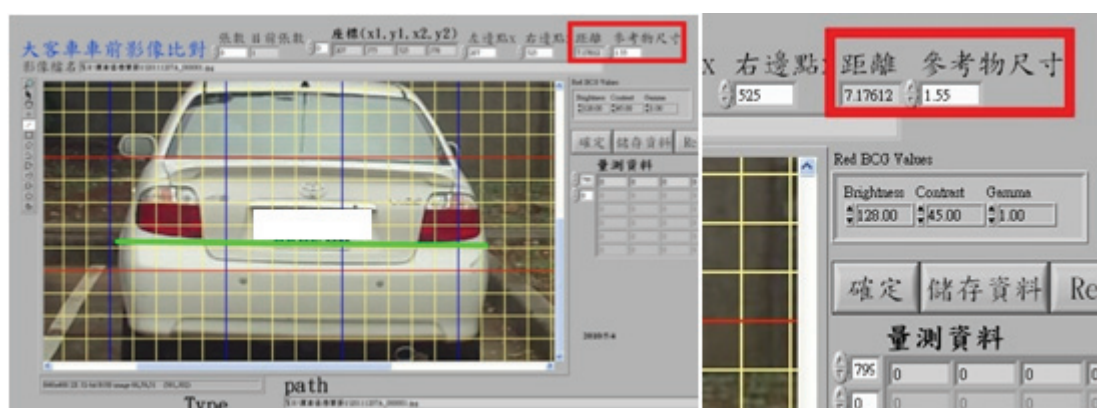


圖 3.34 軟體作業界面

表3-8 實際測得車寬與跟車距離

	實際車寬(cm)	實測跟車距離(cm)	車種
1	155	740	小客車 1
2	155	1500	
3	155	3000	小客車 2
4	155	2500	
5	155	2000	

實驗共測量了 5 筆數據，如表 3-8 所示，數據 1、2 與 3、4、5 為相同車種不同跟車距離的兩個案例分別為小客車 1 及小客車 2，分別將 5 筆資料透過軟體分析後，可得計算的跟車距離如表 3-9 所示。

表3-9 實測跟車距離與計算跟車距離比較

	實測跟車距離(cm)	計算跟車距離(cm)	差距(cm)	誤差(%)
1	740	718	22	2.97
2	1500	1417	83	5.53
3	3000	2889	111	3.70
4	2500	2402	98	3.92
5	2000	1934	66	3.30

結果顯示，其誤差是很小的，最大為 5.53%，仍是可以接受的範圍。最大實測跟車距離為 3000 公分，其誤差仍然只有 3.70%，不過誤差會隨著操作者的訓練與車寬位置的選取，而有所高低，整體平均誤差為 3.88%，如果可以更嚴謹的定義，相信可以再降低平均誤差。取得上述的方法以及相關的軟體後，實際到高速公路上取得影像，並在影像換算跟車距離影像處理程式量測跟車距離，並記錄下 10 秒內的跟車距離變化。影像換算跟車距離影像處理程式操作介面如圖 3.35 所示。

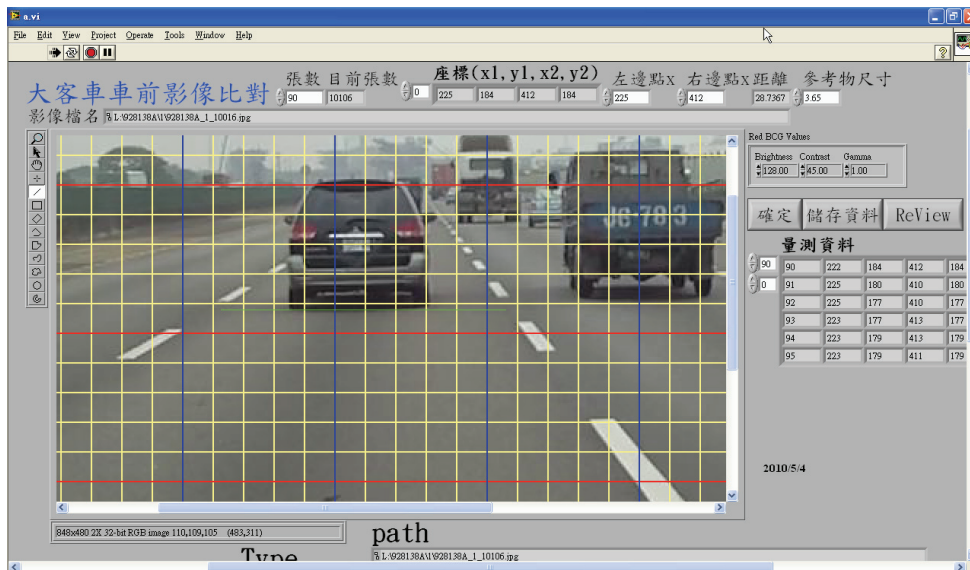


圖 3.35 跟車距離影像換算操作介面

為使用上述跟車距離換算原理計算某行車過程本車與前方小客車的距離變化，以車道寬度 3.65 公尺為參考物尺寸，於影像中點選前車車輪位置處的車道寬度後，程式會自動換算出本車與前車的距離，圖 3.36 的曲線即為 10 秒內本車與前車跟車距離從大約 33 公尺縮短到 28 公尺左右的過程，由於影像在進行後處理成單張照片時是以 1 秒鐘 10 張影像單張來輸出，故在透過影像計算跟車距離時，可計算出每 0.1 秒的跟車距離變化。

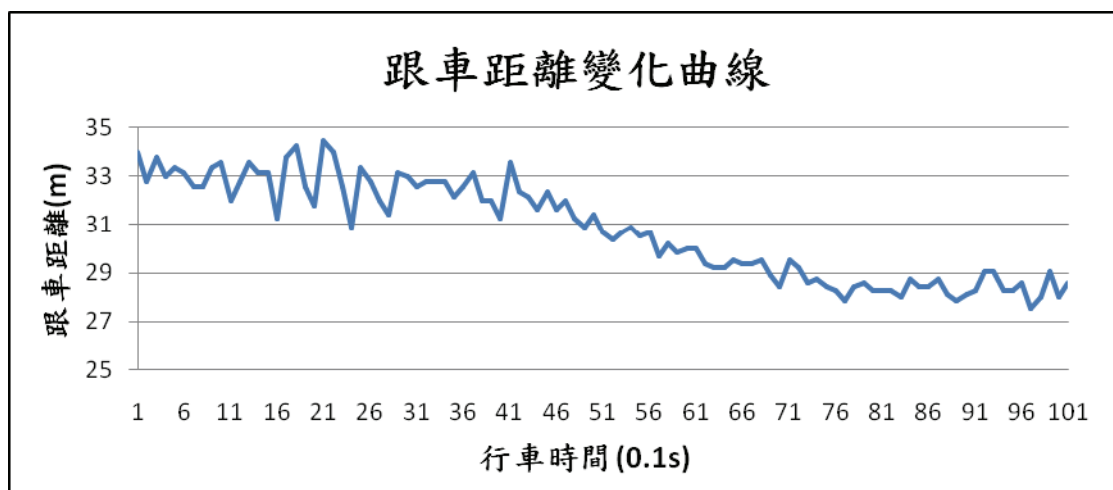


圖 3.36 人工計算跟車距離變化曲線

但由於上述之技術需要以人工的方式一張一張的去處理影像單張，才能換算出跟車距離之曲線，因此，若要大量處理資料將花費不少時間和人力，而精準度

也可能會受到不同處理人員的狀況而有所影響，因此，在計畫期中，本研究團隊嘗試以半自動辨識的方式來計算本車跟車於特定車輛過程的跟車距離數值。辨識軟體介面如圖 3.37 所示。



圖 3.37 半自動辨識換算跟車距離程式介面

所謂半自動辨識是由於此處理過程需要先用人工的方式挑選所要自動辨識的車輛影像，如此一來，程式才能知道該鎖定那一目標來換算本車與其跟車距離，因此，需先以人工方式框選辨識目標，並且輸出辨識目標之圖檔。人工框選辨識目標過程如圖 3.38 所示。

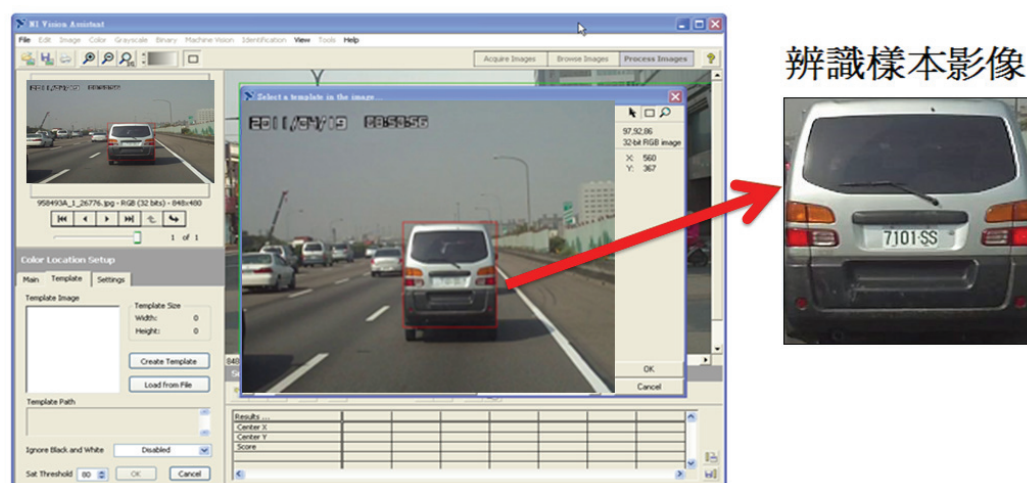


圖 3.38 人工框選辨識目標

人工框選出的辨識目標圖檔，可供本團隊自行開發的辨識軟體進行讀取，辨識軟體會自動將人工框選的圖檔根據最大樣本，自動產生 86 張不同大小的影像樣本來進行辨識，並且從辨識過程中，擷取出最高分之辨識分數影像，再透過此一影像來換算求得跟車距離。如圖 3.39 所示。



圖 3.39 自動產生之不同大小影像

舉個實際例子來說，某一跟車行為的時間共 2 秒，會有 20 張單張影像，如表 3-10 所示，橫向欄位為 1 張影像的時間，單位為 10 分之 1 秒；縱向欄位為為影像的大小，1 為最大，2 為次大，以此類推，數字最大代表影像越小，數字越小代表影像越大，然後每個時間點都有 86 個不同的辨識分數，選取分數最高的影像做為該時間點的跟車距離，最高分數為 1000。例如，當時間為 10 分之 3 秒時，我們可以發現 86 個不同的辨識分數，其中第 5 個影像的分數 960 最高，所以此影像大小所算出來的跟車距離是我們所要的。所以上述的方式可換算出每一張影像的最高辨識分數，再根據所辨識的結果來換算該影像單張的跟車距離值。

表3-10 為跟車行為2秒時不同影像大小的辨識分數

10 分之 1 秒 影像大小	1	2	3	4	5	.	.	.	20
1	550	980	680	780	580	.	.	.	560
2	700	560	350	890	690	.	.	.	580
3	950	530	780	680	750	.	.	.	650
4	200	840	850	840	880	.	.	.	740
5	450	860	960	860	690	.	.	.	750
.	.	.	.	.	.	.	.	.	820
.	.	.	.	.	.	.	.	.	840
.	.	.	.	.	.	.	.	.	950
86	320	650	840	720	560	.	.	.	990

進一步比較人工處理與半自動辨識量測跟車距離之準確度差異，如表 3-11 為人工影像換算之跟車距離和半自動程式影像換算之跟車距離誤差為此兩者數據，從左邊算起第一欄單位為 10 分之 1 秒，第二欄為人工劃線量測的跟車距離，第三欄為半自動辨識跟車距離，最後一欄為 2 者的誤差百分比。結果可發現此二者結果的誤差均小於 5%，證明了半自動化辨識跟車距離的方式與人工影像處理換算跟車距離之準確度誤差不大。

表3-11 人工影像換算與半自動程式影像換算準確度比較

	人工影像換算	半自動程式影像換算	誤差
0	17.2	16.5	4.7%
1	17.3	16.6	4.4%
2	17.2	16.7	3.1%
3	16.9	16.6	1.7%
4	17.2	16.7	3.1%
5	17.3	16.6	4.4%
6	17.0	16.6	2.4%
7	17.0	16.7	1.8%
8	17.2	16.7	3.1%
9	17.0	16.7	1.8%
10	17.1	16.7	2.4%
11	17.1	16.6	3.1%
12	16.9	16.6	1.7%
13	16.9	16.6	1.7%
14	16.7	16.6	0.4%
15	16.7	16.3	2.2%
16	16.7	16.5	1.3%
17	16.8	16.3	2.9%
18	16.7	16.7	-0.2%
19	16.4	16.6	-1.5%
20	16.2	16.7	-2.7%
平均	16.9	16.6	1.9%

3.4.2 加速計之準確度驗證分析

澳洲行車偵測設備 Vigil 加速規與 Wii 加速規的比較

以 Vigil 系統的加速計所量取到的加速度值當做數據比對的標準值，同時將 Vigil 的加速計與 wii 手把架設於小客車內，並進行行車過程車輛加速度變換情形的紀錄。

將 Vigil 和 Wii 紀錄的加速度值畫出曲線來比對後發現，每秒所紀錄到的加速度值的差異頗大，如 Wii 在第 48 秒有紀錄到-0.2G 的加速度值，但 Vigil 在相同的時間所紀錄到的加速度值卻約只有-0.05G。如圖 3.40 所示。

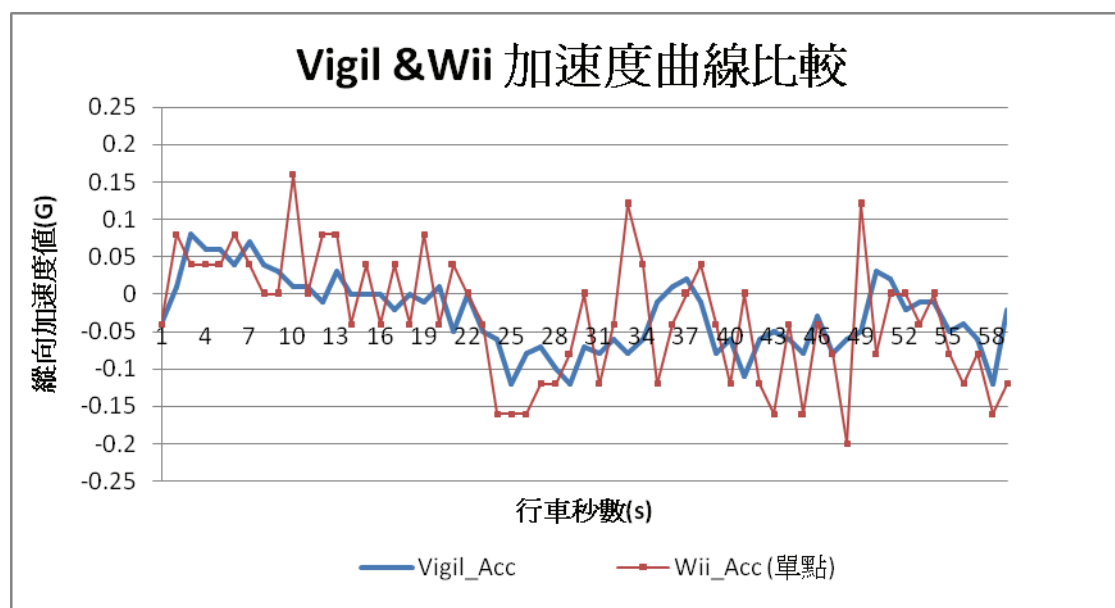


圖 3.40 Vigil &Wii 加速度曲線比較

Vigil 和 Wii 加速度值差異原因探究：

在所抓取到的原始數據中，Vigil 所紀錄的加速度值是一秒一筆數據，而 Wii 手把所紀錄的加速度值則約是一秒 30~40 筆數據。在行車數據的分析流程中，為了要將 Wii 所抓到的數據處理成一秒一筆數據，會使用程式進行處理，目前程式處理的方式是抓取每秒 30~40 筆數據的加速度平均值，如圖 3.41 所示

2011/7/13	上午 11:26:13	945.241	0.083	-0.08	1	-0.08	0.083	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.253	0.042	-0.12	1	-0.119	0.041	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.272	0.042	-0.08	1	-0.08	0.042	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.294	0.083	-0.08	1.04	-0.077	0.08	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.314	0.083	-0.08	1	-0.08	0.083	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.331	0.083	-0.08	1	-0.08	0.083	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.344	0.083	-0.08	1.04	-0.077	0.08	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.362	0.042	-0.12	1	-0.119	0.041	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.39	0.042	-0.12	1.04	-0.115	0.04	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.401	0.042	-0.08	1.04	-0.077	0.04	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.42	0.083	-0.04	1.04	-0.038	0.08	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.447	0.083	-0.08	1.04	-0.077	0.08	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.457	0.083	-0.08	1	-0.08	0.083	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.478	0.042	-0.08	1.04	-0.077	0.04	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.487	0.083	-0.08	1.04	-0.077	0.08	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.503	0.083	-0.12	1	-0.119	0.083	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.514	0.083	-0.08	1.04	-0.077	0.08	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.525	0.042	-0.08	1	-0.08	0.042	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.559	0.083	-0.04	1.04	-0.038	0.08	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.591	0.083	0	1	0	0.083	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.599	0.083	-0.04	1	-0.04	0.083	0	0	0	0	V
2011/7/13	上午 11:26:13	945.614	0.083	-0.04	1.04	-0.038	0.08	0	0	0	0	V

圖 3.41 計算每一秒 30~40 筆數據之平均值

加速度曲線與 Vigil 系統比對結果：

分析案例 1:車速 50km/h 以下的行駛過程，表 3-12 為 Vigil 加速計和 Wii 加速分別擷取到的加速度值。

表3-12 車速在50 km/h 以下的加速度資料

	Time (GMT)	車速(km/h)	Vigil_Acc	Wii_Acc (平均)
1	11:39:52	0	-0.04	0.0056
2	11:39:53	4	0.01	0.064
3	11:39:54	8	0.08	0.07
4	11:39:55	13	0.06	0.065
5	11:39:56	16	0.06	0.043
6	11:39:57	20	0.04	0.047
7	11:39:58	24	0.07	0.045
8	11:39:59	26	0.04	0.015
9	11:40:00	28	0.03	0.01
10	11:40:01	31	0.01	0.018
11	11:40:02	33	0.01	0.024
12	11:40:03	36	-0.01	0.004
13	11:40:04	38	0.03	0.019
14	11:40:05	40	0	0.01
15	11:40:06	41	0	0.01
16	11:40:07	42	0	-0.01

	Time (GMT)	車速(km/h)	Vigil_Acc	Wii_Acc (平均)
17	11:40:08	43	-0.02	-0.002
18	11:40:09	46	0	-0.017
19	11:40:10	48	-0.01	-0.0017
20	11:40:11	48	0.01	-0.038
21	11:40:12	48	-0.05	-0.045
22	11:40:13	48	0	-0.069
23	11:40:14	48	-0.05	-0.054
24	11:40:15	45	-0.06	-0.108
25	11:40:16	44	-0.12	-0.085
26	11:40:17	42	-0.08	-0.069
27	11:40:18	41	-0.07	-0.09
28	11:40:19	39	-0.1	-0.118
29	11:40:20	38	-0.12	-0.063
30	11:40:21	37	-0.07	-0.086
31	11:40:22	36	-0.08	-0.068
32	11:40:23	35	-0.06	-0.054

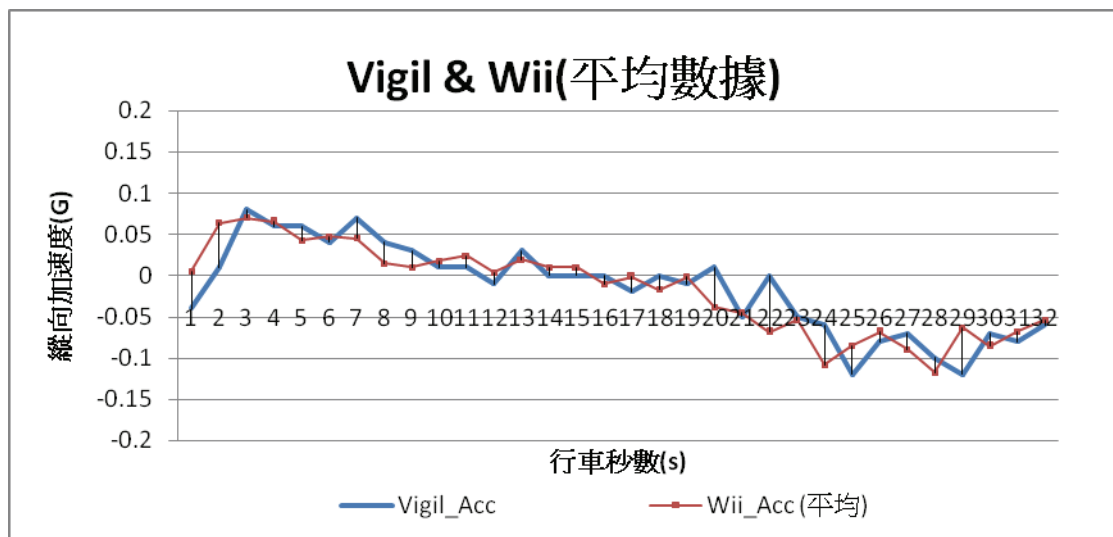


圖 3.42 Vigil & Wii(平均數據)

經由圖 3.42 所示可知 Vigil 以及 wii 測得的加速度值十分相近，Vigil 加速計資料則有 1 秒延後之現象，故將 wii 測得的加速度值延後一秒比較如圖 3.43 所示，可以發現數據變會更佳的吻合，僅有些微的誤差。

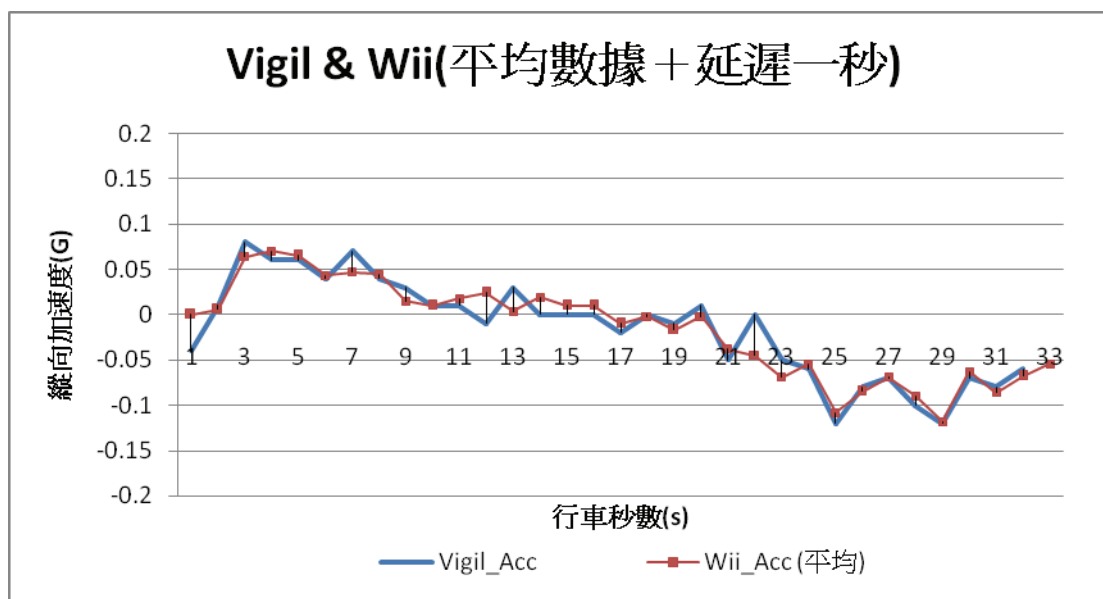


圖 3.43 Vigil & Wii(平均數據+延遲一秒)

分析案例 2:車速在 60~80km/h 之間的行駛過程，表 3-13 為 Vigil 加速計和 Wii 加速計分別擷取到的加速度值。圖 3.44 為 Vigil 和 Wii 平均數據比較，圖 3.45 為 Vigil 和 Wii 平均數據延遲一秒比較。

表3-13 車速在60~80 km/h之間的加速度資料

	Time (GMT)	車速(km/h)	Vigil_Acc	Wii_Acc (平均)
1	11:45:29	75	0	-0.009
2	11:45:30	75	0	-0.015
3	11:45:31	75	-0.01	-0.016
4	11:45:32	75	0	-0.025
5	11:45:33	76	-0.03	-0.019
6	11:45:34	76	0	-0.006
7	11:45:35	77	-0.01	-0.027
8	11:45:36	79	-0.05	-0.025
9	11:45:37	79	-0.02	-0.027
10	11:45:38	80	-0.01	-0.025
11	11:45:39	80	-0.02	-0.024
12	11:45:40	81	-0.02	-0.037
13	11:45:41	81	-0.03	-0.022
14	11:45:42	82	0.01	-0.061
15	11:45:43	83	-0.06	-0.072

	Time (GMT)	車速(km/h)	Vigil_Acc	Wii_Acc (平均)
16	11:45:44	82	-0.04	-0.048
17	11:45:45	82	-0.04	-0.044
18	11:45:46	82	-0.04	-0.02
19	11:45:47	82	-0.04	-0.02
20	11:45:48	83	-0.04	-0.049
21	11:45:49	83	-0.02	-0.108
22	11:45:50	83	-0.14	-0.19
23	11:45:51	81	-0.18	-0.204
24	11:45:52	74	-0.18	-0.165
25	11:45:53	71	-0.2	-0.17
26	11:45:54	67	-0.2	-0.154
27	11:45:55	63	-0.18	-0.07
28	11:45:56	62	-0.09	-0.073
29	11:45:57	62	-0.1	-0.11
30	11:45:58	61	-0.13	-0.087
31	11:45:59	60	-0.1	-0.102
32	11:46:00	61	-0.09	-0.078
33	11:46:01	60	-0.08	-0.069
34	11:46:02	62	-0.09	-0.03

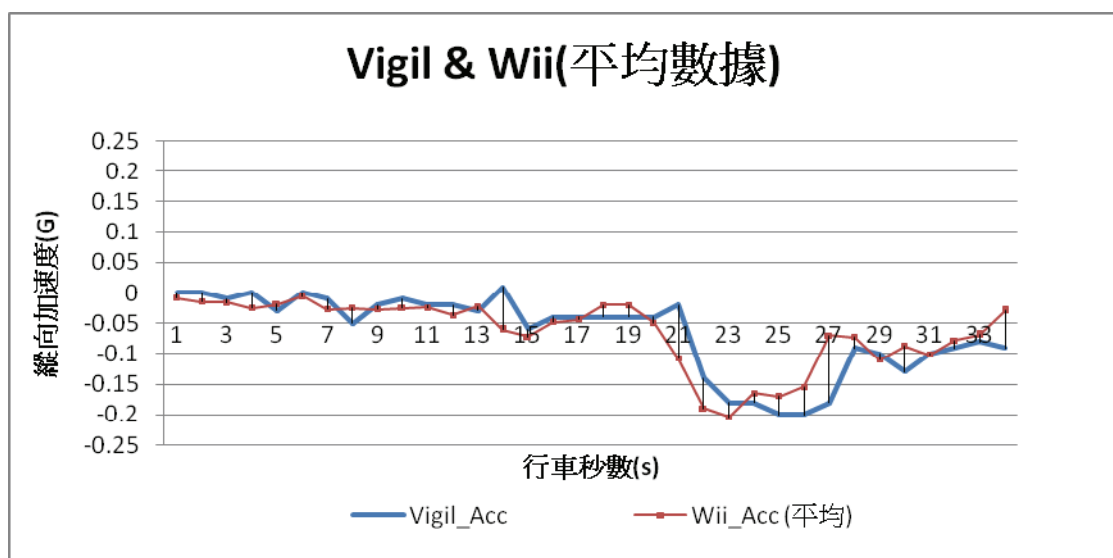


圖 3.44 Vigil & Wii(平均數據)

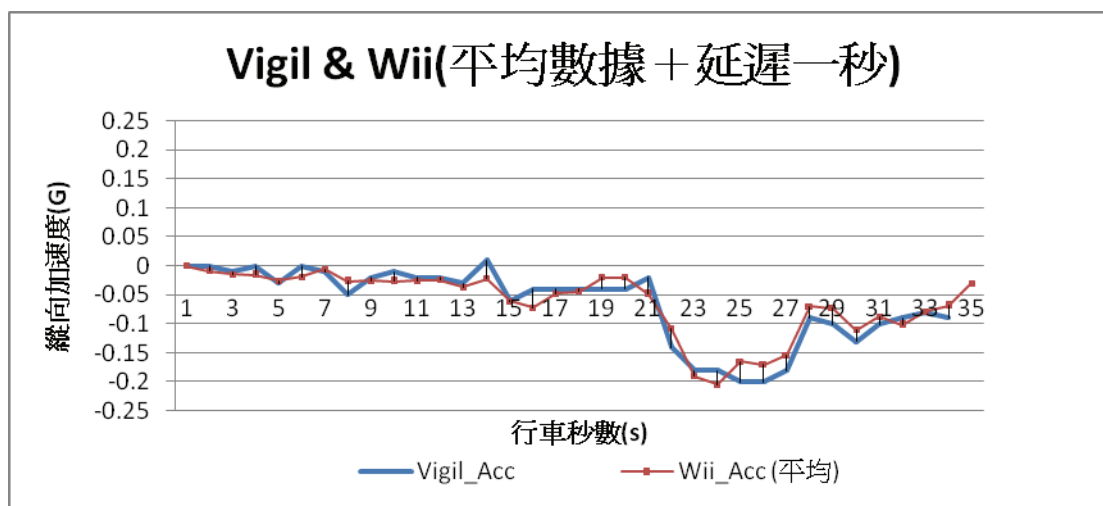


圖 3.45 Vigil & Wii(平均數據+延遲一秒)

分析案例 3:車輛怠速，表 3-5 為 Vigil 加速計和 Wii 加速計分別擷取到的加速度值，圖 3.46 為 Vigil 和 Wii 的平均數據做比較。

表3-14 車速在怠速時的加速度資料

	Time (GMT)	車速(km/h)	Vigil_Acc	Wii_Acc (平均)
1	11:52:43	0	-0.06	-0.05
2	11:52:44	0	-0.07	-0.05
3	11:52:45	0	-0.07	-0.05
4	11:52:46	0	-0.06	-0.05
5	11:52:47	0	-0.06	-0.05
6	11:52:48	0	-0.06	-0.05
7	11:52:49	0	-0.07	-0.05
8	11:52:50	0	-0.07	-0.05
9	11:52:51	0	-0.07	-0.06
10	11:52:52	0	-0.07	-0.06
11	11:52:53	0	-0.06	-0.05
12	11:52:54	0	-0.07	-0.05
13	11:52:55	0	-0.07	-0.06
14	11:52:56	0	-0.06	-0.05
15	11:52:57	0	-0.06	-0.05
16	11:52:58	0	-0.07	-0.05
17	11:52:59	0	-0.07	-0.05
18	11:53:00	0	-0.06	-0.06
19	11:53:01	0	-0.06	-0.05
20	11:53:02	0	-0.07	-0.05

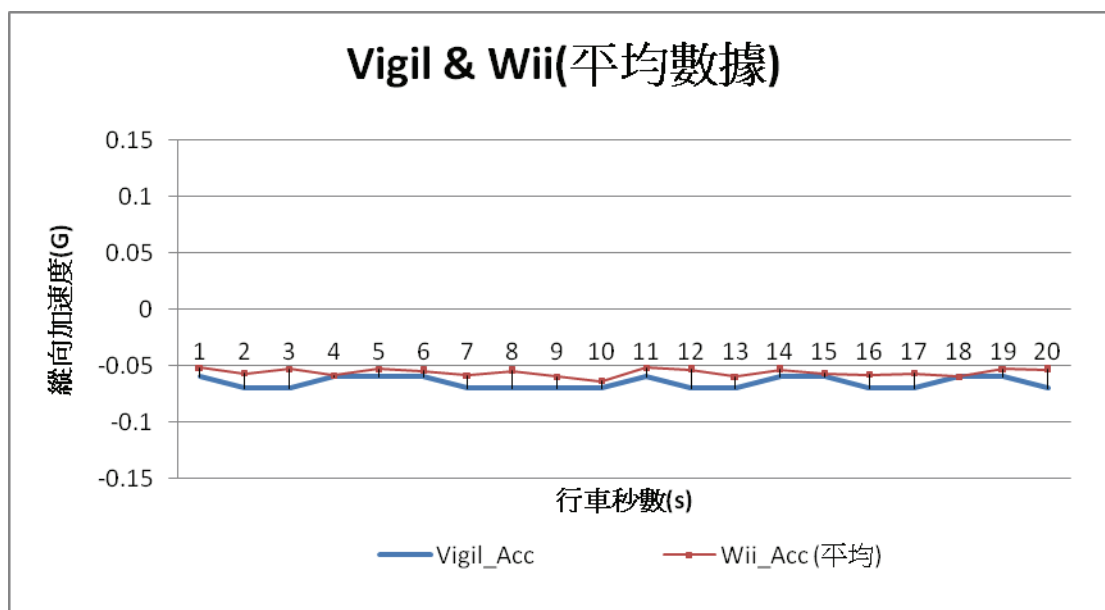


圖 3.46 Vigil & Wii(平均數據)

分析結論：

不論是 Vigil 或是 Wii 在車輛怠速時皆會有加速度不為 0 G 的情形，Vigil 在怠速時的加速度值約為-0.06G，而 Wii 則約為-0.055G，故在後續分析皆須做進一步的修正。目前初步發現 Vigil 和 Wii 所紀錄的加速度值的時間約有一秒的落差，Vigil 所抓到的數據比 Wii 略慢一秒鐘。

Wii 加速規與綜合加速計之比較：

驗證目的：為進一步驗證 wii 加速計的精準度和可採用度

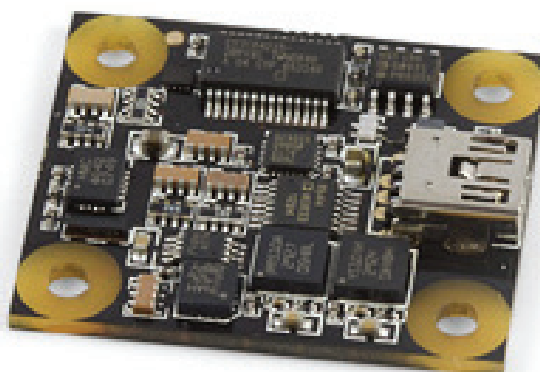


圖 3.47 綜合加速計

圖 3.47 為綜合加速計，其為一整合型產品，整合三軸加速規（其中最大可測得 G 值為 5G）、三軸陀螺儀以及指南針，產品規格如表 3-6 所示。

表3-15 產品規格表

Compass	
Resolution	400 μ G Minimum
Offset (°) from North	2° Typical
Gyroscope	
Measurement Range	± 400 °/s
Resolution	0.02 °/s
drift / minute	4° Typical
Accelerometer	
Acceleration Resolution	228 μ g
Typical error over rotation @ 1g	2mg
Acceleration Bandwidth @ 1ms sample rate	110 Hz
Measurement Range (XYZ Axis)	$\pm 5g$ (49m/s ²)
Axis 0 Noise Level (X axis)	300 μ g standard deviation (σ) at 128 samples/second
Axis 1 Noise Level (Y Axis)	300 μ g standard deviation (σ) at 128 samples/second
Axis 2 Noise Level (Z Axis)	500 μ g standard deviation (σ) at 128 samples/second
PhidgetSpatial 3/3/3 board	
Data Rate	4ms to 1000ms per sample
	16ms to 1000ms over the webservice
Min/Max USB Voltage	4.75 - 5.25 VDC
USB Current Specification	45mA Max
USB Speed	Full Speed (12Mbit)
Operating Temperature	0 - 70°C

進一步驗證 wii 手把的可用性，以綜合加速計所量取到的加速度值當做數據比對的標準值，同時將綜合加速計與 wii 手把架設於小客車內，並進行行車過程車輛加速度變換情形的紀錄。

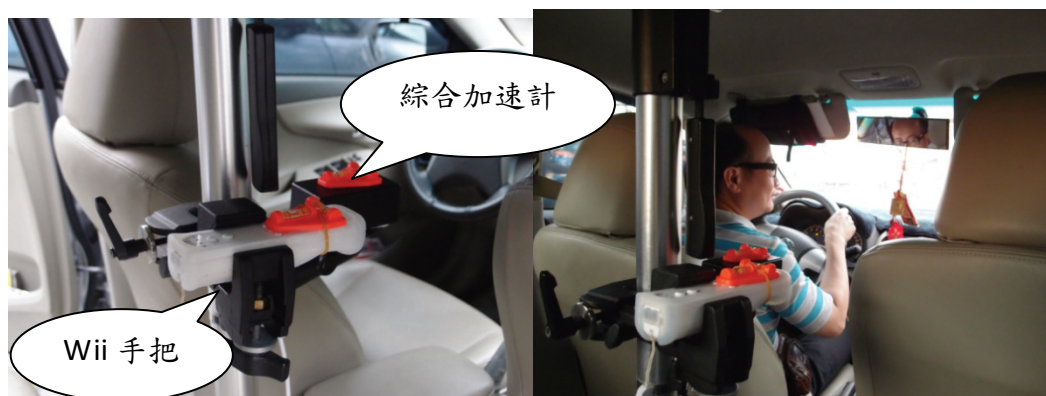


圖 3.48 實際安裝圖

於汽車上同時架設 wii 手把與綜合加速計，架設時以盡可能將兩個加速規架設於同一水平面。如圖 3.48 所示。圖 3.49 為 wii 手把和綜合加速計由電腦同時擷取後所到的原始檔案。

L10									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1		wii手把加速度值			綜合加速計加速度值				
2	index	X軸	Y軸	Z軸	X軸	Y軸	Z軸		
3	1	0.038	0.037	1	0.022	0.033	0.996		
4	2	0	0	0	0.022	0.033	0.996		
5	3	0	0	0	0.022	0.033	0.996		
6	4	0.038	0	1	0.022	0.033	0.996		
7	5	0.038	0.037	1	0.022	0.033	0.996		
8	6	0.038	0	1	0.022	0.033	0.996		
9	7	0.038	0.037	1	0.022	0.033	0.996		
10	8	0.038	0	1	0.022	0.033	0.996		
11	9	0.038	0.037	1	0	0	0		
12	10	0.038	0	1	-0.031	-0.008	1.001		
13	11	0.038	0.037	1	0.083	0.021	1.004		
14	12	0.038	0.037	0.962	0.039	0.023	1.002		
15	13	0.038	0	1	-0.019	-0.032	0.997		
16	14	0.038	0.037	1	0.04	-0.019	1.014		
17	15	0.038	0	1	-0.032	-0.034	1.011		
18	16	0.038	0.037	1	0.053	-0.024	1.007		
19	17	0.038	0	1	0.051	0.027	0.989		
20	18	0.038	0.037	1	0.078	0.019	0.996		
21	19	0.038	0.037	0.962	0.078	0.019	0.996		
22	20	0.038	0	1	-0.01	0.015	0.991		
23	21	0.038	-0.037	1	-0.036	-0.027	0.994		
24	22	0.038	0.037	1	0.019	-0.028	1.001		
25	23	0.038	0	1	-0.004	0.024	0.987		
26	24	0.038	0.037	1	0.008	-0.026	1.003		
27	25	0.038	0	1	0.081	0.032	0.987		
28	26	0.038	0.037	0.962	0	-0.025	1.004		
29	27	0.038	0	1	0.021	0.025	0.992		
30	28	0.038	0.037	1	-0.005	-0.029	0.995		
31	29	0.038	0	1	0.023	0.035	0.989		
32	30	0.038	-0.037	1	0.023	0.035	0.989		
33	31	0.038	0	1	-0.016	-0.036	0.998		
34	32	0.038	0.037	1	0.068	-0.01	0.998		

圖 3.49 Wii 手把與綜合加速計資料(原始資料)

將綜合加速計原始資料與 wii 原始資料分別畫出不同方向加速度的圖形。由圖 3.50 和圖 3.51 可以比較 Wii 和綜合加速度計 X 方向的加速度；由圖 3.52 和圖 3.53 可以比較 Wii 和綜合加速度計 Y 方向的加速度；由圖 3.54 和圖 3.55 可以比較 Wii 和綜合加速度計 Z 方向的加速度。

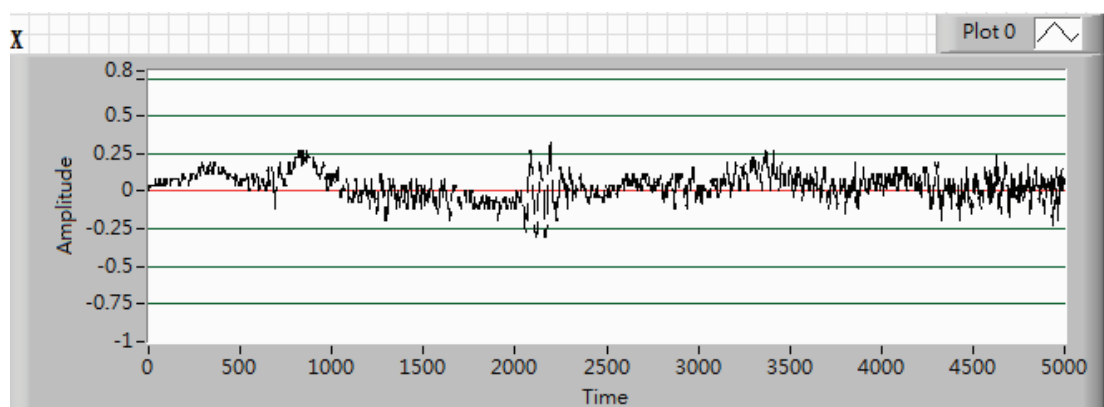


圖 3.50 Wii 的 X 方向加速度(原始資料)

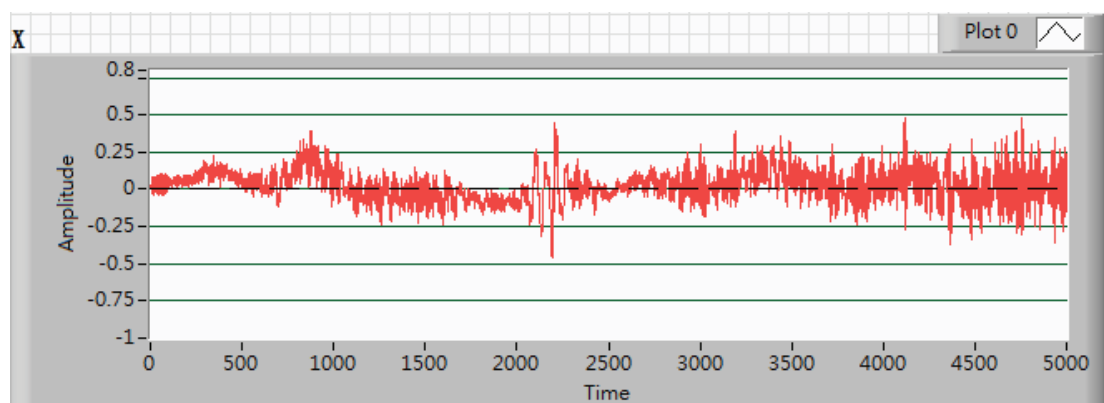


圖 3.51 綜合加速度計 X 方向加速度(原始資料)

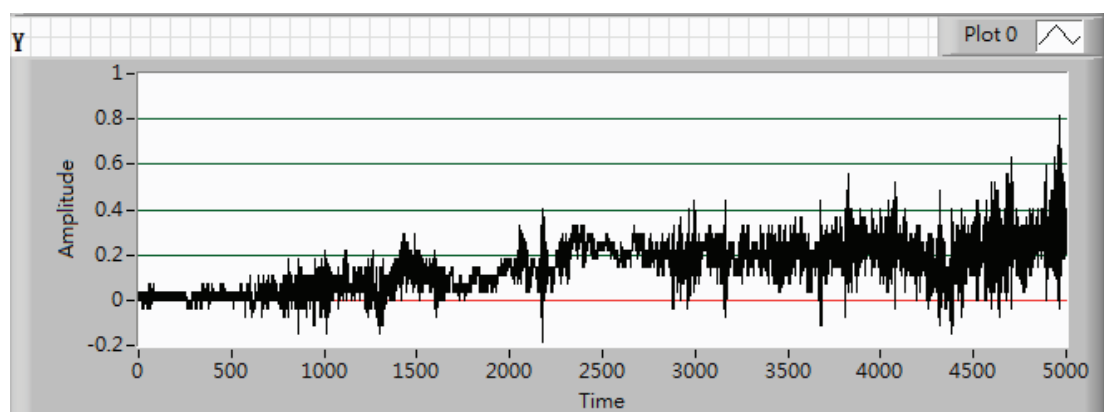


圖 3.52 Wii 的 Y 方向加速度(原始資料)

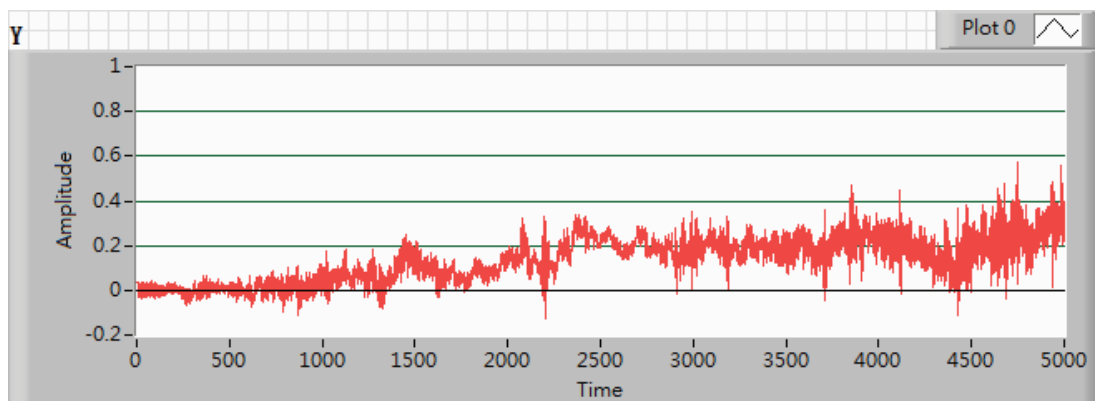


圖 3.53 綜合加速度計 Y 方向加速度(原始資料)

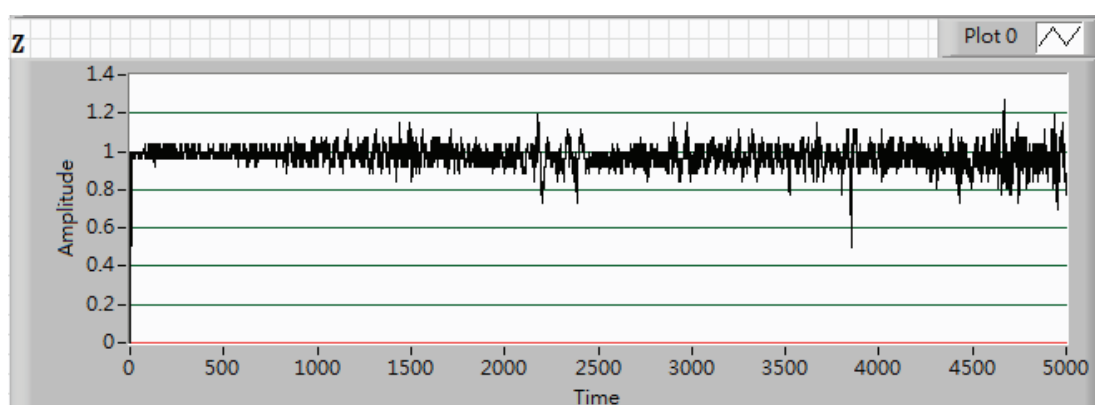


圖 3.54 Wii 的 Z 方向加速度(原始資料)

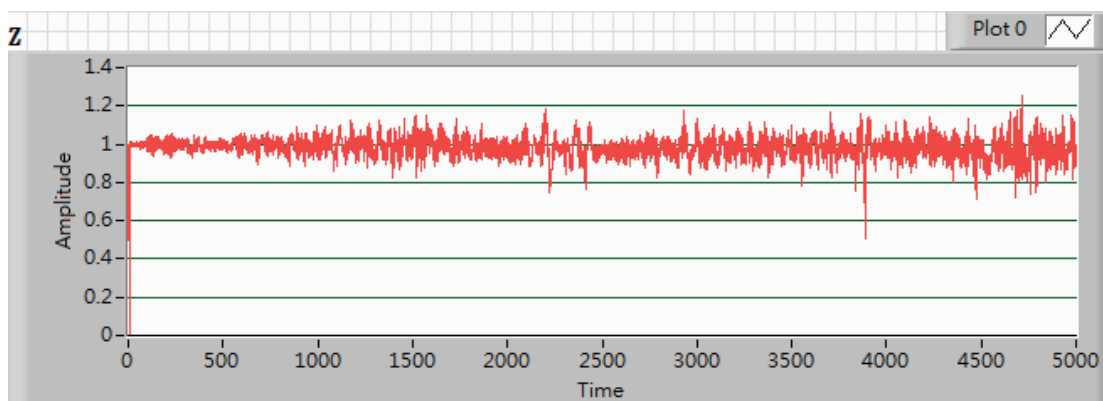


圖 3.55 綜合加速度計 Z 方向加速度(原始資料)

因為擷取資料是使用同一台電腦，因此綜合加速計與 wii 手把皆是一秒鐘擷取 80 筆資料，故放在一起比較比較不容易發現其準確性，而將每一秒的資料都取平均值，如圖 3.56、圖 3.57、圖 3.58 所示。其中黑線是 wii 加速度、紅線是加速計的加速度。

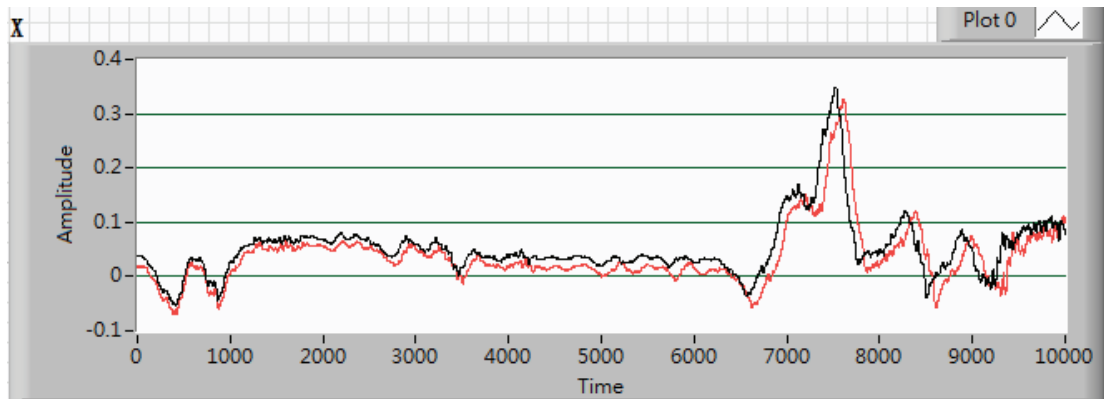


圖 3.56 X 方向加速度(平均資料)

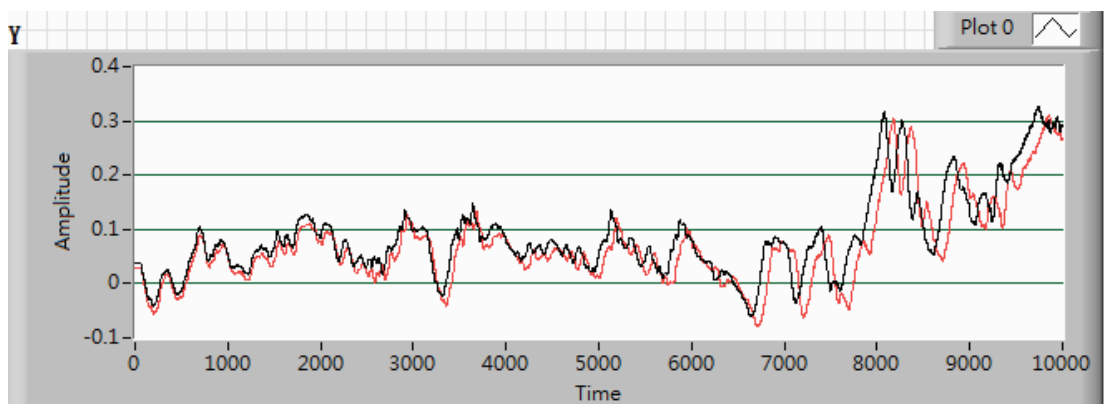


圖 3.57 Y 方向加速度(平均資料)

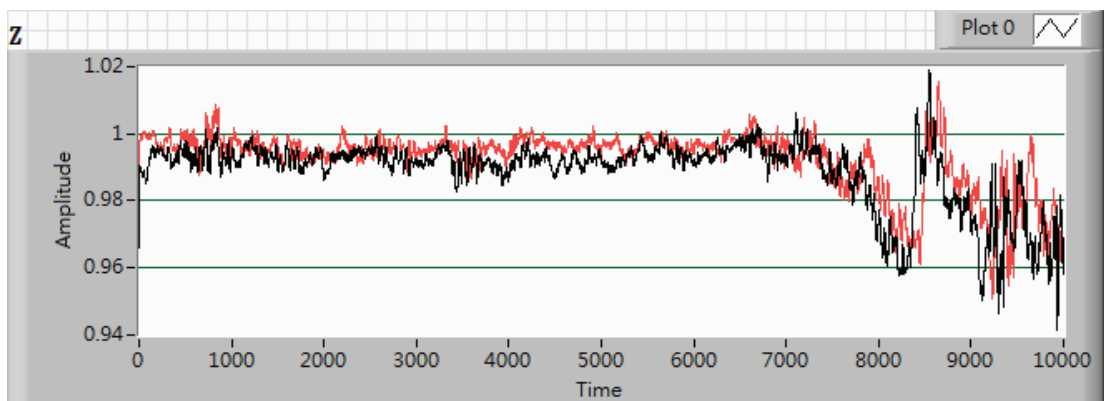


圖 3.58 Z 方向加速度(平均資料)

經由至圖 3.59、圖 3.60、圖 3.61 所示，加速度 XYZ 軸向其變化趨勢都是一致的，但是數值有些許之誤差存在。

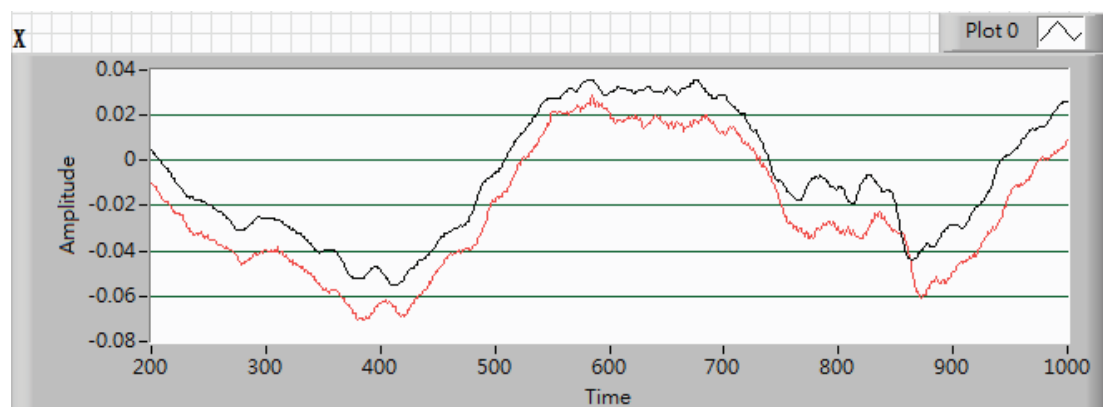


圖 3.59 X 軸向加速度值誤差

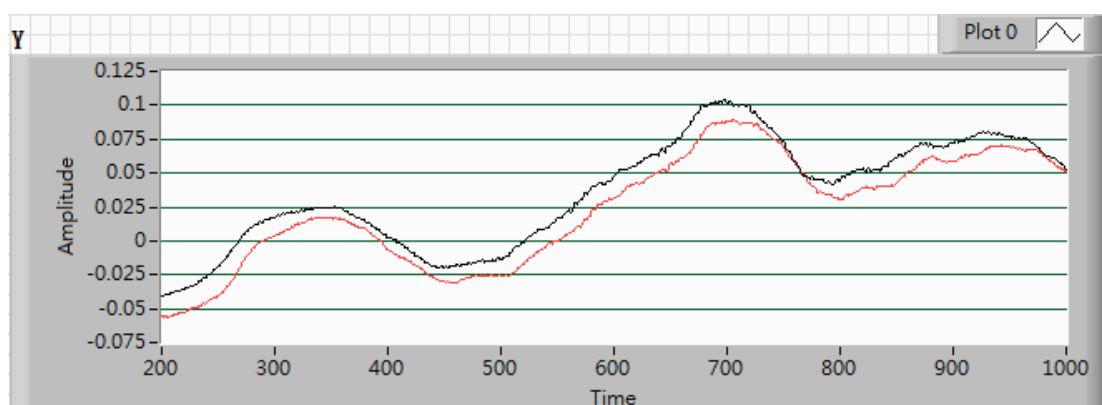


圖 3.60 Y 軸向加速度值誤差

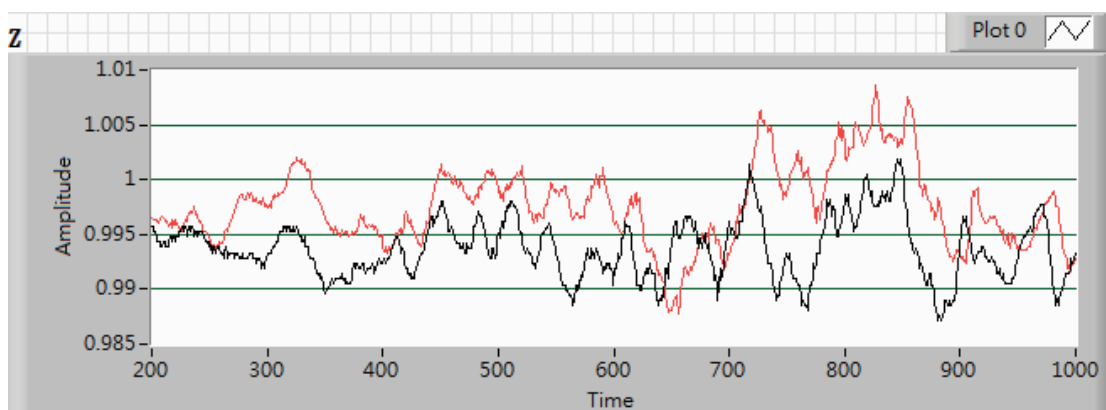


圖 3.61 Z 軸向加速度值誤差

Wii 手把的 X 軸向加速度值略大於綜合加速計 0.02G，Wii 手把的 Y 軸向加速度值略大於綜合加速計 0.02G，Wii 手把的 Z 軸向加速度值略大於綜合加速計 0.005G。故其加速度變化趨勢在其個案的判讀上是相同且可以使用的，並不會因為量測儀器的不同而產生誤差。

分析結論:

1. 雖然 wii 手把與綜合加速計有其誤差，不過若是嘗試更多的調整，可以將其誤差降至非常微小。
2. 加速度趨勢的判讀上，wii 手把以及綜合加速計是沒有差別的。

總結:

Vigil 系統、Wii 加速計以及綜合加速計，其測量精確度非常接近，可能產生之誤差，可以透過人為調整資料(當車怠速時，Wii 的縱向、橫向加速度要手調校正為 0)，使其趨於微小。本系統考慮到表 3-16 所列的項目，故資料收集實驗時，考量到快速安裝與拆卸設備之需要，建議使用 Wii 來測量加速度。

表3-16 Wii與綜合加速度計比較

	Wii 加速計	綜合加速度計
電腦硬體	一般	較高
連接方式	藍芽連線	USB 連線
有線/無線	無線	有線

第四章 實驗內容與教育訓練

100 年度工作項目第五項為駕駛教育訓練後績效評估。先規劃大客車駕駛行為教育訓練內容，針對大客車駕駛者進行教育訓練，訓練完成後針對同一批受訓大客車駕駛者進行後測實驗，收集第二次之駕駛行為資料，並與教育訓練前所收集之第一次駕駛行為資料進行前後測數據之比對，以評估教育訓練之績效。

今年度原先規劃之實驗對象為國光客運和桃園客運內部各 25 名城際客運駕駛者，針對共 50 名駕駛者進行駕駛行為資料收集實驗，分為前測實驗與後測實驗，以教育訓練施行時間做為實驗分類依據，預計收集共 100 人次之城際客運駕駛行為資料樣本。但由於今年度適逢國光客運三年一次之 OBDII 車輛診斷系統更新，國光客運更新之 OBDII 車輛診斷系統功能僅適用於靜態之車輛維修與車輛故障碼排除，對於本研究中需進行長時間偵測車輛即時動態資料，並進行儲存之需求，該 OBDII 車輛診斷系統無法將資料穩定的擷取和儲存。因此，在計劃初期所規劃之實驗對象需進行調整，將原先國光客運和桃園客運共 50 名駕駛者之前後測實驗規劃，調整為只針對桃園客運 30 名城際客運駕駛人進行 1 次前測實驗與 2 次後測實驗，共累計 90 人次之城際客運實驗樣本；都會區路線以 99 年度 100 人次實驗樣本中，挑選 30 人進行兩次後測實驗，累計 60 人次都會區客運實驗樣本，兩路線共計 150 人次。

以下收集 30 位桃園客運駕駛者行駛城際路線與都會區路線之駕駛行為資料，包含完整之車輛動態數據和行車影像資料，進行資料分析與前後測之績效評估。

4.1 實驗樣本選擇與基本資料

4.1.1 實驗對象

今年度以國道路線為主探討城際客運之節能與安全行為，在桃園客運的所有營運單位中，共有三個的營運站有行駛國道路線的車輛，分別是桃園站、中壢站和龍潭站。桃園客運公司駕駛者排班，分成兩類，一類為固定行駛國道路線的駕駛者，另一類則為機動性輪班之國道駕駛者，即為專開市區路線駕駛者，當第一類駕駛者輪休時，則需代班行駛國道路線，今年度收集之 30 位駕駛者行車資料中，約 25 位駕駛者屬於第一類駕駛者，約有 5 位駕駛者屬於第二類駕駛者。

桃園客運受測的 30 位的城際駕駛者其性別皆為男性，公司內部並無女性國

道駕駛者。駕駛者平均年齡 40.3 歲，標準差 7.2 歲，平均行駛大客車年資為 9.4 年，標準差為 6.8 年。表 4-1 為 30 位大客車駕駛者之基本資料。

表4-1 駕駛者基本背景資料

實驗序號	駕駛編號	年齡	年資
1 號	1670	42	15
2 號	1677	55	25
3 號	1683	49	20
4 號	1699	48	10
5 號	1710	45	20
6 號	2266	40	13
7 號	7850	53	20
8 號	794203	58	25
9 號	9318	35	10
10 號	9466	43	10
11 號	9600	36	7
12 號	9632	32	5
13 號	9820	27	3
14 號	929249	38	10
15 號	929282	42	9
16 號	939303	36	2
17 號	939366	35	7
18 號	959604	43	5
19 號	959658	35	6
20 號	969681	40	8
21 號	979799	28	3
22 號	979880	35	15
23 號	989933	34	2
24 號	1000013	37	5
25 號	1000036	45	4
26 號	1000037	40	3
27 號	1000051	34	10
28 號	1000058	45	8
29 號	1000087	39	0.17
30 號	1000101	40	1
平均		40.3	9.4
標準差		7.2	6.8

4.1.2 實驗車輛車型

在桃園客運的車輛使用安排方面，主要是以新車來行駛城際路線和當作遊覽車出租使用，而較舊的車款則是市區路線來使用，可能是考量到新車之安全性較高的關係。因此，在所測量之 30 位受測者所使用的車輛皆為 2009 年出廠，且車輛所配置的引擎皆為相同型號。由於實驗所使用到的車輛皆為同一期出廠的大客車，所以不論是車齡和車輛的損耗程度很接近的。表 4-2 為車輛的基本資料，圖 4.1 為實驗車輛之照片。

表4-2車輛基本資料表

引擎	日野 (HINO) J08E-TB
最大馬力	263hps
車長	11,880mm
車寬	2,495mm
車高	3,250mm
軸距	6,000mm
變速	手排
領牌年度	2009
其他	歐盟四期環保底盤
資料來源：桃園客運車廠提供	



圖 4.1 城際客運實驗車輛

4.1.3 實驗路線

在桃園客運的營運路線中，行駛過程中有包含國道的路線共有五條，且此五條路線分別由桃園客運桃園站、中壢站和龍潭站來經營。五條路線分別是 9025 中壢總站-松山機場、9023 桃園總站-松山機場、桃園總站-捷運劍潭站、桃園總

站-台北轉運站和龍潭總站-林口長庚。國道行駛路段部份，五條路線皆行駛於國道一號，但在行駛上國道時的交流道入口和出口並非都一樣的，故不同行駛路線其里程距離數據亦將有所不同。圖 4.2 至圖 4.6 為五條國道路線之路線圖。

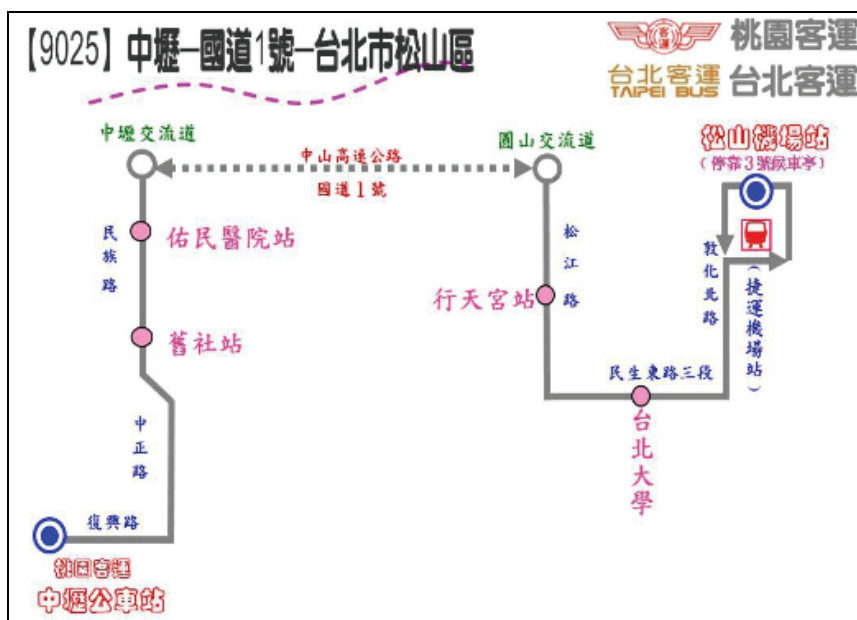


圖 4.2 9025 中壢-松山機場路線

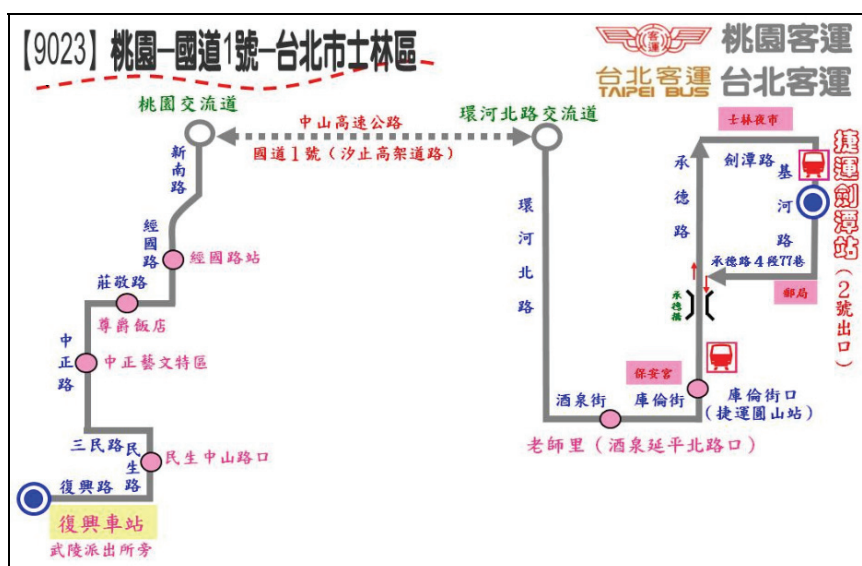
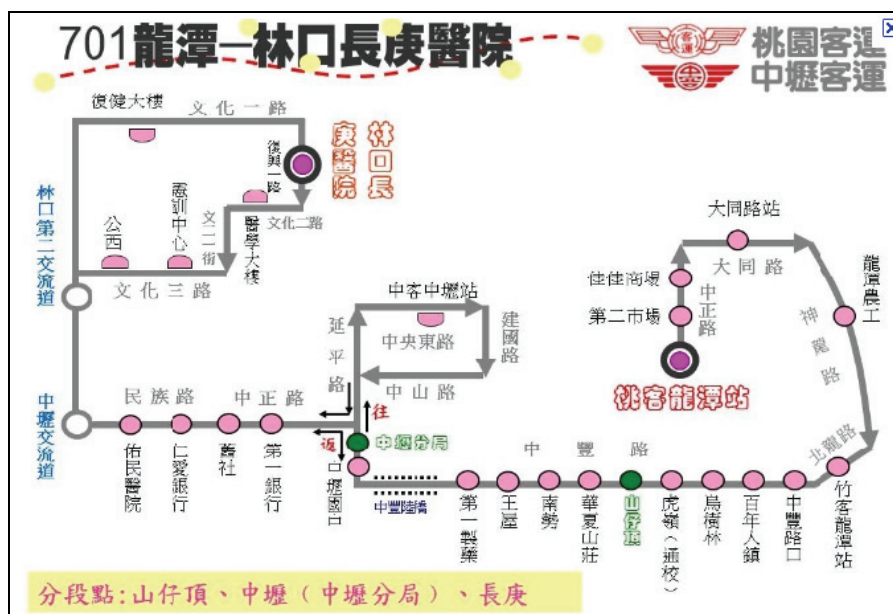


圖 4.3 9025 桃園-捷運劍潭站路線



4.2 節能與安全績效指標

有關於節能與安全績效指標之選用部份，期初曾於桃園客運總公司舉行討論，與該公司之營運課課長和車輛維修廠廠長訪談過程中，得知該公司內部評估駕駛者行駛績效所制定之節能與安全指標。在節能指標部份，桃園客運以油耗與零件耗損來當作評估標準，其中油耗評估指標以燃油效率(km/l)為主，每季結算該車輛之總行駛里程與總燃油消耗量，換算求得各車輛之燃油效率(km/l)，再以前三年之平均值燃油效率作為節油標準，該節油標準為整車隊計算後之平均資料，並對駕駛者之行駛績效進行獎懲。另外，在安全指標部份，目前桃園客運單純只以超速作為行車安全之觀察重點。

由於前後測績效指標比對之目的為評估駕駛教育訓練對於駕駛者駕駛行為之影響效益，故針對駕駛教育訓練之內容規劃評估指標，除了以上述桃園客運公司內部所制定之節能與安全指標外，將行駛過程中之重度煞車次數、重度加速次數與國道行駛過程之跟車次數(進而計算每次跟車行為之 Headway 數值)做為其他節能與安全方面之績效評估指標，選擇此 3 項參數做為績效評估指標之原因，回顧國內外環保駕駛教育訓練之內容，皆建議駕駛者減少過重加減速之駕駛行為，由於重度加速或重度煞車皆會造成行駛過程之車速不穩定，起伏變動過大，行駛過程不穩定容易產生較嚴重燃油消耗，因此，若能透過駕駛教育訓練之宣導，幫助駕駛者建立行駛過程保持穩定車速與減少不當加速或煞車之駕駛習慣，

則可在節約燃油方面產生一定之果效。

此外，保持適當之跟車距離亦是本次教育訓練之宣導重點，保持足夠之跟車距離，除了可較容易維持穩定之車速，而達到較好燃油效率目標外，足夠之跟車距離在行車安全方面亦是重點之一，不論是國內外之安全駕駛宣導項目，皆提及保持適當之安全跟車距離之重要性，並提出各自跟車距離之量化建議。

總結所提出用來評估駕駛教育訓練對駕駛者節能與安全績效之評估指標如表 4-3 所示，分別為燃油效率、重度加速次數、重度煞車次數、超速次數和跟車距離次數統計，分別計算城際路線與都會區路線其前後測行車資料之評估指標並進行分析。

表4-3 本計畫提出之節能與安全指標

指標類型	指標名稱	單位	英文縮寫	指標門檻
節能指標	燃油效率	km/l	Avg_fuel	行駛過程之燃油效率
	重度加速次數	次數	Times_acc	縱向加速度值 $\geq 0.1G$
	重度減速次數	次數	Times_dec	縱向減速度值 $\geq 0.125G$
安全指標	超速次數	次數	Times_100	國道路段速限 90&100km/h 市區路段速限 40km/h
	跟車行為 Headway	s	Headway	Headway(s)=跟車距離 (m)/本車行駛車速(m/s)

4.3 駕駛教育訓練

在教育訓練課程中所使用之訓練教材，主要是以 99 年都會區客運之行車資料，結合 100 年度城際客運所收集之前測資料來作為訓練內容。透過市區和城際路線的油耗資料所整理的資料歸納出幾點影響耗油的原因來對駕駛者進行說明，例如計算怠速情況下數據所顯示的耗油情形，來提醒駕駛者怠速時間越久越容易產生額外的油耗，藉此以灌輸駕駛者減少怠速時間的觀念。除了以實際油耗

數據來說明耗油原因外，在本次教育訓練中，亦藉由行車測試時，所錄製下來的影像來向駕駛者說明有關於行車過程中不安全的行為，並且提出如何改善這些不安全行為的方法。

根據 100 年所建立之節能與安全指標，進行駕駛教育訓練的課程規劃，歸納本次駕駛教育訓練所提出之節能與安全駕駛行為觀念如下：

1. 減少怠速時間
2. 減少加速和緊急煞車行為
3. 避免產生過高的引擎轉速
4. 保持車速的穩定以節省燃油消耗
5. 預留足夠安全距離以保持穩定車速、減少過重加減速行為

4.3.1 訓練教案內容

行駛於國道路線與非國道路線(即市區道路)燃油效率的差異比較，由於國道路線除了怠速時間少外，亦可使用較快之車速行駛。非國道路線則是因為行駛路線上具有交通號誌的設置，故在行駛過程中駕駛者需走走停停，且非國道的市區路線車速較低，故行駛非國道路線之燃油效率表現會較略遜於國道路線之燃油效率。今年度城際客運的前測實驗所收集之資料中，包含有五條不同路線，該路線皆涵蓋了國道和非國道的路線，其中以 9025 中壢至松山機場的路線為例，前測資料中行駛 9025 路線的駕駛共有 11 位，分別計算這 11 位駕駛者行駛於國道和非國道路線時的燃油效率後可發現，行駛於國道路線之燃油效率約為 5.8 至 6.0 km/l，行駛於非國道路線之燃油效率則下降為 2.5km/l 左右。如圖 4.7 所示。

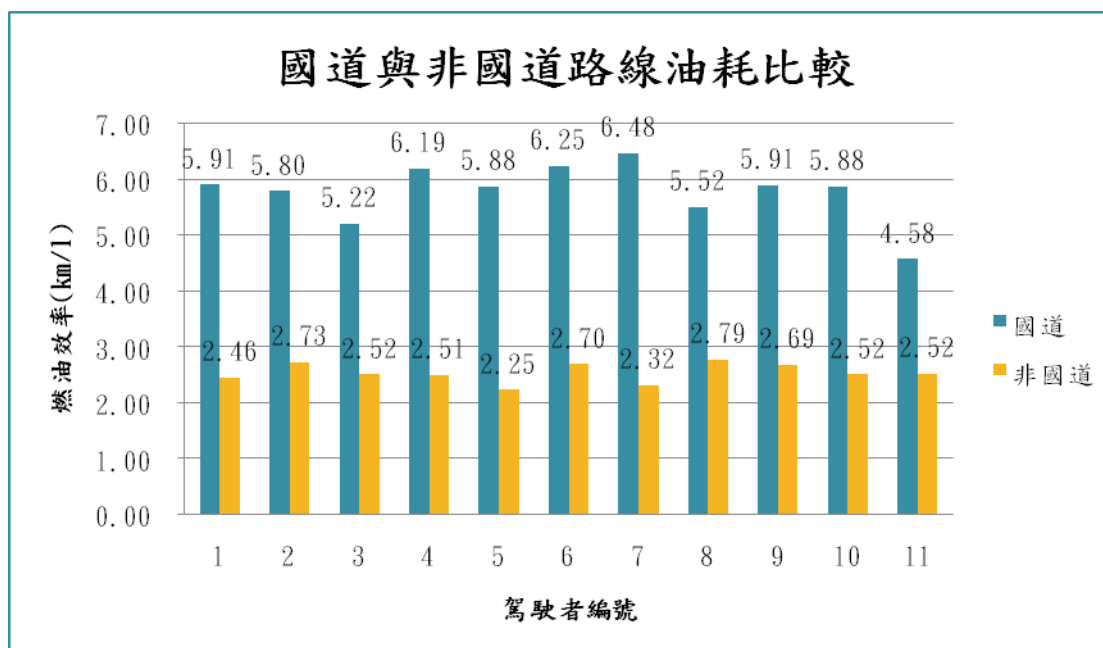


圖 4.7 國道與非國道燃油效率比較圖

節能行為一：行駛過程減少怠速時間：

怠速行為在整體的行駛里程是沒有貢獻，但卻依然會消耗燃油，因此，不論是在國內或是國外的節能宣導教材中都建議行駛過程中要盡可能的減少怠速情形的產生，甚至有國外研究以怠速時間所占總行駛時間的比例來當作節能指標。從本此研究所收集的數據將怠速行為所產生的油耗量於總行駛過程的油耗中扣除後，平均可使燃油效率提昇 5.9%，如圖 4.8 所示，並且若怠速行為占行駛時間百分比越高時，所產生的燃油消耗亦會越多。由表 4-4 可略為看到，當怠速所消耗的油量於整體油耗中被扣除後，大概可使整體的燃油效率提昇約 0.2~0.4km/l。因此，建議駕駛者盡可能減少怠速情形的產生。

表4-4 怠速時間與整體燃油效率改善關係表

駕駛者	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
怠速時間(%)	11%	12%	13%	16%	14%	15%	16%	10%	19%	14%	11%
燃油效率提昇(%)	3.7%	5.4%	5.1%	6.7%	4.3%	6.9%	8.6%	4.5%	7.8%	6.1%	5.8%

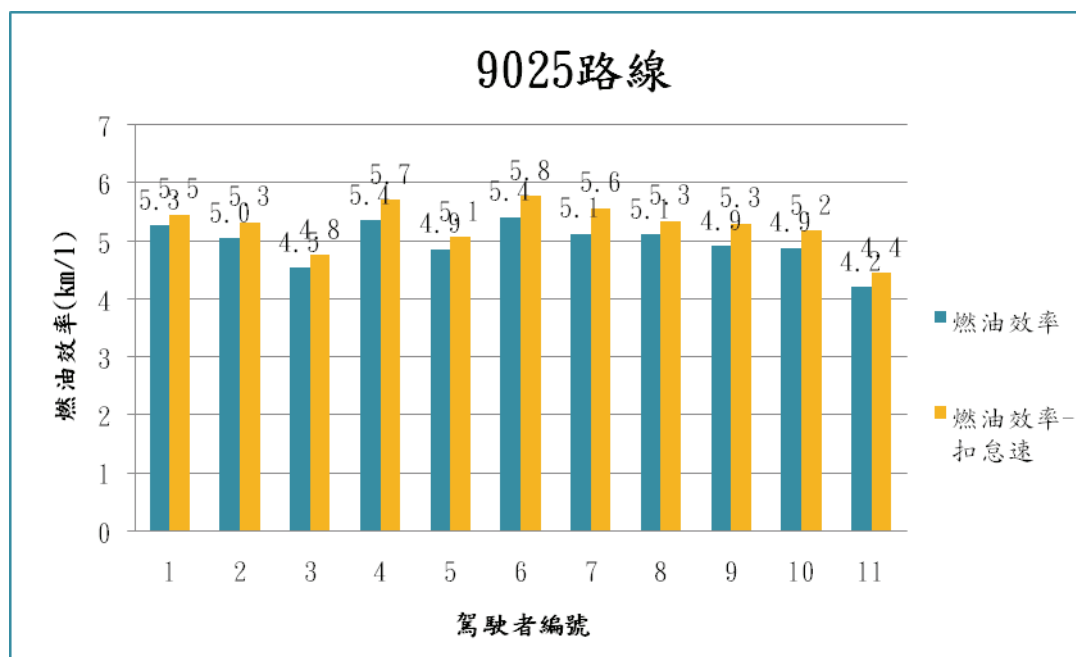


圖 4.8 怠速時間對燃油效率之影響程度示意圖

節能行為二：行駛過程盡量減少過重加速行為和過重煞車行為

加速行為的產生是由於駕駛者不當重踩油門踏板的結果，重踩油門踏板會造成燃油大量噴出，同時造成多餘燃油的消耗，因此，在節能駕駛行為的宣導上都會建議駕駛者不論是在起步階段或是加速過程時，對油門踏板的操控都應避免瞬間重踩，而是以逐漸加深油門深度的方式來加速。如此一來，不但能改善重踩油門所造成之燃油消耗，亦會改善乘客乘坐車輛時的舒適性。

透過本研究的數據可於資料庫中計算求得每位駕駛者行駛於國道路線時，於一趟完整行駛路線中所產生過重加速行為的總次數，計算結果如表 4-5 所示，在四名行駛於相同國道路線的駕駛者資料中，6 號和 7 號駕駛者的燃油效率分別為 6.25km/l 和 6.48km/l，然而 3 號和 11 號駕駛者其燃油效率都較低，分別為 5.22km/l 和 4.58km/l，觀察四位駕駛者行駛過程中的過重加速行為次數，發現當過重加速行為的次數越多的時候，其整體燃油效率則會越低，如 6 號與 7 號駕駛者在其行駛里程中，過重加速行為次數都只有 23 次和 57 次，然而燃油效率較差的 3 號駕駛者其過重加速行為次數則有 135 次，11 號駕駛者的過重加速行為甚至多達 488 次之多，而其燃油效率亦相對的是最差的 4.58km/l。

表4-5 過重加速行為與燃油效率關係表

駕駛者	國道燃油效率 (km/l)	過重加速次數	過重加速行為燃油效率 (km/l)
6 號	6.25	23	2.82
7 號	6.48	57	4.14
3 號	5.22	135	2.399
11 號	4.58	488	1.99

另外，緊急煞車行為也是會造成燃油不當消耗之駕駛行為，由於緊急煞車往往伴隨著車速緊急的下降，甚至減速到車輛停止，除非是一般的遇到交通號誌這種必須要停下車輛的情況，否則如果是因為不當駕駛行為造成的緊急煞車，例如跟車距離過近所造成的緊急煞車，都會造成車速的劇烈變化，而緊急煞車後又需要踩油門來加速起步都會造成不必要的燃油消耗。

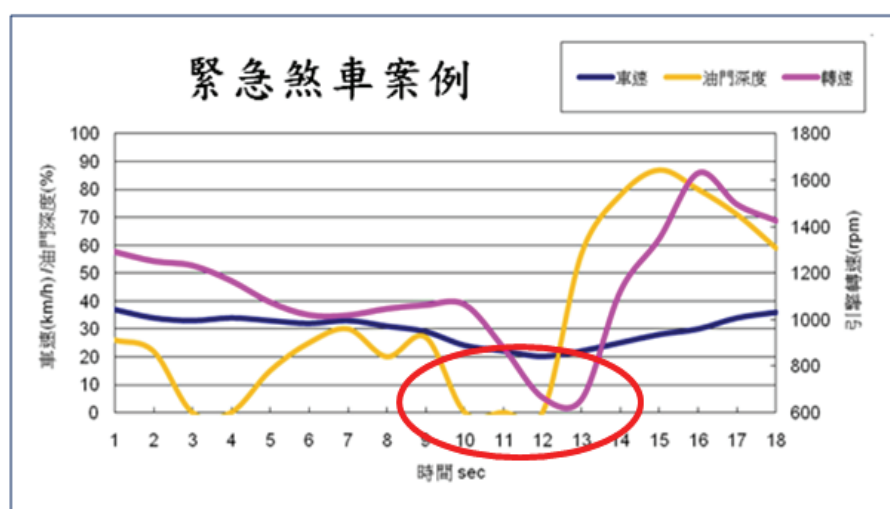


圖 4.9 緊急煞車案例行車資料曲線圖

如圖 4.9 所示，當駕駛者從第九秒開始鬆開油門踏板並緊急煞車後，引擎轉速與車速值也就隨之下降，到了第 13 秒時可發現駕駛者開始踩油門準備重新加速，而此時油門深度值也因重踩油門從 0% 一秒瞬間上升至 60%，而引擎轉速也因此而快速上升，當油門的重踩和引擎轉速的劇烈變化發生時，亦都會造成燃油的耗損。

節能行為三：避免產生過高之引擎轉速

圖 4.10 為駕駛者行駛過程中，引擎轉速和瞬間噴油率的變化曲線圖，從曲線可發現噴油率和引擎轉速大小是呈現一個正比的關係，因此，當引擎轉速越高時，瞬間噴油率亦就會越大，當大客車之引擎轉速超過 2000rpm 以上，可發現瞬間噴油率亦開始飆高，因此，在適當的時機進行換檔的動作來使得引擎轉速避免長時間處於一過高的狀態下，將減少燃油於過高引擎轉速時所產生的嚴重消耗。故建議駕駛者在適當的時機進行換檔來避免引擎長時間處於一高轉速的狀態。

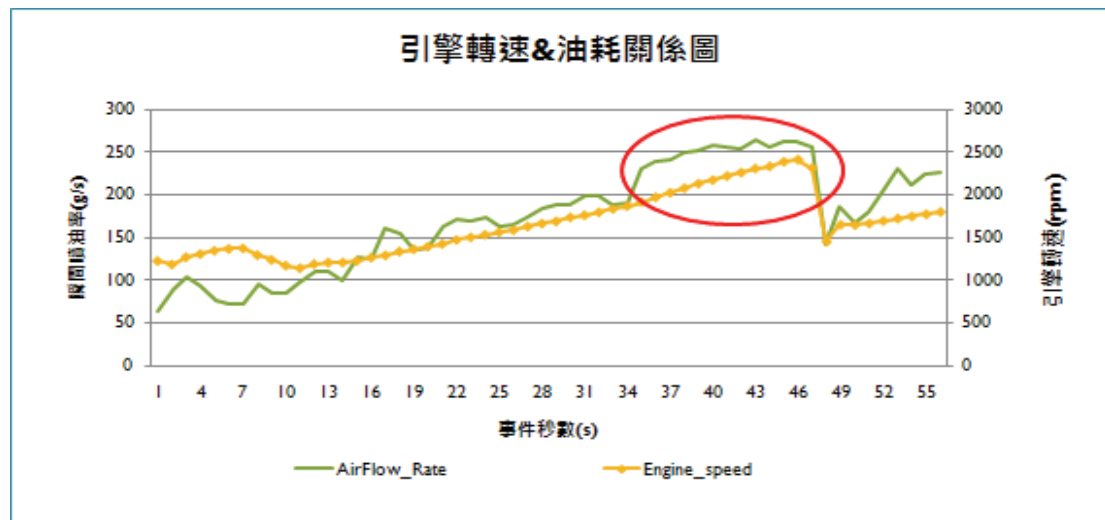


圖 4.10 引擎轉速與油耗關係圖

節能行為四：保持車速的穩定行駛以節省燃油消耗

行駛過程中若車速變化不穩定時，表示駕駛者在開車時常常伴隨著加速或減速的行為，而使得行駛過程車速不穩。若車速變化情形較大的話，亦就是行駛時車速是較不穩定，耗油情形亦會較嚴重。故行駛過程車速穩定的時間越長的話，整體的燃油效率表現亦會較好。從表 4-6 所計算出的車速資料可以看到這樣的結果，平均車速的標準差若越大，代表其行駛過程車速的變化幅度越大，平均車速之標準差若越小，則代表其行駛過程中車速越穩定，從四位皆行駛於同樣的國道路線的駕駛者數據來看，6 號與 7 號駕駛的平均行駛車速分別為 77.711km/h 和 71.836 km/h，標準差分別為 15.404 和 12.282，亦就是其行駛過程中，車速的變化大約就是維持在 10~15km/h 的變化範圍中，但 3 號和 11 號駕駛者的平均車速標準差就較大，分別是 24.291 和 34.26，亦就是其行駛過程中車速值是較為不穩定的，變化較為劇烈，因此，3 號和 11 號駕駛者的國道燃油效率表現比 6 號和 7

號駕駛者來的遜色。

表4-6 車速因素與燃油效率之關係表

駕駛者	國道燃油效率(km/l)	國道平均車速(km/h)	平均車速標準差
6 號	6.25	77.7	15.4
7 號	6.48	71.8	12.3
3 號	5.22	64.8	24.3
11 號	4.58	39.9	34.3

節能行為五：預留足夠安全距離以保持穩定車速、減少過重加減速行為：

從上述的幾點對駕駛者的節能駕駛行為建議，基本上就是減少不必要的過重加速和緊急煞車行為，並且盡可能的維持穩定的車速，因此，建議駕駛者透過在行駛過程中與前方車輛保持一適當的跟車距離。因為若本車與前車具有一適當的跟車距離時，當前方車輛車速有所變化時，本車會有較多的時間和距離來減速，若是與前車的跟車距離不足時，當前車一有車速下降的行為時，本車由於跟車距離不足需要以緊急煞車減速來避免與前車發生碰撞，當本車在行駛時與前車跟車過近時，亦容易造成車速不穩定的情形產生。

此外，如圖 4.11 所示，與前車保持一適當的跟車距離，由於與前車距離較遠，駕駛者的視線範圍亦會較大，反觀，如果與前車的距離較近時，由於前車車體所占的視線範圍會越大，所以駕駛者視線可觀察的區域相對來說會越小，如圖 4.12 所示。



圖 4.11 跟車距離長時之視野寬度



圖 4.12 跟車距離短時之視野寬度

因此，建議駕駛者與前車保持一適當的跟車距離，就節能的角度來看，較容易維持一穩定車速來行駛，並減少不必要的加減速行為產生。就安全的角度來看，保持適當的跟車距離，除了在突發狀況發生時，駕駛者允許的反應時間較長外，駕駛者視線의 遮蔽範圍亦會越少。

4.3.2 駕駛者不安全案例影片播放

駕駛教育訓練中除了根據國內外節能安全駕駛行為教材所提出上述的幾點建議項目，並以本研究所收集之行車資料來佐證這些建議項目外，在本次的駕駛教育訓練課程中，本團隊以行車實驗時所紀錄的影像整理出不安全的駕駛行為個案，藉由個案影片的播放來向受訓之駕駛者說明那些是在國道和市區路線中常見的不安全行為，另一方面亦透過影片的播放來加深駕駛者對於上述不安全個案的印象，以藉此減少往後其本身在行駛大客車時產生相同或類似行為的可能性。

國道案例 1：本車駕駛者變換車道時，與前車之跟車距離過近。

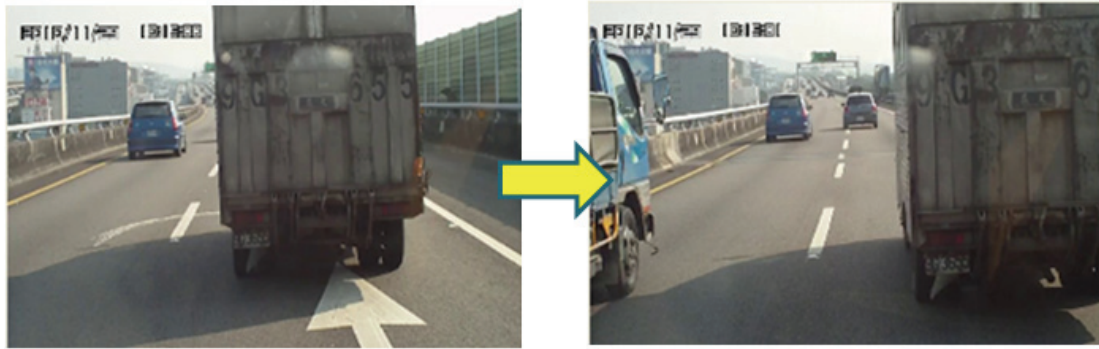


圖 4.13 國道案例 1

國道案例 2：本車駕駛者在變換車道後，與前車跟車距離過近或是緊跟在前車後方。



圖 4.14 國道案例 2

國道案例 3：其他車輛切入本車車道並行駛於本車前方時，本車未與前車保持跟車距離或是減速拉開跟車距離。

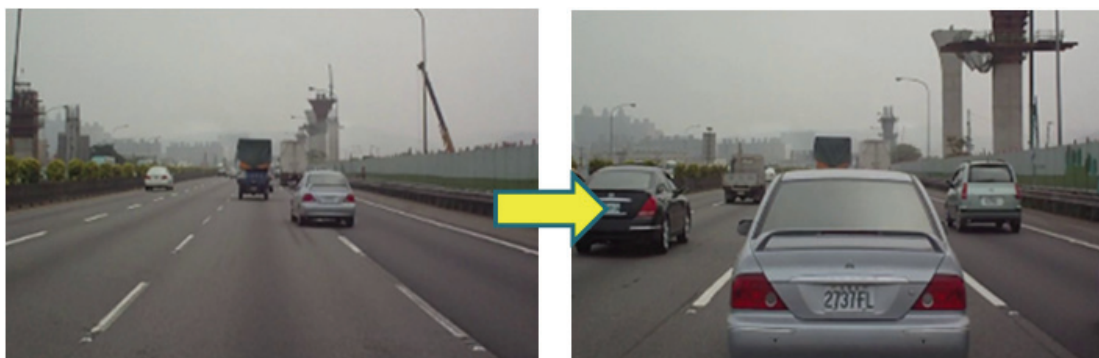


圖 4.15 國道案例 3

市區個案 1：因市區行駛車速較慢而產生跟車距離過近的情形。



圖 4.16 市區案例 1

市區個案 2：於市區停等號誌時，停等位置與前車距離過近。



圖 4.17 市區案例 2

市區個案 3：停等號誌後準備起步時與前車距離過近。



圖 4.18 市區案例 3

4.3.3 大客車在職人員教育訓練

時間：2011/09/01~2011/09/02 早上 9：30~11：00

課程名稱：在職人員教育訓練

講師：龍華科技大學許竣嘉博士

地點：桃園客運總站

受訓駕駛人數：57 位桃園客運城際與市區路線駕駛者，接受教育訓練前皆已進行前測實驗。

在駕駛者的召訓部份，由於需要考量到召訓不能影響桃園客運正常營運，因此，透過桃園客運內部營運課來安排 57 位職業駕駛者的召訓，並且將 57 位駕駛者分成兩梯次來進行教育訓練，兩梯次的訓練時間皆為早上九點半至十一點，此時段為各路線之離峰時段，進行駕駛者的召訓將對整體營運造成最少的影響。每一梯次受訓人數約 25 人至 30 人，訓練時間約 1 個小時至 1.5 個小時。課程內容以教室課程為主。圖 4.19 為教育訓練實際執行情況。



圖 4.19 駕駛教育訓練課程

此外，由於本次教育訓練所召訓的駕駛者，並非是因為行駛績效不良等原因而必須接受公司召訓，如果是駕駛者是因被投訴或是當季燃油效率績效不良的話，那該名駕駛者即需強制接受召訓，並且受訓期間不給付薪資。因此，本研究的召訓需按照駕駛者實際於該時段的薪資進行補貼，而薪資補貼之費用由本研究計畫經費支付。

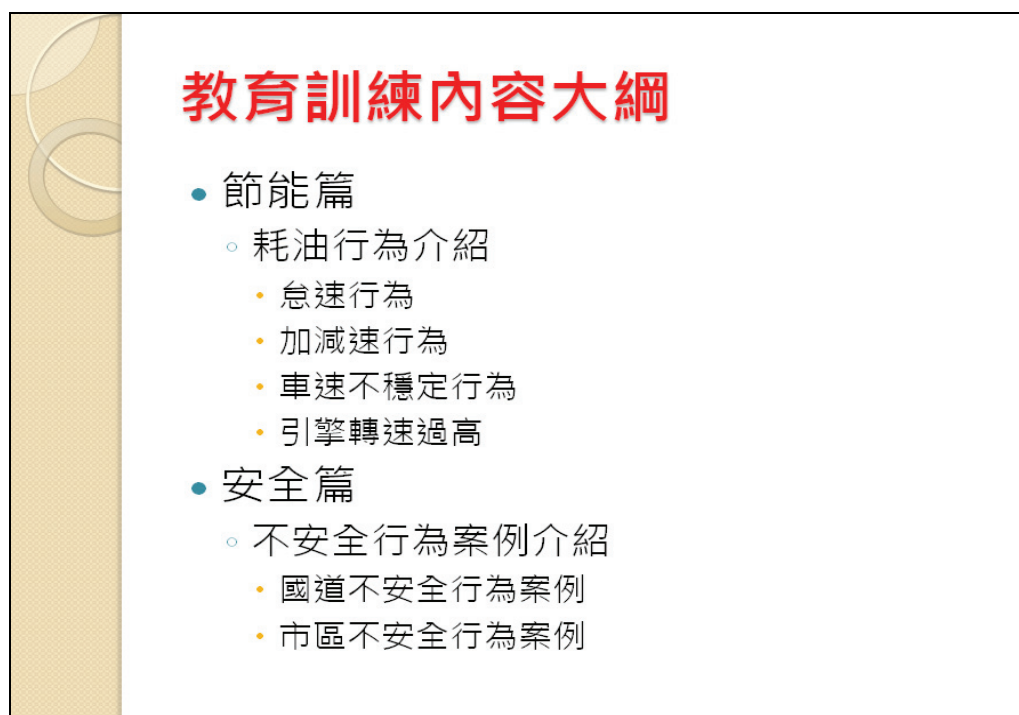
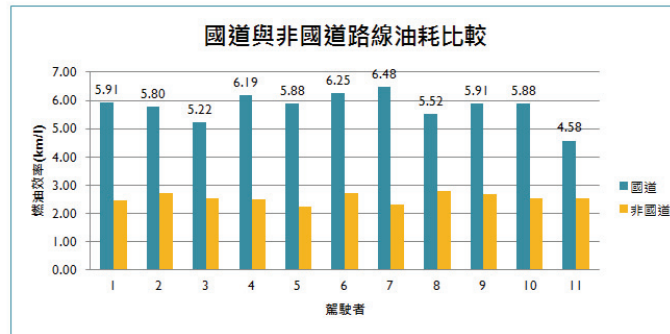


圖 4.20 教育訓練課程大綱

教育訓練內容大綱如圖 4.20 所示，駕駛教育訓練內容大綱主要分成兩個部份，分別是節能篇和安全篇的宣導，節能篇的部份，主要是整理國內外的節能安全駕駛行為內容中所歸納的重點，例如減少怠速時間可減少 5~20% 燃油消耗(參考行政院環保署之節能駕駛行為手冊)、觀察車前狀況維持穩定的行駛車速避免產生不必要的煞車或加速行為(參考歐盟環保駕駛建議項目)等等屬於觀念性的宣導，再用本次研究所收集之行車數據來佐證上述的節能駕駛觀念，透過實際抓取駕駛者自己駕駛大客車時的燃油情況來進行說明，由於是自己公司的車隊所產生的資料結果，會比只用書面官方的訓練內容來宣導更有說服力。圖 4.21 為節能篇講義部份內容。

行駛路線對油耗之影響

- 非國道路線油耗大約為2.5km/l左右
- 國道路線油耗差異較大，較好的燃油效率達到6 km/l 以上,而較差為4.5km/l左右



急加速行為對油耗之影響

- 急加速=重踩油門 = 消耗燃油

駕駛者	國道燃油效率 (km/l)	過重加速次數	過重加速行為燃油效率(km/l)
6號	6.25	23	2.82
7號	6.48	57	4.14
3號	5.22	135	2.399
11號	4.58	488	1.99

- 過重加速次數越多越耗油，故避免重踩油門。

圖 4.21 教育訓練節能篇投影片

至於安全篇的部份，考量此部份如果只用投影片來做靜態呈現可能會讓駕駛者無法體會到何謂不安全的行為，因此，在教育訓練時，本團隊從實驗時所紀錄的行車過程影片中篩選出不安全的駕駛行為片段，並設計成影片教案，可以透過檢索的方式來進行不安全行為影片的播放，藉由連續影片的播放來加深駕駛者的印象，並且在向駕駛者呈現影片時，講師亦不會馬上就跟駕駛者說這是不安全的

行為，而是在影片播放的過程中，用開放式詢問駕駛者這行為是否安全？藉由這樣的方式，讓駕駛者本身去思考這樣的行為適當嗎？是否需要改善？最後，講師再提出相關的建議。播放方式如圖 4.22 所示。



圖 4.22 安全篇投影片內容與個案影片播放

教育訓練後續改進部份

在駕駛者回饋的部份，由於駕駛者的反應就為兩極化，有些開車年資較長的駕駛者會參與在整個教育訓練的討論當中，並且提出行駛過程中駕駛者本身實際有遇到的情形，例如當在宣導要保持足夠安全距離時，曾有駕駛者提出實際執行的困難點為當保留較大之跟車距離，即容易讓其他車輛切入本車道，反而造成跟車距離瞬間變近或是本車要急減速的情形。還有就當在宣導變換車道前 5 秒就要打方向燈時，亦有駕駛者提出若 5 秒前就開始閃燈警示後方，雖然可以提前告知

後方車輛準備變向，但實際有碰到的情形反而是後方的車輛加速前行，造成本車無法順利變換車道。因此，往後在繼續改進教育訓練內容時，除了在宣導觀念和技術之外，亦會將這些駕駛者實際行駛時會遇到的情形納入考量，盡可能提出符合實際駕駛層面的建議和指導。

另外，在訓練內容的呈現部份，可能是由於節能篇的部份比較屬於是觀念和數據曲線這些比較靜態的資料，所以相較於安全篇是以動態影片的方式來呈現本次教育訓練所要傳達的資訊，駕駛者在安全篇的反應與回饋就比在講授節能篇時來的熱烈許多，也許是因為這樣的緣故，所以駕駛者對安全篇所傳達的觀念比節能篇所傳達之觀念亦來的較印象深刻。

此頁空白

第五章 節能與安全績效分析

5.1 城際路線之前後測資料評估指標分析結果

5.1.1 績效評估指標計算結果

以下將針對 30 位駕駛者，計算其行駛於城際路線之績效評估指標結果，表 5-1 為前測資料各項目計算結果，計算包含總行駛時間、平均車速、燃油效率、超速次數(90km/h 以上)、超速次數(100km/h 以上)、重度加速次數與重度煞車次數，其中燃油效率、超速次數(90km/h 以上)、超速次數(100km/h 以上)、重度加速次數與重度煞車次數為評估節能與安全之評估指標。

前測資料績效評估指標計算結果，30 人次資料平均行駛時間為 1548.2 秒，大約為 25 分鐘，標準差 421.7 秒，標準差較大原因為路線不同，故行駛於國道路段之總時間亦會有所差異。30 人次之平均車速為 68.4km/h，標準差為 6.8km/h；30 人次平均燃油效率為 5.6km/L，標準差 0.7 km/L；30 人次超速 90km/h 平均次數為 162.9 次，標準差為 107.9 次；30 人次超速 100km/h 平均次數為 4.5 次，標準差為 15.6 次；30 人次重度加速次數平均為 2.8 次，標準差為 6.5 次；30 人次重度煞車次數平均為 4.0 次，標準差 7.6 次。

表5-1 城際路線前測資料節能與安全指標計算結果

實驗序號	總行駛時間 (s)	平均車速 (km/h)	燃油效率 (km/L)	超速次數 (>90km/h)	超速次數 (>100km/h)	重度加速次數	重度煞車次數
1	955	68.70	5.17	29	0	0	1
2	1250	67.67	5.44	109	0	1	6
3	1517	56.56	5.07	218	0	2	15
4	1210	69.90	5.00	118	0	13	3
5	1217	70.47	4.64	264	59	6	41
6	1915	56.45	4.98	125	0	4	4
7	2081	68.55	5.92	130	0	1	2
8	913	69.75	6.52	57	0	1	1
9	933	70.25	4.51	170	64	4	1
10	1151	73.45	5.54	157	2	0	3
11	1210	70.91	5.28	79	0	1	3
12	1315	64.31	5.26	109	0	4	3
13	1322	64.89	5.10	180	8	5	3
14	1907	56.79	4.62	303	0	1	8
15	2184	64.22	5.20	138	0	0	3
16	1934	73.78	5.27	254	0	0	2
17	1325	82.35	6.20	334	0	2	2
18	1925	74.11	5.77	250	0	2	0
19	1242	65.74	6.42	395	0	0	0
20	1099	70.35	7.64	54	0	0	4
21	1786	78.51	5.78	351	0	0	0
22	2171	65.71	5.49	131	0	0	3
23	1485	54.97	5.52	8	0	0	2
24	1300	65.01	5.30	96	0	0	1
25	1200	71.47	5.54	296	0	0	6
26	1805	77.69	6.25	230	1	0	4
27	2060	69.26	5.99	69	0	34	0
28	1955	71.73	6.48	10	0	0	0
29	1777	78.67	5.92	216	0	0	0
30	2302	60.92	5.52	7	0	4	0
平均	1548.2	68.4	5.6	162.9	4.5	2.8	4.0
標準差	421.7	6.8	0.7	107.9	15.6	6.5	7.6

表 5-2 為後測資料各參數計算結果，參數與前測資料使用之項目相同，後測資料績效評估指標計算結果如下，30 人次資料平均行駛時間為 1698.3 秒，大約為 28 分鐘，標準差 541.9 秒。30 人次之平均車速為 64.2 km/h，標準差為 9.2 km/h；

30 人次平均燃油效率為 5.7 km/L，標準差 0.6 km/L；30 人次超速 90km/h 平均次數為 89 次，標準差為 86.5 次；30 人次超速 100km/h 平均次數為 2.5 次，標準差為 9.6 次；30 人次重度加速次數平均為 5.5 次，標準差為 18.2 次；30 人次重度煞車次數平均為 10.8 次，標準差 37.3 次。

表5-2 城際路線後測資料節能與安全指標計算結果

實驗序號	總行駛時間(s)	平均車速(km/h)	燃油效率(km/L)	超速次數(>90km/h)	超速次數(>100km/h)	重度加速次數	重度煞車次數
1	1298	66.08	5.84	123	4	0	11
2	1295	65.29	6.03	25	0	0	0
3	1226	69.99	5.79	155	0	0	8
4	898	70.94	5.70	176	13	0	2
5	2175	39.43	3.45	254	51	0	0
6	1231	69.69	5.61	8	0	0	207
7	2836	50.30	4.97	20	0	0	0
8	1159	72.95	5.64	11	0	3	4
9	1309	65.53	5.71	33	0	0	3
10	1099	76.92	5.51	270	7	3	13
11	1197	71.70	5.45	53	0	24	0
12	1175	71.95	5.74	204	0	0	0
13	1346	63.74	5.51	126	0	0	4
14	1294	66.30	5.19	60	0	5	12
15	2372	59.13	5.23	44	0	0	4
16	2482	57.47	5.06	126	0	0	3
17	1997	70.23	6.13	48	0	32	10
18	2708	52.69	5.29	266	0	1	3
19	1277	63.94	6.64	41	0	0	0
20	1746	44.28	6.59	0	0	0	12
21	1916	73.20	5.77	231	0	2	7
22	2334	61.13	5.32	46	0	0	3
23	1230	66.38	6.61	141	0	0	0
24	1680	50.33	5.10	92	0	0	0
25	1344	63.85	5.67	31	0	0	3
26	1944	72.13	6.71	33	0	0	1
27	2107	67.71	6.11	5	0	0	1
28	1906	73.56	6.44	0	0	0	0
29	2385	59.82	5.82	0	0	94	12
30	1982	70.76	6.01	47	0	0	2
平均	1698.3	64.2	5.7	89.0	2.5	5.5	10.8
標準差	541.9	9.2	0.6	86.5	9.6	18.2	37.3

表 5-3 為前後測各績效評估指標平均值與標準差計算結果，前測平均燃油效率為 5.6km/L，後測平均燃油效率為 5.7 km/L，後測平均燃油效率提升 0.1 km/L，燃油效率改善程度約為 1.8%，前後測燃油效率標準差計算結果差異不大，分別為 0.7 km/L 和 0.6 km/L；超速 90km/h 平均次數部份，前測超速次數平均為 162.9 次，後測平均則為 89 次。重度加速行為次數部份，前測平均為 2.8 次，後測平均則為 5.5 次，後測重度加速行為次數平均增加了 2.7 次；重度減速行為次數部份，前測平均為 4.0 次，後測平均則為 10.8 次，後測重度加速行為次數平均增加了 6.8 次。

表5-3 各指標其前後測平均值和標準差計算結果

	前測平均	後測平均	前測標準差	後測標準差	前後測差(平均值)	前後測差(標準差)
總行駛時間(s)	1548.2	1698.3	421.7	541.9	150.1	120.2
平均車速(km/h)	68.4	64.2	6.8	9.2	-4.2	2.4
燃油效率(km/L)	5.6	5.7	0.7	0.6	0.1	-0.1
超速次數(>90km/h)	162.9	89.0	107.9	86.5	-73.9	-21.4
超速次數(>100km/h)	4.5	2.5	15.6	9.6	-2.0	-6.0
重度加速次數	2.8	5.5	6.5	18.2	2.7	11.7
重度煞車次數	4.0	10.8	7.6	37.3	6.8	29.7

5.1.2 指標統計檢定結果

前後次指標參數平均值與標準差計算結果，以成對樣本 T 檢定進行分析，分析駕駛教育訓練對於駕駛者前測與後測指標是否有顯著之改善。表 5-4 為城際客運路線 30 位駕駛者其前後測節能與安全指標成對樣本 T 檢定分析結果。

將平均車速、燃油效率、超速次數(>90km/h)、超速次數(>100km/h)、重度加速次數和重度煞車次數其前後測指標分別之計算結果進行成對樣本 T 檢定，信賴區間設定為 95%，總樣本數為 30。檢定結果，超速次數(>90km/h)指標其前測與後測次數平均值呈現顯著性之差異，達到 0.01 的顯著水準($p < 0.01$)，表示本次駕駛教育訓練在改善城際客運駕駛者行駛國道路線之超速行為其發生次數有明顯之下降。後測相較於前測之超速平均次數下降 73.9 次。其他節能與安全指標如燃油效率、超速次數(>100km/h)、重度加速次數和重度煞車次數之前後測檢定結

果，則無顯著性之差異。

表5-4 前後測資料各參數指標成對樣本T檢定

績效指標	Paired Differences					t-value	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference			
				Lower	Upper		
平均車速	-4.19	11.53	2.11	-0.12	8.50	1.99	0.056
燃油效率	0.11	0.60	0.11	-0.33	0.11	-1.01	0.319
超速次數 (>90km/h)	-73.93	121.31	22.15	28.64	119.23	3.34#	0.002
超速次數 (>100km/h)	-1.97	12.20	2.23	-2.59	6.52	0.88	0.385
重加速次數	2.63	19.95	3.64	-10.08	4.82	-0.72	0.476
重煞車次數	6.80	38.15	6.97	-21.04	7.44	-0.98	0.337
# Sig. <0.01(2-tailed). * Sig. <0.05(2-tailed)							

由於今年度資料收集，共規劃 5 條實驗路線，由於路線上之差異可能造成節能與安全指標計算差異，此 5 條實驗路線中，主要以行駛 9025 與 9023 兩路線之駕駛者占大多數，分別為 12 位與 10 位。以下將分別針對 9025 與 9023 兩路線之駕駛者其前後測節能與安全指標計算結果進行 T 檢定。

表 5-5 和表 5-6 為 9025 中壢-松山機場路線之前後測各指標檢定結果。檢定結果，以超速次數(>90km/h)指標其前測與後測次數平均值呈現顯著性之差異，達到 0.01 的顯著水準($p < 0.01$)，表示本次駕駛教育訓練在改善 9025 路線駕駛者之超速行為次數有明顯下降之趨勢。後測相較於前測之超速平均次數下降 104.5 次。其他節能與安全指標如燃油效率、超速次數(>100km/h)、重度加速次數和重度煞車次數之前後測檢定結果，則無顯著性之差異。

表5-5 9025路線前後測資料各指標參數成對樣本統計值

績效指標	前/後測	平均值	樣本數	標準差
平均車速	前測	72.13	12	6.58
	後測	64.01	12	8.25
燃油效率	前測	5.82	12	0.39
	後測	5.74	12	0.56
超速次數 (>90km/h)	前測	176.67	12	114.74
	後測	72.17	12	89.23
超速次數 (>100km/h)	前測	0.08	12	0.29
	後測	0.00	12	0.00
重加速次數	前測	3.58	12	9.66
	後測	10.75	12	27.76
重煞車次數	前測	1.33	12	1.50
	後測	3.83	12	3.88

表5-6 9025路線前後測資料各參數指標成對樣本T檢定

績效指標	Paired Differences					t	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference			
				Lower	Upper		
平均車速	8.115	9.433	2.723	2.121	14.108	2.980*	0.013
燃油效率	0.075	0.384	0.111	-0.168	0.319	0.680	0.511
超速次數 (>90km/h)	104.500	95.924	27.691	43.553	165.447	3.774#	0.003
超速次數 (>100km/h)	0.083	0.289	0.083	-0.100	0.267	1.000	0.339
重加速次數	-7.167	30.597	8.832	-26.607	12.273	-0.811	0.434
重煞車次數	-2.500	4.380	1.264	-5.283	0.283	-1.977	0.074
# Sig. <0.01(2-tailed). * Sig. <0.05(2-tailed)							

表 5-7 和表 5-8 為 9023 桃園-劍潭捷運站機場路線前後測各指標檢定結果。檢定結果，燃油效率、超速次數(>90km/h)、超速次數(>100km/h)、重度加速次數和重度煞車次數之前後測無指標達到顯著性差異。表示本次駕駛教育訓練對於 9023 路線之駕駛者其節能與安全指標行為之提升可能無明顯的改善效益。

表5-7 9023路線前後測資料各指標參數成對樣本統計值

績效指標	前/後測	平均值	樣本數	標準差
平均車速	前測	67.46	10	4.95
	後測	64.41	10	11.37
燃油效率	前測	5.22	10	0.28
	後測	5.39	10	0.73
超速次數 (>90km/h)	前測	162.60	10	162.60
	後測	138.60	10	138.60
超速次數 (>100km/h)	前測	6.90	10	6.90
	後測	7.10	10	7.10
重加速次數	前測	3.20	10	3.20
	後測	2.70	10	2.70
重煞車次數	前測	8.40	10	8.40
	後測	3.00	10	3.00

表5-8 9023路線前後測資料各參數指標成對樣本T檢定

績效指標	Paired Differences					t	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference			
				Lower	Upper		
平均車速	3.050	12.488	3.949	-5.884	11.984	0.772	0.460
燃油效率	-0.177	0.571	0.181	-0.586	0.232	-0.980	0.353
超速次數 (>90km/h)	24.000	107.681	34.052	-53.030	101.030	0.705	0.499
超速次數 (>100km/h)	-0.200	5.978	1.890	-4.476	4.076	-0.106	0.918
重加速次數	0.500	9.348	2.956	-6.187	7.187	0.169	0.869
重煞車次數	5.400	13.352	4.222	-4.151	14.951	1.279	0.233
# Sig. <0.01(2-tailed). * Sig. <0.05(2-tailed)							

5.1.3 小結

對於城際客運路線駕駛者其節能與安全指標之前後測評估績效，以成對樣本 T 檢定結果，本次駕駛教育訓練對於城際路線之駕駛者其後測平均超速次數(超速次數(>90km/h))相較於前測平均超速次數有明顯下降之趨勢，後測平均超速次數相較於前測超速次數下降約 73.9 次，其中主要為 9025 路線之駕駛者其前後測

超速平均次數有達到顯著性之差異，後測平均超速次數相較於前測超速次數下降約 104.5 次。其他城際實驗路線如 9023 路線其超速次數改善情形則無如 9025 路線來得明顯。

5.2 都會區路線之前後測資料評估指標分析結果

5.2.1 績效評估指標計算結果

除了探討城際客運路線其前後測節能與安全指標分析與檢定之結果，亦針對行駛都會區路線之駕駛者進行駕駛教育訓練，並探討教育訓練對都會區路線之節能與安全效益之改善績效，以下亦針對 30 位駕駛者，計算其行駛於都會區路線之節能與安全指標，表 5-9 為前測資料各參數計算結果，計算參數包含總行駛時間、平均車速、燃油效率、超速次數(>40km/h 以上)、重度加速次數與重度煞車次數，其中燃油效率、超速次數(>40km/h 以上)、重度加速次數和重度煞車次數為評估節能與安全之評估指標。

表 5-9 為前測資料績效評估指標計算結果，30 人次資料平均行駛時間為 2367.2 秒，約為 39 分鐘，標準差 1055.7 秒，標準差相較於城際路線之行駛時間標準差較大，可能原因為市區路線車流量變化較大，故行駛時間差異較大。30 人次之平均車速為 15.1 km/h，標準差為 3.1 km/h；30 人次平均燃油效率為 2.4 km/L，標準差 0.4 km/L；30 人次超速 40km/h 平均次數為 194.8 次，標準差為 161.2 次；30 人次重度加速次數平均為 2.7 次，標準差為 5.5 次；30 人次重度煞車次數平均為 5.6 次，標準差 7.1 次。

表5-9 都會區路線前測資料節能與安全指標計算結果

實驗序 號	總行駛時間 (s)	平均車速 (km/h)	燃油效率 (km/L)	超速次數 (>40km/h)	重度加速次 數	重度煞車次 數
1	3047	18.27	2.81	429	4	28
2	2984	11.48	1.86	79	0	3
3	3418	13.70	2.01	178	0	7
4	741	20.03	2.27	127	10	6
5	2560	15.64	2.22	159	11	12
6	3029	18.88	2.70	395	5	8
7	835	15.39	2.37	22	0	0
8	4516	14.89	2.42	450	7	8
9	3056	18.25	2.93	341	3	12
10	1894	14.87	2.22	107	0	1
11	2926	12.79	1.98	88	1	1
12	2505	13.53	2.27	69	3	3
13	3023	15.20	2.20	240	5	9
14	2400	19.14	2.69	341	0	3
15	1375	16.08	2.49	101	0	2
16	1900	10.86	2.02	57	0	1
17	811	11.09	2.02	20	2	3
18	1648	13.09	2.19	31	2	6
19	3565	16.45	2.90	597	0	7
20	3323	18.36	3.33	415	0	27
21	1987	16.44	2.55	329	0	0
22	1778	11.92	1.91	81	0	1
23	3752	16.92	3.28	469	0	4
24	3793	11.44	2.04	127	0	2
25	3543	13.10	2.22	104	2	12
26	1200	16.22	2.74	143	0	1
27	690	18.41	2.74	99	27	0
28	1733	13.91	2.31	102	0	1
29	1942	7.21	2.50	69	0	0
30	1043	18.78	2.83	76	0	0
平均	2367.2	15.1	2.4	194.8	2.7	5.6
標準差	1055.7	3.1	0.4	161.2	5.5	7.1

表 5-10 為後測資料各項目計算結果，參數與前測資料使用之參數相同，後測資料績效評估指標計算結果如下，30 人次資料平均行駛時間為 2352.4 秒，大約為 39 分鐘，標準差 668.8 秒。30 人次之平均車速為 14.5 km/h，標準差為 2.3

km/h；30 人次平均燃油效率為 2.5 km/L，標準差 0.5km/L；30 人次超速 40km/h 平均次數為 153.7 次，標準差為 138.4 次；30 人次重度加速次數平均為 6.9 次，標準差為 13.8 次；30 人次重度煞車次數平均為 18.9 次，標準差為 51.3 次。

表5-10 都會區路線後測資料節能與安全指標計算結果

實驗序 號	總行駛時間 (s)	平均車速 (km/h)	燃油效率 (km/L)	超速次數 (>40km/h)	重度加速次 數	重度煞車次 數
1	2639	14.48	2.53	209	0	21
2	2315	13.90	2.42	84	16	30
3	3156	12.02	2.11	51	0	21
4	3651	17.62	2.31	389	14	7
5	2219	16.52	2.42	195	0	1
6	2516	15.77	2.39	127	0	283
7	1809	11.62	1.92	40	0	0
8	2481	14.54	2.70	184	0	10
9	2819	16.00	2.84	158	0	3
10	2576	13.23	2.12	161	8	16
11	3216	13.22	2.18	175	60	0
12	2967	13.00	2.31	54	1	2
13	2743	13.95	2.32	134	3	0
14	2688	13.67	2.35	117	20	19
15	1642	13.77	2.29	118	16	6
16	1810	11.54	2.04	69	0	7
17	2153	10.83	1.91	66	24	4
18	1986	11.08	1.90	52	5	4
19	3227	17.89	3.46	547	0	20
20	3428	17.54	3.47	289	0	6
21	1313	15.99	2.56	99	0	7
22	1526	13.69	2.16	54	0	12
23	3296	19.55	4.24	596	0	58
24	2094	15.46	2.59	129	0	2
25	2292	17.90	2.91	186	0	0
26	1339	16.93	2.88	111	0	1
27	1747	12.48	2.24	51	0	1
28	1575	13.91	2.53	62	0	16
29	1622	12.35	2.29	21	40	4
30	1726	13.32	2.23	84	0	6
平均	2352.4	14.5	2.5	153.7	6.9	18.9
標準差	668.8	2.3	0.5	138.4	13.8	51.3

表 5-11 為前後測各績效評估指標平均值與標準差計算結果，前測平均燃油效率為 2.4 km/L，後測平均燃油效率為 2.5 km/L，後測平均燃油效率提升 0.1 km/L，燃油效率改善程度約 4.2%，前後測燃油效率標準差計算結果差異不大，分別為 0.4 km/L 和 0.5 km/L；超速 40km/h 平均次數部份，前測超速次數平均為 194.8 次，後測平均則為 153.7 次，在超速次數之平均值部分，後測平均減少了 41.1 次。重度加速行為次數部份，前測平均為 2.7 次，後測平均則為 6.9 次，後測重度加速行為次數平均多了 4.2 次；重度減速行為次數部份，前測平均為 5.6 次，後測平均則為 18.9 次，後測重度加速行為次數平均多了 13.3 次。

表5-11 各指標其前後測平均值和標準差計算結果

	前測平均	後測平均	前測標準差	後測標準差	前後測差(平均值)	前後測差(標準差)
總行駛時間(s)	2367.2	2352.4	1055.7	668.8	-14.8	-386.9
平均車速(km/h)	15.1	14.46	3.1	2.29	-0.6	-0.8
燃油效率(km/L)	2.4	2.5	0.4	0.5	0.1	0.1
超速次數(>40km/h)	194.8	153.7	161.2	138.4	-41.1	-22.8
重度加速次數	2.7	6.9	5.5	13.8	4.2	8.3
重度煞車次數	5.6	18.9	7.1	51.3	13.3	44.2

5.2.2 指標統計檢定結果

前後次指標參數平均值與標準差計算結果，以成對樣本 T 檢定進行分析，分析駕駛教育訓練對於駕駛者前測與後測指標是否有顯著之改善。表 5-12 為都會區客運路線 30 位駕駛者其前後測節能與安全指標成對樣本 T 檢定分析結果。

都會區客運前後測節能與安全指標成對樣本 T 檢定分析結果發現，節能與安全指標其前後測平均值皆無顯著性差異。由於可能為不同行駛路線造成整體檢定結果不顯著，因此，將根據不同行駛路線之駕駛者各別進行對樣本 T 檢定分析其節能與安全指標改善績效。

表5-12 前後測資料各參數指標成對樣本T檢定

績效指標	Paired Differences					t-value	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference			
				Lower	Upper		
行駛時間	14.87	921.42	168.23	-329.20	358.93	0.09	0.93
平均車速	0.62	2.85	0.52	-0.45	1.68	1.19	0.24
耗油量	-0.05	0.37	0.07	-0.19	0.08	-0.80	0.43
超速次數	41.10	122.82	22.42	-4.76	86.96	1.83	0.08
重加速次數	-4.17	15.54	2.84	-9.97	1.64	-1.47	0.15
重煞車次數	-13.30	51.27	9.36	-32.45	5.85	-1.42	0.17
# Sig. <0.01(2-tailed). * Sig. <0.05(2-tailed)							

表 5-13 和表 5-14 為 9023 都會區路線之前後測各指標檢定結果。檢定結果發現，燃油效率指標其前測與後測平均值呈現顯著性之差異，達到 0.05 的顯著水準($p < 0.05$)，表示本次駕駛教育訓練在改善 9023 都會區路線駕駛者燃油效率表現方面，其後測之平均燃油效率相較於前測之燃油效率有明顯提升，因為後測燃油效率相較於前測燃油效率提升約 0.24km/l。其他節能與安全指標如超速次數(>40km/h)、重度加速次數和重度煞車次數，前後測檢定結果，則無顯著性之差異。

表5-13 9023前後測資料各指標參數成對樣本統計值

績效指標	前/後測	平均值	樣本數	標準差
行駛時間	前測	2738.70	10	893.61
	後測	2722.90	10	513.72
平均車速	前測	14.18	10	2.50
	後測	14.68	10	2.06
燃油效率	前測	2.13	10	0.15
	後測	2.37	10	0.24
超速次數	前測	127.80	10	52.18
	後測	155.80	10	97.14
重加速次數	前測	3.20	10	4.19
	後測	10.20	10	18.52

重煞車次數	前測	5.60	10	4.27
	後測	7.90	10	10.70

表5-14 9023前後測資料各參數指標成對樣本T檢定

績效指標	Paired Differences					t-value	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference			
				Lower	Upper		
行駛時間	15.80	1264.51	399.87	-888.77	920.37	0.04	0.97
平均車速	-0.50	2.51	0.79	-2.30	1.29	-0.64	0.54
燃油效率	-0.24	0.27	0.08	-0.43	-0.05	-2.86*	0.02
超速次數	-28.00	109.00	34.47	-105.97	49.97	-0.81	0.44
重加速次數	-7.00	19.61	6.20	-21.03	7.03	-1.13	0.29
重煞車次數	-2.30	12.68	4.01	-11.37	6.77	-0.57	0.58
# Sig. <0.01(2-tailed). * Sig. <0.05(2-tailed)							

表 5-15 和表 5-16 為 9025 都會區路線之前後測各指標檢定結果。檢定結果發現雖然燃油效率、超速次數(>40km/h)、重度加速次數之節能與安全指標其前後測平均值並無顯著性之差異，但在重度煞車次數部分有顯著差異，表示駕駛教育訓練對於 9025 都會區路線之駕駛者在重度煞車次數部分有明顯之改善。

表5-15 9025前後測資料各指標參數成對樣本統計值

績效指標	前/後測	平均值	樣本數	標準差
行駛時間	前測	1411.83	12	480.55
	後測	1687.33	12	242.60
平均車速	前測	14.12	12	3.42
	後測	13.12	12	1.89
燃油效率	前測	2.39	12	0.31
	後測	2.25	12	0.30
超速次數	前測	94.17	12	82.51
	後測	68.92	12	29.13
重加速次數	前測	2.58	12	7.73
	後測	7.08	12	12.99

重煞車次數	前測	1.25	12	1.77
	後測	5.67	12	4.62

表5-16 9025前後測資料各參數指標成對樣本T檢定

績效指標	Paired Differences					t-value	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference			
				Lower	Upper		
行駛時間	-275.50	623.82	180.08	-671.86	120.86	-1.53	0.15
平均車速	0.99	3.13	0.90	-0.99	2.98	1.10	0.30
燃油效率	0.14	0.29	0.08	-0.04	0.32	1.72	0.11
超速次數	25.25	71.72	20.71	-20.32	70.82	1.22	0.25
重加速次數	-4.50	16.05	4.63	-14.70	5.70	-0.97	0.35
重煞車次數	-4.42	4.96	1.43	-7.57	-1.26	-3.08*	0.01
# Sig. <0.01(2-tailed). * Sig. <0.05(2-tailed)							

5.2.3 小結

本次駕駛教育訓練對於都會區客運節能與安全指標之前後測評估績效，以成對樣本 T 檢定，駕駛教育訓練對於 9023 都會區路線之駕駛者其後測平均燃油效率表現相較於前測有明顯的提升，後測燃油效率約提升 0.24km/l，燃油效率改善程度約 9.3%。駕駛教育訓練對於 9025 都會區路線之駕駛者其前後測節能與安全指標平均值，在重度煞車次數部分有明顯之改善。表示不同路線的人車路環境對於車隊之駕駛者其節能與安全指標績效具有一定之影響因素。

5.3 跟車行為之安全評估指標分析

本研究除了以超速次數做為評估指標外，未保持安全跟車距離次數則為另一用來評估駕駛者不安全行為是否改善的指標，比對前後測的未保持安全跟車距離次數指標可以反應出教育訓練中所宣導的保持足夠跟車距離是否有達到預期的效果。

有關於未保持安全跟車距離次數的計算，主要是分成兩個階段的處理方式來進行資料分析，首先，先透過資料庫的影像介面來觀察駕駛者行駛於國道時的車前影像畫面，然後先由人工判斷的方式將前方有跟車行為進行標記，第一次的標

記屬於粗略的記錄，只要前方有車輛且目測距離估算不會太遠的話，就先進行記錄，將其時間點紀錄下來，影像如圖 5.1 所示，為跟車行為且目測距離會認為是屬於不遠的，因此會將此一時間點進行標記，圖 5.2 則為目測距離判斷是很遠的跟車距離行為，故不將此時間點的跟車行為進行標註。



圖 5.1 標註為跟車行為的範例



圖 5.2 不標註為跟車行為的範例

按照上述人工目測篩選方式可以得到行駛國道的過程中，每名駕駛者總共產生的跟車行為次數，但這僅僅只是跟車行為，還不能判定是否屬於不安全的跟車行為，因此需要再以影像處理的方式來計算上階段所篩選出來的跟車行為中的跟車距離值，然後再與當時之行駛車速進行運算，求得由 100-car 計畫中所提出之 NHTSA 研究 100-Car 資料的車禍與接近車禍(Near-Crash)中的跟車事件所定義的

安全指標 Headway。其公式計算如下：

$$\text{Headway(s)} = \text{跟車距離(m)} / \text{本車行駛車速(m/s)}$$

在 NHTSA 的研究整理發現，大部分 1，如圖 5.3 所示。100-Car 資料的車禍與接近車禍的事件，是於 Headway(s) 小於 1.5 的情況下發生的。因此，本研究初步設定 Headway(s) 指標小於等於 1.5 時，即判定此跟車距離屬於不安全跟車行為。

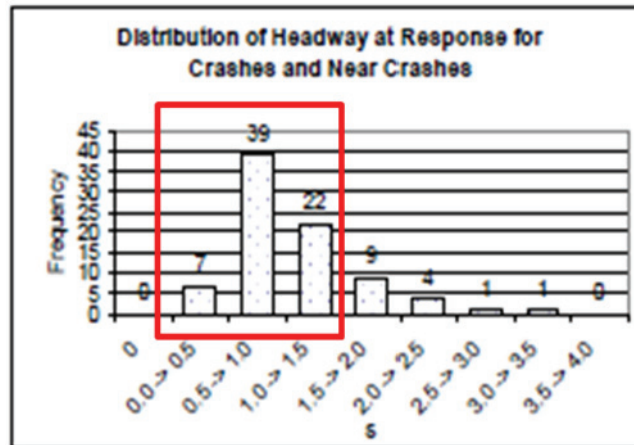


圖 5.3 NHTSA 跟車行為研究結果

表 5-17 分別是根據上面所描述的方式以人工影像篩選的方式來計算出行駛於國道路線時，每一位駕駛者跟車行為次數計算結果。同時，亦將所記錄的跟車行為中每一次的 Headway 數值透過影像處理程式換算求得，並將 Headway 小於 1.5 的跟車行為次數進行計算。

表5-17 前後測Headway次數

實驗 序號	前測跟車行為 次數	後測跟車行為 次數	前測 Headway 小於 1.5 次數	後測 Headway 小於 1.5 次數
1	6	7	6	6
2	23	6	20	6
3	12	15	11	15
4	11	13	11	13
5	24	9	22	7
6	23	16	4	7
7	10	14	6	2
8	8	13	8	1
9	9	8	8	7
10	18	14	17	9
11	18	13	17	9
12	28	13	25	9
13	31	20	N/A	6
14	20	16	N/A	5
15	28	22	25	18
16	30	18	22	15
17	12	21	10	15
18	23	24	8	0
19	34	33	31	23
20	30	30	25	22
21	32	7	15	7
22	16	36	9	21
23	19	25	16	18
24	25	59	19	23
25	20	18	17	13
26	22	20	10	9
27	14	13	N/A	5
28	21	19	N/A	6
29	23	18	11	12
30	61	14	27	5
註：駕駛編號 13、14、27 與 28 的 N/A 為實驗初期使用 vigil，無法取得影像轉換跟車距離，故無法計算 headway 次數。				

在前後測跟車行為次數的分析部分，同樣以成對樣本 T 檢定來分析前測與後測的跟車行為次數是否有顯著的差異性。信賴區間設定為 95%，扣除四筆無法計算跟車距離的樣本後，總樣本數為 26。檢定結果，前後測跟車行為平均次數未達到顯著水準，表示本次駕駛教育訓練對於駕駛者在改善其跟車行為次數之方面並無顯著性的差異。

表5-18 前後測跟車行為次數T檢定結果

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
前測跟車行為次數-後測 跟車行為次數	3.038	14.652	2.873	-2.88	8.956	1.057	25	0.3

由於計算跟車距離之次數無法進一步的得知此名駕駛者在跟車行為時的安全程度，如有可能跟車次數多，但其跟車距離都較大，反之有可能有駕駛者是跟車次數較少，但其跟車距離都很近，故後者的跟車行為安全性亦就較低。因此，需將跟車行為的 Headway 數值進行換算後，再進行統計檢定。

表 5-19 為將跟車行為中 $\text{Headway} \leq 1.5$ 的行為次數進行 T 檢定的分析，信賴區間設定為 95%，總樣本數為 26。檢定結果發現 $\text{Headway} \leq 1.5$ 之前後測跟車行為次數達到顯著性水準 ($p < 0.05$)，表示國道路線跟車行為在 $\text{Headway} \leq 1.5$ 的行為次數中，前測和後測次數具有顯著性的差異。即本次駕駛教育訓練可能在減少駕駛者 $\text{Headway} \leq 1.5$ 跟車行為次數，即明顯降低過近距離跟車行為次數。

表5-19 前後測 $\text{Headway} \leq 1.5$ 之跟車行為次數T檢定結果

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation n	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
前測跟車行為次數-後測 跟車行為次數(Headway ≤1.5)	4.154	7.593	1.489	1.087	7.221	2.789	25	0.01

由於在 $\text{Headway} \leq 1.5$ 的跟車行為次數在統計分析後有顯著性的差異，因此，除了計算 $\text{Headway} \leq 1.5$ 之跟車行為次數外，亦將 $\text{Headway} \leq 1.5$ 之跟車行為的平均 Headway 值和標準差進行計算。表 5-20 為 30 筆前後測 Headway 小於 1.5 的平均值與標準差，其中平均值上升的 15 筆其中上升幅度最大的為駕駛編號 8，

平均值上升 0.97。Headway 的數值代表著跟車距離的安全與否，而過近的跟車距離次數也是一個檢視跟車距離安全與否的依據，跟車距離過近的發生次數，也就代表著更多的急踩油門以及急踩剎車的行為發生，則會使油耗表現下降。

表5-20 前後測Headway小於1.5的平均值與標準差

實驗序號	前測 Headway 小於 1.5 平均值	前測 Headway 小於 1.5 標準差	後測 Headway 小於 1.5 平均值	後測 Headway 小於 1.5 標準差
1	0.45	0.13	0.60	0.13
2	0.86	0.30	0.80	0.20
3	0.74	0.32	0.73	0.27
4	0.69	0.28	0.94	0.39
5	0.87	0.41	0.99	0.28
6	1.19	0.23	0.83	0.33
7	0.84	0.30	1.22	0.21
8	0.46	0.11	1.43	0.00
9	0.65	0.19	1.06	0.17
10	0.77	0.29	1.07	0.24
11	0.74	0.29	1.10	0.25
12	0.90	0.26	0.83	0.25
13	N/A	N/A	1.13	0.20
14	N/A	N/A	1.15	0.17
15	0.95	0.36	0.73	0.36
16	0.93	0.24	0.82	0.38
17	0.92	0.24	0.93	0.34
18	1.15	0.30	N/A	N/A
19	0.95	0.30	1.06	0.19
20	1.11	0.25	1.04	0.19
21	1.09	0.27	1.03	0.24
22	1.11	0.24	1.00	0.23
23	0.86	0.28	0.96	0.31
24	1.02	0.24	1.21	0.19
25	0.89	0.40	1.04	0.40
26	0.91	0.42	1.12	0.22
27	N/A	N/A	1.26	0.20
28	N/A	N/A	1.31	0.12
29	1.21	0.17	0.84	0.28
30	1.18	0.30	0.94	0.28

註：駕駛編號 13、14、27 與 28 的 N/A 為實驗初期使用 vigil，無法取得影像以跟車距離，故無法計算 headway 平均值與標準差。駕駛編號 18 中後測平均值與標準差的 N/A 是因為 Headway 小於 1.5 的次數為 0 次，故無法計算平均值與標準差。

表 5-21 為將前後測的跟車行為 Headway 平均值進行 T 檢定的分析，信賴區間設定為 95%，總樣本數為 26。檢定結果，前後測跟車行為其 Headway 指標平均值未達到顯著性水準，表示國道路線跟車行為在 $\text{Headway} \leq 1.5$ 的行為中，其前測和後測 Headway 平均值並無顯著性的差異。即本次駕駛教育訓練在改善駕駛者 $\text{Headway} \leq 1.5$ 的跟車行為次數方面有顯著的下降，但在跟車行為 Headway 平均值即反應時間的提升上面並沒有顯著性的改善。

表5-21 前後測Headway平均值 T檢定結果

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
前測 Headway 平均－ 後測 Headway 平均	-0.034	0.369	0.0724	-0.183	0.115	-0.468	25	0.644

以下針對個別駕駛的 headway 次數及分佈情形進行分析，透過直條圖，可以清楚呈現該駕駛發生跟車距離過近的情形是否有改善、並且不同 Headway 指標區間之跟車次數特別多或特別少。

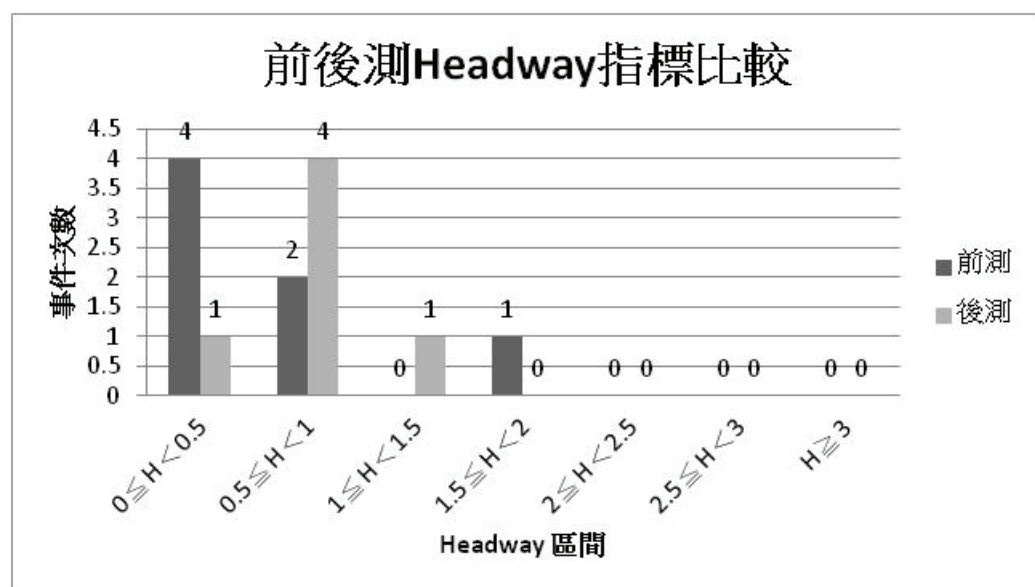


圖 5.4 駕駛編號 1 前後測 Headway 指標比較直方圖

Headway 指標比較直方圖，其目的為顯示駕駛在前測與後側中 headway 的某一個區間，headway 次數的比較，以及顯示 headway 各個區間的趨勢左移或右移，用來判斷駕駛行為的改與否。圖 5.4 為一完整前後測 Headway 指標比較直方圖。圖 5.5 至圖 5.17 為駕駛編號 2 至駕駛編號 30 的簡化前後測 Headway 指標比較直方圖，不包含駕駛編號 13、14、27 與 28，其中深灰色代表前測 Headway 在各個區間的次數，而淺灰色則是代表後測 Headway 在各個區間的次數。

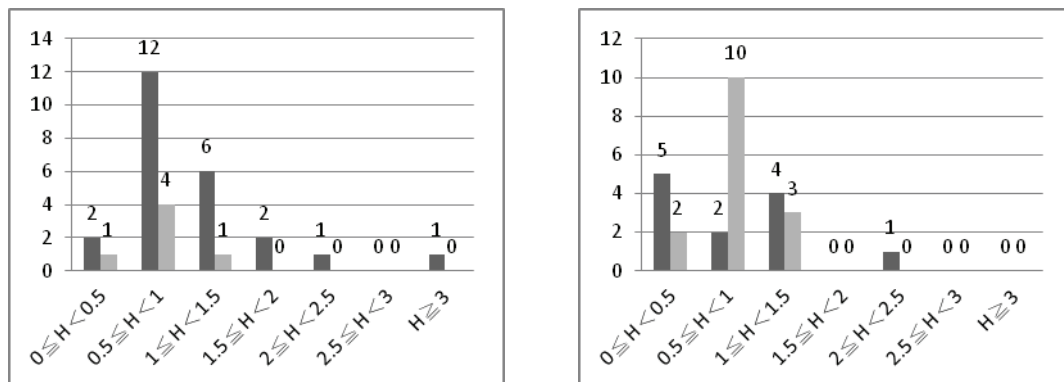


圖 5.5 駕駛 2 和駕駛 3 前後測 Headway 指標

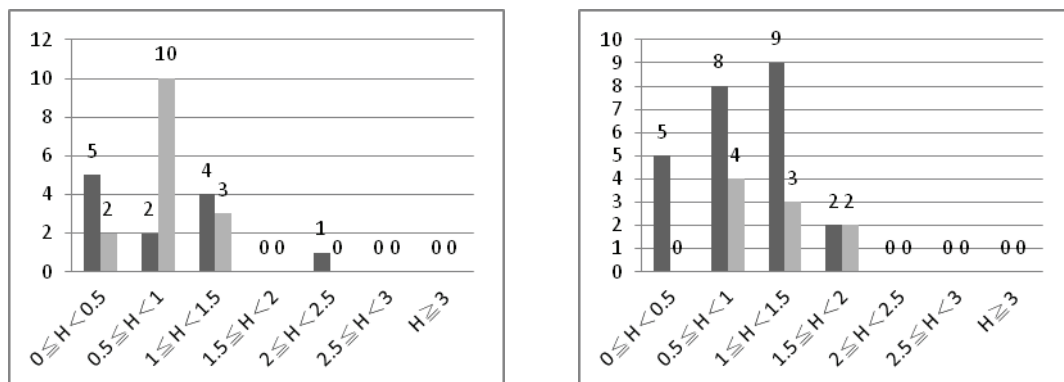


圖 5.6 駕駛 4 和駕駛 5 前後測 Headway 指標

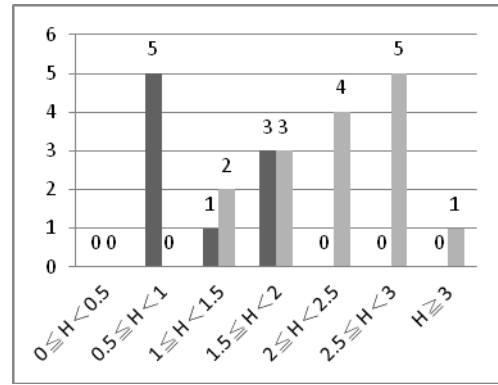
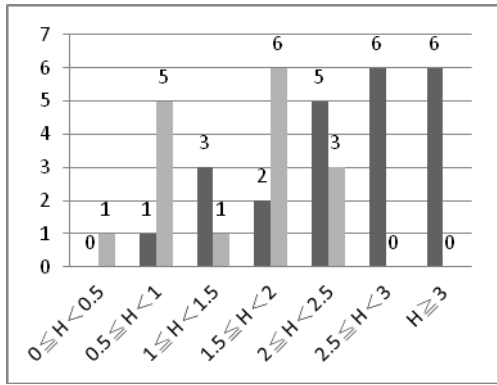


圖 5.7 駕駛 6 和駕駛 7 前後測 Headway 指標

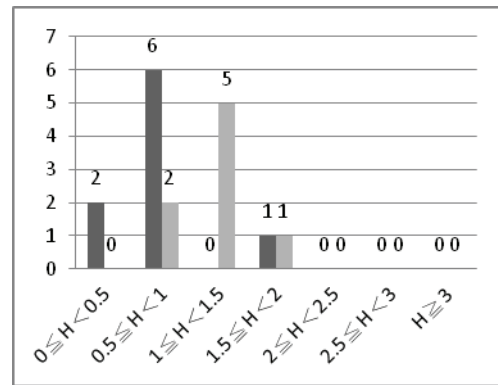
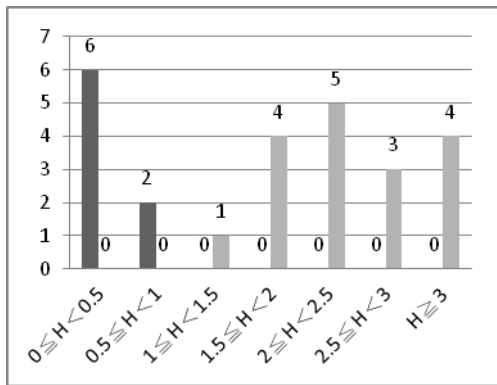


圖 5.8 駕駛 8 和駕駛 9 前後測 Headway 指標

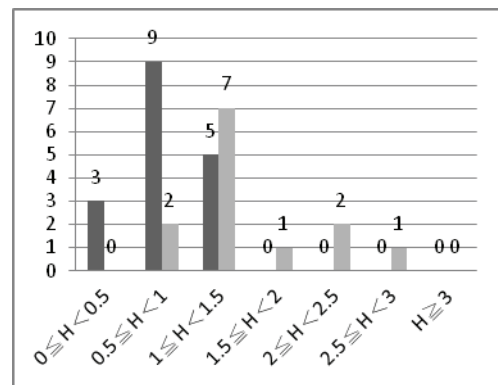
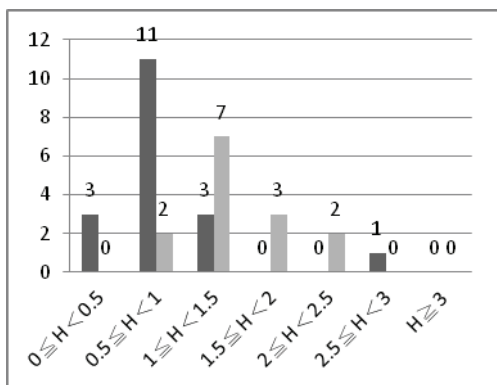


圖 5.9 駕駛 10 和駕駛 11 前後測 Headway 指標

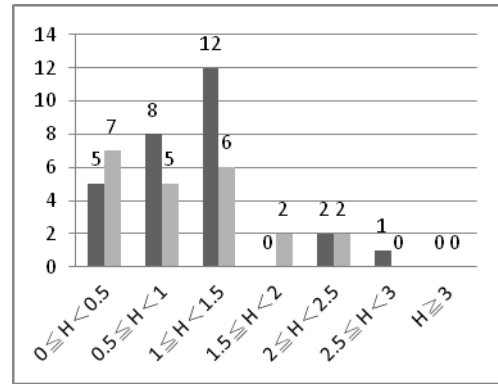
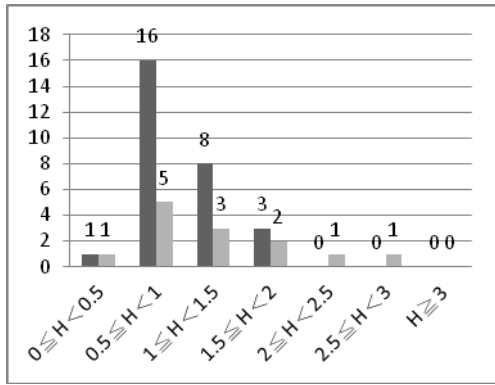


圖 5.10 駕駛 12 和駕駛 15 前後測 Headway 指標

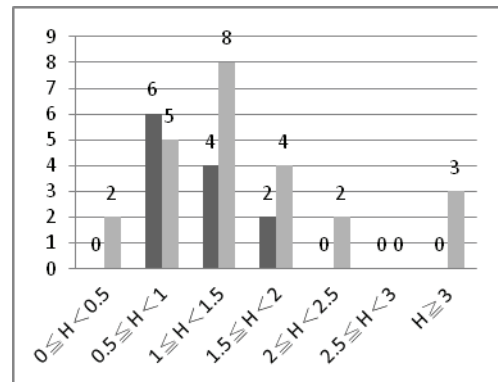
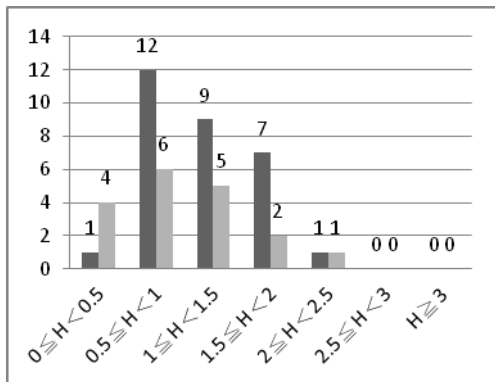


圖 5.11 駕駛 16 和駕駛 17 前後測 Headway 指標

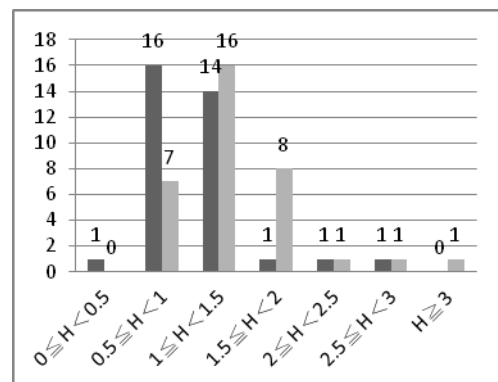
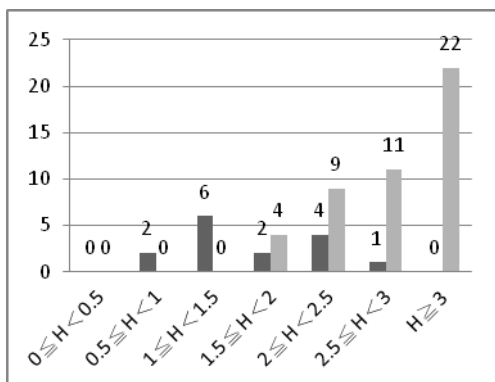


圖 5.12 駕駛 18 和駕駛 19 前後測 Headway 指標

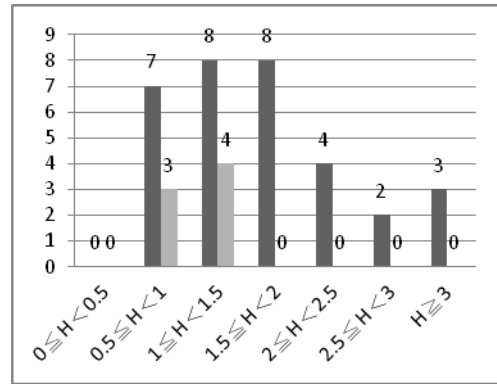
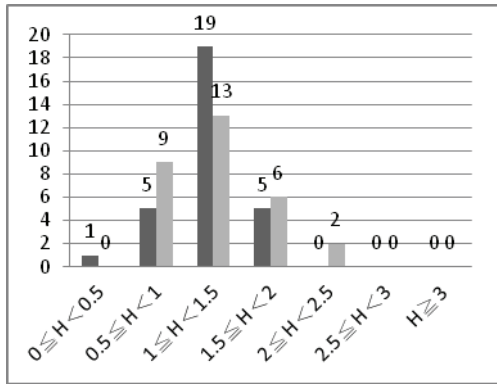


圖 5.13 駕駛 20 和駕駛 21 前後測 Headway 指標

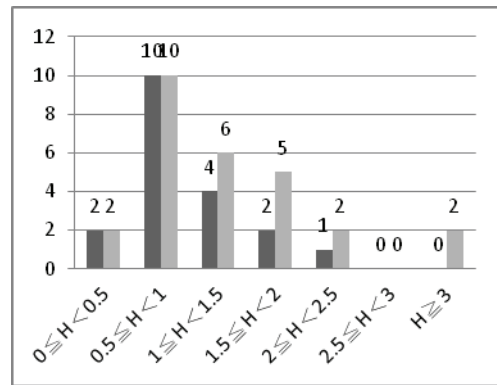
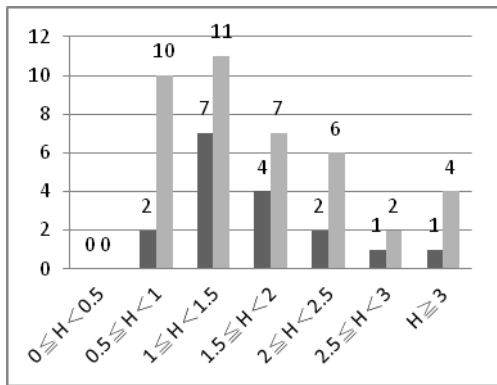


圖 5.14 駕駛 22 和駕駛 23 前後測 Headway 指標

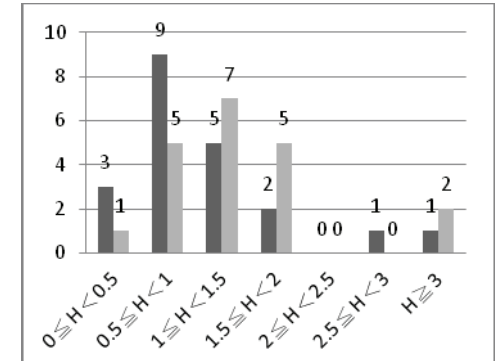
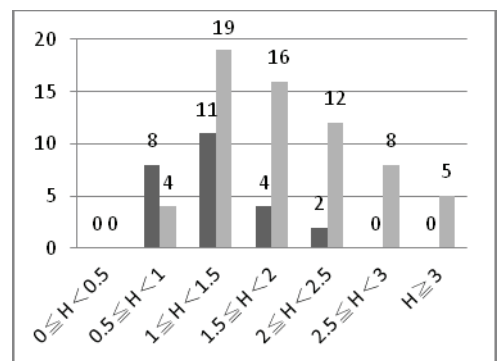


圖 5.15 駕駛 24 和駕駛 25 前後測 Headway 指標

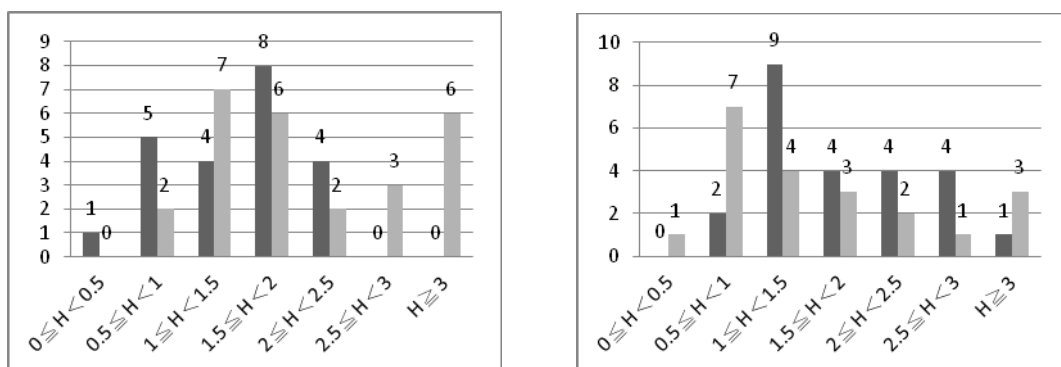


圖 5.16 駕駛 26 和駕駛 29 前後測 Headway 指標

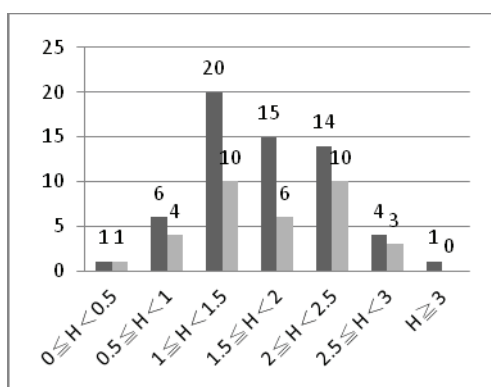


圖 5.17 駕駛 30 前後測 Headway 指標

26 筆前後測 Headway 指標直方圖中，前後測 headway 次數下降的有 19 筆，前後測 headway 小於 1.5 的次數下降的有 17 筆，而前後測 headway 次數與前後測 headway 小於 1.5 的次數階下降的有 12 筆。大部分的 Headway 指標直方圖的趨勢為右移，如駕駛編號 7 的最為明顯，表示後測時駕駛有保持安全跟車距離的次數，適時踩放油門剎車，控制安全跟車距離。前後測 headway 小於 1.5 的次數下降的資料比較具有代表性，headway 等於 1.5 為一安全跟車距離的指標，故降低 headway 小於 1.5 的次數，表示駕駛有致力於控制安全跟車距離的次數，並不會急遽的加減速，猛踩油門猛踩煞車等行為，而優良的駕駛行為便會表現在油門深度，以及剎車踩放，更進一步的影響的油耗表現。

根據上面所陳述之方式來計算駕駛者前後測實驗中行駛於國道路線時不安全跟車距離的次數分析，以駕駛編號 2 號為例，表 5-22 為行駛於國道路線時所紀錄的跟車行為和 Headway 計算結果。在前測的資料中，用人工目測的方式共紀錄了 24 筆的跟車行為，進一步計算跟車距離且求得 Headway 指標後，24 筆所紀錄的跟車行為中共有 20 筆資料的 Headway 指標 ≤ 1.5 ，屬於不安全之跟車行

為，因此，駕駛編號 2 的未保持安全距離次數指標為 20。

表5-22 駕駛編號2前測國道資料跟車行為分析表格

事件數	跟車距離(m)	車速(km/h)	Headway 指標(s)
1	9.0	73	0.44
2	23.6	92	0.92
3	15.9	87	0.66
4	16.0	92	0.63
5	18.1	82	0.80
6	13.7	77	0.64
7	11.3	83	0.49
8	16.3	75	0.78
9	15.5	67	0.83
10	13.0	60	0.78
11	5.2	6	3.14
12	5.0	9	1.99
13	5.7	15	1.38
14	4.2	9	1.68
15	3.6	6	2.16
16	8.9	35	0.91
17	16.4	96	0.61
18	9.1	62	0.53
19	11.2	68	0.59
20	11.8	30	1.41
21	8.1	27	1.08
22	13.1	36	1.31
23	9.8	28	1.26
24	14.3	42	1.22

至於後測的部份，亦用同樣的方式來觀察和分析駕駛編號 2 的國道影像資料後，得到了表 5-23 的分析結果。以目測篩選第一階段的跟車行為，只有 6 筆的跟車行為紀錄，跟車行為的次數與前測相比減少了 18 次，而這 6 次跟車行為所換算求得的 Headway 指標也都小於 1.5，故駕駛編號 2 的後測國道資料中未保持安全距離次數指標為 6 次。因此，可以發現在本次教育訓練後，駕駛編號 2 的不安全跟車行為次數有減少的情形。

表5-23 駕駛編號2後測國道資料跟車行為分析表格

事件數	跟車距離(m)	車速(km/h)	Headway 指標(s)
1	18.8	78	0.87
2	7.1	75	0.34
3	18.4	78	0.85
4	19.0	87	0.79
5	21.7	87	0.89
6	23.1	78	1.07

雖然上述駕駛編號 2 的未保持安全距離次數行為在後測實驗時有減少的趨勢，但是亦有部份的駕駛者的改善情形並非這麼明顯，如駕駛編號 25 號的指標分析結果，表 5-24 為該名駕駛前測的國道資料分析結果，第一階段目測紀錄了 21 筆跟車行為，在計算 Headway 指標後，共有 19 筆行為的指標小於 1.5，因此，其前測國道資料未保持安全跟車距離次數為 19 次。

表5-24 駕駛編號25前測國道資料跟車行為分析表格

事件數	跟車距離(m)	車速(km/h)	Headway 指標(s)
1	11.2	83	0.49
2	22.4	85	0.95
3	20.5	88	0.84
4	19.6	83	0.85
5	15.2	80	0.68
6	14.7	85	0.62
7	20.5	89	0.83
8	6.4	81	0.28
9	13.5	73	0.66
10	27.7	85	1.17
11	55.2	74	2.69
12	16.8	74	0.82
13	22.1	46	1.73
14	18.1	61	1.07
15	24.3	69	1.27
16	7.5	25	1.08
17	19.6	44	1.61
18	20.0	66	1.09
19	9.8	65	0.54
20	10.6	92	0.42
21	28.0	31	3.25

而駕駛編號 25 的後測國道跟車行為則如表 5-25 所示，在第一次目測跟車行為次數總共有 20 次。在目測紀錄的跟車行為次數與前測時差不多，然後在計算 Headway 指標後，共有 14 筆的跟車行為其 Headway 指標小於 1.5，因此，在後測實驗中其未保持安全距離次數為 14 次，與前測比起來有稍微減少的趨勢，減少了 5 次。

表5-25 駕駛編號25後測國道資料跟車行為分析表格

事件數	跟車距離(m)	車速(km/h)	Headway 指標(s)
1	24.5	66	1.3
2	21.5	63	1.2
3	9.9	68	0.5
4	8.7	87	0.4
5	12.7	87	0.5
6	29.8	85	1.3
7	25.6	84	1.1
8	24.3	88	1.0
9	45.3	88	1.9
10	17.2	73	0.9
11	23.6	68	1.2
12	14.7	54	1.0
13	18.1	43	1.5
14	21.3	45	1.7
15	22.2	51	1.6
16	16.4	51	1.2
17	5.1	14	1.3
18	31.5	49	3.6
19	14.8	33	3.4
20	33.7	62	1.9

除了在前後測的次數來進行比較外，透過觀察前後測資料中所紀錄的 Headway 指標平均值亦可發現，如

表 5-26 所示，駕駛編號 2 的後測 Headway 平均值反而略小於前測的 Headway 平均值，表示說其後測的跟車行為中，其跟車距離是較近的，但是其後測的事件次數是比前測少了 14 次，反觀，駕駛編號 25 在其後測的不安全次數雖然較少於前測次數才 5 次，但是從 Headway 平均值來看，其後測在跟車距離的部份有較前測稍微變大的趨勢，因此可以推測兩位駕駛者的跟車行為在安全性上面，在後測

的部份都有改善的趨勢。

表5-26 Headway平均值分析結果

未保持安全距離事件	駕駛編號 2	駕駛編號 25
前測 Headway 平均值	0.86±0.3	0.89±0.4
後測 Headway 平均值	0.80±0.2	1.04±0.4

5.4 駕駛行為教育訓練績效評估

5.4.1 節能指標績效評估

由於 9023 都會區路線其前後測燃油效率 T 檢定達顯著水準($p<0.05$)，其後測燃油效率提升約 0.24 km/l，燃油效率改善程度約為 9.3 %，以下為試算此一燃油效率改善情形對於整體車隊以及客運業者燃油成本之經濟效益。

9023 路線都會區路線節能績效評估，目前車隊共 12 名駕駛者固定班次行駛於該路線，該路線單趟里程約 20.5 km，每位駕駛者每天固定行駛該路線次數約 5 次，因此，該車隊 12 名駕駛者 1 天行駛該路線共約 60 次，故 1 天累積該路線行駛總里程約 1230 km。由於教育訓練後，燃油效率由 2.13 km/l 提升為 2.37 km/l，因此，整體燃油消耗亦由 577.46L 下降至 518.98L，1 天則該車隊可節省約 58.47L 之燃油消耗。以一年 365 天該路線持續營運之前提下，一年可節省約 21,344L 之燃油消耗。

1 年燃油成本以柴油價格約為 30 元/升估算，減少 21,344L 之燃油消耗約可節省約 64 萬元之燃油成本支出。CO₂ 排放量減少程度，以 1 公升之柴油消耗約產生 2.7 公斤之 CO₂ 排放量計算，1 年節省 21,344L 之燃油消耗約可減少 57.6 噸之 CO₂ 排放量，相當於 2.5 公頃之森林面積。

同性質路線燃油成本節能效益評估，目前桃園客運共有 37 條與 9023 路線類似之市區營運路線，假設每條路線皆可達到上述之車隊成本效益，則 1 年桃園客運市區路線約可減少 78.9 萬公升之燃油消耗，節省約 2368 萬燃油成本支出，1 年可減少約 2131 噸之 CO₂ 排放量，相當於 92.5 公頃之森林面積。

客運業者燃油成本節能效益評估，桃園客運目前共有 158 條營運路線，假設每條營運路線皆可達到上述之車隊成本效益，則 1 年桃園客運市區路線約可減少

337 萬公升之燃油消耗，節省約 1 億元之燃油成本支出，1 年可減少約 9100 噸之 CO₂ 排放量，相當於 395 公頃之森林面積。

5.4.2 安全指標績效評估

由於桃園客運國道路線其前後測之超速次數(車速>90km/h)T 檢定達顯著水準($p < 0.01$)，其後測超速次數減少約 73.93 次，超速行為次數改善程度約為 45.4%，以下試算此超速行為次數改善情形對於整體車隊以及客運業者之安全效益影響。

整體車隊安全效益評估，目前桃園客運車隊行駛於國道路線共有 30 名駕駛者，固定輪班行駛於該路線，國道路線每位駕駛者每天固定行駛次數約 4 趟左右，因此，國道車隊 30 名駕駛者 1 天行駛該路線去回程累計可達 120 趟左右。由於教育訓練後，平均超速次數可減少約 104.5 次，因此，1 天約可減少 12,549 次超速行為。假設 1 年 365 天該路線持續營運之前提下，一年約可減少 457 萬次超速行為。

同性質路線成本效益評估，目前桃園客運共有 5 條行駛於國道之營運路線，假設每條國道路線皆可達到上述減少超速行為次數之趨勢，則 1 年桃園客運國道路線約可減少約 2288 萬次之超速行為。

客運業者整體安全效益評估，桃園客運目前共有 158 條營運路線，假設所有營運路線皆可達到上述減少超速行為次數之趨勢，則 1 年桃園客運市區路線約可減少約 7.23 億次之超速行為。

若以超速指標以時間百分比作為安全績效評估，由於國道路線平均行駛時間為 1818 秒，因此，前測之超速時間百分比為 8.96%，而後測之超速時間百分比為 4.89%，透過教育訓練後，後測超速行為時間下降約 4.07%。

整體車隊安全效益評估，目前桃園客運車隊行駛於國道路線共有 30 名駕駛者，固定輪班行駛於該路線，國道路線每位駕駛者每天固定行駛次數約 4 趟左右，因此，國道車隊 30 名駕駛者 1 天行駛該路線去回程累計行駛國道時間可達大約 60 個小時，由於教育訓練後，平均超速時間百分可減少 4.07%，因此，1 天約可減少 2.5 小時之超速時間。假設 1 年 365 天該路線持續營運之前提下，一年約可減少大約 900 小時之超速時間。

同性質路線成本效益評估，目前桃園客運共有 5 條行駛於國道之營運路線，

假設每條國道路線皆可達到上述減少超速行為次數之趨勢，則 1 年桃園客運國道路線約可減少約 4500 小時之超速行為時間。

客運業者整體安全效益評估，桃園客運目前共有 158 條營運路線，假設所有營運路線皆可達到上述減少超速行為次數之趨勢，則 1 年桃園客運市區路線約可減少約 142 萬小時之超速行為時間。

此頁空白

第六章 節能駕駛行為分析

6.1 駕駛行為分類定義簡化與修正

在 99 年度的都會區計畫研究中，初步將所收集到的實驗數據根據車速、加速度、油門深度百分比分類成 10 種駕駛行為(不包含怠速行為)，分別是起步行為、停車行為、中度加速行為、重度加速行為、中度減速行為、重度減速行為、滑行行為、穩定車速行駛行為、左轉行為、右轉行為。其中穩定車速行為又根據其不同的車速等級而在細分了市區 8 種的穩定車速行駛行為。

再將所計算出來的 10 種駕駛行為其平均車速和燃油效率以成對 T 檢定和相關性分析後，發現在起步行為、停車行為和轉彎行為的數據上，並未有顯著的統計結果。推論會有這樣的結果，可能原因是起步行為事實上就是中度加速行為或是中度加速行為，而起步 3 至 5 秒後，車速從零提昇至約 10~15km/h，其實起步行為的後半部份亦就是慢速的穩定行駛行為，而停車行為亦是如此，停車行為事實上就是中度或重度減速行為和低速穩定行駛行為的組合。左右轉行為亦只是駕駛型態上的不同，是以轉向的方式在行駛而不是直行的，但從數據方面來看，左右轉的行為也還是加減速行為和穩定車速行駛行為的組合。因此，從以上的駕駛行為分類來看，除了滑行行為是有另外加入一油門深度百分比的參數外，其他的駕駛行為其實都是加減速行為和穩定車速行駛行為。

除了保留滑行行為外，為了使本章統計分析的結果可以更完整，所以在駕駛行為的分類上做了部份的簡化和修正，簡化的部份是將原本是定義為起步行為、停車行為、左轉行為和右轉行為這四種駕駛行為的數據，根據其各秒數據資料的車速值和縱向加速度值來進行重新分類到其他類的行為中，這些行為分別是加速行為、減速行為、滑行行為和穩定車速行駛行為。修正的部份則是將駕駛行為分的級距做了修正，在原先的加減速行為的級距分類中，只有分類成中度加速行為和重度加速行為兩種等級，而這兩種不同等級的加速行為分類依據分別是縱向加速度值介於 $0.06G \leq a < 0.125G$ 和 $a \geq 0.125G$ ，而兩種不同等級之減速行為分類依據則分別是縱向加速度值介於 $-0.06G \geq a > -0.15G$ 和 $a \leq -0.15G$ 。結果發現根據這樣的分類依據，大多數的數據都屬於中度加速和中度減速行為，反而重度加減速行為的次數很少，特別是在國道的資料中，重度的加減速行為出現比例不高，因此，表示說有大部分的加減速行為是被分類在同一個加速或減速等級中的，既然

被分類在同一行為中，那如要看出不同加減速度等級對油耗之影響情形就不容易從這樣的分類方式中觀察出來。因此，在加減速行為的縱向加速度級距分類上做了些修正，從原來只分類兩種等級變成分類為 5 種等級。此外，在穩定車速行駛行為的車速級距分類上亦做了部份的修正，將原先的車速等級分類也做了部份的修正，將其分類為 9 種車速等級。

6.2 檔位計算方式

除了上述為了進行統計分析所作的修正和簡化外，另新增了一個重要的參數並將其納入分析當中，這個參數就是檔位。由於車速和引擎轉速值和檔位是有一定的比例關係的，亦就是說透過引擎轉速和車速可以求得一個相對的比值，而這個比值可以透過從大客車車廠所取得的變速箱各檔位之齒輪比來決定各秒資料的檔位為何。圖 6.1 為此車款之各檔位的齒輪比資料：

項目\車型		RN8J	
		RSA	SSA
重量	車輛總重量	kg 16,000	
	底盤空重 (約)	kg 5,190	5,380
底盤尺寸	軸距	mm 5,800	6,000
	全長	mm 11,480	11,880
	全寬	mm 2,450	
	全高	mm 1,880	1,670
	前懸	mm 2,200	2,400
	後懸	mm 3,480	
	軸距 前/後	mm 2,040/1,820	
引擎	型別	J08E-TB	
	型式	直列6缸、水冷式、電腦控制柴油噴射引擎，渦輪增壓附中間冷卻器	
	排氣量	c.c. 7,884	
	壓縮比	18.5	
	最大馬力	ps/rpm 263/2,500	
性能	最大扭矩	kgm/rpm 81/1,500	
	最高速度	km/h 113	
	最大爬坡能力	Tanθ% 31.9	
	最小迴轉半徑	mm 9,100	9,400
電氣	電瓶	V/Ah 12 / 200 × 2	
	發電機	V/A 24 / 90	
底盤	離合器	乾單片式，油壓控制附動力輔助	
	變速箱	型 號	ZF 6S1000ED
		型 式	手排檔，前進6檔、後退1檔
		一 檔	7.716
		二 檔	4.519
		三 檔	2.854
		四 檔	1.915
		五 檔	1.301
		六 檔	1.000
		倒 檔	7.098
	差速器減速比		4.300
	轉向機構		滾珠螺帽式附油壓輔助動力轉向
	煞車系統	主煞車系統	雙迴路，全氣壓煞車，附煞車自動調整器
		手煞車	全氣壓式手煞車，作用於後車輪
		輔助煞車	排氣煞車 VOITH變速箱 油壓減速器
	懸吊系統	前	空氣懸吊附雙作用避震器及平衡桿
		後	
	輪胎尺寸	前/後 10.00-20-16PR	295/80R22.5
	油箱	L	250

圖 6.1 引擎變速箱詳細資料

引擎公司所公佈的齒輪比比值(型號 J08E-TB 引擎變速箱)：

一檔(G1)齒輪比：7.716

二檔(G2)齒輪比：4.519

三檔(G3)齒輪比：2.854

四檔(G4)齒輪比：1.915

五檔(G5)齒輪比：1.301

六檔(G6)齒輪比：1.000

而由於本次行駛國道路線所使用的車款一致都是型號為 J08E-TB 的引擎變速箱，因此，從 30 筆前測資料中，可以觀察到當車速在 90km/h 的時候，引擎轉速平均都維持在 2033rpm，而這時檔位可以確定是一定維持在一個最高檔的位置，即六檔的位置，因此，根據這樣的一個數據，我們可以去計算出每一秒的齒輪比值 $R(\text{齒輪比}) = (\text{每秒轉速}/2033)/(\text{每秒車速}/90)$ ，例如車速和轉速為六檔的時候，其車速值為 95，而引擎轉速為 2100 時，代入此一公式後可求得 $R(\text{齒輪比}) = (2100/2033)/(95/90) = 0.97$ ，根據這樣的比值，可以推估出此秒檔位應該是屬於六檔。

為何是使用車速 90km/h，引擎轉速 2033rpm 來當作基準，其實是因為這是一個比例關係，當然亦可以用五檔時的車速和轉速還當作基準，如此一來，只要是位於五檔的數據，所計算到的齒輪比值就會是 1 左右，而位於六檔的數據所求得的數值則會小於 1，但門檻範圍要如何設定會是一個困難，因此，會使用六檔的車速和轉速來當作基準，除了因為車速在 90~100km/h 的高速下行駛，幾乎可以百分之百確定這一定是在最高檔位六檔下行駛外，還有就是從車廠所取得的檔位與齒輪比之關係資料中六檔的齒輪比是 1，因此，這樣的齒輪比資料正好提供了一個讓我們有一個依據可以來區分所求得的齒輪比應該如何以其數值來定義其當時的檔位位置。因此，用任何檔位時的車速和轉速來當基準，原則上都是可行的，但前提是要找到一個合適的基準，且能確定這個基準的檔位是幾檔，且還要能提出一個適當的齒輪比分類成檔位的範圍依據，因此，基於以上這兩個前提，使用六檔的車速和轉速來當作此換算公式的基準是最合適的。

因此，根據車廠所提供的檔位與齒輪比的關係，我們將各檔位的齒輪比範圍定義如下：

各檔位齒輪比範圍：

一檔(G1)齒輪比： $r > 6.2$ (大於車廠資料中一檔齒輪比和二檔齒輪比的中間值)

二檔(G2)齒輪比： $3.7 < r \leq 6.2$ (介於車廠資料中一檔齒輪比和二檔齒輪比的中間值和二檔與三檔齒輪比的中間值之間)

三檔(G3)齒輪比： $2.4 < r \leq 3.7$ (介於車廠資料中二檔齒輪比和三檔齒輪比的中間值和三檔與四檔齒輪比的中間值之間)

四檔(G4)齒輪比： $1.6 < r \leq 2.4$ (介於車廠資料中三檔齒輪比和四檔齒輪比的中間值和四檔與五檔齒輪比的中間值之間)

五檔(G5)齒輪比： $1.15 < r \leq 1.6$ (介於車廠資料中四檔齒輪比和五檔齒輪比的中間值和五檔與六檔齒輪比的中間值之間)

六檔(G6)齒輪比： $r \leq 1.15$ (小於車廠資料中五檔齒輪比和六檔齒輪比的中間值)

6.3 節能駕駛行為分類流程

根據上述的齒輪比範圍定義，因此，可以將所計算求得的每秒齒輪比數值進行分類，並且定義出各秒所處的檔位。當檔位的參數處理完畢之後，我們亦將檔位此一參數納入節能駕駛行為分析當中。所以在節能駕駛行為的分類當中，共分成了四種駕駛行為(不含怠速行為)，而這四種駕駛行為中，加速行為和減速行為會以加速度層級和檔位層級來做分類，而滑行行為和穩定車速行駛行為則會以車速層級和檔位層級來做分類，而分類的順序如下：

1. 先分類出怠速行為，即車速為 0 的時候。
2. 分類出加速行為：根據用車速換算的加速度值作為判斷依據。為何此處的加速度值判定會以車速換算之加速值來當作判斷依據，主要是因為研究中發現由 OBDII 所抓取到的車速值其準確度是蠻高的，曾經用過多筆資料的車速來換算成里程值進行驗證，發現當起點位置一樣時，用每位駕駛者的車速值換算所得的里程誤差很小，在 20~30 公里的里程中誤差不到 100 公尺，相對於用加速規所抓取到加速度值的變動幅度較大，因此，決定以車速所換算之加速度值當作主要分析時所用的縱向加速度值，而加速規所擷取到的數據則當作必要時輔助使用。公式為車速換算加速度值 $a = (\text{車速} - \text{前一秒車速}) / 3.6 / 9.8$ (G)。

加速行為定義：

加速行為 1(C1)： $0.05G < a \leq 0.075G$ ($\Delta V = 2$)

加速行為 2(C2) : $0.075G < a \leq 0.1G$ ($\Delta V=3$)

加速行為 3(C3) : $0.1G < a \leq 0.125G$ ($\Delta V=4$)

加速行為 4(C4) : $1.25G < a \leq 1.5G$ ($\Delta V=5$)

加速行為 5(C5) : $a > 1.5G$ ($\Delta V=6$)

3. 分類出減速行為：根據用車速換算的加速度值作為判斷依據

減速行為定義：

減速行為(D1) : $-0.05G > a \geq -0.075G$

減速行為(D2) : $-0.075G > a \geq -0.1G$

減速行為(D3) : $-0.1G > a \geq -0.125G$

減速行為(D4) : $-0.125G > a \geq -0.15G$

減速行為(D5) : $a < -0.15G$

4. 分類出滑行行為：滑行行為定義不變

滑行行為速度範圍分類：

滑行行為 1(E1) : $0 \text{ km/h} < V \leq 15\text{km/h}$

滑行行為 2(E2) : $15 \text{ km/h} < V \leq 30\text{km/h}$

滑行行為 3(E3) : $30 \text{ km/h} < V \leq 40\text{km/h}$

滑行行為 4(E4) : $40 \text{ km/h} < V \leq 50\text{km/h}$

滑行行為 5(E5) : $50 \text{ km/h} < V \leq 60\text{km/h}$

滑行行為 6(E6) : $60 \text{ km/h} < V \leq 70\text{km/h}$

滑行行為 7(E7) : $70 \text{ km/h} < V \leq 80\text{km/h}$

滑行行為 8(E8) : $80 \text{ km/h} < V \leq 90\text{km/h}$

滑行行為 9(E9) : $V > 90\text{km/h}$

5. 剩下的數據則根據速度範圍進行最後的分類

穩定行駛行為：

穩定行為 1(H1) : $0 \text{ km/h} < V \leq 15\text{km/h}$

穩定行為 2(H2) : $15 \text{ km/h} < V \leq 30\text{km/h}$

穩定行為 3(H3) : $30 \text{ km/h} < V \leq 40\text{km/h}$

穩定行為 4(H4) : $40 \text{ km/h} < V \leq 50\text{km/h}$

穩定行為 5(H5) : $50 \text{ km/h} < V \leq 60\text{km/h}$

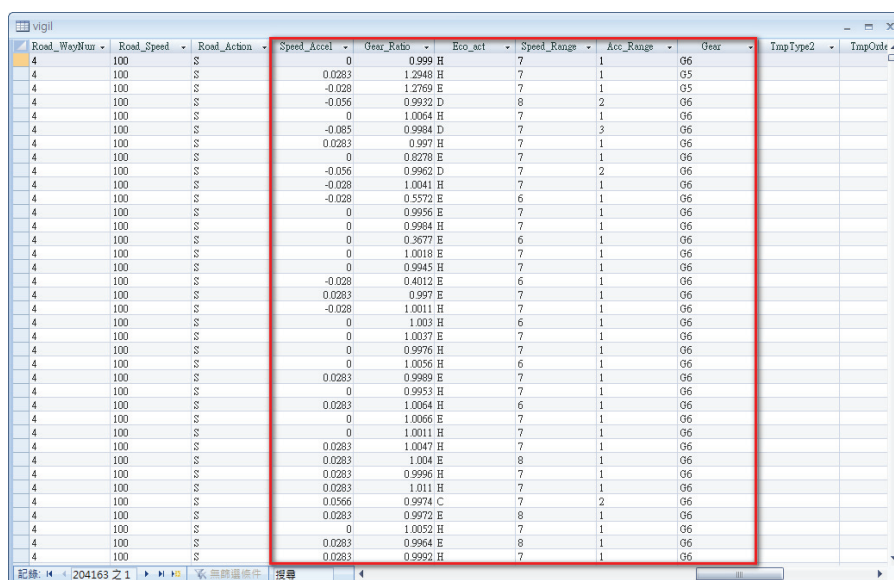
穩定行為 6(H6) : $60 \text{ km/h} < V \leq 70\text{km/h}$

穩定行為 7(H7)：70 km/h < V ≤ 80km/h

穩定行為 8(H8)：80 km/h < V ≤ 90km/h

穩定行為 9(H9)：V > 90km/h

因此，根據上述的駕駛行為分類定義，於資料庫中將原始資料重新進行駕駛行為的分類處理，處理完畢後，資料庫中即會產生如圖 6.2 中紅色框中的欄位標註，從左至右分別是計算車速換算成加速度的數值、齒輪比、定義駕駛行為、定義車速範圍、定義加速度範圍，最右邊的欄位是定義檔位。



Road_WayNur	Road_Speed	Road_Action	Speed_Accel	Gear_Ratio	Eco_act	Speed_Range	Acc_Range	Gear	TempType2	TempOute
4	100	S	0	0.999 H		7	1	06		
4	100	S	0.0283	1.2948 H		7	1	05		
4	100	S	-0.028	1.2789 E		7	1	05		
4	100	S	-0.056	0.9932 D		8	2	06		
4	100	S	0	1.0064 H		7	1	06		
4	100	S	-0.085	0.9984 D		7	3	06		
4	100	S	0.0283	0.997 H		7	1	06		
4	100	S	0	0.8278 E		7	1	06		
4	100	S	-0.056	0.9962 D		7	2	06		
4	100	S	-0.028	1.0041 H		7	1	06		
4	100	S	-0.028	0.5572 E		6	1	06		
4	100	S	0	0.9956 E		7	1	06		
4	100	S	0	0.9984 H		7	1	06		
4	100	S	0	0.3677 E		6	1	06		
4	100	S	0	1.0018 E		7	1	06		
4	100	S	0	0.9945 H		7	1	06		
4	100	S	-0.028	0.4012 E		6	1	06		
4	100	S	0.0283	0.997 E		7	1	06		
4	100	S	-0.028	1.0011 H		7	1	06		
4	100	S	0	1.003 H		6	1	06		
4	100	S	0	1.0037 E		7	1	06		
4	100	S	0	0.9976 H		7	1	06		
4	100	S	0	1.0056 H		6	1	06		
4	100	S	0.0283	0.9989 E		7	1	06		
4	100	S	0	0.9953 H		7	1	06		
4	100	S	0.0283	1.0064 H		6	1	06		
4	100	S	0	1.0066 E		7	1	06		
4	100	S	0	1.0011 H		7	1	06		
4	100	S	0.0283	1.0047 H		7	1	06		
4	100	S	0.0283	1.004 E		8	1	06		
4	100	S	0.0283	0.9996 H		7	1	06		
4	100	S	0.0283	1.011 H		7	1	06		
4	100	S	0.0566	0.9974 C		7	2	06		
4	100	S	0.0283	0.9972 E		8	1	06		
4	100	S	0	1.0052 H		7	1	06		
4	100	S	0.0283	0.9964 H		8	1	06		
4	100	S	0.0283	0.9992 H		7	1	06		

圖 6.2 Access 資料庫註記資料

6.4 線性相關與迴歸分析

在定義完上述的駕駛行為等資料後，即可進行後續的分析，本章節能駕駛行為分析目的主要是希望去探討究竟在不同的加速度值、不同的車速下，還有就是不同的檔位時，影響著整體燃油效率的因子究竟為何？先前的分析結果，只知道平均車速會影響其燃油效率，加減速度亦會影響其燃油效率，但影響燃油效率最明顯的車速範圍和加速度範圍究竟為何？還不是很清楚，並且當初亦尚未納入檔位這個變因。

因此，需要對這些駕駛行為在不同車速、不同加速度、不同檔位的情況去做線性相關與迴歸分析，藉此來探討出那些駕駛情況會有與總燃油效率有線性的正相關和負相關存在，但是在做線性相關和迴歸分析之前，我們必須先將資料做一個集中的處理。目前資料仍然是一秒一筆的資料型態，但是如果要做上述的線性

相關與迴歸分析，需要先將一秒一筆的資料型態整理成某種駕駛行為在某一車速範圍和檔位下的資料型態，例如車速介於 70~80km/h 在五檔的情況下，穩定車速行駛行為的平均車速、時間百分比和距離百分比或是加速度值介於 0.05G 至 0.075G 之間在一檔情況下的加速行為的平均車速、時間百分比和距離百分比。如此一來，我們可以整理出以下的駕駛情況。

加速行為共有 5 種加速度等級和 6 種檔位分類，因此共有 $5 \times 6 = 30$ 種不同條件下的加速行為，如 C1_G1 即為其中一種行為，指的是加速度值介於 0.05G 至 0.075 之間且為二檔時的加速行為，以此類推 C1_G2、C1_G3、C1_G4 等等共 30 種不同條件之加速行為。減速行為亦是有 30 種，如 D3_G4 等等。穩定車速行駛行為和滑行行為的數據其加速度值皆小於 0.05G，故不以加速度來當作分類層級，而是以 9 種車速層級和 6 種檔位分類，因此共有 $9 \times 6 = 54$ 種不同條件下的穩定車速行駛行為，如 H4_G3 即為車速皆於 40km/h 至 50km/h 之間且檔位位於三檔的穩定車速行駛，並計算其平均車速、時間百分比和距離百分比。最後滑行行為亦是根據車速層級和檔位來進行資料整理，故滑行行為亦有 54 種，例如 E5_G3 即為車速介於 50km/h 至 60km/h 之間位於三檔情況下的滑行行為。因此，在所有的節能駕駛行為中，一共可以整理出 168 種不同條件下的駕駛行為資料。

然而，多達 168 種的駕駛行為要與總燃油效率來做迴歸分析是不可能的，因此，必須先將這 168 種駕駛行為的平均車速、時間百分比和距離百分比作為自變數與應變數燃油效率做相關性分析，並從中篩選出與燃油效率具有顯著相關性的駕駛行為，篩選的標準是根據相關性分析出來的每種駕駛行為與燃油效率的皮爾森 r 相關係數(Pearson Correlation)和樣本數 N 來決定。

6.4.1 國道資料統計分析結果

在國道資料的部份，我們從 168 種駕駛行為中，共篩選出了 13 種駕駛行為，這 13 種駕駛行為其皮爾森 r 相關係數絕對值皆大於 0.50 有高度相關外，其數據樣本數也超過 30 以上，具有足夠的樣本數，而這 13 種駕駛行為分別是 C2_G1_時間百分比、C2_G1_距離百分比、C3_G1_時間百分比、C3_G1_距離百分比、D2_G4_時間百分比、D2_G4_距離百分比、D3_G4_時間百分比、D3_G4_距離百分比、D4_G5_時間百分比、H1_G1_距離百分比、H3_G4_距離百分比、H4_G4_時間百分比、H4_G4_距離百分比。

表 6-1 為國道資料透過線性迴歸分析後所得到的模式參數摘要表，將上面 13 種駕駛行為進行線性迴歸分析後，一共執行了 8 個迴歸模式(Model)，最後從第八個模式的 Adjusted R Square 為 0.947，表示說此模式可以解釋資料中 94.7%的變異情形。

表6-1 國道資料線性迴歸模型摘要(Model Summary)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.994(a)	.987	.833	.312
2	.994(b)	.987	.917	.220
3	.994(c)	.987	.944	.180
4	.993(d)	.985	.952	.168
5	.991(e)	.982	.953	.165
6	.987(f)	.975	.945	.178
7	.984(g)	.969	.943	.183
8	.984(h)	.967	.947	.176
a Predictors: (Constant), H4_G4_距離百分比, D3_G4_時間百分比, C2_G1_距離百分比, D2_G4_距離百分比, D4_G5_時間百分比, H3_G4_距離百分比, D3_G4_距離百分比, H4_G4_時間百分比, C3_G1_時間百分比, H1_G1_距離百分比, C3_G1_距離百分比, D2_G4_時間百分比				
b Predictors: (Constant), D3_G4_時間百分比, C2_G1_距離百分比, D2_G4_距離百分比, D4_G5_時間百分比, H3_G4_距離百分比, D3_G4_距離百分比, H4_G4_時間百分比, C3_G1_時間百分比, H1_G1_距離百分比, C3_G1_距離百分比, D2_G4_時間百分比				
c Predictors: (Constant), D3_G4_時間百分比, C2_G1_距離百分比, D2_G4_距離百分比, D4_G5_時間百分比, H3_G4_距離百分比, D3_G4_距離百分比, H4_G4_時間百分比, C3_G1_時間百分比, H1_G1_距離百分比, D2_G4_時間百分比				
d Predictors: (Constant), D3_G4_時間百分比, C2_G1_距離百分比, D2_G4_距離百分比, D4_G5_時間百分比, D3_G4_距離百分比, H4_G4_時間百分比, C3_G1_時間百分比, H1_G1_距離百分比, D2_G4_時間百分比				
e Predictors: (Constant), D3_G4_時間百分比, C2_G1_距離百分比, D2_G4_距離百分比, D4_G5_時間百分比, D3_G4_距離百分比, C3_G1_時間百分比, H1_G1_距離百分比, D2_G4_時間百分比				
f Predictors: (Constant), D3_G4_時間百分比, C2_G1_距離百分比, D2_G4_距離百分比, D4_G5_時間百分比, C3_G1_時間百分比, H1_G1_距離百分比, D2_G4_時間百分比				
g Predictors: (Constant), D3_G4_時間百分比, C2_G1_距離百分比, D2_G4_距離百分比, D4_G5_時間百分比, C3_G1_時間百分比, D2_G4_時間百分比				
h Predictors: (Constant), D3_G4_時間百分比, C2_G1_距離百分比, D4_G5_時間百分比, C3_G1_時間百分比, D2_G4_時間百分比				

將此 13 個駕駛行為變數與燃油效率進行線性迴歸分析後，共有五個駕駛行為變數可適當的進行燃油效率的預測，線性迴歸分析結果如表 6-2 所示，此五種駕駛行為變數為 C2_G1_距離百分比、C3_G1_時間百分比、D2_G4_時間百分比、D3_G4_時間百分比、D4_G5_時間百分比。

表6-2 國道資料線性迴歸模型摘要(Model Summary)

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	5.31	0.527		10.081	0.063	-1.383	12.003
	C2_G1_距離百分比	-18.123	39.364	-1.424	-0.46	0.725	-518.295	482.049
	C3_G1_時間百分比	-11.614	10.214	-3.509	-1.137	0.459	-141.394	118.165
	C3_G1_距離百分比	-1.667	29.586	-0.099	-0.056	0.964	-377.587	374.253
	D2_G4_時間百分比	-5.774	8.35	-3.341	-0.691	0.615	-111.872	100.325
	D2_G4_距離百分比	7.791	14.96	2.943	0.521	0.694	-182.295	197.878
	D3_G4_時間百分比	9.218	16.396	1.815	0.562	0.674	-199.109	217.546
	D3_G4_距離百分比	-11.834	27.716	-1.203	-0.427	0.743	-364	340.331
	D4_G5_時間百分比	9.149	6.972	1.531	1.312	0.415	-79.437	97.735
	H1_G1_距離百分比	22.138	39.253	2.561	0.564	0.673	-476.625	520.9
	H3_G4_距離百分比	-0.105	0.397	-0.251	-0.264	0.836	-5.154	4.944
	H4_G4_時間百分比	0.088	1.009	0.119	0.088	0.944	-12.727	12.904
	H4_G4_距離百分比	0.011	1.067	0.016	0.01	0.994	-13.549	13.571
8	(Constant)	5.589	0.096		58.224	0	5.368	5.81
	C2_G1_距離百分比	-3.913	1.805	-0.307	-2.167	0.062	-8.076	0.25
	C3_G1_時間百分比	-5.681	1.409	-1.716	-4.033	0.004	-8.929	-2.432
	D2_G4_時間百分比	-1.18	0.238	-0.683	-4.948	0.001	-1.729	-0.63
	D3_G4_時間百分比	2.036	1.071	0.401	1.901	0.094	-0.433	4.506
	D4_G5_時間百分比	6.602	1.795	1.105	3.679	0.006	2.463	10.74

a Dependent Variable: 燃油效率

備註：完整線性回歸分析會輸出 Model1 至 Model8 所有的運算結果，但為使報告版面清楚，故只呈現 Model1 和 Model8 的運算結果。

1. C2_G1_距離百分比：

定義為加速度界於 $0.05G < a \leq 0.075G$ 之間，且為一檔的情況下所行駛的距離占總里程的百分比。

國道資料中 C2_G1 駕駛行為的距離百分比平均值為 0.0178%，而回歸分析後，該變數 B 值為 -3.913，表示加速行為距離百分比增加 0.01% 時，燃油效率將會下降 0.03913km/l。即目前國道資料 C2_G1 駕駛行為距離百分比增加 1

倍為 0.0356%，燃油效率將會下降 0.0696km/l。

2. C3_G1_時間百分比

定義為加速度界於 $0.75G < a \leq 0.1G$ 之間，且為一檔的情況下所行駛的時間占總時間的百分比。

國道資料中 C3_G1 駕駛行為的時間百分比平均值為 0.0119%，而回歸分析後，B 值為 -5.681，即此加速行為時間百分比增加 0.01% 時，燃油效率將會下降 0.0568 km/l。即當國道資料中的 C3_G1 駕駛行為時間百分比增加至 0.0219，約增加 1 倍後，整體的燃油效率將會下降 0.0568 km/l，亦就是當此加速行為產生次數約多且時間越長時，會造成燃油的消耗。

3. D2_G4_時間百分比

定義為加速度界於 $-0.05G > a \geq -0.075G$ 之間，且為四檔的情況下所行駛的時間占總時間的百分比。

國道資料中 D2_G4 駕駛行為的時間百分比平均值為 0.349%，而回歸分析後，B 值為 -1.18，即此減速行為時間百分比增加 0.01% 時，燃油效率將會下降 0.0118km/l。因此如果此 D2_G4 駕駛行為的時間百分比增加到 1% 後，即大約增加了三倍時，整體的燃油效率將會下降 $0.118 \times 7 = 0.826$ km/l。

4. D3_G4_時間百分比

定義為加速度界於 $-0.075G > a \geq -0.1G$ 之間，且為四檔的情況下所行駛的時間占總時間的百分比。

國道資料中 D3_G4 駕駛行為的時間百分比平均值為 0.148%，而回歸分析後，B 值為 2.036，表示減速行為時間百分比增加 0.01% 時，燃油效率將會上升 0.02036km/l。

5. D4_G5_時間百分比

定義為加速度界於 $-0.1G > a \geq -0.125G$ 之間，且為五檔的情況下所行駛的時間占總時間的百分比。

國道資料中 D4_G5 駕駛行為的時間百分比平均值為 0.11%，而回歸分析後，B 值為 6.602，即此減速行為時間百分比增加 0.01% 時，燃油效率將會上升 0.066km/l。因此，當此減速行為之間百分比增加一倍至 0.22% 時，整體燃油效率將會上升 0.66km/l。

6.4.2 非國道資料統計分析結果

另外，在非國道資料的部份，我們亦從 168 種駕駛行為透過相關性分析，篩選出了 8 種駕駛行為，這 8 種駕駛行為其皮爾森 r 相關係數絕對值皆大於 0.50 有高度相關外，其數據樣本數也超過 30 以上，具有足夠的樣本數，而這 8 種駕駛行為分別是 D5_G5_車速、E2_G5_距離百分比、H2_G3_車速、D2_G6_距離百分比、D2_G6_車速、D3_G4_車速、D3_G6_車速、D3_G6_距離百分比。然後在將這 8 個篩選出來與燃油效率有高度相關性的駕駛行為進行線性回歸分析，分析結果如表 6-3 和表 6-4 所示。

表 6-3 為非國道資料透過線性迴歸分析後所得到的模式參數摘要表，將上面 8 種駕駛行為進行線性迴歸分析後，一共執行了七個模式(Model)，最後從第七個模式的 Adjusted R Square 為 0.558，表示說此模式可以解釋資料中 55.8%的變異情形。

表6-3 非國道資料線性迴歸模式摘要(Model Summary)

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.815(a)	.664	.440	.393
2	.815(b)	.664	.483	.377
3	.814(c)	.663	.519	.364
4	.814(d)	.662	.550	.352
5	.803(e)	.645	.556	.349
6	.799(f)	.638	.574	.342
7	.776(g)	.602	.558	.349
a Predictors: (Constant), D3_G6_距離百分比, D5_G5_車速 kmh, H2_G3_車速 kmh, D3_G6_車速 kmh, D3_G4_車速 kmh, D2_G6_車速 kmh, E2_G5_距離百分比, D2_G6_距離百分比				
b Predictors: (Constant), D3_G6_距離百分比, D5_G5_車速 kmh, D3_G6_車速 kmh, D3_G4_車速 kmh, D2_G6_車速 kmh, E2_G5_距離百分比, D2_G6_距離百分比				
c Predictors: (Constant), D3_G6_距離百分比, D5_G5_車速 kmh, D3_G6_車速 kmh, D3_G4_車速 kmh, D2_G6_車速 kmh, D2_G6_距離百分比				
d Predictors: (Constant), D5_G5_車速 kmh, D3_G6_車速 kmh, D3_G4_車速 kmh, D2_G6_車速 kmh, D2_G6_距離百分比				
e Predictors: (Constant), D5_G5_車速 kmh, D3_G4_車速 kmh, D2_G6_車速 kmh, D2_G6_距離百分比				
f Predictors: (Constant), D5_G5_車速 kmh, D3_G4_車速 kmh, D2_G6_距離百分比				
g Predictors: (Constant), D5_G5_車速 kmh, D2_G6_距離百分比				

表6-4 非國道資料線性迴歸分析結果

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	95% Confidence Interval for B	
		B	Std. Error	Beta			Lower Bound	Upper Bound
1	(Constant)	2.263	1.724		1.313	0.214	-1.492	6.019
	D5_G5_車速 kmh	0.047	0.038	0.384	1.236	0.24	-0.036	0.13
	E2_G5_距離百分比	-0.281	2.038	-0.091	-0.138	0.893	-4.721	4.16
	H2_G3_車速 kmh	0.001	0.068	0.004	0.02	0.984	-0.147	0.149
	D2_G6_距離百分比	0.798	1.408	0.525	0.567	0.581	-2.269	3.866
	D2_G6_車速 kmh	-0.027	0.033	-0.337	-0.805	0.436	-0.099	0.046
	D3_G4_車速 kmh	-0.04	0.041	-0.267	-0.978	0.347	-0.129	0.049
	D3_G6_車速 kmh	0.022	0.034	0.258	0.634	0.538	-0.053	0.096
	D3_G6_距離百分比	0.286	1.669	0.117	0.172	0.867	-3.35	3.923
7	(Constant)	1.209	0.425		2.843	0.011	0.316	2.103
	D5_G5_車速 kmh	0.045	0.018	0.371	2.486	0.023	0.007	0.084
	D2_G6_距離百分比	1.087	0.227	0.715	4.789	0	0.61	1.564

a Dependent Variable: 燃油效率

備註：完整線性迴歸分析會輸出 Model1 至 Model7 所有的運算結果，但為使報告版面清楚，故只呈現 Model1 和 Model7 的運算結果。

最後非國道資料，在線性迴歸之後，原先的八種駕駛行為剩下了兩種駕駛行為為可以來解釋與預測整體之燃油效率。而這兩種駕駛行為分別是 D5_G5_平均車速和 D2_G6_距離百分比。

1. D5_G5_平均車速

定義為加速度界於 $-0.125G > a \geq -0.15G$ 之間，且為五檔的情況下車速平均值。在非國道的數據中 D5_G5_平均車速為 22.73km/h，而迴歸分析後所求得的 B 值為 0.045，即此減速行為平均車速增加 1km/h 時，燃油效率將會上升 0.045km/l。因此，如果此減速行為之平均車速可以提昇越多時，在整體燃油

效率的表現會越好。

2. D2_G6_距離百分比

定義為加速度界於 $-0.05G > a \geq -0.075G$ 之間，且為六檔的情況下所行駛的距離占總里程的百分比。在非國道的數據中 D2_G6_距離百分比為 0.231%，而回歸分析後所求得的 B 值為 1.087，即此減速行為距離百分比增加 0.01% 時，燃油效率將會上升 0.01087km/l。

6.5 小結

在本章的節能駕駛行為分析中，將國道和非國道資料分開探討，以燃油效率當作應變數，而以不同的駕駛行為和檔位狀態的平均車速、行駛距離百分比和行駛時間百分比來做為自變數，並以相關性分析來篩選出與燃油效率具有顯著相關性的自變數。在國道路段分析中共有 13 種駕駛行為之參數和燃油效率具有高度相關性，非國道路段分析則有 8 種駕駛行為之參數和燃油效率具有高度相關性。最後，將所篩選之高相關性駕駛行為參數與燃油效率以線性迴歸的方式進行分析，所得到的結果，在國道路段資料中，以 C2_G1_距離百分比、C3_G1_時間百分比、D2_G4_時間百分比、D3_G4_時間百分比、D4_G5_時間百分比這五種駕駛行為參數可進行燃油效率的預測。另外，在非國道路段資料中，則以 D5_G5_平均車速和 D2_G6_距離百分比這兩種駕駛行為參數可進行燃油效率的預測。

從上述的研究結果可以初步歸納出加減速度和高檔位與低檔位的控制時機會是主要影像整體駕駛燃油效率的因素，也證明了國內外節能駕駛原則的有效性。雖然屬於理論性的分析結果，但是卻是專屬於該客運公司特定路線、車輛及駕駛的燃油效率預測，可更精確的發掘影響油耗的首要因素，後續可以提供客運公司發展專屬於該車隊的駕駛行為訓練，以有效迅速的改善油耗情形，達到節能駕駛的目標。

此頁空白

第七章 結論與建議

本研究計畫以先進國家已推動有績效的節能減碳策略，以教育及訓練駕駛人駕駛行為為重點，以落實交通部推動運輸部門節能減碳政策。研究對象係大型車輛駕駛人，透過駕駛行為偵測技術，以找出耗能及危險行為因子；藉由行為回饋課程機制，建立駕駛人其節能及安全駕駛行為。本所已於 99 年度完成「都會區安全駕駛行為與節能策略之研究」，與客運業者合作進行實車測試及收集各項行為資料，初步建立適合我國駕駛環境的偵測技術雛形，已累積實做經驗及技術能量。由於都會區客運駕駛環境與城際客運截然不同，駕駛人的行為亦有差異，因此本年度以 99 年度的成果為基礎，持續探討城際客運駕駛行為的相關議題。本計畫除能幫助交通部及客運車隊改善耗能現況，更重要的可以減少大客車肇事的機率，增進乘客舒適及安全性。研究成果可以回饋公路監理部門精進駕訓內容，並協助車隊公司做好駕駛人行為管理及事故預防工作。本研究相關結論與建議摘錄如 7.1 及 7.2 節。

7.1 結論

1. 以澳洲所發展的 Vigil System 與本研究偵測設備開發功能與成本比較，在功能部分，本研究開發之設備可含括 Vigil System 三套獨立偵測系統，分別為駕駛行為偵測系統、跟車距離偵測模組和車輛油耗量偵測系統。在設備成本之部分，Vigil System 一年租用成本為 100 萬元，而本研究開發之偵測設備主要硬體設備成本大約為 8 萬元左右。因此，本研究開發之本土化駕駛行為偵測系統在系統功能和成本上均占有優勢。
2. 在訓練內容的呈現部份，節能篇的部份屬於觀念和數據曲線這些比較靜態的資料，而安全篇是以動態影片的方式來呈現本次教育訓練所要傳達的資訊，駕駛者在安全篇的反應與回饋就比在講授節能篇時來的熱烈許多，駕駛者對安全篇所傳達的觀念比節能篇所傳達之觀念來的印象深刻。
3. 歸納國內外節能駕駛行為原則，並以 100 年度之前測實驗資料佐證當作教育訓練教材，對 57 名桃園客運前測駕駛者進行在職人員教育訓練課程。前後測指標結果初步發現，節能指標績效部份，以 9023 都會區路線之車隊其前後測燃油效率平均值有顯著性差異，後測燃油效率提升 9.3 %。若該公司 158 條營

運路線都可達到此效果，一年約可減少約 1 億元之燃油成本支出，減少約 9100 噸之 CO2 排放量，相當於 395 公頃之森林面積。安全指標績效部份，以城際路線之車隊其前後測超速行為次數平均值有顯著性差異，透過教育訓練後，後測超速行為時間下降約 4.07%。若該公司 158 條營運路線都可達到此效果，一年約可減少大約 142 萬小時之超速時間。

4. 將跟車行為中 $\text{Headway} \leq 1.5$ 的行為次數進行 T 檢定的分析，信賴區間設定為 95%，總樣本數為 26。檢定結果發現 $\text{Headway} \leq 1.5$ 之前後測跟車行為次數達到顯著性水準($p < 0.05$)，表示國道路線跟車行為在 $\text{Headway} \leq 1.5$ 的行為次數中，前測和後測次數具有顯著性的差異。即本次駕駛教育訓練可能在減少駕駛者 $\text{Headway} \leq 1.5$ 跟車行為次數，即明顯降低過近距離跟車行為次數。
5. 在節能駕駛行為分析部份，透過將今年度所收集之前測資料所定義之駕駛行為在不同檔位下，與整體燃油效率的線性迴歸分析發現，在國道資料中，以 C2_G1_距離百分比、C3_G1_時間百分比、D2_G4_時間百分比、D3_G4_時間百分比、D4_G5_時間百分比此五種駕駛行為與總燃油效率有著線性相關，另外，在非國道資料中，則是 D5_G5_平均車速和 D2_G6_距離百分比兩種駕駛行為對於總燃油效率有線性相關。表示不論是國道或是非國道路線，加減速行為可能都是最影響整體燃油效率的行為。

7.2 建議

1. 今年度計畫除了歸納國內外之節能駕駛行為文獻資料外，亦運用本年度所收集之大客車駕駛行為數據來進行驗證節能駕駛行為，並以原始影像資料剪輯成教育訓練之安全個案影片，建議未來可用於節能安全駕駛行為宣導之使用。
2. 本研究今年度所建置之駕駛行為偵測雛型系統，已實際應用於大客車上，建議未來可考慮將此系統應用於小客車、小貨車上，逐步擴充今年所建置之駕駛行為資料庫雛型內容。
3. 本研究今年度所建置之駕駛行為資料庫雛型，已可將大量固定格式之前處理資料匯入處理，故資料庫前端資料處理至駕駛行為定義已完成設計與開發，建議未來可以持續加強資料庫檢視功能的設計與開發，可幫助節能與安全行為個案分析時可以更容易進行觀察與相關數據、指標計算。

參考文獻

1. Toyota Motor Sales (2006) Photo: Toyota Prius Interior, Electronic Multifunction Display. <http://www.toyota.com/prius/interior.html> Accessed 2, April 2007.
2. “The 100-Car Naturalistic Driving Study: A Descriptive Analysis of Light Vehicle-Heavy Vehicle Interactions from the Light Vehicle Driver’s Perspective.” National Highway Traffic Safety Administration, March 2006.
3. “Analysis of Lane-Change Crashes and Near-Crashes,” National Highway Traffic Safety Administration, June 2009.
4. “Development of an FCW Algorithm Evaluation Methodology With Evaluation of Three Alert Algorithms Final Report.” National Highway Traffic Safety Administration, June 2009.
5. Beusen, B., Broekx, S., Denys, T., Beckx, C., Degraeuwe, B., Gijssbers, M., Scheepers, K., Govaerts, L., Torfs, R., Int Panis, L. (2009). Using on-board logging devices to study the longer-term impact of an eco-driving course. *Transportation Research Part D*, 14, 514-520.
6. M. Zarkadoula, G. Zoidis, E. Tritopoulou, “Training urban bus drivers to promote smart driving: A note on a Greek eco-driving pilot program”, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 12(6), 449-451., 2007.
7. A.E. af Wåhlberg, “Short-term effects of training in economical driving: Passenger comfort and driver acceleration behavior”, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 36(2), 151-163., 2006.
8. A.E. af Wåhlberg, “Long-term effects of training in economical driving: Fuel consumption, accidents, driver acceleration behavior and technical feedback”, *International Journal of Industrial Ergonomics*, 37(4), 333-343, 2007.
9. Stanley M. Gully, David J. Whitney and Fred E. Vanosdall, “Prediction of police officers' traffic accident involvement using behavioral observations,” *Accident Analysis & Prevention*, Volume 27, Issue 3, Pages 355-362, June 1995.
10. ” Improves road safety, fuel efficiency and combats climate change : a guide to promote the smart driving style.” *Eco-Driving Europe*, January 2001.
11. “Eco Friendly Driving Tips : The British Assessment Bureau.“,
<http://www.british-assessment.co.uk/articles/eco-friendly-driving.htm>
12. ”Japanese Eco- Japanese Eco-driving Initiative.” *Energy Conservation and Renewable Energy Department*, November 2007.

13. 王在莒, 張東閔, “出席第 9 屆 EASTS 年會及考察南韓當地公路客運場站報告,” 交通部公路總局, 100 年 8 月.
14. ”環保駕駛 10 撇步打造綠色交通”, 行政院環保署,
http://ivy5.epa.gov.tw/enews/fact_Newsdetail.asp?inputtime=099102612184
15. An Examination of Fault, Unsafe Driving Acts, and Total Harm in Car-Truck Collisions.” Highway Safety Information System, July 2004.
16. “Driver Behavior Minimum Standards.” National Institute for Driver Behavior(NIDB),http://nidb.us/index.php?option=com_content&task=view&id=14&Itemid=32”

附錄 1 期中報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫

☒ 期中 ☐ 期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：城際客運安全駕駛行為與節能策略之研究

執行單位：龍華科技大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
(一) 車輛研究測試中心：		
1. 國內亦有相關節能研究資料，如環保署、能源局有做資料彙整，建議可收集整理納入文獻回顧。	1. 遵照辦理。	同意
2. 研究中所執行耗油比對實驗方法中，客運公司所使用的「加油槍跳停」為油量比較基準，根據研究顯示，會造成油量計算的誤差。	2. 後續在進行油比對實驗時，會採取長時間紀錄的方式(初步規劃為跟車紀錄完整一天的行車過程)，以減少儀器部份所造成的誤差值。	同意
3. VSP 指標中的坡度數據建議可以詢問高公局相關資料。	3. VSP 的坡度數據初步會先以 GPS 所紀錄的高度值並以 3 秒或 5 秒高度的平均值來修正每一秒的高度值進而計算出坡度值。此外，亦會向高工局詢問相關資料。	同意
4. 進行車輛前後測實驗時，需注意駕駛者的預期心理，會因應實驗而表現與日常行為不同。	4. 在本研究實驗的過程中，不會去向駕駛者說明實驗的目的，亦會跟駕駛者強調所紀錄的資料不是用來提供公司做獎懲使用，且實驗過程不會與駕駛者有所互動，與駕駛者日常行駛過程是一樣的，盡可能避免駕駛者會有預期心理的產生。	同意
5. 期中報告書 P69，燃油效率 108km/l 的數據並非異常	5. 遵照辦理。	同意

值，而是 OBDII 系統內部設定的斷油訊號。		
6. 期中報告書 P50，四期環保車輛 SAE J1979 為小客車規範，需修正為大客車規格 SAE J1939。	6. 遵照辦理。	同意
7. 期中報告書 P52 表 14，英制單位有誤，請修正。	7. 遵照辦理。	同意
(二)公路總局：		
1. 本局建置的公車動態資訊系統所記錄的 1000 輛公車相關資料可供本研究團隊及業者參考。	1. 遵照辦理。	同意
(三) 陳榮明委員：		
1. 實驗車種的不同與新舊程度會影響整體耗油情形，是否有考慮此一影響因子。	1. 國光與桃客皆是以同種車款來行駛國道路線，故城際路線可先排除車種不同所造成的油耗差異。	同意
2. Headway 名詞定義與其他研究的定義不同，建議界定清楚。	2. Headway 為引用 100-Car 研究報告書中所提出的指標，擬於期末報告中透過文獻回顧的方式說明此指標的定義。	同意
3. 通為何將 Near-crash 的縱向加速度門檻值訂為 0.2G？	3. 100-Car 計畫所研究的是小客車的駕駛行為，故研究中所設定的 Near-crash 縱向和橫向加速度門檻值不適用於本計畫，回顧其他的國外文獻，美國 NTDS 大卡車駕駛自然觀察研究計畫中，設定加速度 0.2G 為 Near-crash 門檻值，由於大客車與大卡車的車體大小較接近都屬於大型車輛，故本研究初步以 0.2G 作為加速度門檻值。	同意
4. 市面上已有不少測距設備，如雷達、紅外線等，為何要選用影像換算的方	4. 毫米波雷達需要額外安裝電源供應器，而紅外線測距儀則是考	同意

式，應敘述採用的理由。	量可能會照射到人眼造成傷害，此外，如果只架設測距的設備如雷達或紅外線而沒有搭配影像則有可能會在判斷數據時不清楚是偵測到何物，故最後決定以所紀錄的影像來換算跟車距離與車間距。	
5. 由於城際路線與市區路線駕駛模式與耗油情形不同，故資料分析需區分城際路線與市區路線來個別進行分析。	5. 在實車實驗中會完整紀錄整個行車過程的數據，在後續資料分析時會將完整的行車資料依據國道、省道和一般道路三種不同類型的路線來分別計算其耗油量。	同意
6. 聰明巴士的定義，請參閱文獻的原文，需描述清楚。	6. 遵照辦理。	同意
7. 有關安全及節能的觀測指標，從去年至今年，歷經數個版本的制訂，最終設定需確定及敘述清楚，否則後續進行前後測數據分析差異比較會有問題。 8.	7. 待補，遵照辦理。	請補充修正
(四) 蕭耀榮委員：		
1. 本報告中未見計畫進度甘特圖，請補充。	1. 研究團隊每月均與運研所召開工作會議，針對工作進度進行報告、討論。工作會議記錄未來將以附件方式提供參考。	同意
2. 報告書中錯別字請修正，會後提供研究單位參考。	2. 遵照辦理。	同意
3. 報告書 P48 中，提及攝影機架設後有晃動等情形，是否已解決此一問題？以免影響記錄數據的品質。	3. 目前攝影機已有適合的夾具和吸盤可用來安裝於大客車上，並經過多次實際於國道路線進行拍攝測試，攝影機皆無脫落的情形產生，且所拍攝之影像亦無晃動和不清	同意

	楚的情形產生。	
4. 研究中使用 Wii 加速計為加速度計是否在架設時有進行修正，其內建縱向軸線是否有與車輛縱向軸線水平？建議應採用研究上所慣用的加速規儀器。	4. 後續會以 Wii 加速計和 Vigil 的加速規進行比對實驗，同時將兩者安裝於車上並於行駛過程中進行加速度直的擷取來驗證 Wii 加速計所擷取之加速度值是否準確。	同意
5. 以起步行為為例所偵測的油耗值，報告中以單點（瞬時）的數據計算來表達不具太大意義，應採用一個階段（時段）的數據作為比較。	5. 圖中的各點油耗值為行車過程中所有起步行為各秒油耗值的平均。	同意
6. 耗油值的修正方式中，以怠速耗油率 5 l/h 為計算修正基礎，但此值為經驗值會因車種不同、有無使用冷氣等狀況而有所差異，故建議需因應不同動態狀況做調整。	6. 此怠速耗油率 5 l/h 的數值為修車廠所提供之經驗值，去年和今年計畫所使用之部份 OBDII 設備可偵測到怠速耗油率數值，故可實際量測到此數值的車種將以此值為主。其餘無法偵測到怠速耗油率的車種則以車廠經驗值為主，並因應不同車種來做動態調整。	同意
7. Wii 加速度值於怠速時的飄移量不一，研究團隊要如何修正？建議需依不同車輛而進行個別的修正。	7. Wii 加速度飄移量的修正是以車輛停止不動時，加速度的平均值當作所偏移的量來進行個別修正，將怠速時的加速度修正成 0G。	同意
8. 人工判讀的部份是否可以簡化，儘量朝自動化的方式處理，車間距的偵測建議可使用超音波進行擷取，擷取卡可找功能更強的設備。	8. 超音波設備不易架設於大客車的兩側，且超音波所擷取到之數據僅有連續的曲線變化，還需以影像來輔助判斷。故最後決定以所紀錄的影像來換算跟車距離與車間距。	同意
(五) 王晉元委員：		

1. 建立偵測系統的部份，需說明為何要自行建立，起因或需求為何？	1. 遵照辦理。	同意
2. 列表說明所建立之偵測系統的偵測功能、成本等資訊，以瞭解系統的特性。	2. 遵照辦理。	同意
3. 市售已有多款行車影像記錄器可偵測到方向燈的訊號，是否可取代研究中方向燈操作需要人工觀察的程序？	3. 本研究是透過 OBDII 接頭擷取車輛內部的行車電腦來擷取數據，故所擷取到的數據皆為行車電腦中可供擷取之數據，如車速、轉速和耗油率等，並無提供方向燈 on/off 的訊號值，故目前是以人工觀察來計算駕駛者的開方向燈時機，透過資料庫可以很快把轉彎行為和變換車道行為篩選出來，故觀察此行為並不困難或繁瑣。	同意
4. 駕駛者資料需區分不同路線來進行耗能分析。	4. 在實車實驗中會完整紀錄整個行車過程的數據，在後續資料分析時會將完整的行車資料依據國道、省道和一般道路三種不同類型的路線來分別計算其耗油量。	同意
5. 如何透過安全及節能的指標，來界定出那些駕駛者屬於危險駕駛，而不會因為不完整的指標描述而造成錯誤判讀，使駕駛人被誤解為不安全駕駛？	5. 待補，遵照辦理。	同意
6. 交大有偵測跟車距離的相關技術及產品，研究團隊有無引用的想法？	6. 此相關的偵測設備需固定安裝於大客車上，無法進行快速的拆卸與快速的組裝，而本計畫所進行之實車實驗是需在客運公司出車頻率密集的情	同意

	形下將設備快速安裝於車上來進行跟車實驗，實驗完畢後，亦須快速拆卸。	
7. 研究中有許多分析步驟是採用人工分析，是否有自動化處理的可能性，以利後續技術轉移。	7. 耗油量分析的部份目前已全自動化處理，不安全駕駛行為目前需以人工觀察影像的方式來進行判斷與跟車距離的換算，如要自動化處理影像來換算出距離其前提是需要於影像中找出一明確的參考物，但在道路上因車輛類型複雜，不容易找到明顯的基準物。故在自動化處理的部份，未來傾向發展藉由所篩選出來的 Near-Crash 事件中的跟車行為，以前方的車輛當作固定的參考物來做短時間(10~20 秒)的自動化影像換算跟車距離的處理。	同意
(六) 本所運安組：		
1. 請研究團隊掌握實車測試進度及各項工作項目，有關意見請參見書面意見。	1. 10 項意見均遵照修正及辦理。	同意
九、 主席結論：		
1. 請龍華科技大學參考本次會議審查委員及與會單位意見，針對報告內容加以修訂，整理成審查意見處理情形表加以回應，並列入期末報告內。	1. 遵照辦理。	悉
2. 幾位委員皆有提到人工判讀的部份是否有自動處理的可能性，以利未來研究成果的轉移，請研究團隊評估技術之可行性。	2. 自動化處理的部份，未來傾向發展藉由所篩選出來的 Near-Crash 事件中的跟車行為，以前方的車輛當作固定的參考物來做短時間(10~20	悉

	秒)的自動化影像換算 跟車距離的處理。	
3. 期中報告同意通過審查。	3. 敬悉。	
十、散會		

「城際客運安全駕駛行為與節能策略之研究」

期中報告審查意見表

項次	頁次	審查意見
本所運安組		
1	3	99 年度及今年度測試過程敘述，不適合作為研究背景，且與後面內容重複，建議整段移至 2.3 研究回顧中。
2	25	第三章前後測實驗規劃，建議將節能及安全指標的選取過程放在前面優先敘述，建立指標的來源包括文獻、論文及公司訪談的彙整結果，根據實驗及專業判斷而成。亦應敘述指標建立的目的，係幫助客運公司矯正駕駛最被關切的行為，且可評估教育訓練績效。
3	27	國光客運採單趟資料，桃園客運採來回資料，請注意變因控制：如路線、時段，以及後續分析上的差異。
4	29	駕駛訓練教案內容只有引用原則性的指南，而未結合已收集到的各駕駛行車資料作為教案規劃內容。應以各駕駛或車隊的方式，利用行車資料的數據及影像資料，進行教導，以作為個案性的教育內容。
5	29	教育內容應使用前面所建立的節能及安全指標，進行量化及質化的比對，以瞭解改善的績效。並回饋到調整教育內容、授課方式、授課份量、指標及模式調校等。
6	29	教育內容應具體說明授課形式，如以電腦教學、實車示範等方式，以及教師的選取方式，如公司資深駕駛、研究團隊、外聘駕訓人員等。授課時數、排課方式等，亦應敘述清楚。
7	29	意見 5, 6 建議以個案，如駕駛 001，示範執行教育訓練的流程及內容。
8	40-42	圖表引用編號有誤。

項次	頁次	審查意見
9		欠缺目前實驗執行進度及後續應完成是事項的說明，建議檢視工作項目，列出完成及未完成項目，以及後續的完成規劃。
10		未列出資料庫建立的進度說明。

附錄 2 期末報告審查意見處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫

☐期中☒期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：城際客運安全駕駛行為與節能策略之研究

執行單位：龍華科技大學

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
(一) 林佐鼎委員：		
1. 期末報告書中 Headway 的定義在第五章才呈現，但在此章前面已有多次提到 Headway 的曲線，故建議將此 Headway 指標定義章節放在第一次出現使用之處，以利讀者往後閱讀參考。	1. 依委員建議，將 Headway 指標定義章節放在第一次出現使用之處，以利讀者往後閱讀參考。	同意
2. 報告書第 80 頁，提到本次研究所使用之實驗車種屬於同款車型與同款引擎，但每輛車行駛里程所造成的車輛損耗皆會有所不同，公司基於營運需求，可能有三分之一的車輛屬於高度使用、三分之一屬於中度使用、另外三分之一則為低度使用，不同使用程度的因素可能會造成影響計算耗油數據方面的精確度。	2. 本研究今年度收集實車駕駛行為資料，車輛行駛里程已納入記錄項目中，但今年度前後測資料分析並未考量此因素之影響，委員建議意見將納入建議事項中，供未來研究參考。	同意
3. 報告書第 91 頁，曲線圖形中的秒數有不連續的情形。	3. 依據委員建議意見修改。	同意
4. 報告書第 100 頁，以 4 位駕駛者的個別之加速度次數來解釋整體燃油效率的差異，由於加速行為並不是唯一造成燃油效率好壞的因素，因此，這樣的表示可能會造成誤解，例如 7	4. 駕駛員駕駛過程中之燃油效率表現會受人車路等因素影響，加速行為只是其中之一，今年度利用前測資料進行教育訓練，除文字與個案影像	同意

號駕駛者的過重加速次數比 6 號多次，但是 7 號駕駛者之燃油效率卻優於 6 號駕駛者。建議在文字描述上和案例挑選上需斟酌考量。	外，並輔以口頭說明及雙向對談，以儘量避免受訓駕駛誤解情形發生，關於委員建議在文字描述上和案例挑選上需斟酌考量之意見，會納入建議事項中，供未來研究參考。	
5. 報告書第 114 頁，將所量測到的駕駛者前後測數據進行排序分析沒有太大的意義，建議可以直接用每位駕駛者其前後測的燃油效率差異來呈現。	5. 報告中將前後測的燃油效率數據按照其大小排序，目的在觀察駕駛者燃油效率的整體分佈狀況，期末簡報中已呈現前後測中每位駕駛者燃油效率柱狀圖分佈，可觀察每位駕駛者其前後測的燃油效率差異。後續將依委員建議，於定稿報告中補充每位駕駛者其前後測的燃油效率差異。	同意
6. 報告書第 166 頁，分析中有很多前後測指標的比較結果，建議可以多做些統計檢定，以提高數據之說服力。	6. 將依委員建議意見，就前後測指標的比較結果進行統計檢定，並補充於定稿報告中。	同意
7. 報告書第 138 頁，迴歸分析中，建議可以把其他的統計指標也都列出來，如 R square 值，以利讀者可以瞭解此資料的基本統計資訊。	7. 將依委員建議意見，於定稿報告中補充迴歸分析時如 R square 值等相關的統計指標。	同意
8. 迴歸分析中的應變數為燃油效率，而自變數是怎樣的資料類型則沒有交待清楚，請研究團隊補充。	8. 迴歸分析中的應變數為燃油效率，自變數為不同駕駛行為之時間百分比、行駛距離百分比和平均車速。駕駛行為分類係依據車速、加速度和檔位。	同意
9. 迴歸模式所得到的結論，如在某加速範圍和檔位下	9. 與桃園客運訪談過程，駕駛員檔位操作	同意

的加速行為將造成燃油效率的下降，這樣的分析結果該如何進行使用以改善駕駛者的駕駛行為？	是桃園客運關心重點，故本研究在完成前測駕駛行為資料收集後，由基本資料庫雛型篩選所需欄位作迴歸分析，初步已知檔位操作行為與燃油效率有關，此一分析目的僅在於驗證今年度所建立之基本資料庫雛型未來可依據不同需求提供所需資料數據。教導駕駛者改善行為，則以具可操作性的行為敘述教導。	
10. 本研究是分別做安全與節能，還是說是安全節能結合來一起探討呢？	10. 本研究今年度建立本土化駕駛行為資料收集設備時，在收集項目部分已同時納入安全與節能部分，並與桃客合作收集駕駛員行為資料，逐步建立基本資料庫雛型。	同意
11. 報告書中之文字錯誤請研究團隊進行修正。	11. 遵照辦理。	同意
(二)行政院環保署：		
1. 車輛怠速行為應該還包含乘客上下車、交通號誌停等或突發狀況等，但成果報告書中只有用一表格來呈現怠速行為對燃油效率之影響，建議可以補充更詳細的資料。	1. 在期末報告中所呈現的怠速行為資料是從國道路線中篩選出來的，包括塞車和緊急煞車時所產生的車輛停止，但不含乘客上下車和交通號誌停等所產生的怠速行為。但在都會區路線的確會有上述狀況而產生之怠速行為。後續將依據意見補充說明。	同意
2. 表24之表格可能是參考其他文獻或是研究團隊自行整理之研究結果，建議標示資料來源的出處。	2. 表24係研究團隊自行整理之研究結果，將依委員建議意見加註資料來源出處。	同意

3.	報告書中有引用 NHTSA 所研究之 Headway 安全指標來觀察不安全行為，但是由於美國的駕駛行為特性、道路環境和車速限制與國內差異性很大，建議在報告書中詳細說明此指標應用於國內行車環境的適用性。	3.	美國的駕駛行為特性、道路環境和車速限制的確與國內有很大的差異，因此在引用此一指標時，主要是參考其定義與分析方式來呈現於國內城際資料的分析結果。若要訂定該指標之門檻值，可會同國內交通安全領域專家共同研商。	同意
(三) 王晉元委員：				
1.	1.針對期中報告審查意見中的回覆項目，有進行修改和遵照辦理的部份，請詳細說明如何處理。	1.	遵照辦理。	請再對照期中報告事項修訂
2.	2.此研究案的後續發展為何？該系統可供桃園客運自主管理或是提供其來觀察不安全駕駛行為？或是未來各客運公司皆需透過研究團隊來為公司的節能和安全性進行評估？或者要將此機制做為教育推廣、訓練等，建議可以補充。	2.	本研究今年度旨在發展本土化駕駛行為收集設備及建立基本資料庫雛型，後續的發展規劃，將與運輸研究所討論，並納入建議事項中。	同意
3.	3.希望在研究中可以提出真正的不安全駕駛行為，及找出有危險傾向的駕駛。例如某些跟車行為、變換車道是受到車流所產生的，與其計算跟車距離次數，可以考慮計算所有駕駛者在行駛於某路段的變換車的平均次數，根據顯著的偏高次數找出危險傾向的駕駛。	3.	本研究今年度參考美國 NHTSA100-car 計畫，利用今年度發展之本土化駕駛行為收集設備及所建立基本資料庫雛型，僅就跟車行為作初步探討，不安全駕駛行為之定義，未來仍有賴於基本駕駛行為資料之收集以及會同國內交通安全相關領域之專家共同研商，委員所提意見將納入建議事項中。	同意
4.	4.簡報時提到本研究可以	4.	本研究燃油效率資	同意

<p>計算各種駕駛行為個別的燃油效率，此數據是以實際加油及行駛里程數來換算燃油效率，還是透過實驗設備計算得到有資料。</p>	<p>料數據係透過OBDII量測設備直接擷取記錄。因此，可依據分類後之駕駛行為計算個別駕駛行為的燃油效率。</p>	
<p>5. 5.團隊所開發的影像自動辨識技術其準確度如何？在夜間的表現如何？</p>	<p>5. 本研究所開發之影像辨識技術，係採半自動方式，須先經由人工觀察標定欲辨識之車輛，再計算跟車距離，並非自動辨識。若前方同時有 2 輛同顏色同車款之車輛，有能發生誤判，但仍可透過人工輔助修正。夜間部分，只要光線允許仍可運作。</p>	<p>同意</p>
<p>6. 6.油耗的前後測比對在統計分析後呈現不顯著的結果，還有部份駕駛者後測燃油效率表現變差，可能原因是否為當天車流量的影響，還是前後測的實驗都是只有做過一次，而造成數據的偏差。另外，樣本數需要夠大，才能使整體的數據有所意義。</p>	<p>6. 目前前測與後測各進行 1 次實驗，有可能造成數據偏差，此外其他可能影響因素尚包括人車路等。目前本研究已完成城際路線 30 人 1 次前測與 2 次後測；都會區路線 30 人 1 次前測及 1 次後測，樣本數應能滿足統計分析所需。</p>	<p>同意</p>
<p>7. 7.有關異常資料的刪除，應說明是把那些異常資料刪除，以及這些異常資料的異常原因。</p>	<p>7. 在前後測燃油效率的分析過程中，有將一筆燃油效率異常的數據刪除，其異常原因是其國道燃油效率遠低於其他駕駛者的國道燃油效率，一般來說國道燃油效率為 5~6 km/l，最低也有 3.5 km/l，但此筆異常資料卻只有 2.1 km/l，異常的原因是因為</p>	<p>同意</p>

	該筆資料在用程式定義國道路線和非國道路線的資料時，分析人員選錯檔案而造成路線定義上面的錯誤，故該筆資料在計算國道燃油效率時其數據已經混合了國道和非國道的燃油效率，造成最後分析的燃油效率之偏低。	
8. 8.換檔時機的研究，建議可以個別研究每一位駕駛者的換檔時機是否有不當的情形，例如一檔該換二檔沒換而造成扭力增加，或是該駕駛喜歡用低速檔行駛來保持高扭力的車況，透過這樣的分析將駕駛者挑出來，再由桃客來進行駕駛教育訓練。這樣的作法可能會比目前的研究方式更有效果和意義。	8. 此一分析目的僅在於驗證今年度所建立之基本資料庫雛型未來可依據不同需求提供所需資料數據，駕駛者之駕駛行為改善仍需仰賴交通、教育、心理、...等不同領域專家共同研商。委員所提之建議，將納入未來建議事項中。	同意
(四) 邱裕鈞委員：		
1. 本研究之目的為何？是否為建置此一駕駛行為觀測系統，如果是建置系統，此一系統之成本為何？是否有版權之問題？精確度如何？但如果目的是要進行個案研究和分析的話，這就要去探討所研究的個案是否具有代表性。兩者的研究角度是不同的，建議研究單位可以說明清楚。	1. 本研究今年度旨在發展本土化駕駛行為收集設備及建立基本資料庫雛型，駕駛行為收集設備建成本約 10 萬元左右，今年度開發之軟體版權屬於交通部運輸研究所。	同意
2. 不論建置系統或是個案分析，所收集的資料其準確度是最重要的，報告中除了有對所使用的 WII 加速規精度進行比對外，影像的資料也需要交待其計算之準確度，例如夜間是否	2. 本研究今年度所開發之影像辨識技術，係採半自動方式，須先經由人工觀察標定欲辨識之車輛，再計算跟車距離，並非自動辨識。	同意

<p>可使用或是會有換算誤差，</p>	<p>若前方同時有2輛同顏色同車款之車輛，有能發生誤判，但仍可透過人工輔助修正。夜間部分，只要光線允許仍可運作。</p>	
<p>3. 何謂不安全駕駛行為和耗能駕駛行為於報告書中並沒有定義出來，報告書中安全行為分析所使用的 Headway 指標，其實是行駛過程的 Time gate 而已，並不是真的 Headway 定義，但是否為唯一的指標。例如駕駛者的分心情形、二次動作也是不安全之行為。</p>	<p>3. 去年度研究中已回顧美國安全駕駛行為最低標準，可作為國內未來定義不安全為之參考；此外，已針對大客車駕駛行為進行分類，如起步、靠站停車、加速...等，並計算不同駕駛行為之油耗表現，今年度已撰寫程式可自動計算每位駕駛員不同駕駛行為之油耗表現，未來可進一步觀察不同行為之油耗表現，惟耗能駕駛行為之定義，仍須仰賴國內相關領域專家共同會商討論，訂定適合國內現況之門檻值。目前 Headway 指標是根據 100-Car 研究報告書中所提的指標定義，此指標並非唯一的安全指標，只是因為報告書中主要呈現本研究對跟車行為中是否有不安全的因素在其中來探討時，Headway 指標的定義將是一個具有參考價值的指標。委員所提建議，分心和二次動作亦是行駛過程中的不安全行為。</p>	<p>同意</p>

4. 研究報告中有設定 3 秒和 1.5 秒的 Headway 門檻值，前後不一致，3 秒是很嚴格的，而 1.5 秒卻是很短的，而以美國的研究是針對小客車而不是大客車，所以此門檻值的設定還有討論的空間。	4. NHTSA 從 100-Car 所收集的行車資料中，將車禍和接近車禍事件篩選出來分析並計算 Headway 後，整理出了在這些事件中，其 Headway 的次數分布情形，發現大部分的事件都集中發生在 Headway 小於 1.5 的情況下，研究中並未認定 Headway 為何值時是屬於不安全的行為，但從分析結果來說，當 Headway 小於 1.5 時事故的發生的次數是偏多的。故本研究係參考此一指標及門檻值，作為事件觸發之參考，事件中之駕駛行為是否安全，仍須仰賴人工觀察判斷。此外，Headway 門檻值之訂定，未來仍須仰賴國內相關領域專家共同會商討論，訂定適合國內現況之門檻值。	同意
5. 怠速行為會造成耗油，但是如何減少怠速的時間卻是不容易的，如何區分出其怠速行為是因駕駛者本身的行為(如急加減速)造成的還是外在環境造成的(如交通號誌、乘客上下車)，此部份需要再釐清。	5. 透過本研究 4 個行車影監視器所記錄之影像，配合人工觀察，可區分駕駛員怠速行為是因駕駛者本身的行為(如急加減速)造成或是外在環境造成的(如交通號誌、乘客上下車)。	同意
6. 研究團隊所開發的系統與澳洲的系統差異何在？是否可以收集到更多的資料、更準確、更多的自動化處理等等。	6. 本研究今年度所開發之設備，具備擴充性，可依研究需求加行車影像監視器或雷達，個別硬體設備	同意

	可隨資訊科技進步更新，內業資料處理可透過程式輔助縮短作業時程，資料庫系統可與其他資料庫(如事故資料庫)關聯作進階分析。今年度本研究所開發的系統與澳洲的系統差異，將於定稿報告中補充說明。	
7. 在燃油效率的部份有車輛的表現達到 6 km/l 以上，但一般所聽到的數值都是 3km/l 左右，因此，這部份的數據是否準確？	7. 報告中的燃油效率數據是將國道和非國道路線的資料，拆開個別去討論，委員所提到的 6 km/l 以上燃油效率是國道的資料，故會有較高的燃油效率，但佔整體行駛路線之比例較短，若將國道和非國道的資料混合計算後，所得數據與 3km/l 相近。	同意
8. 報告書上的內容需前後一致，並且花時間進行書面報告之校閱，此部份請研究單位修正。	8. 遵照辦理。	同意
(五) 蕭耀榮委員：		
1. 報告中有不少錯別字，期中報告的錯誤亦未進行修正，且部份實驗流程文件敘述方式鬆散，故需請計畫主持人在定稿前先進行校閱，以提昇報告書之閱讀品質。	1. 遵照辦理。	同意
2. 參考文獻中只有第一章部份的文獻，但第二章後段還有引述到各國的節能安全駕駛資料，故需要補充資料文獻的出處，另外，在報告書中的表 6、表 9、表 10、表 11 的只有表卻沒有文字敘述來解釋是不太	2. 遵照辦理。	同意

	恰當的，研究單位修正。		
3.	報告書中有曲線圖的部份，由於書面印製為黑白，故曲線會不容易分辨以造成閱讀上的困難，建議以不同粗細及型式之曲線來呈現。	3. 遵照辦理。	同意
4.	在加速規的比對分析後，應具體提出建議該使用何種加速規來作為研究設備使用。	4. 遵照辦理。	同意
5.	在前後測的燃油效率表格中發現有 4 位駕駛者的燃油效率於後測時提昇了超過 50%，這應當是屬於異常的資料，建議先將這些駕駛者實驗時的時間表列出，在觀察是否有車流量之因素在當中，再把不適當的資料剔除，否則這些數據將會影響整體數據的可信度。	5. 依委員建議意見，再行檢視，並於定稿報告中補充說明。	同意
6.	報告書中也有比較桃客內部實際所紀錄的燃油數據，但是從數據發現燃油效率是逐季在下降的，有提出可能的原因是氣候的關係，但這樣的理由也顯示出教育訓練之時間安排有點過晚，以至於欲觀察之結果無法看到，建議若不能從每季看出燃油效率之變化，可以換成觀察每月份的燃油效率變化。	6. 依建議意見再向桃客公司內部詢問前三年每季的燃油效率資料，並於報告定稿中補充說明。	同意
7.	在安全指標的部份，亦建議可以仿造節能指標的方式把每一位駕駛者的安全指標結果列表呈現，如此一來，比較容易看出是否在教育訓練後，其駕駛者的安全行為有如預期的有所改善。	7. 在安全指標部分目前已整理出每位駕駛者前後測跟車行為次數和 Headway 大小的平均值，後續將依委員建議意見，再進一步整理成合適的表格來呈現其前後測的改善差異，並補充於定稿報	同意

	告中。	
8. 結論建議的部份，由於團隊所測量車間距是以影像來進行換算，先前也有提到車間距的部份是否可使用超音波等設備，但礙於該團隊的研究需求，可能超音波的架設是不容易的，但也請團隊可以在報告書中建議，如果後續有其他研究單位和客運公司要進行相關研究時，在何種情況下是可以使用超音波或是使用影像換算，還有其精度如何的建議。	8. 本次與業者合作，由於實車測試並非固定一輛車，因此在設備規劃須考量易拆裝性，此外，業者並未同意本研究於車輛上安全固定設備及由車內額外供應電源，故今年度採用影像方式量測。委員建議意見，將納入定稿報告中。	同意
9. 在節能績效的部份是否可給一個具體的建議，比較能夠來解釋出說經過這樣的節能教育是有一具體的指標可以來證明這樣的節能效益是存在的。	9. 目前國外文獻在探討節能績效，主要還是以油耗作為參考指標，本研究今年度亦是採用相同方式，惟油耗表現受人車路等因素影響，節能教育係針對人，因此未來利用油耗作為節能績效指標時，車與路(環境)的影響須加以考慮。	同意
10. 目前的教育訓練都是短期的，但大家都知道駕駛者的駕駛行為會隨教育訓練結束後慢慢有恢復原有之習慣，因此，團隊是否可以建議客運業者如何有效的建立一個長期的節能安全教育訓練。	10. 依據韓國研究顯示，駕駛人的訓練效益和習性是隨時間遞減的，需要以長期的回訓制度來維持訓練的績效以達到節能和安全的目標，關於回訓週期之訂定，仍須仰賴不同領域專家共同會商討論，委員意見將納入建議事項中。	同意
11. 在研究中所撰寫之程式和所收集之資料的所有權是歸交通部運輸研究所，還是說是歸團隊所應用？	11. 所有權歸屬於交通部運輸研究所。	同意
(六) 公路總局：		

1. 針對城際客運的部份，城際和市區客運、長途和短程的部份其安全行為的項目為何？以長途客運來說，疲勞駕駛為現在重要的課題之一，但是報告中所提到疲勞駕駛的部份佔得不多，跟我們國內現況是不太一樣的。建議此部份要做些釐清。	1. 本研究今年度先建立本土化駕駛行為設備，並針對市區客運與短途城際客運建立基本資料庫雛型，委員的意見不在今年研究範圍內，但將納入建議事項中，供後續研究參考。	同意
2. 在文獻回顧的部份，建議補充韓國的環保駕駛和最新的日本環保駕駛資料。韓國的環保駕駛與本研究是不同的，韓國是成立一個安全駕駛培訓中心，並從中去執行環保駕駛訓練，由國土運輸安全部和韓國運輸管理機構共同成立，其訓練模式是以非靜態課程的模擬器來訓練，在2010年7月至2010年12月針對2167位職業駕駛人訓練時間長達8至10週。研究結果是燃油效率提昇了17.44%，油耗和二氧化碳排放則降低16.15%。	2. 遵照辦理。依委員建議，所收集韓國之環保駕駛資料彙整後將補充於報告定稿中。	同意
3. 報告書中請補充說明為何一開始要先使用澳洲的Vigil系統，並列表說明其優缺點，最後才說明為何要開發此本土化行車偵測系統。	3. 澳洲 Vigil 系統係去年度都會區計畫中，與美國2家類似功能系統比較評估後，才決定租用，由於國內在自然駕駛觀察尚處起步階段，故引進澳洲 Vigil 系統之經驗，以協助加速建置適合國內現況之本土化系統設備。後續將依委員建議，於定稿報告補充說明。	同意
4. 有關於駕駛訓練課程內容、時間多長和召訓機制	4. 國內公路總局已開始針對大客車駕駛	同意

<p>為何？請補充說明，其中會提到召訓機制是由於韓國的培訓中心研究表示駕駛人的訓練效益和習性是隨時間遞減的，需要以長期的回訓制度來維持訓練的績效以達到節能和安全的目標，擺入了駕駛者訓練的週期。故建議研究團隊可以收集此方面的資料來參考，並整理出未來可應用的部份。</p>	<p>進行回訓，本研究則是利用前測所收集之資料，透過個案分析方式，針對桃客作短期教育訓練。後續將依委員建議，於期末定稿中補充說明。</p>	
<p>5. 報告書第27頁中提到事先規劃行駛路徑來達到最少之廢棄排放，建議補充詳細資料，因為此部份日本在97年是針對小貨車，而98年則是計程車，並有規劃出即時計算最短行駛路線的系統，並整理出相關研究報告，故建議於報告書中補充此文獻資料。</p>	<p>5. 遵照辦理。後續將依委員建議，於期末定稿中補充說明</p>	<p>同意</p>
<p>(七) 車輛研究測試中心：</p>		
<p>1. 針對 OBDII 之技術說明，報告書中有提到其 OBDII 可安裝於小客車之插座，但由於使用大客車之 OBDII 系統來安裝於小客車是無法讀取到資訊的，建議進行修正。</p>	<p>1. 本計畫所使用的 OBDII 接頭都曾經實際連接於小客車和大客車的插座上，並且亦都有擷取到數據，只要車款是2007年後出廠的四期環保車都可以偵測到訊號並且擷取到行車數據。</p>	<p>同意</p>
<p>2. 另外表 17 的 OBDII 行車資訊代碼中有一為 MAF，此代碼並非瞬間噴油率，而是進氣流率。而此一進氣流率是無法計算得到耗油率等資訊的，因此，建議研究團隊說明是如何去計算求得相關燃油數據。</p>	<p>2. 在本計畫中所使用的 PCMSACN 軟體中所計算求得的燃油效率是透過直接擷取到的 MAF 數值來換算得到的。名詞上面的錯誤會修改。</p>	<p>同意</p>
<p>3. 另外，報告書第 54 頁所描述的 OBDII 所擷取到資料</p>	<p>3. 表 17 中的資料項目是列出公制的資料</p>	<p>同意</p>

和表 17 的資訊項目是配對不起來的。由於不同車輛所可擷取到參數皆有所不同，故其所收集到的說明亦會有所不同，因此，建議以此部份進行說明。	型態，而第 54 頁中所呈現的實際所擷取到的數據還包含了英制的資料，故資料項目是符合的。另外，的確不同車輛所能擷取到的參數會有所不同，但是本計畫會使用到的參數都是最基本的參數，例如車速、油門深度、引擎轉速和進氣流率等等，故從去年到今年度所測試過的車輛都可以擷取到相同的參數。	
(八) 本所運安組：		
1. 有關意見請參見書面意見。	1. 18 項意見均遵照辦理。	同意
十、 主席結論：		
1. 請龍華科技大學參考本次會議審查委員及與會單位意見，針對報告內容加以修訂，整理成審查意見處理情形表加以回應，並列入定稿報告內。	1. 遵照辦理。	悉
2. 期末報告同意通過審查。	2. 敬悉。	悉

「城際客運安全駕駛行為與節能策略之研究」

期末報告審查意見表

項次	頁次	審查意見
本所運安組		
1	35	使用 Wii 手把的作為加速規的使用，是否會有牽涉專利問題？如果使用相同功能的加速規（不作為品牌玩具使用），是否成本較為便宜？所收集到垂直方向的加速度變化值，係作為何種評估使用？
2	47	Wii 手把偵測的數據，報告內說明可以透過人為調整將誤差減低。此調整的作法、原理為何，請加以說明。

項次	頁次	審查意見
3	48	OBDII 車輛診斷系統敘述的都是小客車，與本研究的大客車不同，請說明清楚系統的適用車種、相對應的軟體是否只有 PCMSACN 一種，以及本研究採用該軟體的原因。
4	57	表 18 資料庫固定格式範例，是否所有的欄位都有數據？各欄位亦應簡要說明其定義，例如 Index、次數..。
5	64	應說明各種駕駛行為的參數設定預設值，可否另行設定，有無定義參數的合理上下限。
6	73	資料庫可否展示成如同國外類似系統的介面播放，將行車位置地圖、四格影像、縱向橫向加速度及速度等數據曲線整合在同一畫面？
7	77	資料庫系統如何產生自動化的評估報表，可以根據節能及安全指標針對各人、各趟車次的績效值進行比較，以利公司管理階層、駕駛瞭解。
8	77	每筆駕駛人的資料容量有多大？後製處理作業所花費的人工、設備、車上註記的總時間為多少？跟時間是否成等差或等比增加？建議計算一單位時間的比率，以瞭解整個作業流程的所需成本。
9	77	若不加上車上人工註記，可否產生另一種最簡單的節能安全績效比較，以利客運公司迅速得到初級資料進行管理。跟正式完整分析流程的時間差異是多少？
10	77	影像半自動辨識技術，對於作業流程的節省效率為何。應多說明未來應用的範圍。
11	84 97	Headway 的定義請先敘述清楚，97 頁的指標選擇，請再以列表方式依節能及安全類別呈現，以使讀者易於瞭解。
12	99	表 24 最後一列未呈現數據，請補足。
13	113	會產生異常的資料，是因為人為因素還是儀器設備的因素？如何判定？29 筆資料跟原規劃的 150 人次的差異，要如何完成？請再補充發生此現象的原因及後續處理方法。

項次	頁次	審查意見
14	120	有關燃油效率的部分，最大的因素是季節性影響，7-9 月會使用空調導致燃油效率最低。為凸顯教育訓練的效果，建議應以短期間進行初步比較：如 9 月初辦理訓練後，最好在一個月內（10 月）再進行比較，以減少季節及學習效果遞減因素。
15	126	Headway 平均值及事件次數似乎都可以作為安全指標的參考，都有助於安全的增加，建議可以互相對照使用。
16	127	塞車需要透過人工加以判別，可否用平均速率比較？根據不同路段（國道、市區道路或甚至單位里程），篩選出相對較低速的樣本進行比對，也建立塞車具量化性的標準。
17	130	請依照本次耗油提昇效率，考量規模，如全公司、群組車隊或某條路線，依據時間長度，如：一個月、半年或一年，視算出節省的燃油數量及成本（安全指標亦同），以幫助業者更瞭解本研究的貢獻程度。
18	132	請列表敘述最後定案的駕駛行為分類。

附錄 3 客運公司訪談紀錄

訪談時間：100 年 3 月 18 日
訪談地點：桃園客運總站 3 樓
與會人員：許峻嘉(龍華科大)、楊世勳課長(營運課)、呂廠長(修車廠)
<p>會議摘要：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1). 桃客原則是採 1 人 1 車為原則，AB 班少數。加油方式係由駕駛者自行處理，約每 2-3 天加一次油，桃園有自己的加油站，採電腦連線，公司可以直接記錄每次的加油量，作為計算油耗依據。 (2). 里程計算方式與國光相同，公司會針對行駛路線訂定標準里程，若有額外要求駕駛者配合，會以憑單方式加計里程，與國光類似。 (3). 油耗計算採旬報(10 天)、月報、季報方式，觀察駕駛者油耗表現，油耗標準訂定係依據站別、車輛年份、廠牌、車型等，並以前 3 年之平均值(會加減某個數值作為區間)作為參考依據。桃客全為手排車。 (4). 油耗表現獎懲，以每季計算 1 次，先計算每位駕駛者(須行駛超過基本里程 7500 公里，公車 6000 公里)的油耗(km/l)，若是大於前 3 年之平均值(會加減某個數值，作為區間)，則以其油耗(km/l)*里程*當時油價*30%，作為節油獎金；若是小於前 3 年之平均值(會加減某個數值，作為區間)，則以其油耗(km/l)*里程*當時油價*20%，作為扣除獎金的依據。 (5). 油耗表現較差之駕駛者，先以換車方式，確認是否為車輛因素造成，與國光作法類似。 (6). 油耗表現較差之駕駛者，會安排教育訓練(須達一定人數後才辦理)，授課方式係邀請車輛廠商到公司進行課堂講習。 (7). 行車保安部分，分為 3 類，包括「年度例行教育訓練」、「新進駕駛者訓練」、「矯正訓練(服務態度不佳、未依號誌、...)」，其中僅「年度例行教育訓練」會邀請學界、桃園交通隊到公司講習；餘「新進駕駛者訓練」以及「矯正訓練」，則是由公司幹部擔任。教育訓練均為課堂課，無安排實車操作駕駛。 (8). 桃客經驗：部分資深駕駛之駕駛習慣較無法跟上現有車輛科技更新，不易進行行為矯正。目前尚未將駕駛習慣佳且有經驗之駕駛人，納入教育訓練講習操作示範中。但各站的班長及站長在實務面上，可提供駕駛者駕駛時，在保安及節油方面應注意事項，後續會再安排進一步訪談。 (9). 超速是目前桃客在行車保安上的觀察重點。目前桃客先以「提昇服務品質」為優先考量，駕駛者個人駕駛行為矯正，仍有進步空間。 (10). 行車保安與節油評估指標為：油耗與零件耗損。 (11). 怠速耗油，車輛廠商曾提供桃客參考數據：怠速 3 分鐘，約耗油 90~100cc 的油。

此頁空白

附錄 4 新加坡出國報告

一、行程紀要

本次行程係於台灣時間 99 年 8 月 15 日至 8 月 17 日，赴新加坡參訪 ComfortDelGro Driving Centre Pte Ltd.以及 SBS Transit Ltd。行程目的在於了解澳洲 Vigil 實際應用於駕駛教育訓練情形，以作為國內未來引進相關系統參考依據。

本次行程為期 3 日，相關行程內容如下所示：

日期	行程內容
99/08/15	前往新加坡
99/08/16	參訪 ComfortDelGro Driving Centre Pte Ltd.以及 SBS Transit Ltd
99/08/17	自新加坡返回桃園機場

二、參訪情形與心得

今年度本研究團隊執行「都會區客運安全駕駛行為與節能策略之研究計畫」，先透過對各國行車偵測設備的軟硬體功能進行評估，並與甲方交通部運輸研究所討論後，決定引入澳洲 VigilVanguard 行車偵測系統。由於國內過去並無引進該系統之經驗，因此在此系統引入台灣的前夕，本研究團隊請澳洲 Vigil 公司聯絡已導入 VigilVanguard 行車偵測系統並實際運作之國外業者，安排參訪事宜。

ComfortDelGro Driving Centre Pte Ltd.為新加坡當地駕駛訓練學校，有引進 VigilVanguard 行車偵測系統，輔助駕駛訓練。參訪當天，ComfortDelGro Driving Centre有將 VigilVanguard 安裝於小客車上，並且實際操作。ComfortDelGro Driving Centre 利用 2 年多的時間，以該中心的學員為樣本，收集駕駛行為資料，並據以訂出數個安全指標及門檻，同時實際用於該中心之駕駛訓練課程中。



圖 1 新加坡 ComfortDelGro Driving Centre Pte Ltd.



圖 2 與新加坡 ComfortDelGro Driving Centre Pte Ltd. 交流訪問

SBS 是新加坡規模最大之公車公司，旗下車隊約有 3000 輛 250 條行駛路線。該公司所建立之定期回訓制度係以 2 年為 1 個週期，但是若有駕駛員發生肇事，立即回訓，不受 2 年之限制。每次回訓時間為 1 天，課程內容除了靜態教室課程之外，尚包括實車駕駛。該公司實車駕駛回訓，係於固定用於訓練用之大客車上安裝 VigilVanguard 系統，並由該公司訓練教官(由資深駕駛員中遴選，專職負責駕駛員回訓業務)擔任指導員，使用 VigilVanguard 系統記錄回訓駕駛員之行為，

實車訓練後立即以 1 對 1 方式進行講解，協助改善不良習慣。實車訓練係於該公司之訓練場地內進行。新加坡 SBS 公司與 Vigil 公司已有多年的合作經驗，並且租借了三套 VigilVanguard 行車偵測系統來進行新加坡職業駕駛者的訓練，多年的使用下來在職業駕駛人的不良駕駛行為修正和肇事率的降低方面都具有一定的效益。

此頁空白

附錄 5 美國研討會出國報告

赴美國參加第 3 屆道路安全與模擬國際研討會出國報告

一、行程紀要

本次行程係於台灣時間 100 年 9 月 13 日至 9 月 16 日，赴美國參加第 3 屆道路安全與模擬國際研討會，進行論文發表以及收集相關資料，為期 5 日。相關行程內容如下所示：

日期	行程內容
100/9/13-100/9/14	前往美國印地安那玻里斯
100/9/14-100/9/16	赴美國參加第 3 屆道路安全與模擬國際研討會，並發表本計畫研究成果論文
100/9/16-100/9/17	自美國返回桃園機場

本次研討會於印第安納波利斯政府中心裡會議中心舉辦，與會人員共來自超過 35 個國家，439 位論文發表者。第 3 屆道路安全與模擬國際研討會議程，請參見附件資料。此外，本次會議是採用論文發表方式，每場區分成不同主題來進行，分別於 1 個大型會議室和五個中型會議室，被分類到同一主題的論文發表者將就其學術研究之見解來進行研究結果的簡報，並由各參與人員自由提問，進行意見交流。

二、第 3 屆道路安全與模擬國際研討會簡介

第 3 屆道路安全與模擬國際研討會於今(100)年 9 月 14 日至 16 日於美國印地安那玻里斯之印地安那市政會議中心(Indiana Government Conference Center)舉辦。本次國際研討會係由普渡大學道路安全中心(Center for Road Safety, Purdue University)以及 TRB(Transportation Research Board)共同主辦。本次研討會共計分為下列 10 項主題，希望能夠透過駕駛模擬、自然駕駛觀察、…等研究方法，探討車禍事故潛在肇因及模式，提供未來道路安全管理之參考。

1. Driving simulation
2. Naturalistic driving

3. Surrogate measures of safety
4. Safety modeling
5. Applications
6. Roadway design
7. Human factors
8. Emerging technologies
9. New research methods
10. Crash causality

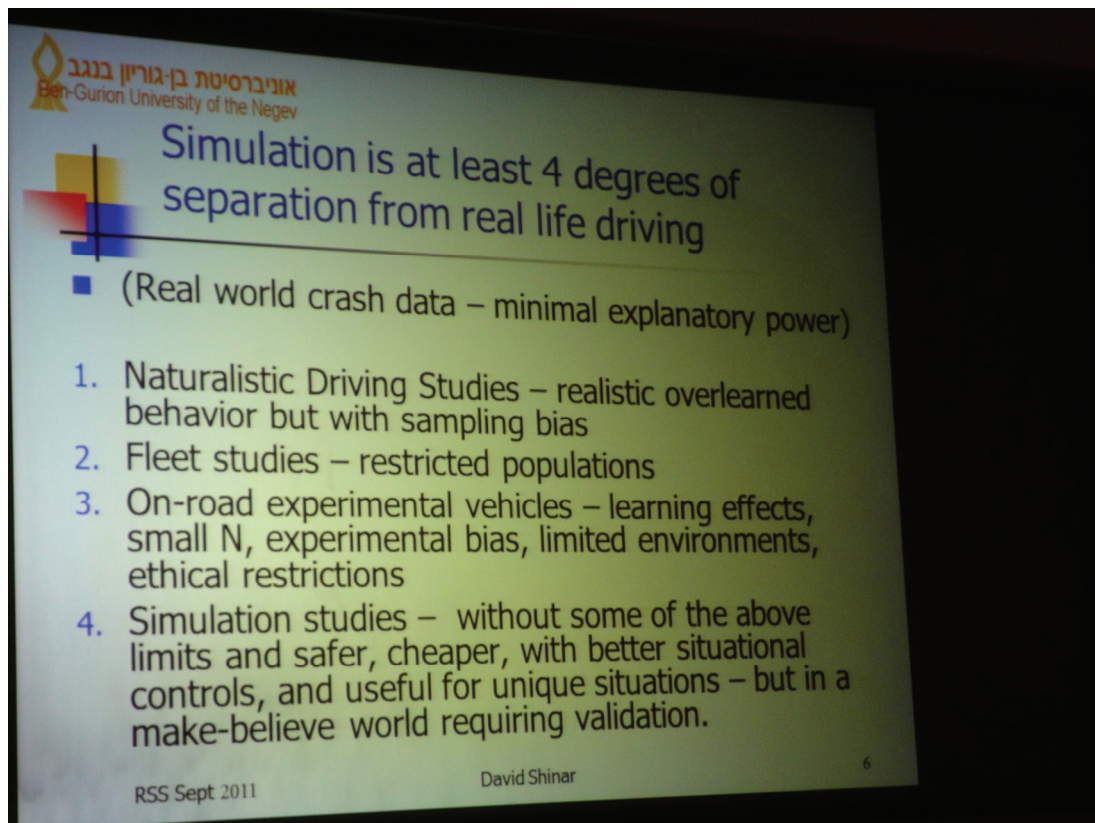
由於國際上關於使用儀器車進行自然駕駛之相關研究不多，主要以歐美為主。第 3 屆道路安全與模擬國際研討會的主題之一，即為自然駕駛觀察 (Naturalistic driving)，且本研討會匯集國際主要先進國家代表與會，會議中會有多項研究成果發表，參與本研討會除可瞭解自然駕駛觀察、駕駛模擬、道路安全未來發展趨勢，亦可與各專家學者進行資訊交流，對於增進國內道路安全管理將會有很大助益。



三、與會心得

在本屆道路安全與模擬國際研討會中，分別邀請 David Shinar 以及 Fred Mannering 擔任 Keynote Speakers，其中 David Shinar 是 TRB Committee on Simulation and Measurement of Vehicle and Operator Performance 的成員之一，過去曾獲邀參加 30 餘場的國際研討會發表演講，David Shinar 已發表 150 餘篇研究論文，並著有 Traffic Safety and Human Behavior 一書。以下僅就 David Shinar 在本屆道路安全與模擬國際研討會的演講內容係以”The Things We measure, the Things We Can and Cannot measure, and the Things We Should measure in Driving Simulation”為主題，內容涵蓋目前國際上駕駛模擬相關研究進展，同時也比較 Naturalistic driving、Fleet studies、On-road experiment、Driving simulator 彼此之間的不同點及適用性。





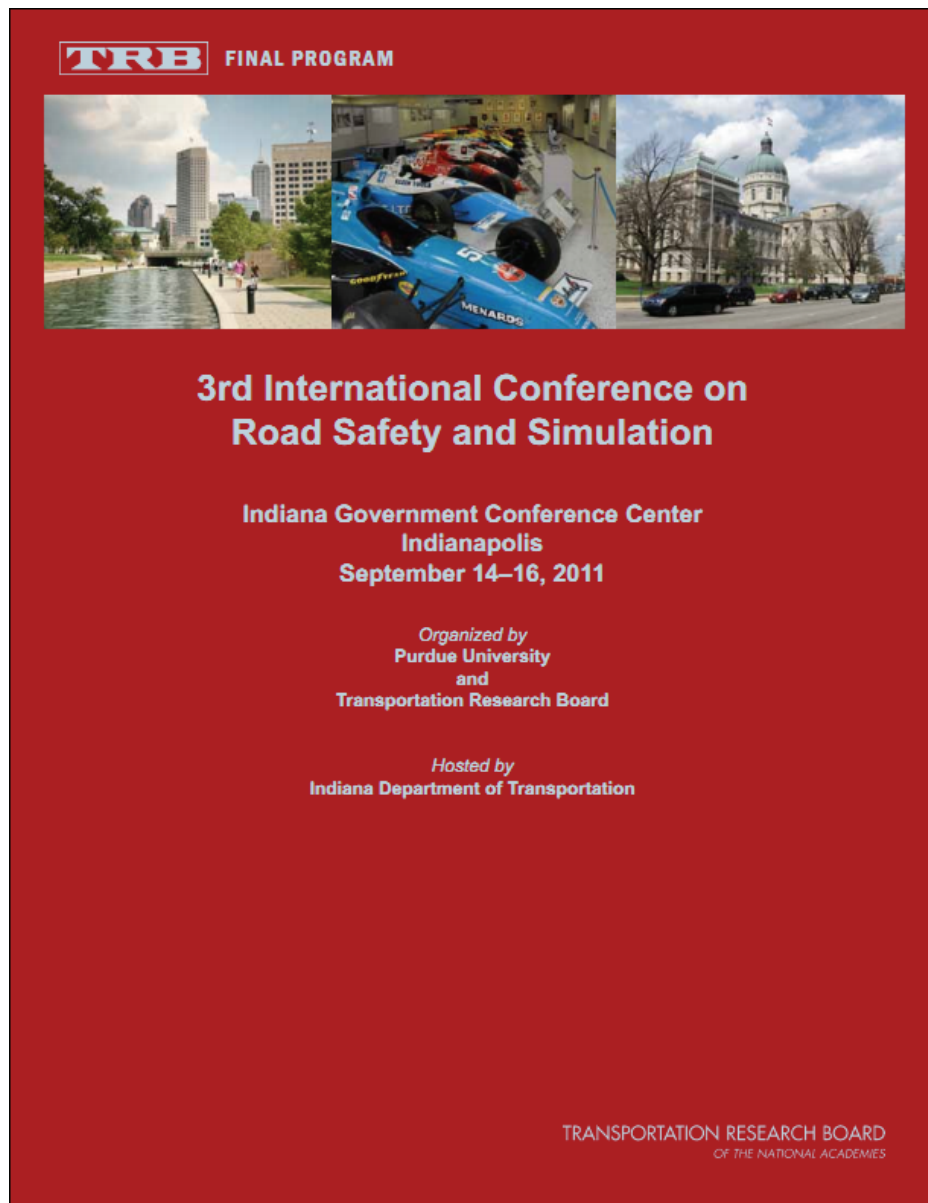
本屆道路安全與模擬國際研討會共計安排 10 項主題，分別在為期 3 天的研討會中進行論文發表，由於本研究係利用自然觀察法探討駕駛行為，因此在本次研討會中，主要針對「Naturalistic driving」和「Driving simulation」之論文發表場次以進行研究交流。

四、建議

1. 國內目前在自然駕駛觀察屬起步階段，本屆研討會中尚有國外學者應用美國 100-car 計畫所收集之資料進行分析，目前除歐美等國之外，已有國家開始利用自然駕駛觀察法進行交通安全研究，建議國內未來應持續注意國外發展現況，以與國際接軌。
2. 國外目前在進行交通安全探討所使用之方法與國內相似，包括事故資料、駕駛模擬器、自然駕駛觀察等，本屆研討會對於交通安全探討較為全面，在為期 3 天的研討會中，可以瞭解世界各國如何因應其國內需求，由不同角度切入交通安全議題。

五、攜回資料名稱及內容

本次研討會所給予之資料為所有被研討會接受之投稿論文之電子檔，包含 170 篇研究文獻全文和研討會各研究主題之報告議程手冊。



六、其他

研討會議程

2011/09/14 星期三		
8:00-17:00	研討會報到	
9:00-10:00	會議開幕	主會議室
10:00-10:20	中場休息	
10:20-noon	基調演講	主會議室
Noon-13:20	午餐休息	
13:20-14:55	Driving Simulators-Behavior I	主會議室
	Surrogate Measures of Safety I	會議室 B
	Distraction, Stress, and Fatigue	會議室 A
	Simulation of Crashes and Risk	會議室 C
	Safety Policy and Management	會議室 4 和 5
14:55-15:25	中場休息	
15:25-17:00	Driving Simulators-Behavior II	主會議室
	Surrogate Measures of Safety II	會議室 B
	Distracted and Impaired Driving	會議室 A
	Statistical Modeling of Crashes-Methodological Considerations	會議室 C
	Safety Planning and Management	會議室 4 和 5
2011/09/15 星期四		
8:00-9:35	Driving Simulators—Performance I	主會議室
	Safety Evaluation with Surrogate Measures I	會議室 B
	Driver Performance and Behavior	會議室 A
	Statistical Modeling of Crashes	會議室 C
	Modern Safety Management	會議室 1 和 2
9:35-10:05	中場休息	
10:05-11:40	Driving Simulators—Performance II	主會議室
	Safety Evaluation with Surrogate Measures II	會議室 B
	Behavior-Focused Safety Improvements	會議室 A
	Crash Data Modeling and Analysis	會議室 C
	Regional Safety Consideration	會議室 1 和 2
11:40-13:20	午餐休息	
13:20-14:55	Naturalistic Driving I	主會議室
	Road Design and Safety	會議室 B
	Risk Perception and Aggressive Behavior	會議室 A
	Statistical Analysis of Crashes I	會議室 C

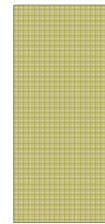
	High-Crash Locations	會議室 4 和 5
14:55-15:25	中場休息	
15:25-17:00	Naturalistic Driving II	主會議室
	Micro-simulation for Safety Modeling	會議室 B
	Modern Technologies	會議室 A
	Statistical Analysis of Crashes II	會議室 C
	Safety Management	會議室 4 和 5
18:30-21:30	晚宴	O'Bannon Great Hall
2011/09/16 星期五		
8:00-9:35	Naturalistic Driving III	主會議室
	Traffic Flow Elements	會議室 B
	Bicycle Safety	會議室 A
	Safety at Intersections	會議室 C
	Road Pavement and Safety	會議室 1 and 2
9:35-9:55	中場休息	
9:55-11:30	Image-Based Safety Analysis	會議室 B
	Vehicle-Focused Analysis	會議室 A
	Case Studies	會議室 C
11:30-noon	會議閉幕	主會議室

此頁空白

附錄 6 期末簡報

城際客運安全駕駛行為與節能策略之研究

執行單位：龍華科技大學
主持人：許峻嘉 博士



簡報大綱

- 計畫背景、目的
- 工作項目及研究架構
- 外業調查系統雛型
- 內業資料處理
- 駕駛行為資料庫雛型及應用
 - 初步統計、個案分析、教育訓、進階統計
- 結論建議

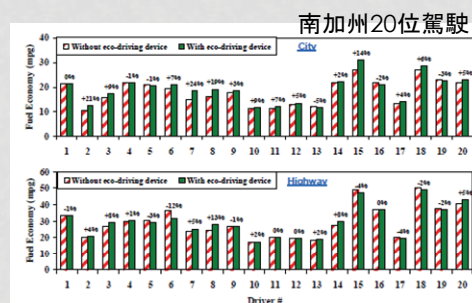
計畫背景

- 因應節能減碳，國內外除發展替代能源外，並已開始積極推動環保駕駛（Eco-driving）
- 環保署與和欣客運合作，透過環保駕駛教育訓練，發現良好駕駛狀態將提高13.5%燃油效率（1年約可省3億燃油支出）

尚缺乏細部駕駛行為與能源消耗關係的相關研究!!

- 2010加州大學運輸中心探討環保駕駛訓練成效

- 市區道路油耗改善6%
- 城際公路油耗改善1%



計畫背景

- 人為因素為國內主要肇因，人為因素也可能受外在環境影響（道路設施/線形/鄰車等）
- 不安全駕駛行為常伴隨車速不順、行向急轉、加減速很大，也會耗費能源
- 國外開始透過自然觀察研究安全駕駛行為
 - 美國100-Car與100-Motor計畫
 - 歐盟PROLOGUE計畫與2- Be-safe 計畫



計畫目的

- 建立本土化自然駕駛行為資料蒐集(外業)、標準作業方法(內業)以及資料庫雛型
- 利用自然駕駛行為資料配合桃客需求，以實際案例設計教育訓練教材
- 利用上述教材進行教育訓練，進行前後測比較探討

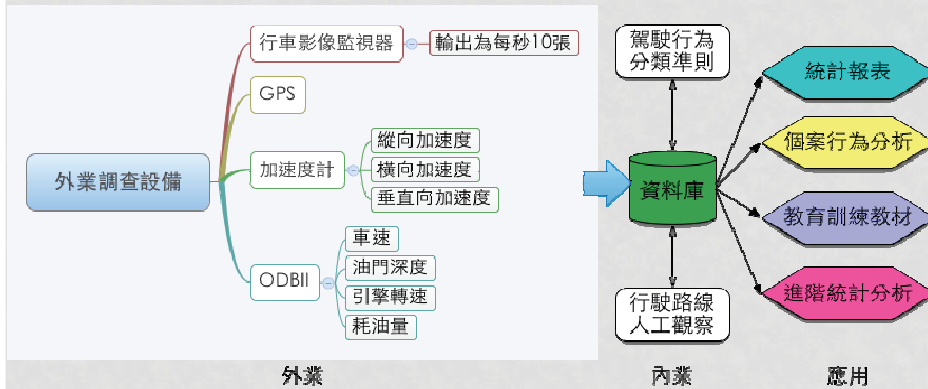
5

工作項目

- 建立駕駛行為偵測系統
- 收集初次駕駛行為資料
- 建立駕駛行為資料分析準則及技術雛形
- 進行駕駛行為教育訓練
- 進行教育後駕駛行為資料收集與績效評估
- 建立駕駛行為資料庫管理系統雛形

6

研究架構



7

VIGIL

- Vigil Vanguard外業資料收集
 - 基本模組：4 video、1 GPS、1 加速度計
 - 進階模組(本研究未租用)：跟車距離、ODBI
- Vigil Manager資料庫管理系統
 - Vigil Vanguard所收集資料須上傳
 - 可與其他資料庫關聯，但須提供給Vigil



8

VIGIL與本研究設備比較

量測設備	Vigil	本研究
影像	有(4個，可擴充但受限於HUB port)	有(4個，使用行車影像監視器，可擴充)
GPS	有	有
加速度計	有	有
跟車距離	有(未租用，校正後須固定於車上)	有(利用影像處理)
ODBI	有(未租用)	有
資料庫管理	有	有

Vigil資料庫僅能作一般資料管理，加速度門檻只能設定1組

9

本研究開發之外業系統

- 行車影像監視器、GPS、加速度計(ADXL330)、ODBI、駕駛行為記錄軟體

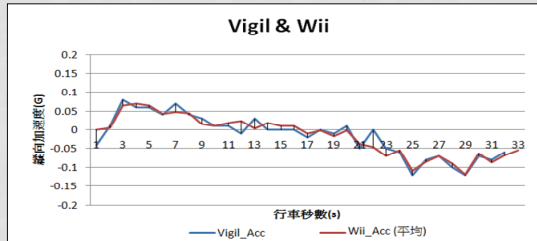


人工記錄：變換車道、...
輔助駕駛行為分類內業處理

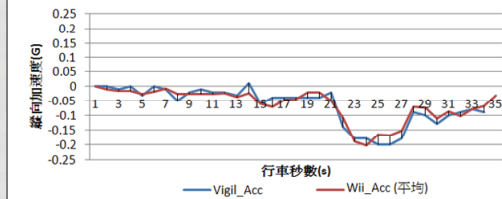
10

加速度計比對

- Wii(ADXL330) vs Vigil

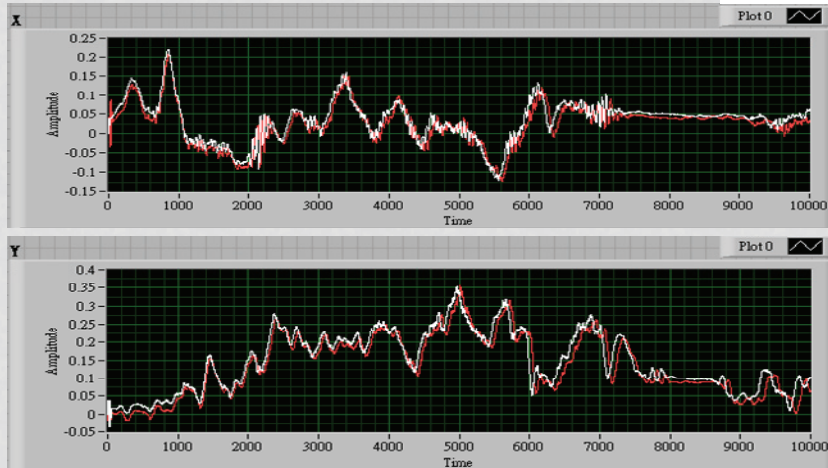


Vigil & Wii

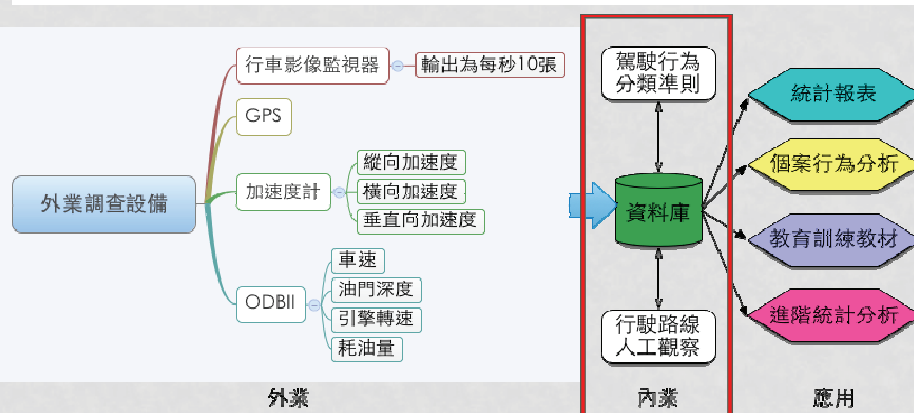


加速度計比對

- Wii(ADXL330) vs phidget spatial3/3/3



內業資料處理



13



人車路



駕駛員操控車輛(油門/煞車/方向盤)
觀察行駛路線路況



位置(GPS)、速度、加速度

14

內業資料處理-駕駛行為分類

行為分類	行為定義
起步行為	計算間隔 $\Delta t=5$ 秒，車速 $=10\text{km/h}$
停車行為	計算間隔 $\Delta t=5$ 秒，車速 $=10\text{km/h}$
中等加速	中等加速度閾值 $=0.6\text{m/s}^2$
過重加速	重度加速度閾值 $=1.3\text{m/s}^2$
中等減速	中等加速度閾值 $=-0.6\text{m/s}^2$
過重減速	重度加速度閾值 $=-1.5\text{m/s}^2$
滑行行為	油門深度值 $\leq 5\%$ ，持續時間 ≥ 3 秒以上
怠速行為	車速 $v=0\text{km/h}$
左轉行為	利用影像判斷左右轉的起始點。 起點定義：轉彎前車頭超越停止線的時候。
右轉行為	終點定義：轉彎後車身中間到達斑馬線的時間。
穩定行駛	分析完成上述的駕駛行為之後，剩下尚未定義的秒數資料，根據車速值來分類成不同車速等級之穩定行為

5

內業資料處理-駕駛行為分類

- 依據駕駛行為分類撰寫程式縮短處理時間
- 後續可計算不同駕駛行為耗油、...等

App Vigil 數據處理

駕駛紀錄

起步行為
計算間隔 $\Delta t =$ 5 秒
車速 \geq 10 km/h

停車行為
計算間隔 $\Delta t =$ 5 秒
車速 \geq 10 km/h

加速行為
中度加速度閾值 = 0.6 m/s^2
重度加速度閾值 = 1.3 m/s^2

減速行為
中度減速度閾值 = -0.6 m/s^2
重度減速度閾值 = -1.5 m/s^2

滑行行為
油門深度值 \leq 5 %
持續時間 \geq 3 秒

耗油修正
車速 < 0 耗油量 < 0 修正 = 0.1 km/l

OBD1 耗油量 Max = 5 l/h

OBD1 耗油量 Max = 50 l/h

OBD2 耗油量 Max = 4.218 l/h

OBD2 修正係數 = 32.418

1. 駕駛行為參數設定

駕駛編號
20411
20418
20428
20528

行為分類
OBD 耗油設備選擇
☒ OBD 1
☐ OBD 2
☐ OBD 3

step1 駕駛行為分類

step2 耗油量修正計算

step3 儲存與輸出

2. 選擇測試時使用的耗油設備

3. 耗油量分析結果

駕駛編號: 20428

行為分類	總秒數	平均車速 km/h	平均耗油量 km/l
起步行為	569	7.949	0.297
停車行為	575	8.727	1.192
中等加速	1224	26.450	1.113
過重加速	181	23.271	0.613
中等減速	170	18.576	3.619
過重減速	9	18.111	3.622
滑行行為	503	16.883	2.139
怠速行為	2456	29.083	2.476
左轉行為	3568	0.000	0.000
右轉行為	192	18.125	1.231
合計	19,646	1.950	0.000
左轉行為	147	18.592	0.990

左右轉彎時車速=0

行為分類	總秒數	平均車速 km/h	平均耗油量 km/l
左轉行為	192	18.125	1.231
右轉行為	147	18.592	0.990

A 起步每秒統計

秒數	總秒數	平均車速 km/h	平均耗油量 km/l
0	114	0.000	0.000
1	114	4.456	0.185
2	114	8.198	0.245
3	114	11.895	0.324
4	113	14.796	0.432

B 停車每秒統計

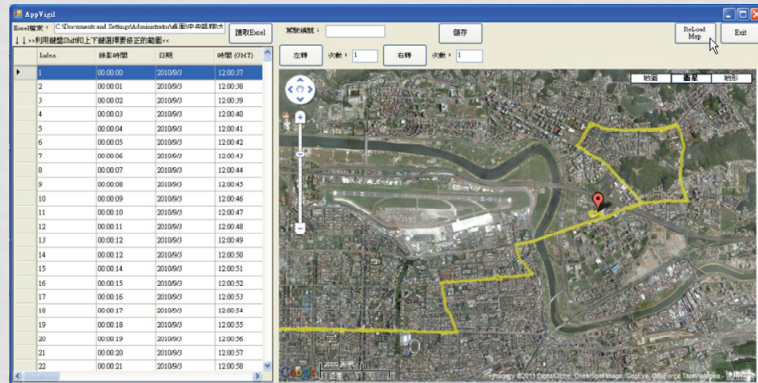
秒數	總秒數	平均車速 km/h	平均耗油量 km/l
0	115	16.191	2.197
1	115	12.826	2.533
2	115	9.052	1.810
3	115	5.262	1.112
4	115	0.000	0.000

C 1 中等加速分析

16

內業資料處理-駕駛行為分類

- 左右轉駕駛行為判斷程式：結合GIS地圖並且透過影像來進行準確的轉彎行為定義



17

內業資料處理-行駛路線觀察

- Step1:觀察影像建立路線設定檔(設定檔包括起始里程、終點里程、該路線名稱、道路形態、車道類型、車道數、車速限制、左右轉行為)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Start(m)	End(m)	Road_num	Road_type	Road_ID	車道類型	車道數	車速限制	駕駛行為
2	0	45	9025A	R		1.1.混合式車道	2	40	L
3	45	314.44	9025A	R		2.1.混合式車道	2	40	S
4	314.44	385.28	9025A	R		3.1.混合式車道	2	40	L
5	385.28	831.11	9025A	S		4.1.混合式車道	2	40	S
6	831.11	1748.06	9025A	S		5.1.混合式車道	2	40	S
7	1748.06	2363.46	9025A	S		6.2.區分快慢車道	3	40	S
8	2363.46	2588.62	9025A	N		7.3.交流道	1	60	S
9	2588.62	4090.99	9025A	N		8.4.國道	4	100	S
10	4090.99	41319.45	9025A	N		9.3.交流道	3	60	S
11	41319.45	42664.24	9025A	R		10.1.混合式車道	4	40	S
12	42664.24	42739.04	9025A	R		11.1.混合式車道	4	40	L
13	42739.04	44207.19	9025A	R		12.1.混合式車道	4	40	S
14	44207.19	44288.19	9025A	R		13.1.混合式車道	4	40	L
15	44288.19	44666.63	9025A	R		14.1.混合式車道	2	40	S



透過影像可判斷目前行駛路線為：區分快慢道路、車道數為3、駕駛行為為直行

18

- Step2:選擇要比對的駕駛編號和瀏覽照片位置並載入該路線的路線檔。
- Step3:最後再進行起點里程修正，和路線比對，資料也匯入資料庫。

The screenshot shows a software interface for processing route data. It includes a list of driver IDs on the left, a central table for route segments, a right panel for time and distance settings, and a bottom section with a map and a video frame.

Start(m)	End(m)	Road_name
0	428.33	9025B
428.33	497.22	9025B
497.22	1959.723	9025B
1959.723	2027.78	9025B
2027.78	2440	9025B
2440	3025.56	9025B
3025.56	4077.22	9025B

Right Panel Data:

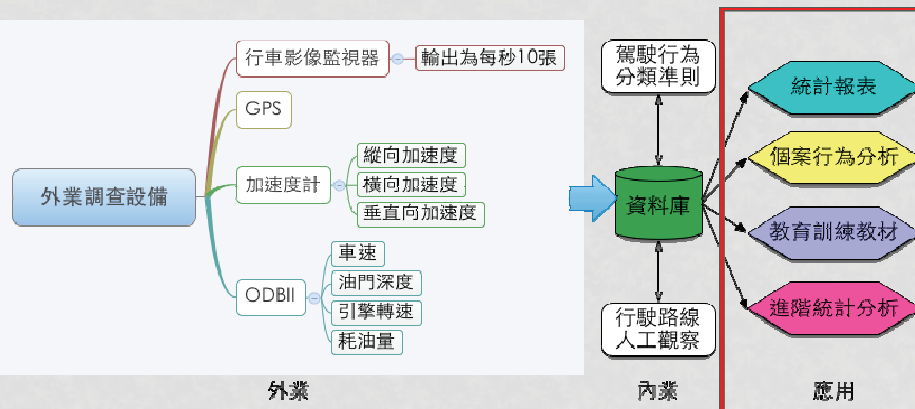
Logindex	PlayTime
243	00:04:01
244	00:04:03
245	00:04:04
246	00:04:04
247	00:04:05
248	00:04:06
249	00:04:07
250	00:04:09
251	00:04:10
252	00:04:11

Buttons: 起點里程修正 (4), 路線設定比對 (5), 節能指標計算

資料庫欄位

- 現有包括人、車、路三類，合計42個欄位
- 人：駕駛編號、駕駛行為、油門深度、實驗時間、錄影時間.....等等。
- 車：橫向加速度、縱向加速度、垂直加速度、車速、轉速、行駛里程.....等等。
- 路：經度、緯度、路線型態(國道、省道、縣道、市區道路)、車道類型(混合式車道、區分快慢道路、交流道、國道)、車道數、車速限制.....等等。

駕駛行為資料庫雛型應用



21

初步統計

資料庫雛型可自動產生

駕駛編號	燃油效率	怠速時間百分比	中度加速時間百分比	重度加速時間百分比	中度減速時間百分比	重度減速時間百分比	超速時間百分比
	km/l	%	%	%	%	%	%
1	5.2	2.54	0.84	0.03	1.32	0.03	1.01
2	5.1	0.03	2.24	0.06	3.49	0.00	5.47
3	5.0	3.23	2.87	0.00	3.11	0.06	7.20

The screenshot displays the AppKrc2 software interface, which is used for driving behavior analysis. It includes several panels:

- 1. 駕駛行為參數設定 (Driving Behavior Parameter Setting):** Allows users to set various parameters for data collection and analysis.
- 2. 選擇測試時使用的燃油設備 (Select fuel equipment used during testing):** A section for selecting the appropriate fuel equipment for the test.
- 3. 耗油量分析結果 (Fuel Consumption Analysis Results):** Displays detailed analysis results, including fuel consumption rates and percentages for different driving conditions.

On the right side of the interface, there is a summary table showing key metrics:

駕駛編號	總秒數	平均速度km/h	平均耗油量km/l
1	569	7.849	0.297
2	1224	26.450	1.113
3	181	23.271	0.613
4	170	18.576	3.619
5	9	18.111	3.622
6	903	16.885	3.139
7	2456	29.085	2.476
8	3668	0.000	0.000
9	192	18.125	1.231
10	19.646	1.950	
11	147	18.592	0.990

22

初步統計



初步統計

選擇欲探討駕駛者

選擇加減速行為

加速值分類等級

ACCESS資料庫篩選介面

計算發生次數

計算特定駕駛者之加減速指標

LogID	Log1	Log2	LogIndex之筆數	Vehicle_Speed之平均
1 978769A1	C	2	88	18.4680918
2 978769A1	C	3	20	12.93285
3 978769A1	C	4	6	10.0
4 978769A1	D	5	32	24.8426875
5 978769A1	D	4	10	28.8777
6 978769A1	D	5	6	20.1403333

匯出之EXCEL資料

駕駛行為	加速度值	行為次數
加速行為	$0.05G < |a| \leq 0.075G$	88
加速行為	$0.075G < |a| \leq 0.10G$	20
加速行為	$0.10G < |a| \leq 0.125G$	6
加速行為	$|a| > 1.25G$	0
減速行為	$0.05G < |a| \leq 0.075G$	0
減速行為	$0.075G < |a| \leq 0.10G$	32
減速行為	$0.10G < |a| \leq 0.125G$	10
減速行為	$|a| > 1.25G$	6

個案分析

主要在分析變換車道和過重減速後跟車距離

1. 找出人工註記變換車道時間點，選出跟車距離過近的案例。

The screenshot displays a software interface for analyzing driving data. On the left, a list of events is shown with columns for 'LogDate', 'PlayTime', and 'Event'. A specific event is highlighted. On the right, a grid of video frames shows a driver's perspective from inside a vehicle, with a red circle indicating the driver's head. Below the video frames, there are controls for playing and pausing the video. Red text annotations are present: '1. 由觀察行為的變換車道找出我們要的事件時間點' (1. Find the event time point by observing the lane change behavior) and '2. 再由影像判斷是否跟車距離過近, 若符合即為我們要的案例' (2. Then judge from the image whether the following distance is too close, if it meets the criteria, it is the case we want).

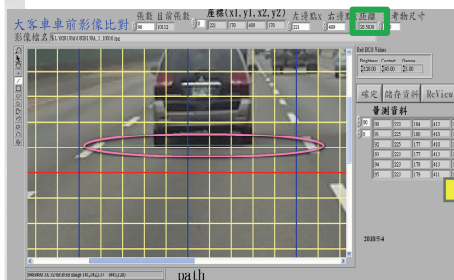
25

個案分析

(2) 程式自動判斷(縱向加速度、...)

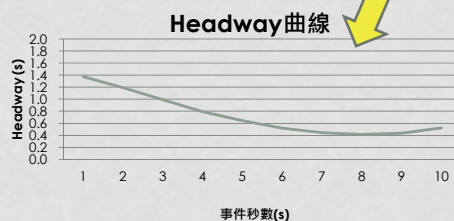
The screenshot displays a software interface for analyzing driving data. On the left, a list of events is shown with columns for 'LogDate', 'PlayTime', and 'Event'. A specific event is highlighted. On the right, a grid of video frames shows a driver's perspective from inside a vehicle, with a red circle indicating the driver's head. Below the video frames, there are controls for playing and pausing the video. Red text annotations are present: '1. 由程式判斷的行為中找出過重減速或中等減速' (1. Find the over-deceleration or medium deceleration from the behavior judged by the program) and '2. 再由影像判斷是否跟車距離過近' (2. Then judge from the image whether the following distance is too close).

26



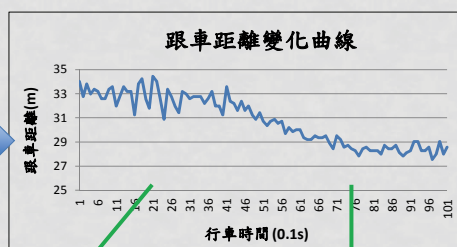
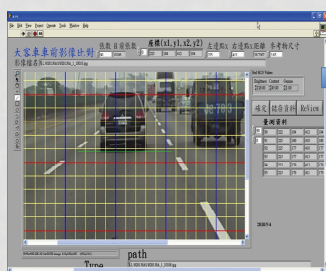
事件秒數(s)	行車秒數(s)	橫向加速度(G)	縱向加速度(G)	車速(km/h)	引擎轉速	油門深度值(%)	跟車距離(m)
1	2611	0.016	-0.048	95	2145	0.4	36.20
2	2612	0.049	-0.152	94	2113	0.4	31.10
3	2613	0.042	-0.177	90	2026	0.4	24.81
4	2614	0.011	-0.216	86	1923	0.4	18.87
5	2615	-0.004	-0.155	79	1765	0.4	14.15
6	2616	-0.054	-0.15	77	1734	0.4	11.09
7	2617	0.016	-0.119	74	1648	0.4	9.20
8	2618	-0.004	-0.065	72	1633	0.4	8.24
9	2619	-0.005	-0.138	71	1583	0	8.59
10	2620	0.027	-0.047	68	1529	0.40	9.90

利用本研究開發之半自動影像辨識軟體，求出跟車距離，再核對該事件發生時的速度，即可算出HEADWAY曲線



前後測資料比對

- Headway指標需先計算跟車距離，開發半自動影像辨識輔助軟體，改善期中報告前以人工處理費時耗力問題

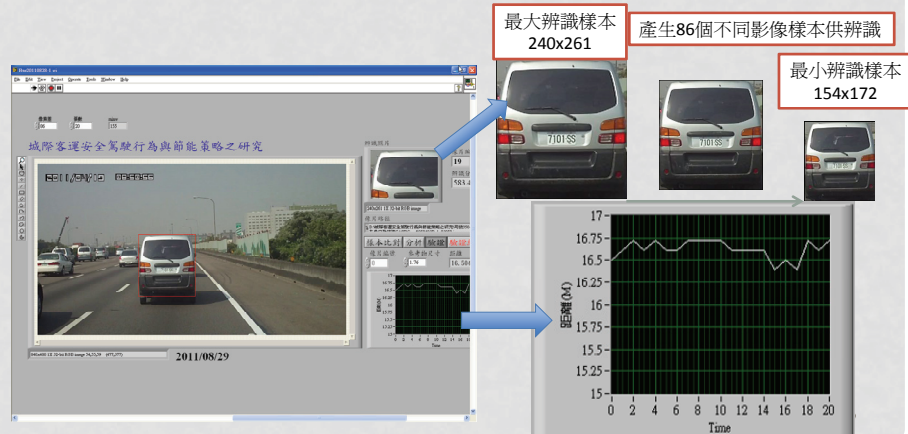


以人工標示基準物線段長來換算出跟車距離



半自動影像辨識技術

- 人工先選取欲辨識目標，程式再自動換算某跟車行為過程中，本車與辨識目標之跟車距離變化



依人工註記變換車道點分析

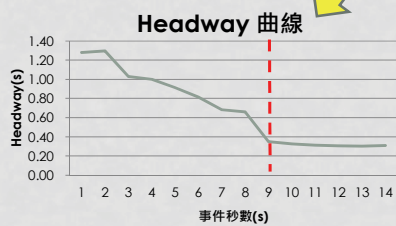
- 找出人工註記(車上人工輔助記錄)變換車道時間點，再取事件發生點的前8秒、後5秒的案例，選出跟車距離過近的案例





第9秒

事件秒數 (s)	行車秒數 (s)	橫向加速度 (G)	縱向加速度 (G)	車速 (km/h)	引擎轉速 (rpm)	油門深度 (%)	跟車距離 (m)
1	670	-0.045	-0.08	83	1862	27.8	29.53
2	671	0.038	-0.12	82	1864	24.3	29.53
3	672	-0.003	-0.04	82	1839	31.3	23.47
4	673	0.038	0.04	82	1841	37.6	22.77
5	674	0.08	0	82	1850	38.4	20.83
6	675	-0.003	-0.04	82	1855	34.5	18.53
7	676	0.08	-0.08	82	1851	27.8	15.58
8	677	0.038	0.04	82	1841	37.6	15.01
9	678	0.08	0	82	1850	38.4	7.96
10	679	-0.003	-0.04	82	1855	34.5	7.43
11	680	0.08	-0.08	82	1851	27.8	7.10
12	681	-0.087	-0.08	81	1827	15.6	6.87
13	682	-0.045	-0.04	80	1810	0	6.77
14	683	0.038	-0.12	79	1786	0.4	29.53



本車在第9秒時變換車道,發現此時車速不慢,跟車距離過近

桃客教育訓練

- 時間：2011/9/1~2 AM 9:30~11:00
- 地點：桃園客運總站
- 受訓駕駛人數：57位桃園客運城際與市區路線駕駛者，接受教育訓練前皆已進行前測實驗。



駕駛行為教育訓練

- 教育訓練內容大綱
 - 節能篇
 - 減少怠速時間
 - 減少加速和緊急煞車行為
 - 避免產生過高的引擎轉速
 - 保持車速的穩定以節省燃油消耗
 - 預留足夠安全距離以保持穩定車速、減少過重加減速行為
 - 安全篇
 - 國道不安全案例
 - 市區不安全案例

33

駕駛行為教育訓練

- 國道跟車行為案例三：他車切入至本車前方，本車未與前車保持安全距離



34

駕駛行為教育訓練

- 市區路線跟車行為案例二：停等號誌時與前車距離過近



安全距離足夠：
可看見前車後輪



安全距離不足：
無法看見前車後輪

- 改善方式：車輛停止後，駕駛者要能看見前車的後輪。

35

前後測資料比對

- 前後測燃油效率比較：
 - 29人次國道路線之燃油效率

	燃油效率 平均值	燃油效率 標準差	T 檢定	雙尾檢定 臨界值	P 值
國道前測	5.3	0.76	-1.88	2.04	0.07
國道後測	5.6	0.66			
非國道前測	2.4	0.47	-1.47	2.05	0.15
非國道後測	2.5	0.51			

36

前後測資料比對

- 燃油費用節省情形：

- 5條城際路線中：國道部分後測實驗每升燃油可多行駛0.3km，柴油費用以30元/升計算，且柴油燃燒排放CO₂量為2.7公斤/升

國道路線	單日班次(單程)	單趟里程	單程燃油節省(L)	單日燃油節省(L)	單月燃油節省(L)	一年燃油節省(L)	一年燃油節省(萬元)	車隊一年減少CO ₂ 排放(噸)
A 路線	40	38.9	0.39	15.75	472.50	5670.00	17.01	15.31
B 路線	60	23.3	0.24	14.18	425.32	5103.87	15.31	13.78
C 路線	60	29.9	0.30	18.18	545.46	6545.50	19.64	17.67
D 路線	96	17.7	0.18	17.17	515.14	6181.68	18.55	16.69
E 路線	64	22.7	0.23	14.67	440.07	5280.88	15.84	14.26

- 桃客國道車隊1年約可節省燃油費用87萬元，減少約78公噸CO₂排放，相當於4公頃森林面積

37

前後測資料比對

- 燃油費用節省情形：

- 5條城際路線：非國道部分後測實驗每升燃油可多行駛約0.12km，柴油費用以30元/升計算，且柴油燃燒排放CO₂量為2.7公斤/升

國道路線	單日班次(單程)	單趟里程(km)	單程燃油節省(L)	單日燃油節省(L)	單月燃油節省(L)	一年燃油節省(L)	一年燃油節省(萬元)	車隊一年減少CO ₂ 排放(噸)
A 路線	40	5.7	0.11	4.22	126.54	1518.45	4.56	4.10
B 路線	60	9.5	0.18	10.57	317.00	3803.96	11.41	10.27
C 路線	60	16.8	0.31	18.67	560.01	6720.14	20.16	18.14
D 路線	96	16.6	0.31	29.47	884.11	10609.29	31.83	28.65
E 路線	64	17.6	0.32	20.48	614.40	7372.80	22.12	19.91

- 桃客國道車隊1年約可節省燃油費用90萬元，減少約81公噸CO₂排放，相當於4公頃森林面積。

38

前後測資料比對

- 其他節能指標前後測比較：

- 國道路線之指標比較

	燃油效率	怠速時間百分比	中度加速時間百分比	重度加速時間百分比	中度減速時間百分比	重度減速時間百分比	超速時間百分比
	km/l	%	%	%	%	%	%
前測	5.3	2.00	2.14	0.08	2.94	0.09	5.70
後測	5.6	1.79	1.38	0.06	2.01	0.04	2.43

- 非國道路線之指標比較

	燃油效率	怠速時間百分比	中度加速時間百分比	重度加速時間百分比	中度減速時間百分比	重度減速時間百分比	超速時間百分比
	km/l	%	%	%	%	%	%
前測	2.43	24.01	7.66	0.58	6.67	0.22	4.90
後測	2.55	25.02	6.36	0.44	5.71	0.22	3.58

39

前後測資料比對

- 怠速行為所消耗之燃油費用

- 國道路線：根據數據來粗估各實驗路線之單趟行駛時間，並以怠速情況下耗油率為4.21/h來進行估算。

國道路線	單趟行駛時間(s)	單日班次(單程)	單趟之怠速時間(s)	單日之怠速時間(s)	一年之怠速時間(s)	一年怠速下所消耗燃油量(L)	一年怠速所消耗燃油費用(元)	一年怠速所減少CO ₂ 排放(噸)
A 路線	2000	40	40	1600	584000	681.3	20440	1.84
B 路線	1300	60	26	1560	569400	664.3	19929	1.79
C 路線	2000	60	40	2400	876000	1022.0	30660	2.76
D 路線	900	96	18	1728	630720	735.8	22075.2	1.99
E 路線	1300	64	26	1664	607360	708.6	21257.6	1.91

- 桃客國道車隊1年在國道的怠速時間約消耗11.4萬元的柴油，每年造成約10公噸CO₂排放。若能減少1%之怠速行為時間百分比，每年將可節省5.7萬元的燃油費用和減少5.14噸CO₂排放，相當於0.25公頃之森林面積。

40

前後測資料比對

• 怠速行為所消耗之燃油費用

- 非國道路線：根據數據來粗估各實驗路線之單趟行駛時間，而非國道路線之怠速時間比例遠高於國道路線。

國道路線	單趟行駛時間(s)	單日班次(單程)	單趟之怠速時間(s)	單日之怠速時間(s)	一年之怠速時間(1000s)	一年怠速下所消耗燃油量(L)	一年怠速所消耗燃油費用(萬元)	一年怠速下CO2排放減少(噸)
A 路線	1100	40	264.2	10566.1	3856.6	4.5	13.5	12.1
B 路線	2200	60	528.3	31698.2	11569.8	13.5	40.5	36.4
C 路線	3200	60	768.4	46106.4	16828.8	19.6	58.9	53.0
D 路線	3300	96	792.5	76075.6	27767.6	32.4	97.2	87.5
E 路線	3600	64	864.5	55327.7	20194.6	23.6	70.7	63.6

- 桃客國道車隊行駛於市區路線時，1年所產生之怠速行為約消耗280萬元的柴油，每年產生約252.7公噸CO2排放。若能減少1%之怠速行為時間百分比，每年將可節省11.7萬元的燃油費用和減少10.5噸CO2排放，相當於0.5公頃之森林面積。

41

前後測資料比對

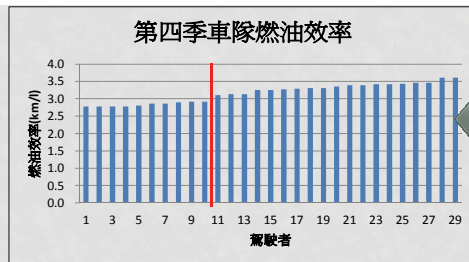
• 實際燃油效率比較

- 桃客公司內部之燃油效率統計資料
- 國道車隊每季燃油效率

	第一季	第二季	第三季	10/1 至今
平均里程(100km)	234.2±60.8	243.9±67.4	256.4±42.9	83.26±19.45
平均耗油量(100L)	69.0±17.9	79.5±23.7	87.0±18.8	26.22±7.27
平均燃油效率(km/l)	3.41±0.23	3.09±0.23	2.98±0.2	3.2±0.24

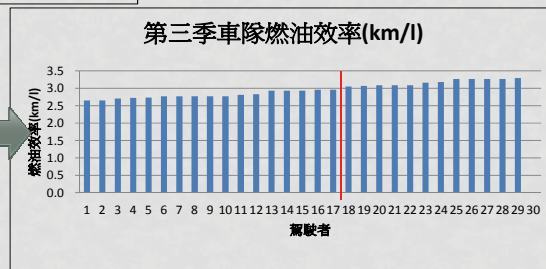
42

前後測資料比對



教育訓練後實際燃油效率表現
紅線為平均值，平均值以上比例增加

教育訓練後實際燃油效率表現
紅線為平均值，平均值以下居多



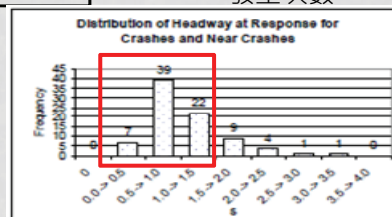
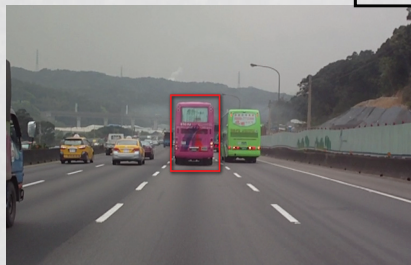
前後測資料比對

- 跟車距離的探討為今年度研究安全行為之重點，故以跟車距離之指標Headway進行研究

人工篩選跟車行為事件

計算事件
Headway指標

Headway ≤ 1.5 則為不安全事件，並統計發生次數



NHTSA研究發現大部分車禍和接近車禍事件發生於Headway ≤ 1.5

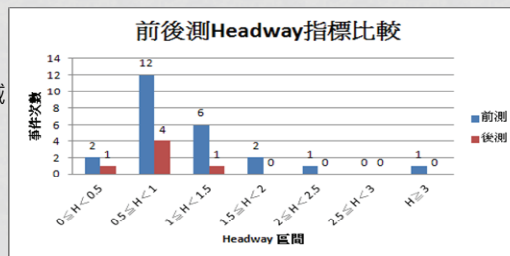
前後測資料比對

- 前後測Headway指標比較：

- 個案一比對結果：

	跟車事件次數	不安全跟車事件次數	Headway 平均
前測	24	20	0.86 ± 0.3
後測	6	6	0.80 ± 0.2

跟車次數減少
但Headway未減



45

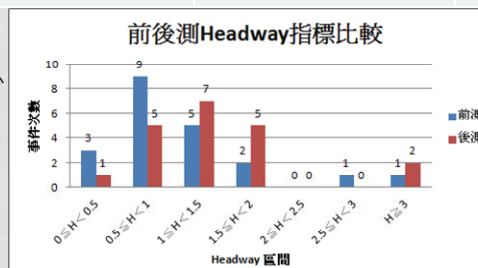
前後測資料比對

- 前後測Headway指標比較：

- 個案一比對結果：

	跟車事件次數	不安全跟車事件次數	Headway 平均
前測	21	19	0.89 ± 0.4
後測	20	14	1.04 ± 0.4

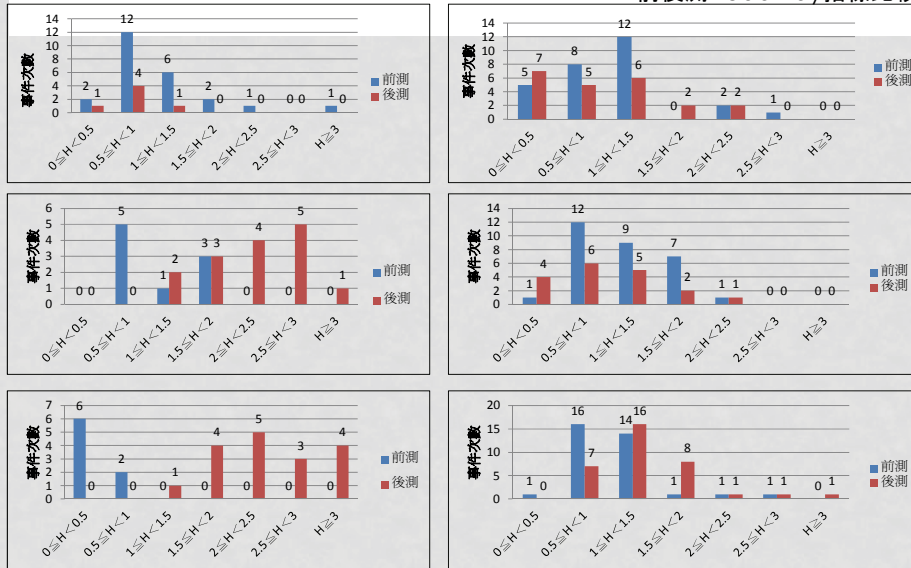
跟車次數未明顯減少
但Headway增加



46

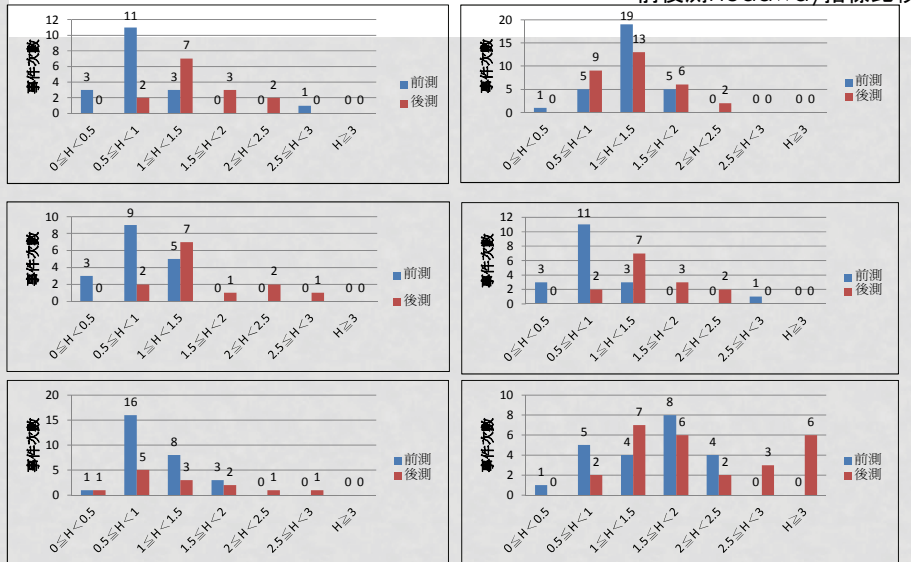
前後測資料比對

前後測Headway指標比較



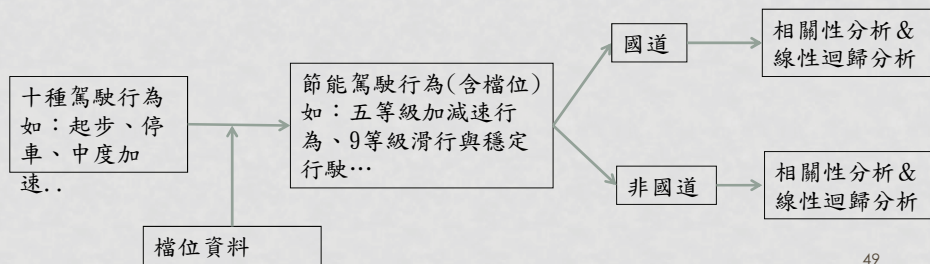
前後測資料比對

前後測Headway指標比較



進階統計分析

- 除了計算上述之指標外，本資料庫亦可將駕駛行為進行適當的分類或統整，以利統計分析，如相關性分析和線性迴歸分析。
- 將原先所定義之駕駛行為簡化為加減速行為、穩定行為、滑行行為和怠速行為，並調整其車速和加速值分類區間，在納入檔位參數，來重新將資料進行分析。



49

進階統計分析

- 檔位計算
 - 以車速和引擎轉速數據來換算檔位
 - 國道車使用之J08E-TB 引擎在車速90km/h時，皆是以六檔行駛，引擎轉速為2033rpm，以此數據來換算每秒齒輪比
- 公式： $R(\text{齒輪比}) = (\omega/2033)/(V/90)$

檔位與齒輪比關係：

一檔：7.716
 二檔：4.519
 三檔：2.854
 四檔：1.915
 五檔：1.301
 六檔：1.000



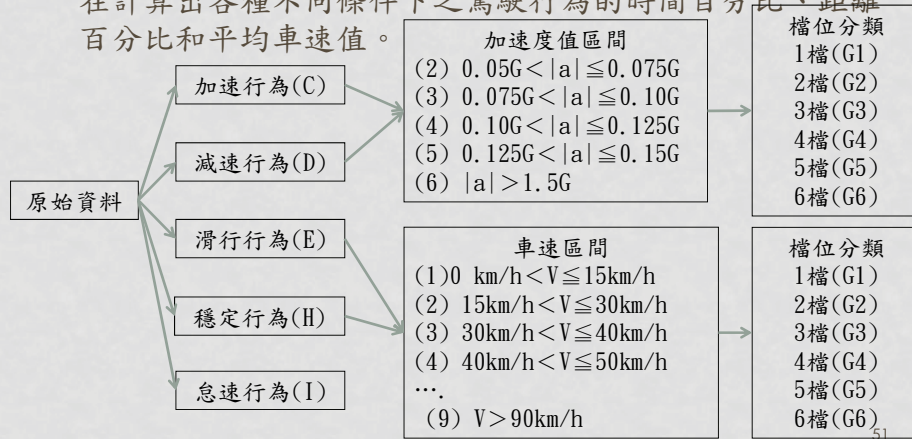
檔位定義：

一檔(G1)齒輪比： $r > 6.2$
 二檔(G2)齒輪比： $3.7 < r \leq 6.2$
 三檔(G3)齒輪比： $2.4 < r \leq 3.7$
 四檔(G4)齒輪比： $1.6 < r \leq 2.4$
 五檔(G5)齒輪比： $1.15 < r \leq 1.6$
 六檔(G6)齒輪比： $r \leq 1.15$

50

進階統計分析

- 節能駕駛行為簡化並分類後，並根據其檔位在進行分類。在計算出各種不同條件下之駕駛行為的時間百分比、距離百分比和平均車速值。



進階統計分析

- 相關性分析與迴歸分析：
 - 註：B值代表該駕駛行為之參數增加1%時，總燃油效率相對會改變的數值。
 - 國道分析結果：五種駕駛行為與總燃油效率具有高度線性關係。(可解釋燃油效率之資料變異約95%)

節能駕駛行為	行為描述	B 值	節能駕駛行為比例為參數平均增加1倍	油耗表現
C2_G1_距離百分比	在1檔時，加速值 $0.05G < a \leq 0.075G$ 之加速行為行駛距離百分比	-3.913	0.018%	-0.07
C3_G1_時間百分比	在1檔時，加速值 $0.075G < a \leq 0.1G$ 之加速行為行駛時間百分比	-5.681	0.012%	-0.07
D2_G4_時間百分比	在4檔時，加速值 $-0.05G > a \geq -0.075G$ 之減速行為行駛時間百分比	-1.18	0.349%	-0.41
D3_G4_時間百分比	在4檔時，加速值 $-0.075G > a \geq -0.1G$ 之減速行為行駛時間百分比	2.036	0.148%	0.30
D4_G5_時間百分比	在5檔時，加速值 $-0.1G > a \geq -0.125G$ 之減速行為行駛時間百分比	6.602	0.11%	0.73

52

進階統計分析

- 相關性分析與迴歸分析：
 - 非國道分析結果：兩種駕駛行為與總燃油效率具有高度線性關係。
(可解釋燃油效率之資料變異約55%)

節能駕駛行為	行為描述	B 值	節能駕駛行為參數平均值
D5_G5_車速kmh	在5檔時，加速值 $-0.125G > a \geq -0.15G$ 之減速行為之平均車速	0.045	22.7km/h
D2_G6_距離百分比	在6檔時，加速值 $-0.05G > a \geq -0.075G$ 之減速行為行駛距離百分比	1.087	0.231%

註：B值代表該駕駛行為之參數增加1%時，總燃油效率相對會改變的數值。

53

結論

- 已完成駕駛行為偵測外業調查系統、內業資料處理及資料庫離型建置
- 資料庫離型可提供之功能
 - 可計算每趟行駛過程中，不同駕駛行為所佔比例及油耗表現
 - 安全指標次數統計，如超車次數、重度加速行為時間比例
 - 可利用縱向加速度篩選事件，觀察分析個案在事件前後之行為
 - 可提供實車案例分析結果(含動態影像)作為教育訓練教材
 - 可設定欄位篩選進行統計分析
- 開發半自動影像辨識技術，改善期中報告前人工處理方式費時耗力問題

54

結論

- 桃園客運城際路線教育訓練前後測結果比較發現
 - 粗估1年約可節省燃油費用177萬元，減少約159公噸CO₂排放，相當於8公頃森林面積
 - 後測部分駕駛員不安全跟車次數減少，但Headway未明顯改善；部分駕駛員Headway有改善，但不安全跟車次數未明顯減少
- 透過檔位分類及簡化駕駛行為分類後，進行進階分析發現5種駕駛行為與總燃油效率具有高度線性關係
 - 1檔行駛所佔時間比例(現為0.018%)增加1倍，油耗效率-0.07km/l
 - 5檔行駛所佔時間比例(現為0.11%)增加1倍，油耗效率+0.73km/l

55

建議

- 目前所外業收集之駕駛行為資料缺乏即時(Real-time)顯示功能，建議未來可增加，以利觀察分析
- 目前資料庫雛型中，關於環境部分僅有靜態資料(如標線等)，建議未來可加入動態資料，如車流、車輛組成、不同車種數量等
- 今年度教育訓練前後測之實車油耗觀察，係以車輛為單位，建議未來可以人為單位，並採逐週或逐月方式進行
- 目前國內大客車所採用之OBDII接頭規格不一，建議未來在新購車輛時，統一採用符合SAE規範之OBDII接頭，以利未來研究進行
- 本研究今年度所建置之駕駛行為資料庫雛型可與其他政府資料庫(如健保、保險、事故、監理)，以作更深入之探討

56

簡報結束，敬請指教

57