

109-023-3480
MOTC-IOT-107-SEB001

駕駛行為分析工具開發及 行為特性探討



交通部運輸研究所

中華民國 109 年 4 月

109-023-3480
MOTC-IOT-107-SEB001

駕駛行為分析工具開發及 行為特性探討

著者：吳昆峯、邱裕鈞、鍾易詩、施朝欽、黃韋嘉、
李宜靜、吳品蓁、張開國、葉祖宏、黃士軒

交通部運輸研究所

中華民國 109 年 4 月

1 2 p 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100

駕駛行為分析工具開發及行為特性探討
/ 吳昆峯等著. -- 初版. -- 臺北市：交通部運輸研究所，民 109.04
面；公分
ISBN 978-986-531-138-4(平裝)

1. 交通管理 2. 汽車駕駛 3. 交通心理學

557.15

109004402

駕駛行為分析工具開發及行為特性探討

著者：吳昆峯、邱裕鈞、鐘易詩、施朝欽、黃韋嘉、李宜靜、吳品蓁、張開國、葉祖宏、黃士軒

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>數位典藏>本所出版品)

電話：(02)23496789

出版年月：中華民國 109 年 4 月

印刷者：全凱數位資訊有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 75 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：380 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組・電話：(02)23496880

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

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

GPN：1010900502 ISBN：978-986-531-138-4 (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：駕駛行為分析工具開發及行為特性探討			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-531-138-4(平裝)	政府出版品統一編號 1010900502	運輸研究所出版品編號 109-023-3480	計畫編號 107-SEB001
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、黃士軒 聯絡電話：02-2349-6859 傳真號碼：02-2545-0429	合作研究單位：國立交通大學 計畫主持人：吳昆峯 研究人員：邱裕鈞、鍾易詩、施朝欽、黃韋嘉、李宜靜、吳品蓁 地址：新竹市大學路 1001 號 聯絡電話：03-571-2121 #31908		研究期間 自 107 年 6 月 至 108 年 4 月
關鍵詞：自然駕駛行為、安全駕駛績效指標、駕駛行為			
摘要： 我國汽車運輸業每年涉入多起交通事故，造成許多人員傷亡及重大社會成本，因此運輸業之安全管理一直是個重要的課題。近年因技術設備成熟，應用車載資訊設備來進行安全駕駛行為管理已為未來運輸業的趨勢。但業者究竟該選擇什麼車載資訊設備及指標來定義駕駛員的危險事件，並該如何有效進行駕駛人安全駕駛行為管理，仍然有很多尚待克服之議題。 因此本研究首先透過文獻回顧來瞭解國內外如何進行安全駕駛行為管理以及常用指標之相關定義、門檻值與所需的偵測設備；接著透過業者訪談、問卷調查進一步掌握目前國內運輸業者實際應用車載資訊系統進行駕駛人管理之情況及其面臨的課題與需求；最後以所蒐集的100個旅次的自然駕駛行為資料為例，針對國道客運業者進行指標與門檻值之建立、危險事件之過濾分析、駕駛人特性分析、計算駕駛人安全分數，並初步開發駕駛行為分析工具，供業者快速進行駕駛人安全診斷。 本研究成果不僅可作為未來政府政策規劃之參考與業者裝載車機設備之依據，也能協助客運業者做好駕駛人安全駕駛行為管理，達預防事故發生之效。			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
109 年 4 月	296	380	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
機密等級： ☐ 密 ☐ 機密 ☐ 極機密 ☐ 絕對機密 （解密條件： ☐ 年 月 日解密， ☐ 公布後解密， ☐ 附件抽存後解密， ☐ 工作完成或會議終了時解密， ☐ 另行檢討後辦理解密） ☒ 普通			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

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

TITLE: Development of Driver Behavior Analysis Tool and Analysis of Driving behavior			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-531-138-4 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010900502	IOT SERIAL NUMBER 109-023-3480	PROJECT NUMBER 107-SEB001
DIVISION: Safety Division DIVISION DIRECTOR: Kai-Kuo Chang PRINCIPAL INVESTIGATOR: Kai-Kuo Chang PROJECT STAFF: Tsu-Hurng Yeh; Shih-Hsuan Huang PHONE: 886-2-2349-6859 FAX: 886-2-2545-0429			PROJECT PERIOD FROM June 2018 TO April 2019
RESEARCH AGENCY: National Chiao Tung University PRINCIPAL INVESTIGATOR: Kun-Feng Wu PROJECT STAFF: Yu-Chiun Chiou; Yi-Shih Chung; Chao-Chin Shih; Wei-Chia Huang; Yi-Chin Lee; Pin-Jen Wu ADDRESS: 1001 University Road, Hsinchu, Taiwan 300, ROC PHONE: 886-3-571-2121# 31908			
KEY WORDS: Naturalistic driving study; Safety driving performance index; Driving Behavior			
ABSTRACT: Motor carrier driving safety has received increased public attention after several serious crashes in the past few years. As a result, there has been a call for better driver safety management for motor carriers. In recent years, increasing availability and implementation of in-vehicle data recorder (IVDR) and on-board safety monitoring device (OBSM) technologies has resulted in more safety applications to enhance both the behavior of commercial drivers and safety management. Nonetheless, it remains a question for the car industry concerning what types of IVDR and OBSM should be first implemented and what performance measures along with the definitions should be applied. Through literature review, this study first gained an insight into how safe driving behavior management is done at home and abroad, as well as the definitions of related common indicators, threshold values, and required detection equipment. Then, through interviews with operators, a questionnaire survey was conducted to further grasp the current situation of domestic transport operators' actual use of the Car Information System (CIS) to manage drivers and the issues and needs that arise. Finally, using the natural driving behaviors collected from 100 travels as examples, the establishment of indicators and threshold values, risk event filtering and analysis, driver characteristics analysis, the computation of driver safety scores, and the initial development of driver behavior analysis tools were carried out targeting the National Freeway bus operators, thereby enabling operators to promptly carry out driver safety diagnostics. The research results shall not only serve as a reference for future government policy planning, but they will also assist bus operators in performing proper driver safety and driving behavior management, thereby achieving effective accident prevention.			
DATE OF PUBLICATION April 2020	NUMBER OF PAGES 296	PRICE 380	CLASSIFICATION ☐ RESTRICTED ☐ CONFIDENTIAL ☐ SECRET ☐ TOP SECRET ☒ UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目錄

表目錄	V
圖目錄	VII
第一章 緒論	1
1.1 計畫緣起	1
1.2 研究動機	2
1.3 研究目的	3
1.4 研究範圍	4
1.5 工作項目	4
1.5.1 文獻回顧	4
1.5.2 研提駕駛行為分析之系統架構	5
1.5.3 駕駛行為分析工具開發	5
1.5.4 工具應用及駕駛行為特性分析	5
1.6 工作流程	6
第二章 道路安全管理與安全駕駛行為管理	9
2.1 道路交通安全管理系統	9
2.2 駕駛行為分析-以量表為基礎	12
2.3 運用自然駕駛資料分析安全駕駛行為	14
2.4 車載資訊系統應用於安全管理之實例	17
2.5 小結	24
第三章 偵測危險事件所需設備與門檻值	27
3.1 危險事件型態與所需偵測設備	27
3.2 危險事件之偵測指標及門檻值	34
3.3 小結	42
第四章 安全駕駛行為管理之相關訪談	43
4.1 國內客運業者車載設備安裝狀況調查	43
4.2 國內業者訪談與車機應用實例	46
4.2.1 貨運業者	48
4.2.2 客運業者	49
4.2.3 車機業者	49
4.2.4 其他危險事件	50
4.3 小結	52
第五章 目標危險事件之定義與分析方法	53
5.1 事故前兆之概念	53
5.2 事故前兆之定義	55
5.3 目標事故前兆(危險事件)	57
5.4 目標危險事件之定義	59
5.4.1 未保持安全距離	60
5.4.2 車道偏移	66
5.4.3 過彎或匝道車速過快	70
5.5 危險事件的偵測指標及門檻值之訂定方法	72
5.5.1 危險事件的指標及門檻值訂定方法	72
5.5.2 分析曝光量、駕駛行為及道路環境對安全駕駛行為指標之影響	74

5.6 自然駕駛資料蒐集與資料庫建置.....	76
第六章 本土化指標、門檻值與駕駛人安全駕駛行為考核	83
6.1 研究流程.....	83
6.2 危險事件分析.....	84
6.2.1 危險事件之判定方法.....	84
6.2.2 裝載 ADAS 下之指標與門檻值	87
6.2.3 沒有裝載 ADAS 情況下之指標與門檻值	91
6.2.4 行車動態及道路環境對危險事件發生之影響	97
6.2.5 小結.....	98
6.3 駕駛人安全駕駛行為水準評估.....	100
6.3.1 Level 1 (基礎)：有些許配備，但無 IT 管理系統.....	102
6.3.2 Level 2 (基礎)：有些許配備，有基本 IT 管理系統.....	102
6.3.3 Level 3 (中級)：採用 ADAS 輔助，有較完整之 IT 管理系統及基本圖資	103
6.3.4 Level 4(高級)：除採用 ADAS 輔助，且搭配 IT 管理系統及完整圖資...	105
6.3.5 不同車載設備與資訊系統等級間之排名比較	108
6.4 駕駛人行車安全診斷.....	109
6.5 小結.....	112
第七章 駕駛行為特性分析	115
7.1 資料基本統計.....	115
7.1.1 資料範圍	115
7.1.2 變數定義	115
7.2 安全駕駛行為分數與班表變數相關分析.....	116
7.3 危險事件與班表變數串連分析.....	128
7.3.1 多層次普瓦松迴歸模型	128
7.3.2 分類迴歸樹(CART, Classification and Regression Tree).....	130
第八章 駕駛行為分析工具之開發	139
8.1 資料輸入格式與報表輸出樣式.....	139
8.2 報表工具操作方法	141
8.3 報表分析結果	144
8.4 未來展望	147
第九章 結論與建議	149
9.1 結論.....	149
9.2 後續建議.....	154
參考文獻	157
附錄一 危險事件類別與偵測設備總表	165
附錄二 業者車載設備安裝狀況調查表	169
附錄三 駕駛行為報表分析工具操作手冊	173
附錄四 期中審查建議處理情形表	185
附錄五 期末審查建議處理情形表	197
附錄六 成果說明會	221
附錄七 訪談簽到單	227
附錄八 名詞解釋(對照)表.....	233
附錄九 期末簡報	237

表目錄

表 2.1 日本「安道君」自動產出之視覺化表單.....	23
表 2.2 日本「安道君」之功能列表.....	23
表 2.3 文獻彙整表.....	25
表 3.1 速度管理相關危險事件.....	27
表 3.2 行向改變相關危險事件.....	28
表 3.3 侵略性駕駛相關危險事件.....	29
表 3.4 道路忿怒相關危險事件.....	30
表 3.5 交通違規相關危險事件.....	30
表 3.6 駕駛疲勞相關危險事件.....	32
表 3.7 駕駛分心相關危險事件.....	32
表 3.8 其他危險事件.....	33
表 3.9 偵測設備所能偵測之危險事件表.....	34
表 3.10SHRP2 NDS 偵測危險事件之門檻值.....	35
表 3.11PEREZ ET AL. (2017)偵測危險事件之門檻值.....	35
表 3.12DINGUS ET AL.(2006)偵測危險事件之門檻值.....	36
表 3.13FMCSA (2009)偵測危險事件之門檻值.....	37
表 3.14 IVBSS(2011)偵測危險事件之門檻值.....	37
表 3.15CHOI (2018)偵測危險事件之門檻值.....	39
表 3.16McGehee (2007)偵測危險事件之門檻值.....	40
表 3.17LEBLANC ET AL. (2006)偵測車道偏移之門檻值.....	40
表 4.1 國內車載設備安裝狀況調查結果.....	44
表 4.2 訪談業者之比較.....	51
表 5.1 本研究未保持安全距離之序列分類.....	61
表 5.2 本研究車道偏移之序列分類.....	67
表 5.3 本研究過彎或匝道車速過快之序列分類.....	71
表 5.4 門檻值診斷表.....	73
表 5.5 同質旅次分割的資料格式(以下為虛構的 HTS)–事件是否發生.....	75
表 5.6 同質旅次分割的資料格式(以下為虛構的 HTS)–事件件數.....	75
表 5.7 數位行車紀錄器資料欄位說明.....	78
表 5.8 數位行車紀錄器蒐集資料統計.....	79
表 5.9 和欣客運駕駛行為及系統警示項目彙整表.....	80
表 6.1TTC<0.4 之真陽性率與真陰性率.....	88
表 6.2TTC<1.2 之真陽性率與真陰性率.....	88
表 6.3 事件持續時間之真陽性率與真陰性率.....	88
表 6.4 剎車之真陽性率與真陰性率.....	89
表 6.5TTC+速度指標之真陽性率與真陰性率.....	89

表 6.6TTC+事件持續時間之真陽性率與真陰性率.....	90
表 6.7TTC<0.4+速度指標或事件持續時間+匝道之真陽性率與真陰性率	91
表 6.8 速度之真陽性率與真陰性率(無 ADAS).....	92
表 6.9 速度變化指標之真陽性率與真陰性率(無 ADAS).....	92
表 6.10 速度+速度變化之真陽性率與真陰性率(無 ADAS).....	93
表 6.11 速度+速度變化+其他指標之真陽性率與真陰性率	95
表 6.12 行車動態與事故前兆之 LOGIT 模型	98
表 6.13 不同車載設備與資訊系統等級間之設備與可偵測之安全駕駛行為指標總 表.....	101
表 6.14 LEVEL 1 之駕駛人安全駕駛行為水準.....	102
表 6.15 LEVEL 2 之駕駛人安全駕駛行為水準.....	103
表 6.16 LEVEL 3 之駕駛人安全駕駛行為水準(警示事件).....	104
表 6.17 LEVEL 3 之駕駛人安全駕駛行為水準(危險事件).....	105
表 6.18 本研究之 HTS 分類	106
表 6.19 LEVEL 4 之駕駛人安全駕駛行為分數(事件數與危險事件).....	107
表 6.20 駕駛人等第表.....	108
表 6.21 不同等級之「未保持安全距離」排名相關係數比較.....	108
表 6.22 不同等級之「未保持安全距離」排名相關係數比較.....	109
表 6.23 駕駛人於不同系統等級間之排名.....	113
表 7.1 每百萬公里之總事件數(ALL EVENTS)資料統計	117
表 7.2 發車時間之時段區分旅次數統計.....	118
表 7.3 班表星期與旅次方向之旅次數統計.....	118
表 7.4 駕駛員 24 小時內之排班的趟次數之趟次統計.....	118
表 7.5 駕駛員 72 小時內之排班的趟次數之趟次統計.....	119
表 7.6 駕駛員 168 小時內之排班的趟次數之趟次統計.....	119
表 7.7 駕駛行為之多層次迴歸模型結果.....	129
表 8.1 資料完整度等級.....	139
表 8.2 分析工具輸入表格.....	140
表 8.3 各車載設備與資訊系統等級報表輸出樣式.....	140
表 8.4 不同車載設備與資訊系統等級等級之對應報表分析工具.....	141
表 8.5 駕駛員編號 11 的駕駛行為排名與百分比.....	143
表 8.6 將所有駕駛員依排名輸出之報表.....	144
表 9.1 本研究成果總表.....	153

圖目錄

圖 1.1 職業駕駛人安全駕駛行為管理目標.....	1
圖 1.2 工作流程圖.....	7
圖 2.1 ISO 39001 之 PDCA 流程.....	10
圖 2.2 行動、行為、及核心指標間的關係.....	11
圖 2.3 危險事件.....	12
圖 2.4 SHRP2 變數介紹.....	15
圖 2.5 特定駕駛 2007 年 3 月份旅次資料.....	19
圖 2.6 比較相同路線、不同駕駛之間的 SR.....	19
圖 2.7 每一期 DRIVER 3703369 之駕駛分數與平均分數之比較.....	20
圖 2.8 駕駛員 A 一整年每 2 分鐘的速率趨勢圖與速限.....	21
圖 2.9 駕駛員 A 每個月的速率不合格率(超速)管制圖.....	21
圖 2.10 不同時段不同駕駛員的超速次數堆疊柏拉圖.....	22
圖 2.11 不同駕駛員的超速速率盒狀圖.....	22
圖 3.1 DTV 示意圖.....	41
圖 3.2 PPAL 示意圖.....	41
圖 3.3 RPOL 示意圖.....	41
圖 3.4 六等駕駛行為之描述與門檻值.....	42
圖 5.1 無明顯事故風險之安全相關事件.....	54
圖 5.2 事故前兆為有明顯事故風險之安全相關事件.....	54
圖 5.3 事故前兆及安全相關事件之關係圖.....	55
圖 5.4 營業大客車於國道涉入事故之肇因分析(100-106 年).....	58
圖 5.5 營業大客車於國道涉入事故之事故型態(100-106 年).....	58
圖 5.6 營業大客車於國道涉入事故之事故位置(100-106 年).....	59
圖 5.7 UMTRI 對匝道附近之超速行為進行分類之示意圖.....	70
圖 5.8 指標相對於基準線(對角線)之 ROC 曲線範例.....	74
圖 5.9 同質旅次分割(HOMOGENEOUS TRIP SEGMENT, HTS)示意圖.....	75
圖 5.10 運用混合效用模型評估駕駛個人事故風險範例.....	76
圖 5.11 數位行車紀錄器資料示意圖.....	77
圖 5.12 車前影像資料.....	79
圖 5.13 駕駛員影像資料.....	79
圖 5.14 右後照鏡影像資料.....	79
圖 5.15 左後照鏡影像資料.....	79
圖 5.16 馥鴻公司之 VVH-MD82D 車機.....	80
圖 6.1 駕駛行為分析工具本土化指標及門檻值與行為特性分析流程圖.....	83
圖 6.2 未保持安全距離事件發生前 20 秒內，車前影像圖.....	86
圖 6.3 未保持安全距離事件發生時，車前影像圖.....	87

圖 6.4 未保持安全距離事件發生時，左側影像圖.....	87
圖 6.5 有 ADAS 與無 ADAS 之真陽性率與精確度之比較.....	99
圖 6.6 本研究指標與原始指標之比較.....	99
圖 6.7 各駕駛人易發生之危險事件比較圖.....	110
圖 6.8 駕駛人 18 之安全駕駛行為表現.....	110
圖 6.9 駕駛人 2 在爬坡路段之安全駕駛行為表現.....	111
圖 6.10 駕駛人 18 在不同道路環境之「未保持安全距離」駕駛表現.....	111
圖 7.1 各項事件統計數據與趨勢之對比圖.....	120
圖 7.2 100 趟旅次之變數資訊統計圖.....	121
圖 7.3 總事件(ALL EVENTS)與變數之關係圖.....	123
圖 7.4 未保持安全距離(FCW)事件與變數之關係圖.....	124
圖 7.5 車道偏移(LDW)事件與變數之關係圖.....	125
圖 7.6 彎道超速(CSW)事件與變數之關係圖.....	126
圖 7.7 超速(OVS)事件與變數之關係.....	127
圖 7.8 總事件(ALL EVENTS)之分類迴歸樹分析.....	133
圖 7.9 未保持安全距離(FCW)之分類迴歸樹分析.....	134
圖 7.10 車道偏移(LDW)之分類迴歸樹分析.....	135
圖 7.11 彎道超速(CSW)之分類迴歸樹分析.....	136
圖 7.12 超速(OVS)之分類迴歸樹分析.....	137
圖 8.1 分析流程圖.....	141
圖 8.2 選擇報表分析工具流程圖.....	142
圖 8.3 不同駕駛間的延車公里 FCW、LDW 與 CSW 次數比較.....	143
圖 8.4 駕駛員編號 11 的延車公里 FCW、LDW 與 CSW 次數.....	143
圖 8.5 駕駛員編號 11 在不同道路類型的延車公里事件次數分析.....	144
圖 8.6 駕駛 11 在不同路段種類的延車公里事件次數分析.....	145
圖 8.7 駕駛 11 在爬坡與否的延車公里事件次數分析.....	145
圖 8.8 駕駛 11 在過彎與否的延車公里事件次數分析.....	146
圖 8.9 駕駛 11 在不同行駛路線的延車公里事件次數分析.....	146
圖 8.10 不同駕駛間的延車公里超速次數比較長條圖.....	146
圖 8.11 新加坡駕駛行為報表分析應用程式.....	147

第一章 緒論

1.1 計畫緣起

根據交通部統計，民國 100 至 107 年間，我國大型車(多為汽車運輸業)每年平均涉入 7,500 件交通事故(受傷或於事故發生 30 天內死亡之事故)，而這些事故於 8 年間共造成 3,094 人死亡及約 75,019 人受傷。其中，平均每年約 2,794 件涉入營業大客車，八年內造成 755 人死亡及約 29,420 人受傷。而這類事故也往往引起社會關注，及帶來重大社會成本，如人員傷亡、車輛毀損、業者商譽損失、交通雍塞等。

因此，改善大型車輛安全也一直為交通部重點交通安全改善計畫之一，但傳統之安全相關統計，多為事故數、違規數、客訴數等，其中事故數因其稀少性與隨機性，就統計觀點難以呈現實際安全水準；違規數與客訴數部分，除與交通安全無直接相關，因其與行為層面無直接連結，致其難以直接與投入之安全改善措施(如教育訓練)進行關聯。

過去許多研究都指出事故的發生往往牽涉人為因素、車輛因素及道路環境因素等多重因素交互影響下造成之不幸結果，其中「人」必須擔負所有資訊接收、解讀、判斷、決策與執行，為行車安全最重要的關鍵環節。依據統計，我國 107 年全年因交通事故死亡人數達 2,780 人(以事故發生 30 天內死亡為計算基準)，其中以未依規定讓車、轉彎(向)不當、違反號(標)誌管制、未保持行車安全距離、間隔等因素為主要肇因，顯見「駕駛員行為分析」在整體事故預防之重要性。最有名的 Indiana Tri-Level Study (Treat *et al.*, 1979)針對約 2000 件的事故作深度的事故重建，並發現 90.3%的事故肇因為與駕駛行為相關的人為因素，如危險事件、疲勞及分心駕駛等，由此可知，有效的安全管理的核心應為針對駕駛員的管理，特別是安全駕駛行為管理(如圖 1.1)。

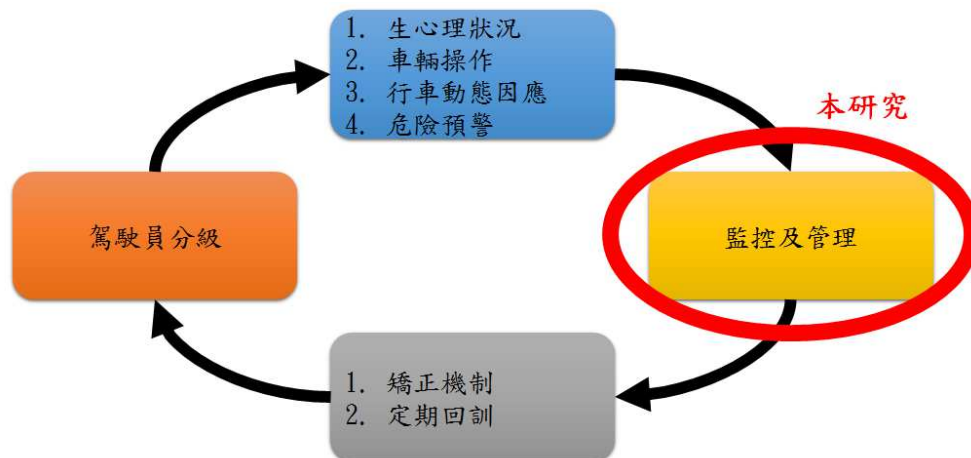


圖 1.1 職業駕駛人安全駕駛行為管理目標

完善的安全駕駛行為管理系統，包括適當的工時訂定、充足的駕駛員訓練、出車前駕駛員精神狀況的確定、行車中的偵測、車隊的安全管理團隊的建立、安全管理的目標的訂定、風險管理的手段的建立、相關流程及表單的建立、定期的審視執行成效、乃至回到公司高層的定期檢視及改善等。近來世界各國為了持續性與系統性改善運輸業安全也開始積極推動導入適合的安全駕駛行為管理系統，而其中駕駛行為資料之蒐集與適合的安全駕駛行為指標實為安全駕駛行為管理系統運作的關鍵。

1.2 研究動機

早期國內對於駕駛行為之相關研究主要以客運公司取得駕駛員之危險事件的紀錄(聰明公車資料)來進行分析，但國內的研究除了資料準確及精確度未經驗證，且未能建立各項行為資料與安全之因果連結，亦未考慮不同駕駛環境可能造成的影響。此外，許多國內所使用的危險事件定義係由業者自行訂定或自國外相關業者取得，但國外路型條件、車流狀況、法律及駕駛習慣等皆與我國不同，難以直接移植。在上述資料不足與未考量本土化之種種條件下，進行安全駕駛行為管理之效果自然不彰。

再者，事故成因複雜，影響因素包含人、車、路、環境間的交互作用，又事故件數本身具統計隨機性(事故發生的時間及空間高度分散的特性)，造成事故件數、傷亡人數不易準確衡量。早期運輸安全相關分析受限於資料取得困難，須透過事故件數、嚴重度等資料呈現安全水準，惟因事故屬高度隨機的稀有事件(rare event)，導致此類型之落後指標(lagged indicator)難以有效分析評估駕駛之安全性。

近年來隨著科技進展，各國陸續以自然駕駛(naturalistic driving)為題，透過在車輛上裝設各項偵測設備，長時間蒐集駕駛員在「自然」狀態下的駕駛行為，並透過其於行車過程中發生的失誤或危險等領先指標(leading indicator)之監控，分析駕駛員的行為模式，以達到安全管理之目的。相關研究主要集中於應用危險事件來開發車載安全裝置，如疲勞及駕駛分心警告裝置、車道偏離警告系統等。這類型研究所蒐集的資料包含影像、數位行車紀錄器、地理資訊、道路幾何、及駕駛員身心理狀況等，並搭配相關實驗設計(Dingus *et al.*, 2006; UMTRI, 2014; SHRP2, 2015)。但由於數位行車紀錄器所蒐集之資料量相當龐大，且過去研究對此資料的分析方法討論較少，以致於許多研究並未將所有有關變數如道路環境因素、駕駛員身心狀態等納入考量，且常有估計偏誤之情事(Jovanis *et al.*, 2011)。

本所自民國 100 年以來，已陸續辦理「都會區安全駕駛行為與節能策略之研究」、「城際客運安全駕駛行為與節能策略之研究」、「大客車安全與節能駕駛行為特性研究」及「公車動態資訊系統巨量資料(Big Data)蒐集與視覺化分析研究」等計畫，透過與客運業者之合作，於營業車輛上裝設車上診斷系統(OBD)、GPS、加速度計、影像行車紀錄器及隨車觀察等方式，蒐集公路客運之自然駕駛資料，進行節能/安全駕駛行為分析、大數據分析等系列研究，並提出以車速、引擎轉速、跟車距離等做為駕駛行為風險衡量指標，以及定義安全門檻做為車隊管理、行為分析、教育訓練之用。但過去國內之相關研究因設備不成熟，難以大規模蒐集國內之自然駕駛資料且與安全的連結不足，造成其運用在安全駕駛行為管理系統之成效有限。

近來由於車載資訊設備的技術愈見成熟且成本大幅降低，使得車載資訊系統、相關事故預警及先進駕駛輔助系統越來越普及。對運輸業者而言，得以運用設備蒐集行駛中的資訊來做為事故風險管理之用，例如，透過車道偏移或跟車過近的監控做為危險事件的監控，並設定一目標，來做為安全駕駛行為管理的持續改善的目標。

但國內外以車載設備來進行安全駕駛行為管理或危險事件指標的定義時，仍遭遇許多技術上與管理上的困難。就技術上而言，目前車道偏移偵測許多仰賴影像識別，亦即透過偵測車道線或道路邊線及搭配駕駛員是否有打方向燈，來判斷是否有車道偏移情形；但由於我國的標線的夜間及濕度反光性能普遍不佳，以致於所偵測之車道偏移的準確率在晚上或是雨天相對其他天候較低。此外，許多運輸業在產出駕駛員管理報表時，除了忽略不同天候及道路環境之影響，往往也忽略曝光量因素(如某駕駛員行駛 10 公里發生 1 次車道偏移及行駛 100 公里發生 1 次車道偏移)。

而就管理層面，因各運輸業的營運路線及環境不同、所導入的車載資訊系統也不同。目前國內大多數業者均有安裝 GPS 或影像行車紀錄器等基本車載資訊系統，但卻面臨上述車載設備所輸出的資料，卻無專業的分析人員協助訂定適當的安全駕駛行為指標、管理報表及分析工具，且對於建置這些車載資訊系統之分析資料庫或是再多添購分析所需之車載設備，也需要額外的建置成本，受限於目前客運業之收入及獲利成長有限，此高固定成本的相關系統之導入仍有待政府補助或是設立相關誘因機制。

整體而言，安全駕駛行為的管理雖然為未來之趨勢，且可提供更即時且精確之駕駛行為資訊，在國內的發展卻也面臨以下困難：

1. 何種安全駕駛行為指標較適合做為安全管理使用(該指標與事故之關聯性)？
2. 安全駕駛行為指標之門檻值應如何決定或設定？(需以實際行駛中的影像及數位行車資料進行分析)。
3. 僅使用單一安全駕駛行為指標做為安全管理評估基礎，而不考慮行駛環境(如國道或市區)及曝光量等。
4. 即便有適合的安全駕駛行為指標及門檻值，安全管理分析的報表應如何設計？
5. 安全管理分析的報表可搭配何種分析，如時段、地點等？

1.3 研究目的

欲建立安全駕駛行為指標，首先須能對駕駛行為進行偵測及量化，並確立所定義之駕駛行為與事故風險的關係，始能做為較客觀且有效之衡量指標。

本研究以過去研究為基礎，並透過蒐集運輸業者之駕駛行為資料來建立本土化之安全駕駛行為指標與門檻值，規劃開發駕駛行為分析工具，幫助運輸業者、用路人

等各類潛在使用者得在有限資料、資源的狀況下，運用簡單的工具進行資料分析及後續安全管理，以達到事故預防之目的，提升我國交通安全環境品質，大致研究目的如下述四大項。

1. 了解國內運輸業運用車載資訊設備之現況及所遭遇之困難。
2. 根據我國運輸業者駕駛行為特性與目前車載資訊系統之應用情形，研擬本土化之安全駕駛行為指標與門檻值。
3. 透過上述指標開發駕駛行為分析工具，做為協助業者與相關單位進行行車安全與風險之管理。
4. 藉由本研究開發之駕駛行為分析工具，做為導入汽車運輸業之道路交通安全管理系統，以達到事故預防之目的，提升我國交通安全環境品質。

本研究的成果將有助於運輸業大幅降低其適當的安全駕駛行為指標的訂定及相關管理報表及分析工具的建置所涉及的研發成本，而有助於其善用目前的車載資訊系統、並進一步達成道路道路交通安全管理系統建置及管理，而有助於提升我國運輸業的道路安全。

1.4 研究範圍

本研究以我國汽車客運業為範疇進行相關研究。不僅是客運業對於民眾日常交通旅運之安全影響較大，且由於客運業的事故往往涉入較多傷亡；另一方面，目前我國客運業應用之車載資訊設備及車載資訊系統也較其他汽車運輸業來得多，以至於資料較為充足，因此較適合優先進行自然駕駛行為之資料蒐集對象。

1.5 工作項目

1.5.1 文獻回顧

1. 回顧國內外駕駛行為分析、事故分析、行車風險指標、安全門檻等議題相關文獻。
2. 盤點國內外車載資訊系統(如數位行車紀錄器、車道偏移警示系統、車前防撞警示系統、GPS 車機等)及相關資料平台功能規格，彙整各類系統可提供之警示、可記錄之資料、資料型態格式，及應用於駕駛行為分析工具開發之可行性與限制。

1.5.2 研提駕駛行為分析之系統架構

1. 以前一階段文獻回顧為基礎，建構駕駛行為分析之系統架構，探討內容包含：
 - (1) 車載資訊系統(設備)種類(例如數位行車紀錄器、GPS 車機、ADAS 系統、OBD2 等)。
 - (2) 各類設備可產生的資料(例如 GPS 座標、方位角、時間、駕駛員識別、車速、方向燈、加速度、引擎轉速、與前車間距、與左/右側標線間距等)。
 - (3) 各類資料可產生之行車風險指標(加速度變異過高、與前車過近次數等)。
2. 本階段所研提之架構除應包含已商品化之車載資訊系統(及該設備可產生之資料)外，同時亦應包含「已有研究提出實證，但現有設備尚無法提供」的資料。
3. 辦理專家學者訪談或會議，參與人員包含道路交通安全相關領域之學者、業者、NGO、設備商等，針對本計畫研提之駕駛行為分析架構提供意見，並據以修正。
4. 綜整研提駕駛行為分析之系統架構，並以表格或其他適當方式呈現各項設備、資料、指標之關聯，提供運輸安全相關產業發展之參考。

1.5.3 駕駛行為分析工具開發

1. 以前揭駕駛行為分析系統架構為基礎，考量國內相關車載資訊系統產品的普遍性等因素，選擇重要行車風險指標納入駕駛行為分析工具。
2. 開發駕駛行為分析工具，包含前揭行車風險指標與各指標之門檻，功能部分包含資料匯入、資料匯出、資料分析、行車風險指標計算、報表產製等，並制定資料儲存欄位之資料型態、單位。
3. 以國內汽車運輸業為對象，進行自然駕駛行為資料蒐集(應至少包含本研究納入的行車風險指標所需之資料)，並依據實際蒐集之自然駕駛行為資料，設定各項行車風險指標的本土化安全門檻。
4. 本研究行為分析工具係以非資訊專業人員為對象，程式設計須考量應用之方便性，應以常用商業軟體(如 Office)、免費軟體(例如 R)為優先，並建立可供使用者簡易操作之介面。

1.5.4 工具應用及駕駛行為特性分析

1. 應用所開發之駕駛行為分析工具，以本計畫蒐集之自然駕駛資料為對象，分析駕駛員於行車過程中行車風險指標的變化，以及發生超過安全門檻「事件」的情形。

2. 應用所蒐集之自然駕駛資料，分析各駕駛員於行車過程中發生的各項事件，並進一步分析其特性，例如在性別、車種、道路環境、營運型態等條件差異下，駕駛員在各項行車風險指標的差異。
3. 以大數據分析、資料探勘等技術為基礎，分析駕駛行為與安全之關聯性。
4. 研提應用範例，展示業者應用本計畫開發之駕駛行為分析工具可進行之安全改善計畫。

1.6 工作流程

為探討駕駛行為分析在安全改善之應用，研提駕駛行為分析之系統架構，並以汽車運輸業為對象蒐集自然駕駛行為資料，發展適合國內產業之安全駕駛行為分析工具，本研究之工作流程如圖 1.2 所示。

首先在文獻回顧部分將探討道路交通安全管理系統及安全駕駛行為管理、自然駕駛研究與安全駕駛行為指標、國內外車載資訊系統目前應用情況等課題，之後與合作之客運業者蒐集自然駕駛行為資料做為後續分析資料庫之建置基礎，並同時拜訪運輸業者以及設備廠商，確認研究範疇以界定安全駕駛行為指標項目後，即可進行分析資料庫建置，並建立安全駕駛行為指標門檻值，進行安全駕駛行為特性分析，了解駕駛員在各項指標的差異。最後研擬出安全駕駛行為管理報表並建立分析工具，最後透過舉辦專家學者座談會及教育訓練，並將意見回饋及修正指標及分析工具之改善，完成本研究之安全駕駛行為管理報表及分析工具與操作手冊。

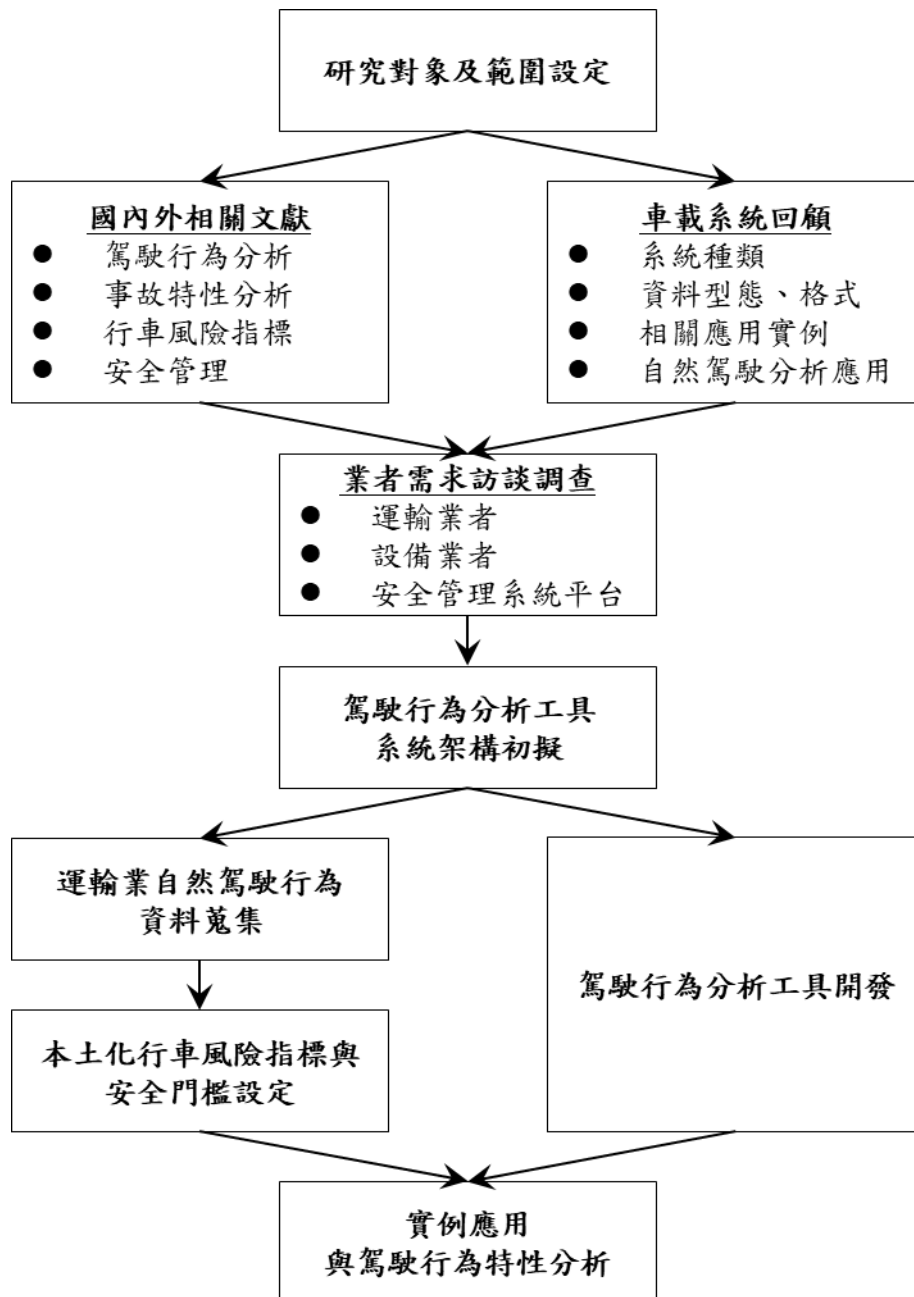


圖 1.2 工作流程圖

第二章 道路安全管理與安全駕駛行為管理

若欲進行安全駕駛行為研究以提升交通安全水準，則需先了解對傳統公路汽車運輸業的道路交通安全管理系統進行探討，了解如何利用行為指標來加強行動指標與核心指標之連結性，做為探討該利用哪些安全駕駛行為指標進行安全駕駛行為管理之基礎。同時探討國外有關安全駕駛行為研究之相關內容，供本研究之指標設計參考。回顧國外與國內目前應用車載資訊設備於道路安全管理的成效與其管理方式。

2.1 道路交通安全管理系統

完善之道路交通安全管理系統，應由系統安全分析的角度，透過各種方法、技術或程序，來監理複雜的道路交通安全系統，完整地評估所欲研究系統內與安全相關之風險，此亦為安全管理系統(Safety Management System, SMS)的精神(FAA, 2004)。根據 Stolzer(2008)之定義，安全管理系統(Safety Management System, SMS)係因應自身營運風險之規模以及安全文化之環境，依循品質管理系統原則所建立之動態風險管理系統。

安全管理系統包括危害識別及風險控制，目標訂定、規劃和績效評估的程序，其重要性不亞於財務管理系統。企業在建立 SMS 時，應要包含所有能在安全管理上有所貢獻的部門，且各相關部門都應有個別的流程和程序。除了傳統的程序和作法，SMS 還要建立應變措施，用以預測和防止危害事件的發生，進一步減少安全的風險，透過不斷地改進安全及採納典範實務的標準是必須的目標。SMS 同時必須融入組織結構，成為組織文化的一部分，也成為員工完成工作的方針。

當安全相關問題的疑慮出現、識別到危害的存在、事故或事件的發生後，應採以下步驟：

1. 提出安全問題或事件進行報告，並請管理階層注意。
2. 對事件、危害或問題進行分析，以確定其導因、來源的風險評估。
3. 糾正行動及緩解措施的制定與實施。
4. 評估糾正的行動，以確保它是有效的。若安全問題得到解決，該動作可以被記錄和加強安全的維護；若問題未得到解決，應該要重新分析，直到問題解決。

國際標準組織(International Organization for Standardization, ISO)於 2012 年發行「ISO 39001 道路交通安全管理系統標準」，做為國際間官方或民間組織建立的道路交通安全管理系統的指標性規範(如圖 2.1)，以持續改進的管理系統做為抑制道路交

通事故傷害的工具，用以降低、進而終結道路交通事故肇生死亡或重傷的發生率與風險，這項聚焦可望提升道路交通安全管理系統之使用成本效率。此國際標準辨識出優良的道路交通安全管理策略基本要素，可使組織達成期望的道路交通安全水準。世界各地的經驗顯示，藉由接受全面性道路交通安全系統之檢核可大量減少死傷。包含清楚明確的聚焦於道路交通安全目標以及證據導向的行動，輔以具有足夠能力之組織管理。政府無法獨自達成這些成績，各種類型規模的組織，包含個別用路人在內，都在這項工作中扮演重要角色。

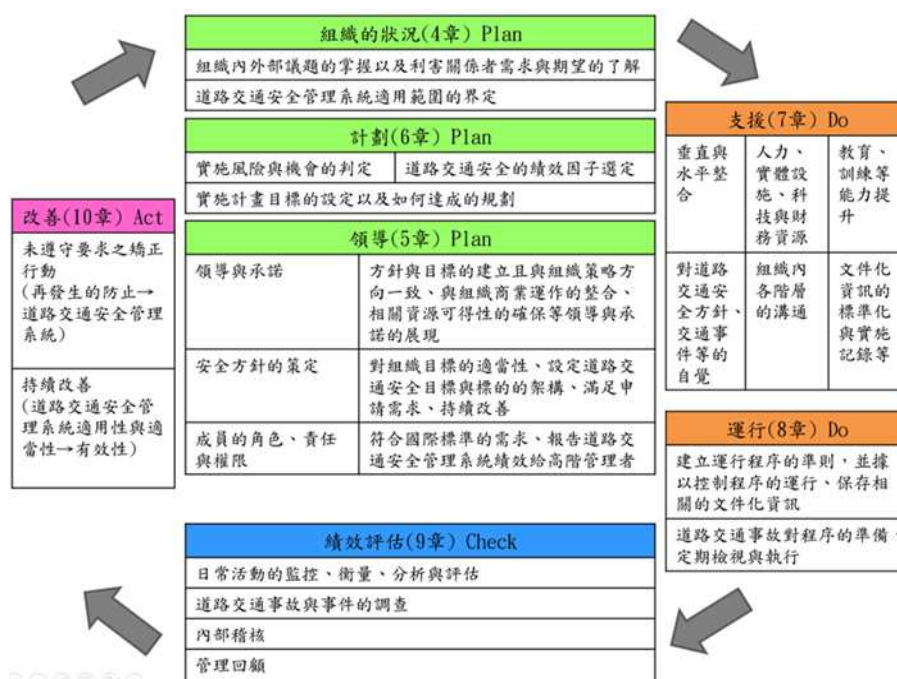


圖 2.1 ISO 39001 之 PDCA 流程

在道路交通安全管理系統內的一個主要內容為危害識別及風險評估，以做為安全管理系統的基礎。目前業者在道路交通安全管理系統內採用的管理績效指標主要有(1)駕駛是否遵照相關規定，及(2)駕駛的事故紀錄、交通法規違規紀錄及公司內規違規紀錄。第一項績效指標為一行動指標(activity measures)，用來衡量管理階層對減少交通事故或事故嚴重程度所作出的努力，如：強化駕駛知識及技能的訓練、標準化車輛維修及檢修流程等。第二項指標為一核心指標(core measures)，為交通安全的主要目標，如事故件數、交通事故受傷及死亡人數的減少等。而目前兩者間的連結僅在於，假設若駕駛員依照所有相關規定，如車輛檢修及達到一定駕駛訓練時數等，可得控制或降低事故風險。而由於事故件數本身在時間及空間上的高度分散，以致於核心目標不容易準確衡量。因此儘管行動指標為確保交通安全的基礎，但卻往往不易直接連結到核心指標；因此，過去仰賴行動及核心指標來評估效益的改善方案都常被質疑其有效性。

由於行動與核心指標在連接上的困難，因此近年來學者開始提倡使用行為指標(behavioral-based safety)來連結行動及核心指標。行為指標為一種間接指標或中介指標。舉例而言，駕駛所接受的教育訓練為一行動指標，而該努力應反映在駕駛對風險

感認的提升，或不安全駕駛行為的減少；而這類的行為指標上的改變若能繼續連結到事故風險的降低，則教育訓練的效益即可連結到核心指標的變化，如圖 2.2 所示。欲找到好的行為指標，則必須先了解事故發生的過程及各種肇因間如何影響事故的發生及影響事故嚴重程度，以使政府及業者得到好的行為指標來進行安全管理。

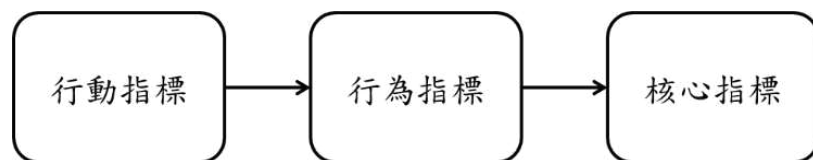


圖 2.2 行動、行為、及核心指標間的關係

目前世界各國已有相當多的研究透過行為指標來改善職場安全，並已成功應用於許多產業來預防職業傷害或減少具有風險之行為，但對運輸業的安全管理而言，由於仍有許多課題尚待研究，因此目前相關應用並不多。目前國內及國外較常見的與安全駕駛行為有關的安全管理為由業者或設備供應商訂出所謂的「危險事件」，並透過數位行車紀錄器來即時掌控駕駛員是否有違反情事。但這些「危險事件」除了無學理上的支持，以至於難以有效連結行動及核心指標；目前尚無一套有系統的方法可使得業者根據所訂定的行為指標來設計及建立相對應的行動指標，以建立串聯行動、行為、及核心指標的安全管理。

安全駕駛行為指標的主要功能之一就在於安全駕駛行為指標可扮演行為指標的一部分，並做為連接行動及核心指標之用。在某些時候，安全駕駛行為指標甚至可做為核心指標，並更直接的衡量安全績效。舉例而言，駕駛所接受的教育訓練為一行動指標，而結果應反映在危險事件的減少，提升駕駛對風險的感認；而安全駕駛行為指標上的改變會進一步連結到事故風險的降低，則教育訓練的效益即可透過行為指標連結到核心指標。

Knipling *et al.* (2003)針對美國大型商用車隊安全管理進行調查，目前商用車隊的主要安全管理議題為有關駕駛員本身之知識、技能、駕駛行為、生心理狀況、飲酒或使用藥物，或是有關公司的人力或工作流程安排、車輛維護等面向。而車隊安全管理重點主要在於有效管理駕駛員及其駕駛行為，以降低其事故風險。在上述的管理方法中，以利用數位行車紀錄器來進行安全駕駛行為管理是目前認為最有效也最有希望可大幅改善大客車交通安全的管理方法(Knipling *et al.*, 2003 ; Klauer *et al.*, 2014)。根據 Lehmann(1996)及 Wouters and Bos(1997)的研究指出估計透過安全駕駛行為的管理約可減少 20%到 30%的事故。

在實務的應用上，國內研究過去亦曾採用核心及行為指標來協助評估首都客運導入道路交通安全管理系統(ISO39001)之成效。儘管在此研究中核心指標為常用之以百萬車公里事故率，但由於觀察期間僅兩年，以至於利用核心指標來進行評估不夠準確。因此本研究在此研究中首度引入行為指標，百萬車公里之行車狀態(偏左車道、偏右車道、車距不足、前方障礙、行人經過等)，來進行分析，以

克服核心指標於短期內隨機性過強不適合做為評估指標之困難。

2.2 駕駛行為分析-以量表為基礎

駕駛行為是交通安全最常討論的議題之一，因駕駛行為能解釋許多意外肇事的前因，其中又以危險事件(aberrant driving behavior)可能直接導致事故的發生。危險事件的分類最主要由 Reason (1990)所提出，如圖 2.3 所示，危險事件一般來說可分成三類：違規(violation)、錯誤(error)以及疏失(lapse)。所謂的違規行為即違反交通法規或規則的行為，例如超速、違規紅燈右轉、逆向行駛、酒醉駕車等；錯誤的行為指未達成駕駛員預期的危險行為，亦即駕駛員並沒有違反交通規則的意圖，但由於駕駛技能或經驗不足，導致駕駛行為結果不如預期，例如駕駛員錯判來車間距，而出現驚險的超車或變換車道行為，或低估剎車距離而差點撞上前車等；而疏失則是指因注意力不足或記憶錯誤所形成的危險事件，例如忘記下匝道。在這三種危險事件當中，違規行為與交通事故發生的聯結最為顯著，但國內資料顯示這三種危險事件與交通事故的發生都有顯著的關係(Chang and Yeh, 2007)。

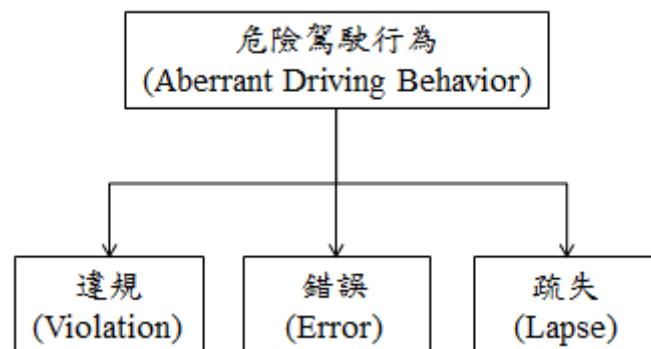


圖 2.3 危險事件

行為量表於駕駛行為應用上，最主要是由 Reason *et al.* (1990)發展出 50 個不同的駕駛員異常行為之駕駛員行為問卷(Driver Behaviour Questionnaire, DBQ)，要求受訪者依其經驗回答發生各種異常駕駛行為之頻率。該研究於英國蒐集 520 份問卷，透過年齡與駕駛曝光量之分析可發現，違規行為會隨著年齡增加而降低；此外，駕駛員道路使用曝光量愈高，其違規頻率也會增加，隨著使用道路的經驗累積，駕駛員危險失誤的發生情形有降低的現象。

後續研究多數皆依循此一架構進行；Blockey and Hartley (1995) 採用 Reason *et al.* (1990) 所發展之 DBQ 問卷，應用相同之研究架構針對澳洲 Murdoch 大學職員與學生進行調查。Parker *et al.* (1995) 由 Reason *et al.* (1990) DBQ 問卷當中，自違規、無害疏失、危險失誤三類型問項中各抽取八個問項，發展為共 24 個問項之問卷，針對英國地區駕駛進行調查，並蒐集受訪者過去相關事故經歷。

Parker *et al.* (2000) 採用 Parker *et al.* (1995) 所改良之 DBQ 分析高齡駕駛 (50~90 歲) 人之行為特性，因子分析結果可將問項分為五個構念，其中違規行為可細分為侵略性違規 (aggressive violation) 與一般性違規 (ordinary violation) 兩類型。Sullman and Baas (2004) 使用 28 問項駕駛行為問卷，針對紐西蘭卡車駕駛員進行調查以瞭解其行為特性，並蒐集相關個人屬性與事故經歷，以探討駕駛員特性、行為與事故發生之關係。該研究因子分析結果將卡車駕駛行為分為疏失、違規、失誤、侵略性違規，其中違規類型之問項對事故件數之預測能力最佳。

Taubman-Ben-Ari *et al.* (2004) 匯整過去相關研究，發展共包含 44 個問項之多面向駕駛風格量表 (Multidimensional Driving Style Inventory, MDSI) 問卷。透過因子分析，該研究共萃取出解離 (dissociative)、焦慮 (anxious)、冒險 (risky)、憤怒 (angry)、急躁 (high-velocity)、紓壓 (distressreduction)、耐性 (patient)、小心 (careful) 等八大型態之駕駛行為。為瞭解不同族群駕駛行為之架構差異，Rimmö (2002) 應用 Åberg and Rimmö (1998) 針對瑞典駕駛環境設計之駕駛行為問卷 (DBQ-SWE)，自該研究歸納之違規、錯誤 (mistakes)、未注意導致之疏失 (inattention errors)、缺乏經驗導致之疏失 (inexperience errors) 當中，各選取因子負荷量 (loading) 較高之八個問項進行研究。過去研究發現違規行為常直接造成事故之發生，因此，Lajunen *et al.* (1998) 針對駕駛員易怒與違規駕駛行為等層面探討與安全觀念、事故發生之關係。研究採用邀集受訪者填答問卷之方式進行，問卷內容主要可以分為四大類型，駕駛者易怒特性採用 Deffenbacher *et al.* (1994) 所發展之駕駛易怒量表 (Driving Anger Scale, DAS)，要求填答者針對各情境回答受到激怒的程度，違規行為分析採用 Reason *et al.* (1990) DBQ 當中屬於違規特性之問項，安全與技術自我評估問卷引用 Lajunen and Summala (1995) 之駕駛技術問卷 (Driver Skill Inventory, DSI)。透過因子分析可將 DAS 問項分為迫使改變速度與行向 (progress impeded)、魯莽駕駛 (reckless driving)、具敵意之駕駛行為 (directhostility)，其中安全技術愈不足或自認駕駛技術較高的駕駛員，較容易受到「迫使改變速度與行向」的駕駛行為激怒，其次，駕駛里程愈少的駕駛員較容易受到「魯莽駕駛」、「具敵意之駕駛行為」激怒，此外，上述兩特性皆會受到駕駛者年齡之影響，年齡愈輕，被激怒之現象愈為顯著。

相較於 DBQ 探討駕駛員發生異常駕駛行為之頻率，駕駛行為量表 (Driver Behaviour Inventory, DBI) 目的在於瞭解駕駛員的壓力來源。為瞭解駕駛員面臨不同壓力可能造成不同的異常駕駛行為，Westerman and Haigney (2000) 引用 Glendon *et al.* (1993) 發展之 DBI 與 Parker *et al.* (1995) 使用之 DBQ，針對英國地區持照至少一年以上之駕駛員進行調查。透過主成份分析，DBQ 所得結果與過去研究類似，皆將異常駕駛行為分為疏失、違規、失誤。尹維龍 (2005) 另依據前人之研究，發展適合國人的危險事件量表，結合駕駛情緒反應、壓力緊張、駕駛技巧與安全感知等量表，利用問卷並藉由因子分析等統計方法探討駕駛員屬性、情緒反應、壓力及駕駛經驗與危險事件的關係；危險行為對交通事故的影響。

其研究結果顯示我國駕駛的危險行為分為違規、錯誤與疏忽三個因素；迴歸分析結果顯示違規與錯誤都對事故的發生產生影響，其中情緒反應、駕駛技巧與違規呈現正相關，而安全感知、壓力緊張、年齡則與違規呈現負相關。

根據以上駕駛行為整理文獻，本研究首先將危險事件分類，再說明各類危險行為之內容，接著定義各危險行為的指標以及偵測方法。本研究所整理之危險行為可分為以下 8 類：

1. 速度管理係指與速限有關之危險行為，包含速度過快或過慢、減速不當、空檔滑行；
2. 行向改變係指於路口不當轉向、行進間不當變換車道、任意變換車道；
3. 侵略性駕駛係指刻意做出危險行為危害其他用路人之安全，包含與他車距離過近(如逼車)、無故閃大燈、無故開遠光燈、逆向行駛、不當超車、不當穿越行人穿越道等；
4. 道路忿怒為駕駛員不滿道路環境而做出之情緒反應，如按鳴喇叭；
5. 交通違規即違反交通法規之行為，如酒駕、違反號誌指示、標誌標線、不當使用大燈、未繫安全帶等；
6. 駕駛疲勞係指因長途駕駛或駕駛員本身生理狀況不佳所導致的危險事件，如眼睛閉合時間過長、行駛時間過長與呵欠、頭部偏擺頻繁；
7. 駕駛分心係指駕駛在行駛時精神狀況不佳的危險行為，如注意力不集中和恍神、注意力分配不當、車道偏移；
8. 其他危險事件包含與他車距離過近、與前車距離過近、視覺差、行駛不當車道、剎車臨時停靠、車門未確實開關、倒車不當等。

2.3 運用自然駕駛資料分析安全駕駛行為

過去有關駕駛行為之分析研究，因受限設備技術故在所能取得之駕駛員資料或自然駕駛資料相當貧瘠，在此背景下，早期相關研究多半以駕駛員行為問卷(DBQ)進行研究資料蒐集危險事件之樣態以進行分析，雖然問卷皆可透過問卷設計或統計檢定以降低資料誤差，但仍存在無法全然反映駕駛員於安全相關事件或事故當下所發生之情形。而自然駕駛研究之出現，許多研究者開始有機會針對駕駛行為進行更深入的了解，並找出與事故風險有關之危險事件，進而能運用研究結果做為預測駕駛行為風險之依據。以下針對國內外之自然駕駛研究進行相關彙整。

1. 美國：

美國 VTTI(Virginia Tech Transportation Institute)自 2002 年起辦理 100 台車自

然駕駛行為實驗，此計畫蒐集 100 位駕駛一整年的行車資料，包含駕駛本身、駕駛行為、環境等詳細資訊，主要目標係為了探索事故前的因果關係(casual)或是貢獻因素(contributing factors)，以提出更有效減少交通事故的對策。其資料庫總共包含了大約 2,000,000 車輛行駛哩程，將近 4,3000 小時的資料，共有 241 位主要及次要駕駛。而其中也記錄了一些特殊的駕駛行為表現，例如駕駛嚴重疲勞、駕駛失能、判斷錯誤、做其他任務、侵略性駕駛行為及違反交通規則等。

SHRP2 NDS 是由美國運輸研究委員會(Transportation Research Board, TRB)主導的自然駕駛研究計畫，是目前規模最大的資料蒐集計畫，此計畫於 2006 正式開始運作，資料蒐集於 2010 年開始，以美國六個城市為主，如印第安納、賓夕法尼亞、佛羅里達、紐約、北卡羅萊納、華盛頓等，總共募集約 3000 位駕駛人，總共 3 年的駕駛記錄。

SHRP2 中針對駕駛過程中資料的蒐集非常的詳細，將該資料庫的變數內容分成時間(time)、面向(level)兩個維度介紹，詳如圖 2.4 所列。於時間軸上記錄的元素主要是事件的表象(Event appearance)，事件發生過程中四個主要的時間點(事件開始、反應開始、撞擊/近距時間點、事件結束)以及根據駕駛的行為紀錄分心開始結束的時間點，以及說明事件過程中行車動向包含事前動態、關鍵事件、閃避動作、事後動向以及事故與否；而於面向中主要紀錄造成事件發生的潛在因素(potential factors)，如駕駛本身(行為、失能、有無繫安全帶等)、車輛(安全氣囊、車輛翻覆等)、道路(近路口與否、交通控制、車流情形、車道數等)、以及環境(天氣、光線、地區等)。

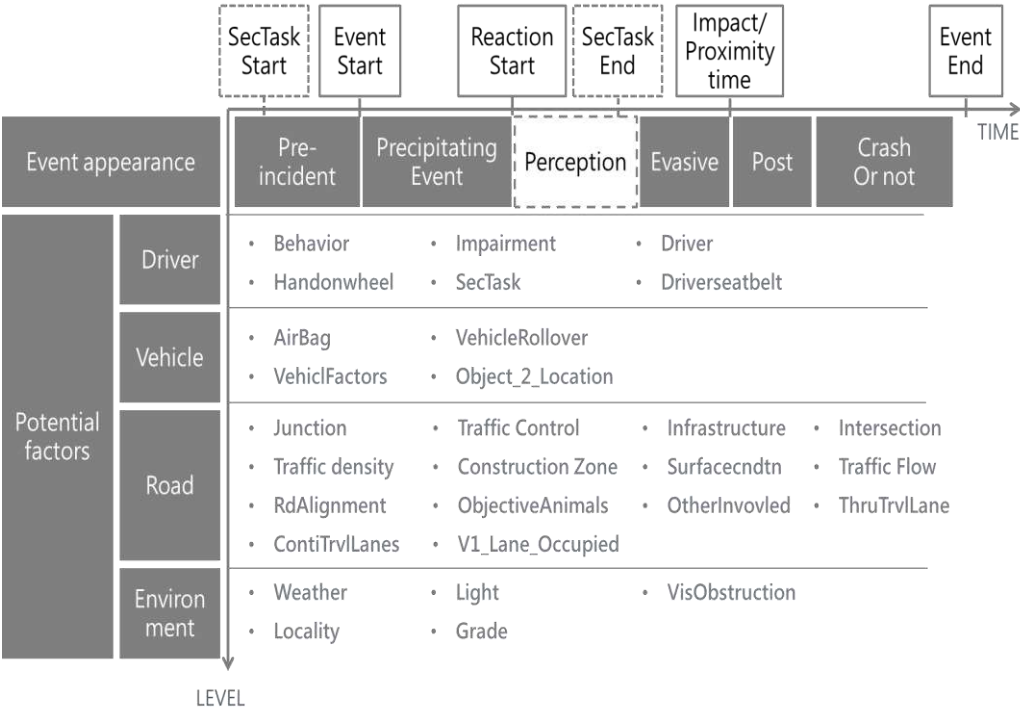


圖 2.4 SHRP2 變數介紹

2. 歐洲：

UDRIVE 是歐洲第一個大規模的自然駕駛行為研究計畫，其主要以小客車、大卡車及機車(powered-two wheelers)為研究對象，進行了超過兩年的資料蒐集，資料包含了車前影像、車內影像以及地理資訊系統(GIS)資料。其計畫的主要目標是為了提出方法以(1)改善道路安全 (2)減少污染排放及油耗以達到更永續的道路使用，因此其研究主要專注在駕駛分心、車輛與行人及自行車之互動、危險事件以及節能駕駛(eco-driving)這幾項議題上。而在計畫結束後，也將開放資料庫給全世界各地的道路安全及環境專家做更多更深入的研究。

另外，歐洲 2-BE-SAF 是由歐洲聯委員會 the Seventh Framework Program 中的 Sustainable Surface Transport 所資助的 2-BE-SAFE 計畫，是第一個以機車騎士為研究對象的自然駕駛行為研究，研究主要的目標希望能了解機車騎士之行為以及找出影響機車事故的主要因素，並提出減少機車死傷事故的相關對策。計畫中包含了 29 個來自歐洲、以色列及澳洲共 14 個國家的研究機構、使用者協會以及產業界的合作對象。

3. 澳洲：

澳洲自然駕駛行為研究為澳洲第一個大型的自然駕駛行為研究，其中包含了 360 位自願受測者(180 位來自 New South Wales 180 位來自 Victoria)，利用裝設在車內的資料蒐集系統(含多種偵測器如攝影機、GPS、雷達及加速度計等)進行為期 4 個月的資料蒐集，蒐集的資料包含了駕駛行為(例如他們在看哪裡)，車輛的動作(例如速度、所在車道內位置、跟車距離等)，與車輛有互動的其他用路人的行為(例如其他車輛、機車、自行車或行人)以及車輛與道路設施間的互動。

在實際開始測試前，會先對每位駕駛進行一些相關的測驗讓研究者能將這些駕駛相關的資訊與實際駕駛行為做連結。希望透過研究的結果能提出對策以改善路口安全並減少速度相關的事故、弱勢用路人(行人、自行車及機車)涉入的嚴重傷亡事故、疲勞與分心造成的事故，以及增進碰撞警示系統及其他車輛安全相關科技之設計與效果。

4. 國內：

有鑑於都會區內的運具種類數量繁多，若民眾能常常搭乘大眾運輸運具，不僅能減少私人運具的使用，還能提升能源的使用效率，然而大眾運輸一旦肇事常會造成重大傷亡，於是在 2011-2013 年期間，進行了為期三年之自然駕駛資料研究，以下將逐一介紹：

本所於 2011 年以都會區大型車輛職業駕駛人為研究對象，配合記錄資料設備的設置，蒐集駕駛行為資料，據以分析能源消耗及不當駕駛行為(運研所，2011)。該研究自澳洲引進 Vigil Vanguard 行車偵測系統，並且配合 OBDII 車輛診斷設備針對 100

位不同的大客車職業駕駛者，以都會區的路線進行實車測試，其蒐集的資料包含影像、車速、加速度、瞬間油耗量等並透過交叉分析的方法來分析能源消耗及不當駕駛行為。研究結果顯示，在油耗分析結果方面，以重度加速行為的耗油率最大。而燃油效率方面(單位耗油量可行駛最遠的距離)以滑行為具有最大值，其次為穩定行駛行為具有較高的燃油效率。此外該研究所蒐集的駕駛行為資料，經過影像資料與車速等資料進行交叉比對後，可幫助客運公司瞭解個別駕駛人的行為特性，並期許能透過後續的教育訓練，減少危險和耗能因子，提高客運公司的服務品質及能源使用效率。

在 2012 年接續 2011 年的「都會區安全駕駛行為與節能策略之研究」，以城際客運大型車輛職業駕駛人為研究對象，透過駕駛行為的偵測技術，以找出耗能及危險因子，並藉由行為回饋課程機制，建立駕駛人節能及安全駕駛行為。在安全部分，該研究運用行車影像紀錄器、wii 的加速度計、GPS 衛星接收器、OBDII 車輛診斷等器材，獲取原始資料，並運用程式將行車資料與影像資料的同步，並分析駕駛人的各種駕駛行為，包括起步行為、停車行為、過重加速行為、過重減速、跟車距離等。除了可以分析不同駕駛人的駕駛行為之外，該研究也在對所有駕駛人進行教育訓練(以動態影片的方式分析個案)之後，再一次地分析駕駛人在教育訓練前後是否有駕駛行為上的改變。該研究指出，在跟車行為方面，在經過教育訓練後的跟車距離是有統計上顯著的差異的，也確認了教育訓練的有效性。總體而言，該研究除能幫助交通部及客運車對改善耗能現況，更重要的是可以減少大客車的肇事機率，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，並且協助車隊公司做好駕駛人行為管理及事故預防工作。

運研所(2013)延續先前的研究，並將其推行至城際與其他路線(如山區路線)。因此該研究以大客車駕駛人為研究對象，透過駕駛行為偵測技術，以找出耗能及危險行為因子，並輔以宣導及矯正駕駛的教育方式，建立駕駛人節能及安全駕駛行為。在節能的部分，該研究透過文獻回顧建立出五項衡量的指標(怠速行為指標、車速穩定程度指標等)，並建立出評分機制，將所蒐集的駕駛行為資料，以公式分別計算出個別的指標數值，再根據不同駕駛人其指標計算的數值結果來給予評分。在安全的部分，該研究分成三種不同路線類型(山區、城際、都會區)，並探討三種不同路線類型下，對於駕駛者行車過程中的跟車情形以及車輛之橫向和縱向加速度的操控情形。結果顯示，在跟車行為部分由於未持續以跟車影片案例，向受訓駕駛者進行指導，因此跟車行為次數、Headway ≤ 1.5 次數與數值上並無統計上顯著性的差異；另外針對過重加速行為中涉及跟車行為事件分析發現，在不同路線下其跟車距離遠近對於駕駛者煞車之影響有所不同，都會區路線當跟車距離約 10~13m，駕駛者會採取減速行為，城際路線則約為 40 m，山區路線則約為 10 m 左右。

2.4 車載資訊系統應用於安全管理之實例

美國商用車輛安全管理署(Federal Motor Carrier Safety Administration, FMCSA)於

1999 年就如何應用安全駕駛行為管理來改善及強化運輸安全來進行可行性研究(Krause *et al.*, 1999)。此研究於兩家貨運公司車隊搭載車載資訊系統(Onboard Safety Monitoring, OBSM)，參與研究之駕駛員在實驗期間的 17 周內維持正常的送貨駕駛服務，但於其所駕駛之卡車內裝載兩台攝影機和三個加速度計以進行資料蒐集。實驗分兩階段，前 4 周的基本觀察時間(對照期間)，車載安全監控偵測僅紀錄與安全相關之事件，研究人員及車隊安全管理者對駕駛員的行為也不會有所干涉；再接下來的 13 周回饋機制啟動，安全管理者開始分析與安全相關之事件的紀錄，並在必要時要求駕駛員重新接受駕駛訓練(實驗期間)。整體而言，兩業者的駕駛員在實驗期間所發生的與安全相關之事件就對照期間分別下降 37%與 52.5%。此研究結果顯示透過安全駕駛行為管理將能大幅降低駕駛員的事故風險。同時也顯示當獎賞激勵機制與其他道路交通安全管理系統結合時，有利於更進一步降低事故發生機率和事故成本。

儘管 FMCSA 的研究顯示使用車載資訊系統可改善駕駛員的安全駕駛行為，但對於究竟如何定義目標駕駛行為(意即，如何定義與安全駕駛有關的事故前兆)，仍待學界研究。這類目標駕駛行為的定義，如最小跟車距離或急減速的門檻值等，目前很多車載資訊系統開發商仍將此等目標駕駛行為當成商業機密。而要找到適當的目標駕駛行為來進行安全駕駛行為管理，則需從 DO IT 程序的第二階段 - 觀察行為開始。從交通安全研究的角度而言，則需要從事故發生的過程來研究。

Bell (2017)運用與上述美國商用車輛安全管理署(FMCSA)類似的實驗設計，應用車道偏移、危險倒車、危險剎車、雙手是否有放在方向盤上、超速、跟車距離過近、分心等來評估駕駛員的危險事件，據以評估不同的回饋機制是否有助於矯正駕駛員的危險事件，該研究為了降低其他干擾因素帶來的影響，將來自不同公司的駕駛員分成 3 組，並分成 4 個不同的時間期程來做交叉比對，結果顯示不論是哪種回饋機制對於駕駛員行為的矯正都有正向助益。

除了美國外，以色列所發展之道路交通安全管理系統中，每趟旅次都會蒐集相關行車資料，並透過該系統內建之演算法，辨識出駕駛的各種駕駛行為，例如變換車道、左右轉等，最後再求算不同駕駛行為的風險指數(risk index)，即可求得各趟旅次的風險(Toledo & Lotan, 2006, Toledo *et al.*, 2008, Prato *et al.*, 2009)。該實例將每位駕駛員每趟旅次的駕駛行為分為三個等級，分別為小心(cautious)、中等(moderate)，以及侵略(aggressive)，並在每個月每位駕駛員各產製月報表；該研究除了透過即時的回饋來提醒駕駛之外，也會以事後回報的方式對每位駕駛進行個別教育，研究成果顯示該回饋機制能有效減少 38%的危險事件產生。

另一個在以色列的實例(Farah *et al.*, 2013)則是透過計算剎車、加速、轉彎、變換車道，以及超速等五大情況下的 g 力(g force)來判斷駕駛行為的風險程度，並將駕駛員每趟的駕駛行為分為三個等級，如圖 2.5 所示，分別為綠(風險低)、黃(風險中)、紅(風險高)。該研究指出透過車載資訊系統的監控與回饋，能有效減少 30%駕駛員在延車英哩發生的事故比率。

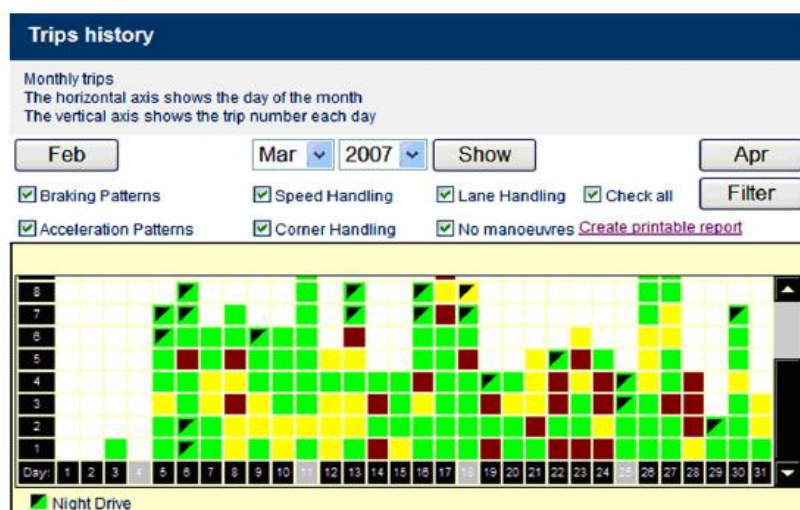


圖 2.5 特定駕駛 2007 年 3 月份旅次資料

在泰國的公共迷你廂型車(public mini van)也有相關的商用應用實例(Saiprasert & Pattara-Atikom, 2012)，透過計算每位駕駛員每分鐘的駕駛安全積分(Driver Safety Rating, SR)，比較不同駕駛員之間的表現。駕駛安全積分一共由四大部分所組成，包含(1)急剎車/急加速：該時間點是否有急剎車或急加速。(2)車門未關閉行駛：該時間點是否有車門未關閉而行駛的情況發生。(3)轉彎速率：該時間點若有轉彎，其車速為多少。(4)車速：該時間點的車速。每趟旅次結束後，產生出每位司機每分鐘的 SR 折線圖，如圖 2.6 所示，橫軸為開車持續時間，縱軸為 SR，不同顏色的線則代表相同路線、不同司機的結果，藉以相互比較司機之間的風險差異。

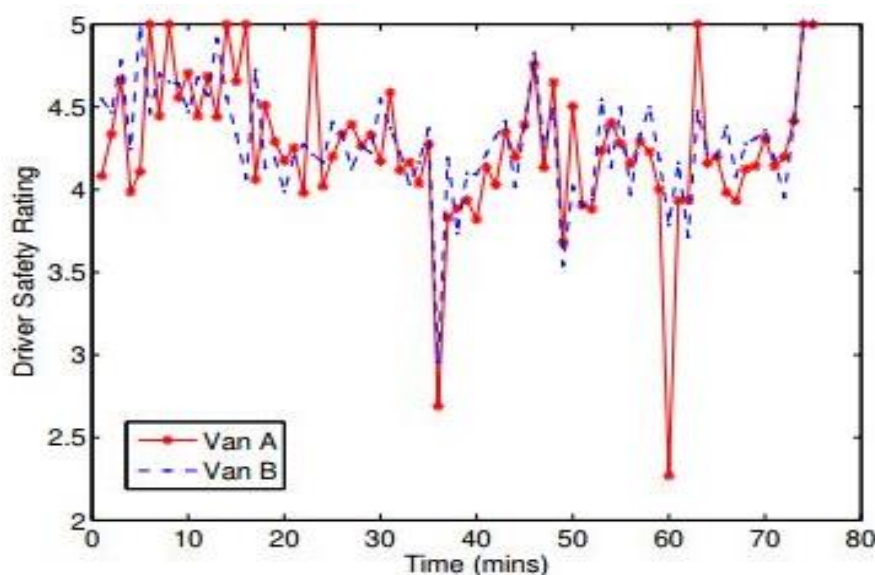


圖 2.6 比較相同路線、不同駕駛之間的 SR

Toledo and Shiftan (2016)於 155 輛實驗車裡安裝車機來蒐集資料，並透過計算剎車和側向的 g 力大小，以及行車的速率高低，來判斷駕駛行為的風險程度，再將判斷之結果換算成該駕駛員的駕駛分數，分數由 0 到 100 分，愈高代表愈安全。而分析時

依照駕駛分數將駕駛員分成三等，並產生如圖 2.7 的圖表，研究結果指出在經過第一階段回饋機制後(針對表現不佳駕駛)，能有效減少約 20%的每英哩發生的事件比率，而在第二階段的回饋機制後，可以另外減少 7%的延車英哩發生的事件比率。

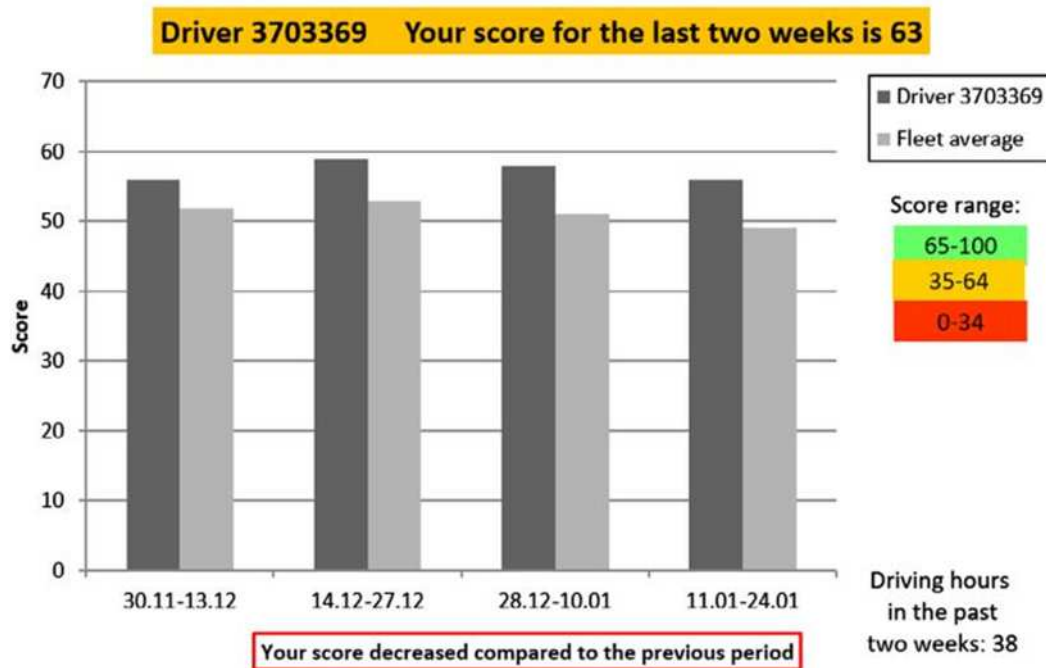


圖 2.7 每一期 Driver 3703369 之駕駛分數與平均分數之比較

Wouters and Bos (2000)在減少交通事故成效影響時將多個商業車隊中依照不同車隊的服務型態(計程車、大貨車等)、服務位置(車隊所在城市)等特性，將其分為七大組來蒐集資料，包含平均車速、加減速資料、燃油使用、行駛里程數，以及肇事資料，之後再計算風險比(risk ratio)，藉以分析加裝相關設備是否對各組有顯著影響。研究蒐集了 840 台車、1836 件事務後，指出在裝設了車內監控系統並進行回饋後會減少約 20%的事故。

Chakravarty *et al.* (2013)蒐集加減速、轉彎，以及震動程度的資料，並設定門檻值，若蒐集到的數值超過該門檻，則計為一次異常(anomaly)，並判斷該異常是屬於加減速、轉彎，還是上下晃動的異常，最後，依照判斷的結果對當下的駕駛風險程度評分，得到每趟旅次的風險分數(risk score)，並比較不同駕駛員之間的風險分數，以及分析每位駕駛員產生高風險分數的原因。

在 Simsek *et al.* (2013)在多家物流公司的商用車隊安裝車機，蒐集每 2 分鐘一筆的車速、引擎空轉以及燃油成本來進行評分，最後透過統計圖表來比較分析，產生行駛速率、超速、超速次數、超速速率大小之管理圖表，找出有需要改善超速行為的駕駛員。：

1. 行駛速率：透過趨勢圖來分析每位駕駛員過去一年的行車速率與速限(公司規定速限為 80 公里/小時)之關係，如圖 2.8，橫軸為月份、縱軸為時速。

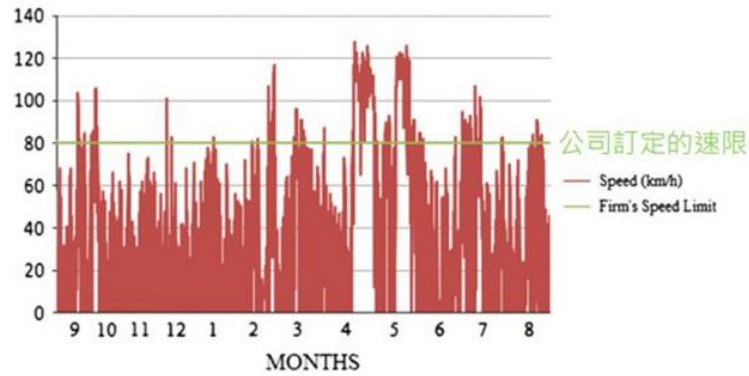


圖 2.8 駕駛員 A 一整年每 2 分鐘的速率趨勢圖與速限

2. 超速：以不合格率管制圖(p-Charts)來顯示該駕駛員每月的超速比例差異，如圖 2.9 所示，橫軸為月份、縱軸為超速次數的比例、紅線為控制上界與下界(upper and lower control limit, UCL and LCL)、綠線為該駕駛全年的平均超速比例。

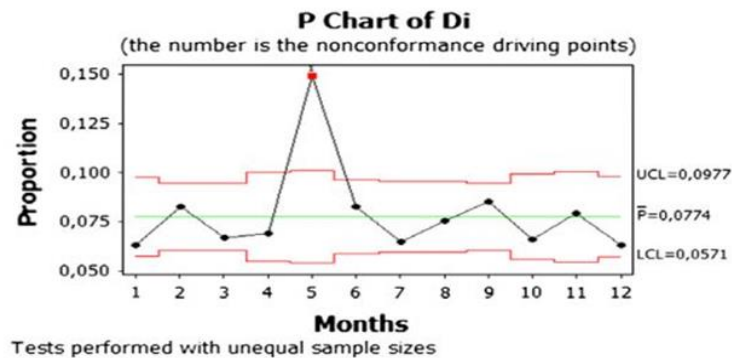


圖 2.9 駕駛員 A 每個月的速率不合格率(超速)管制圖

3. 超速次數：藉由堆疊柏拉圖(Stacked Pareto chart)來比較不同時段中，不同駕駛員的超速次數，且可得知哪個時段的總超速次數最多，如圖 2.10 所示，橫軸為時段、縱軸為超速次數、不同色柱代表不同駕駛員。
4. 超速速率大小：以盒狀圖(box-plots)來比較該駕駛員的超速速率大小，可知即使超速次數不多，但若盒狀圖的分布位置位於高速區，則代表該駕駛員的風險也不低，如圖 2.11 所示，橫軸為駕駛員編號、縱軸為速率、米字符號為離群值(outlier)。

近年來行動裝置興起，在設備上裝置的 GPS 等功能亦可做為駕駛行為分析之用，例如，Paefgen *et al.* (2012)透過使用智慧型手機的定位功能來蒐集車輛加速、剎車以及轉彎時的加速度大小，而蒐集到的加速度數值若超過設定的門檻，則計為一次事件(event)，最後於每趟旅次結束後，產生一份該駕駛員的結果，且透過與 Google Map 疊圖，即可顯示出該趟旅次發生事件之地點、時間、類型。

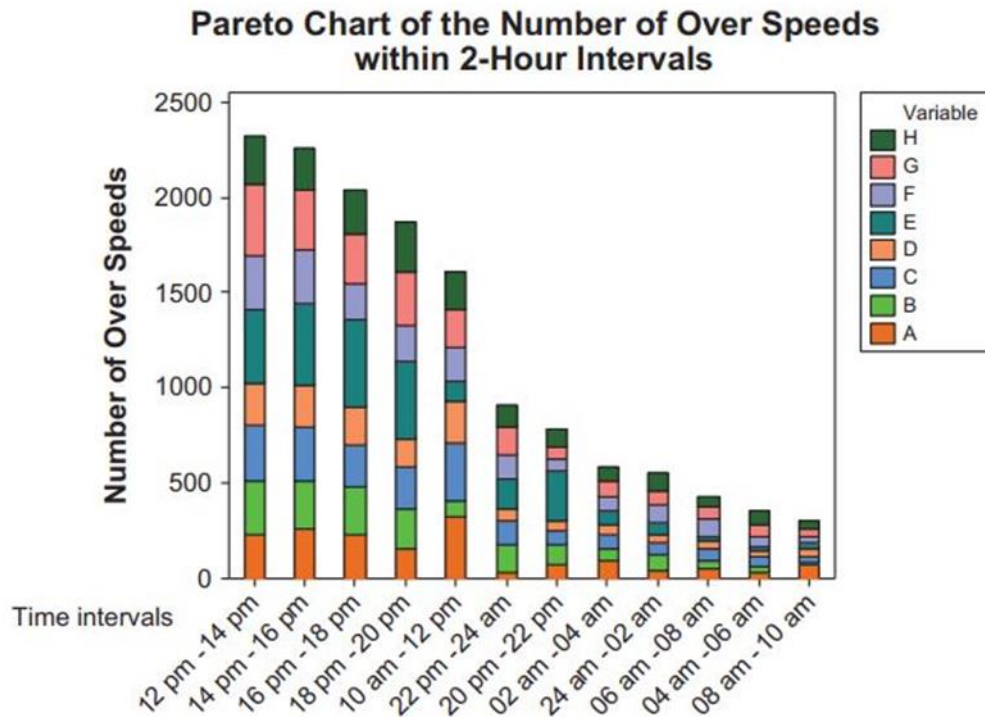


圖 2.10 不同時段不同駕駛員的超速次數堆疊柏拉圖

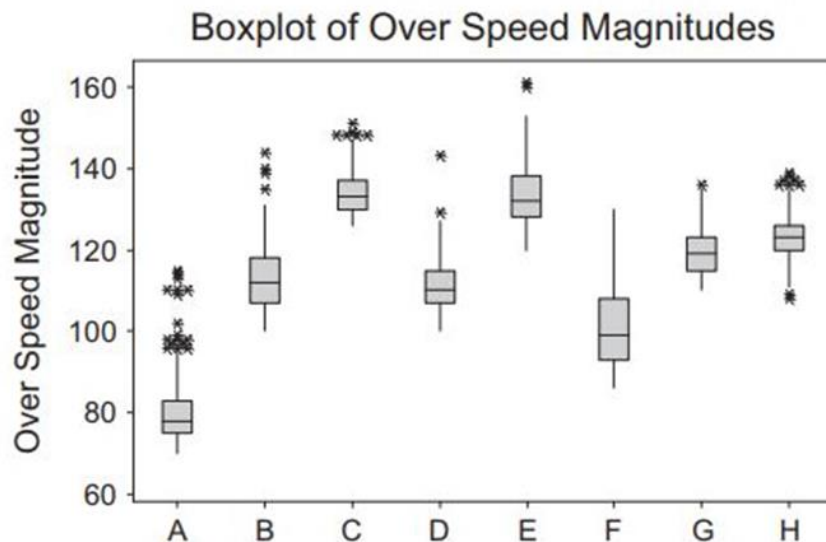


圖 2.11 不同駕駛員的超速速率盒狀圖

國外也有學者針對不同時間或空間對駕駛行為的影響作探討，如 Musicant *et al.* (2010) 蒐集加速、剎車、轉彎以及變換車道等資料設定門檻，並統計每位駕駛員的事件頻率(event frequency, EF)，最後比較不同駕駛時間(driving duration)、時段(白天或夜間)與駕駛員性別對事件頻率的影響。相關的案例在國外的應用可說是相當豐富，不僅能直接探討各種駕駛安全工具對駕駛行為的影響，也能檢視在不同情況下的影響差異為何，甚至比較不同肇事因素對駕駛行為的影響程度 (Wahlberg, 2004; Paefgen *et al.*, 2014)。

在商用設備應用方面，日本志群 SYSTEMS 株式會社所研發之「安道君」，目的在於提升行車安全與運輸之便利性，以建立良好駕駛環境。「安道君」之功能主要為兩大區塊，第一為促進駕駛安全，如表 2.1 及表 2.2 所示，此車載設備可記錄各種路況下之車速、加速度、減速度、左右轉彎、變換車道、連續駕駛時間等多項欄位，並加以綜合上述之資料蒐集內容，將其轉化為視覺化之結果呈現，內容包含左轉或右轉時的加速度、轉彎時是否速度不足、車道變換次數過多、駕駛穩定性等項目，最後在依照其所整理並轉化之結果呈現駕駛者之駕駛習慣、危險事件等訊息。

表 2.1 日本「安道君」自動產出之視覺化表單

表單名稱	內容
現在位置	接通無線電通信設備後，即可確認車輛的及時行進位置
行經路線	選擇欲了解之車輛行經路線、行駛時間(日期)後，則可於地圖上顯示以往行駛紀錄
運行圖	為駕駛日誌的一部分，記載車輛於特定時間的運行過程
目的地日報	包含車輛的停車時間、場所，並將其列入每日報告中
車輛行走之時間圖	協助了解車輛在特定時間內所行走距離
車輛狀態之時間圖	協助了解車輛在特定時間內車次數、等待時間等紀錄。
運行狀況表	對已在所屬單位進行登錄之車輛，於某特定時間之運行記錄總匯。針對空車等待時間、緊急出車、燃油消耗等項目給予特別表示。
安全狀況	採用柱狀分布圖表示車速、前後加速度、左右加速度、調頭時的角速度、行進傾向等數據
頻率分布圖	為安全狀況下，各數據隨時間變化之圖形表示
個人危險統計表	顯示車輛在某時間下之運行過程中產生之危險事件類型、發生時間、發生地點
駕駛診斷	以安全駕駛為觀點，透過剎車、停車、手動操作、左右轉彎、平穩性等五大方向指標來進行診斷
管理表單	可根據不同行業、組織、團體的使用需要，對表單產出進行彈性調整；可針對不同種類之車輛、駕駛員在平台上進行管理，同時提供基於車輛及駕駛員為記錄單位之各種表單，以便駕駛員中途換班時管理者即可採取相應對策

第二為提升行車環境友善程度，功能分測量、分析、建議三大方向。在透過多項量測項目，如：急加速、急減速，精密測量駕駛員個人之駕駛狀況後，整理初步資料並進一步分析駕駛員個人之駕駛傾向。最後綜合分析所得之駕駛傾向、危險舉動等訊息及排班班表、空車等待時間等其他可串聯資料，提出針對性改善意見。

表 2.2 日本「安道君」之功能列表

功能	內容
運輸管理	1. 現在位置 2. 行經路徑
運輸業務記錄管理	1. 記錄進出時間與場所、行進速度、行進時間 2. 目的地日誌(等待時間、停車紀錄)
運輸狀況	1. 空等時間 2. 急加速與急減速 3. 駕駛危險事項及值得注意之舉動
安全運輸診斷	1. 對駕駛員之駕駛舉動進行綜合評價與安全診斷
系統管理	1. 依照行車紀錄器所記錄之資訊與自動產出之視覺化表單，進行合理的人員與車輛備置及管理

2.5 小結

過去運輸業由於較無法進行駕駛行為觀察，以致於安全駕駛行為管理不易實踐，但近來由於車載資訊設備之普及，安全駕駛行為管理應為未來之趨勢。安全駕駛行為管理著重於在「人、行為、及環境」等三種相互影響的元素上，透過改變其中一元素來牽動影響其餘兩者(Geller, 2001)。安全駕駛行為管理的模式主要為 Geller (2001)所提出的 DO IT 程序：(1)定義所欲控制的目標駕駛行為(Define)、(2)觀察並記錄目標駕駛行為(Observe)、(3)介入影響目標駕駛行為(Intervene)、及(4)成效評估 (Test)。DO IT 程序說明如下：

1. 定義目標駕駛行為：從安全紀錄、危險性分析、事故回報、檢核調查結果以及員工訪談中，定義出目標駕駛行為，包括應當增加的安全行為和應當減少的風險行為。在選出目標駕駛行為後，必須用簡單明瞭的方式具體定義並接著發展出行為檢查量表。
2. 觀察行為：利用行為檢測表或其他方法(例如錄影設備)觀察並記錄目標駕駛行為，持續此步驟直到目標駕駛行為日趨穩定為止。
3. 介入影響目標駕駛行為：Geller (2001)建議在決定如何干預目標駕駛行為時應探討以下之問題：(a)在不同的個體間，目標駕駛行為變化的頻率為何；(b)在什麼時間和情況之下，目標駕駛行為發生最為頻繁；(c)在什麼時間和地點，目標駕駛行為發生次數最少；(d)當有機會執行適當的安全行為時，有多少次個體未如預期般執行；(e)在目標駕駛行為發生前後，特定環境發生什麼變化；(f)什麼環境因素會助長特定的風險行為發生，或抑制特定的安全行為。
4. 評估成效：在執行可影響行為的對策後仍作持續性觀察。若達成目的，則逐步設定更高之目標或是選擇新目標駕駛行為；假如未達成目的，選擇其他較易達成的目標駕駛行為或嘗試更改不同的改善方式。

表 2.3 文獻彙整表

案例	系統	危險事件指標	報表開發及應用
Toledo & Lotan (2006) Toledo <i>et al.</i> (2008)	Drive diagnostics	風險指數 (Risk Index)	將危險等級分成三種(小心、中等、侵略)，並以不同顏色區分。並每月針對不同駕駛員產出每趟次的危險等級報表。
Farah <i>et al.</i> (2013)	GreenRoad	無清楚提及 (主要為 g 力的大小)	將危險等級分成三種(風險高、中、低)，並以不同顏色區分。並每月針對不同駕駛員產出每趟次的危險等級報表。
Saiprasert & Pattara-Atikom (2012)	Driver Safety Rating	駕駛安全積分 (Driver Safety Rating, SR)	駕駛安全積分愈低，代表駕駛風險愈高。於報表內是以每趟次、每分鐘呈現駕駛安全積分折線圖。於管理應用方面，可比較同路線不同駕駛員。
Toledo & Shiftan (2016)	Traffilog	駕駛分數	將危險等級利用分數分成三種(低風險 65-100 分、中風險 35-64 分、高風險 0-34 分)，並以不同顏色區分。每兩週為一期，產生每位駕駛員之駕駛分數與所有駕駛員之平均分數，並標示該駕駛員相較上期分數之增減。於管理應用方面為針對經常低於平均或曾出現高風險之駕駛員進行額外分析。
Wouters & Bos (2000)	SAMOVAR	風險比	無特別分類，僅比較風險比的變化
Paefgen <i>et al.</i> (2012)	OBD2 手機 APP	無清楚提及 (主要為 g 力的大小)	無特別分類，若超出門檻值則計為一次 event，在報表呈現方式為與地圖疊圖，顯示出每趟旅次曾於何處發生事件，以及事件發生的時間、類型。
Musicant <i>et al.</i> (2010)	Green-Box	事件頻率 (Event Frequency, EF)	僅比較不同駕駛時間(driving duration)、時段(白天或夜間)與駕駛員性別對事件頻率的影響。

表 2.3 文獻彙整表(續)

案例	系統	危險事件指標	報表開發及應用
Chakravarty <i>et al.</i> (2013)	MobiDriveScore	風險分數 Risk Score	無特別分類，風險分數愈高代表風險愈高，於管理應用方面會找出每位駕駛員產生高風險分數的原因後，應對其提出改善方案。
Simsek <i>et al.</i> (2013)	GPS SPC 統計工具	超速	報表之呈現主要分成下列四點，另於管理應用方面為透過圖表分析找出所需改善超速行為之駕駛員 ● 行駛速率趨勢圖與速限之關係 ● 每個月速率不合格率(超速)管制圖(p-Chart) ● 不同時段不同駕駛員的超速次數堆疊柏拉圖(Stacked Pareto chart) ● 不同駕駛員的超速速率盒狀圖
Wahlberg (2004)	無提及	無清楚提及 (主要為 g 力的大小)	無特別分類
Prato <i>et al.</i> (2009)	GreenRoad	風險指數 (Risk Index)	將危險等級分成三種(小心、中等、侵略)，並以不同顏色區分。

第三章 偵測危險事件所需設備與門檻值

由於部分事故的發生往往與事物發生前的危險事件有關，因此事故防治的相關研究及防碰撞系統的開發，大多仰賴危險事件的偵測及後續分析。3.1 節介紹國內外危險事件的偵測方式，及整理目前偵測各危險事件所需之車載設備。3.2 節則回顧這些設備所設定的指標及門檻值。

3.1 危險事件型態與所需偵測設備

本研究整理各類危險事件之指標型態、偵測設備的蒐集方法與探討該類危險事件與事故關係的相關文獻，以及相關法規。透過偵測設備來辨識駕駛員在行駛期間的危險事件，做為提供駕駛警示與管理之參考。

1. 速度管理

速度過快或過慢之指標為速限與速度，車輛速度通常可由 GPS 與速度計，然應注意 GPS 之真陰性率問題；尤其當車輛行經路線受建築或地形影響，導致 GPS 定位不準確時。速限資訊通常需結合道路資料庫，另亦有可能透過車外影像辨識得到。速度控制對安全的影響在學術文獻 (如 Jun *et al.*, 2007; Bagdadi, 2013; Stipancic *et al.*, 2018) 已有許多研究成果，而國內法規則規範在道路交通安全規則第 93 條以及道路交通管理處罰條例第 33、40、43 與 51 條。另經業者訪問得知，放空檔滑行及上下匝道或轉彎減速不當為客運公司規範之重點危險行為。此行為可藉由 OBD2 之檔位紀錄或車內影像輔以速度或轉速資訊判別；而轉彎或上下匝道速度過快，則需透過結合速度與道路幾何資訊判別。

表 3.1 速度管理相關危險事件

危險事件	行為指標	偵測設備	相關文獻/法規
速度過快	速度 速限	GPS	Jun <i>et al.</i> (2007)
		速度計 加速度計	道路交通管理處罰條例第 40 條 道路交通管理處罰條例第 43 條
急加減速	加速度 急煞車	GPS 加速度計	Stipancic <i>et al.</i> (2018) Bagdadi (2013)
減速不當	上下匝道或轉彎之 速度	GPS 加速度計	道路交通管理處罰條例第 33 條
放空檔滑行	放空檔滑行	速度計 檔位	道路交通安全規則第 93 條 道路交通管理處罰條例第 51 條

2. 行向改變

行向改變之指標為未於應注意的轉彎或變換車道前，使用方向燈或未注意來、往行人，以及轉彎前先減速慢行，危險行為包含不當轉向時未/遲打方向燈、未變換於外(內)側車道即右(左)轉、急轉彎(如轉彎速度過快)、於直行車道左右轉、轉彎至行穿線未禮讓行人優先通行、未禮讓直行車輛；行進間不當變換車道時，未/晚打方向燈變換車道；任意變換車道，未注意左右安全間隔且速度過快。行向改變對安全的影響，在學術文獻 (如 Tay *et al.*, 2008; Guo *et al.*, 2010) 有相關研究，而國內法規則規範在道路交通安全規則第 98、102 條、道路交通管理處罰條例第 48 條。另由工研院資訊與通訊研究所 (2015) 提到，偵測此類危險事件可由車上診斷系統 OBD2 之使用，紀錄方向燈使用等情形，進行車載端訊號車車外影像辨別駕駛位於道路上的實際位置，藉此判定危險的行向改變。

表 3.2 行向改變相關危險事件

危險事件	行為指標	偵測設備	相關文獻/法規
不當轉向	未/晚打方向燈轉彎	OBD2	道路交通管理處罰條例第 48 條
	未變換於外(內)側車道即右(左)轉	OBD2 車外影像	道路交通安全規則第 98、102 條 道路交通管理處罰條例第 48 條
	急轉彎	OBD2 GPS	Tay <i>et al.</i> (2008) 工研院資訊與通訊研究所，駕駛行為感知技術與行車風險管理系統
			道路交通管理處罰條例第 48 條
	於直行車道左右轉	車外影像	道路交通安全規則第 98、102 條 道路交通管理處罰條例第 48 條
不當轉向	轉彎至行穿線未禮讓行人優先通行	車外影像	道路交通管理處罰條例第 48 條
	未禮讓直行車輛	車外影像	道路交通管理處罰條例第 48 條
不當變換車道	未/晚打方向燈變換車道	OBD2 車外影像	Guo <i>et al.</i> (2010)
	變換車道過快	車外影像	道路交通管理處罰條例第 48 條

3. 侵略性駕駛

國內相關研究由曹瑋晉(2011)提到，根據美國國家公路交通安全管理局(NHTSA)的定義，侵略性駕駛行為泛指所有會(或可能會)在道路使其他用路人感到身心受到負面影響的行為，這些駕駛行為包括超速搶快、橫衝直撞、爭先恐後、蛇行換道、任意停車而無視交通法規等。侵略性駕駛之內在因素與駕駛員本身的人格特質與長久以來所處的環境(並非駕駛時的週遭環境)造成的影響有關，故此類危險行為涉及與其他車輛行駛於道路時之互動，大多數須透過車外影像辨別駕駛在道路行駛時的危險行為。侵略性駕駛對駕駛本身或其他駕駛的影響在學術文獻(如 Guo *et al.*, 2010) 有相關的研究成果，而國內法規則規範在道路交通安全規則第 101 與 103 條以及道路交通管理處罰條例第 33、43、44、45、47 與 48 條。除車外影像之外，亦可由其他設備輔助辨識，如逼車行為可透過雷達感應偵測及計算與其他車輛之前後差距，判定跟車距離是否過近；不當使用大燈影響其他駕駛視線的行為可搭配 OBD2 車載端訊號感測與搜集大燈使用紀錄並配合車外影像判定；駕駛不當穿越行人穿越道影響行人在道路上的安全。

表 3.3 侵略性駕駛相關危險事件

危險事件	行為指標	偵測設備	相關文獻/法規
與他車距離過近	跟車距離	雷達、車外影像	Guo <i>et al.</i> (2010)
			道路交通管理處罰條例第 33、43、58 條
不當使用大燈或遠光燈	閃大燈、遠光燈 照前車後視鏡	OBD2、車外影像	道路交通安全規則第 101 條 道路交通管理處罰條例第 43 條
逆向行駛	逆向行駛	車外影像	曹瑋晉 (2011)
			道路交通管理處罰條例第 43、45 條
不當超車	違規超車爭(搶)道行駛	車外影像	曹瑋晉 (2011)
			道路交通管理處罰條例第 43、47 條
不當穿越行人穿越道	搶越行人穿越道	車外影像	曹瑋晉 (2011)
			道路交通安全規則第 103 條 道路交通管理處罰條例第 44、48 條

4. 道路忿怒

道路忿怒之危險行為屬於侵略性駕駛的一種，通常為業者不希望駕駛出現的行為，而此類行為可由頻繁按鳴喇叭並搭配車外影像來辨別危險行為，由 OBD2 的車載端訊號搜集按喇叭之使用紀錄。國內法規則規範在道路交通安全規則第 92 條規定除非遇到 1.行近急彎，上坡道頂端視距不良；2.在郊外道路同一車道上行車欲超越前行車；3.遇有緊急或危險情況此三種情況，否則違反「道路交通管理處罰條例」第 41 條汽車駕駛員，按鳴喇叭不依規定，或按鳴喇叭超過規定音量者之規定。

表 3.4 道路忿怒相關危險事件

危險事件	行為指標	偵測設備	相關文獻/法規
不停按喇叭	頻繁之喇叭使用	OBD2	道路交通安全規則第 92 條 道路交通管理處罰條例第 41 條

5. 交通違規

駕駛違反交通違規之危險事件，可由國內法規刑法第 185 條之 3、道路安全規則第 114、126 條、道路交通管理處罰條例第 31、35、42、48、53、56 與 86 條之規定判別，如在設有禁止停車標誌、標線之處所停車或在顯有妨礙其他人、車通行處所停車，行駛禁行車道者，行經有燈光號誌管制之交岔路口闖紅燈者，皆屬於駕駛行駛於道路時的行為危險，違反標誌、標線與號誌之危險行為，可由車外影像輔助判斷；酒後或藥後駕駛則可由多種面向辨別，如透過酒測器偵測駕駛酒精濃度是否超標、車內影像觀察駕駛是否出現精神狀況不佳的情形、GPS 訊號可判定駕駛是否出現異常偏離行駛車道；駕駛未依規定之使用大燈者，易造成行駛期間的光線不足，視覺判斷錯誤的問題，可由 OBD2 車載端訊號搜集按大燈之使用紀錄；其中國外文獻 (如 Farmer & Wells., 2010) 提到在發生碰撞時未使用安全帶有較高的死亡率，故未繫安全帶容易造成駕駛員或乘客的安全影響，因此由安全帶提醒器提醒駕駛員與乘客繫上安全帶，藉以降低碰撞事故時的安全風險。

表 3.5 交通違規相關危險事件

危險事件	行為指標	偵測設備	相關文獻/法規
違反標誌標線	違規停車	車外影像	道路交通管理處罰條例第 56 條
	行駛禁行車道	車外影像	道路交通管理處罰條例第 45 條

表 3.5 交通違規相關危險事件(續)

危險事件	行為指標	偵測設備	相關文獻/法規
違反號誌	闖紅燈、紅燈右轉	車外影像	道路交通管理處罰條例第 48 條、第 53 條
酒(藥)駕駛(DUI)	酒測超標	酒測器 車內影像	刑法第 185 條之 3 道路交通安全規則第 114 條 道路交通管理處罰條例第 35 條
	服用藥物造成的精神狀況不佳	車內影像	道路交通安全規則第 126 條 道路交通管理處罰條例第 35 條
	行駛軌跡偏離	GPS	道路交通管理處罰條例第 86 條
未使用大燈	未開大燈	OBD2	道路交通管理處罰條例第 42 條
未使用安全帶	未繫安全帶	安全帶提醒器	Farmer & Wells (2010)
			道路交通管理處罰條例第 31 條

6. 駕駛疲勞

駕駛疲勞可能與排班執勤的工作時數、時間點(清晨或大夜班)或駕駛本身的精神狀況有關。駕駛疲勞之危險行為對安全的影響有相關的國外學術文獻研究(如 Ji *et al.*, 2004; Stipancic *et al.*, 2018), 而國內法規則規範道路交通管理處罰條例第 34 條。駕駛疲勞可由三個面向察覺, 包含眼睛閉合時間過長、行駛時間過長、打呵欠或頭部偏擺頻繁。眼睛閉合可經由車內影像偵測駕駛之臉部表情變化, 藉以分析駕駛眼睛閉合之頻率、時間長度、程度, 判定駕駛是否出現疲勞的眼睛閉合現象; 行駛時間是否過長可由 OBD2 的車輛發動時間紀錄判定, 或由車內影像輔助計算駕駛於駕駛座的時間長度; 打呵欠、頭部偏擺頻繁則可由駕駛的頭部影像辨識其打呵欠或低頭頻率是否過高。

表 3.6 駕駛疲勞相關危險事件

危險事件	行為指標	偵測設備	相關文獻/法規
眼睛閉合	眼睛閉合頻率、時間長度、程度	車內影像	Ji <i>et al.</i> (2004)
行駛時間過長	駕駛時數	車內影像、 OBD2	Stipancic <i>et al.</i> (2018) 道路交通管理處罰條例第 34 條
呵欠、頭部偏擺頻繁	呵欠、低頭頻率	車內影像	Ji <i>et al.</i> (2004)

7. 駕駛分心

駕駛分心指駕駛在行駛時精神狀況不佳或注意力不集中時，所反映出來的潛在危險行為，進而會影響駕駛行駛期間的表現。駕駛分心狀況對安全的影響在國外學術文獻（如 Guo *et al.*, 2010；Anh Son *et al.*, 2018）以及國內吳秉勳(2015)、財團法人車輛研究中心等許多相關的研究，而國內法規則規範在道路交通管理處罰條例第 31 之 1 條。駕駛的注意力可由眼動儀偵測眼動頻率、瞳孔變化，查看駕駛是否有恍神的可能性，腦波儀偵測腦波變化的快慢，需依照正常運作來維持駕駛行為之表現，以及車內影像來查看分心行為是否會影響行駛期間的安全；利用車外影像來判斷駕駛在行經道路時，是否有車道偏移導致影響到他車的可能性。

表 3.7 駕駛分心相關危險事件

危險事件	行為指標	偵測設備	相關文獻/法規
注意力不集中、恍神	眼動、瞳孔	眼動儀	Anh Son <i>et al.</i> (2018)
	腦波	腦波儀	吳秉勳(2015)
注意力不集中、恍神	分心行為(如與乘客聊天、使用車內娛樂設備等)	車內影像	道路交通管理處罰條例 第 31 之 1 條
注意力分配不當	眼動	眼動儀	Anh Son <i>et al.</i> (2018)
車道偏移	車道偏移	車外影像	Guo <i>et al.</i> (2010) 財團法人車輛研究測試 中心，車道偏移警示系 統

8. 其他

經由訪談和欣與大都會客運業者得知實際遇到（或可能遇到）情況，但未列入上面危險行為之實戰情況，駕駛行經道路期間可能還會遇到與人、車、路相關的危險行為。根據國內法規道路交通管理處罰條例第 19、33、50、55 與 56-1 條之規定來判別危險行為。以法定之未保持安全跟車距離判斷距離過近的情形；駕駛本身的視覺差造成匝道標線誤判；於行駛不當車道的四線道行駛外線二道車道行駛；煞車順序使用不當（如放氣、電磁煞車）導致緊急突發狀況；臨時停靠離路緣過遠可能造成乘客上下車的危險；駕駛或乘客未將車門確實關閉影響車外情形者；倒車時未注意後照鏡而沒注意到其他車輛或行人，可由影像紀錄來判斷危險事件。

表 3.8 其他危險事件

危險事件	行為指標	偵測設備	相關文獻/法規
與他車距離過近	他車切入	雷達、車外影像	道路交通管理處罰條例第 33 條
與前車距離過近	前車剎停	車外影像	道路交通管理處罰條例第 33 條
視覺差	匝道標線誤判	車外影像	道路交通管理處罰條例第 33 條
行駛不當車道	四線道行駛外二道	車外影像	道路交通管理處罰條例第 33 條
煞車	煞車使用順序不當（如放氣、電磁煞車）	車內影像	
臨時停靠	停靠站離路緣過遠	車外影像	道路交通管理處罰條例第 55 條
車門未確實開關	開關車門未注意車外狀況	車外影像	道路交通管理處罰條例第 56-1 條
倒車不當	倒車時未注意後照鏡	車外影像	道路交通管理處罰條例第 50 條

表 3.9 為統整上面所介紹各種不同危險事件與偵測設備的綜合比較表，其中所挑選的危險事件與偵測設備是本研究統整文獻及業者訪談，為目前較常見之指標與設備。

表 3.9 偵測設備所能偵測之危險事件表

事件型態	偵測方式	所需之偵測設備						
		OB D2	G P S	雷達	加速度計	地圖	車外影像	駕駛員影像
超速	速度 + 速限(位置)	√	√			√		
	速度 + 速限 (若無圖資)	√	√				√	
彎道超速	速度 + 速限(位置)	√	√			√	√	
	速度 + 側向加速度	√	√		√	√		
	速度 + 側向加速度 + 軌跡 + 彎道曲率	√	√		√	√	√	
急加速	速度變化	√	√		√			
	縱向加速度	√			√			
急減速	速度變化	√	√		√			
	縱向加速度	√			√			
跟車距離過近	速度 + 與前車距離 (1)	√		√				
	速度 + 與前車距離 (2)	√					√	
車道偏移	速度 + 距車道線距離	√	√				√	
變換車道不當	速度 + 距車道線距離	√	√				√	
	速度 + 側向加速度	√	√		√			
	速度 + 與鄰車距離 (1)	√	√	√				
	速度 + 與鄰車距離 (2)	√	√				√	
疲勞恍神	眼睛閉合時間							√
	呵欠、頭部偏擺頻率							√
	眼皮眨動頻率							√
駕駛員分心	用手機							√
操作不當	速度 + 轉速 + 位置 (如：下坡空檔滑行)	√				√		
	速度 + 轉向 + 鄰近車輛或行人 (右轉側撞)	√					√	
前方行人	速度 + 偵測行人	√		√			√	

3.2 危險事件之偵測指標及門檻值

本節整理過去偵測危險事件指標所用之門檻，做為本研究未來訂定本土化之指標門檻值之參考標準。由美國運輸研究委員會(Transportation Research Board, TRB)主導的自然人駕駛研究計畫(The Second Strategic Highway Research Program (SHRP2), Naturalistic Driving Study (NDS))是目前規模最大的資料蒐集計畫 (SHRP2, 2012)。此計畫在 2010 至 2013 年期間總共募集 3,400 位受測駕駛，蒐集

達 6,559,367 個旅次檔案。透過這些自然駕駛研究計畫中所蒐集數據，及不同的演算法可找出不同的近似事故和安全相關事件，進而估算出不同駕駛員的行為、在不同道路環境特徵下所造成的風險。該計畫所訂定的安全相關事件之觸發門檻值如表 3.10 所示：

表 3.10SHRP2 NDS 偵測危險事件之門檻值

偵測指標	門檻值
縱向減速度	縱向減速度大於等於 0.65g，且超過門檻值的時間至少 0.001 秒，而在 2 秒內發生將算成同一個事件
縱向加速度	縱向加速度大於等於 0.50 g，且超過門檻值的時間至少 0.001 秒，而在 2 秒內發生將算成同一個事件
高速公路上之減速度	當車輛行駛在高速公路上時，縱向減速度大於等於 0.3 g，且超過門檻值的時間至少 0.001 秒，而在 2 秒內發生將算成同一個事件。
橫向加速度	橫向加(減)速度大於等於 0.75 g，且超過門檻值的時間至少 0.2 秒，而在 2 秒內發生將算成同一個事件。
轉向	在車輛速度超過每秒 4 公尺的情況下，偏移率(yaw rate)經微分後，其最大或最小正弦波在兩秒內變化超過 15 度時。
偏移率	車速大於每秒 48.3 公里的情況下，在 0.75 秒內，車頭的偏移角度大於等於 8 度者，而在 2 秒內發生將算成同一個事件。
縱向變加速度	當車輛以每秒 5 公尺或更高的速度行駛時，縱向加速度的導數小於-1.0g/s，並持續 1 秒。
側向變加速度	當車輛以每秒 5 公尺或更高的速度行駛時，側向加速度導數的絕對值大於 1.0g/s，並持續 0.8 秒。

Perez *et al.* (2017)與 Dingus *et al.*(2006)以 SHRP2 數據為基礎，以 ROC 曲線，描述各種不同用來辨識潛在的安全相關事件之門檻值的真陽性率與精確度，可做為門檻值訂定時之衡量依據，其修訂過後的門檻值如表 3.11、表 3.12 所示。

表 3.11Perez *et al.* (2017)偵測危險事件之門檻值

偵測指標	門檻值
縱向減速度	縱向減速度大於等於 0.58 g
縱向加速度	縱向加速度大於等於 0.75 g
高速公路上之減速度	當車輛行駛在高速公路上時，縱向減速度大於等於 0.3 g，當行車速度大於每小時 53 公里。
橫向加速度	橫向加(減)速度大於等於 0.75 g，且超過門檻值的時間至少 0.2 秒，而在 2 秒內發生將算成同一個事件。

表 3.11Perez *et al.* (2017)偵測危險事件之門檻值(續)

偵測指標	門檻值
轉向	在車輛速度超過每秒 4 公尺的情況下，偏移率(yaw rate)經微分後，其最大或最小正弦波在兩秒內變化超過 15 度時，且小於 90 度。
偏移率	在 0.75 秒內，車頭的偏移角度大於等於 ± 8 度者，小於 ± 40 度。
側向變加速度	側向加速度導數的絕對值大於 4.5g/s，並持續 0.8 秒。

表 3.12Dingus *et al.*(2006)偵測危險事件之門檻值

偵測指標	定義
1.側向加速度	側向位移大於等於 0.7 g
2.縱向加速度	1. 加速度或減速度大於等於 0.6 g 2. 加速度或減速度大於等於 0.5 g，且與前車之 TTC 小於等於 4 秒。 3. 縱向減速度介於 0.4 g 與 0.5 g 之間，且與前車之 TTC 小於等於 4 秒，其中在與前車發生最小 TTC 時兩車距離要小於 30.48 公尺。
3.事件按鈕	當駕駛員認為發生的事件是具有一定的風險時，即按下該按鈕，以記錄該事件。
4.與前車碰撞時間(FTTC)	1. 加速度或減速度大於等於 0.5g，且與前車之 TTC 小於等於 4 秒。 2. 縱向減速度介於 0.4g 與 0.5g 之間，且與前車之 TTC 小於等於 4 秒，其中在與前車發生最小 TTC 時兩車距離要小於 30.48 公尺。
5.與後車碰撞時間(RTTC)	1.在後車的加速度大於等於 0.3g 的情況下，若與後車碰撞時間小於 2 秒且與後車的距離<15.24 公尺時會觸發事件。
6.偏移率	在 3 秒鐘內，車頭的偏移角度大於等於 4 度者。

美國 FMCSA(2009)對商用車輛駕駛的分心行為進行場域測試的研究，該研究計畫針對 7 個商業車隊(55 台大型商用車輛與 203 名商用車輛駕駛)進行研究。該計畫應用包括眼動儀、臉部偵測、車外影像、DFS 車機系統等設備，偵測包含駕駛本身身心狀況、駕駛行為、環境等詳細資訊，並以急剎車、緊急的操控行為、與前車碰撞時間(TTC)、車道偏移等做為行為指標。該研究總共蒐集了包含 300 萬英哩的汽車動態資料、4452 件與安全相關事件、197 件近似事故、21 件事故與 1215 件車道偏移，其中與安全相關事件的偵測門檻值如表 3.13 所示。

表 3.13 FMCSA (2009)偵測危險事件之門檻值

偵測指標	門檻值
縱向加速度(急剎車)	1. 減速度大於等於 0.35g，且時速大於 24 公里。 2. 減速度大於等於 0.5g，且時速小於 24 公里。
與前車碰撞時間	1. 與前車之 TTC 小於等於 1.8 秒，其中兩車距離小於 45.72 公尺，目標車輛時速大於 8 公里，偏移率小於等於每秒 4 度，方位角小於 0.8 度。 2. 與前車之 TTC 小於等於 1.8 秒，其中目標車輛時速大於 8 公里，減速度大於 0.35g，偏移率小於等於每秒 4 度，方位角小於 0.8 度。
轉向角	轉向角的值大於等於 3rad/s^2 ，且時速大於 24 公里。
事件按鈕	當駕駛員認為發生的事件是具有一定的風險時，即按下該按鈕，以記錄該事件。
專家分析	透過影像分析，確認其為事件者。

美國運輸部於 2005 年開始進行的與汽車產業合作開發的整合車輛安全系統 (Integrated Vehicle-Based Safety Systems, IVBSS)(IVBSS, 2011)，旨在透過裝設偵測器對車輛周圍潛在障礙物進行偵測，並對駕駛提出警示，其中在 2011 年的輕型車場域測試報告中，針對整合車輛安全系統在追撞、彎道車速過快、變換車道、車道偏移等進行測試，衡量系統對於駕駛員的影響與接受度。該測試由 108 位受測駕駛，16 輛裝設有整合車輛安全系統的车辆，進行為期一年的測試。每位駕駛者在測試期間的前 12 天不會收到任何的系統警訊，而後 28 天則會收到系統對危險事件所發出的警訊，以此兩階段駕駛表現的變化來衡量系統的有效性。該研究總共蒐集了 213,000 英哩的行車里程，其中與安全相關事件有 1,946 件，其中未保持安全距離占了 370 件、過彎超速 461 件、車道變換有 232 件、車道偏移 883 件，其相關的訂定門檻值如表 3.14 所示。

表 3.14 IVBSS(2011)偵測危險事件之門檻值

偵測指標	門檻值
追撞	1. 目標車輛在移動的狀態下，最小 TTC 小於 3 秒，最大減速度大於每秒 4 公尺且剎車時間大於 0.5 秒
過彎超速	1. 最大側向加速度大於 3.5公尺/秒^2 且在彎道頂端的減速度大於每秒 3 公尺。 2. 最大側向加速度大於 4.5公尺/秒^2 且在彎道頂端的減速度小於每秒 3 公尺。

表 3.14 IVBSS(2011)偵測危險事件之門檻值(續)

偵測指標		門檻值
變換車道	直線上	1. 最大側向加速度大於等於 1 平方公尺即使沒有超出車道的情況發生。 2. 最大側向加速度大於等於 0.75 平方公尺且最大超出車道的距離介於 0.1 公尺-0.3 公尺。 3. 最大超出車道的距離 0.3 公尺-0.9 公尺
	彎道外側	1. 最大側向加速度大於等於 0.5 平方公尺，且標準化後的相對加速度大於 0.25，即使沒有超出車道的情況發生。 2. 加速度大於所有偵測到之數值的第 25 百分位，且最大超出車道的距離 0.1-0.9 公尺。
換車道	彎道內側	1. 標準化後的相對加速度大於 0.75，且最大超出車道的距離 0.1-0.9 公尺。 2. 標準化後的相對加速度大於 0.75。
車道偏移	直線上	1. 最大側向加速度大於等於 1.5 平方公尺且最大超出車道的距離介於 0.1 公尺-0.3 公尺。 2. 最大側向加速度大於等於 1 平方公尺且最大超出車道的距離介於 0.3 公尺-0.9 公尺。
	彎道外側	1. 標準化後的相對加速度大於 0.25，且最大超出車道的距離 0.1-0.9 公尺，最大側向加速度大於 1.0 公尺。 2. 標準化後的相對加速度大於 0.25，且最大超出車道的距離 0.1-0.9 公尺，最大側向加速度大於 1.0 公尺。
	彎道內側	1. 標準化後的相對加速度大於 2.25，且最大超出車道的距離 0.1-0.9 公尺，最大側向加速度大於 1.0 公尺。

Choi and Oh (2018)針對南韓不同地區大眾運輸(公車與計程車)建立危險事件評估指標，該研究以韓國政府所開發的 eTAS 數位系統來監控有關之駕駛行為，其運用 GPS 車機、加速度計以及 G-Sensor 等設備。分別為車輛的位置、縱向危險操作行為與橫向危險操作行為等三大類事件。其中縱向危險操作行為包括超速、急加急減；橫向危險操作行為則包括了突然變換車道、急轉彎等。詳細的行為分類與其相關的偵測門檻值如表 3.15 所示。

表 3.15 Choi (2018)偵測危險事件之門檻值

偵測指標		定義
速度	超速	超過速限 20 公里/小時
	超速(長期)	超過速限 20 公里/小時且持續 3 分鐘以上
急加速	急加速	每秒加速度超過 8 公里/小時，且時速大於 6 公里/小時
	急速啟動	起步速度小於 5 公里/小時，且每秒加速度大於 10 公里/小時
急減速	急減速	每秒減速度超過 14 公里/小時，且時速大於 6 公里/小時
	急速停止	起步速度小於 5 公里/小時，且每秒減速度大於 14 公里/小時
急轉彎	急轉彎(左/右)	時速大於 30 公里/小時，並在 3 秒內完成轉彎(60-120 度)
	急迴轉	時速大於 25 公里/小時，並在 6 秒內完成轉彎(160-180 度)
突然變換車道	突然變換車道	時速大於 30 公里/小時，車輛以大於每秒 10 度的變化率變換車道，每秒加速度大於 2 公里/小時。

該研究蒐集 2014-2015 兩年資料後指出，在所有 10 種危險事件中急減速發生的占比最高，分別是 2014 年的 50.73%與 2015 年的 50.64%。此外為了連結指標與事故間的關聯，該研究在考慮曝光量下，將事故率當成因變數，危險駕駛事件當成自變數，建立有效性較高的指標。

為探討能透過回饋機制來減少青少年的危險事件，McGehee (2007) 運用事件資料紀錄裝置(Event data recorder)和 DriveCam 捕捉相關的行車數據，如速度、引擎資訊、曝光量等資訊，並依據不同的指標分別設立不同的門檻值，以用來監督青少年在行車時是否有超過這些門檻值，該研究另外搭配了影像資料來確認所偵測出來的事件確實與安全相關。該研究所設立之門檻值如表 3.16 所示，後續 Carney *et al.* (2010) 與 Foss and Goodwin (2014) 等研究持續應用 McGehee (2007) 開發之門檻值，持續進行各項駕駛行為相關研究。

美國密西根運輸研究中心(UMTRI)在進行車道偏移警示系統的場域測試中(Leblanc *et al.*, 2006)，蒐集了 78 位駕駛者在 4 個星期中的駕駛表現，包含 83,000 英哩的駕駛里程與超過 400 個警示事件，以用來評估車道偏移警示系統對駕駛員的影響，其中該研究所設置的偵測車道偏移的門檻值如表 3.17。

表 3.16McGehee (2007)偵測危險事件之門檻值

偵測指標	門檻值
縱向加速度	縱向加速度大於等於 0.5 平方公尺
橫向加速度	橫向加速度大於等於 0.55 平方公尺
衝擊	衝擊的定義為從任何方向受力影響所觸發之事件。此事件之觸發通常是由嚴重的衝撞引起的。該研究的門檻值設定為 1.5g。

表 3.17Leblanc *et al.* (2006)偵測車道偏移之門檻值

偵測指標	門檻值
車速	時速大於 40 公里(25mph)
車輛中心線與道路中心線距離	大於 2.49 公尺(左偏或右偏)
該門檻值僅在道路類型已知且設置有車道線之車道適用	

Jensen *et al.* (2011)使用 Data Threshold Violations (DTV)、Phase Plane Analysis with Limits (PPAL)，以及 Recurrence Plot with Outer Limits (RPOL)三種方法，來判定駕駛員該時刻的駕駛行為是否有超過門檻值，據以計算該駕駛的平均 DTR (driver trip rating)，並定義出 DTR 的範圍來界定駕駛行為的安全與否。各方法之簡要定義如下：

1. DTV：定義出行車速率與加減速之門檻值，若數值大於門檻值，則為超標(如圖 3.1)。
2. PPAL：縱軸為搖晃程度(jerk)，橫軸為加速度，在座標平面上定義出門檻範圍(Phase Plane Limit, PPL)，若該時刻搖晃程度與加速度所組合成的二維座標位置不在 PPL 內則為超標(如圖 3.2)。
3. RPOL：X 軸為該時刻的引擎轉速，Y 軸為該時刻 2.5 秒後的引擎轉速，Z 軸為該時刻 5.0 秒後的引擎轉速，在座標空間中定義出一橢球體的門檻範圍，若該時刻、該時刻 2.5 秒後、該時刻 5.0 秒後的引擎轉速所組成的三維座標位置不在該橢球體內，則為超標(如圖 3.3)。

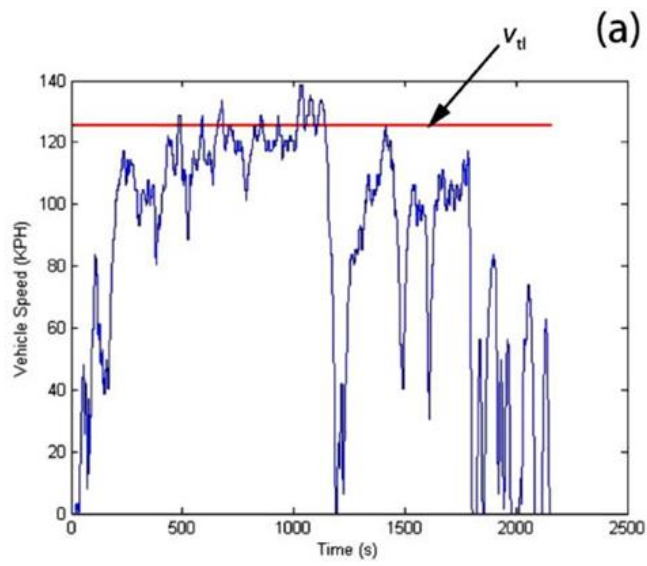


圖 3.1 DTV 示意圖

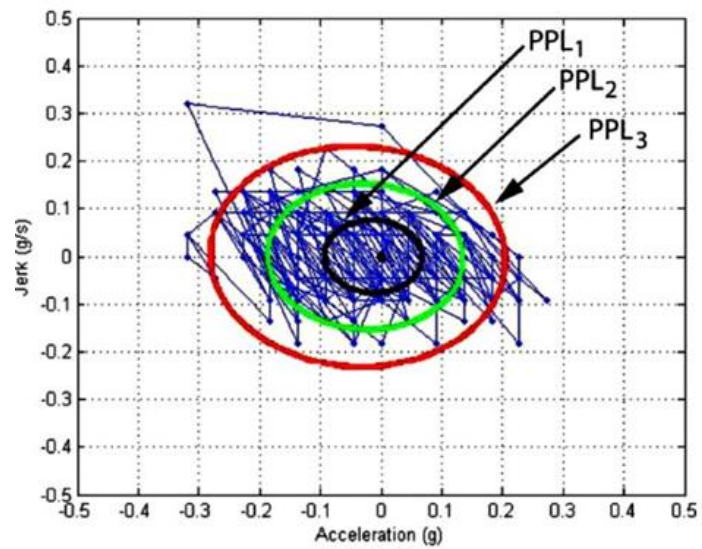


圖 3.2 PPAL 示意圖

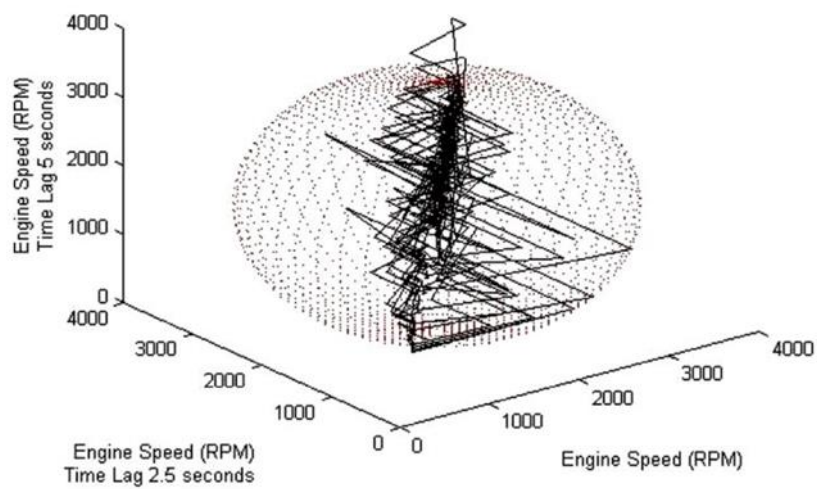


圖 3.3 RPOL 示意圖

藉由 DTV、PPAL 與 RPOL 的定義判斷該時刻的駕駛行為是否屬於超標後，並計算每位駕駛員的超標數量，再計算每位駕駛員的平均 DTR (driver trip rating)，最後透過統計方法得到全體 DTR 的平均以及標準差，可將駕駛行為定義出六等(如圖 3.4)。藉此來找出來找出不安全或甚至危險的駕駛員來進行檢討。

Population Percentage	5%	20%	50%		20%	5%
Safety Level	Dangerous	Unsafe	Target Zone		Unsafe	Dangerous
Characterizations	- Too Slow - Unconfident - Disturbs Traffic Flow - Unpredictable	- Always Obeys Speed Limits Regardless Of Traffic Flow - Not Instinctive - Over Scans	- Follows Traffic Flow - Predictable - Confident - Proper Scanning Technique		- Routinely Speeds - Tailgates - Under Scans	- Too Fast - Overconfident - Disturbs Traffic Flow - Unpredictable
Driver Classification	Timid	Cautious	Conservative	Neutral	Assertive	Aggressive
Statistic		-1.64 σ	-0.67 σ	μ_{DTR}	+0.67 σ	+1.64 σ

圖 3.4 六等駕駛行為之描述與門檻值

3.3 小結

從 3.1 節所蒐集之各類危險事件的指標型態、偵測設備中，可看出要偵測不同的危險事件所需之偵測設備不盡相同，而在業者資本與人力資源皆有限的情況下，勢必無法同時偵測並驗證所有的危險事件，業者在挑選所欲採用之駕駛人安全駕駛行為指標時，應從自家駕駛員常發生之事故類型、事故地點著手，並找出相關之指標。例如若該業者旗下之駕駛員時常發生追撞事故，可以用「跟車距離過近」為指標，並搭配行車影像對駕駛人之疲勞恍神等進行管理。

而在 3.2 節本研究列舉了國外文獻在偵測相關危險事件時所採用之指標與門檻值，惟大部分研究(如美國 SHRP 2)設立之門檻值須用到採樣率相當精細(1 秒 10 筆)之設備，但目前國內業者所裝設之設備並非以研究為導向，恐難提供採樣率如此精細之資料。因此，為建立本土化之門檻值，應依照目前業者裝設之設備等級不同，而分別建立不同的指標與門檻值。

第四章 安全駕駛行為管理之相關訪談

考量各國皆有獨特的國情及交通狀況，在車載設備之裝載及道路交通安全管理系統之應用上都該因地制宜，做出適當之調整。有鑑於此，本研究以問卷之發放來初步了解目前國內客運業者應用車機之普遍狀況，並透過與業者之當面訪談，進一步了解目前業者之產業現狀、現行採用之交通安全管理方法與困境、應用車載設備於安全管理之意願等。此外，因應危險事件之研究設計所需，本計畫與業者訪談了解常發生之危險事件與相關安全駕駛經驗法則，以做為後續指標與門檻值訂定之參考。

4.1 國內客運業者車載設備安裝狀況調查

為全面性了解國內客運貨運業裝設與應用車載資訊系統之狀況，本研究以中華民國公共汽車客運商業同業公會全國聯合會及所屬客運業者為對象，辦理「業者車載設備安裝狀況調查」(詳細問卷內容請參考附件)，目的為調查目前國內客運使用及導入車載資通訊系統之應用情況，並了解業者對於車機系統需求、未來希望發展及應用之方向。

此調查表內包含之問項主要分成五大類，第一為是否有裝設 OBD2、GPS、ADAS、G-Sensor、數位影像紀錄器；第二為此些設備所能輸出的欄位；第三為若有裝設此些設備的原因；第四為若無裝設，未來是否有裝設意願，可能優先考量的設備為何；第五為業者之基本資料如有無車輛監控管理系統、裝載車機設備之年份。此次調查共計回收 18 份問卷，其中有 13 家有車輛監控管理系統，平均裝載車機設備為 8.5 年。以下分別敘述各項調查統計結果。

本調查之詳細調查結果如表 4.1 所示。本調查之結果簡要說明如下：

1. 設備使用狀況：目前普及率較高的車載資訊設備為車輛 GPS 定位系統及影像行車紀錄器。整體而言，目前使用 ADAS 系統的業者仍為少數，主要原因為設備過於昂貴及業者不了解那些 ADAS 系統可有效改善安全(ADAS 系統之可靠度)。
2. 使用這些設備的目的：主要為車隊管理為主要目的，如：客訴之依據(影像行車紀錄器)、排班(GPS 定位系統)、及減少油耗(GPS 定位系統)。但近來使用這些設備的目的已逐漸以改善安全為目的。
3. 使用這些設備時所使用的異常事件偵測指標：早期業者使用 GPS 來偵測超速及急加速或急減速來做為危險事件指標，但業者反映這些指標可靠度太低，目前已不太使用。少數有導入 ADAS 的業者目前採用跟車距離過近及車道偏離之警示事件做為異常事件偵測指標。
4. 業者對政府作為之期待：

- (1) 大部分業者皆建議有需要本土化偵測指標之相關研究。
- (2) 大部分業者對於目前市售的 ADAS 系統的價格及可靠度並不了解，建議政府可逐步建立可靠廠商清單(qualified list)以供業者進行選擇。
- (3) 大部分業者期待政府逐步協助業者整合 ADAS 系統及安全管理。

表 4.1 國內車載設備安裝狀況調查結果

問題	選項-數量(比例)	延伸子問題	(數量)選項
一、是否有裝設 OBD2？	有-6(33%)	裝設之考量因素？	(1)政府有補助 (1)駕駛員安全管理 (1)油耗管理 (5)車輛維修管理 (1)處理客訴之依據
		所能輸出之欄位？	(6)車輛速度 (6)引擎轉速 (5)電池電量 (1)行駛軌跡 (4)油耗資料 (1)剎車訊號 (1)方向燈訊號 (1)大燈訊號 (4)里程統計 (6)怠速狀況
	無-12(67%)	-	
二、是否有裝設 GPS？	有-18(100%)	裝設之考量因素？	(3)政府有補助 (9)駕駛員安全管理 (3) 油耗管理 (2)車輛維修管理 (15)路線及班表管理 (10)處理客訴之依據
		所能輸出之欄位？	(14)車輛速度 (16)車輛經緯度 (1)油耗資料 (16)行駛軌跡 (6)剎車資料 (7)怠速狀況
	無-0(0%)	-	

表 4.1 國內車載設備安裝狀況調查結果(續)

問題	選項-數量(比例)	延伸子問題	(數量)選項
三、是否有裝設 ADAS？	有-2(11%)	裝設之考量因素？	(1)政府有補助 (3)駕駛員安全管理
		所能輸出之欄位？	(1) 車輛速度 (2) 與前車距離 (2)與前方車輛之碰撞時間(TTC) (3)車道偏移 (1)盲點偵測
	無-16(89%)	-	
四、是否有裝設 G-Sensor？	有-0(0%)	裝設之考量因素？	-
		所能輸出之欄位？	-
	無-18(100%)	-	
五、是否有裝設數位影像記錄器？	有-18(100%)	裝設之考量因素？	(3)政府有補助 (17)駕駛員安全管理 (1)車輛維修管理 (6)路線及班表管理(18)處理客訴之依據
		所能輸出之欄位？	(18)車輛前方影像 (13)車輛後方影像 (18)車輛左方影像 (18)車輛右方影像 (17)車輛內部影像(拍攝駕駛) (13)車輛內部影像(拍攝乘客)
	無-0(0%)	-	
問題	(數量)選項 或 選項-數量(比例)		
六、運用哪些異常事件或指標來對駕駛行為進行管理？	(8)事件數 (15)超速件數 (14)違規件數 (10)出險件數 (4)車機偵測事件數 (15)投訴件數 (5)急加急減 (1)溫度 (9)準點率		

表 4.1 國內車載設備安裝狀況調查結果(續)

問題	(數量)選項 或 選項-數量(比例)
七、未來是否有意願裝設車載資訊系統？	有-11(61%) 無-5(28%) 其他-2(11%)
八、預計裝設之設備為何者？	(10)OBD2 (4)GPS (2)雷達 (2)G-Sensor (6)車道偏移警示系統 (8)車前防碰撞系統 (7)盲點偵測系統 (6)數位影像紀錄器 (1)其他
九、目前對於車載資訊系統未來應用的期待	● 簡化車載資訊系統操作，公司能有效及時掌握車輛狀況、設備穩定性 ● 希望掌握油耗管理與駕駛行車行為之數據 ● 希望藉由車載資訊系統之應用提高駕駛之安全性

根據問卷與訪談結果，目前國內客運業者普遍都裝設有 GPS 系統與數位影像紀錄器，然而僅有少數業者有裝設 ADAS 與 OBD2。國內業者目前運用於道路安全管理之指標大多仍停留於事故數、違規數、投訴件數等落後指標，造成安全管理成效相當有限。根據業者表示因 ADAS 設備之操作複雜且容易故障，所以維護成本很高，而這也是其他業者不裝設 ADAS 系統的原因之一。此外，若僅依警示事件數來管理駕駛員之成效不佳，且無法確定警示事件與事故之關聯。

4.2 國內業者訪談與車機應用實例

為更了解並探究目前國內廠商對於車載資訊設備之發展、裝設、運用於安全駕駛行為管理之發展狀況，本研究以訪談方式，針對以需求為導向之貨運與客運業者，調查其目前車載資訊系統的裝設狀況、能夠偵測的資料、及車載資訊系統應用於安全管理之情況與困境；而在車機業者部分會以供給面為導向，了解廠商對車載資訊系統之技術發展、能產生之資料與能對車隊提供的服務。

本研究訪談大綱如下：

1. 需求面：我國安全駕駛行為指標及管理之目前發展及未來應用

- (1) 【無車載資訊系統下，安全管理作為】在沒有車載資訊系統的輔助下，如何評估個別駕駛/營業所/車隊之安全水準？如何擇優汰劣？如何教育駕駛員？在上述的狀況下，業者營運碰到的困境為何？安全可以為業者帶來甚麼效益？

- (2) **【目前車載資訊系統使用情況】**目前業者應用車載資訊系統，例如數位行車紀錄器、影像行車紀錄器、車道偏移警示系統、車前防撞警示系統、GPS 車機、ADAS 系統、OBD2 等車機設備之狀況？業者有安裝哪些？原因為何？其餘系統不安裝的理由？
 - (3) **【安全管理機制與組織】**車載資訊系統產生哪些資料？業者如何蒐集、儲存、分析這些資料？
 - (4) **【目前車載資訊系統應用於安全管理之情況(1)】**目前業者應用哪些安全駕駛行為指標(及門檻)來即時監控及管理駕駛員行車安全？各項指標之成效？
 - (5) **【目前車載資訊系統應用於安全管理之情況(2)】**請問對於目前國內車載資訊系統的設備、系統、整合、成本、後續維運等的看法？(如：設備是否可靠及穩定、妥善率、客製化程度、IT 人員的支援程度等)
 - (6) **【對車載資訊系統未來應用的期待】**對於上述資料，期待在本研究可產生之行車風險指標有哪些(如彎道車速過快)？對於未來應用管理覺得需要有哪些指標？如果覺得不需要，原因為何？
2. 供給面：我國目前車載資訊系統之目前發展及未來應用
- (1) **【目前車載資訊系統使用情況】**目前發展之車載資訊系統，那些為自有技術，那些仰賴其他廠商。例如：數位行車紀錄器、影像行車紀錄器、車道偏移警示系統、車前防撞警示系統、GPS 車機、ADAS 系統、OBD2 等車機設備之狀況？
 - (2) **【目前車載資訊系統應用於安全駕駛管理之發展現況(1)】**目前安全駕駛行為指標(及門檻)的訂定方式為？各項指標之量化成效？
 - (3) **【目前車載資訊系統應用於安全駕駛管理之發展現況(2)】**目前國內車載資訊系統可產生的資料主要有？(如 GPS 座標、OBD2、方位角、G-sensor、時間、駕駛員識別、車速、方向燈、引擎轉速、與前車間距、與左/右側標線間距、疲勞偵測等；上述資料目前準確度如何？資料取樣率？
 - (4) **【對車隊提供的服務】**除了資料回傳、儲存、安全指標計算及對應報表產製外，對於客戶有甚麼加值功能？客戶對於花錢買服務的態度為何？怎麼說服客戶購買特定設備/服務？
 - (5) **【對車載資訊系統未來應用的規劃】**對於上述資料，期待在本研究可產生之行車風險指標有哪些(如彎道車速過快)？對於未來應用管理覺得需要有哪些指標？

4.2.1 貨運業者

貨運業者 A 公司主要的經營型態是以運輸物流配送服務為主，業務包含連鎖通路的零售物流配送和生產工廠的製造物流運送。該公司的營業額超過 24.5 億元，名列國內 500 大服務業之林，服務的物流士人數達 1400 餘人，車隊規模更達 1100 餘輛。A 公司除了客戶運輸業務外，同時也服務集團外客戶之運輸業務，像是汽車零件配送、連鎖書店配送、咖啡糕點配送、雞蛋配送以及物流倉儲服務等。A 公司目前裝設的車載資通訊系統有 OBD2、ADAS 系統與車前影像，主要由中華電信提供車機裝設管理與後端的分析服務。

該公司對於車隊管理著重於 4 個項目，包括駕駛安全、溫度監控(尤其是生鮮食品類之配送)、配送品質(準點率)、車輛狀況。其中與本研究計畫較相關之駕駛安全部分，該公司用以評估駕駛員之駕駛表現的指標包括：事故件數、違規件數、出險件數、客訴、酒測、超速件數、急剎車、空檔滑行等。其中空檔滑行為該公司依過去經驗所採用的指標，該公司表示部分物流士會在下坡路段將貨車以空檔檔位滑行以達到省油的功效，但該公司經求證後發現該舉動並未有明顯省油效果且一旦有突發狀況很容易導致危險，因此將空檔滑行設為評估指標之一，該指標的判斷依據為在車輛的引擎轉速為 0 的情況下，卻仍然維持一定的速度前進。而該公司每週會針對考核表現較差的物流士進行個別輔導，亦會定期舉辦道路安全駕駛講習課程，教導物流士安全駕駛的要領與行車倫理，並宣導各項最新的交通政令，確保物流士的行車安全。

A 公司在訪談中表示雖然裝設了車機與設定各項安全評估指標設備來監控行車安全，但沒有一個統一的標準來檢核風險指標的正確性，也造成指標的功效不如預期。在訪談最後 A 公司期許未來國內能有更進步的 ADAS 系統(如輔助剎車等)來增加駕駛員的行車安全。

本研究訪談之第二家貨運業者 B 公司營業項目為「危險物品運送」，因此該公司在道路安全上投注了許多心力，車隊裝設之設備包括 GPS、ADAS 車機系統等，且在車機裝設規格及功能等主要是由需求主導供給。另 B 公司為外商公司，在全世界都有許多據點，其集團母公司訂有嚴格的安全管理機制，要求各國車隊達成一定之安全水準。

B 公司採用之指標為「可預防事故率」與「可預防道路事故率」，可預防事故係指駕駛員未能完成他們一切合理的行為及措施(應注意而未注意)來避免風險，因而導致事故發生。B 公司設有專責之「交通安全管理人員」，由美國總公司因地制宜訂定相關 KPI 標準，並與公司績效及紅利連動，亦即只要公司發生了可預防事故，全體同仁之紅利皆受到影響，因此全體同仁在道路行車安全之維護上無不謹慎小心。根據業者表示，該公司於 2017 年度僅僅發生了 2 件可預防事故。此外，該公司亦會每個月定期檢視駕駛員的行車狀況外，也會針對各國子公司所發生之事故案例對駕駛員進行經驗傳承，避免相同事故之發生。

4.2.2 客運業者

C 公司為主要提供公路汽車客運、市區客運及遊覽車客運服務的客運公司，主要經營台南市往新北市、桃園市、台北市、台中市、高雄市等縣市的路線，現有 8 條國道經營路線及 1 條聯營國道路線、2 條台中市區公車路線(截至 108 年 5 月為止)，營運範圍涵蓋整個臺灣西部地區。

該公司目前裝設的車載資通訊系統有數位影像紀錄器(車前車後及駕駛員影像)、GPS 車機、及 ADAS 系統等，其中 ADAS 系統是由 Mobileye 所開發。和欣客運目前使用 ADAS 系統所傳回之警示事件進行安全管理及監控(包含跟車距離過近、車道偏離、超速等)，其所蒐集之影像資料用以驗證該警示事件之真偽，以做為駕駛員考核之依據。目前該公司用以評估駕駛員之駕駛表現的指標包括：事故件數、客訴、酒測、超速件數、急剎車等，而除了上述指標之外，該公司會定期的針對駕駛員的行車影像進行隨機抽查，並給予駕駛員回饋，若有需要亦會請駕駛教練坐在副駕駛座給予指導。該公司提到目前在安全駕駛行為管理上遇到的問題包括目前指標成效有限，希望能針對其他危險事件，包括過彎超速、司機恍神、變換車道、行駛路肩或內線等行為進行監控，另外如何衡量乘客之舒適度也是該公司目前所面臨的問題。

在客運業者部分，本研究也訪談公共汽車客運商業同業公會全國聯合會，遊業者之角度，聯合會表示車載資訊系統於道路交通安全之應用的確為未來趨勢，而大部分業者也逐步朝此方向規劃；但受限於目前客運業之收入及獲利成長有限，此相關系統之導入仍有待政府補助或是設立相關誘因機制。而在實際應用方面，聯合會也建議應朝向開發一個更全面的整合型車載資訊系統，以整合各式各樣的車載安全監控、防碰撞系統、及其他行車動態資訊系統，以避免駕駛員於行車當中資訊過載而產生危險。此整合型的車載資訊系統之開發則應由政府統籌設定所需的資料欄位及格式，後續交由系統開發商應用此資料進行整合型車機系統之開發。

4.2.3 車機業者

車機業者 D 公司主要提供的產品與服務包括：ADAS 安全輔助駕駛衛星定位車機、協同車聯網 OBU/RSU 設備、智慧電子站牌、友善候車服務設施、無線通訊路由器、智慧製造、智慧物流相關物聯網的感測設備，該公司能提供給業者的服務有即時影像(車前與車後影像資料共 4 顆鏡頭)、Mobileye 車機系統、OBD2 系統的裝設。其中車機系統目前的取樣率為 20 秒一筆，能偵測到的事件包括：跟車距離過近、急加速急減速、車道偏移、車輛怠速、車輛超速、車輛異常停留。值得注意的是該公司另外提供的事件包括自定義的危險偏移與危險跟車，其定義方式為 1 分鐘內出現 3 次車道偏移事件或跟車距離過近。但該公司也表示無論是車機本身設定的偵測門檻或自行定義之事件都未有實質上的研究證實其有效性，也是該公司目前所面臨且待解決的問題之一。另外該公司的 OBD2 系統能偵測到的事件包括：里程速、行車時間、電瓶蓄電量、水箱儲量、轉速、胎壓等

第二家車機業者 E 公司為國內 Mobileye 的代理商，其車機系統功能包括車道偏移警示、前方碰撞警示、行人碰撞警示、超速警示等，偵測到的數據包括速度、加速度、側向加速度、偏航率等。除此之外，該公司亦有發展出一套駕駛行為分析器(DBA)，DBA 藉由 Mobileye 系統高精準的警示訊號，提供以駕駛行為為基礎的演算，預測可能事件並提前對駕駛員警示，達到事前防範之目的。該公司指出目前國內車載資訊系統的發展遭遇到最大的困境在於廠商普遍對於資料後端的處理能力不足，導致即使 Mobileye 系統偵測到了資料卻沒有經過妥善處理而無用武之地。此外，車隊業者對於裝設車載資訊系統的意願普遍不高，較不願意花錢裝設智慧車載設備。

4.2.4 其他危險事件

為了解國內大型車駕駛常見以及重要的危險事件，做為未來異常或危險事件警示之基礎，因此本計畫訪談國內業者，以協助本研究對國內發生過(或可能發生)之危險事件有更進一步了解。

以國道路線為主的業者提到由於行駛在國道之上下匝道，容易因速度控制不當，在轉彎處發生危險(如翻車)，因此，業者在對新手駕駛或教育訓練時，會針對其行駛期間需注意的事項特別宣導，如上下匝道或轉彎之速度應適度減速。另有一些需注意事項，如安全距離以每一組行車距離以標線(橫向白虛線)之間隔 10 公尺為計算，或是以小型車與前車至少保持「速度 $\div 2$ 」的距離、大型車與前車至少保持「速度-20」的距離；行駛於高速公路時，若要超車至少超越前車 10 公里/小時以上；打方向燈來變換車道至少 10 秒或超車至少 3 秒；臨時停靠(客運)時，寬度至多讓一台機車通過，避免距離過窄與騎士擦撞。

以市區道路為主的業者提到市區道路客運之突發事件較無法監控，原因可能與乘客在車內或車外的行為、行人或機車騎士因素有關，如行駛於道路時，行人故意衝撞於車輛而導致假車禍；在急剎車時，乘客未扶把手而跌倒；乘客站在車門口，容易發生上下車時，被車門夾到的危險；行駛期間在等紅綠燈時，行人或機車騎士躲在車輛周圍，在轉彎時未注意到行人；停靠站離路緣過遠，易造成乘客上下車的危險。因此，為避免與乘客或行人間發生危險，業者在車輛上裝載油門控制器，其功能為確定車門關了，油門才踩得下去，以避免上下車乘客被車門夾到；路口轉彎透過盲點偵測系統，針對轉彎死角，來協助駕駛查看車輛周圍有沒有機車騎士或行人。

透過訪談業者得知，駕駛行駛於國內道路的環境與條件下，所遇到的實際經驗或可能遇到的事件，會因突發事件之因素或外在環境，影響駕駛於行駛期間的行為。

表 4.2 訪談業者之比較

	裝載設備	管理指標	面臨問題	期許	共同問題
貨運業者 A 公司	行車影像 OBD2 ADAS	1. 事故件數 2. 違規件數 3. 客訴 4. 急加急減 5. 空檔滑行 6. 超速	1. 無油耗資料。 2. 指標成效不彰。 3. 評估優良駕駛方式。	1. 更先進的 ADAS、如輔助剎車等。 2. 找出領先指標，以便提前找出可能出事的駕駛。	無統一標準 來衡量風險 指標的正確 性(評估優良 駕駛)
貨運業者 B 公司	車前行車影像 Mobileye OBD2 ADAS	1. 車道偏移 2. 跟車距離過近 3. 急加急減 4. 超速	1. 無清楚定義 event 的方式。	將管理與安全、節能結合。	
客運業者 C 公司	GPS 車機 ADAS 系統 數位行車紀錄器	1. 事件數 2. 急加急減 3. 投訴 4. 駕駛員互相通報 5. 行車抽查(影像)	1. 指標成效不彰。 2. 無油耗資料。 3. 無衡量乘客舒適度指標。	以過彎超速、變換車道、行駛路肩或內線等行為當作更有效之管理指標。	
車機業者 D 公司	行車影像 Mobileye OBD2	1. 跟車距離過近 2. 急加急減 3. 車道偏移 4. 超速 5. 異常停留	指標設定與安全關聯，沒有經過驗證。		
車機業者 E 公司	Mobileye 駕駛行為分析器	1. 車道偏移 2. 前方碰撞警示 3. 行人碰撞警示 4. 超速警示	1. 業者普遍對於資料後端處理能力不足。 2. 業者對於裝設相關設備意願不高。		

4.3 小結

根據問卷與訪談結果，目前國內客運業者普遍都裝設有 GPS 系統與數位影像紀錄器，然而僅有少數業者有裝設 ADAS 與 OBD2。GPS 系統主要用於追蹤車輛位置、管理駕駛員行車安全，而數位影像紀錄器主要則是用於處理事故、客訴之依據，並用於監控駕駛員之行車狀態。但由於 GPS 系統與數位影像紀錄器可掌握之資訊有限，因此國內業者運用於道路安全管理之指標仍停留於事故數、違規數、投訴件數等落後指標，造成管理成效相當有限。而有裝設 ADAS 系統下，可以偵測之指標包括：急加急減、車道偏移、未保持安全距離等。

根據業者表示因設備之操作複雜且容易故障，所以維護成本很高，而這也是其他業者不裝設 ADAS 系統的原因之一。另外業者也表示，該系統目前主要用途仍然在即時之駕駛員行車警示若僅依警示事件數來管理駕駛員之成效不佳，且無法確定警示事件與事故之關聯。

業者普遍建議政府在車載資訊系統之發展上，能輔導相關車機業者進行車載資訊系統操作之簡化及提高設備的穩定性，若有可能的話亦能補助業者相關裝設及維護費用，以提高客運業者裝設意願。

第五章 目標危險事件之定義與分析方法

由於學理上有區分安全相關事件(safety-related event)及事故前兆(surrogate event)之差異，本研究所指之警示事件(根據特定偵測指標及門檻值所定義之事件)為學理上狹義之安全相關事件。而本研究所指之危險事件則為學理上狹義之事故前兆。

安全相關事件基本上為根據特定偵測指標及門檻值所定義之事件，但這些安全相關事件卻未必與事故有關聯性或發生上的因果關係(越多安全相關事件不代表越多的事故)；而事故前兆則為與事故關聯性高的特定型態的安全相關事件。因此事故前兆為安全相關事件之子集合。

本章首先說明學理上事故前兆之概念(5.1 節)，並於 5.2 節深入討論事故前兆在學理上的定義。本研究從 5.3 節起討論本研究所欲探討的目標事故前兆(於本研究中我們稱呼其為危險事件，以代表特定的事故前兆)。5.4 節則討論於本研究中所探討之危險事件之定義。5.5 節介紹本研究如何訂定偵測目標危險事件之指標及門檻值。5.6 節則介紹本研究蒐集之自然駕駛資料。

5.1 事故前兆之概念

安全相關事件(例如：急剎車)泛指所有有安全疑慮的事件，但並非所有安全相關事件都會導致事故的發生，或是導致事故機率的增加。因此學理上會定義某些特定型態的安全相關事件為事故前兆(例如：前方車流已緊急降速，導致本車緊急剎車的事件)，以有別於安全相關事件。而事件之所以有別於指標，在於單一事件可能牽涉到多個維度的指標，以及此些不同維度指標隨著時間的變化所導致事故的發生。

以下將以圖 5.1 至圖 5.3 來說明事故發生過程中，安全相關事件及事故前兆兩者之差異。在一般情況下，駕駛員正常行駛，但在某些情況下，會有突發事件的發生，如前方車道車輛(B 車)切入我方車輛(本車)前方，因此造成我方車輛剎車，或即將碰撞時間(time-to-collision)急遽縮小，因此觸發一件安全相關事件，即減速度或即將碰撞時間(特定指標)低於門檻值。此安全有關之事件為單一維度指標減速度或即將碰撞時間所定義之事件。以少數維度所定義之警示事件為學理上狹義之安全相關事件。

然而，在此事件中，由於 B 車變換車道時，其前方並無任何車輛，此安全相關事件未必與事故發生有直接關聯，或甚至導致事故之發生。但若本車前方有一輛直行車(A 車)，當 B 車變換車道至本車與 A 車間，且前方 A 車正在減速時(如圖 5.2 所示)，此安全有關之事件則演變為有立即性碰撞風險的危險事件，而若本車並未適當反應，最終發展輕則為本車急剎車，重則為發生事故。

在此例中，事故前兆及為有明顯事故風險之安全相關事件(圖 5.2)。事故前兆

通常需要比安全相關事件更多維度的指標及門檻值，或行車動態來定義。

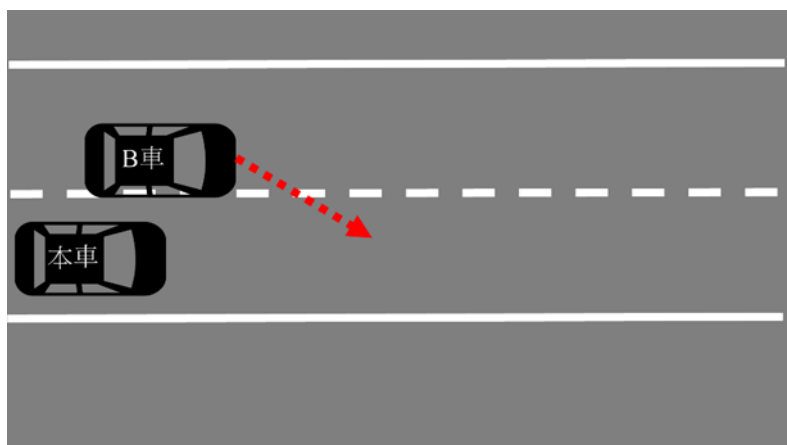


圖 5.1 無明顯事故風險之安全相關事件

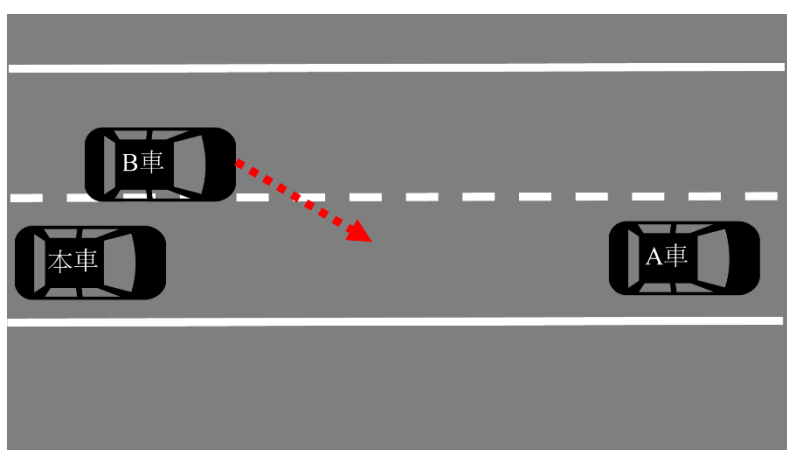


圖 5.2 事故前兆為有明顯事故風險之安全相關事件

事故前兆為與事故發生有明確關係之安全相關事件，在圖 5.3 中，安全相關事件為一學理上之總稱，代表透過安全駕駛行為指標所定義出有安全疑慮之事件。警示事件在本研究中為 ADAS 找到的安全相關事件。同理，事故前兆為一學理上之總稱，代表極有可能造成事故之情境。危險事件在本研究中為經驗證後的警示事件與事故有關之危險事件。而危險事件則為發生事故前兆前之駕駛行為。

本研究目的為定義本土化之安全駕駛指標及門檻值，在上述架構下，本研究必須尋找本土化之事故前兆(而非僅安全相關事件)，並根據所蒐集的事故前兆，(1)分析事故前兆發生前，是否對應某些危險事件(特性分析)，及(2)根據駕駛員所發生之事故前兆件數，來做為評估駕駛員事故風險的中介指標(駕駛員安全分數及相關報表開發)。

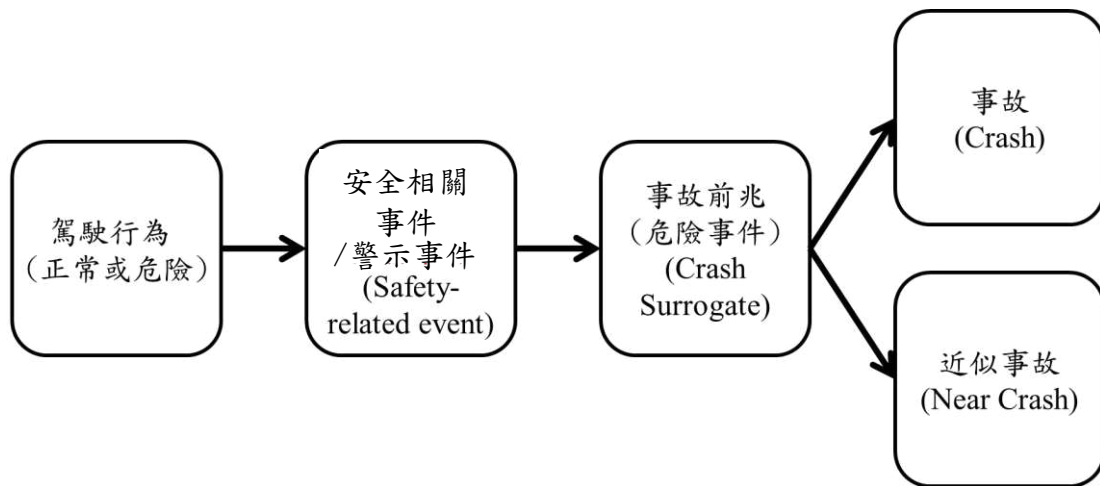


圖 5.3 事故前兆及安全相關事件之關係圖

5.2 事故前兆之定義

事故前兆的相關研究迄今已發展超過四十年，過去由於研究器材相當昂貴，以致於這個領域的發展受限，直至近年學界才逐漸形成共識，以 Hauer(1982)所提出的想法為定義事故前兆的基礎：

$$\lambda = \pi \times c \quad (1)$$

其中， λ 為在某一時段內預期的發生事故件數， c 為事故前兆在此時段發生的次數， π 則為事故前兆與實際發生事故件數間轉換關係。換言之，好的事故前兆一定得與事故件數存在一個轉換關係(π)。過去學術上最著名的事故前兆為路口的交通衝突(traffic conflict)，早期交通衝突是根據駕駛員有無閃避之動作為其定義(Perkins and Harris, 1967)，例如亮剎車燈或突然的變換車道，後續相關研究進一步將其定義為「假設兩個或更多的道路使用者，繼續維持各自原先移動方向時，在此空間和時間之下，彼此間會有車禍碰撞的風險」。但 Hydén(1987)認為比起「空間上的距離」和「減速的能力」，利用「時間上的距離」來估測該事件之嚴重程度是較為有效的方法，爰提出以即將衝突時間(time-to-collision, TTC)少於 1.5 秒來定義衝突。

Risser (1985)發現駕駛員短時間內(該研究為 1 年)的危險事件與其過去五年間所發生的事故件數有高度相關。Cooper(1984)建議以後侵佔時間 (post-encroachment)所定義的交通衝突比以即將衝突時間來定義的交通衝突為佳。Oppe (1986)建議應個別區分不同嚴重程度的交通衝突，並重新定義不同情境。Sayed and Zein (1999)發現在號誌路口 3 年內所發生的事故件數頻率與交通衝突，在統計上有顯著關係，但在無號誌交叉路口卻不存在顯著關係。對於前述交通衝突與事故件數關係不顯著的原因，其原因可能與各研究對衝突的定義及資料蒐集方法不一致有關(Williams, 1981; Chin and Quek, 1997)，駕駛員採取閃避動作的時機除受到即時衝突時間影響外，還有許多其他因素必須納入考量，Chin and Quek (1997)認為光是這樣就可能使得各研究的結

果不一致，因此 Hauer and Gårder (1986)建議交通衝突的品質(quality)可以轉換因子 π 的變異程度來衡量，Saunier and Sayed (2008)則提議以影像辨識方法來增加判讀即將衝突時間的客觀性。

隨著交通衝突的相關應用的蓬勃發展，學界除了思考如何以類似概念來延伸衝突的概念到其他事故型態，並建立更完整的事故前兆準則，使相關研究得以互相比較。Wu and Jovanis (2012) 回顧過去事故前兆相關研究，整理出定義事故前兆的理想準則如下：

1. 事故前兆需可在短時間內被大量觀察到。意即其發生的次數應較實際事故更加頻繁(Svensson,1998)，此準則即為早期交通衝突研究之基礎。事故的發生為於金字塔最頂層，因此量最少；而事故前兆則為於金字塔最低層，件數相對最多。
2. 事故前兆應與實際事故有類似的特徵及事故過程(Tarko *et al.*, 2009)。從此定義可延伸出對於事故發生的原因，應與事故發生前的前兆有關係。此外，無論是交通事故或事故前兆皆為由駕駛環境、駕駛員和車輛屬性以及事件型態等眾多維度所組成。
3. 事故前兆和事故之間應該存在統計上之因果關係(Svensson, 1998; Guo *et al.*, 2010)。好的事故前兆應能有助於了解事故發生之過程，以用於了解事故發生之頻率和嚴重程度。
4. 同樣的事故防制措施應同時對事故前兆及實際事故有相同的影響。為了符合此準則，事故前兆和實際事故之間須存在因果關係。
5. 在時間的維度上，事故前兆可視為事故過程中的一個中間點，而事故的發生即為事故過程的終點(Shankar *et al.*, 2008)。

過去許多被提出的事故前兆並無法滿足上述準則，以致於其與實際事故風險之關係難以建立，而喪失其有效性。其中一個主要因為大部分的事故前兆僅使用一個維度來定義，但許多事故前兆及事故的發生皆與當時的駕駛環境及駕駛行為等有關，以致於單一維度或門檻值難以一體適用。例如：即將衝突時間(e.g. Hydén, 1987; Chin and Quek,1997)、減速度(e.g. Hydén, 1987)、後侵佔時間 post-encroachment time (e.g. Hydén, 1987,1996; Topp,1998)、減速至安全距離所需的時間(e.g. Topp, 1998)、間隔時間、侵占時間和到斑馬線的時間(Várhelyi, 1996)、停止距離的比例(FHWA,2003)、衝擊波的頻率(VanAremnd DeVos,1997)、複合 G 力和速度(Gully *et al.*,1995)、橫向位置的標準偏差(Vogel, 2003)、time line-crossing (Vogel,2003; Gordon *et al.*,2009)、駛出車道(Gordon *et al.*,2009)、及即將駛出車道時間(Gordon *et al.*,2009)。

以上事故前兆大多仰賴車輛軌跡及汽車動力學，但現實中這些事故前兆將會受到駕駛環境或駕駛行為的影響而無法偵測，如駕駛分心或疲勞。Jovanis *et al.*

(2011)以自然駕駛資料發現此類單一維度的事故前兆常常導致誤差。因此，在尋找事故前兆時，必須考慮駕駛環境或行車動態，才會使所找到的事故前兆具有有效性。

5.3 目標事故前兆(危險事件)

本研究根據我國大客車事故特性，選取最迫切需要關注之事故前兆及危險事件進行分析。根據交通部高速公路局統計，民國 105 年高速公路事故之營業大客車肇事原因以「駕駛員因素」最高，約占總事故件數 79%，「其他駕駛員因素」次之，約占總事故件數 14.9%，此二大類約占總肇事原因因素之 9 成，「機件因素」、「其他因素」兩項因素於總事故件數中約占 2.4%及 1.9%。其中駕駛員因素中以「未保持安全距離」最多約佔 47.9%，而「不當變換車道」居次約佔 12.8%。105 年前十大肇事原因如下：

1. 未保持行車安全距離(47.9%)
2. 不當變換車道(12.8%)
3. 未注意車前狀態(11.8%)
4. 其他引起事故之違規(9.5%)
5. 倒車未依規定(2.8%)
6. 車輪脫落或輪胎爆裂(1.6%)
7. 裝載貨物不穩妥(1.2%)
8. 未保持行車安全間隔(0.7%)
9. 酒後(後)駕駛失控(0.7%)
10. 車輛零件脫落(0.6%)

除了上述單一年度之統計資料外，圖 5.4 是以 100-106 年我國警政署事故資料為來源，對我國營業大客車於國道涉入事故之肇因進行分析，由圖可知過去 100-106 年中，「未保持安全距離」亦為營業大客車在國道涉入事故之主要的事故肇因，占了總比率的 62%，遠遠高於第 2、3 名「未注意車前狀況」、「其他引起事故之違規或不當行為」的 16%與 7.8%。由此可知「未保持安全距離」乃我國國道客運之一大待解決的問題。

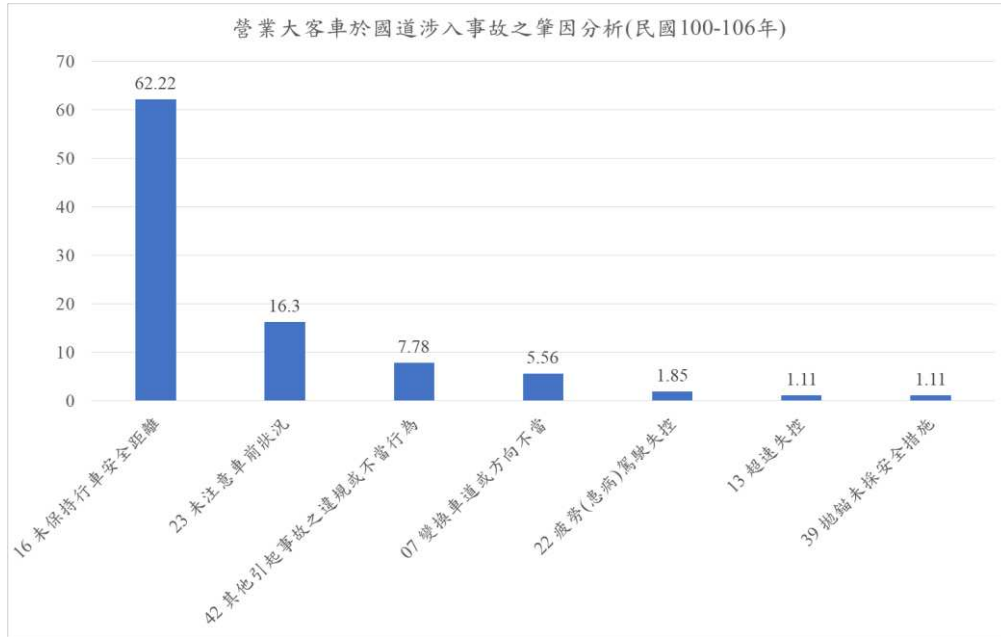


圖 5.4 營業大客車於國道涉入事故之肇因分析(100-106 年)

圖 5.5 為 100-106 年間營業大客車於國道涉入事故之事故型態，由圖中可看出「追撞」為最主要的原因，占了 80%。另外如「撞護欄」、「同向擦撞」等分別占總事故型態的 5%，分列事故型態發生比率的第二、三名。撞護欄或同向擦撞事故的發生往往都與「車道偏移」有關，而造成車道偏移有一大部分的原因是疲勞駕駛導致。

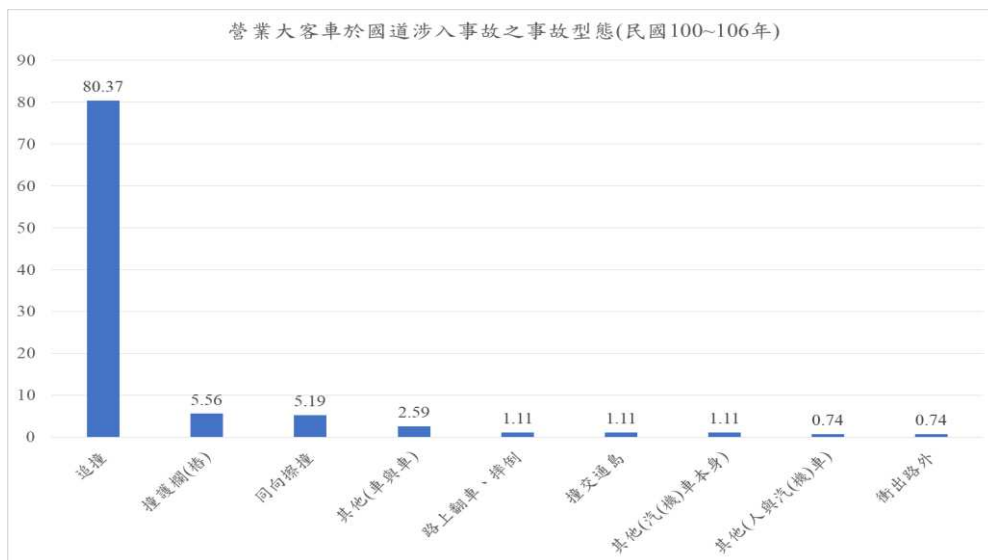


圖 5.5 營業大客車於國道涉入事故之事故型態(100-106 年)

圖 5.6 為 100-106 年間營業大客車於國道涉入事故之事故位置，由圖中可看出「快車道」為最主要的肇事地點，占了 83.17%，「匝道」則居次，約占 7.62%。其中匝道為車流交會處，其造成的衝突頻率比其他事故位置還要高，是研究國道交通安全相當重要的一環。

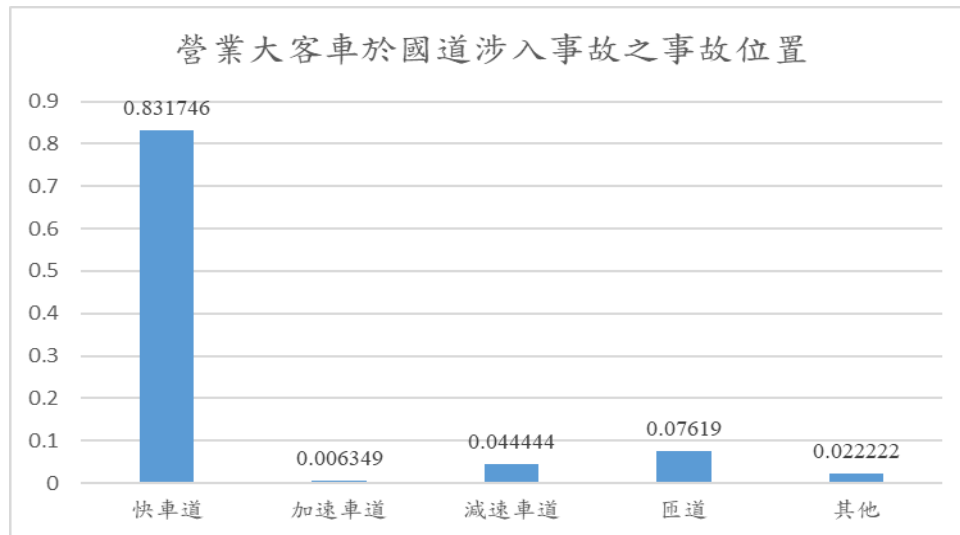


圖 5.6 營業大客車於國道涉入事故之事故位置(100-106 年)

綜整以上發生於國道上的事故肇因及事故位置，且統整本研究訪談的業者之意見與車機資料所能輸出之事件後，本研究針對以下三大危險事件為本研究的目標危險事件。

1. 未保持安全距離：考量為大客車常見之事故，且為目前車機資料所能輸出之事件。
2. 車道偏移：考量為大客車常見之事故，且為目前車機資料所能輸出之事件。
3. 過彎(匝道)車速過快：考量客運大客車若在彎道速度過快易有車輛翻覆之重大傷亡事故，且經訪談為目前國內客運業者所欲分析之危險事件但無從研究而起。

5.4 目標危險事件之定義

為了找出適合做為定義我國事故前兆之績效指標及門檻值，以進行後續之特性分析及報表之開發，本研究首先利用車載資訊系統所偵測出安全相關事件進行萃取，逐一過濾這些事件是否符合事故前兆準則，若符合則稱為事故前兆(或稱為危險事件)。並透過分析事故前兆或危險事件發生前之駕駛行為，來定義危險事件。

本節將針對本研究的三項目標危險事件：未保持安全距離、車道偏移、過彎(匝道)車速過快，進行相關的文獻回顧，包括其定義、分析等整理歸納出符合事故前兆定義之駕駛序列。除了能更準確的分析事件的成因之外，也能以更微觀的角度觀察並了解危險事件帶來的風險。

5.4.1 未保持安全距離

我國道路交通管理處罰條例中第 33 條條文規定：「汽車行駛於高速公路、快速公路或設站管制之道路，不遵使用限制、禁止、行車管制及管理事項之管制規則而有下列行為者，處汽車駕駛員新臺幣三千元以上六千元以下罰鍰。」其中的第二項即為未保持安全距離，但對於何謂未保持安全距離沒有給予明確的定義。美國聯邦汽車運輸安全總署(FMCSA)將未保持安全距離定義為「如果一輛車與前車的距離過近，即使後車的駕駛員全神貫注地注視著前方的車輛，但當前方駕駛突然剎車時，後車駕駛員仍然無法避免與前車碰撞。」

為了解未保持安全距離與追撞事故之連結，美國運輸部在 2005 至 2010 年的整合車輛安全系統(Integrated Vehicle-Based Safety System, IVBSS)計畫中(IVBSS, 2011)，將未保持安全距離區分成以下四種序列：

- 序列 1 前車突然剎車：目標車輛穩定行駛於道路中時，前方車輛突然剎車，造成車輛間的距離突然縮小而觸發事件。
- 序列 2 目標車輛突然變換車道：目標車輛行駛於車道中時，因前方有障礙物或前方車輛車速過慢等因素，而突然變換車道並導致與另一車道之前車距離過近，而觸發事件。
- 序列 3 未注意前車的前車：目標車輛行駛於車道中時，前方車輛因其前方車輛車速過慢或突然剎車因而突然變換車道，但目標車輛未注意到前車的前車，導致與前車的前車距離過近，此時目標車輛必須變換車道才能避免與其追撞。
- 序列 4 前方車輛變換車道：目標車輛行駛於車道中時，另一車道之車輛突然變換車道至目標車輛所行駛的車道之中，因而造成與前方車輛距離過近並觸發事件。

Najm(2006)針對美國小型車事故時，對於未保持安全距離的事件提出以下 6 種不同的序列：

- 序列 1 前車變換車道
- 序列 2 目標車輛變換車道
- 序列 3 前車減速 (前車變換車道後減速)
- 序列 4 前車加速 (前車變換車道，觸發事件後加速)
- 序列 5 前車停止
- 序列 6 前車以等速前進

在上述六種序列中，以「前車停止」為最常見之序列占有所有事故之 59.1%，其次

是「前車減速」占了 26.5%，而「前車加速」則占了最少比例的 1.1%。另外，Nodine (2011) 的 IVBSS 系統分析中，則將未保持安全距離簡單的分成「前車減速」、「前車加速」、「前車停止」三種序列進行討論。

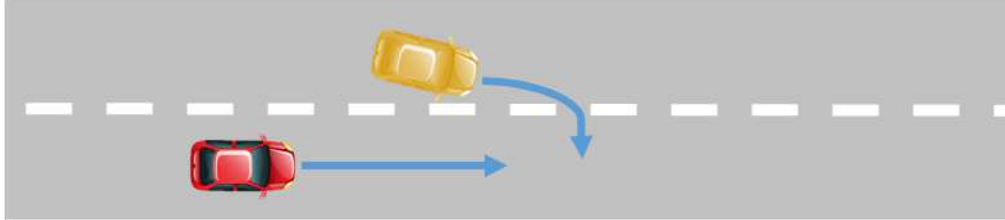
綜整以上學者提出來的不同序列，可以發現「前車動態」在未保持安全距離的行為分析上，占了舉足輕重的地位，相關研究必須著重在目標車輛與前車的互動方式。除此之外，過去研究區分的序列中，並未提到車輛間動態的差異對序列所造成的影響，以「前方車輛變換車道」為例，當前方車輛變換車道後，隨即加速遠去(如前述「前車加速」序列)，雖然觸發了未保持安全距離的事件，但比起當前方車輛變換車道後隨即降速或剎車造成的風險程度要來的小，由此可知將事故發生序列再加以細分之必要性，故本研究以 IVBSS 與 Najm 學者之研究為基礎，將其序列加以細分(見表 5.1)，下面就每個不同的序列加以說明：

表 5.1 本研究未保持安全距離之序列分類

序列 1 前車變換車道	
1-1 且前車剎車	目標車輛之駕駛來不及反應，易形成追撞事故。
1-2 且目標車輛正在加速	兩車間的距離會急速縮小，易造成追撞事故的發生。
序列 2 目標車輛變換車道	
2-1 且前車剎車	目標車輛之駕駛來不及反應，易形成追撞事故。
2-2 且後車正在加速	兩車間的距離會急速縮小，易造成追撞事故的發生。
序列 3 前車突然減速	
3-1 且目標車輛未剎車	兩車間的距離會急速縮小，易造成追撞事故的發生。
3-2 且鄰近車道有車輛	目標車輛若有向外閃避的動作，易造成與鄰近車輛擦撞。
3-3 且後車距離過近	目標車輛跟著前車減速後造成後車反應不及而追撞目標車輛。
序列 4 前車等速行駛(慢速)	
4-1 且目標車輛未剎車	兩車間的距離會急速縮小，易造成追撞事故的發生。
4-2 且鄰近車道有車輛	目標車輛進行變換車道的動作，若未注意鄰近車輛，易造成擦撞。
序列 5 未注意前車的前車	
5-1 且目標車輛未剎車	兩車間的距離會急速縮小，易造成追撞事故的發生。
5-2 且前前車突然剎車	目標車輛與前前車的距離會急速縮小，易造成追撞事故的發生。

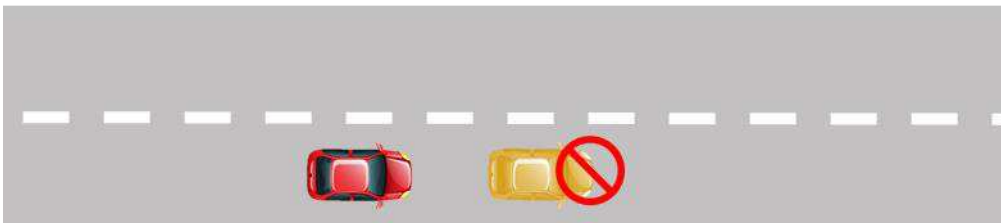
- 序列 1 前車變換車道

目標車輛(紅色)行駛於車道中時，另一車道之車輛(黃色)突然變換車道至目標車輛所行駛的車道之中，因而造成與前方車輛距離過近並觸發事件



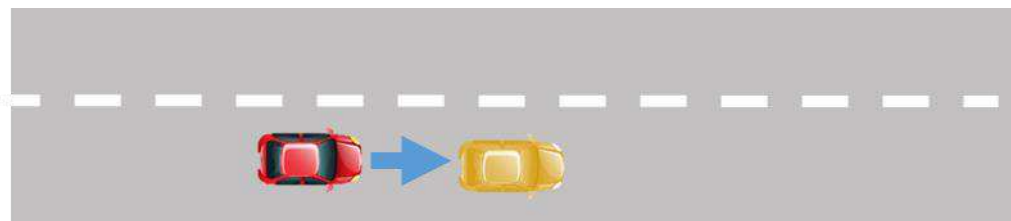
- 序列 1-1 且前車剎車

當前車一切進車道後，卻有剎車的行為，易造成目標車輛駕駛反應不及而與前車追撞。



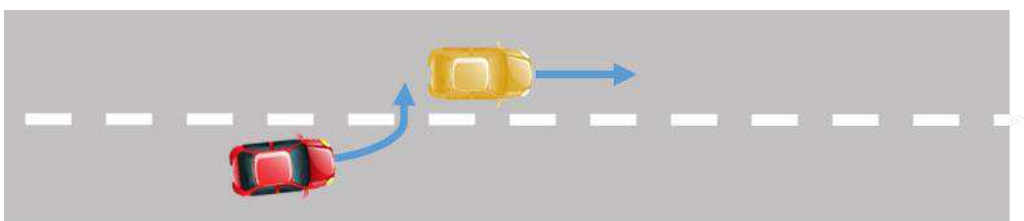
- 序列 1-2 且目標車輛正在加速(或無減速)

當前車切進車道後，目標車輛因故而未注意前車而正在加速或沒有剎車的動作，比起一般的狀況更易造成追撞。



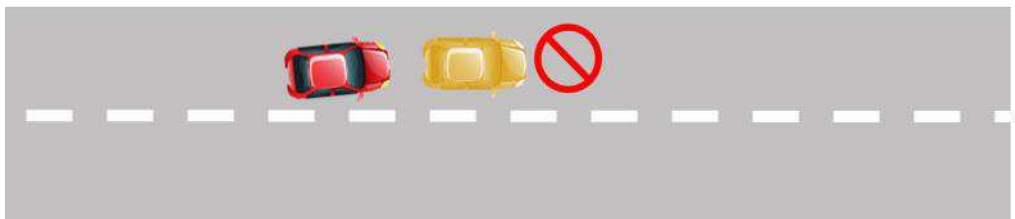
- 序列 2 目標車輛變換車道

目標車輛(紅色)行駛於車道中時，因前方有障礙物或前方車輛車速過慢等因素，而突然變換車道並導致與另一車道之前車(黃色)距過近，而觸發事件。



- 序列 2-1 且前車剎車

當目標車輛一切進車道後，前車卻突然有剎車的行為，易造成目標車輛駕駛反應不及而與前車追撞。



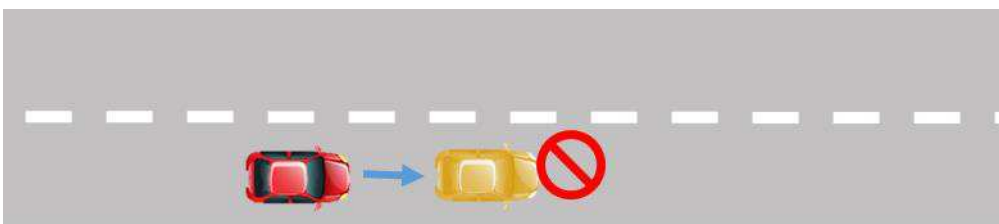
- 序列 2-2 且後方車輛正在加速(或無減速)

當目標車輛切進車道後，後車因故而未注意前車而正在加速或沒有剎車的動作，比起一般的狀況更易造成追撞。



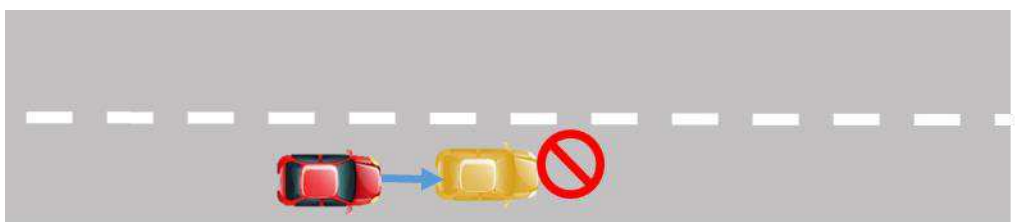
- 序列 3 前車突然減速

目標車輛(紅色)穩定行駛於道路中時，前方車輛(黃色)突然剎車，造成車輛間的距離突然縮小而觸發事件。



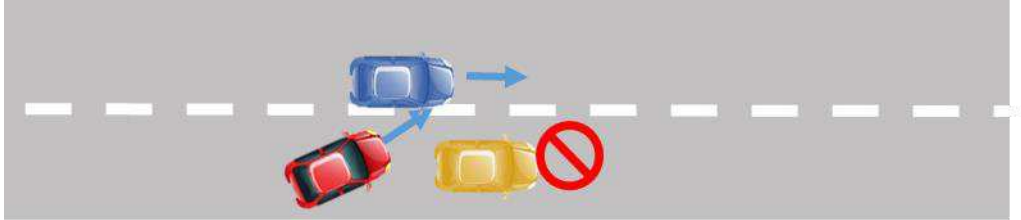
- 序列 3-1 且目標車輛未剎車

當前車一剎車後，目標車輛因故而無剎車行為，易造成目標車輛與前車追撞。



- 序列 3-2 且鄰近車道有車輛

當前車一剎車後，目標車輛往鄰近車道進行閃避，但鄰近車道有車輛正在行駛，易與旁車擦撞。



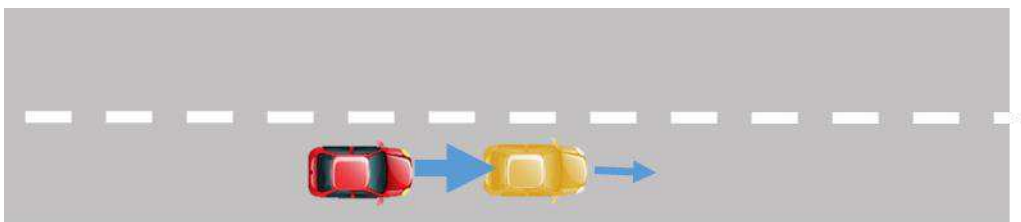
- 序列 3-3 且後車距離過近

當前車一剎車後，目標車輛跟著急剎車，但後方車輛距離過近，易與目標車輛追撞。



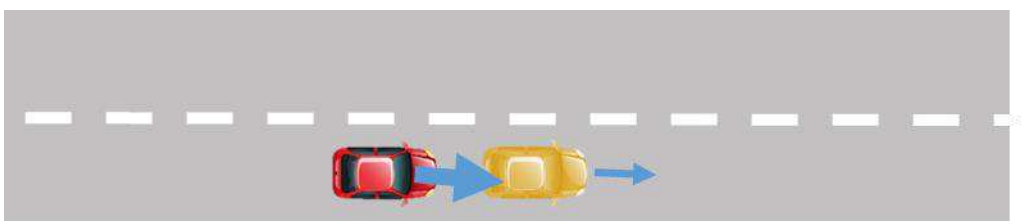
- 序列 4 前車等速或慢速行駛

前車(黃色)以等速行駛於車道中，目標車輛(紅色)因車速較前車快，造成兩車間的距離過小而觸發事件。



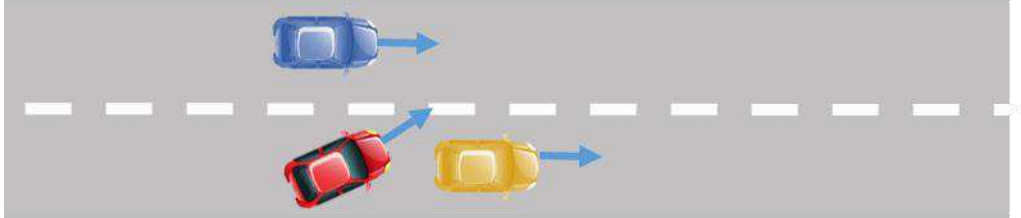
- 序列 4-1 且目標車輛未剎車

當目標車輛持續接近前方車輛，且目標車輛因故而無剎車行為，易造成目標車輛與前車追撞。



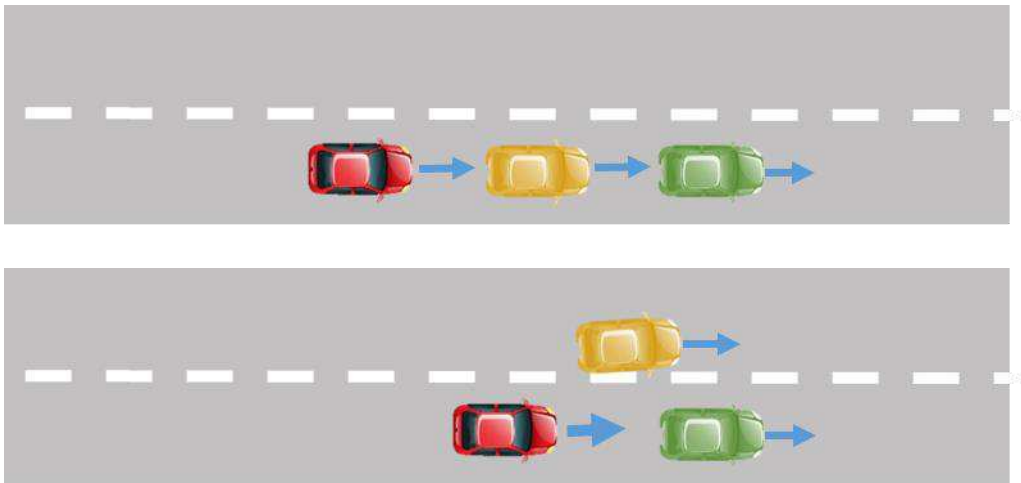
- 序列 4-2 且鄰近車道有車輛

當目標車輛持續接近前方車輛，目標車輛像鄰近車道進行閃避，但鄰近車道有車輛正在行駛，易與旁車擦撞。



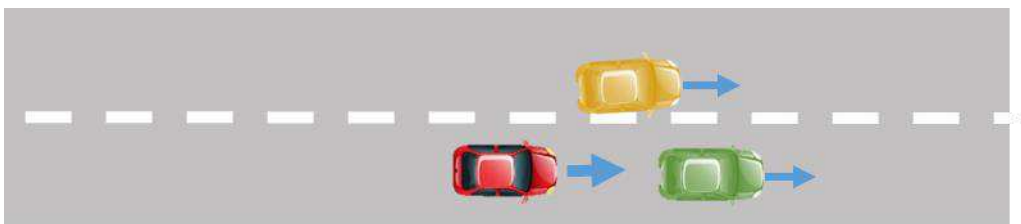
- 序列 5 未注意前車的前車

目標車輛(紅色)行駛於車道中時，前方車輛(黃色)因其前方車輛(綠色)車速過慢因而突然變換車道，但目標車輛未注意到前車的前車，導致與前車的前車距離過近，此時目標車輛必須剎車或變換車道才能避免與其追撞。



- 序列 5-1 且目標車輛未剎車

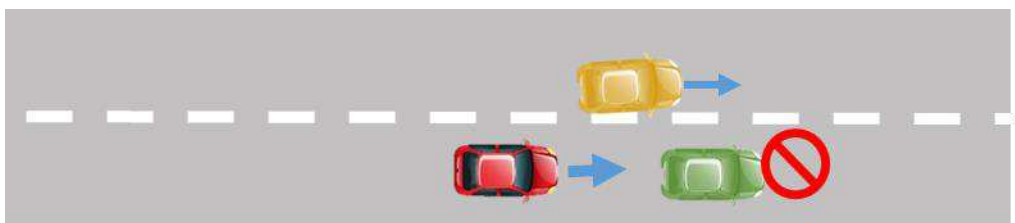
當前車變換車道後目標車輛持續接近前車的前車，且目標車輛因故而無剎車行為，易造成目標車輛與前車追撞。



- 序列 5-2 且前車突然剎車

當前車變換車道後目標車輛持續接近前車的前車，且前車的前車突然剎車，

易造成目標車輛與前車的前車追撞。



5.4.2 車道偏移

車道偏移顧名思義為行駛中的車輛其輪胎超出或壓到標線所標示之車道線上。根據美國國家公路交通安全管理局(NHTSA) (Najm, 2006)，在死亡事故肇事原因的統計數據顯示，因駕駛員疏忽而導致非預期偏離車道的意外事故，約佔所有肇事原因的 42%。美國聯邦汽車運輸安全總署(FMCSA)對於車道偏移系統成本效益評估分析的研究中指出(FMCSA, 2013)，車道偏移防治系統有 3 大主要功能：

1. 偵測在車輛前方的標線
2. 監控車輛與車道中的位置
3. 避免駕駛員在未打方向燈的情況下偏離出車道線外。

美國運輸部在整合車輛安全系統(Integrated Vehicle-Based Safety System)計畫中指出車道偏移的行為往往難以掌握，因為其完全取決於駕駛員當下的駕駛行為，因此並未將車道偏移做序列上的分類。有別於此，Najm(2006)分析美國小型車事故時，將車道偏移分成 6 個序列來作探討，如下所示：

- 序列 1 直線失控：行駛於道路中的車輛因爆胎、打滑等因素而造成車輛失控，以至於車輛偏離出行駛的車道。
- 序列 2 過彎失控：行駛於道路中的車輛，在彎道處轉彎時因車速過快、爆胎、打滑等因素而造成車輛失控，以至於車輛偏離出行駛的車道。
- 序列 3 直線偏離車道：行駛於道路中的車輛偏離出原先行駛的車道之中。
- 序列 4 過彎偏離車道：行駛於道路中的車輛，在過彎時偏離出原先行駛的車道之中。
- 序列 5 因閃避動作而偏離車道：行駛於道路中的車輛，因其他車輛、障礙物等之影響，而進行閃避動作，因而造成車輛偏離出原先行駛的車道之中。
- 序列 6 其他因素：行駛於道路中的車輛因其他因素而偏離出原先行駛的車道之中。

Najm (2006)學者在對事故前的駕駛行為進行分析探討時，將車道偏移分成以下 10 個序列進行討論：

- 序列 1 直線前進並往右偏出路緣
- 序列 2 直線前進並往左偏出路緣
- 序列 3 彎道中往右偏出路緣
- 序列 4 彎道中往左偏出路緣
- 序列 5 直線失控
- 序列 6 過彎失控
- 序列 7 駕駛執行操縱行為時失去控制
- 序列 8 駕駛執行操縱行為往右偏出路緣
- 序列 9 駕駛執行操縱行為往左偏出路緣
- 序列 10 其他

而本研究根據上述文獻所提出的分類，並考慮車輛間彼此的動態後，提出如下之序列，以便能精煉出更符合事故前兆定義之事件(參見表 5.2)。其中，序列 1 及序列 2 的主要差別在於，序列 1 的情況下駕駛並未超過彎道或匝道速限，但在過彎時卻也未適當降速；但序列 2 的情況下卻是駕駛已超過彎道或匝道速限。

表 5.2 本研究車道偏移之序列分類

序列 1 偏離車道	
1-1 且鄰近車道有車	鄰近車輛之駕駛來不及反應，易形成同向擦撞事故。
1-3 且目標車輛無立即返回車道	易形成同向擦撞事故或駕駛可能處於分心恍神狀態。
序列 2 因閃避動作而偏離車道	
2-1 且鄰近車道有車	鄰近車輛之駕駛來不及反應，易形成同向擦撞事故。
序列 3 彎道上或匝道上偏移	
3-1 且鄰近車道有車	鄰近車輛之駕駛來不及反應，易形成同向擦撞事故。
3-2 且目標車輛無立即返回車道	易形成同向擦撞事故或駕駛可能處於分心恍神狀態。

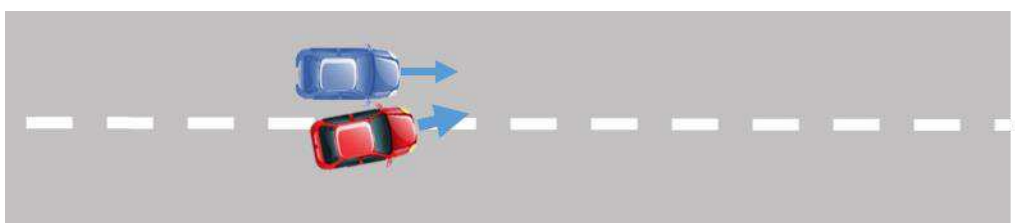
- 序列 1 直線偏離車道：

行駛於道路中的車輛偏離出原先行駛的車道之中。



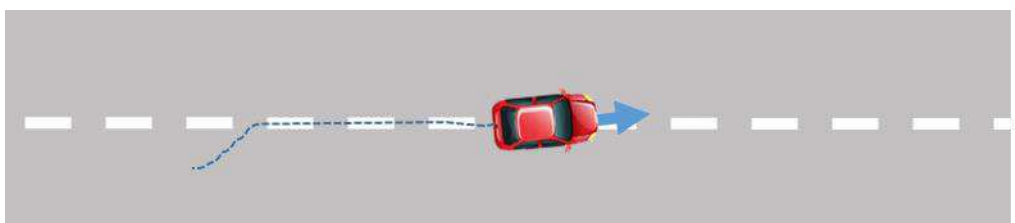
- 序列 1-1 且鄰近車道有車

行駛於道路中的車輛偏離出原先行駛的車道之中，而鄰近車道有車輛經過，若目標車輛的偏移幅度過大容易與鄰近車輛發生擦撞。



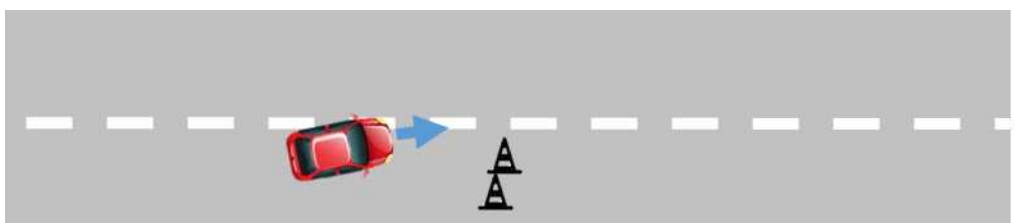
- 序列 1-2 且目標車輛無立即返回車道

行駛於道路中的車輛偏離出原先行駛的車道之中後，並未立即返回，而繼續橫跨兩車道中行駛，此序列的發生通常與司機的恍神與分心有關係。



- 序列 2：因閃避動作而偏離車道

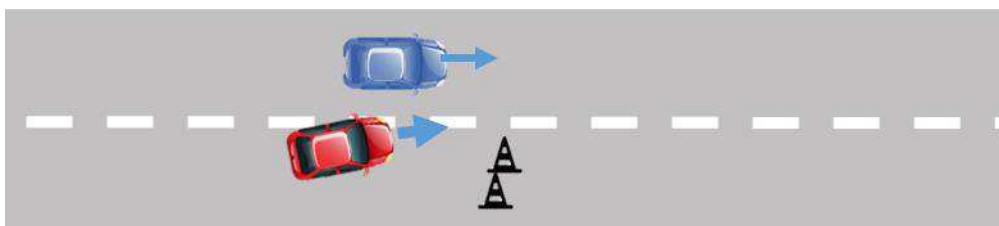
行駛於道路中的車輛，因其他車輛、障礙物等之影響，而進行閃避動作，而造成車輛偏離出原先行駛的車道之中。



- 序列 2-1 且鄰近車道有車

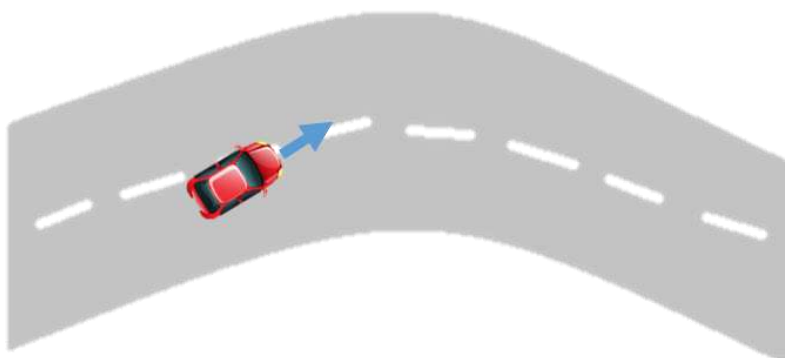
行駛於道路中的車輛因障礙物而偏離原先行駛的車道之中，而鄰近車道有車

輛經過，若目標車輛的偏移幅度過大容易與鄰近車輛發生擦撞。



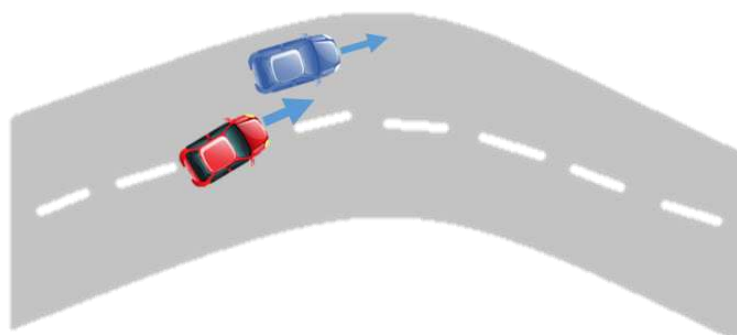
- 序列 3：彎道上或匝道上偏移

行駛於道路中的車輛，在過彎時偏離出原先行駛的車道之中。



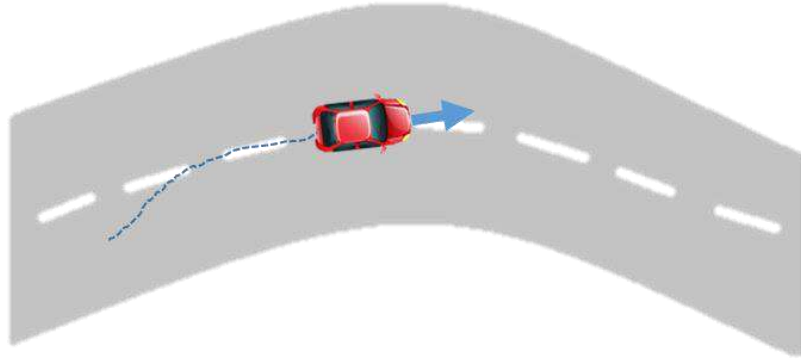
- 序列 3-1 且鄰近車道有車

行駛於道路中的車輛因過彎而偏離原先行駛的車道之中，且鄰近車道有車輛經過，若目標車輛的偏移幅度過大容易與鄰近車輛發生擦撞。



- 序列 3-2 且目標車輛無立即返回車道

行駛於道路中的車輛偏離出原先行駛的車道之中後，並未立即返回，而繼續橫跨兩車道中行駛，此序列的發生通常與司機的恍神與分心有關。



5.4.3 過彎或匝道車速過快

過彎超速是一項非常危險的駕駛行為，車輛在彎道上車速過快時，往往引發自撞或衝出護欄的風險，進而致生嚴重的傷亡。美國密西根運輸研究中心(UMTRI)在 2006 年的車道偏移系統的場域研究中(LeBlanc *et al.*, 2006)，亦將彎道超速系統列入一併探討。該研究將過彎超速依發生地點的不同進行分類，除了一般探討的彎道前的超速行為之外，亦考慮了匝道的影響，如圖 5.7 所示，在匝道附近因車輛的匯入與匯出，並伴隨著匝道的曲率之影響，除了會造成更多的衝突點之外，亦大幅考驗著駕駛員的駕駛技術。

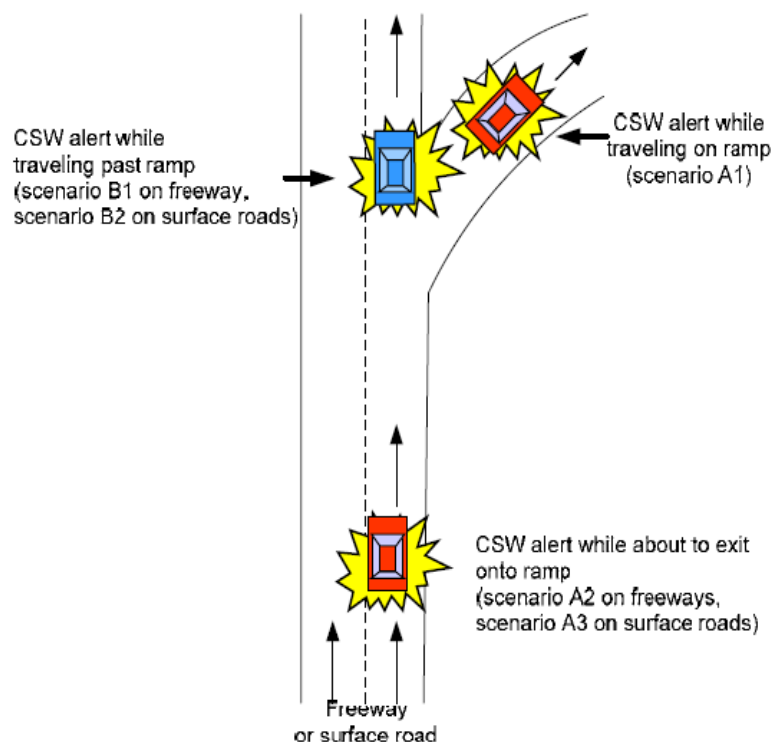


圖 5.7 UMTRI 對匝道附近之超速行為進行分類之示意圖

另外 Najm(2003) 的 IVBSS 計畫中，將過彎超速分成 3 個序列來作探討：

- 序列 1 過彎超速

- 序列 2 過彎前車速過快，且與前車距離過近
- 序列 3 過彎失控

而本研究根據上述文獻所提出的分類，並考慮車輛間彼此的動態後，提出如下之序列，以便能精煉出更符合事故前兆定義之事件(見表 5.3)：

表 5.3 本研究過彎或匝道車速過快之序列分類

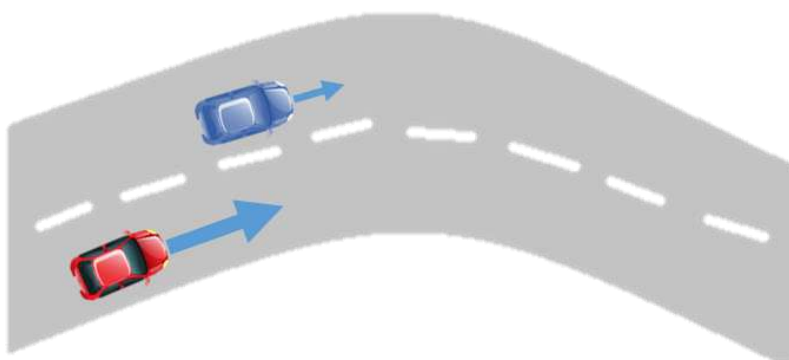
序列 1：彎道前或匝道未減速	
1-1 且鄰近車道有車	彎道前未減速容易造成車道偏移與車輛失控，當鄰近車輛之駕駛來不及反應，易形成同向擦撞事故。
1-2 且正在下雨	天雨路滑更容易造成車道偏移與車輛失控
序列 2：彎道前或匝道超速	
2-1 且鄰近車道有車	彎道前「超速」較「未減速」更容易造成車道偏移與車輛失控，當鄰近車輛之駕駛來不及反應，易形成同向擦撞事故。
2-2 且目標車輛未減速	在彎道超速且未減速的情形下，其發生車道偏移與失控，甚至衝出路外或擦撞護欄的機率甚高。

- 序列 1 彎道前或匝道未減速

彎道前未減速容易造成車道偏移與車輛過彎失控，而在匝道口因有車流的匯入，會比一般車流狀況具有更多的衝突發生。

- 序列 1-1 且鄰近車道有車

彎道前未減速容易造成車道偏移與車輛過彎失控，若此時旁邊車道有其他車輛，容易波及旁車而造成更大的風險。



- 序列 1-2 且正在下雨

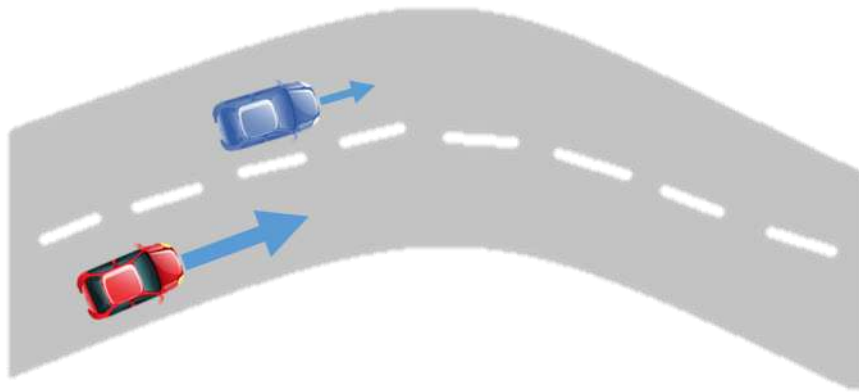
由於在下雨狀態下路面摩擦係數下降，因此若車輛未適當減速的情形下，車輛容易有失控、偏移，甚至衝出路外或擦撞護欄的情況產生。

- 序列 2 彎道前或匝道超速

彎道前超速會比序列 1 更容易造成車道偏移與車輛過彎失控，而在匝道口因有車流的匯入，會比一般車流狀況具有更多的衝突發生，若超速很容易與其他車輛發生追撞或擦撞。

- 序列 2-1 且鄰近車道有車

彎道前超速容易造成車道偏移與車輛過彎失控，若此時旁邊車道有其他車輛，容易波及旁車而造成更大的風險。



- 序列 2-2 且目標車輛未減速

在彎道超速且未減速的情形下，其發生車道偏移與失控，甚至衝出路外或擦撞護欄的機率將會比序列 1 還要高。

5.5 危險事件的偵測指標及門檻值之訂定方法

本節將對回顧過去文獻中定義事故前兆之方法，並介紹本研究如何建立適合於國內駕駛環境之事故前兆及危險事件之指標及門檻值之方法。

5.5.1 危險事件的指標及門檻值訂定方法

針對目標駕駛行為「未保持安全距離」、「車道偏移」、「過彎或匝道車速過快」，本研究首先逐一過濾與安全有關之事故，以挑選出與事故有關之事故前兆，並利用此些事故前兆，及接收者操作特徵曲線方法(receiver operating characteristic curve，ROC 曲線)，來找出適合用來定義事故前兆之指標及所對應之門檻值(Wu and Jovanis, 2013)。

考量事故前兆往往需要多維度的指標及門檻值，並搭配當時之行車動態，本研究整理了三個判斷事故前兆(危險事件)之準則：

1. 在該安全相關事件當下，若駕駛員沒有做出反應則會有立即性的事故危險。

2. 此安全相關事件涉及到駕駛員過失(error)(如：分心、變換車道未打方向燈等)
3. 在當時的駕駛及道路環境下(彎道、匝道、下雨等)，駕駛員並未相對應地調整駕駛行為(如：於彎道或匝道降速)。

指標及門檻訂定的第一階段目的是判定特定指標之門檻值預測事故前兆之準確程度，據以挑選出最適的門檻值。由診斷結果便能分類出四個結果(如表 5.4)，包含真陽性(True positive, TP)、偽陽性(False positive, FP)、真陰性(True negative, TN)、偽陰性(False negative, FN):

表 5.4 門檻值診斷表

	實際為危險事件 (Y=1)	實際為正常行駛 (Y=0)
門檻值診斷為危險事件 ($Z \geq c$)	A：真陽性 (正確)	C：偽陽性 (誤報)
門檻值診斷為非危險事件 ($Z < c$)	B：偽陰性 (漏報)	D：真陰性 (特異性)

有效的指標必須能夠診斷出越高比例的正確率(True positive rate, TPR)以及越高的特異度(True negative rate, TNR)；亦即為指標 Z 的門檻值為 c ， $Z \geq c$ 時為陽性(positive)，反之 $Z < c$ 時為陰性，將依此條件分類為陰性或陽性結果的事件，以及事件本身實際是否為危險事件($Y = 1$ 為危險， $Y = 0$ 為正常行駛)，便可算出真陽性率(正確率，或 True positive rate, TPR)、偽陰性率(漏報率，或 False negative rate, FNR)、偽陽性率(誤報率，或 False positive rate, FPR)、真陰性率(特異度，或 True negative rate, TNR)。

$$TPR(c) = \text{True Positive Rate}(c) = P(Z \geq c | Y = 1) = A / (A+B) \quad (2)$$

$$FPR(c) = \text{False Positive Rate}(c) = P(Z \geq c | Y = 0) = C / (C+D) \quad (3)$$

$$FNR(c) = \text{False Negative Rate}(c) = P(Z < c | Y = 1) = B / (A+B) \quad (4)$$

$$TNR(c) = \text{True Negative Rate}(c) = P(Z < c | Y = 0) = D / (C+D) \quad (5)$$

當指標設定不同門檻值時便會得出相對應的不同 FPR, TPR，將同一指標每個不同門檻值的 (FPR, TPR) 座標繪成 ROC 曲線(如圖 5.8)。而透過 ROC 曲線下的面積為 ROC 值，可用來權衡找出何種指標之門檻值具有較高的 TP 率及 TN 率，ROC 值較大者為較適宜做為偵測危險事件之門檻值。

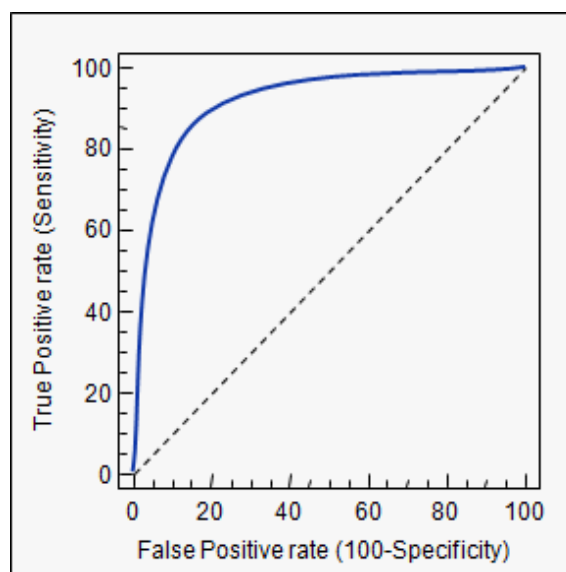


圖 5.8 指標相對於基準線(對角線)之 ROC 曲線範例

5.5.2 分析曝光量、駕駛行為及道路環境對安全駕駛行為指標之影響

建立各項安全駕駛行為指標可用以評估不同狀況下的駕駛行為危險程度，然而單純依據不同駕駛各項安全駕駛行為指標之表現(例如某項事故前兆的總發生次數)無法呈現其真實危險程度，假設有兩位駕駛員在同一個旅次中皆發生一件危險事件，駕駛員 A 剛出發 5 分鐘即遇上一件危險事件，而駕駛員 B 在行駛了 5 小時之後才遇到一危險事件，我們可以合理的推測兩位駕駛員的事故風險可能不同，因此曝光量與環境特性也是在進行風險評估時需要考量到的因素。

為了要能將曝光量、駕駛行為、車輛因素及行駛環境等因素同時整合，本研究將駕駛動態資料分割為同質旅次(Homogeneous Trip Segment, HTS)之概念，將具異質性的資料整理成數個具同質性的分析單位(analysis unit) (Shankar et. , 2008; Wu and Jovanis, 2016)。

以統計之關點，每個 HTS 即為一個試驗(trial)，透過以駕駛行為、車輛因素及行駛環境等因素來進行分割，使得各 HTS(試驗)為均質，方可進行比較。換言之，在同一個 HTS 中這些屬性都必須一致，只要有任一屬性改變，就必須定義成一個新的 HTS，在這整個過程中，駕駛在每個 HTS 上的累積行駛時間及行駛里程將會被記錄下來，並可於前後期 HTS 連結。以圖 5.9 為例，同一位駕駛員會有數個旅次，駕駛員 1(Driver₁)被觀測到 J 個旅次，從旅次 ₁₁(trip₁₁)到旅次 _{1j}(trip_{1j})。在旅次 ₁₁ 中，當駕駛員剛出發時，第一個同質旅次分割(HTS₁₁₁)的意思為，在這分割中，駕駛行為、車輛因素及行駛環境都一樣。而當其中任何一項改變時，則紀錄為 HTS₁₁₂，並依此類推。舉例而言，HTS₁₁₁ 在社區道路上且行駛了 500 公尺，但當駕駛轉到幹道上時並行駛 1 公里，則為 HTS₁₁₂。

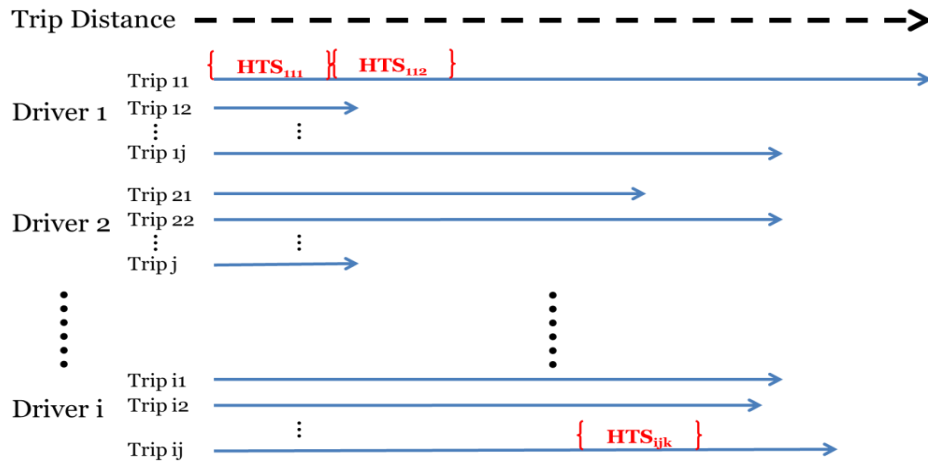


圖 5.9 同質旅次分割(Homogeneous Trip Segment, HTS)示意圖

除了透過 HTS 把所有旅次進行分割以外，本研究也記錄各 HTS 上是否發生任何與安全相關的事件(如表 5.5 所示)，以及與安全相關的事件之件數(如表 5.6 所示)，藉以了解與安全相關事件的發生機率與曝光量及各 HTS 的屬性(駕駛行為、車輛因素及行駛環境等因素)間的關聯性。

表 5.5 同質旅次分割的資料格式(以下為虛構的 HTS)–事件是否發生

是否發生安全 相關事件 (有/ 沒有)	累積曝光量 (時間或距離)	駕駛員屬 性/駕駛行 為	行駛環境 變數	車輛相關 屬性
0	250 公尺	正常	巷道	車速 20
1	500 公尺	正常	巷道	車速 30
0	1300 公尺	正常	幹道	車速 40
1	1500 公尺	分心	幹道	車速 40

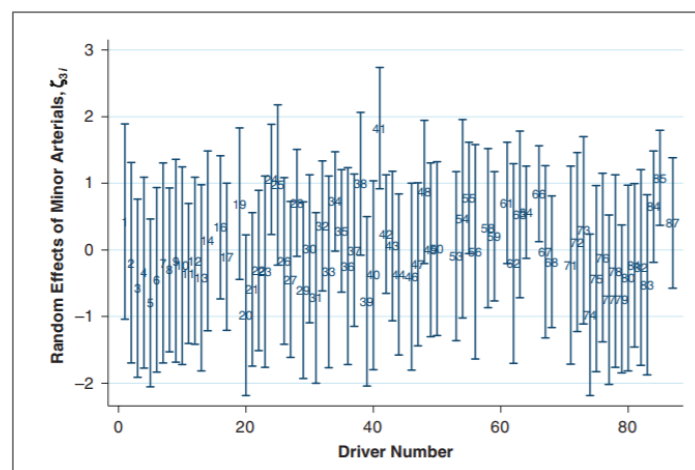
表 5.6 同質旅次分割的資料格式(以下為虛構的 HTS)–事件件數

HTS 編 號	安全相關事件 之件數(件數)	曝光量 (時間或距 離)	駕駛員屬性/ 駕駛行為	行駛環 境變數	車輛相關 屬性
111	0	250 公尺	正常	巷道	車速 20
112	1	250 公尺	正常	巷道	車速 30
113	0	800 公尺	正常	幹道	車速 40
114	1	200 公尺	分心	幹道	車速 40

基於 HTS 之概念，並透過安全駕駛行為指標與實際事故風險的轉換關係，本研究得以建立用來評估駕駛員風險之模型。儘管 HTS 的設定已將各個分析單位的屬性定義，但由於各個駕駛員間仍存在不同的駕駛行為及事故風險(driver-specific effects)，因此，應採用混合效果頻次迴歸模型(Multilevel mixed-effects Poisson)，才可提供較精確的估計。運用此混合效用模型的結果，可用來計算每個駕駛在控制了曝光量及其他

環境因素的情況下發生安全相關事件的風險，並比較出駕駛員在那些 HTS 屬性下的事故風險高於或低於一般駕駛員。

以國道客運為例，透過此模型即可在控制曝光量以及同樣行駛於國道環境的 HTS 屬性下，具有較高駕駛風險之駕駛。(參考圖 5.10)。亦即此種方法將可控制駕駛員曝光量及行駛環境差異下，計算出駕駛員的相對安全駕駛性，並做為駕駛員的安全駕駛分數使用。在圖 5.10 中，Y 軸為駕駛員個人事故風險的隨機效果 (Shankar *et al.*, 2008; Wu and Jovanis, 2016)，代表在控制所有風險因素 (crash contributing factor) 後，如：曝光輛、道路屬性等，個別駕駛員的潛在事故風險。當此指數越高，則代表此駕駛員的事故風險較所有駕駛員來得高 (其他駕駛員的平均潛在事故風險為 0)；若此指數越低，則代表此駕駛員的事故風險較所有駕駛員來得低。另外，在圖 5.10 中，每位駕駛的指數以點來表示，而長條則為此指數的信賴區間，當長條包含 0 時，則代表此駕駛之潛在事故風險並未顯著與其他駕駛不同。但當此長條不包含 0 時，則表示此駕駛之潛在事故風險顯著較其他駕駛員來得高 (如駕駛員編號 41)。



資料來源：Wu and Jovanis (2016)

圖 5.10 運用混合效用模型評估駕駛個人事故風險範例

5.6 自然駕駛資料蒐集與資料庫建置

本研究以國道客運為對象進行自然駕駛研究，利用與和欣客運合作蒐集影像行車紀錄器及數位行車紀錄器資料，萃取出與行車安全相關屬性資料；蒐集資料期程從 2018 年 11 月至 2019 年 2 月，包含 15 輛車、33 條路線 (同樣起迄點，南下北上各計一條)、79 位駕駛，期間共蒐集 4313 個行車趟次、893 天次影像資料，總時數達 85,728 小時。所蒐集之資料包含以下四大部分：

1. 數位行車紀錄器資料：車隊車輛所配戴之數位行車紀錄器，其記錄之旅次相關資訊包含趟次代碼、駕駛員編號、行車路線、旅次方向等；車輛相關資訊包括車牌、車速、車頭方向 (bearing)、是否使用左右方向燈、是否使用車頭燈、是否踩剎車及代表車輛所在位置之經緯度等；道路相關資訊包含道路類

型、路段種類、國道公里數、現地樁號、速限等；以及事件代碼、事件名稱、車機時間、事件發生時間等與行車安全相關屬性之資料。資料取樣率為每秒一筆之時間序列資料，如圖 5.11 與表 5.7 所示。本研究蒐集之數位行車紀錄器資料共 4,313 個行車趟次，其主要路線皆行駛於國道一號，如表 5.8 所示。

- 動態行駛影像資料：本研究資料蒐集之車輛內皆裝設四台攝影機，分別照攝車前、車旁、車後及駕駛員，如圖 5.12 至圖 5.15 所示。車前、車旁與車後影像可用以建立行駛環境變數，包含地點區域型態(居住區、商業區)、道路線型(曲率、坡度)、道路鋪面形態、匝道數量、車道數、交通流量、交通密度、交通控制設備、環境照明、天候狀況以及雨刷使用狀態等。完整的駕駛員影像有助於還原當下行車狀況，協助判斷駕駛員反應是否適當，也可用以觀察駕駛員在駕駛時的實際情況，例如駕駛員是否使用手機或耳機等其他電子產品、是否注意前方車況、雙手是否離開方向盤或有無顯示疲勞狀態等。

幾次代碼	出陣	駕駛員編號	行駛路線	航次方向	data_time	latitude	longitude	speed	heading	left_light	right_light	brake_light	head_light
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:19	23.303036	120.29298	26.704	166.5	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:20	23.303767	120.29292	29.6134	167.28	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:21	23.303605	120.29294	29.33540	166.98	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:22	23.303605	120.29296	31.021	167.11	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:23	23.303525	120.29298	31.96582	167.43	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:24	23.303442	120.293	34.03976	166.6	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:25	23.30335	120.29302	36.23962	165.92	1	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:26	23.303257	120.29305	37.02140	164.21	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:27	23.303162	120.29308	39.15120	162.56	1	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:28	23.303063	120.29311	40.96624	162.44	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:29	23.302962	120.29315	41.52184	163.27	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:30	23.30286	120.29318	41.96484	163.06	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:31	23.302758	120.29321	42.25640	166.56	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:32	23.302655	120.29323	41.67372	167.52	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:33	23.302545	120.29326	42.51824	169.42	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:34	23.30244	120.29328	42.94788	169.55	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:35	23.30233	120.2933	43.48496	171.42	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:36	23.30222	120.29332	43.55904	172.25	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:37	23.302107	120.29333	43.985	173.65	1	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:38	23.301997	120.29335	43.46644	174.07	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:39	23.30189	120.29336	42.83504	175.39	1	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:41	23.301683	120.29337	3.429480	179.47	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:42	23.301665	120.29337	.1052	179.47	1	0	1	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:43	23.301663	120.29337	.12964	179.47	1	0	1	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:44	23.301657	120.29336	.11112	179.47	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:45	23.301647	120.29336	.24076	179.47	1	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:46	23.30164	120.29336	.53708	179.47	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:47	23.301617	120.29336	10.74012	180.12	1	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:48	23.300957	120.29335	13.29736	181.04	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:53:49	23.30095	120.29334	14.92712	180.85	1	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:54:00	23.300912	120.29333	16.13092	184.23	0	0	0	0
152434	549-09	10012021	750021	北上	2018/12/26 15:54:01	23.30087	120.29333	16.1124	174.45	1	0	0	0

事件代碼	道路類型	路段種類	國道公里數	現地樁號	速限	latitudenew	longitudenew	修正距離	sequence	dangerous	close	action	rain
	國1	Interchange	41439	41349.753	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	41417	41326.491	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	41396	41305.222	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	41375	41283.963	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	41353	41261.491	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	41332	41240.432	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	41311	41219.170	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	41291	41198.932	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	41270	41177.693	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	41249	41156.455	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	41228	41135.216	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	41207	41114.04	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	41186	41093.454	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	41164	41071.893	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	41143	41051.31	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	41122	41030.726	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	41100	41009.163	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	41079	40988.579	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	41058	40967.996	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	41038	40946.393	100	-	-	-	-	-	-	-	-
SDW_1.2	國1	Interchange	41017	40927.81	100	-	-	-	11	1	1	1	1
	國1	Interchange	40997	40905.206	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	40977	40884.603	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	40958	40869.98	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	40939	40851.9	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	40923	40835.962	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	40906	40818.916	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	40889	40801.871	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	40872	40784.825	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	40856	40768.782	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	40840	40752.739	100	-	-	-	-	-	-	-	-
	國1	Interchange	40824	40736.693	100	-	-	-	-	-	-	-	-

圖 5.11 數位行車紀錄器資料示意圖

表 5.7 數位行車紀錄器資料欄位說明

欄位名稱	描述	變數類型
data_time	行車時間，每秒產生一筆資料	連續變數
speed	車速資料，有車機與 GPS 兩種不同的來源	連續變數
latitude	車輛所在之緯度	連續變數
longitude	車輛所在之經度	連續變數
bearing	車頭方向	連續變數
left_light	車輛之左方向燈，0 為關閉 1 為開啟	二元變數
right_light	車輛之右方向燈，0 為關閉 1 為開啟	二元變數
break_light	車輛之剎車燈， 0 為沒踩剎車 1 為有踩剎車	二元變數
head_light	車輛之車頭燈，0 為關閉 1 為開啟	虛擬變數
事件代碼	車機偵測之事件種類代碼	文字
事件名稱	車機偵測之事件種類	文字
data_time_event	車機偵測之事件時間	連續變數
趟次代碼	車輛所行使之趟次代表編號	文字
駕駛員編號	每駕駛人之編號	文字
行車路線	行車路線之編號	文字
旅次方向	表示旅次南北向	文字
車牌	車輛之車牌號碼	文字
道路類型	車輛所在之道路類型為國道、匝道或其他 (市區)	文字
路段種類	車輛所在之道路種類為交流道	文字
國道公里數	車輛所在之國道公里數	連續變數
現地樁號	車輛所在之實際標示樁號	連續變數
速限	車輛所在之路段之速度限制	文字

表 5.8 數位行車紀錄器蒐集資料統計

路線代碼	詳細路線	2018.11 趟次	2018.12 趟次	2019.01 趟次	總計	南北 向合 計總 趟次
7500I1 (北上)	新營→桃園→台 北	86	173	132	391	740
7500I2 (南下)	台北→桃園→新 營	68	167	114	394	
7500J1 (北上)	新營→新竹→台 北	100	160	109	369	714
7500J2 (南下)	台北→新竹→新 營	45	175	125	345	
7512A2 (北上)	高雄→楠梓→新 營	120	442	338	900	1865
7512A1 (南下)	新營→楠梓→高 雄	142	483	340	965	
其餘路線						994
所有旅次總計						4313



圖 5.12 車前影像資料



圖 5.13 駕駛員影像資料



圖 5.14 右後照鏡影像資料



圖 5.15 左後照鏡影像資料

3. ADAS 系統所回傳之事件資料：和欣客運所裝設之 Mobileye 系統是由國內馥鴻科技股份有限公司所代理發行，其型號為 VVH-MD82D(如圖 5.16 所示)。該車機設備搭載 GPS、G-Sensor、Wi-Fi 等功能，所能偵測之事件如表 5.9 所示，其中車道偏移(左)、車道偏移(右)、前車碰撞、未保持安全距離且與前車之 $TTC < 0.4$ 、未保持安全距離且與前車之 $TTC < 1.2$ 、急加速、急減速將是本研究所關注之重點事件。另由 ADAS 提供之即時警訊可能影響真實駕駛行為，致其不符「自然」之特性，惟考量本研究並非探討 ADAS 造成之行為改變，故不納入其產生警訊對行為造成之相關影響。



圖 5.16 馥鴻公司之 VVH-MD82D 車機

表 5.9 和欣客運駕駛行為及系統警示項目彙整表

事件	資料取樣率	回傳影像	後端設定條件
車道偏移(左)	每秒一筆	是	否
車道偏移(右)	每秒一筆	是	否
前車碰撞	每秒一筆	是	否
行人警示	每秒一筆	否	否
未保安全距離 0.4	每秒一筆	是	否
未保安全距離 1.2	每秒一筆	是	否
mobileye 鏡頭異常	NA	否	否
mobileye 主機異常	NA	否	否
輕微超速	每秒一筆	否	是
嚴重超速	每秒一筆	否	是
低速行駛	每秒一筆	是	是
急加速	每秒一筆	否	是
急減速	每秒一筆	是	是
緊急剎車	每秒一筆	是	是
輪胎壓力	每秒一筆	否	是
輪胎溫度	每秒一筆	否	是

表 5.9 和欣客運駕駛行為及系統警示項目彙整表(續)

事件	資料取樣率	回傳影像	後端設定條件
DVR 鏡頭訊號遺失	無訊號	否	是
DVR 聲音訊號遺失	無聲音	否	是
DVR 異常	NA	否	是
時速	每秒一筆	否	是
左方向燈	每秒一筆	否	是
右方向燈	每秒一筆	否	是
剎車	每秒一筆	否	是
GPS 資料	每秒、每 20 秒一筆	否	是

4. 駕駛員資料(透過車載資訊系統資料)：駕駛員之曝光量(行駛時間及距離)與排班資料等。

其他本研究所進一步串聯之資料以進行駕駛行為特性分析之資料包括(參見第七章)：駕駛員出勤紀錄表、過去事故及違規紀錄、健康檢查及身心理狀況調查表：駕駛員出勤紀錄表可用於追蹤駕駛員過去數月的出勤及排班狀況，內容包括：班次路線、班次日期、班次時間、乘客人數、出發前酒測值、發車時間、進站時間、抵達時間等。

第六章 本土化指標、門檻值與駕駛人安全駕駛行為考核

6.1 研究流程

駕駛人安全駕駛行為管理可分為即時駕駛人行車警示與監控，以及長期駕駛人行車安全分析，其主要目標為減少事故之發生。然而目前國內業者雖已陸續裝設智慧車載系統，但仍缺少適用於國內的駕駛人評分標準與方法來衡量行車表現，致使無法發揮系統的最大功用。因此本研究以 ADAS 系統為基礎，發展適合國內之本土化指標與門檻值，並考量各家業者裝設車載資訊系統之不同等級進行分類，探討各類業者所能應用之駕駛人安全駕駛行為分數。

圖 6.1 為駕駛行為分析工具(本土化指標及門檻值)與行為特性分析流程圖，欲對駕駛人進行安全駕駛行為管理，首要目標為觀察駕駛人在整趟旅次之中是否有遇到危險情況。透過 ADAS 本身預設之警示條件(如 $TTC < 1.2$)等，可以權充為一量化的指標來衡量駕駛人的行為。但由於 ADAS 之主要功用為透過即時警示來預防並避免駕駛人陷入危險，因此其預設之警示條件往往較為寬鬆，即使觸發警示，不代表此一事件為危險事件(真正具有事故風險之危險事件)。

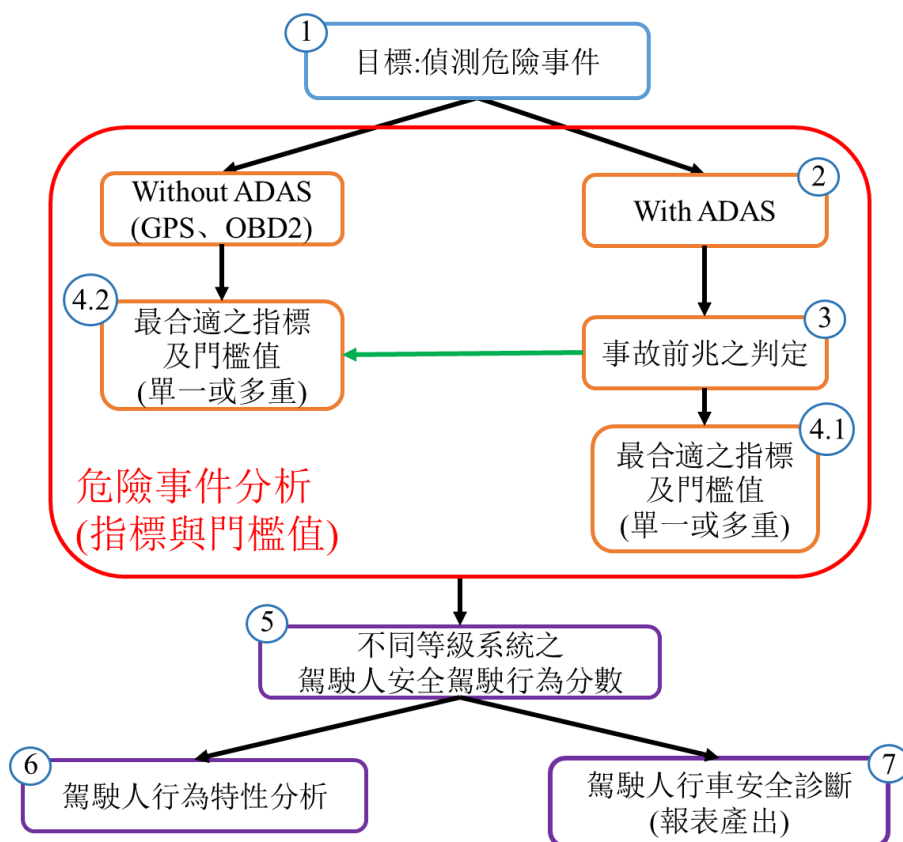


圖 6.1 駕駛行為分析工具本土化指標及門檻值與行為特性分析流程圖

有鑑於此，為找出真正能代表駕駛人行車風險之危險事件，本研究以 ADAS 所偵測之「與安全相關事件」為基準，透過行車影像與駕駛教練之協助，逐一過濾 ADAS 警示之與安全相關事件是否為真正的危險事件(判定方法詳見 6.2.1)。在找出所有的危險事件後，運用 ROC 方法，可評估所發展出來之指標及門檻值的準確度，並找出較適合運用於我國之指標及門檻值。

然而即使發展出本土化指標與門檻值，其能否成功推動的關鍵之一，在於業者裝設相關設備的普及性，根據本研究之調查，國內業者有裝設 ADAS 系統之比率不到 15%，若單以 ADAS 系統才能偵測到之數據當成績效指標，應用相當受限。因此本研究進一步以危險事件為基準，回推在沒有裝設 ADAS 系統下，純粹以 OBD2、GPS 資料之速度變化、剎車等數據來當成指標與門檻值是否能有效預測事件之發生。

接著本研究以危險事件分析(圖 6.1 之研究流程 2, 3, 4.1&4.2)所得到之安全相關事件、危險事件、指標與門檻值為基礎，根據不同系統等級下之資料可取得性，分別建構駕駛人安全分數之排名與計算，並且比較同一危險事件在不同系統等級所計算出安全分數之變化。

綜上所述，本研究建構本土化安全駕駛行為指標及門檻值之流程簡述如下：

1. 旅次中 ADAS 系統所偵測之「安全相關事件」。
2. 過濾每件安全相關事件之危險性，找出「危險事件」。
3. 量化分析出危險事件之指標及門檻值。
4. 根據不同程度之資料可能性，建構駕駛人安全分數之計算方式。

6.2 危險事件分析

本節以「未保持安全距離」為目標駕駛行為，找出適合國內之本土化指標與門檻值。首要工作為危險事件之判定，並以危險事件為基準，分別量化有裝載 ADAS 系統與沒有裝載 ADAS 系統下的本土化指標與門檻值。資料蒐集部分，本研究以 21 個駕駛人，共 101 個旅次為例，共計納入 8209 個事件，其中包含 6211 個未保持安全距離之事件，經過過濾確屬危險事件者有 408 個。在 6211 個未保持安全距離事件中，有 295 個發生在市區道路，2206 個事件發生在交流道間、匝道前方等車流交匯處較多之路段，

6.2.1 危險事件之判定方法

如前述，車機所偵測到的事件為安全相關事件，不一定具有立即性事故風險，因此需經驗證後才能判定是否為危險事件。因此，在事件發生的當下，駕駛人的狀態(是否分心)、遇到狀況時的反應動作(是否有剎車)以及駕駛人與道路環境的

互動(彎道及雨天)等，往往是決定該事件是否會變成事故或危險事件之關鍵。因此本研究以國內外文獻做為判斷危險事件的基礎，搭配專業駕駛教練之專業判斷，整理出三個適合做為判斷危險事件(危險事件)之準則：

1. 事件發生當下之情境是否危險：在該事件發生當下，若駕駛人沒有做出適當反應則會有立即性的事故風險，在判斷事件之情境危險性時應考慮以下幾項：
 - (1) 車速
 - (2) 車流量
 - (3) 本車與前車距離
 - (4) 鄰近車道是否有車
 - (5) 本車與後車距離
 - (6) 前車或旁車是否為大車
 - (7) 事件發生地點(如匝道、交流道附近等)
2. 與前車之絕對距離：在該事件發生當下，車輛與前車之絕對距離(不考慮車速)是否過於接近。受限於資料之可得性，本研究現階段僅能以行車影像中之標線為估算出前車距離之參考，未來倘有相關測距設備引入，將可更精進危險事件之判定。本研究將與前車距離區分成以下三種等級：
 - (1) 等級 1：不危險 (與前車距離大於 40 公尺)
 - (2) 等級 2：普通 (與前車距離小於 40 公尺、大於 20 公尺)
 - (3) 等級 3：危險 (與前車距離小於 20 公尺)
3. 駕駛人之因應動作：在 ADAS 系統預警後，駕駛人是否有依照當時之行車動態、道路環境等在對的時機點執行正確之因應動作。此一衡量準則主要是要了解駕駛是否有清楚掌握當時的行車狀況，並保持一定的警覺性，本研究建議之應考慮項目如下：
 - (1) 本車有無減速
 - (2) 減速幅度與減速時機(是否太晚)
 - (3) 超車或變換車道的時機是否適當
 - (4) 駕駛變換車道是否有打方向燈及看後照鏡
 - (5) 駕駛是否有注意或觀看旁側車道是否有車
 - (6) 駕駛是否有注意或觀看後方是否有來車加速

以上三準則皆分別以 1、2、及 3 種程度來判別。1 為不危險或駕駛人因應動作尚稱適合、2 為有點危險或駕駛人因應動作不甚適合、3 則為有危險或駕駛人因應動作不適合。本研究邀集專業駕駛教練協助就上述三點準則進行行車影像判讀及綜合判斷，以判斷 ADAS 所偵測之安全相關事件是否確為危險事件。

以下為本研究判讀未保持安全距離事件之實際案例。此事件時間為凌晨 2 點 53 分 24 秒至凌晨 2 點 53 分 44 秒該車正行駛於國道上，畫面顯示當時無雨(圖 6.2 及圖 6.3 所示)。在警報聲響起之當下，觀察車前影像(圖 6.3)、左側/右側影像(圖 6.4)，可判斷危險情境屬於前車等速行駛且鄰近車道有車輛。

第一步為判斷事件發生當下之情境是否危險，因前車(貨櫃車)有擋住駕駛視線之疑慮，且因天色昏暗，若前方路況有意外發生將無法及時反應，經判斷後該情境屬有危險之情境，因此情境危險性為 3。

第二步為判讀與前車之絕對距離，如圖 6.2 所示，紅框處為影像中所出現車道標線的部分。依照車道線一段為 4 公尺、空格為 6 公尺計算，並對照本研究提出之判斷標準，與前車距離小於 20 公尺，屬於危險距離。

第三步為判斷駕駛人之因應動作，本研究認定在此事件中，駕駛員在警示時雖然有保持等速並準備減速，但減速時機太晚，容易有追撞前車之疑慮。而綜合以上三點判斷，本研究認為該事件為危險事件。



圖 6.2 未保持安全距離事件發生前 20 秒內，車前影像圖



圖 6.3 未保持安全距離事件發生時，車前影像圖



圖 6.4 未保持安全距離事件發生時，左側影像圖

6.2.2 裝載 ADAS 下之指標與門檻值

本節將分成單一指標與多重指標，分別探討在不同條件下，各指標的正確率(又稱真陽性率或 Sensitivity)與真陰性率或 Specificity)，並找出較適合用於駕駛人安全駕駛行為管理之本土化指標與門檻值：

1. 單一指標：

(1) 跟車距離小於 0.4 秒($TTC < 0.4$)

Mobileeye 所定義之 TTC 為兩車距離除上兩車相對車速(Mobileeye, 2019)。在以 $TTC < 0.4$ 為指標下，其 ROC 值為 0.79 (如表 6.1 所示)，真陽性率為 74.3% (漏報率為 25.7%)、真陰性率為 84.5%(誤報率為 15.5%)。由於真陽性及真陰性率皆高，且誤報及漏報率亦低，因此可得知 $TTC < 0.4$ 不論是在行車上的行車預警

及管理階層上的駕駛人安全分析，都是一個具有相當效力之指標。

表 6.1TTC<0.4 之真陽性率與真陰性率

	危險事件	非危險事件
TTC<0.4(判定為危險事件)	303	898
TTC>0.4(判定為非危險事件)	105	4905

(2) 跟車距離< 1.2 秒(TTC < 1.2)

在以 TTC<1.2 為指標下，其(如表 6.2 所示)ROC 值為 0.2056，真陽性率為 26.7%、真陰性率為 16.4%，可得知 TTC<1.2 不論是在行車上的行車預警及管理階層上的駕駛人安全分析，其表現皆不如 TTC < 0.4。在行車預警上，其真陽性率太低，無法有效判別出真正具有危險的情況，會錯失太多真正的危險事件；而在管理上其真陰性率太低，有 84.6%的誤報率，造成冤枉駕駛人的情況發生。

表 6.2TTC<1.2 之真陽性率與真陰性率

	危險事件	非危險事件
TTC<1.2 判定為危險事件	105	4910
TTC<1.2 判定為非危險事件	303	893

TTC 越小理論上代表越危險(與前車距離過近，因此一旦前方車流有狀況，駕駛員可反應時間短)。儘管 TTC<0.4 可較精確反應危險事件的發生，但此指標卻可能不具備提早預警的功能，因此就長期追蹤管理而言，卻不一定為好的指標。

(3) 事件持續時間

為了考慮不同行車動態下各安全相關事件是否為危險事件(參見圖 5.1 及圖 5.2，本研究使用上述 TTC 指標持續警示的時間，來嘗試較為精確的過濾出危險事件(如：TTC<1.2 持續 2 秒或 3 秒以上)。

不同持續時間其真陽性率與真陰性率如表 6.3 所示，ROC 值為 0.6577。由表中可看出當門檻值設在持續時間大於等於 2 秒時，其真陰性率相對於 1 秒有很大的提升，而當門檻值設在持續時間大於等於 3 秒時，其真陰性率提升到 82.51%，對於管理階層講求真陰性率的情形下，是一個可有效衡量駕駛人行車安全的指標。

表 6.3 事件持續時間之真陽性率與真陰性率

TTC<1.2 持續時間	真陽性率	真陰性率
≥1 秒	100 %	0 %
≥2 秒	73.53 %	46.6 %
≥3 秒	46.34 %	82.51 %
≥4 秒	36.27 %	89.33 %

(4) 是否剎車

為了考慮不同行車動態下各安全相關事件是否為危險事件(參見圖 5.1 及圖 5.2)，本研究使用車機所回傳之剎車訊號來判讀當下駕駛員是否有剎車之情形。

在觸發未保持安全距離的預警條件下，駕駛人是否有剎車可反映出該名駕駛人對 ADAS 之警示是否有執行相關因應動作。在以是否剎車為指標下，如表 6.4 所示，ROC 值為 0.5700，真陽性率為 16.0%、真陰性率為 94.4%。雖然真陰性率達到 94.4%，但因其真陽性率過低可看出在行車預警上，若僅以剎車當成指標其真陽性率偏低，可能導致無法有效判別出真正具有危險的情況。

表 6.4 剎車之真陽性率與真陰性率

	危險事件	非危險事件
有剎車	95	539
沒有剎車	313	5264

2. 多重指標：

以單一指標分析成果為基礎可發現，TTC<0.4 之指標效力較佳，因此本研究僅以 TTC<0.4 搭配其他指標進行探討。

(1) TTC<0.4+ 速度指標

TTC<0.4 搭配其他速度指標之結果如表 6.5 所示，所搭配的指標包括：速度、事件中的最大速度，事件發生前 3 秒之速度變化(剎車)與事件發生前 5 秒之速度變化(剎車)。

表 6.5TTC+速度指標之真陽性率與真陰性率

指標	ROC	真陽性率	真陰性率
TTC < 0.4 + 速度>60 km/hr	0.774	0.699	0.850
TTC < 0.4 + 速度>70 km/hr	0.7563	0.658	0.853
TTC < 0.4 + 速度>80 km/hr	0.6951	0.522	0.868
TTC < 0.4 + 速度>90 km/hr	0.5993	0.277	0.922
TTC < 0.4 +最大速度>60 km/hr	0.7775	0.706	0.849
TTC < 0.4 +最大速度>70 km/hr	0.7575	0.662	0.853
TTC < 0.4 +最大速度>80 km/hr	0.702	0.537	0.867
TTC < 0.4 +最大速度>90 km/hr	0.6041	0.292	0.917
TTC < 0.4 + 事件 3 秒前速度變化≤ -1km/hr	0.5473	0.123	0.972

表 6.5TTC+速度指標之真陽性率與真陰性率(續)

指標	ROC	真陽性率	真陰性率
TTC < 0.4 + 事件 3 秒前速度變化 ≤ -2 km/hr	0.5211	0.056	0.986
TTC < 0.4 + 事件 3 秒前速度變化 ≤ -3 km/hr	0.5081	0.025	0.992
TTC < 0.4 + 事件 3 秒前速度變化 ≤ -4 km/hr	0.5044	0.012	0.997
TTC < 0.4 + 事件 5 秒前速度變化 ≤ -1 km/hr	0.5505	0.137	0.964
TTC < 0.4 + 事件 5 秒前速度變化 ≤ -2 km/hr	0.5377	0.098	0.977
TTC < 0.4 + 事件 5 秒前速度變化 ≤ -3 km/hr	0.5238	0.061	0.986
TTC < 0.4 + 事件 5 秒前速度變化 ≤ -4 km/hr	0.5111	0.032	0.990

由表中可看出無論是速度或最大速度，搭配速度大於 60 km/hr 的 ROC 最高，而隨著速度門檻的提升，真陽性率下降，ROC 也跟著下降，表示若門檻值訂得越高其誤報率雖然越低，但相對而言會錯失許多危險事件。而若是 TTC<0.4 搭配事件前 3 秒與事件前 5 秒的速度變化，由表中可以看出當門檻值訂得越高(駕駛人的減速度變化越高表示剎車越快)，其真陰性率越高，但真陽性率越低。整體而言，搭配速度用多重指標相比單一 TTC<0.4 指標，其效力下降許多。因此本研究建議在行車時的即時警示，不須搭配速度變化(加速度)的指標。

(2) TTC<0.4+ 事件持續時間

在以「TTC<0.4+事件持續時間」做為指標時，不同持續時間之真陽性率與真陰性率如表 6.6 所示，其中可看出當門檻值設置於 2 秒時，其 ROC 值最高，真陽性率達 40.9%，真陰性率達 94.8%，相對於單以事件持續時間為單一指標，多重指標之效力更好，因此本研究建議在後台管理階層講求真陰性率的原則下，是可以做為衡量駕駛人行車安全的指標。

表 6.6TTC+事件持續時間之真陽性率與真陰性率

指標	ROC	真陽性率	真陰性率
TTC<0.4+ 事件持續時間 ≥ 1 秒	0.6787	0.409	0.948
TTC<0.4+ 事件持續時間 ≥ 2 秒	0.653	0.346	0.960
TTC<0.4+ 事件持續時間 ≥ 3 秒	0.6494	0.336	0.963
TTC<0.4+ 事件持續時間 ≥ 4 秒	0.6437	0.324	0.964

(3) TTC <0.4+ 速度指標或事件持續時間+ 其他指標

除前述應用 TTC 之指標外,本研究嘗試納入各項環境及車輛操作相關指標,如交流道區域、剎車、速度變化、事件持續時間等,惟如表 6.7 所示,多數情況下 ROC 值及真陽性率皆大幅下降,顯示在加入「匝道前後路段」之環境變數與「剎車」等變數,各項門檻值皆未顯示更好的效力。

表 6.7TTC <0.4+速度指標或事件持續時間+匝道之真陽性率與真陰性率

指標	ROC	真陽性率	真陰性率
TTC <0.4+ 匝道 + 事件 3 秒前速度變化 ≤ -1 km/hr	0.5068	0.025	0.989
TTC <0.4+ 匝道 + 事件 3 秒前速度變化 ≤ -2 km/hr	0.5021	0.010	0.994
TTC <0.4+ 匝道 + 事件 3 秒前速度變化 ≤ -3 km/hr	0.501	0.005	0.997
TTC <0.4+ 匝道 + 事件 3 秒前速度變化 ≤ -4 km/hr	0.5017	0.005	0.998
TTC <0.4+ 匝道 + 事件 5 秒前速度變化 ≤ -1 km/hr	0.5063	0.027	0.986
TTC <0.4+ 匝道 + 事件 5 秒前速度變化 ≤ -2 km/hr	0.5039	0.017	0.991
TTC <0.4+ 匝道 + 事件 5 秒前速度變化 ≤ -3 km/hr	0.5049	0.015	0.995
TTC <0.4+ 匝道 + 事件 5 秒前速度變化 ≤ -4 km/hr	0.503	0.010	0.996
TTC <0.4+ 匝道+事件持續時間 ≥ 1 秒	0.5608	0.142	0.980
TTC <0.4+ 匝道+事件持續時間 ≥ 2 秒	0.5541	0.125	0.983
TTC <0.4+ 匝道+事件持續時間 ≥ 3 秒	0.5511	0.118	0.984
TTC <0.4+ 匝道+事件持續時間 ≥ 4 秒	0.5501	0.115	0.985
TTC>0.4+剎車	0.5823	0.18	0.985
TTC<0.4+ Speed >60 km/hr +剎車	0.569	0.152	0.986
TTC<0.4+ Speed >70 km/hr +剎車	0.5582	0.13	0.987
TTC<0.4+ Speed >80 km/hr +剎車	0.5417	0.096	0.988
TTC<0.4+ Speed >90 km/hr +剎車	0.5131	0.032	0.994

6.2.3 沒有裝載 ADAS 情況下之指標與門檻值

本節探討在沒有裝載 ADAS 系統下,找出可以用來預測相關事件之發生之

指標，因此本研究將以速度變化為主要指標，分別探討在不同條件下，單一指標與多重指標的真陽性率(Sensitivity)與真陰性率(Specificity)，並找出較適合用於駕駛人安全駕駛行為管理之本土化指標與門檻。

1. 單一指標：

(1) 事件初始啟速度與事件最大速度

由於通常某一件警示事件通常持續數秒，因此本研究以「事件初始啟速度」(TTC 開始小於門檻值 1.2 秒時之速度)及在此事件中之「最大速度」為單一指標時，其真陽性率與真陰性率如表 6.8 所示，其中速度之 ROC 值為 0.4196，而事件中最大速度之 ROC 值為 0.4240。因兩指標之 ROC 值皆小於 0.5，表示單以速度為指標之效力不理想。

表 6.8 速度之真陽性率與真陰性率(無 ADAS)

指標	門檻值	ROC 值	真陽性率	真陰性率
速度	≥60 km/hr	0.4196	91.91 %	8.63 %
速度	≥70 km/hr	0.4196	86.78 %	11.68 %
速度	≥80 km/hr	0.4196	69.85 %	20.20 %
速度	≥90 km/hr	0.4196	37.99 %	49.03 %
最大速度	≥60 km/hr	0.4240	92.65 %	8.37 %
最大速度	≥70 km/hr	0.4240	86.27 %	11.05 %
最大速度	≥80 km/hr	0.4240	71.32 %	19.61 %
最大速度	≥90 km/hr	0.4240	39.71 %	47.34 %

(2) 速度變化

以「速度變化」類別當成單一指標時，其類別包括：事件發生前 3 秒之速度變化、事件發生前 5 秒之速度變化與事件發生前 3 秒至 2 秒後之速度變化。以此三種速度變化類別當成指標，其真陽性率與真陰性率如表 6.9 所示，ROC 值分別為 0.4142、0.4096、0.3989，皆小於 0.5，顯示若僅以速度或是速度變化當成指標，無論其門檻值如何設立，都無法有效找出具有危險之危險事件。

表 6.9 速度變化指標之真陽性率與真陰性率(無 ADAS)

指標	門檻值	ROC 值	真陽性率	真陰性率
事件前 5 秒之速度變化	≤-5 km/hr	0.4096	83.33 %	5.81 %
事件前 5 秒之速度變化	≤-4 km/hr	0.4096	77.94 %	8.99 %
事件前 5 秒之速度變化	≤-3 km/hr	0.4096	71.57 %	14.66 %
事件前 5 秒之速度變化	≤-2 km/hr	0.4096	59.07 %	23.34 %
事件前 5 秒之速度變化	≤-1 km/hr	0.4096	48.53 %	36.31 %
事件前 3 秒之速度變化	≤-5 km/hr	0.4142	88.76 %	2.86 %

表 6.9 速度變化指標之真陽性率與真陰性率(無 ADAS)(續)

指標	門檻值	ROC 值	真陽性率	真陰性率
事件前 3 秒之速度變化	≤ -3 km/hr	0.4142	81.13 %	7.1 %
事件前 3 秒之速度變化	≤ -2 km/hr	0.4142	71.32 %	13.55 %
事件前 3 秒之速度變化	≤ -1 km/hr	0.4142	56.88 %	27.10 %
事件前 3 秒與後 2 秒間之速度變化	≤ -5 km/hr	0.3989	76.74 %	8.77 %
事件前 3 秒與後 2 秒間之速度變化	≤ -4 km/hr	0.3989	69.61 %	12.48 %
事件前 3 秒與後 2 秒間之速度變化	≤ -3 km/hr	0.3989	63.48 %	18.76 %
事件前 3 秒與後 2 秒間之速度變化	≤ -2 km/hr	0.3989	54.51 %	28.05 %
事件前 3 秒與後 2 秒間之速度變化	≤ -1 km/hr	0.3989	43.38 %	39.98 %

2. 多重指標：

(1) 速度+ 速度變化

以速度加上速度變化做為多重指標時，由各種指標與門檻值之真陽性率與真陰性率(如表 6.10 所示)可發現，「速度+速度變化」的多重指標相較單一指標之效力較佳，整體而言 ROC 值雖未超過 0.6，但其中可看出在加入「事件發生前 3 秒至 2 秒後之速度變化大於等於-4km/hr 指標」後，真陽性率有所提升，且保持一定的真陰性率。本研究建議可以用「速度>60 km/hr+事件 3 秒前 2 秒後速度變化 ≥ -4 km/hr」，做為在沒有 ADAS 情況下採用的指標。

表 6.10 速度+速度變化之真陽性率與真陰性率(無 ADAS)

指標	ROC	真陽性率 (Sensitivity)	真陰性率 (Specificity)
速度>60 km/hr +5 秒前速度變化 ≤ -1 km/hr	0.5729	0.4730	0.6728
速度>70 km/hr +5 秒前速度變化 ≤ -1 km/hr	0.5581	0.4289	0.6872
速度>80 km/hr +5 秒前速度變化 ≤ -1 km/hr	0.5281	0.3211	0.7351
速度>90 km/hr +5 秒前速度變化 ≤ -1 km/hr	0.494	0.1299	0.8582
速度>60 km/hr +5 秒前速度變化 ≤ -4 km/hr	0.5602	0.1961	0.9243
速度>70 km/hr +5 秒前速度變化 ≤ -4 km/hr	0.5503	0.1691	0.9314
速度>80 km/hr +5 秒前速度變化 ≤ -4 km/hr	0.5255	0.1005	0.9505
速度>90 km/hr +5 秒前速度變化 ≤ -4 km/hr	0.5041	0.0294	0.9788
速度>60 km/hr +3 秒前速度變化 ≤ -1 km/hr	0.5815	0.4020	0.7610

表 6.10 速度+速度變化之真陽性率與真陰性率(無 ADAS)(續)

指標	ROC	真陽性率	真陰性率
速度>70 km/hr +3 秒前速度變化≤-1 km/hr	0.5669	0.3603	0.7736
速度>80 km/hr +3 秒前速度變化≤-1 km/hr	0.5346	0.2598	0.8094
速度>90 km/hr +3 秒前速度變化≤-1 km/hr	0.5048	0.1127	0.8969
速度>60 km/hr +3 秒前速度變化≤-4 km/hr	0.5397	0.1127	0.9667
速度>70 km/hr +3 秒前速度變化≤-4 km/hr	0.5359	0.1005	0.9712
速度>80 km/hr +3 秒前速度變化≤-4 km/hr	0.5152	0.0490	0.9814
速度>90 km/hr +3 秒前速度變化≤-4 km/hr	0.5024	0.0123	0.9926
速度>60 km/hr + 事件 3 秒前 2 秒後速度變化≤-1 km/hr	0.5785	0.5123	0.6448
速度>70 km/hr + 事件 3 秒前 2 秒後速度變化≤-1 km/hr	0.5634	0.4657	0.6610
速度>80 km/hr + 事件 3 秒前 2 秒後速度變化≤-1 km/hr	0.5359	0.3652	0.7067
速度>90 km/hr + 事件 3 秒前 2 秒後速度變化≤-1 km/hr	0.5006	0.1691	0.8322
速度>60 km/hr + 事件 3 秒前 2 秒後速度變化≤-3 km/hr	0.58	0.3186	0.8413
速度>70 km/hr + 事件 3 秒前 2 秒後速度變化≤-3 km/hr	0.5672	0.2819	0.8532
速度>80 km/hr + 事件 3 秒前 2 秒後速度變化≤-3 km/hr	0.5399	0.2034	0.8763
速度>90 km/hr + 事件 3 秒前 2 秒後速度變化≤-3 km/hr	0.506	0.0784	0.9335
速度>60 km/hr + 事件 3 秒前 2 秒後速度變化≤-4 km/hr	0.5783	0.2574	0.8992
速度>70 km/hr + 事件 3 秒前 2 秒後速度變化≤-4 km/hr	0.5642	0.2206	0.9078
速度>80 km/hr + 事件 3 秒前 2 秒後速度變化≤-4 km/hr	0.5374	0.1495	0.9254
速度>90 km/hr + 事件 3 秒前 2 秒後速度變化≤-4 km/hr	0.5081	0.0539	0.9623

(2) 速度+ 速度變化+ 其他指標

以速度、速度變化及其他指標如匝道前後路段或剎車搭配為多重指標時，不同門檻值的搭配之真陽性率與真陰性率如表 6.11 所示。由表中可看出加入其他類指標後，不論是 ROC 值或是真陽性率、真陰性率皆沒有顯著提升，由此可知

若欲偵測車輛在匝道上之行為，僅以速度跟速度變化的成效不佳。

表 6.11 速度+速度變化+其他指標之真陽性率與真陰性率

指標	ROC	真陽性率	真陰性率
速度>60 km/hr + 剎車	0.5617	0.1936	0.9299
速度>70 km/hr + 剎車	0.5499	0.1642	0.9356
速度>80 km/hr + 剎車	0.5347	0.1225	0.9468
速度>90 km/hr + 剎車	0.5076	0.0441	0.9710
速度>60 km/hr + 剎車+匝道	0.5291	0.0809	0.9773
速度>70 km/hr + 剎車+匝道	0.5228	0.0662	0.9795
速度>80 km/hr + 剎車+匝道	0.5133	0.0417	0.9848
速度>90 km/hr + 剎車+匝道	0.5006	0.0074	0.9938
速度>60 km/hr +5 秒前速度變化<-1 km/hr + 匝道	0.5299	0.1887	0.8711
速度>70 km/hr +5 秒前速度變化<-1 km/hr + 匝道	0.5208	0.1642	0.8775
速度>80 km/hr +5 秒前速度變化<-1 km/hr + 匝道	0.5095	0.1201	0.8988
速度>90 km/hr +5 秒前速度變化<-1 km/hr + 匝道	0.4892	0.0294	0.9490
速度>60 km/hr +5 秒前速度變化<-4 km/hr + 匝道	0.5217	0.0760	0.9674
速度>70 km/hr +5 秒前速度變化<-4 km/hr + 匝道	0.516	0.0613	0.9707
速度>80 km/hr +5 秒前速度變化<-4 km/hr + 匝道	0.5085	0.0368	0.9802
速度>90 km/hr +5 秒前速度變化<-4 km/hr + 匝道	0.4982	0.0025	0.9940
速度>60 km/hr +3 秒前速度變化<-1 km/hr + 匝道	0.5314	0.1593	0.9035
速度>70 km/hr +3 秒前速度變化<-1 km/hr + 匝道	0.5218	0.1348	0.9088
速度>80 km/hr +3 秒前速度變化<-1 km/hr + 匝道	0.5113	0.0980	0.9245
速度>90 km/hr +3 秒前速度變化<-1 km/hr + 匝道	0.4958	0.0294	0.9623
速度>60 km/hr +3 秒前速度變化<-4 km/hr + 匝道	0.5152	0.0441	0.9862
速度>70 km/hr +3 秒前速度變化<-4 km/hr + 匝道	0.5137	0.0392	0.9881
速度>80 km/hr +3 秒前速度變化<-4 km/hr + 匝道	0.5074	0.0221	0.9928
速度>90 km/hr +3 秒前速度變化<-4 km/hr + 匝道	0.5001	0.0025	0.9978
速度>60 km/hr +5 秒前速度變化<-1 km/hr + 剎車+匝道	0.526	0.0711	0.9809
速度>70 km/hr +5 秒前速度變化<-1 km/hr + 剎車+匝道	0.5209	0.0588	0.9829
速度>80 km/hr +5 秒前速度變化<-1 km/hr + 剎車+匝道	0.511	0.0343	0.9876
速度>90 km/hr +5 秒前速度變化<-1 km/hr + 剎車+匝道	0.5	0.0050	0.9952
速度>60 km/hr +5 秒前速度變化<-4 km/hr + 剎車+匝道	0.5191	0.0490	0.9891

表 6.11 速度+速度變化+其他指標之真陽性率與真陰性率(續)

指標	ROC	真陽性率 (Sensitivity)	真陰性率 (Specificity)
速度>70 km/hr +5 秒前速度變化<-4 km/hr +剎車+匝道	0.5149	0.0392	0.9905
速度>80 km/hr +5 秒前速度變化<-4 km/hr +剎車+匝道	0.5068	0.0196	0.9940
速度>90 km/hr +5 秒前速度變化<-4 km/hr +剎車+匝道	0.5003	0.0025	0.9981
速度>60 km/hr +3 秒前速度變化<-1 km/hr +剎車+匝道	0.5223	0.0637	0.9604
速度>70 km/hr +3 秒前速度變化<-1 km/hr+剎車+匝道	0.5172	0.0515	0.9829
速度>80 km/hr +3 秒前速度變化<-1 km/hr+剎車+匝道	0.5074	0.0270	0.9878
速度>90 km/hr +3 秒前速度變化<-1 km/hr+剎車+匝道	0.5001	0.0049	0.9953
速度>60 km/hr +3 秒前速度變化<-4 km/hr+剎車+匝道	0.5127	0.0319	0.9935
速度>70 km/hr +3 秒前速度變化<-4 km/hr+剎車+匝道	0.5119	0.0294	0.9945
速度>80 km/hr +3 秒前速度變化<-4 km/hr+剎車+匝道	0.5058	0.0147	0.9969
速度>90 km/hr +3 秒前速度變化<-4 km/hr+剎車+匝道	0.5008	0.0025	0.9991
速度>60 km/hr + 事件 3 秒前 2 秒後速度變化<-1 km/hr +匝道	0.5299	0.1985	0.8613
速度>70 km/hr + 事件 3 秒前 2 秒後速度變化<-1 km/hr +匝道	0.5208	0.1740	0.3957
速度>80 km/hr + 事件 3 秒前 2 秒後速度變化<-1 km/hr +匝道	0.5111	0.1348	0.8875
速度>90 km/hr + 事件 3 秒前 2 秒後速度變化<-1 km/hr +匝道	0.4931	0.0466	0.9397
速度>60 km/hr + 事件 3 秒前 2 秒後速度變化<-4 km/hr +匝道	0.5247	0.0907	0.9586
速度>70 km/hr + 事件 3 秒前 2 秒後速度變化<-4 km/hr +匝道	0.5165	0.0711	0.9619

表 6.11 速度+速度變化+其他指標之真陽性率與真陰性率(續)

指標	ROC	真陽性率 (Sensitivity)	真陰性率 (Specificity)
速度>80 km/hr + 事件 3 秒前 2 秒後速度變化<-4 km/hr +匝道	0.5073	0.0441	0.9705
速度>90 km/hr + 事件 3 秒前 2 秒後速度變化<-4 km/hr +匝道	0.4961	0.0049	0.9872

6.2.4 行車動態及道路環境對危險事件發生之影響

本節探討不同行車動態(前車與本車動態)、道路屬性(主線、匝道等)及環境(晴、雨)等條件下，對於危險事件發生之影響。以本研究在 5.4 節的行車動態分類為依據，從 100 個目標旅次中挑選 30 個旅次為樣本進行初步分析，總行駛里程約 7780 公里，行車時間約 120 小時；其中共偵測到了 1741 件未保持安全距離事件、330 件車道偏移事件、1374 彎道超速事件。

由表 6.12 之校估結果可得知，在以近似一般車流狀態之「因前車等速或慢速行駛」行車動態為基準下，「前車變換車道且前車剎車」、「本車變換車道且前車剎車」與「前車突然減速且本車未剎車」具有顯著較高的發生事故前兆之機率。其中「前車變換車道且前車剎車」之風險為近似一般車流情況下的 3.45 倍、「前車變換車道且前車剎車」之風險為近似一般車流情況下的 3.55 倍，而「前車突然減速且本車未剎車」為一般車流情況下的 4.84 倍。由此結果可推論，在觸發未保持安全距離警示條件下，剎車與否對於行車風險有很大的影響。在道路屬性與環境屬性的部分，國道主線、上匝道前路段、下匝道前路段與交流道間路段之行車風險無顯著差異，下雨天相對於晴天來說，其行車風險高出 5.038 倍。

表 6.12 行車動態與事故前兆之 Logit 模型

模型	Logit			
因變數	事故前兆			
Y=1 筆數	140			
	係數	標準差	P-value	勝算比
前車變換車道				
行車動態 1:前車變換車道	-0.388	0.486	0.425	0.679
行車動態 2:前車變換車道且前車剎車	1.234	0.442	0.005	3.450
行車動態 3 前車變換車道且目標車輛正在加速	0.288	0.338	0.394	1.334
本車變換車道				
行車動態 4:本車變換車道	0.414	0.237	0.08	1.513
行車動態 5:本車變換車道且前車剎車	1.265	0.580	0.029	3.545
行車動態 6:本車變換車道且後車正在加速	0.055	0.743	0.941	1.057
前車突然減速				
行車動態 7:前車突然減速	0.927	0.455	0.041	2.527
行車動態 8:前車突然減速且本車未剎車	1.577	0.410	0.000	4.838
行車動態 9:前車突然減速且鄰近車道有車輛	1.153	1.187	0.332	3.169
前車等速或慢速				
行車動態 10:前車等速行駛(慢速)	(base)			
行車動態 11:前車等速行駛(慢速)且本車未剎車	(base)			
行車動態 12:前車等速行駛(慢速)且鄰近車道有車輛	(base)			
道路屬性變數				
國道主線	(base)			
國道交流道間路段	-0.101	0.197	0.609	0.904
上匝道前路段	0.742	1.188	0.532	2.099
下匝道前路段	0.211	0.838	0.801	1.235
環境屬性變數				
晴天	(base)			
雨天	1.617	0.203	0.000	5.038
_cons	-2.950	0.1689	0.000	0.0523

6.2.5 小結

如圖 6.5 所示，在有裝設 ADAS 與沒有裝設 ADAS 的各種指標組合比較下，有裝設 ADAS 之指標其真陽性率與 ROC 值效力明顯優於沒有裝設 ADAS 之指標，顯見 ADAS 確實可提升危險事件偵測的準確度。綜合以上各種指標組合，本研究建議在國道上可以採用為安全管理之指標與門檻值為：

1. 有裝載 ADAS 下，單一指標：TTC<0.4
2. 有裝載 ADAS 下，多重指標：TTC<0.4 + 事件持續時間 ≥ 2 秒
3. 無裝載 ADAS 下，單一指標：5 秒內速度變化<-4 km/hr
4. 無裝載 ADAS 下，多重指標：速度>60 km/hr + 5 秒內速度變化<-4 km/hr

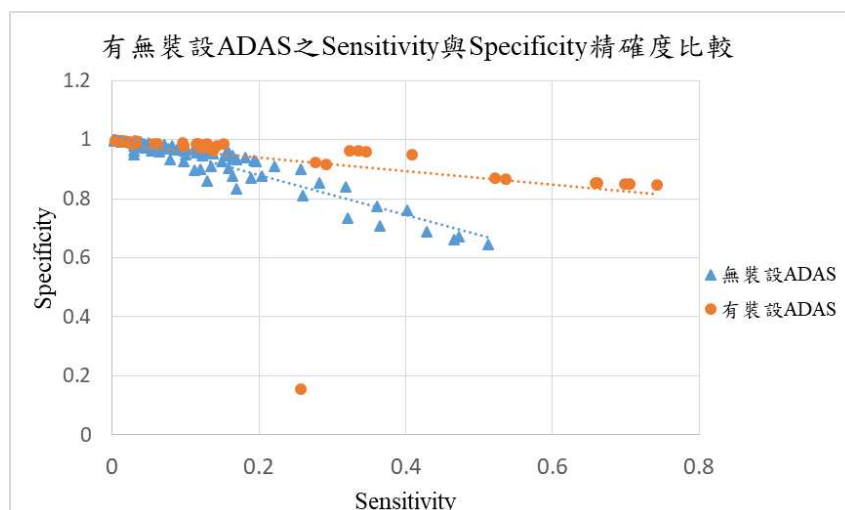


圖 6.5 有 ADAS 與無 ADAS 之真陽性率與精確度之比較

過去門檻值訂定多以速度、加速度、偏移率等車輛動態為主(見 3.2 小節)，卻忽略事故發生有很大一部分是駕駛人在事件當下無即時反應所致。因此本研究將事件持續時間當成一個獨立指標，若 ADAS 系統持續發出警示，表示駕駛人並未即時進行相對應的反應，才會持續觸發 ADAS 之警示條件，研究成果也發現該指標的確能在相同的真陰性率下提高真陽性率。

進一步比較本研究指標與原始指標之差異，以本研究設立之門檻值重新進行偵測，結果如圖 6.6。可看出無論是再有裝設 ADAS 與沒有裝設 ADAS 之指標，所計算出之駕駛人安全分數的 Spearman 相關係數(將於 6.3 小節介紹)都較優於原始的 ADAS 指標及單以超速指標算出之駕駛人安全分數。

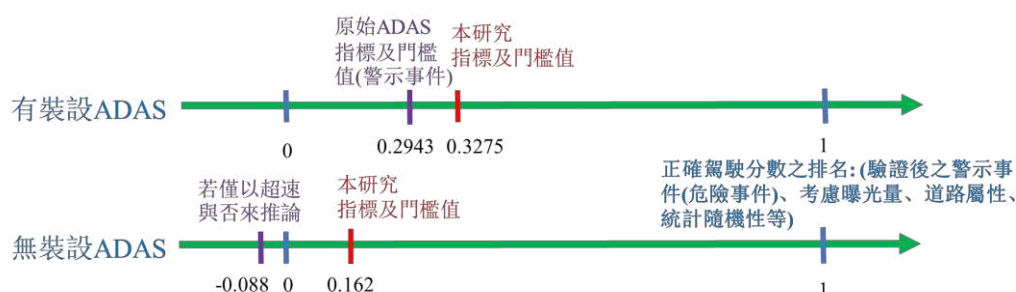


圖 6.6 本研究指標與原始指標之比較

6.3 駕駛人安全駕駛行為水準評估

本節目的在於評估在上述指標及門檻值下，駕駛人安全駕駛行為水準之評估是否會受到業者在具備不同車載資訊設備之情況下(亦即具備不同資訊能力時)而有不同的結果。

如表 6.13 所示，本研究首先利用所有資訊，包含車載資訊系統、先進駕駛輔助系統(ADAS)、數位行車影像等設備，並利用同質旅次方法，計算出各駕駛人每延車公里發生特定事件之次數，做為評估其安全駕駛行為水準之量化指標(如表 6.13 之 4-V-R 情境)，此一情境下之指標值可被認定為最接近真實狀況的安全駕駛行為水準。其次，根據業者所擁有之不同車載設備與資訊系統等級，及是否使用預設條件之警示事件，或經驗證之危險事件，來進行駕駛人安全駕駛行為考核。本節目的在於透過比較不同車載設備與資訊系統等級狀況下的各個指標值，與最理想之 4-V-R 情境比較，做為後續業者升級該車隊車載資訊系統之參考。

在車載設備與資訊系統等級部分方面，考量國內業者對於資訊系統及先進駕駛輔助系統(ADAS)、數位行車影像等車載設備之裝設情況不一致，而不同設備所能掌握之資訊不同，能用來評估駕駛人行車安全的指標也不盡相同。因此，本研究根據訪談、問卷調查結果以及國內外文獻回顧，將目前之車載設備與資訊系統等級分成如下列 4 個不同等級：

Level 1 (基礎)：有些許配備，但無 IT 管理系統

Level 2 (中級)：有些許配備，有基本 IT 管理系統

Level 3 (高級)：採用 ADAS 輔助，有較完整之 IT 管理系統，及基本圖資

Level 4 (進階)：除採用 ADAS 輔助，且搭配 IT 系統，及完整圖資

此外，使用警示事件或危險事件做為駕駛人安全駕駛行為考核之基礎，以及是否根據曝光量及行駛環境差異進行調整，因此所得之考核結果亦可能不同。

本節採用 Level 4 (進階)的資訊，並使用危險事件做為考核基礎，並考量曝光量及行駛環境差異進行調整(4-V-R 情境)，並以此為最接近準確的安全駕駛行為考核來與其他情境所得之考核結果進行比較。

表 6.13 不同車載設備與資訊系統等級間之設備與可偵測之安全駕駛行為指標總表

車載設備與資訊系統等級	可偵測之駕駛行為	預設條件偵測之警示事件 (GPS、OBD2 或 ADAS)		經驗證之危險事件 (Verified event)	
		事件數 (count)	延車公里事件 數(rate)	危險事 件數 (count)	延車公里危 險事件數 (rate)
Level 1： 有些許配備，但無 IT 管理系統 (如：僅有行車影像但無回傳或僅有 GPS 但無行車影像)	超速(無法驗證)	1-C	1-R	N/A	N/A
Level 2： 有些許設備，有基本 IT 管理系統 (如： 有行車影像或 GPS，且有回傳行控中心；或有採用 ADAS，但 IT 系統尚無法介接)	超速(無法驗證) 跟車距離過近 車道偏移	2-C	2-R	N/A	N/A
Level 3： 採用 ADAS 輔助，有較完整之 IT 管理系統 (如： OBD2+GPS+ADAS+行車影像)	超速(可驗證) 彎道超速 跟車距離過近 車道偏移	3-C	3-R	3-V-C	3-V-R
Level 4： 除採用 ADAS 輔助，且搭配 IT 系統及圖資 (如： OBD2+GPS++ADAS++行車影像+地圖(道路屬性))	超速(可驗證) 彎道超速 跟車距離過近 車道偏移	4-C	4-R	4-V-C	4-V-R

6.3.1 Level 1 (基礎)：有些許配備，但無 IT 管理系統

此一車載設備與資訊系統等級業者僅有裝設 GPS 系統與平台，並長期記錄車速相關資料，因此在 Level 1 的情況下，僅能以超速來當成駕駛人安全駕駛行為指標，但因缺乏影像資料，無法進行驗證。然而若僅以超速發生之件數當成駕駛人之安全駕駛行為指標，會因為行駛趟次之不同而有高估的情形，因此本研究將引入曝光量，改以延車公里事件數做為指標。

表 6.14 呈現僅以超速次數與納入曝光量的風險值與排名，可看出在引入曝光量後，駕駛人排名會有大幅度之變動。這樣的情況顯示了若安全駕駛行為考核未納入駕駛員的出勤時間或是行駛里程，所得考核結果會有相當程度之失真。

表 6.14 Level 1 之駕駛人安全駕駛行為水準

1-Count			1-Rate		
駕駛員編碼	超速次數	排名	行駛距離 (Km)	延車公里事件數 (件數/Km)	排名
1	36	4	1040.684	0.0346	3
2	287	21	2074.809	0.1383	18
3	41	5	780.499	0.0525	6
4	29	2	260.157	0.1115	17
5	9	1	520.334	0.0173	1
6	111	14	1040.652	0.1067	16
7	88	12	2082.43	0.0423	4
8	128	16	1286.058	0.0996	14
9	55	8	1300.861	0.0423	5
10	77	10	520.34	0.1480	20
11	41	5	520.32	0.0788	11
12	42	7	521.505	0.0805	12
13	33	3	512.027	0.0644	8
14	106	13	1042.887	0.1016	15
15	194	19	1301.918	0.1490	21
16	220	20	1491.422	0.1475	19
17	72	9	1302.104	0.0553	7
18	170	18	1814.652	0.0937	13
19	138	17	2081.33	0.0663	9
20	77	10	3114.974	0.0247	2
21	114	15	1552.935	0.0734	10

6.3.2 Level 2 (基礎)：有些許配備，有基本 IT 管理系統

在此車載設備與資訊系統等級之業者裝設有行車影像、GPS、OBD2 或 ADAS，且相關資料可回傳至平台進行後續分析。其中，應用 GPS 可取得駕駛人之超速

行為資料，還可取得 ADAS 系統偵測 TTC<1.2、TTC<0.4、車道偏移(LDW)等警示事件之發生次數。但此等級的系統尚未能處理儲存影像資料，因此即使有 ADAS 警示事件，仍無法進行危險事件之驗證。與 Level 1 相同，納入曝光量，表 6.15 分析結果可看出加入不同安全駕駛行為指標後，得到的排名與 Level 1 之排名有很大的變動。

表 6.15 Level 2 之駕駛人安全駕駛行為水準

駕駛員 編碼	2-Count							2-Rate	
	TTC_1.2	TTC_0.4	FCW	LDW	超速	總次數	排名	延車公里 事件數	排名
1	88	9	97	26	36	159	5	0.1528	2
2	545	93	638	168	287	1093	21	0.5268	19
3	63	10	73	1	41	115	2	0.1473	1
4	94	21	115	4	29	148	4	0.5689	20
5	71	8	79	12	9	100	1	0.1922	4
6	167	26	193	36	111	340	12	0.3267	11
7	400	126	526	100	88	714	17	0.3429	12
8	287	57	344	54	128	526	13	0.4093	15
9	177	12	189	0	55	244	8	0.1876	3
10	90	23	113	15	77	205	7	0.3940	14
11	61	9	70	57	41	168	6	0.3229	10
12	154	52	206	4	42	252	9	0.4832	18
13	99	6	105	4	33	142	3	0.2773	9
14	142	28	170	7	106	283	10	0.2714	8
15	301	77	378	51	194	623	16	0.4785	17
16	543	144	687	76	220	983	20	0.6591	21
17	201	49	250	1	72	323	11	0.2481	5
18	444	157	601	11	170	782	18	0.4309	16
19	334	69	403	19	138	560	15	0.2691	6
20	535	198	733	30	77	840	19	0.2697	7
21	322	106	428	7	114	549	14	0.3535	13

6.3.3 Level 3 (中級)：採用 ADAS 輔助，有較完整之 IT 管理系統及基本圖資

在此車載設備與資訊系統等級之業者裝設有行車影像、GPS、OBD2、ADAS 與基本的地圖資料，具備有基本圖資，可以運用 GPS 之經緯座標連接當時之國道位置，因此可以偵測出彎道與匝道超速。本研究所採用之彎道超速(匝道)之條件為：在彎道上速度超過 100 km/hr、匝道前 300 公尺交匯處與匝道車速超過 80 km/hr。

表 6.16 為納入過彎超速的駕駛行為分數，由結果可看出加入彎道超速之指標後，結果與 Level 2 之排名有所變動。除 Level 2 所包含之資料外，彎道超速及匝道超速容易有車輛失控，甚至有翻覆之疑慮，為相當危險之駕駛行為，因此將其視為危險事件。然而為評估過彎超速的風險，必須在後端之 IT 系統建置完善的情形下，儲存大量之行車影像資料做為 ADAS 警示事件之驗證，逐一確定警示事件是否為危險事件(表 6.17)，也因此可比 Level 1 與 Level 2 再多進行駕駛人發生之危險事件排名。

表 6.16 Level 3 之駕駛人安全駕駛行為水準(警示事件)

駕駛員 編碼	3-Count								3-Rate	
	TTC_1.2	TTC_0.4	FCW	LDW	超速	彎道超速	總次數	排名	延車公里事件數	排名
1	88	9	97	26	36	47	159	4	0.0932	1
2	545	93	638	168	287	688	1093	21	0.3075	17
3	63	10	73	1	41	111	115	2	0.0935	2
4	94	21	115	4	29	56	148	4	0.4420	20
5	71	8	79	12	9	39	100	1	0.1518	5
6	167	26	193	36	111	243	340	12	0.1855	7
7	400	126	526	100	88	155	714	17	0.2526	13
8	287	57	344	54	128	402	526	13	0.2677	14
9	177	12	189	0	55	93	244	8	0.1453	4
10	90	23	113	15	77	138	205	7	0.2172	11
11	61	9	70	57	41	49	168	6	0.1345	3
12	154	52	206	4	42	141	252	9	0.3950	19
13	99	6	105	4	33	41	142	3	0.2051	10
14	142	28	170	7	106	228	283	10	0.1630	6
15	301	77	378	51	194	445	623	16	0.2903	16
16	543	144	687	76	220	516	983	20	0.4606	21
17	201	49	250	1	72	152	323	11	0.1920	8
18	444	157	601	11	170	377	782	18	0.3312	18
19	334	69	403	19	138	248	560	15	0.1936	9
20	535	198	733	30	77	172	840	19	0.2353	12
21	322	106	428	7	114	218	549	14	0.2756	15

表 6.17 Level 3 之駕駛人安全駕駛行為水準(危險事件)

3-Verified Count						3-VR	
駕駛員 編碼	FCW 危險事件	LDW 危險事件	彎道 超速	總次數	排名	延車公里事件 數	排名
1	2	6	47	55	4	0.0528	1
2	23	51	688	762	21	0.3673	20
3	6	0	111	117	7	0.1499	10
4	0	1	56	57	5	0.2191	12
5	5	7	39	51	2	0.0980	5
6	7	17	243	267	13	0.2566	15
7	41	49	155	245	12	0.1177	7
8	33	18	402	452	18	0.3517	18
9	10	0	93	103	6	0.0792	2
10	4	1	138	143	8	0.2748	17
11	0	4	49	53	3	0.1019	6
12	1	1	141	143	8	0.2742	16
13	6	0	41	47	1	0.0918	3
14	4	3	228	238	11	0.2282	13
15	27	3	445	477	19	0.3664	19
16	32	6	516	555	20	0.3721	21
17	21	1	152	174	10	0.1336	9
18	63	7	377	447	17	0.2463	14
19	21	8	248	277	15	0.1331	8
20	118	10	172	300	16	0.0963	4
21	49	4	218	271	14	0.1745	11

從表 6.14 與表 6.16 中可以看出在衡量駕駛人時，是否有危險事件篩選之步驟會使排名有大幅度的變動，因次可得知若僅以 ADAS 所偵測之警示事件當成衡量駕駛人之行車安全指標將會有所偏誤。

6.3.4 Level 4(高級)：除採用 ADAS 輔助，且搭配 IT 管理系統及完整圖資

此車載設備與資訊系統等級必須裝設之設備包括：行車影像、GPS、OBD2、ADAS、完整地圖資料以及強大之 IT 管理系統。延續 Level 3，除了可以有超速、 $TTC < 1.2$ 、 $TTC < 0.4$ 、車道偏移(LDW)、彎道超速及經過驗證的危險事件之外，還可以進行同質旅次分割(詳見 5.5.2)之分類。本研究旅次之 HTS 分割如表 6.18 所示。

表 6.18 本研究之 HTS 分類

坡度	彎道	道路狀態	道路屬性	FCW	LDW	CSW	超速	危險事件	曝光量(公里)
平路	直線	上匝道							
平路	直線	下匝道							
平路	直線	市區道路							
平路	直線	國 1	交流道間路段						
平路	直線	國 1	下匝道前路段						
平路	直線	國 1	上匝道前路段						
平路	直線	國 1	主線道						
平路	右彎	國 1	交流道間路段						
平路	右彎	國 1	下匝道前路段						
平路	右彎	國 1	主線道						
平路	左彎	國 1	交流道間路段						
平路	左彎	國 1	主線道						
爬坡	直線	國 1	交流道間路段						
爬坡	直線	國 1	上匝道前路段						
爬坡	直線	國 1	主線道						
爬坡	右彎	國 1	交流道間路段						
爬坡	右彎	國 1	上匝道前路段						
爬坡	右彎	國 1	主線道						
爬坡	左彎	國 1	交流道間路段						
爬坡	左彎	國 1	主線道						

本研究納入 101 個旅次當中，共計包含 2,543 個 HTS，將行車過程中的危險事件整合至所屬的 HTS 後，即可分析 HTS 屬性及其曝光量對危險事件發生次數的影響。一般而言，頻次模型(Count regression)可用來估計在每個 HTS 可能發生的危險事件件數，但即便在 HTS 的控制之下，每個駕駛人還是存在本身與其他駕駛人不同的駕駛行為及事故風險(Driver-specific effects)，因此在駕駛人事故風險的評估以混合效果頻次模型來較為合適。本研究以危險事件、事件數為因變數，第一個層次為 HTS 屬性，第二層次為駕駛個人屬性，其關係式如下：

$$\begin{aligned}
 \text{危險事件數}_{it} = & (\beta_0 + \zeta_{1i}) + \text{坡度}_{it} (\beta_{\text{坡度}} + \zeta_{\text{坡度 } i}) + \text{彎道}_{it} (\beta_{\text{彎道}} + \zeta_{\text{彎道 } i}) \\
 & + \text{曝光量}_{it} (\beta_{\text{曝光量}} + \zeta_{\text{曝光量 } i}) + \text{道路類型}_{it} (\beta_{\text{道路類型}} + \zeta_{\text{道路類型 } i}) + \varepsilon_{it} \quad (1)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{警示事件數}_{it} = & (\beta_0 + \zeta_{1i}) + \text{坡度}_{it} (\beta_{\text{坡度}} + \zeta_{\text{坡度 } i}) + \text{彎道}_{it} (\beta_{\text{彎道}} + \zeta_{\text{彎道 } i}) \\ & + \text{曝光量}_{it} (\beta_{\text{曝光量}} + \zeta_{\text{曝光量 } i}) + \text{道路類型}_{it} (\beta_{\text{道路類型}} + \zeta_{\text{道路類型 } i}) + \varepsilon_{it} \quad (2) \end{aligned}$$

其中 ζ_{1i} 代表駕駛 i 個人屬性的隨機效果，為控制其他變數影響後，此駕駛與其他駕駛人不同的駕駛行為，其值越大表示駕駛本身之風險越高。結果如表 6.19 所示，4-C 與 4-R 為警示事件數之排名，而 4-VC 與 4-VR 為危險事件之排名，其中 4-VR 為考慮了曝光量及行駛環境差異下所產生之排名。本研究依照駕駛分數之排名分成 3 個等第(平均 ± 1 倍標準差)，如表 6.20 所示，駕駛風險高於平均、駕駛風險等於平均、駕駛風險低於平均，除了能讓業者更易於管理之外，也讓駕駛人更理解駕駛分數所代表之意義。

表 6.19 Level 4 之駕駛人安全駕駛行為分數(事件數與危險事件)

4-C			4-R			4-VC			4-VR		
駕駛員 編	隨機 效果	排名	駕駛員 編	隨機 效果	排名	駕駛員 編	隨機 效果	排名	駕駛 員編	隨機 效果	排名
1	-0.867	1	1	-0.876	1	1	-1.187	1	1	-1.196	1
2	0.571	20	2	0.564	19	2	0.592	18	2	0.588	18
3	-0.497	4	3	-0.504	4	3	-0.203	8	3	-0.210	8
4	0.487	18	4	0.486	18	4	0.159	12	4	0.157	12
5	-0.557	3	5	-0.571	3	5	-0.542	5	5	-0.557	5
6	0.148	13	6	0.140	13	6	0.297	13	6	0.289	13
7	-0.146	8	7	-0.107	10	7	-0.265	6	7	-0.228	7
8	0.396	16	8	0.397	16	8	0.651	19	8	0.651	19
9	-0.608	2	9	-0.615	2	9	-0.672	3	9	-0.679	3
10	0.306	15	10	0.297	14	10	0.300	14	10	0.293	14
11	-0.145	9	11	-0.154	8	11	-0.796	2	11	-0.805	2
12	0.449	17	12	0.417	17	12	0.476	16	12	0.446	16
13	-0.310	6	13	-0.311	6	13	-0.612	4	13	-0.613	4
14	0.032	12	14	0.018	11	14	0.087	11	14	0.072	11
15	0.538	19	15	0.566	20	15	0.690	20	15	0.717	21
16	0.687	21	16	0.706	21	16	0.694	21	16	0.716	20
17	-0.277	7	17	-0.280	7	17	-0.083	10	17	-0.080	10
18	0.291	14	18	0.329	15	18	0.502	17	18	0.535	17
19	-0.128	10	19	-0.139	9	19	-0.234	7	19	-0.244	6
20	-0.391	5	20	-0.384	5	20	-0.165	9	20	-0.158	9
21	0.023	11	21	0.020	12	21	0.309	15	21	0.306	15

表 6.20 駕駛人等第表

等第	駕駛員編號
駕駛風險高於平均 +1 倍標準差	1, 5, 7, 9, 11, 13, 19
駕駛風險介在平均 ± 1 倍標準差	3, 4, 6, 10, 14, 17, 20
駕駛風險低於平均 -1 倍標準差	2, 8, 12, 15, 16, 18, 21

6.3.5 不同車載設備與資訊系統等級間之排名比較

本研究進一步比較同一駕駛在不同車載設備與資訊系統等級間排名之差異，以「未保持安全距離」指標為例，不同等級系統所能偵測之資料如下列所示：

Level 1：無法偵測

Level 2：FCW 警示事件(原始)、曝光量

Level 3：FCW 警示事件、FCW 危險事件(經驗證)、曝光量

Level 4：FCW 警示事件、FCW 危險事件(經驗證)、曝光量、道路屬性

為比較 Level 2~Level 4 各系統在「未保持安全距離」所給出的駕駛人排名，本研究對不同 Level 間排名進行 Spearman 等級相關係數測試，如表 6.21 所示，當係數越接近 1 表示兩者之相關性越高。由結果可看出在比較「未保持安全距離」時，是否考量曝光量(2-C 與 2-R 的比較)、危險事件之判斷(2-R 與 3-VR 的比較)、納入道路屬性(3-VR 與 4-VR 的比較)，皆對駕駛人之排名有一定程度之影響。

表 6.21 不同等級之「未保持安全距離」排名相關係數比較

	2-C	2-R	3-VC	3-VR	4-VC	4-VR
2-C	1					
2-R	0.6766	1				
3-VC	0.8349	0.383	1			
3-VR	0.7314	0.4060	0.9424	1		
4-VC	0.4174	0.3470	0.2839	0.2946	1	
4-VR	0.4912	0.2943	0.3761	0.3396	0.8725	1

若以超速指標為例，不同等級系統所能偵測到之安全駕駛行為指標與資料可得性如下：

Level 1：超速、曝光量

Level 2：超速、曝光量(與 Level 1 相同)

Level 3：超速、彎道超速、曝光量

Level 4：超速、彎道超速、曝光量、道路屬性

不同等級系統之「超速指標」排名相關係數比較如表 6.22 所示，在比較超速行為時，曝光量(C 與 R 的比較)對於駕駛人排名有一定程度之影響，顯示僅以超速件數當成駕駛人排名標準難以呈現全貌，建議應考慮曝光量之影響；除此之外，本研究發現在控制了曝光量之情形下，加入彎道超速、道路屬性後，對於駕駛人之排名影響不大，排名的相關係數皆超過 0.9(2-R、3-R、4-R 間之比較)，可推斷駕駛人之超速行為不受道路環境影響。

表 6.22 不同等級之「未保持安全距離」排名相關係數比較

	1-C	1-R	3-C	3-R	4-C	4-R
1-C	1					
1-R	0.5543	1				
3-C	0.9819	0.5805	1			
3-R	0.6134	0.9416	0.6545	1		
4-C	0.6108	0.9377	0.6519	0.9961	1	
4-R	0.6153	0.9325	0.6584	0.9948	0.9987	1

6.4 駕駛人行車安全診斷

本研究所建立之駕駛人安全分數可以用於駕駛人之行車安全診斷工具之開發，而行車安全診斷工具之主要用途有二：首先對業者而言，可以掌握所有駕駛人之安全駕駛行為表現，對表現不好之駕駛人進行路線調度或教育訓練；再者，對駕駛人本身而言，除了可以激起駕駛人間安全分數之良性競爭外，也可以讓駕駛人了解自己在哪種道路環境下之表現較差，因而達到自我技術精進之效用。本節僅介紹以駕駛人分數來進行行車診斷之概念，詳細之駕駛人安全診斷之報表工具與應用將在第 8 章詳細介紹。

1. 駕駛人間之比較

根據 6.3 節所建立之駕駛人安全分數，可將所有駕駛人在不同行車安全指標之表現進行綜合比較，如圖 6.7 所示，雷達圖當中數值為 0 係指與平均相當，大於 0 則為較平均高的倍數，換言之，即為表現較差；駕駛員 20 在 FCW 的表現差，駕駛員 2 則是在 3 種行為的表現上都很差。

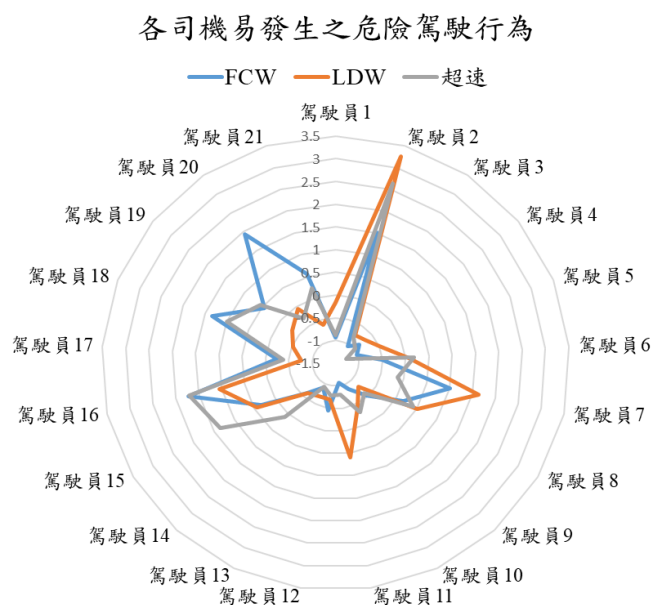


圖 6.7 各駕駛人易發生之危險事件比較圖

2. 個別駕駛人之分析

本研究建立之安全駕駛人分數，也可以針對個別駕駛人進行分析診斷，如圖 6.8 為駕駛人 18 之表現，圖中之數字為經過標準化之 Z 值，亦即所有駕駛人之平均為 0，正值表示該駕駛人表現比平均差(值越大越差)，負值表示該駕駛人表現比平均好(值越小越好)。由圖中可得知駕駛員 18 相較於其他駕駛員，容易發生未保持安全距離事件，而比較不會發生車道偏移之行為。

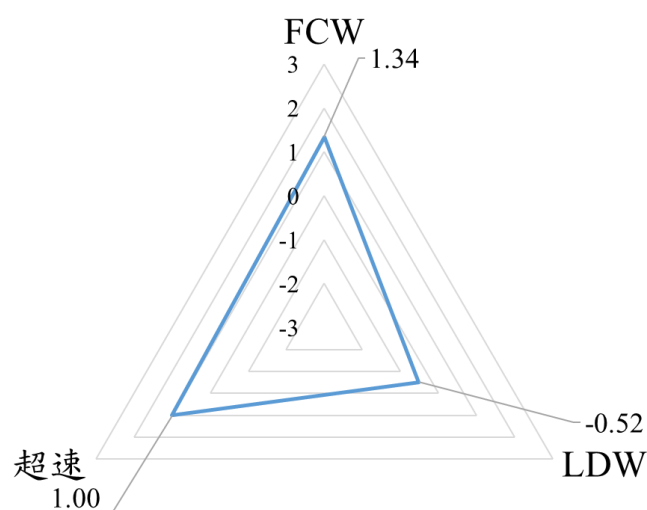


圖 6.8 駕駛人 18 之安全駕駛行為表現

另 Level 4 所加入之道路屬性資料，可以用來對個別駕駛人在不同道路屬性之表現進行分析診斷，如圖 6.9 為駕駛人 2 在「爬坡」路段之表現，可發現駕駛人 2 在 3 個安全駕駛行為指標之評比上，表現都明顯較其他駕駛人差，因此業者可以對此進行路線上的調動，讓該名駕駛員減少在爬坡路段較多之路線行駛。除此之外，亦可用安全駕駛行為指標為基準，比較出駕駛人在哪種環境下較容易發生該行為。如圖 6.10 所示，可看出駕駛人 18 較容易在匝道處發生「未保持安全距離行為」，因此業者可針對此特性對該名駕駛員進行教育訓練與個別叮嚀。

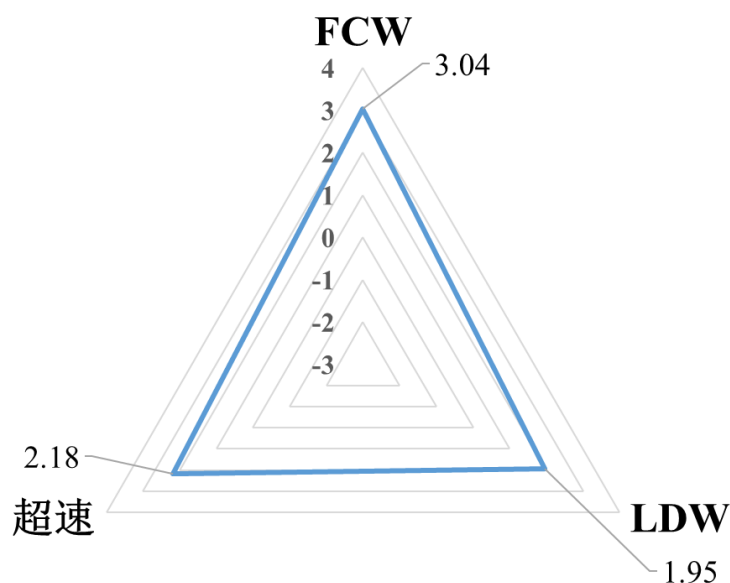


圖 6.9 駕駛人 2 在爬坡路段之安全駕駛行為表現

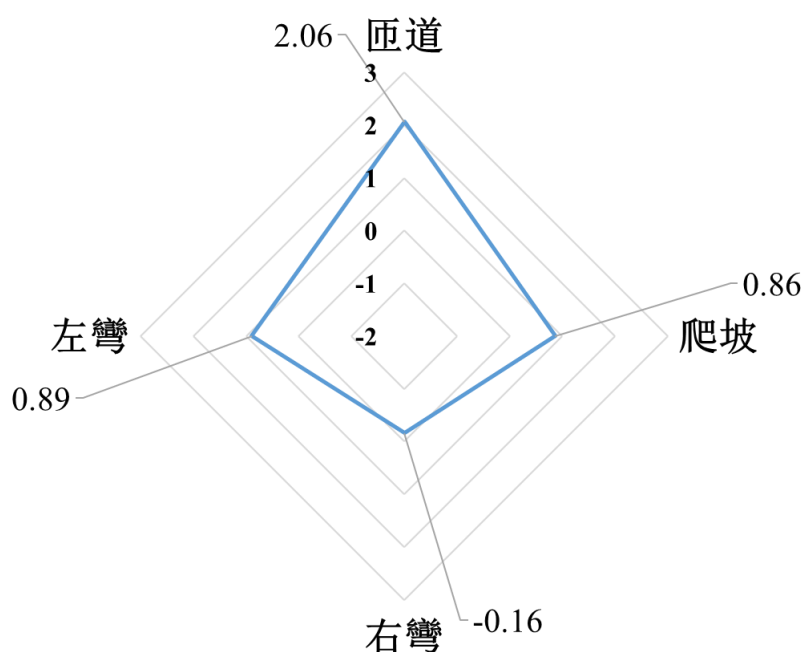


圖 6.10 駕駛人 18 在不同道路環境之「未保持安全距離」駕駛表現

6.5 小結

駕駛人安全駕駛行為管理可分為即時駕駛人行車警示與監控，以及長期駕駛人行車安全分析，其主要目標為減少事故之發生。儘管然而目前國內業者雖已陸續裝設智慧車載系統，但卻因以下因素，致使無法發揮系統的最大功用。

1. 缺乏本土化指標及門檻值
2. 各業者車載設備與資訊系統等級落差大
3. 誤用警示事件而非危險事件進行駕駛人安全駕駛行為考核
4. 未考慮駕駛人曝光量及行駛環境差異
5. 缺乏駕駛人行車安全診斷工具

為瞭解上述運用車載資訊設備進行安全管理的應用所面臨的瓶頸，本章節運用現有資料探討：

1. 本土化指標及門檻值
2. 不同車載設備與資訊系統等級對駕駛人安全駕駛行為考核之影響
3. 駕駛人之行車安全診斷工具之開發

在本土化指標及門檻值部分，有裝設 ADAS 與沒有裝設 ADAS 的各種指標組合比較下，有裝設 ADAS 之指標其真陽性率與 ROC 值效力明顯優於沒有裝設 ADAS 之指標，顯見 ADAS 確實可提升危險事件偵測的準確度。6.3 小節也再度驗證有裝設 ADAS 與沒有裝設 ADAS 之指標，所計算出之駕駛人安全分數的 Spearman 相關係數都較優於原始的 ADAS 指標及單以超速指標算出之駕駛人安全分數。

本研究發現駕駛人安全駕駛行為考核在不同等級系統中之排名有大幅的變化，如表 6.23 所示。此差異之原因在於不同車載設備與資訊系統等級可以觀察的安全駕駛人行為指標不同，而每個駕駛員在不同指標的表現也不同。例如駕駛員 14 雖然容易有超速行為但行車距離保持得當，因此在等級 1 中其表現很差，但到了 Level 2 中的排名會比在 Level 1 中還要好。因此本研究認為觀察不同的駕駛行為需要不同的系統等級，建議國內業者可針對各自欲管理之安全駕駛行為指標進行設備上的裝設。此外，本研究所探討之「危險事件」(如跟車距離過近)，可認定為事故風險之中介指標，藉以連結行動指標與核心指標。而 6.2 節之單一指標與多重指標為用來偵測該危險事件之指標，如 $TTC < 1.2$ ，兩者指標之用途不一樣，不可混用。

表 6.23 駕駛人於不同系統等級間之排名

駕駛員編號	1-R	2-R	3-R	3-VR	4-R	4-VR
1	3	2	1	1	1	1
2	18	19	20	19	19	18
3	6	1	4	10	4	8
4	17	20	18	12	18	12
5	1	4	3	3	3	5
6	16	11	13	14	13	13
7	4	12	10	6	10	7
8	14	15	16	18	16	19
9	5	3	2	2	2	3
10	20	14	14	17	14	14
11	11	10	9	7	8	2
12	12	18	17	16	17	16
13	8	9	5	4	6	4
14	15	8	11	13	11	11
15	21	17	19	20	20	21
16	19	21	21	21	21	20
17	7	5	7	9	7	10
18	13	16	15	15	15	17
19	9	6	8	8	9	6
20	2	7	6	5	5	9
21	10	13	12	11	12	15

根據本研究之訪談與問卷調查，目前國內客運業及貨運業者之設備等級多數僅停留在 Level 2。若業者要升級到 Level 3 (3-R)，除了需要花費大量成本在 IT 系統之建置、基本地圖資訊之取得外，還得針對每個警示事件進行危險事件之驗證，相當耗費人力成本與時間成本，為一難跨越之鴻溝。因此本研究建議未來能以此為基礎，發展出一套 AI 辨識系統，來辨識行車影像中真正具有危險之危險事件，對於駕駛人之安全行為管理將會是一大躍進。

最後，本研究所建立之駕駛人安全分數可以用於駕駛人之行車安全診斷工具之開發。而行車安全診斷工具之主要用途有二：(1)掌握所有駕駛人之安全駕駛行為表現；(2)激起駕駛人間安全分數之良性競爭外，也可以讓駕駛人了解自己在哪種道路環境下之表現較差，因而達到自我技術精進之效用。

第七章 駕駛行為特性分析

以本研究訂定之駕駛員安全駕駛行為分數為基礎，本章以多層次迴歸模型(MLM, Multilevel Model)與分類迴歸樹分析(CART, Classification and Regression Tree)進行資料採礦分析方法，探討駕駛員行為特性的關係與影響。

7.1 資料基本統計

7.1.1 資料範圍

本章節之分析資料仍以本研究抽樣之 21 位駕駛的 100 趟旅次為主。但在欲探討駕駛員最近一週內的排班情形對危險事件之影響時，由於共有 29 趟旅次之駕駛員在過去一週內未有排班，因此，此部分分析共計包含 71 趟旅次。

7.1.2 變數定義

後續分析建構模式以透過車機資料取得之總事件數(All events)、未保持安全距離(FCW)、車道偏移(LDW)、彎道超速(CSW)、超速(OVS)等事件之次數，及該趟旅次行駛時間、該趟旅次行駛距離之六項資訊，另由駕駛員排班資料取得發車時間、班表星期、旅次方向、駕駛員排班 24 小時內之旅次數、駕駛員排班 72 小時內之旅次數、駕駛員排班 168 小時內之旅次數等七項資訊，環境條件部分由國內交通部中央氣象局取得當日降雨量資訊。各項資訊說明如下：

1. 總事件(All events)次數與發生率：由車機取得未保持安全距離(FCW)、車道偏移(LDW)、彎道超速(CSW)、超速(OVS)四項事件發生次數加總而得，並將事件次數除以駕駛員該趟旅次之行駛距離，轉換成每百萬公里發生之次數(發生率)。
2. 未保持安全距離(FCW)次數與發生率：由車機取得之未保持安全距離發生次數為未保持安全距離 0.4 秒與未保持安全距離 1.2 秒之加總，並將事件次數除以駕駛員該趟旅次之行駛距離，轉換成每百萬公里發生之次數(發生率)。
3. 車道偏移(LDW)次數與發生率：由車機取得之車道偏移發生次數，並將事件次數除以駕駛員該趟旅次之行駛距離，轉換成每百萬公里發生之次數(發生率)。
4. 彎道超速(CSW)次數與發生率：由車機取得之彎道超速發生次數，並將事件次數除以駕駛員該趟旅次之行駛距離，轉換成每百萬公里發生之次數(發生率)。
5. 超速(OVS)次數與發生率：由車機取得之超速發生次數，並將事件次數除以駕駛員該趟旅次之行駛距離，轉換成每百萬公里發生之次數(發生率)。

6. 行駛時間(Driving times)：由車機資料紀錄之旅次時間，由發車開始與結束時間相減而得，以分鐘計。
7. 行駛距離(Distance)：由車機資料中的 GPS 位置串連國道道路幾何資訊。紀錄車輛於國道上所行駛的總里程數。
8. 發車時間(Hour of day)：由班表取得各趟旅次發車時間。
9. 發車時間之時段區分(Time interval)：依國道尖離峰時段，將駕駛員的發車時間分為凌晨(0am~6am)、晨峰(6am~8am)、白天(8am~5pm)、昏峰(5pm~7pm)、晚上(7pm~12pm)等五個時段。
10. 班表星期(Week)：由班表紀錄該趟旅次之日期，對應區為平日(週一至週五)與假日(週六、週日)之變數。
11. 旅次方向(Direction)：該趟旅次行駛路線可區分為新營至臺北(北上)或臺北至新營(南下)。
12. 駕駛員排班 24 小時內之趟次數(Cumulative trips within 24 hours)：由班表資料計算該位駕駛員 24 小時內之排班的趟次數。
13. 駕駛員排班 72 小時內之趟次數(Cumulative trips within 72 hours)：由班表資料中計算該位駕駛員 72 小時內之排班的趟次數。
14. 駕駛員排班 168 小時內之趟次數(Cumulative trips within 168 hours)：由班表資料中計算該位駕駛員 168 小時內之排班的趟次數。
15. 當日降雨量(Precipitation)：由交通部中央氣象局取得行駛路線的雨量，以臺北、桃園、新竹、臺中、彰化、雲林、嘉義、臺南八個站點的當日降雨量加總而得。

7.2 安全駕駛行為分數與班表變數相關分析

本研究由前述訂出駕駛員行車安全診斷後，以駕駛員每百萬公里之總事件數(含 FCW、LDW、OVS、及 CSW)、駕駛員每百萬公里之未保持安全距離(FCW)事件數、駕駛員每百萬公里之車道偏移(LDW)事件數、駕駛員每百萬公里之彎道超速(CSW)事件數、駕駛員每百萬公里之超速(OVS)事件數，來了解事件發生的頻率，以利後續資料採礦模型分析；各事件資料統計如表 7.1。

表 7.1 每百萬公里之總事件數(All events)資料統計

駕駛員 編碼	越次 數	總事件數(All events)			未保持安全距離(FCW)			車道偏移(LDW)			彎道超速(CSW)			超速(OVS)		
		每越次百萬公里 事件數	平均數	標準差	每越次百萬公里 事件數	平均數	標準差	每越次百萬公里 事件數	平均數	標準差	每越次百萬公里 事件數	平均數	標準差	每越次百萬公里 事件數	平均數	標準差
1	4	201.42	43.07	805.70	94.91	34.87	379.6	25.38	21.28	101.54	45.91	21.91	183.65	35.22	12.67	140.89
2	7	912.08	144.98	6384.56	350.04	176.54	2450.25	64.30	24.46	450.12	352.31	63.93	2466.14	145.44	29.34	1018.05
3	3	295.48	154.81	886.44	95.74	10.42	287.21	1.30	2.25	3.90	144.81	122.93	434.42	53.64	25.83	160.91
4	1	804.35	NA	804.35	453.43	NA	453.43	15.77	NA	15.77	220.80	NA	220.80	114.34	NA	114.34
5	2	269.56	37.51	539.12	152.63	20.44	305.26	23.16	4.84	46.32	76.15	48.63	152.31	17.61	14.17	35.23
6	4	569.72	112.49	2278.87	188.62	66.05	754.49	35.17	18.36	140.69	237.43	60.15	949.71	108.50	27.57	433.98
7	8	453.74	132.94	3629.89	274.76	130.26	2198.12	52.12	38.64	416.93	81.03	49.86	648.28	45.82	23.89	366.57
8	5	732.33	164.40	3661.65	270.20	130.94	1350.99	42.57	14.63	212.86	318.08	141.31	1590.42	101.48	43.26	507.38
9	5	263.58	81.75	1317.92	147.78	63.11	738.90	0.00	0.00	0.00	72.76	36.91	363.78	43.05	15.44	215.24
10	2	671.03	127.53	1342.05	220.78	195.67	441.55	29.41	30.56	58.83	270.11	17.63	540.21	150.73	19.95	301.46
11	2	423.29	161.36	846.58	136.35	159.62	272.71	111.31	25.24	222.61	95.60	24.50	191.21	80.03	2.48	160.05
12	2	749.38	228.91	1498.77	392.71	113.65	785.43	7.68	5.60	15.35	268.76	75.08	537.52	80.24	34.59	160.47
13	2	362.96	43.24	725.91	209.72	180.45	419.43	7.87	5.46	15.75	80.53	74.14	161.06	64.84	57.62	129.67
14	4	498.93	184.36	1995.71	166.09	100.06	664.37	6.80	3.73	27.18	222.71	84.43	890.85	103.33	27.85	413.31
15	5	883.61	67.58	4418.06	307.13	125.79	1535.67	42.78	17.72	213.89	369.00	75.64	1844.99	164.70	63.02	823.51
16	6	1019.05	288.39	6114.28	466.94	93.66	2801.65	50.66	92.45	303.94	349.97	83.15	2099.81	151.48	76.45	908.88
17	5	371.84	147.18	1859.19	195.57	126.88	977.86	0.78	1.75	3.91	119.10	112.20	595.50	56.38	34.03	281.92
18	7	684.64	184.84	4792.49	362.60	158.80	2538.23	6.55	5.89	45.87	219.05	102.59	1533.33	96.44	50.40	675.07
19	8	393.12	120.79	3144.98	195.82	108.89	1566.58	9.30	7.86	74.37	120.75	63.64	965.97	67.26	36.55	538.06
20	12	339.34	130.61	4072.02	245.87	128.21	2950.40	9.89	4.44	118.74	57.92	20.27	694.98	25.66	9.13	307.90
21	6	504.46	144.76	3026.74	281.65	124.84	1689.90	4.60	3.83	27.60	143.24	75.46	859.47	74.96	19.84	449.78

根據本研究範圍 100 趟旅次中，將事件做皮爾森相關(Pearson correlation)的統計與趨勢圖之相互對比，如圖 7.1 所示結果，各項事件之間為正相關，以總事件(All events)與未保持安全距離(FCW)、彎道超速(CSW)、超速(OVS)，以及彎道超速(CSW)與超速(OVS)為例，這四個的相關係數值達 0.7 以上，為高度正相關，可知這四項事件相互影響的程度高，然而，車道偏移(LDW)與未保持安全距離(FCW)的相關係數為 0.07，可知兩者的關係為低相關，相互影響的程度可能較低。

以本研究範圍之 100 趟旅次樣本，做資料筆數的統計檢視，由表 7.2 至表 7.6 與圖 7.2 所示，可看出排班班表的發車時間多為白天、旅次方向北上、平日發車，以及旅次行駛時間約為 200 分鐘左右，旅次行駛距離約在 260 公里，11、12 月的當日降雨量累積多為 0 毫米，駕駛員排班 24 小時內之旅次數以白天時段較多、晚上時段較少，駕駛員排班 72 小時內之旅次數以凌晨、白天時段較多，駕駛員排班 168 小時內之旅次數以凌晨、白天時段較多，由上述資料統計做為本次研究之預測變數。

表 7.2 發車時間之時段區分旅次數統計

發車時間之時段區分	次數
凌晨	20
晨峰	8
白天	51
昏峰	7
晚上	14
總計	100

表 7.3 班表星期與旅次方向之旅次數統計

班表星期與旅次方向	平日	假日	總計
北上	46	26	72
南下	17	11	28
總計	63	37	100

表 7.4 駕駛員 24 小時內之排班的趟次數之趟次統計

駕駛員排班 24 小時內之趟次數	趟次數
0	29
1	10
2	22
3	20
4	19
總計	100

表 7.5 駕駛員 72 小時內之排班的趟次數之趟次統計

駕駛員排班 72 小時內之趟次數	趟次數
0	29
2	2
3	1
4	10
5	13
6	8
7	18
8	15
9	4
總計	100

表 7.6 駕駛員 168 小時內之排班的趟次數之趟次統計

駕駛員排班 168 小時內之趟次數	趟次數
0	29
5	1
6	1
8	1
9	1
10	5
11	5
12	7
13	16
14	12
15	9
16	6
17	7
總計	100

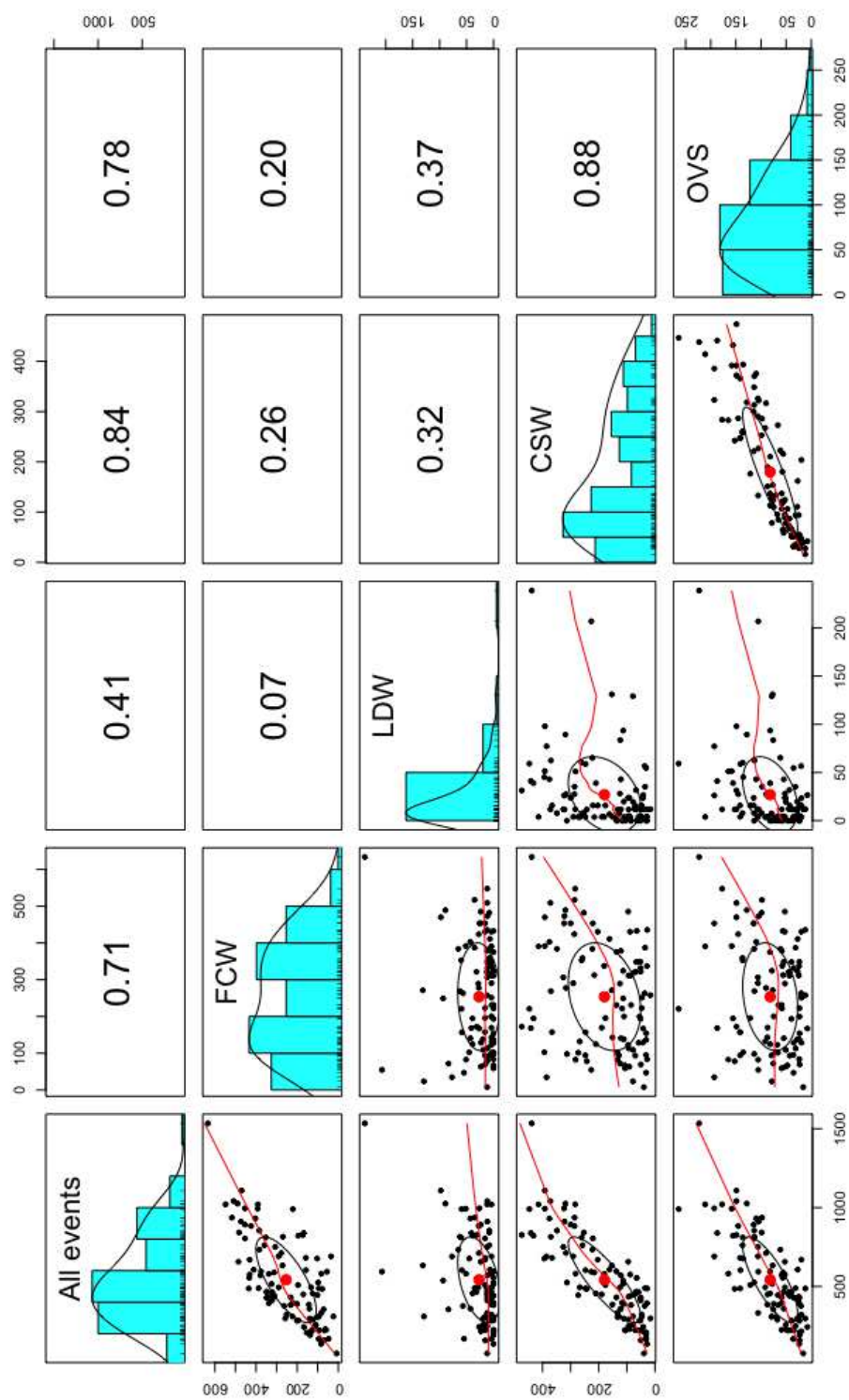


圖 7.1 各項事件統計數據與趨勢之對比圖

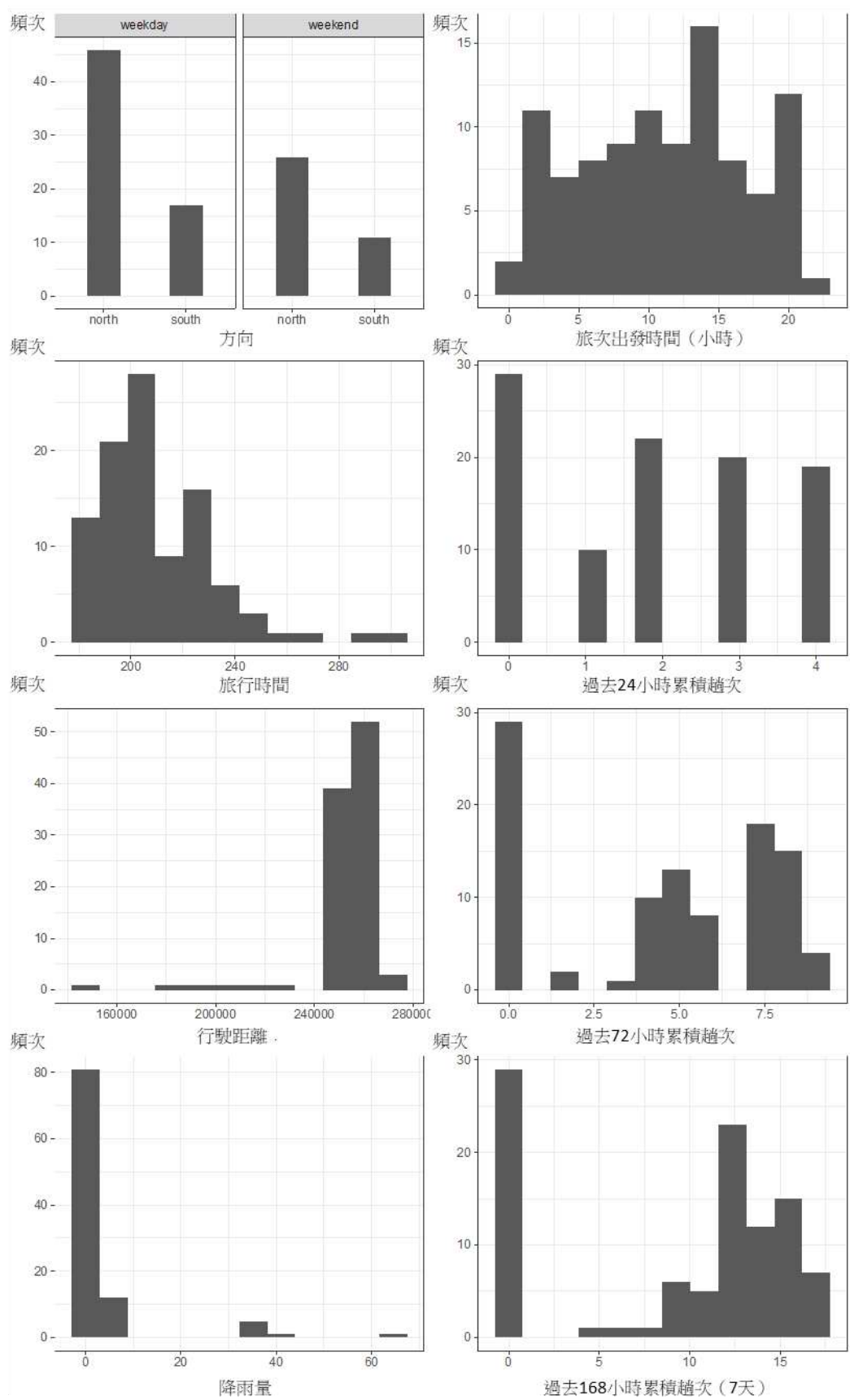


圖 7.2 100 趟旅次之變數資訊統計圖

由總事件(All events)、未保持安全距離(FCW)、車道偏移(LDW)、彎道超速(CSW)、超速(OVS)五項指標，與變數之班表日期(平日或假日)與旅次方向、發車時間點、該趟旅次行駛時間、駕駛員排班 24 小時內之旅次數、駕駛員排班 72 小時內之旅次數、駕駛員排班 168 小時內之旅次數做統計趨勢圖，如圖 7.3 來看，總事件數以在平日北上的白天、下午時段與該趟旅次行駛時間約 200 分鐘時，以及當駕駛員 24 小時內排班 0 或 3 次、72 小時內排班 0 或 7 次、168 小時內排班 0 或 13 次的情況下，駕駛員發生事件的危險情況較高。圖 7.4 的未保持安全距離(FCW)事件，可明顯看出發生較少未保持安全距離(FCW)事件的趟次，發車時間點多為清晨或 15 點後，其中又以北上及平日更為明顯，駕駛該趟旅次的行駛時間約為 200 分鐘時；在圖 7.5 的車道偏移(LDW)事件看出，每趟旅次發生此事件的發車時間點趨於平緩的散佈，發生次數也較低，但若是發生車道偏移(LDW)事件時，大多在平日中午過後的時段、平日北上的班次，與駕駛該趟旅次的行駛時間約為 200 分鐘時；圖 7.6、圖 7.7 的彎道超速(CSW)與超速(OVS)的事件變動幅度較大，且由上述的圖 7.1 各項事件統計數據與趨勢之對比圖中，可知這兩種事件有著彼此相互影響的關係。若是發生這兩種行為時，大多在平日或北上的白天、下午時段，以及該趟旅次行駛時間較短。

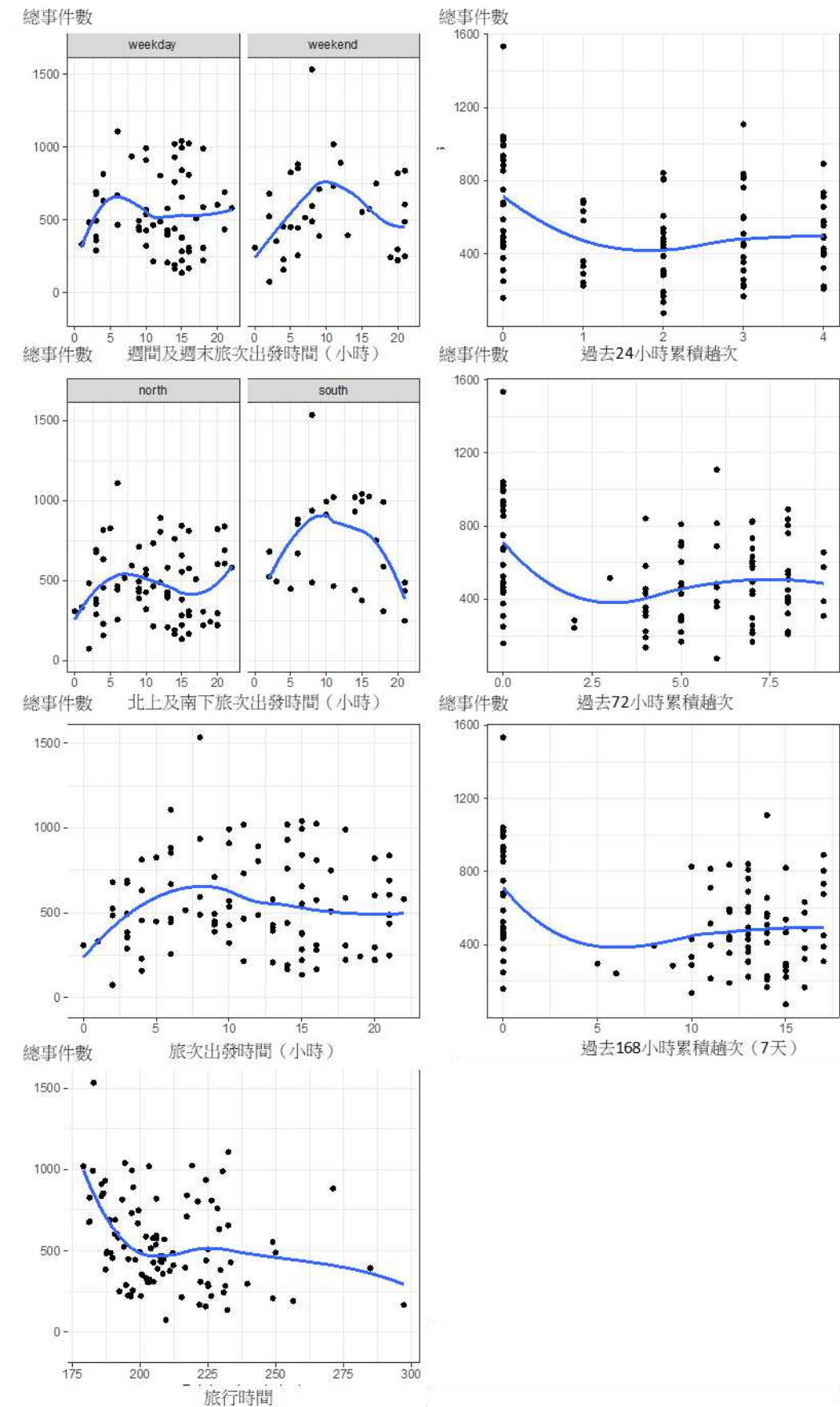


圖 7.3 總事件(All events)與變數之關係圖

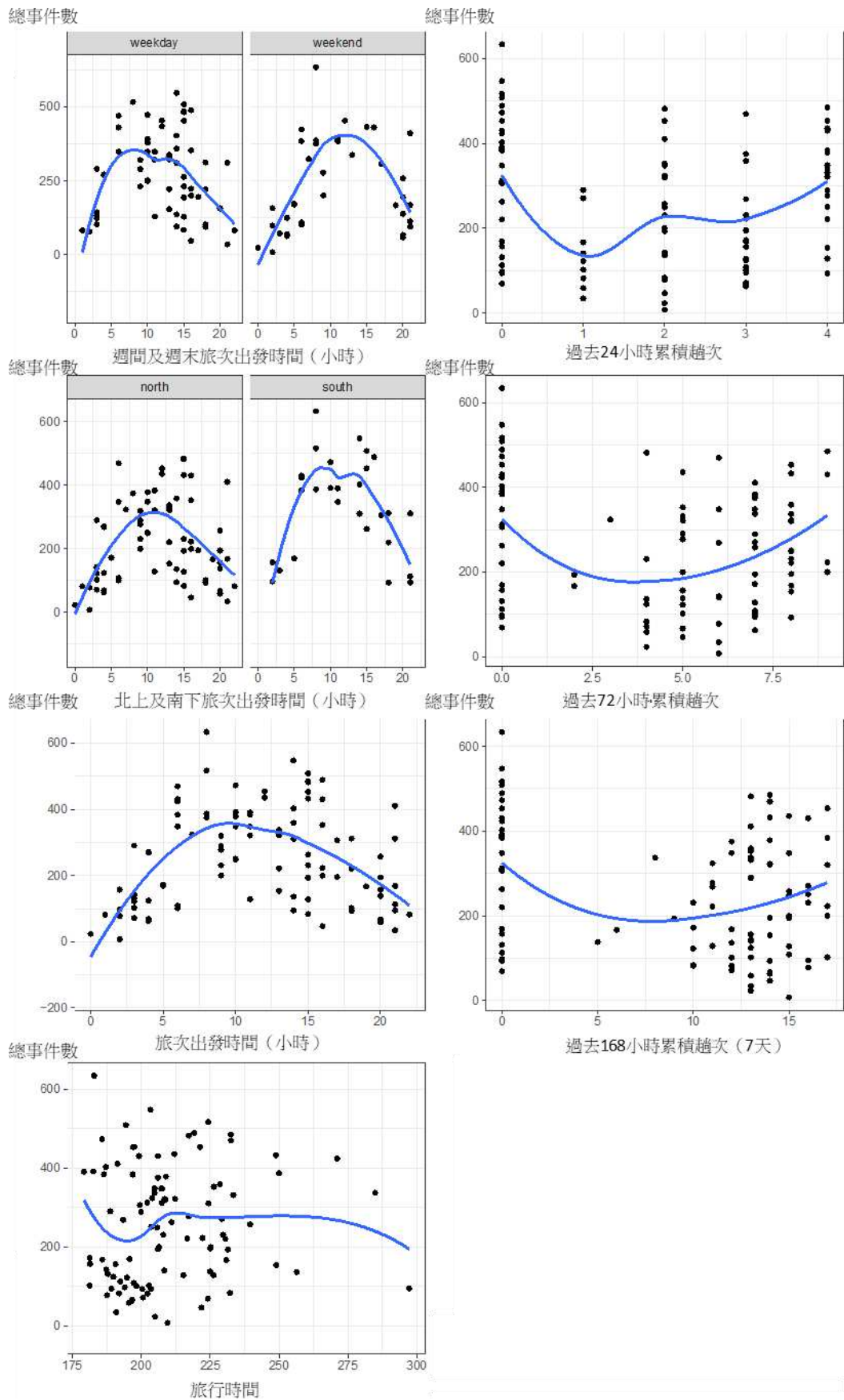


圖 7.4 未保持安全距離(FCW)事件與變數之關係圖

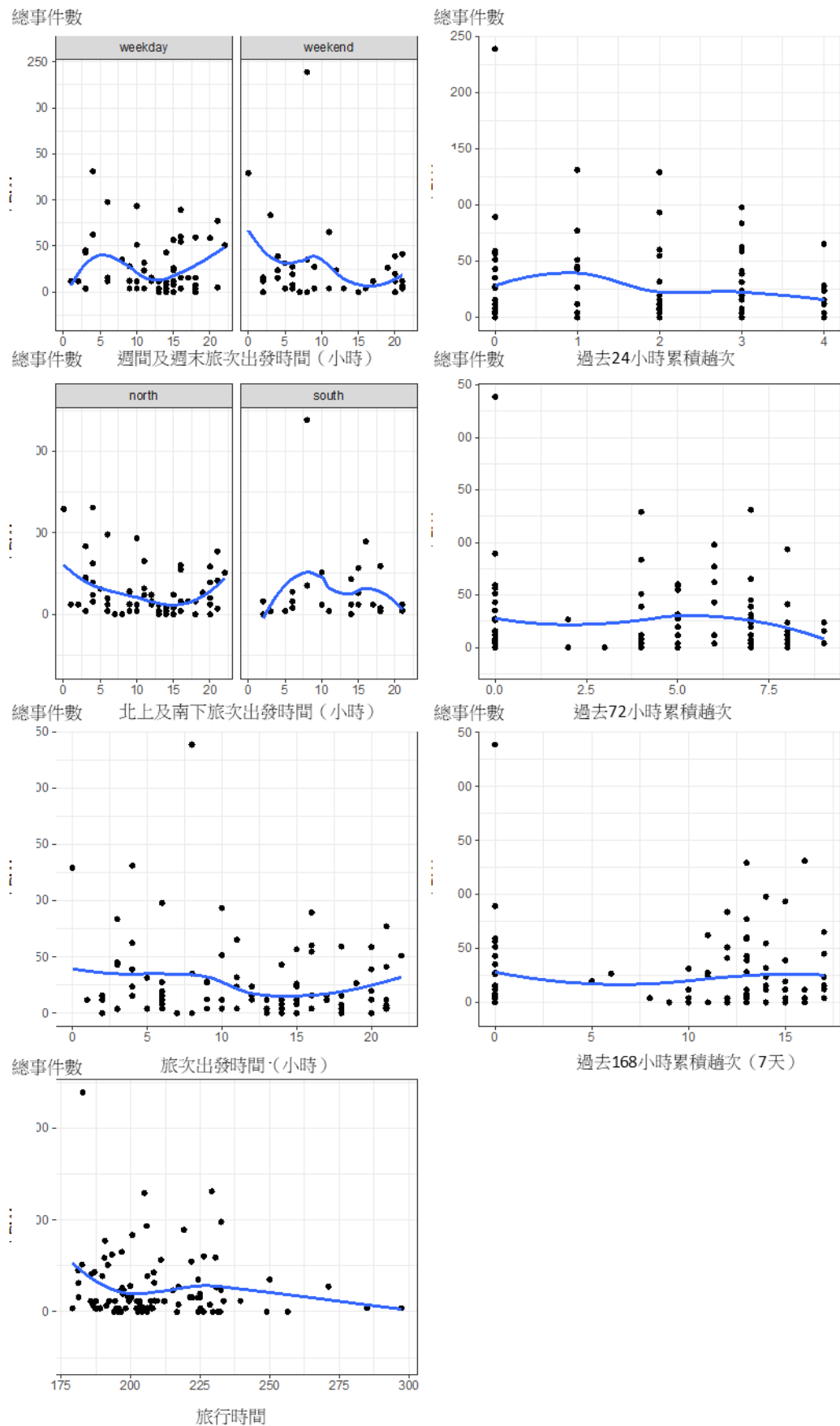


圖 7.5 車道偏移(LDW)事件與變數之關係圖

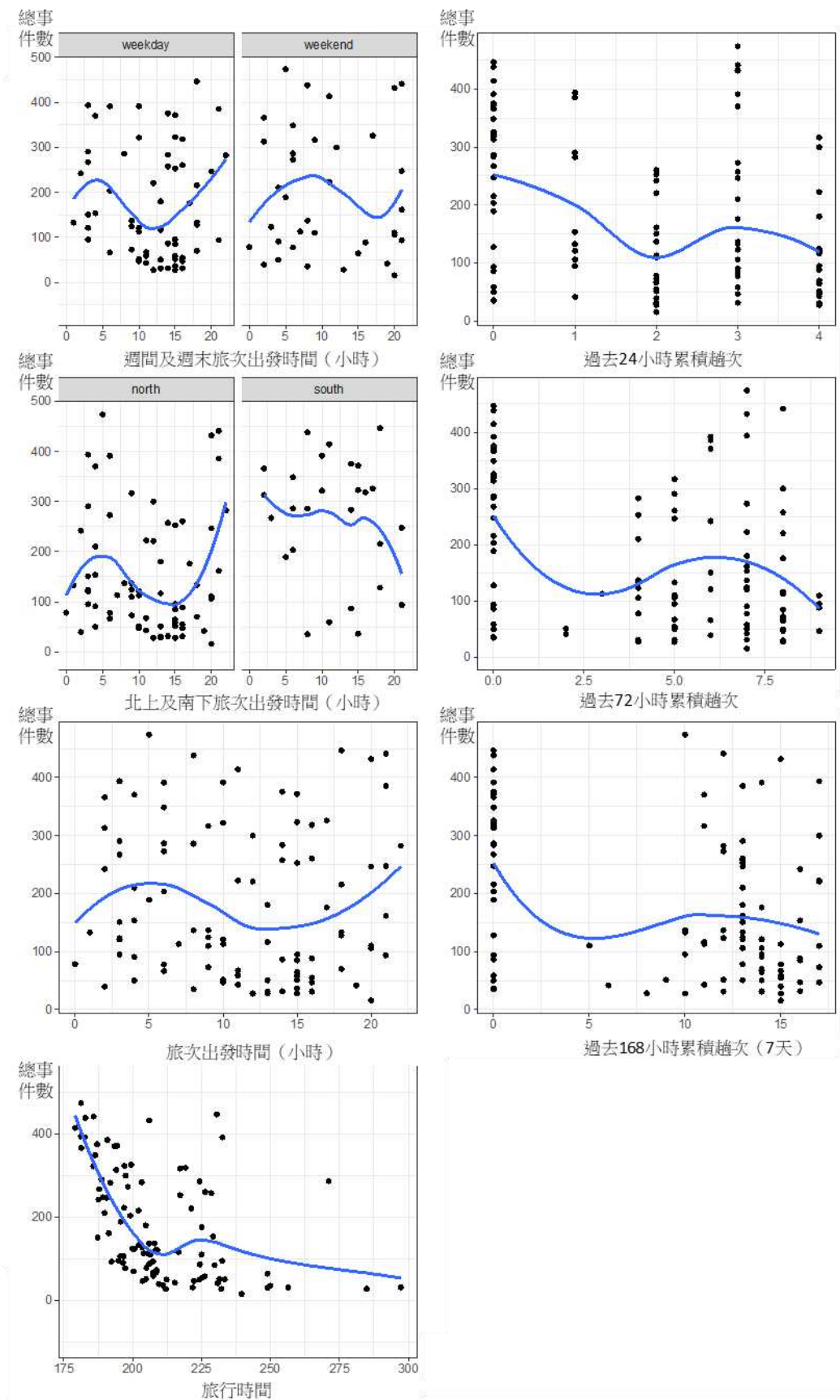


圖 7.6 彎道超速(CSW)事件與變數之關係圖

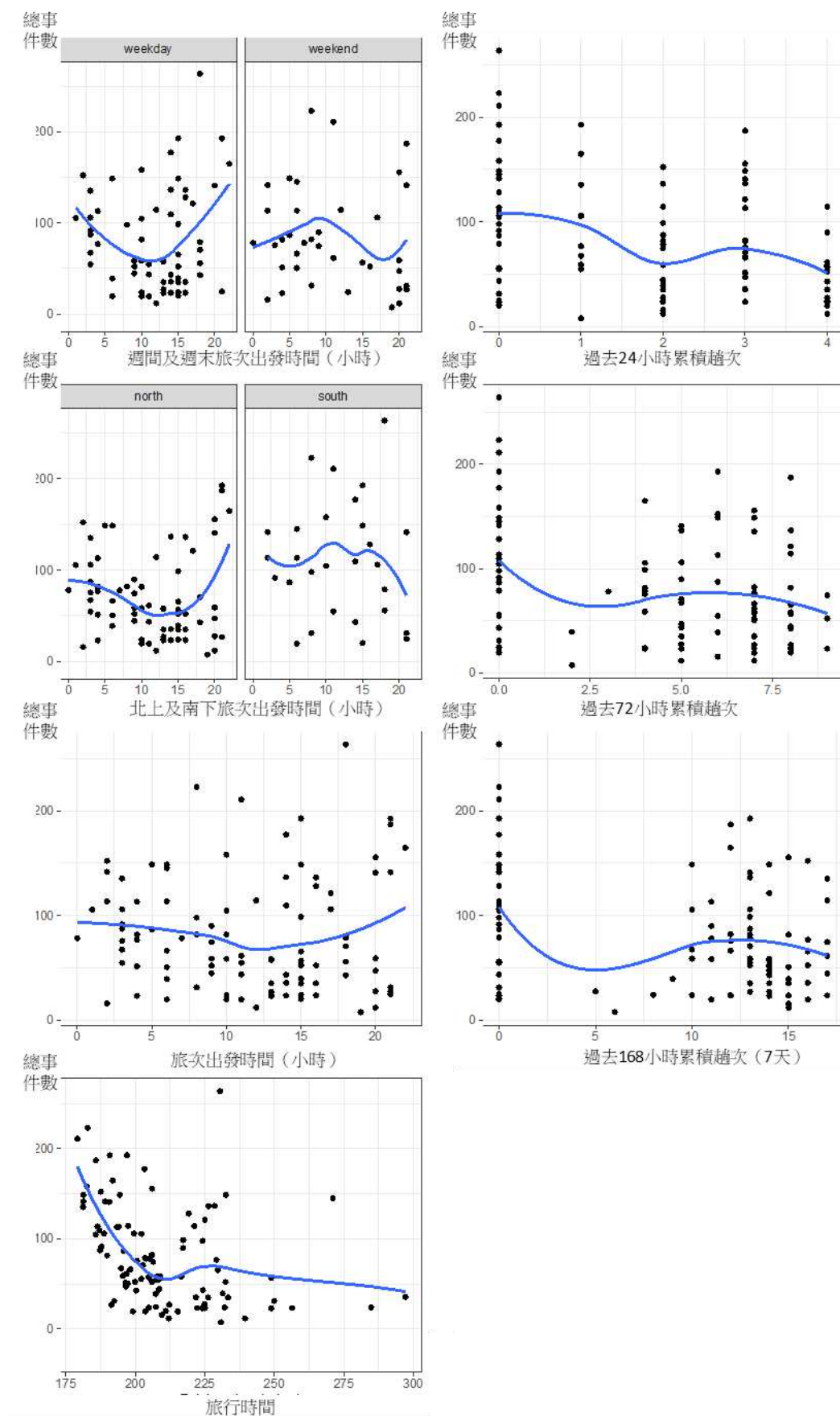


圖 7.7 超速(OVS)事件與變數之關係

7.3 危險事件與班表變數串連分析

本節將以多層次普瓦松迴歸模型(Multilevel Poisson Regression Model)與分類迴歸樹分析(Classification and Regression Tree)進行危險事件與班表變數串連分析。

7.3.1 多層次普瓦松迴歸模型

本研究蒐集之趟次資料中，每一位駕駛有多個趟次，為反應此資料結構之層級關係，因此採用多層次迴歸，以減少樣本之間相關性造成之估計誤差；此分析之被解釋變數為次數變數(count variable)，因此假設符合 Poisson 分布。本研究針對全部事件數以及各類型事件數個別發展迴歸式，全部模式包含所有變數，趟次行駛時間與距離兩變數取自然變數，連續變數皆中心化(平均數)。

表 7.7 為多層次普瓦松迴歸模型校估結果，灰底部分為所校估之係數(係數旁之星號為該係數之顯著性:三個星號代表 p 值低於 0.01、兩個星號代表 p 值低於 0.05、一個星號代表 p 值低於 0.1)，白底部分則為該係數之估計標準誤。當係數為正值時，代表該變數對事件數有正向影響，亦即事件數越高。舉例而言，相對於凌晨時段(0-6)，晨峰(6-8)、白天(8-17)、昏峰(17-19)及晚上(19-0)時段較易發生未保持安全距離事件。晨峰時段之總事件數顯著較凌晨時段高出 42% ($42\% = (\exp(0.353) - 1) * 100\%$) (p 值低於 0.01)；而晨峰時段之未保持安全距離事件數則較凌晨時段高出 150% ($150\% = (\exp(0.913) - 1) * 100\%$)。反之，當係數為負號時，代表該變數對事件數有負向影響，亦即事件數越少。舉例而言，晚上時段(19-0)之總事件數較凌晨時段(0-6)低 7.8% ($7.8\% = 1 - (\exp(-0.082)) * 100\%$)。白天、昏峰及晚上時段相對較容易發生彎道超速，昏峰及晚上較易發生車道偏移。相對於假日時段，平日發車的趟次較容易發生未保持安全距離，較不容易發生彎道超速。另外，駕駛距離與總事件數及未保持安全距離事件數呈現顯著正相關；而當趟次駕駛時間較短時，亦容易出現車道偏移、彎道超速以及超速事件。當日雨量與各類事件數及總事件數皆呈現顯著正相關的結果，雨量愈大、事件數愈多。當該趟次為南向，由台北或板橋返回新營時，較容易發生未保持安全距離事件。

在班表設計變數方面，正相關(越多這樣的排班，則越多事件)的變數有：未保持安全距離事件與 24 小時內累積發車次數有顯著正相關、72 小時內累積發車次數有顯著正相關、168 小時內累積發車次數有顯著正相關。負相關的變數有(越多這樣的排班，則越少事件)：車道偏移次數與 72 小時累積發車次數有顯著負相關，彎道超速與 24 小時內累積發車次數有顯著負相關，而超速事件與 24 小時內累積發車次數有顯著負相關。

整體而言，由於本研究之範疇僅在於證明此分析之可行性。上述之關聯性分析受限於取樣樣本過少(僅 71 趟次)且被解釋變數為警示事件數而非危險事件數，因此以上結果不具備充分之統計意義。

表 7.7 駕駛行為之多層次迴歸模型結果

	總事件 (All events)	未保持安全 距離(FCW)	車道偏移 (LDW)	彎道超速 (CSW)	超速 (OVS)
截距項	4.583*** (0.092)	3.254*** (0.108)	1.436*** (0.315)	3.789*** (0.129)	2.939*** (0.131)
該趟旅次行駛 距離	0.584* (0.249)	1.018** (0.365)	0.920 (1.615)	0.413 (0.446)	-0.694 (0.587)
該趟旅次行駛 時間	-1.046*** (0.138)	0.217 (0.193)	-1.452* (0.645)	-2.527*** (0.258)	-1.866*** (0.362)
晨峰時段 (6am~8am)	0.354*** (0.047)	0.913*** (0.070)	-0.097 (0.230)	0.050 (0.083)	-0.026 (0.123)
白天時段 (8am~17pm)	0.277*** (0.033)	0.891*** (0.054)	-0.221 (0.152)	-0.185** (0.057)	-0.030 (0.083)
下午時段 (17pm~19pm)	-0.056 (0.051)	0.211* (0.084)	-0.603* (0.291)	-0.179* (0.082)	0.006 (0.119)
晚上時段 (19pm~00am)	-0.082* (0.037)	0.129* (0.065)	-0.373* (0.164)	-0.268*** (0.058)	-0.156 (0.087)
平日	0.011 (0.022)	0.090** (0.033)	-0.012 (0.116)	-0.092* (0.039)	-0.077 (0.057)
排班 24 小時 內之趟次數	0.005 (0.016)	0.071** (0.023)	-0.055 (0.074)	-0.074* (0.029)	-0.160*** (0.042)
排班 72 小時 內之趟次數	0.023* (0.010)	0.010 (0.014)	-0.100* (0.046)	0.051** (0.018)	0.038 (0.026)
排班 168 小時 內之趟次數	0.007 (0.006)	0.006 (0.010)	0.065* (0.029)	-0.009 (0.011)	0.020 (0.016)
當日降雨量	0.591*** (0.081)	0.500*** (0.125)	3.179*** (0.346)	0.366** (0.142)	0.637** (0.201)
南下	0.339*** (0.086)	0.448*** (0.130)	-0.033 (0.426)	0.189 (0.153)	0.232 (0.225)

表 7.7 駕駛行為之多層次迴歸模型結果(續)

	總事件 (All events)	未保持安全 距離(FCW)	車道偏移 (LDW)	彎道超速 (CSW)	超速 (OVS)
AIC	1371.883	1125.150	559.297	1047.692	766.671
BIC	1408.355	1161.622	595.770	1084.165	803.143
Log Likelihood	-671.941	-548.575	-265.649	-509.846	-369.335
觀察值	100	100	100	100	100
群體 (駕駛員)	21	21	21	21	21
Var： 駕駛員(截距 項)	0.153	0.182	1.583	0.285	0.215

7.3.2 分類迴歸樹(CART, Classification and Regression Tree)

分類迴歸樹 (CART) 分析之目的用以找出各種危險事件之可能情境，其他 rule- 或 tree-based 的分析方法亦可達成此目的，但 CART 被廣泛使用在各領域且亦內含於許多免費分析軟體如 R 或 Weka，未來在推廣上較為容易。

分類迴歸樹以反覆運算的方式計算，由根部開始反覆建立二元分支樹，直到樹節點中的同質性達到某個標準，或觸發反覆運算終止條件為止。本研究以各類事件數為被解釋對象，以前述解釋變數進行分析。

分類迴歸樹成果如圖 7.8 至圖 7.12，當節點的顏色越深代表發生次數越高，分枝情況若往左表示該節點條件成立，往右則表示該節點條件不成立，以下為各項事件之情境敘述。

1. 總事件(All events)

總事件分類迴歸樹如圖 7.8 所示，當駕駛該趟旅行駛時間小於 187 分鐘時，平均有 237 次總事件；若行駛時間大於(含) 187 分鐘，並於尖峰時段 6 時、8 時、12 時、17 時、22 時、23 時發車時，平均有 168 次總事件；旅次方向為南下時，平均有 149 次總事件；而行駛時間超過或剛好為 187 分鐘，駕駛員為北上班次，且排班 168 小時內之趟次數超過 11 趟，於 1~12 時、15 時 m、17 時、19~0 時發車時，行駛距離小於 260 公里時，平均有 122 次危險事件，反之，若行駛距離大於 260 公里，則為平均 152 次；當駕駛員為北上班次，且排班 168 小時內之趟次數超過 11 趟，行駛距離小於 260 公里，以及駕駛於 0 時、13 時、14 時、16 時、18 時發車時，平均有 96 件總事件；當駕駛員為北上班次，且排班 168 小時內之趟次數超過 11 趟，該趟旅次行駛距離超過或剛好為 260 公里時，平均有 75 件總事件；在行駛時間超過或剛好為 187 分鐘，於非尖峰時段發車，以及駕駛員 168 小時內之趟次數小於 11 趟，平均有 72 件總事件，為總事件中，視為最安全的特

性情況。

2. 未保持安全距離(FCW)

未保持安全距離事件分類迴歸樹，圖 7.9 所示，於 6~18 時、23 時發車，行駛距離超過 260 公里時，平均有 108 次 FCW 事件；當駕駛於該趟旅次行駛距離超過或剛好為 260 公里，於 0~13 時、15 時、18~23 時發車，168 小時內之趟次數大於 12 趟，每日降雨量大於 1.6 毫米時，平均有 96 次 FCW 事件，反之，則為平均有 69 次；若駕駛於該趟旅次行駛距離超過或剛好為 260 公里，於 0~13 時、15 時、18~23 時發車，168 小時內之趟次數小於 12 趟，平均有 53 次 FCW 事件；若駕駛於該趟旅次行駛距離超過或剛好為 260 公里，於 14 時、16 時、17 時發車時，平均有 46 次 FCW 事件；但若駕駛發車時間 3~5 時、18~21 時，該趟旅次行駛距離超過 260 公里時，平均有 45 次 FCW 事件發生，但若該趟旅次行駛距離小於 260 公里，則為 31 次；駕駛在 0~2 時、22 時發車時，平均發生 19 次 FCW 事件，且為 FCW 事件中，最為安全的特性情況。

3. 車道偏移(LDW)

車道偏移事件分類迴歸樹，圖 7.10 所示，於 0 時、4 時、8 時、16 時、22 時、23 時發車時，平均發生 15 次 LDW 事件；於 0 時、3~6 時、8 時、10 時、11 時、16 時、19~23 時發車，該趟旅次行駛距離小於 260 公里時，平均發生 13 次 LDW 事件；於 0 時、3~6 時、8 時、10 時、11 時、16 時、19~23 時發車，該趟旅次行駛距離超過或剛好為 260 公里，行駛時間小於 191 分鐘時，平均發生 6.8 次 LDW 事件；於 0 時、3~6 時、8 時、10 時、11 時、16 時、19~23 時發車，該趟旅次行駛距離超過或剛好為 260 公里，行駛時間大於 207 分鐘時，平均發生 4.9 次 LDW 事件，但若行駛時間為 191~207 分鐘間，平均發生 1.7 次 LDW 事件；若發車時間為 1 時、2 時、7 時、9 時、12 時、13~15 時、17 時、18 時，該趟旅次行駛距離大於為 261 公里時，平均發生 5.2 次 LDW 事件；當該趟旅次行駛距離小於為 261 公里時，且發車時間為 0 時、1 時、3~6 時、8~12 時、16 時、17 時、19~23 時，平均發生 3.9 次 LDW 事件，但若發生時間為 2 時、7 時、13~15 時、18 時，平均發生 1.5 次 LDW 事件，視為 LDW 事件中最為安全的特性情況。

4. 彎道超速(CSW)

彎道超速事件分類迴歸樹，圖 7.11 所示，該趟旅次行駛時間小於 187 分鐘時，平均發生 101 次 CSW 事件，但若該趟旅次時間超過或剛好為 187 分鐘，則平均發生 65 次 CSW 事件；該趟旅次行駛時間超過或剛好為 195 分鐘，發車時間為 1 時、5 時、6 時、8 時、9 時、12 時、14 時、16~18 時、20 時、22 時、23 時這些時段，行駛距離超過 261 公里時，平均發生 57 次 CSW 事件；若發車時間為 0 時、2~4 時、7 時、10 時、11 時、13 時、15 時、19 時、21 時，該趟旅次行駛時間小於 205 分鐘時，平均發生 36 次 CSW 事件，但若該趟次行駛時間超

過或等於 205 分鐘，168 小時內之趟次數大於 11 趟，則平均發生 22 次 CSW 事件，反之，為平均發生 12 次 CSW 事件。

5. 超速(OVS)

超速事件分類迴歸樹，圖 7.12 所示，該趟旅次行駛時間小於 186 分鐘時，平均發生 42 次 OVS 事件，但若行駛時間超過或剛好為 186~195 分鐘間，平均發生 29 次 OVS 事件；該趟旅次行駛時間超過或剛好為 195 分鐘，發車時間為 0 時、1 時、3 時、5~9 時、12 時、14~18 時、20 時、22 時、23 時，24 小時內之趟次數小於 1 趟，平均發生 24 次 OVS 事件；於 24 小時內之趟次數超過或大於 1 趟，行駛距離小於 260 公里，平均發生 22 次 OVS 事件；於 24 小時內之趟次數超過或大於 1 趟，行駛距離超過或剛好為 260 公里，且發車時間為 0~11 時、13~15 時、17~19 時、21~23 時時，平均發生 16 次 OVS 事件，若是在 12 時、16 時、20 時發車時，則平均發生 7.7 次 OVS 事件；當發車時間為 2 時、4 時、10 時、11 時、13 時、19 時、21 時，該趟旅次行駛時間小於 209 分鐘時，平均發生 12 次 OVS 事件，但若該趟旅次行駛時間為 195~209 分鐘間，平均發生 7.8 次 OVS 事件。

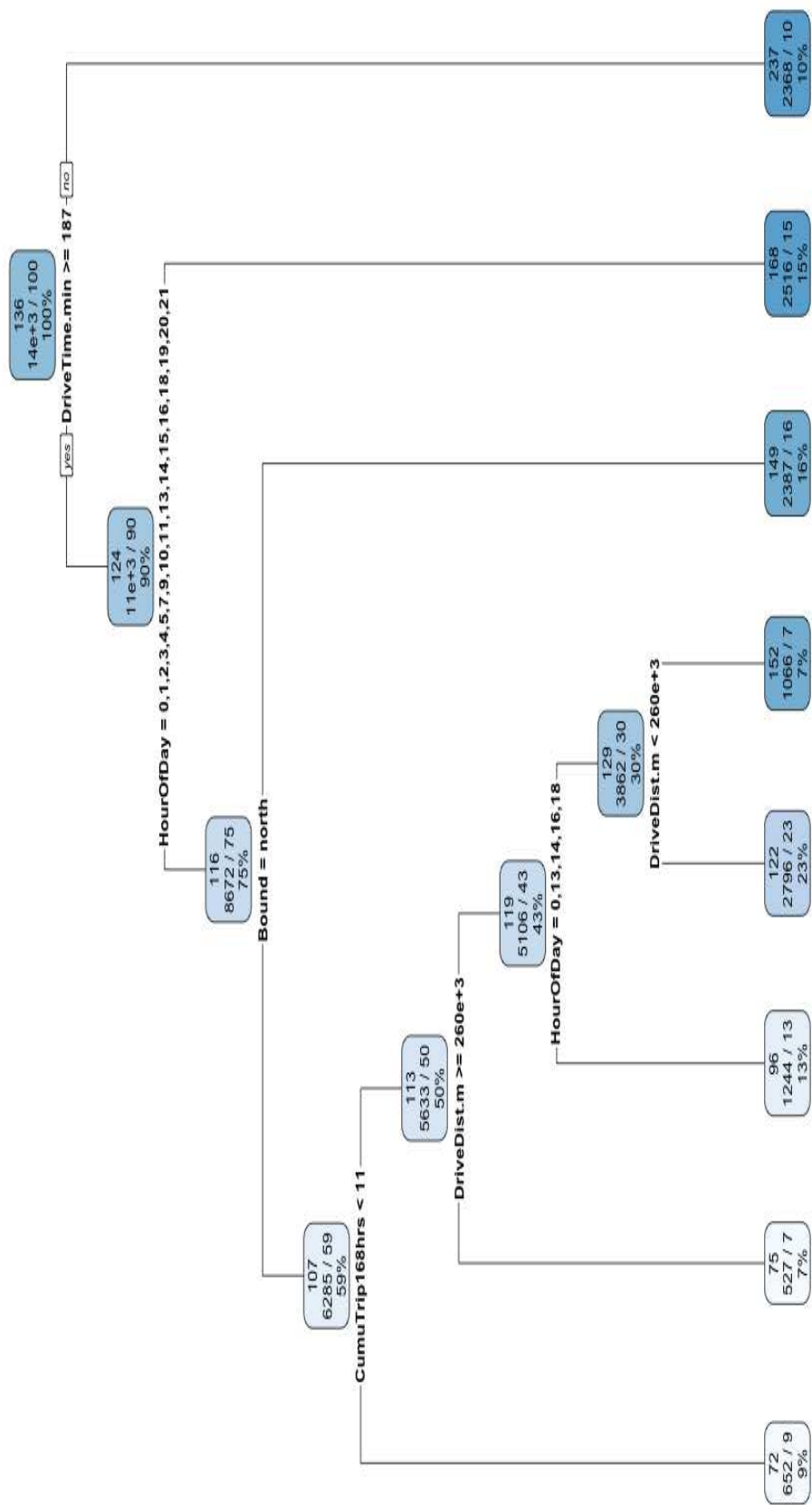


圖 7.8 總事件(All events)之分類迴歸樹分析

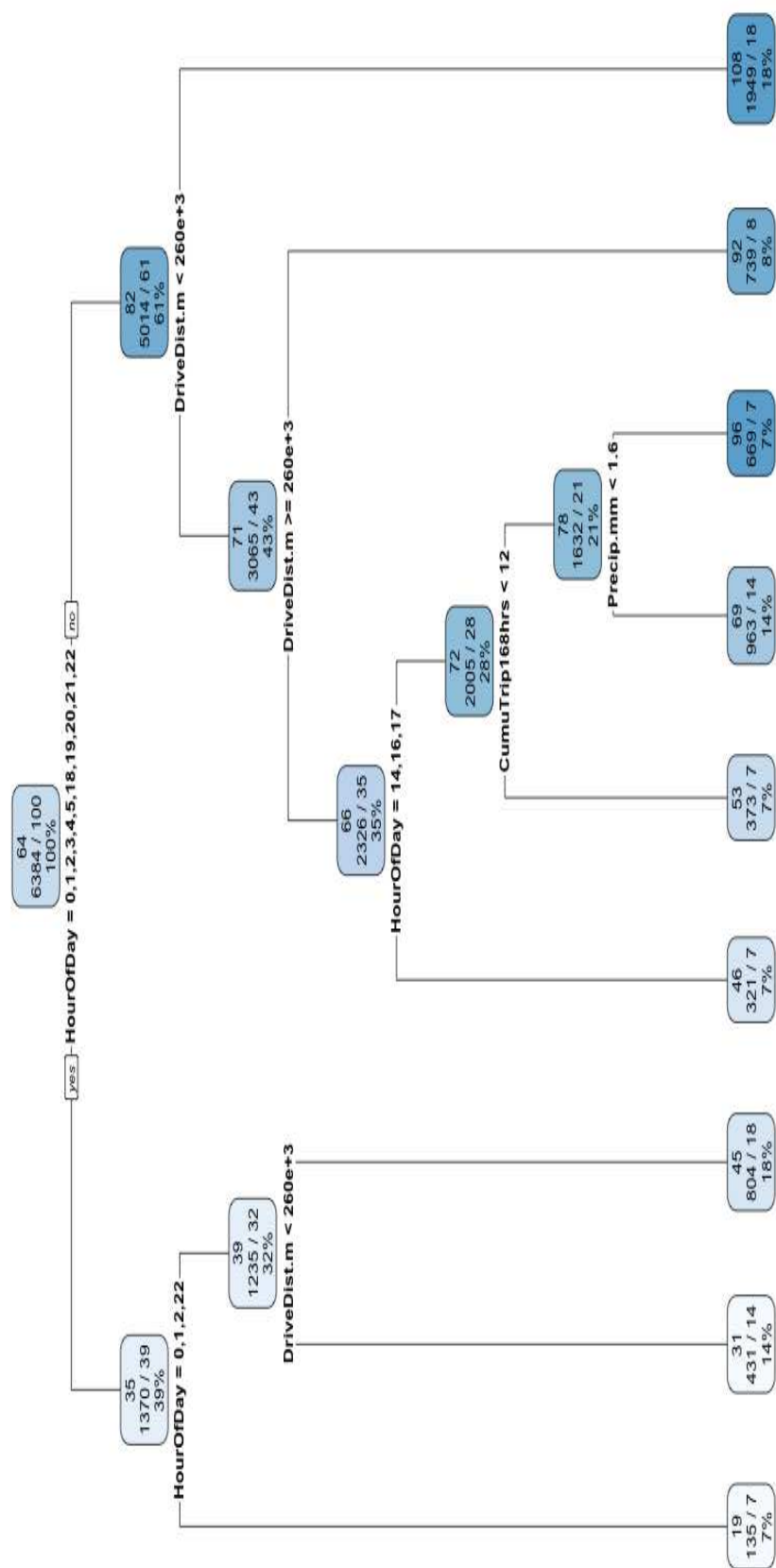


圖 7.9 未保持安全距離(FCW)之分類迴歸樹分析

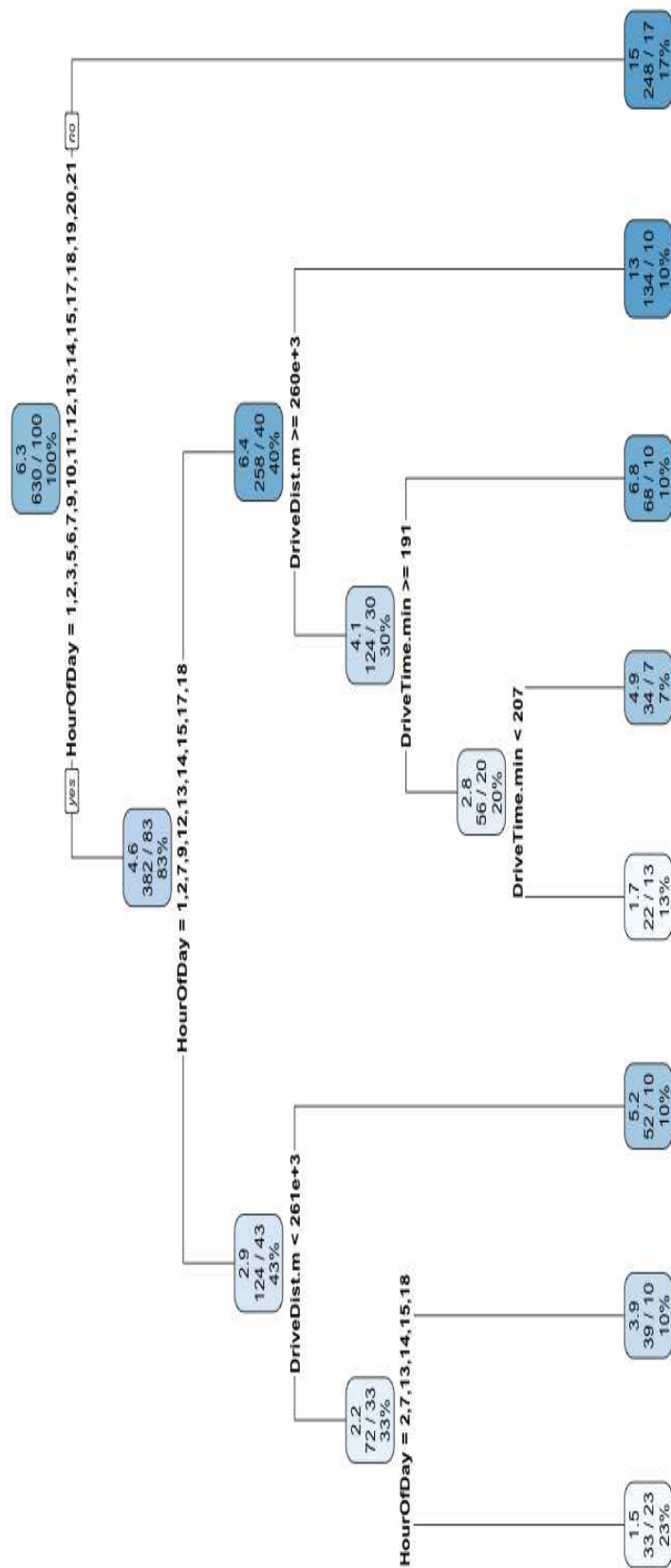


圖 7.10 車道偏移(LDW)之分類迴歸樹分析

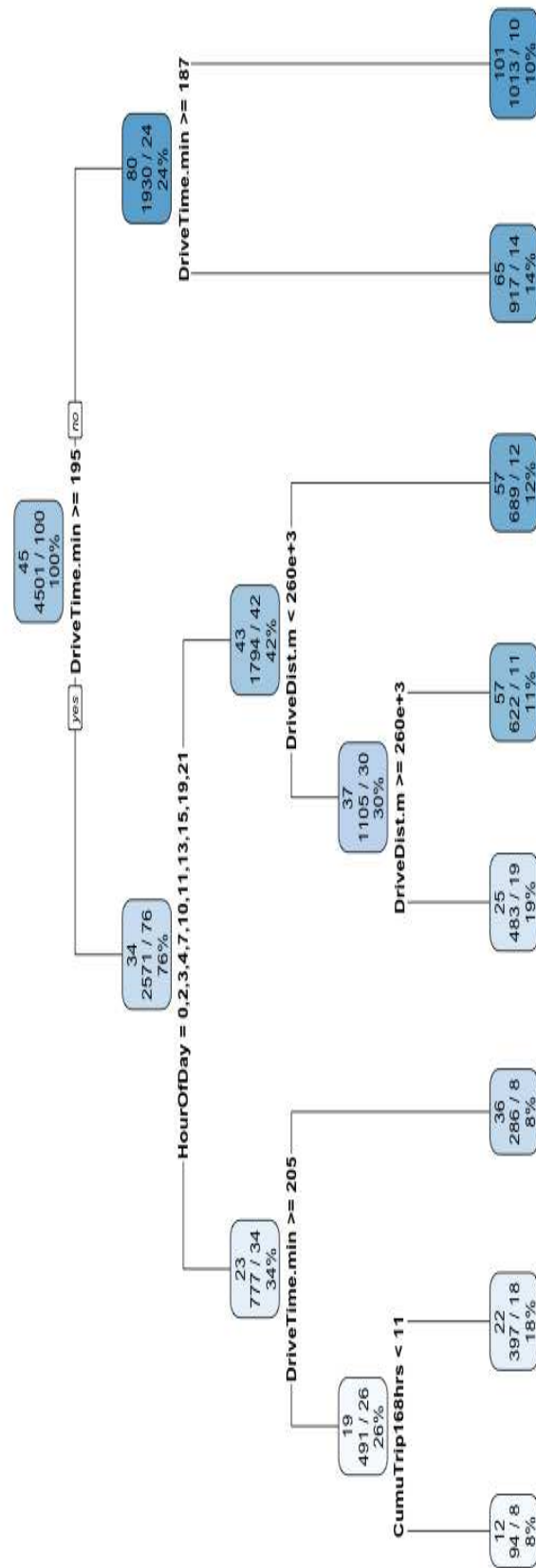


圖 7.11 彎道超速(CSW)之分類迴歸樹分析

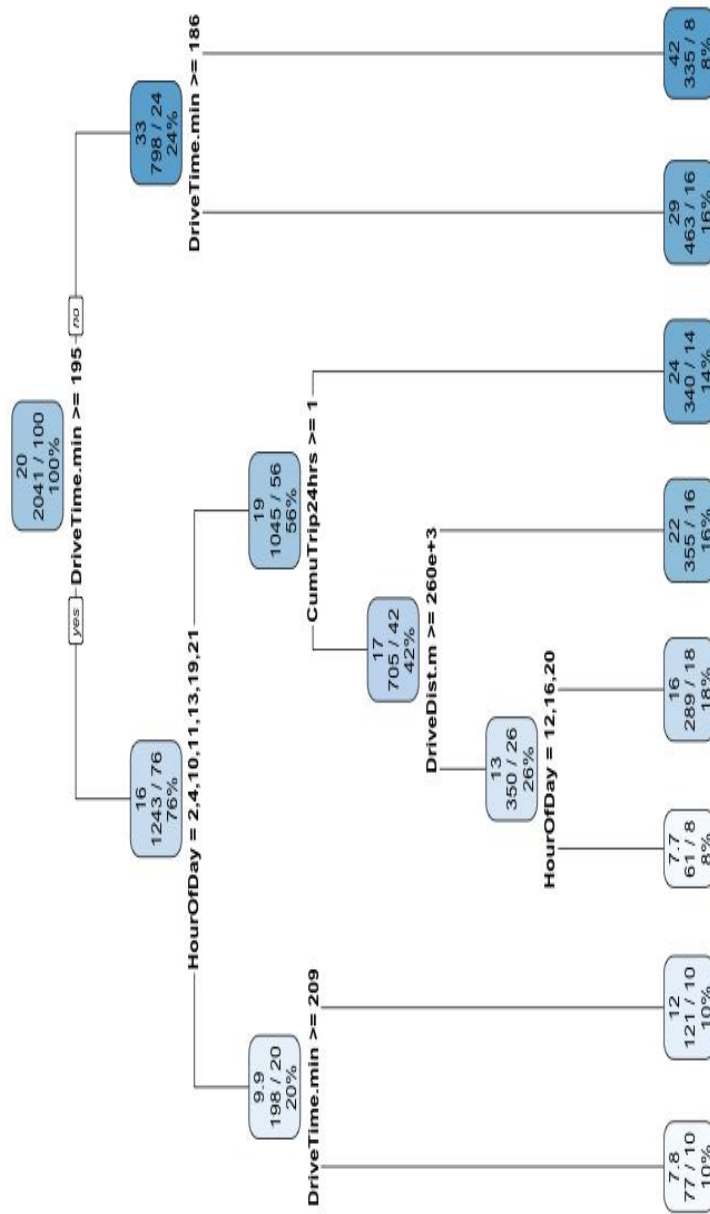


圖 7.12 超速(OVS)之分類迴歸樹分析

第八章 駕駛行為分析工具之開發

8.1 資料輸入格式與報表輸出樣式

運輸業者透過其裝設的車載設備取得資料後，只要將相關資料輸入分析工具中，便可產生相對應的圖表來供業者參考，找出駕駛行為不適當的駕駛員，或者得知是否有特定因素造成駕駛行為表現不佳。

在資料輸入格式的部分，由於各家運輸業者擁有的設備不同，能取得的資料完整度也不同，因此本研究將蒐集的資料完整度分為四個等級(level)，如表 8.1 所示，並依照是否有紀錄行駛曝光量(exposure)，再分為 C、R 兩個部分，C 代表無紀錄曝光量，R 則代表有紀錄，各業者便可依其資料完整度的等級，透過分析工具得到相對應的圖表分析結果。

表 8.1 資料完整度等級

車載設備與資訊系統等級	蒐集資料內容
Level 1	駕駛員編號、趟次代碼、車牌、行駛路線、旅次方向、超速次數
Level 2	駕駛員編號、趟次代碼、車牌、行駛路線、旅次方向、FCW 次數、LDW 次數
Level 3	駕駛員編號、趟次代碼、車牌、行駛路線、旅次方向、FCW 次數、LDW 次數、CSW 次數
Level 4	駕駛員編號、趟次代碼、車牌、行駛路線、旅次方向、FCW 次數、LDW 次數、CSW 次數、道路屬性

而資料輸入的格式，主要為 Excel 的表格，以 Level 4 且有紀錄曝光量之輸入為例，如表 8.2 所示，資料包含道路類型、路段種類、沿線狀況_爬坡、沿線狀況_轉彎等道路屬性；駕駛員編號、趟次代碼、車牌、行駛路線、行駛方向等旅次資訊；FCW、LDW、CSW、OVS 等危險事件；以及曝光量等，共 15 種資料，分別輸入對應的欄位之後，Excel 便會產出相對應的圖表。

表 8.2 分析工具輸入表格

道路類型	路段種類	沿線狀況_爬坡	沿線狀況_轉彎	駕駛員編號	趟次代碼	車牌
桃園上匝道				2	117576	799-FS
國1	interchange			2	117576	799-FS
國1	off		右彎	2	117576	799-FS
國1		爬坡		2	117576	799-FS
國1	interchange		右彎	2	117576	799-FS

行駛路線	旅次方向	FCW_12	FCW_04	LDW	CSW	OVS1	exposur
7500I1	北上	0	0	0	0	0	0
7500I1	北上	1	0	2	0	0	33433
7500I1	北上	0	0	0	1	0	158
7500I1	北上	1	0	0	0	1	4505
7500I1	北上	3	1	9	9	6	27762

在報表輸出樣式的部分，依照資料完整度等級的不同，分別有相對應的報表樣式，可得之圖表整理如表 8.3 所示。

表 8.3 各車載設備與資訊系統等級報表輸出樣式

車載設備與資訊系統等級	可得圖表	
	無曝光量(C)	有曝光量(R)
Level 1	不同駕駛間的超速次數比較	不同駕駛間的延車公里超速次數比較
Level 2	不同駕駛間的 FCW 與 LDW 次數比較 特定駕駛的 FCW 與 LDW 次數	不同駕駛間的延車公里 FCW 與 LDW 次數比較 特定駕駛的延車公里 FCW 與 LDW 次數
Level 3	不同駕駛間的 FCW、LDW 與 CSW 次數比較 特定駕駛的 FCW、LDW 與 CSW 次數	不同駕駛間的延車公里 FCW、LDW 與 CSW 次數比較 特定駕駛的延車公里 FCW、LDW 與 CSW 次數
Level 4	不同駕駛間的 FCW、LDW 與 CSW 次數比較 特定駕駛的 FCW、LDW 與 CSW 次數 特定駕駛在不同道路類型、路段種類、行駛路線、爬坡與否、過彎與否的 FCW、LDW 與 CSW 次數分析	不同駕駛間的延車公里 FCW、LDW 與 CSW 次數比較 特定駕駛的延車公里 FCW、LDW 與 CSW 次數 特定駕駛在不同道路類型、路段種類、行駛路線、爬坡與否、過彎與否的延車公里 FCW、LDW 與 CSW 次數分析

8.2 報表工具操作方法

報表工具為求容易使用與避免軟體版權問題，因此本研究以 Microsoft Excel 做為使用環境，讓各使用者皆能迅速上手並加以應用。

本報表分析工具為透過 Excel 樞紐分析表，自動地抓取輸入之資料來產製圖表，主要分析流程如圖 8.1 所示，本節將介紹報表工具之主要功能與主要操作方法，詳細操作步驟則列於操作手冊，並以表 8.4 中之 4-R 報表分析工具為例，敘述如下。

在使用報表工具之前，使用者須先確認資料蒐集設備之完整度，如表 8.4 所分類，並依照圖 8.1 之引導結果，選擇適當的 Excel 報表工具來產出圖表。

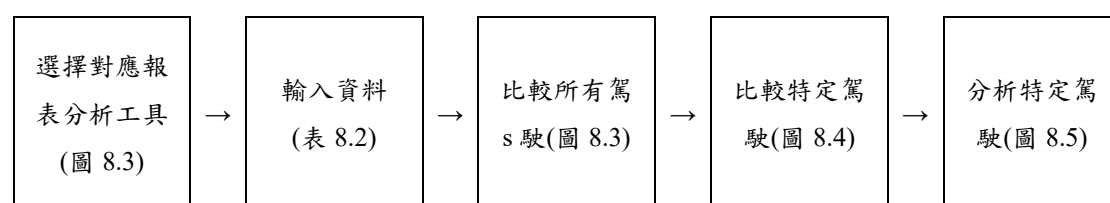


圖 8.1 分析流程圖

表 8.4 不同車載設備與資訊系統等級等級之對應報表分析工具

車載設備與資訊系統等級	偵測之危險事件		驗證後之危險事件 (Verified events)	
	無紀錄曝光量(C)	有紀錄曝光量(R)	無紀錄曝光量(C)	有紀錄曝光量(R)
Level 1	1-C	1-R		
Level 2	2-C	2-R		
Level 3	3-C	3-R	3-V-C	3-V-R
Level 4	4-C	4-R	4-V-C	4-V-R

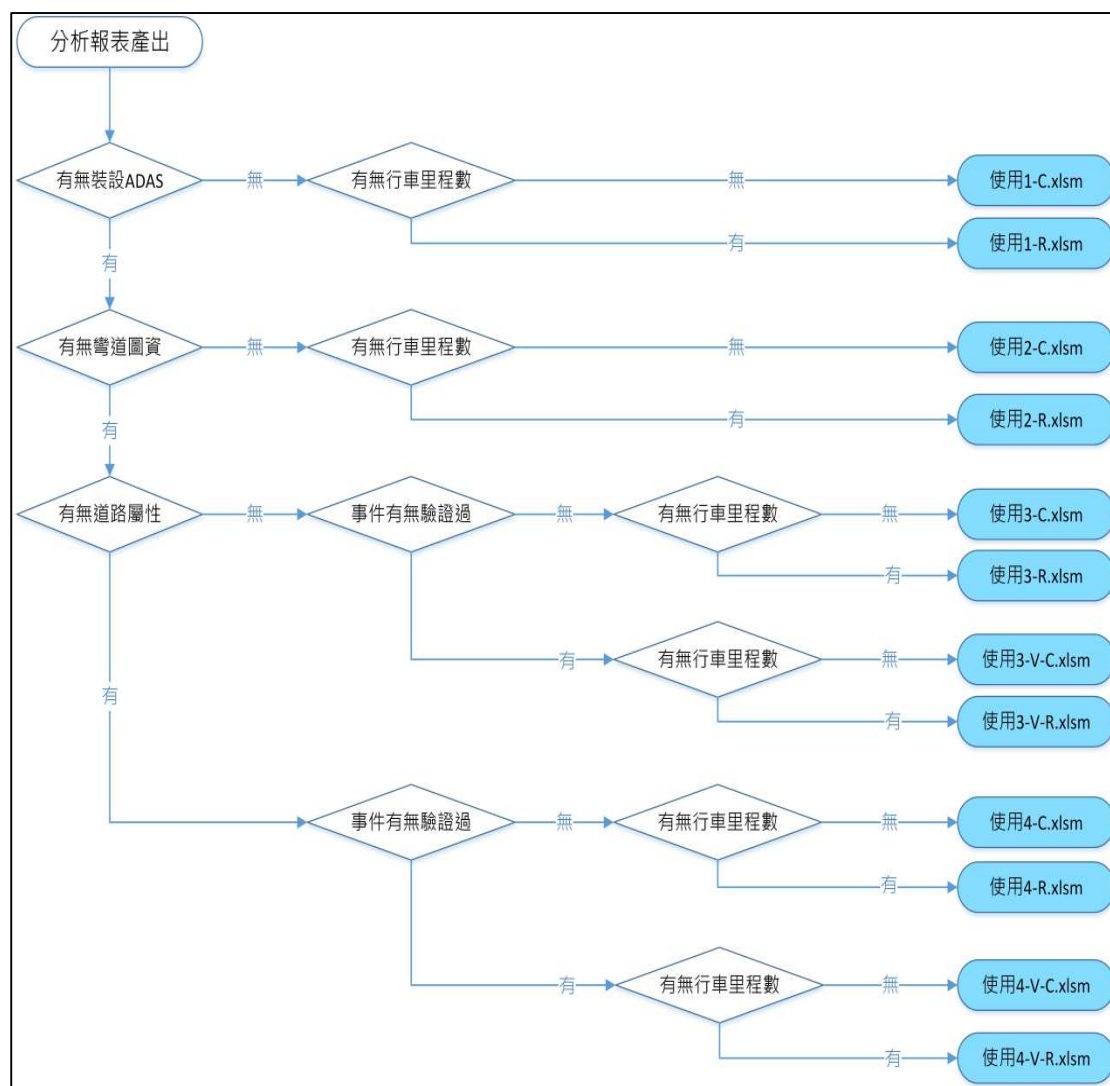


圖 8.2 選擇報表分析工具流程圖

在確認分析工具後，首先須將欲分析之資料輸入「事件資料表」工作表，如表 8.1 之表格中，接著到「比較多位駕駛」工作表中，點擊「重新整理圖表」按鈕後，即可自動產生如圖 8.3 之雷達圖，藉以比較不同駕駛之間的駕駛行為。而由於 Excel 之資料儲存列數有限，因此透過點擊「檢查剩餘容量」按鈕，即可檢查剩餘可輸入之資料筆數，避免因容量不足而使得資料毀損。

在比較多位駕駛的駕駛行為後，若需要對特定駕駛的結果進行分析，則到「比較特定駕駛」工作表中，並選擇該駕駛的駕駛員編號後，即可得到如圖 8.4 與表 8.5 之結果，其中，紅線為該名駕駛的結果，虛線則是所有駕駛的平均表現，藉以比較該名駕駛與所有駕駛平均的差異。

最後，到「分析特定駕駛」工作表中，選擇該名駕駛的駕駛員編號後，則可分析該名駕駛在不同道路類型、路段種類、爬坡與否、轉彎與否、行駛路線等情況下的表現，藉此分析該名駕駛的危險事件是否與特定環境相關，如圖 8.5 所示。

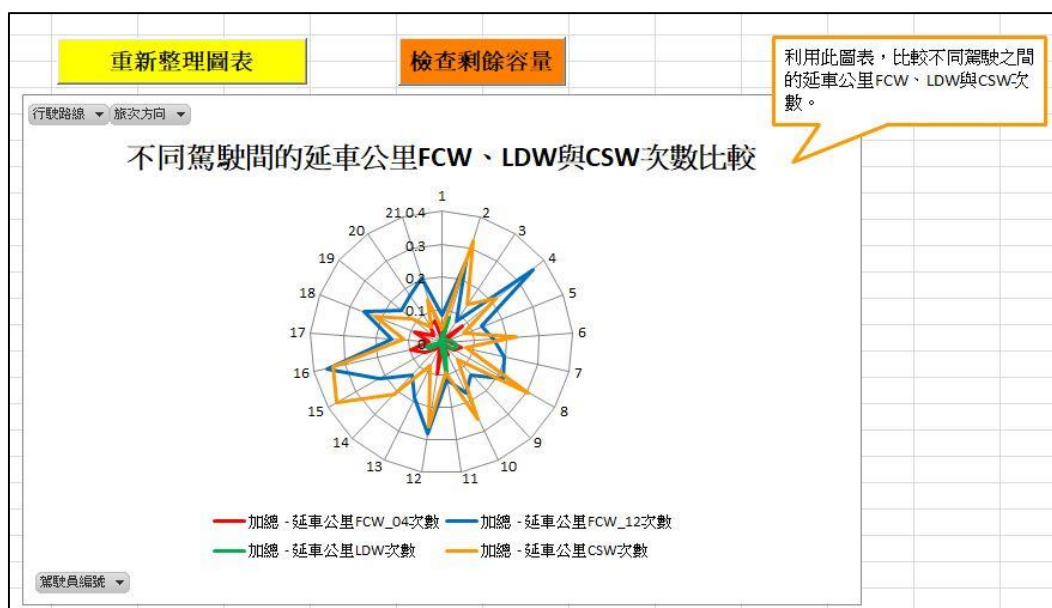


圖 8.3 不同駕駛間的延車公里 FCW、LDW 與 CSW 次數比較

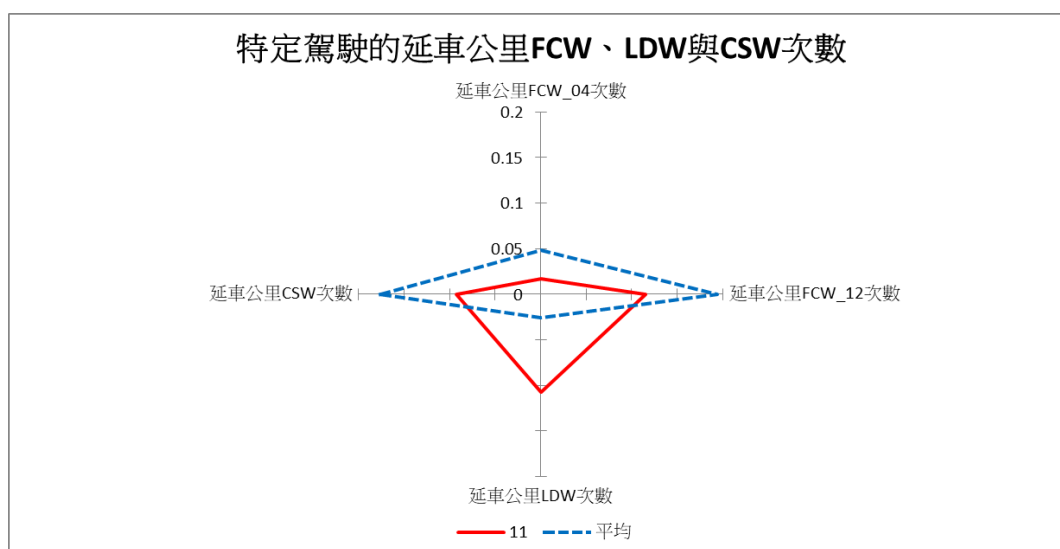


圖 8.4 駕駛員編號 11 的延車公里 FCW、LDW 與 CSW 次數

表 8.5 駕駛員編號 11 的駕駛行為排名與百分比

駕駛員編號	11		
行駛路線	(全部)		
旅次方向	(全部)		
數值		排名	排名百分比
加總 - 延車公里FCW_04次數	0.01697143	9	39%
加總 - 延車公里FCW_12次數	0.115028578		
加總 - 延車公里LDW次數	0.10748572		
加總 - 延車公里CSW次數	0.092400005		

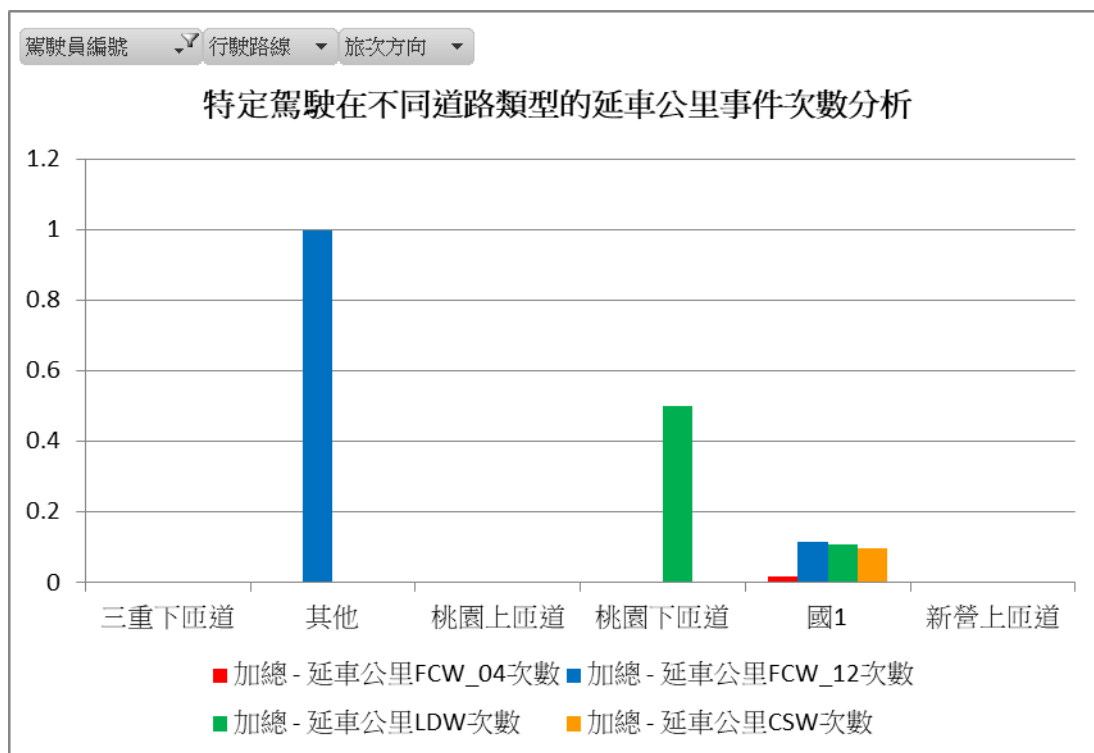


圖 8.5 駕駛員編號 11 在不同道路類型的延車公里事件次數分析

此外，如果需要輸出所有駕駛員表現的報表，則可到「依排名輸出」工作表中，則可得到所有駕駛依照排名由高至低(事件數由少至多)的報表，如表 8.6 所示。

表 8.6 將所有駕駛員依排名輸出之報表

行駛路線 (全部)	旅次方向 (全部)	駕駛員編號	加總 - 延車公里FCW_04次數	加總 - 延車公里FCW_12次數	加總 - 延車公里LDW次數	加總 - 延車公里CSW次數	延車公里總事件數
		1	0.008516767	0.083275057	0.024603994	0.044476451	0.160872268
		9	0.009075426	0.133862531	0	0.07033455	0.213272508
		3	0.012675573	0.079856107	0.001267557	0.140698855	0.234498092
		5	0.014963256	0.132798896	0.022444884	0.072945872	0.243152908
		13	0.011477608	0.189380534	0.007651739	0.078430322	0.286940204
		20	0.063712714	0.172153039	0.009653441	0.055346398	0.300865592
		17	0.037038661	0.151934099	0.000755891	0.114895438	0.304624089
		19	0.03249377	0.157288682	0.00894756	0.116789201	0.315519213
		11	0.01697143	0.115028578	0.10748572	0.092400005	0.331885733
		14	0.026307136	0.13341476	0.006576784	0.214215249	0.380513929
		7	0.06254334	0.198550285	0.049637571	0.076938236	0.387669432
		21	0.067370498	0.204653776	0.004448995	0.13855442	0.415027689
		6	0.024585893	0.157917083	0.034042006	0.229783539	0.446328521
		10	0.043480562	0.170141331	0.028356888	0.260883374	0.502862155

8.3 報表分析結果

以 8-2 節之報表分析工具為例，圖 8.3 中駕駛員編號 11 之延車公里 LDW 次數偏高，因此特別找出該名駕駛員之結果進行檢視，如圖 8.4 所示，可見其延車公里 FCW 0.4、FCW 1.2 與 CSW 次數皆低於平均值，但延車公里 LDW 次數卻比平均結果高出許多。再透過圖 8.5 可知，該名駕駛在桃園下匝道路段，具有最高的延車公里 LDW 次數；從圖 8.6 中則可得知，在國道主線中，以交流道出口

匝道往前延伸 300 公尺內的路段具有最高的延車公里 LDW 次數；圖 8.7 則說明在爬坡路段的延車公里 LDW 次數略高於未爬坡路段；圖 8.8 則說明轉彎路段的延車公里 LDW 次數較直線路段高，且左彎又比右彎來得高；最後，則可由圖 8.9 比較該名駕駛在不同行駛路線的表現，但由於本次的資料該名駕駛僅行駛一條路線，故圖表只有 7500I1 路線之結果。

至於 Level 1 的部分，由於其設備最為簡易，僅能得到超速次數與曝光量，故僅以延車公里超速次數長條圖來進行比較，並由排名高至低(超速次數少至多)排列，如圖 8.10 所示，為圖 8.2 中 1-R 報表分析工具之結果。若連曝光量也無紀錄，則僅能以超速次數長條圖來呈現。

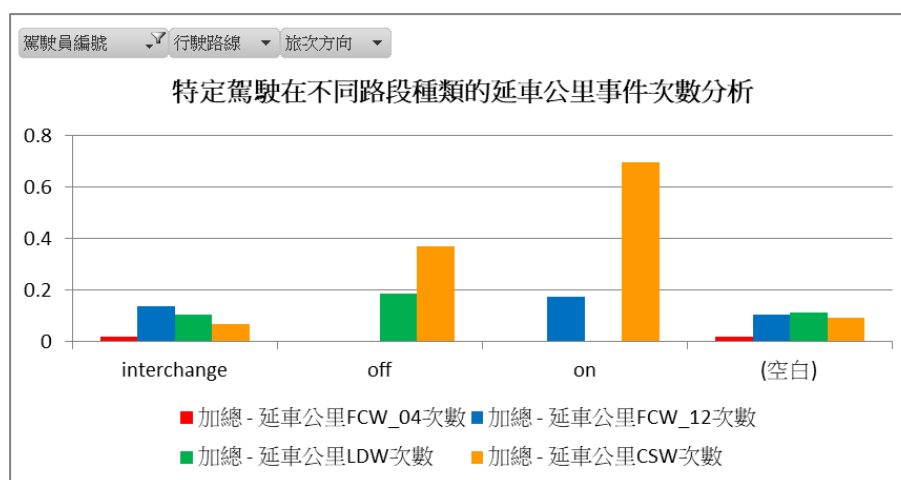


圖 8.6 駕駛 11 在不同路段種類的延車公里事件次數分析

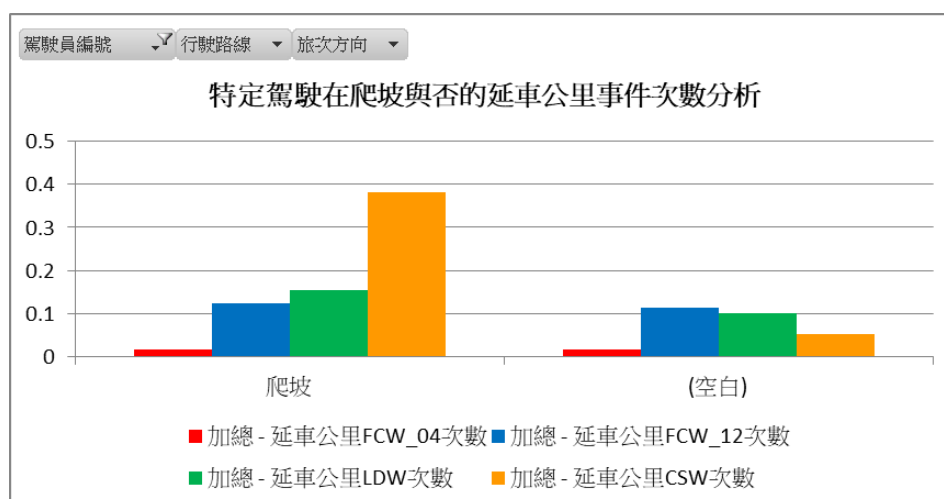


圖 8.7 駕駛 11 在爬坡與否的延車公里事件次數分析

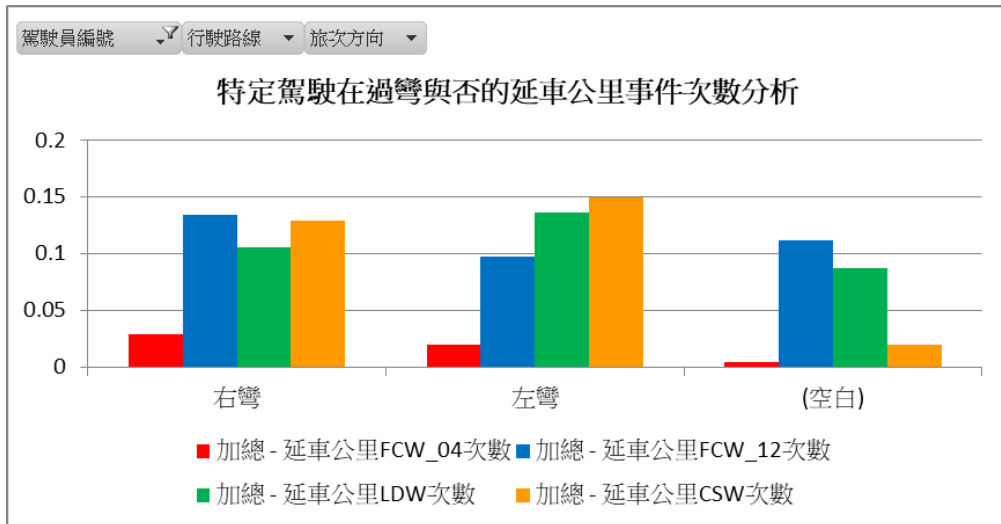


圖 8.8 駕駛 11 在過彎與否的延車公里事件次數分析

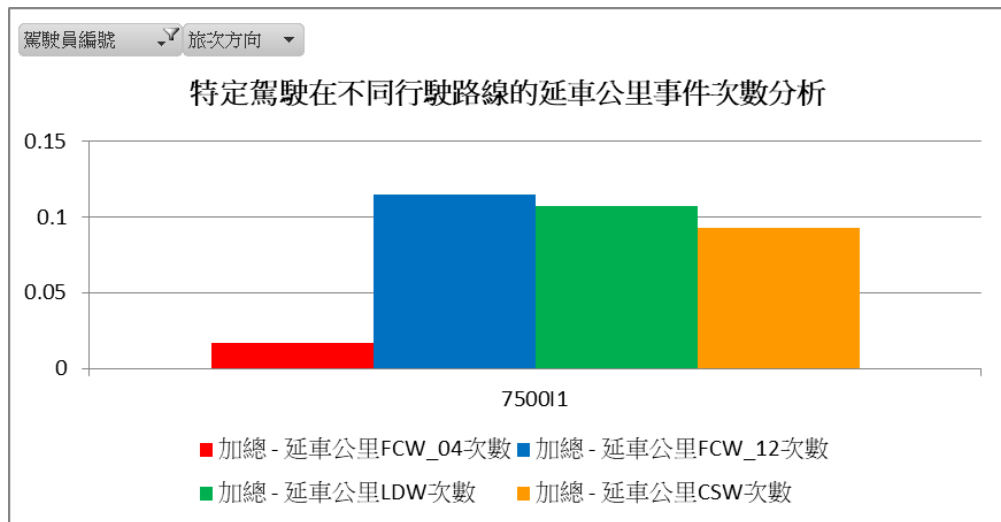


圖 8.9 駕駛 11 在不同行駛路線的延車公里事件次數分析

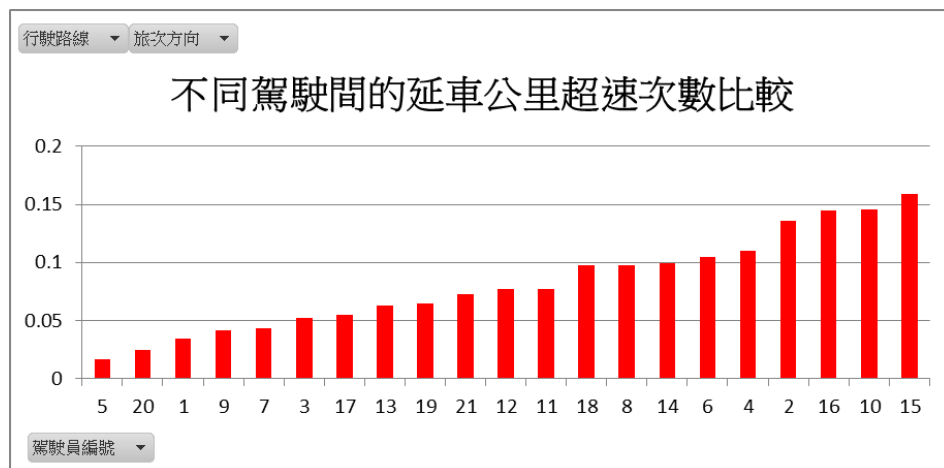


圖 8.10 不同駕駛間的延車公里超速次數比較長條圖

8.4 未來展望

本次所開發的報表分析工具較為簡易，且主要為管理者之應用，將來建議可以開發出智慧型手機之應用程式，不僅能於管理方進行駕駛行為分析、監控，各個駕駛亦能透過此應用程式，於自己的智慧型手機隨時觀看自己的駕駛分數、排名、與總平均的差異、危險事件發生的位置等資訊，不僅能針對自己的缺失進行修正，也能透過得知與平均的落差來精進自身的駕駛行為，降低可避免的危險事件。圖 8.11 為新加坡客運駕駛透過手機應用程式來查詢駕駛行為的分析結果，可得知該名駕駛之排名、表現排名百分比、各旅次危險事件發生位置與詳細內容等資訊。

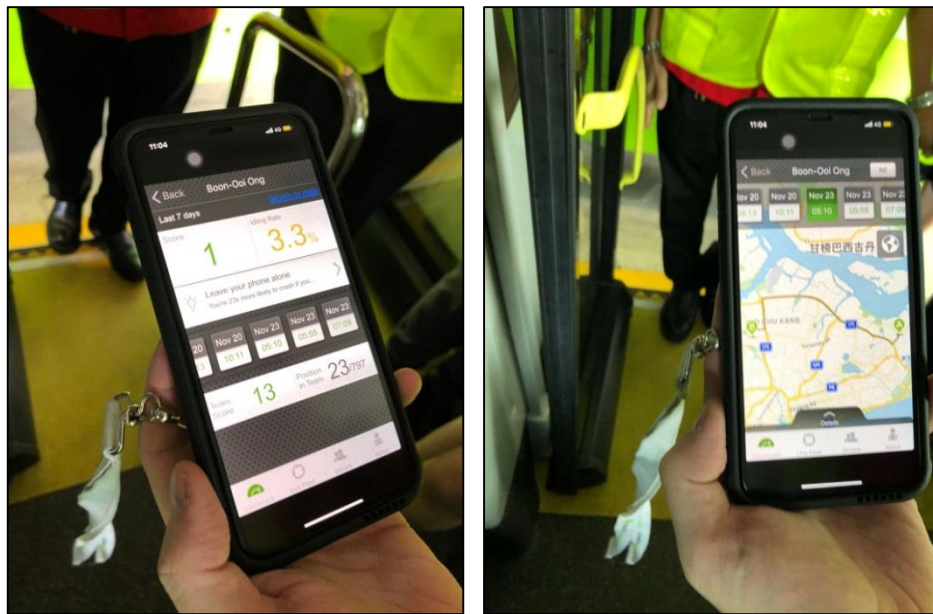


圖 8.11 新加坡駕駛行為報表分析應用程式

第九章 結論與建議

因應公共運輸發展，交通部公路總局及本所近年推動 ISO 39001 之建置，透過安全管理系統之概念，輔導運輸業者建立相關安全管理制度，進而達到自主提升安全水準之目的；然而安全管理系統其中一項核心要件，在於對營運環境、各項作業的風險評估，唯有了解各項可能造成危害的潛在風險源並予以量化評估，才能資源投注在正確的環節，以期有效管理與改善。

過去受限於資料取得，多數業者皆透過事故、違規或客訴等指標評估轄下車隊之安全水準，然而此等指標受到稀少性與隨機性影響，難以真實呈現車隊安全之全貌，且各項客訴或是違規事件，亦難合理連結至事故發生之潛在風險，爰此，本研究奠基於近年各項資通訊技術、智慧車載設備之開發與普遍應用，並以公路客運業(國道客運)為對象，大量蒐集各種自然駕駛資料，並就國內運輸業營運環境特性，研提本土化指標，做為監理單位、業者應用參考。

本章統整研究重要成果，包含各項指標訂定、工具開發、駕駛行為特性分析及安全產業長期發展方向，此外，並就後續應加強發展之處提出建議，以做為後續研究之參考方向。

9.1 結論

本計畫研究成果主要可分三部分說明：

1. 建立駕駛行為分析之系統架構：彙析國內外相關文獻並了解業者現行安全管理方式及車載資訊設備之目前應用情形。
2. 自然駕駛資料分析：蒐集及建置自然駕駛資料、分析本土化危險事件指標及門檻值、建構駕駛人安全駕駛行為考核方法、及駕駛行為特性分析。
3. 駕駛行為分析工具之開發：駕駛人之行車安全診斷工具之開發。

在建立駕駛行為分析之系統架構部分，本研究除了彙析國內外相關文獻，並深入訪談業者現行安全管理方式，及車載資訊設備之目前應用情形。本計畫透過訪談、問卷方式，調查運輸業者於轄下車隊車載設備安裝與使用的現況，以及對於應用此等設備進行安全管理的需求建立駕駛行為分析之系統架構。主要發現及結論如下：

1. 許多國內所使用的危險事件定義係由業者自行訂定或自國外相關業者取得，但國外路型條件、車流狀況、法律及駕駛習慣等皆與我國不同，難以直接移植。在上述資料不足與未考量本土化之種種條件下，進行安全駕駛行為管理之效果自然不彰。

2. 依據調查發現，GPS 與數位影像紀錄器為最普遍之設備，少數業者裝有 ADAS 與 OBD2，對應後續各項指標與門檻之設定，顯示僅有數位行車紀錄器與影像設備不易做為長期安全管理之用，宜增加 ADAS 與 OBD2 等設備，藉以蒐集更多資料。
3. 就管理層面而言，目前國內大多數業者均有安裝 GPS 或影像行車紀錄器等基本車載資訊系統，但卻面臨上述車載設備所輸出的資料，卻無專業的分析人員協助訂定適當的安全駕駛行為指標、管理報表及分析工具。對於建置此等車載資訊系統之分析資料庫或是再多添購分析所需之車載設備，也需要額外的建置成本，受限於目前客運業之收入及獲利成長有限，此高固定成本的相關系統之導入仍須有相關誘因機制。

在本計畫第二個主要研究課題 - 自然駕駛資料分析部分，目前國內業者雖已陸續裝設車載資訊系統，但仍缺少適用於國內的駕駛人評分標準與方法來衡量行車表現，致使無法發揮系統的最大功用。因此本研究以 ADAS 系統為基礎，發展適合國內之本土化指標與門檻值，並考量各家業者裝設車載資訊系統之不同等級進行分類，探討各類業者所能應用之駕駛人安全駕駛行為考核方法。本研究蒐集及建置自然駕駛資料、進行本土化危險事件指標及門檻值分析、駕駛人安全駕駛行為考核之分析、及駕駛行為特性分析，主要發現及結論如下：

1. 在本土化指標及門檻值部分，有裝設 ADAS 與沒有裝設 ADAS 的各種指標組合比較下，有裝設 ADAS 之指標其真陽性率與 ROC 值效力明顯優於沒有裝設 ADAS 之指標，顯見 ADAS 確實可提升危險事件偵測的準確度。
2. 本土化危險事件指標及門檻值分析：本研究應用 ROC 分析並測試了四種主要指標類型(有 ADAS/單一指標、有 ADAS/多重指標、無 ADAS/單一指標、無 ADAS/多重指標)，以找出最適指標與門檻：
 - (1) 不同道路環境(如：國道或市區)應有不同的安全駕駛行為之指標及門檻值。
 - (2) ADAS 系統在應用上僅能即時警示(如跟車過近、車道偏移等)，警示事件之門檻在於輔助及提醒駕駛員潛在之危險，但定義警示事件之指標及門檻值則不適合直接做為計算駕駛人安全分數之危險事件使用。再者，若缺乏長期趨勢觀查與搭配其他設備資料佐證，僅應用單一 ADAS 系統難以與實際行車事故風險連結，更遑論找出問題並提出改善方案。
3. 駕駛人安全駕駛行為考核：本研究依據不同系統等級，比較不同等級間對駕駛人安全駕駛行為考核的影響。
 - (1) 觀察不同安全駕駛行為需要不同的偵測設備及不同等級之車載設備及資訊系統。

(2) 曝光量、警示事件之驗證(危險事件)、道路屬性等對駕駛人安全分數有一定程度之影響。

(3) 道路屬性對危險事件之發生有影響。

4. 駕駛人特性分析：

(1) 本研究發展多層次迴歸以及分類迴歸樹兩組分析程序，嘗試串連所定義之危險事件與駕駛個人、趟次特性以及排班因素之間的關係。利用免費軟體 R 進行之多層次迴歸分析，可明確區分危險事件次數變異發生來源在公司營運管理方式(例如排班)及駕駛人本身特性的相對占比，做為業者分配資源改善行車安全之依據。同樣利用 R 進行之分類迴歸樹分析，其結果可辨識出各類危險事件容易發生之時空環境，做為業者管理訓練駕駛的參考。

(2) 本研究發展之危險事件與班表串連分析架構，可應用於不同客運公司，惟分析內容須依公司資料(例如班表)特性進行調整。

(3) 囿於研究限制，本研究之危險事件與班表串連分析未能考慮駕駛人駕駛經驗等個人特性變數或公司教育訓練等安全管理變數，建議未來可蒐集相關資料作進一步分析。

在本計畫第三個主要研究課題 - 駕駛行為分析工具之開發部分，本研究所定義之危險事件包括：超速、彎道超速、車距過近及車道偏移等，因應駕駛行為資料完整等級(Level 1~Level 4)及事後驗證與否等情境，本研究開發了一套駕駛行為分析工具，以利客運公司管理者及駕駛員透過圖形視覺化表達方式，掌握危險事件的人事時地物資訊(人：駕駛員、事：好發的危險事件類型與件數、時：好發的時間及趟次、地：好發地點的道路類型與行向、物：好發的環境背景，如雨天及交通狀況)。透過本系統管理者可做為駕駛人回訓作業規劃之用，甚至做為駕駛人獎懲之依據。同時，駕駛人也可以透過本系統了解自身危險駕駛件數(或比率)相對於其他駕駛的狀況，俾利行為之掌握與矯正。為便利運輸業者應用，本計畫以 Excel 介面開發駕駛行為特性分析及駕駛人之行車安全診斷工具。

1. 駕駛行為分析工具系統選擇以普及率高的 Excel 軟體為基礎，只要業者將資料整理成本研究設定之格式後，匯入 Excel 表格中即可產出相關的駕駛人診斷與圖表。
2. 本研究所開發之工具可供不同車載設備及資訊系統之業者進行應用。
3. 本研究所開發之工具及報表，可協助業者找出個別駕駛人的優缺點，以做為精進駕駛員訓練之參考。

總結本研究所彙析目前車載資訊設備於安全駕駛行為管理之設備及技術、國

內業者目前所具備之車載設備及資訊系統以及國內業者之安全駕駛行為之需求，本研究建議未來業者進行相關系統升級時，可參考表 9.1 之總整理。目前國內業者之車載設備及資訊系統大多處於初級或中級，因此可偵測之危險事件相當有限，且準確度也不高。未來可透過改善車輛位置資訊及導入 OBD2，則可在成本最有效的情況下，偵測更多種類的危險事件。

表 9.1 本研究成果總表

車載設備及資訊系統	設備概況	可偵測之危險事件						車載設備及資訊系統升級項目之建議
		速度管理	行人盲點	行向改變	交通違規	未保安距	疲勞恍神	
車載設備及資訊系統	設備概況							
Level 1：有些許配備，但無 IT 管理系統	僅有行車影像但無回傳、或僅有 GPS 但無行車影像	低	無	無	無	無	無	若可升級較佳的車輛位置資訊即可偵測彎道超速。
Level 2：有些許設備，有基本 IT 管理系統	有行車影像或 GPS，且有回傳行控中心；或有採用 ADAS，但 IT 系統尚無法介接。	中	無	低	低	低	無	可加設 OBD2 取得較精準之速度資料，並改善車載資訊設備與 IT 系統之整合。
Level 3：採用 ADAS 輔助，有較完整之 IT 管理系統	具備 OBD2、GPS、ADAS、及行車影像，且具備 IT 系統或行控中心	中	低	中	中	中	中	可透過改善車輛位置資訊，以更準確串聯地圖及道路屬性，將可更準確及偵測更多種類之危險事件。
Level 4：除採用 ADAS 輔助，且搭配 IT 系統及圖資	具備 OBD2、GPS、ADAS、及行車影像，且具備 IT 系統或行控中心。車輛位置資訊可準確串聯地圖及道路屬性。	高	中	高	中	高	中	透過現有影像導入車內及車外影像辨識功能來偵測駕駛疲勞、恍神、及分心，甚至交通違規。

9.2 後續建議

囿於期程限制，本研究僅以三種危險事件為例建構初步的駕駛人安全分數與安全診斷，並據以提出數點建議，供未來政策發展、研究與實務應用之參考。

依據本研究之調查與訪談，國內運輸業者欠缺應用各項車載設備系統之管理能力，本研究依據國內國道客運之營運特性，蒐集大量自然駕駛資料，並據以開發本土駕駛行為分析工具，已略具雛型，可提供業者進一步應用，使其在長期安全管理上取得更好的立足點。惟在應用過程中，建議仍要注意下列狀況：

1. 本研究設定之對象及資料蒐集範圍僅限於國道環境，無論在車流交織互動、車種組成及道路環境上都相對單純，所採用之指標亦針對大型車輛行駛於國道經常發生之事故為基礎；對於車流互動、車種組成相對複雜，且停等次數相對頻繁的市區道路而言，現有之指標與門檻在適用性與適切性上恐有相當落差。
2. 考量業者可能具有不同等級的車載設備與資訊系統，本研究在指標與門檻設定階段，依據有/無 ADAS、單一/多重指標兩條件，提出各種指標與門檻值組合，並依據實際蒐集的國道自然駕駛資料，初擬適合本土化營運環境的指標及門檻做為事故前兆之定義，並做為長期安全管理之資料基礎，包含：
 - (1) 有裝載 ADAS 的單一指標： $TTC < 0.4$ ；
 - (2) 有裝載 ADAS 的多重指標： $TTC < 0.4$ 與事件持續時間 ≥ 2 秒；
 - (3) 無裝載 ADAS 下的單一指標：5 秒內速度變化 < -4 km/hr；
 - (4) 無裝載 ADAS 下的多重指標：速度 > 60 km/hr 與 5 秒內速度變化 < -4 km/hr。

上述指標與門檻可做為業者後續應用之參考，惟建議仍應依據本身營運特性、組織安全目標與管理需求等，檢視各項門檻與指標的合宜性，過程中應同時評估指標的真陽性與真陰性，並參考本研究應用 ROC 曲線方式，找出適合個別業者的指標組合。

3. 就設備層面，各項車載設備可提供的資料精細度、警示門檻不同，建議業者依據自身車載設備與資訊系統等級，依本研究彙整之報表工具選擇流程圖，選擇符合需求的分析工具；長期而言，考量車載設備與資訊系統為此等駕駛行為分析工具及安全管理應用之關鍵，建議業者可依據車隊長期發展藍圖及自身需求，評估提升車載設備與資訊系統之可行性。
4. 本研究研提之駕駛行為分析工具僅應用短期資料進行實證，其中發現駕駛員安全績效排名受曝光量影響甚大，建議應有適當之資料蒐集區間，避免資料變異過大造成之判斷偏誤。

5. 駕駛行為分析工具僅能從行為層面提供風險評估的參考依據，對整體運輸業車隊的安全提升，仍須仰賴業者的安全管理系統，未來配合駕駛行為分析工具的精進，建議業者可整合至其日常運作，包含對車隊駕駛員的長期教育訓練、獎優汰劣，以及將風險評估概念納入安全管理機制，以提升整體安全水準。

另在工具發展部分，本研究奠基於近年蓬勃發展的智慧車載系統產業，應用商品化設備所產生之大量自然駕駛資料，進行駕駛行為分析工具發展；未來建議相關單位可持續精進各項設備應用與分析，進一步精進駕駛行為分析工具之功能與可應用性，提供產、官、學、研各界應用。對於駕駛行為分析工具及相關研究之未來發展，本研究建議如下：

1. 後續仍必須針對國道以外之營運環境進一步剖析其事故特性、駕駛行為態樣，及探討各種實際道路上可能發生之潛在衝突，將都會區、郊區、快速道路等各種不同類型之道路環境依其特性予以適當區分，以利發展適用不同狀況的駕駛行為分析工具。
2. 本研究以自然駕駛為基礎，蒐集國道客運駕駛員實際駕駛行為進行分析，並據以研提相關指標與門檻做為安全管理之用，然而對於駕駛人本身特質與工作歷程(例如長期違規紀錄、事故紀錄)等，未能納入研究，建議後續可將駕駛違規紀錄及其他相關資料納入，做為業者之駕駛人安全駕駛行為管理成效驗證的依據。
3. 疲勞駕駛為造成事故的重要關鍵，同時亦為職業駕駛人的重大風險，本研究之個案業者對於疲勞駕駛之分析與管理為採用於一定時間內車道偏移之次數做為依據，但其準確率並不佳；此外，本研究亦發現在回程趟次(通常為南下)的事件頻率偏高，初判有可能為疲勞所致，惟相關分析仍無法驗證。後續研究可將駕駛時數納入，評估連續或一定期間內之駕駛時數對駕駛行為之影響。

參考文獻

- Aberg, L. and Rimmo, P. A. (1998), "Dimensions of aberrant driver behavior," *Ergonomics*, Vol. 41, No. 1, pp. 39-56.
- af Wahlberg, A. E. (2004), "The stability of driver acceleration behavior, and a replication of its relation to bus accidents," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 36, pp. 83-92.
- Anh Son, L., Suzuki, T., and Aoki H. (2018), "Evaluation of cognitive distraction in a real vehicle based on the reflex eye movement," *International Journal of Automotive Engineering*, Vol. 9, No.1, pp.1-8.
- Bagdadi, O. (2013), "Assessing safety critical braking events in naturalistic driving studies," *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 16, pp. 117-126.
- Bell, J.L., Taylor, M.A., Chen, G.X., Kirk, R.D. and Leatherman, E.R. (2017), "Evaluation of an in-vehicle monitoring system (IVMS) to reduce risky driving behaviors in commercial drivers: Comparison of in-cab warning lights and supervisory coaching with videos of driving behavior," *Journal of Safety Research*, Vol. 60, pp.125-136.
- Blockey, P.N. and Hartley, L.R. (1995), "Aberrant Driving Behavior – Errors and Violations," *Ergonomics*, Vol. 38, No. 9, pp. 1759-1771.
- Chakravarty, T., Ghose, A., Bhaumik, C. and Chowdhury, A. (2013), "MobiDriveScore – A system for mobile sensor based driving analysis: A risk assessment model for improving one's driving," *Proceedings of the 7th International Conference on Sensing Technology (ICST)*, pp. 338-344.
- Chang, H.L. and Yeh, T. H. (2007), "Motorcyclist accident involvement by age, gender and risky behaviors in Taipei, Taiwan," *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 10, pp. 109-122.
- Chin, H.C. and Quek, S.T. (1997), "Measurement of traffic conflicts," *Safety Science*, Vol. 26, No. 3, pp. 169–185.
- Cooper, P. (1984), "Experience with traffic conflicts in canada with emphasis on post encroachment time techniques," In *Asmussen, E. (Ed.), International Study of Traffic Conflict Techniques*, Berlin: Springer-Verlag, pp. 75-96.
- Choi, S. and Oh, C., (2018). "Identification of Regional Safety Performance using In-Vehicle Hazardous Driving Event Data in Public Transportation Systems," *The 98th Transportation Research Board (TRB) Annual Meeting*.
- Carney, C., McGehee, D. V., Lee, J. D., Reyes, M. L., and Raby, M. (2010), "Using an eventtriggered video intervention system to expand the supervised learning of newly licensedadolescent drivers." *American Journal of Public Health*, Vol. 100(6), pp. 1101-1106.
- Dingus, T.A., Klauer, S.G., Neale, V.L., Petersen, A., Lee, S.E., Sudweeks, J.D. and Perez, M.A. *et al.* (2006), *The 100-Car Naturalistic Driving Study, Phase II:*

- Results of the 100-Car Field Experiment*, Report No. DOT HS 810 593, National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation, DC.
- Deffenbacher, J.L., Oetting, E.R., and Lynch, R.S. (1994), “*Development of a driving anger scale*,” *Psychological Reports*, Vol. 74, pp. 83-91.
- Farah, H., Musicant, O., Shimshoni, Y., Toledo, T., Grimberg, E., Omer, H. and Lotan, T. (2013), “The first year of driving: Can an in-vehicle data recorder and parental involvement make it safer,” *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2327, pp. 26-33.
- Farmer, C.M. and Wells, J.K. (2010), “Effect of enhanced seat belt reminders on driver fatality risk,” *Journal of Safety Research*, Vol. 41, pp. 53-57.
- FMCSA (2013), *Onboard Safety Systems Effectiveness Evaluation*, Federal Motor Carrier Safety Administration, U.S. Department of Transportation, DC.
- FMCSA (2009), *Driver distraction in commercial vehicle operations*, Federal Motor Carrier Safety Administration, U.S. Department of Transportation, DC.
- FAA (2004), *Introduction to Safety Management Systems (SMA) for airport operators*, Federal Aviation Administration, U.S. Department of Transportation, D.C.
- Foss, B.D., and Goodwin, A.H. (2014), “Distracted driver behaviors and distracting conditions among adolescent drivers: Findings from a naturalistic driving study,” *Journal of Adolescent Health*. Vol. 54, No. 5, pp, S50–S60.
- Geller, E.S. (2001), *The Psychology of Safety Handbook*. FL: CRC Press.
- Guo, F., Klauer, S.G., McGill, M.T., and Dingus, T.A., (2010), *Evaluating the relationship between near-crashes and crashes: Can near-crashes serve as a surrogate safety metric for crashes?*, National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation, DC.
- Gordon, T., Green, P., Kostyniuk, L., Barnes, M., Blankespoor, A., Bogard, S., Blower, D., (2009), A multivariate analysis of crash and naturalistic event data in relation to highway factors using the GIS framework. In: *Proceedings of the 4th SHRP2 Safety Research Symposium*, Washington, DC.
- Gully, S.M., Whitney, D.J. and Vanosdall, F.E., (1995), “Prediction of police officers traffic accident involvement using behavioral observations,” *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 27, No. 3, pp. 355–362.
- Glendon, A.I., Dorn, L., Matthews, G., Gulian, E., Davies, D.R., and Debney, L.M., (1993), “Reliability of the driving behaviour inventory,” *Ergonomics*, Vol. 36, pp. 719-726.
- Hauer, E. (1999), *Safety in Geometric Design Standards*, White Paper.
- Hauer, E., Gårder, P. (1986), “Research into the validity of the traffic conflicts technique,” *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 18, No. 6, pp. 471–481.
- Hauer, E. and Gårder, P., (1986), “Research into the validity of the traffic conflicts technique,” *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 18, No. 6, pp. 471–481.
- Hydén, C. (1987), *The development of a method for traffic safety evaluation: The*

Swedish traffic conflicts technique, Department of Traffic Planning and Engineering, Lund University, Lund, Sweden.

Hydén, C. (1996), *Traffic conflicts technique: State-of-the-art*, In: Topp, H.H. (Ed.), *Traffic Safety Work with Video-processing*, University Kaiserslautern. Transportation Department, Green Series No. 43.

IVBSS (2011), “Integrated Vehicle-Based Safety Systems (IVBSS): Research Overview,” website: https://www.its.dot.gov/research_archives/ivbss/index.htm, Retrieved November 19, 2019.

Jensen, M., Wagner, J. and Alexander, K. (2011), “Analysis of in-vehicle driver behaviour data for improved safety,” *International Journal of Vehicle Safety*, Vol. 5, No. 3., pp. 197-212.

Ji, Q., Zhu, Z., and Lan, P. (2004), “Real-time nonintrusive monitoring and prediction of driver fatigue,” *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol. 53, No. 4, pp. 1052-1068.

Jun, J., Ogle, J. and Guensler, R. (2007), “Relationships between crash involvement and temporal-spatial driving behavior activity patterns: Use of data for vehicles with global positioning systems,” *Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board*, No. 2019, pp. 246-255.

Jovanis, P.P., Aguero-Valverde, J., Wu, K., and Shankar, V. (2011), “Naturalistic driving event data analysis: Omitted variable bias and multilevel modeling approaches,” *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2236, pp. 49–57.

Klauer, S.G., Guo, F., Simons-Morton, B.G., Ouimet, M.C., Lee, S.E. and Dingus, T.A. (2014), “Distracted driving and risk of road crashes among novice and experienced drivers,” *New England Journal of Medicine*, Vol. 370, No. 1, pp. 54-59.

Knipling, R.R., Hickman, J.S. and Bergoffen, G. (2003), *Effective commercial truck and bus safety management techniques: A synthesis of safety practice*. Transportation Research Board, DC..

Krause, T.R., Robin, J.L., and Knipling, R.R. (1999), *The Potential Application of Behavior-Based Safety in the Trucking Industry*, FHWAMC-99-071, Federal Highway Administration, U.S. Department of Transportation, DC.

Lajunen, T. and Summala, H. (1995), “Driving experience, personality, and skill and safety-motive dimensions in drivers’ self-assessments,” *Personality and Individual Differences*, Vol. 19, No. 3, pp. 307-318.

LeBlanc, D., Sayer, J., Winkler, C., Ervin, R., Bogard, S., Devonshire, J. and Mefford, M.L. et al. (2006), *Road Departure Crash Warning System Field Operational Test: Methodology and Results. Volume 1: Technical Report*, Report No.UMTRI-2006-9-1, National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation, DC.

Lehmann, G. (1996), “The Features of the Accident Data Recorder and Its Contribution to Road Safety,” *Proceeding of 15th International Technical Conference on Enhanced Safety of Vehicles*, Vol. 2, pp. 1565–1568.

- Lajunen, T., Parker, D., and Stradling, S. G., (1998), "Dimensions of driver anger, aggressive and highway code violations and their mediation by safety orientation in UK drivers," *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 1, No. 2, pp. 107-121.
- Musicant, O., Bar-gera, H. and Schechtman, E. (2010), "Electronic records of undesirable driving events," *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 13, No. 2, pp. 71-79.
- McGehee, D., Raby, M., Carney, C., Lee, J.D. and Reyes, M.L., (2007), "Extending parental mentoring using an event-triggered video intervention in rural teen drivers," *Journal of Safety Research*, Vol. 38, No. 2, pp. 215-227.
- Najm, W. and Smith, J.D., (2006), "Development of crash imminent test scenarios for integrated vehicle-based safety systems," National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation, DC.
- Nodine, E., Lam, A., Steven, S., Razo, M. and Najm, W. (2011), *Integrated Vehicle-Based Safety Systems (IVBSS) light vehicle field operational test independent evaluation*, DOT-HS-811-516, National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation, DC.
- Oppe, S. (1986), "Evaluation of traffic conflict techniques," *In Proceeding of the Workshop on Traffic Conflicts and Other Intermediate Measures in Safety Evaluation*, Budapest.
- Paefgen, J., Kehr, F., Zhai, Y. and Michahelles, F. (2012), "Driving behavior analysis with smartphones: Insights from a controlled field study," *Proceedings of the 11th International Conference on mobile and ubiquitous multimedia*, pp. 1-8.
- Paefgen, J., Staake, T. and Fleisch, E. (2014), "Multivariate exposure modeling of accident risk: Insights from pay-as-you-drive insurance data," *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 61, pp. 27-40.
- Parker, D., McDonald, L., Rabbitt, P. and Sutcliffe, P. (2000), "Elderly drivers and their accidents: The aging driver questionnaire," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 32, No. 6, pp. 751-759.
- Parker, D., Reason, J.T., Manstead, A.S.R. and Stradling, S.G. (1995), "Driving errors, driving violations and accident involvement," *Ergonomics*, Vol. 38, No. 5, pp. 1036-1048.
- Perez, M.A., Sudweeks, J.D., Sears, E., Antin, J., Lee, S., Hankey, J.M., and Dingus, T.A., (2017), "Performance of basic kinematic thresholds in the identification of crash and near-crash events within naturalistic driving data," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 103, pp. 10-19.
- Prato, C.G., Lotan, T. and Toledo, T. (2009), "Intrafamilial transmission of driving behavior: Evidence from in-vehicle data recorders," *Transportation Research Record*, No. 2138, pp. 54-65.
- Perkins, S.R., and Harris, J.L. (1967), *Traffic Conflict Characteristics: Accident Potential at Intersections*, General Motors Corporation, Warren, MI.
- Reason, J., Manstead, A., Stradling, S., Baxter, J. and Campbell, K. (1990), "Errors and

- violations on the roads: A real distinction?" *Ergonomics*, Vol. 33, No.10-11, p. 1315-1332.
- Rimmo, P.A., (2002), "Aberrant driving behavior: Homogeneity of a four-factor structure in samples differing in age and gender," *Ergonomics*, Vol. 45, No. 8, pp. 569-582.
- Risser, R. (1985), "Behavior in traffic conflict situations," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 17, No. 2, pp. 179-197.
- Saiprasert, C. and Pattara-Atikom, W. (2012), "Computation of driver safety rating using in-vehicle data recorder: Case study of bangkok public transportation," *Proceedings of 15th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*, pp.1121–1126.
- Saunier, N. and Sayed, T. (2008), "A probabilistic framework for the automated analysis of the exposure to road collision," *Transportation Research Record*, No. 2019, pp. 96-104.
- Sayed, T. and Zein, S. (1999), "Traffic conflict standards for intersections," *Transportation Planning and Technology*, Vol. 22, pp. 309-323.
- Simsek, B., Pakdil, F., Dengiz, B. and Testik, M.C. (2013), "Driver performance appraisal using GPS terminal measurements: A conceptual framework," *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 26, pp. 49-60.
- SHRP2 (2012), InSight Data Access Website: SHRP2 Naturalistic Driving Study, website: <https://insight.shrp2nds.us/login/auth>, Retrieved November 19, 2019.
- SHRP2 (2015), SHRP 2 Safety—NDS Data Making a Significant Improvement in Highway Safety, European Naturalistic Driving Study Consortium Meeting.
- Stipancic, J., Miranda-Moreno, L. and Saunier, N. (2018), "Vehicle manoeuvres as surrogate safety measures: Extracting data from the GPS-enabled smartphones of regular drivers," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 115, pp. 160-169.
- Sullman, M.J.M. and Baas, P.H. (2004), "Mobile phone use amongst New Zealand drivers," *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, Vol. 7, No. 2, pp. 95-105.
- Svensson, Å. (1998), *A method for analyzing the traffic process in a safety perspective*, Bulletin 166, Department of Traffic Planning and Engineering, Lund University, Lund, Sweden.
- Stolzer, A. J., (2008), *Safety Management Systems in Aviation*. Routledge.
- Shankar, V., Jovanis, P.P., Aguero, J., and Gross, F. (2008), "Analysis of naturalistic driving data: A prospective view on methodological paradigms," *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2061, pp. 1–8.
- Taubman-Ben-Ari, O., Mikulincer, M. and Gillath, O. (2004), "The multidimensional driving style inventory - Scale construct and validation," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 36, No. 3, pp. 323- 332.

- Taya, R., Rifaata, S.M. and Chin, H.C. (2008), "A logistic model of the effects of roadway, environmental, vehicle, crash and driver characteristics on hit-and-run crashes," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 40, pp. 1330-1336.
- Toledo, T. and Lotan, T. (2006), "In-vehicle data recorder for evaluation of driving behavior and safety," *Transportation Research Record*, No. 1953, pp. 112-119.
- Toledo, T., Musicant, O. and Lotan, T. (2008), "In-vehicle data recorders for monitoring and feedback on drivers' behavior," *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 16, pp. 320-331.
- Toledo G. and Shiftan, Y. (2016), "Can feedback from in-vehicle data recorders improve driver behavior and reduce fuel consumption," *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 94, pp. 194-204.
- Treat, J.R., Tumbas, N.S., McDonald, S.T., Shinar, D., Hume, R. D., Mayer, R.E., Stansifer R.L., and Castellan, N.J. (1979), "Tri-level study of the causes of traffic accidents, DOT-HS-805-099, National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation, DC.
- Tarko, A.P., Davis, G, Saunier, N., Sayed, T. and Washington, S. (2009), *Surrogate Measures of Safety*, White Paper.
- Topp, H.H. (1998), *Traffic Safety Work with Video-Processing*, University Kaiserslautern, Transportation Department, Green Series No. 43, Kaiserslautern, Germany.
- UMTRI (2014), Integrated Vehicle-Based Safety Systems (IVBSS), website: <http://www.its.dot.gov/ivbss/>, Retrieved November 19, 2019.
- VanArem, B. and DeVos, A.P. (1997), *The effect of a special lane for intelligent vehicles on traffic flows*, TNO-INRO Report 1997-02a, Delft, The Netherlands.
- Várhelyi, A. (1996), *Dynamic speed adaptation based on information technology - A theoretical background*, Bulletin 142. Department of Traffic Planning and Engineering, Lund University, Lund, Sweden.
- Vogel, K., (2003), *Modeling Driver Behavior—A Control Theory Based Approach*. Institute of Technology, University of Linköping, Linköping Studies in Science and Technology, Sweden.
- Westerman, S.J. and Haigney, D. (2000), "Individual differences in driver stress, error and violation," *Personality and Individual Differences*, Vol. 29, No. 5, pp. 981-998.
- Williams, M.J. (1981), "Validity of the traffic conflicts technique," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 13, No. 2, pp. 133–135.
- Wouters, P.I.J. and Bos. J.M.J. (1997), *The impact of driving monitoring with vehicle data recorders on accident occurrence: Methodology and results of a field trial in Belgium and the Netherlands*, Report R-97-8. SWOV, Institute for Road Safety Research, Leidschendam, Netherlands.
- Wouters, P.I.J. and Bos, J.M.J (2000), "Traffic accident reduction by monitoring driver behaviour with in-car data recorders," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 32,

pp. 643-650.

Wu, K. and Jovanis, P.P. (2012), "The relationship between crashes and crash-surrogate events in naturalistic driving data," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 45, pp. 507-516.

Wu, K. and Jovanis, P.P. (2013a), "Defining, screening, and validating crash surrogate events using naturalistic driving data," *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 61, pp. 10-22.

Wu, K. and Jovanis, P.P., (2013b), "Screening and analysis of naturalistic driving data," *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2386, pp. 137-146.

Wu, K., and Jovanis, P.P. (2016), "Cohort-based analysis structure for modeling driver behavior using an in-vehicle data recorder," *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, No. 2601, pp. 24-32.

工研院資訊與通訊研究所 (2015)，駕駛行為感知技術與行車風險管理系統。

日本志群 (2019)，安全駕駛·環保行車[安道君]，網站：http://www.shigun.co.jp/gb/ando_results.html，擷取日期：2019 年 11 月 19 日。

日本志群 (2019)，開發和銷售專業行車記錄儀/汽車設備介紹，網站：<http://www.datatec.co.jp/>，擷取日期：2019 年 11 月 19 日。

尹維龍 (2005)，應用駕駛行為量表探討偏差駕駛行為與事故傾向關係之研究，國立交通大學運輸科技與管理學系碩士論文。

交通部中央氣象局 (2019)，2018 年每日雨量，網站：<https://www.cwb.gov.tw/V8/C/D/DailyPrecipitation.html>，擷取日期：2019 年 11 月 19 日。

曹瑋晉 (2011)，工作特性與侵略性駕駛行為的關連性，國立交通大學運輸科技與管理學系碩士論文。

吳秉勳 (2015)，探討在駕車時對抗疲勞之腦電波及腦血氧特徵，國立交通大學電控工程研究所碩士論文。

許峻嘉、董基良、馮君平、林志勇、張開國、陳一昌、葉祖宏、喻世祥 (2011)，都會區安全駕駛行為與節能策略之研究，交通部運輸研究所。

許峻嘉、董基良、林志勇、胡光復、莊凱翔、張開國、葉祖宏、喻世祥 (2014)，大客車節能與安全駕駛行為特性研究，交通部運輸研究所。

附錄一 危險事件類別與偵測設備總表

駕駛行為類別	危險事件	行為指標	偵測設備	文獻
速度管理	超速(高速)	速度、速限	GPS、速度計、加速度計	Jun <i>et al.</i> (2007) 道路交通管理處罰條例第 40 條
速度管理	急加/減速	加減速、急剎車	GPS、加速度計	Stipancic <i>et al.</i> (2018) Bagdadi. (2013)
速度管理	減速不當	上下匝道之速度	GPS、加速度計	道路交通管理處罰條例第 33 條
速度管理	放空檔滑行	放空檔滑行	速度計、檔位	道路交通安全規則第 107 條 道路交通管理處罰條例第 51 條
行向改變	不當轉向	未/晚打方向燈轉彎	OBD2	道路交通管理處罰條例第 48 條
行向改變	不當轉向	未變換於外(內)側車道即右(左)轉	OBD2、車外影像	道路交通管理處罰條例第 48 條
行向改變	不當轉向	急轉彎	OBD2、GPS	Tay <i>et al.</i> (2008) 工研院資訊與通訊研究所 道路交通管理處罰條例第 48 條
行向改變	不當轉向	於直行車道左右轉	車外影像	道路交通管理處罰條例第 48 條
行向改變	不當轉向	轉彎至行穿線未禮讓行人優先通行	車外影像	道路交通管理處罰條例第 48 條
行向改變	不當轉向	未禮讓直行車輛	車外影像	道路交通管理處罰條例第 48 條
行向改變	不當變換車道	未/晚打方向燈變換車道	OBD2、車外影像	Guo <i>et al.</i> (2010) 道路交通管理處罰條例

駕駛行為類別	危險事件	行為指標	偵測設備	文獻
			像	例第 48 條
行向改變	任意變換車道	變換車道過快	車外影像	道路交通管理處罰條例第 48 條
侵略性駕駛	與他車距離過近(逼車)	跟車距離	雷達、車外影像	Guo <i>et al.</i> (2010) 道路交通管理處罰條例第 33 條
侵略性駕駛	不當使用大燈或遠光燈	閃大燈、遠光燈照前車後視鏡	OBD2、車外影像	道路交通安全規則第 101 條
侵略性駕駛	逆向行駛	逆向行駛	車外影像	曹瑋晉(2011) 道路交通管理處罰條例第 45 條
侵略性駕駛	不當超車	違規超車爭(搶)道行駛	車外影像	曹瑋晉(2011) 道路交通管理處罰條例第 47 條
侵略性駕駛	不當穿越行人穿越道	搶越行人穿越道	車外影像	曹瑋晉(2011) 道路交通安全規則第 103 條 道路交通管理處罰條例第 44 條、第 48 條
道路忿怒	不停按喇叭	頻繁之喇叭使用	OBD2	道路交通安全規則第 92 條 道路交通管理處罰條例第 41 條
交通違規	違反標誌標線	違規停車	車外影像	道路交通管理處罰條例第 56 條
交通違規	違反標誌標線	行駛禁行車道	車外影像	道路交通管理處罰條例第 56 條
交通違規	違反號誌	闖紅燈、紅燈右轉	車外影像	道路交通管理處罰條例第 48 條、第 53 條
交通違規	酒(藥)駕駛(DUI)	酒測超標	酒測器	刑法第 185 條之 3 道路交通安全規則第 114 條 道路交通管理處罰條例第 35 條

駕駛行為類別	危險事件	行為指標	偵測設備	文獻
交通違規	酒(藥)駕駛(DUI)	服用不當藥物(如服用感冒藥造成的精神狀況不佳)	車內影像	道路交通安全規則第126條 道路交通管理處罰條例第35條
交通違規	酒(藥)駕駛(DUI)	行駛軌跡	GPS	道路交通管理處罰條例第86條
交通違規	不當使用大燈	未開大燈	OBD2	道路交通管理處罰條例第42條
交通違規	未使用安全帶	未繫安全帶	安全帶提醒器	Farmer & Wells (2010) 道路交通管理處罰條例第31條
駕駛疲勞	眼睛閉合時間過長	眼睛閉合程度	車內影像	Ji <i>et al.</i> (2004)
駕駛疲勞	行駛時間過長	駕駛時數	車內影像、OBD2	Stipancic <i>et al.</i> (2018) 道路交通管理處罰條例第34條
駕駛疲勞	呵欠、頭部擺頻繁	呵欠、低頭頻率	車內影像	Ji <i>et al.</i> (2004)
駕駛分心	注意力不集中、恍神	眼動、瞳孔	眼動儀	Anh Son <i>et al.</i> (2018)
駕駛分心	注意力不集中、恍神	腦波	腦波儀	吳秉勳.(2015)
駕駛分心	注意力不集中、恍神	車內行為(如與乘客聊天、使用車內娛樂設備等)	車內影像	道路交通管理處罰條例第31條
駕駛分心	注意力分配不當	眼動	眼動儀	Anh Son <i>et al.</i> (2018)
駕駛分心	車道偏移	車道偏移	車外影像	Guo <i>et al.</i> (2010) 財團法人車輛研究測試中心
其他	與他車距離過近	他車切入	雷達、車外影像	道路交通管理處罰條例第33條
其他	與前車距離過	前車剎停	車外影	道路交通管理處罰條例

駕駛行為類別	危險事件	行為指標	偵測設備	文獻
	近		像	例第 33 條
其他	視覺差	匝道標線誤判	車外影像	道路交通管理處罰條例第 33 條
其他	行駛不當車道	四線道行駛外二道	車外影像	道路交通管理處罰條例第 33 條
其他	剎車	剎車使用順序不當 (如放氣、電磁剎車)	車內影像	道路交通管理處罰條例第 19 條
其他	臨時停靠	停靠站離路緣過遠	車外影像	道路交通管理處罰條例第 55 條
其他	車門未確實開關	關閉車門未注意車外狀況	車外影像	道路交通管理處罰條例第 56-1 條
其他	倒車不當	倒車時未注意後照鏡	車外影像	道路交通管理處罰條例第 50 條

附錄二 業者車載設備安裝狀況調查表

先進您好：

本中心(國立交通大學運輸研究中心)接受交通部運輸研究所委託，進行「駕駛行為分析工具開發及行為特性探討」計畫研究。本問卷之目的為調查目前國內客運、貨運業者使用及導入車載資通訊系統之應用情況，並了解業者對於車機系統需求、未來希望發展及應用之方向。您的寶貴意見將納入本研究擬本土化駕駛行為分析工具及未來相關政策之重要參考依據。

【問卷內容僅作研究分析參考，不對外公開，且報告書內將會以綜合整理方式呈現，敬請放心填寫，並感謝您的協助。】

敬祝 身體健康 旅途平安

交通部運輸研究所

國立交通大學運輸研究中心 敬上

問題一：

1. 請問貴公司是否有裝設「OBD2」？
☐ 有裝設 ☐ 無裝設(可跳至問題二)
2. 請問裝設的考量因素為何？(可複選)
☐ 政府有補助 ☐ 駕駛員安全管理 ☐ 油耗管理 ☐ 車輛維修管理
☐ 路線及班表管理 ☐ 處理客訴之依據 ☐ 其他(如_____)
3. 貴公司裝設之 OBD2 設備能輸出之資料欄位有哪些？
☐ 車輛速度 ☐ 引擎轉速 ☐ 胎壓 ☐ 電池電量
☐ 行駛軌跡 ☐ 油耗資料 ☐ 剎車訊號 ☐ 方向燈訊號
☐ 大燈訊號 ☐ 按鳴喇叭訊號 ☐ 里程統計 ☐ 怠速狀況
☐ 不清楚 ☐ 其他(如_____)

問題二：

4. 請問貴公司是否有裝設「GPS」？

☐ 有裝設 ☐ 無裝設(可跳至問題三)

5. 請問裝設的考量因素為何?(可複選)

☐ 政府有補助 ☐ 駕駛員安全管理 ☐ 油耗管理 ☐ 車輛維修管理

☐ 路線及班表管理 ☐ 處理客訴之依據 ☐ 其他(如_____)

6. 貴公司裝設之 GPS 設備能輸出之資料欄位有哪些?

☐ 車輛速度 ☐ 車輛經緯度 ☐ 油耗資料 ☐ 行駛軌跡

☐ 剎車資料 ☐ 怠速狀況 ☐ 不清楚 ☐ 其他(如_____)

問題三：

7. 請問貴公司是否有裝設「ADAS」(如 Mobileye)?

☐ 有裝設 ☐ 無裝設(可跳至問題四)

8. 請問裝設的考量因素為何?(可複選)

☐ 政府有補助 ☐ 駕駛員安全管理

☐ 處理客訴之依據 ☐ 其他(如_____)

9. 貴公司裝設之雷達設備能輸出之資料欄位有哪些?

☐ 車輛速度 ☐ 與前車距離 ☐ 與前方車輛之碰撞時間(TTC)

☐ 車道偏移 ☐ 盲點偵測 ☐ 不清楚

☐ 其他(如_____)

問題四：

10. 請問貴公司是否有裝設「G-Sensor」?

☐ 有裝設 ☐ 無裝設(可跳至問題五)

11. 請問裝設的考量因素為何?(可複選)

☐ 政府有補助 ☐ 駕駛員安全管理

☐ 處理客訴之依據 ☐ 其他(如_____)

12. 貴公司裝設之 G-Sensor 設備能輸出之資料欄位有哪些?

☐ 車輛速度 ☐ 縱向加速度 ☐ 橫向加速度 ☐ 橫擺角速度

☐ 角加速度 ☐ 車頭與車道中心夾角 ☐ 不清楚 ☐ 其他(如_____)

問題五：

13. 請問貴公司是否有裝設「數位影像紀錄器」？

☐有裝設 ☐無裝設(可跳至問題六)

14. 請問裝設的考量因素為何？(可複選)

☐政府有補助 ☐駕駛員安全管理 ☐油耗管理 ☐車輛維修管理

☐路線及班表管理 ☐處理客訴之依據 ☐其他(如_____)

15. 貴公司裝設之數位影像紀錄器設備能輸出之資料欄位有哪些？

☐車輛前方影像 ☐車輛後方影像 ☐車輛左方影像 ☐車輛右方影像

☐車輛內部影像(拍攝駕駛) ☐車輛內部影像(拍攝乘客) ☐不清楚

☐其他(如_____)

問題六：

16. 運用哪些異常事件或指標來對駕駛行為進行管理？

☐事件數 ☐超速件數 ☐違規件數 ☐出險件數 ☐車機偵測事件數

☐投訴件數 ☐急加急減 ☐溫度 ☐準點率

☐其他(如_____)

問題七：

17. 未來貴公司是否有意願裝設車載資通訊系統？

☐有意願 ☐暫無意願

18. 貴公司預計裝設之設備為何者？

☐OBD2 ☐GPS 系統 ☐雷達 ☐G-Sensor

☐車道偏移警示系統 ☐車前防碰撞系統 ☐盲點偵測系統

☐數位影像紀錄器 ☐其他(如_____)

19. 貴公司目前對於車載資訊系統未來應用的期待：

問題八：

【以下貴公司的基本資料本研究僅當作研究分析參考，絕不會對外公開，且放入報告書內將會以綜合整理方式呈現，敬請放心填寫，並感謝您的協助。】

- 業者別： ☐客運 ☐貨運
- 是否有車輛監控管理系統？ ☐有 ☐無
- 裝載車機設備已經有____年

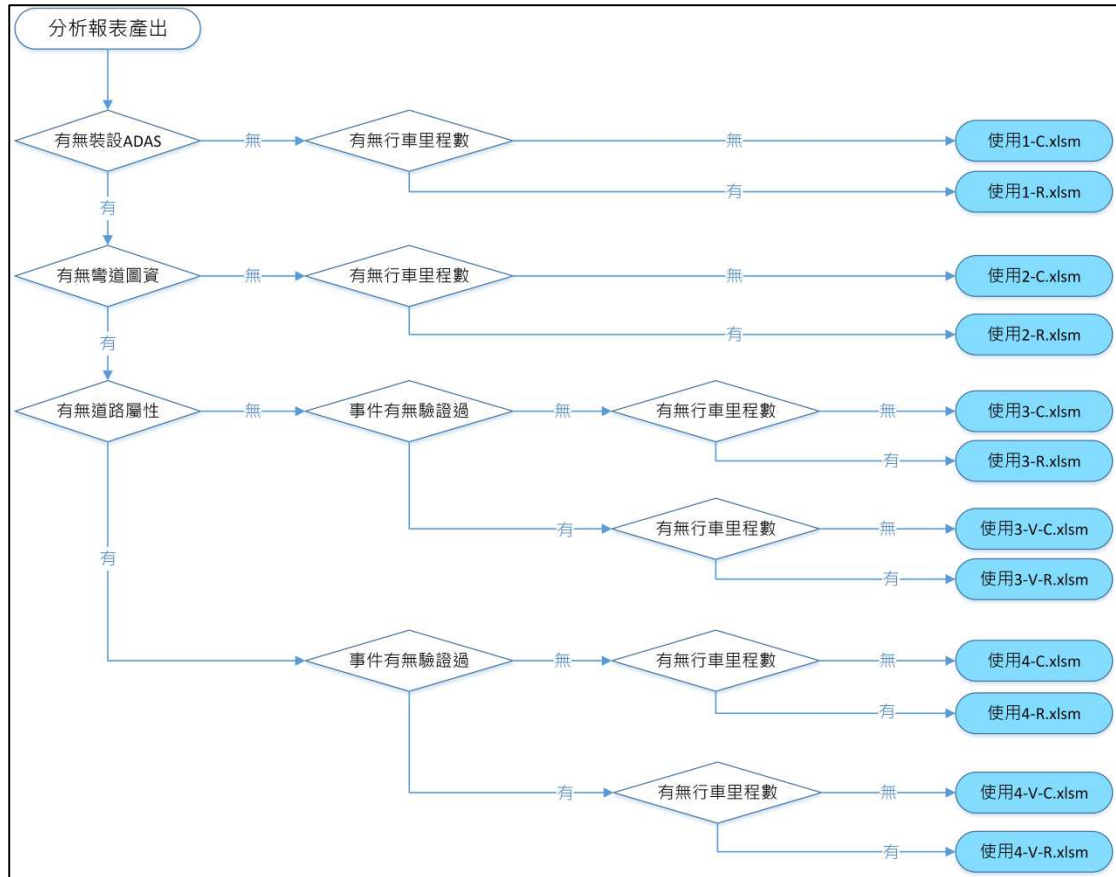
使用車種：			
總車輛數：	_____輛	_____輛	_____輛
裝載設備：			
OBD2	☐ 有，_____輛	☐ 有，_____輛	☐ 有，_____輛
GPS系統	☐ 有，_____輛	☐ 有，_____輛	☐ 有，_____輛
ADAS	☐ 有，_____輛	☐ 有，_____輛	☐ 有，_____輛
G-Sensor	☐ 有，_____輛	☐ 有，_____輛	☐ 有，_____輛
數位影像紀錄器	☐ 有，_____輛	☐ 有，_____輛	☐ 有，_____輛
車道偏移警示系統	☐ 有，_____輛	☐ 有，_____輛	☐ 有，_____輛
盲點偵測系統	☐ 有，_____輛	☐ 有，_____輛	☐ 有，_____輛
車前防碰撞系統	☐ 有，_____輛	☐ 有，_____輛	☐ 有，_____輛

~感謝您耐心填寫，煩請將此問卷傳真至國立交通大學運輸研究中心03-5720844

謝謝~

附錄三 駕駛行為報表分析工具操作手冊

本操作手冊提供各等級報表分析工具之步驟化操作程序說明。在進行資料分析前，應先透過附錄圖 3.1 確認設備等級為何，並選擇相對應的報表分析工具。



附錄圖 3.1 選擇報表分析工具流程圖

(1) 1-C.xlsm 與 1-R.xlsm

步驟 1

於「事件資料表」工作表輸入駕駛員編號、趟次代碼、車牌、行駛路線、旅次方向、OVS1(超速次數)等欄位，而 1-R.xlsm 則須多輸入 exposure 欄位(曝光量，單位：公尺)。

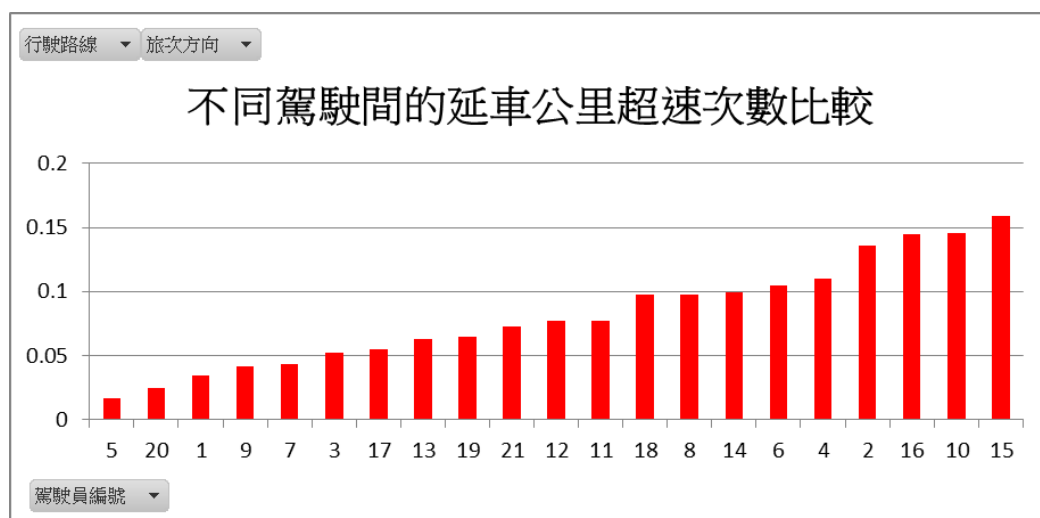
步驟 2

移到「比較所有駕駛」工作表，點擊「重新整理圖表」按鈕。



步驟 3

得到圖表，且將依照次數由少至多排列。左上方選單可選擇特定路線或全部、特定旅次方向或全部等條件來進行比較，左下方選單則可挑出特定幾名駕駛或所有駕駛來進行比較。



步驟 4

移到「比較特定駕駛」工作表，於左上方的表格選擇欲分析之駕駛員編號，即可得到該名駕駛的排名與排名百分比。另外，也可選擇該駕駛於特定路線或全部、特定旅次方向或全部等條件來進行比較。

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	駕駛員編號	11						
2	行駛路線	(全部)						
3	旅次方向	(全部)						
4								
5	延車公里超速數	排名	排名百分比					
6	0.07731429	12	55%					
7								

該名駕駛之延車公里超速次數、表現排名，以及駕駛行為位於全體的前幾%

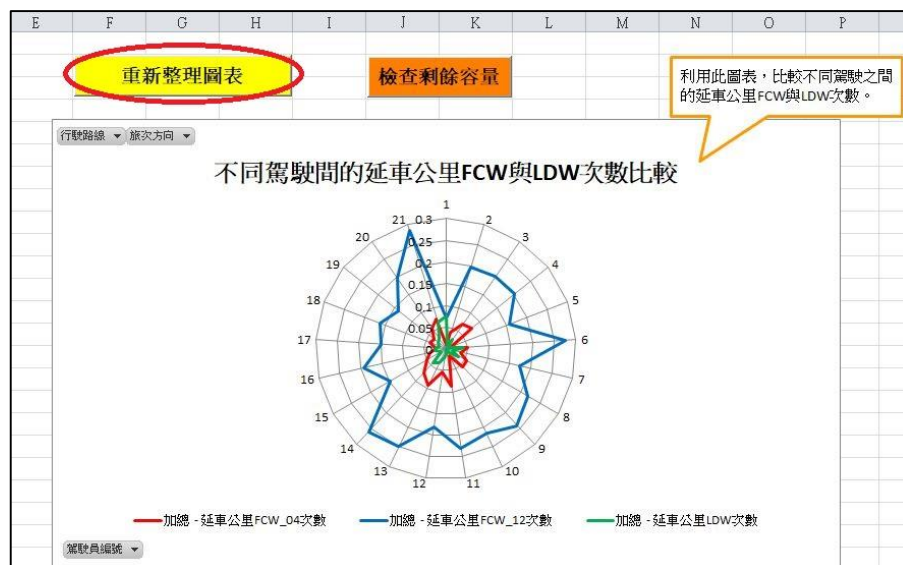
(2) 2-C.xlsm 與 2-R.xlsm

步驟 1

於「事件資料表」工作表輸入駕駛員編號、趟次代碼、車牌、行駛路線、旅次方向、FCW12、FCW04、LDW 與 OVS1 等欄位，而 2-R.xlsm 則須多輸入 exposure 欄位(曝光量，單位：公尺)。

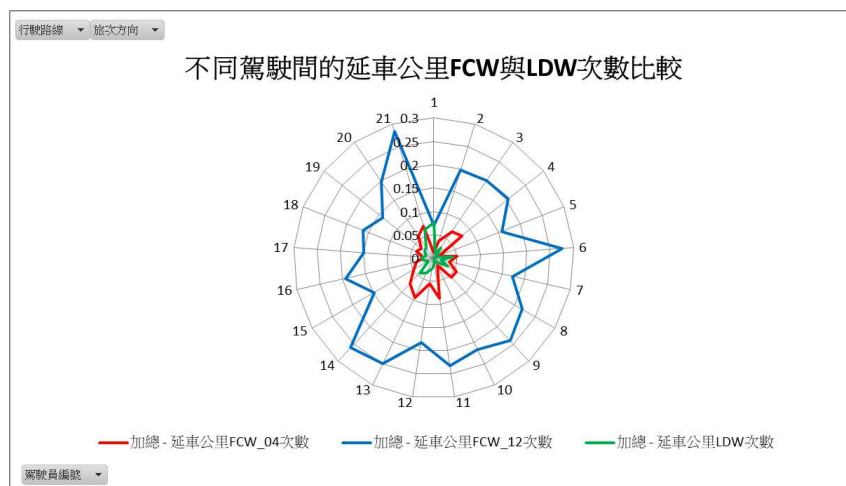
步驟 2

移到「比較多位駕駛」工作表，點擊「重新整理圖表」按鈕。



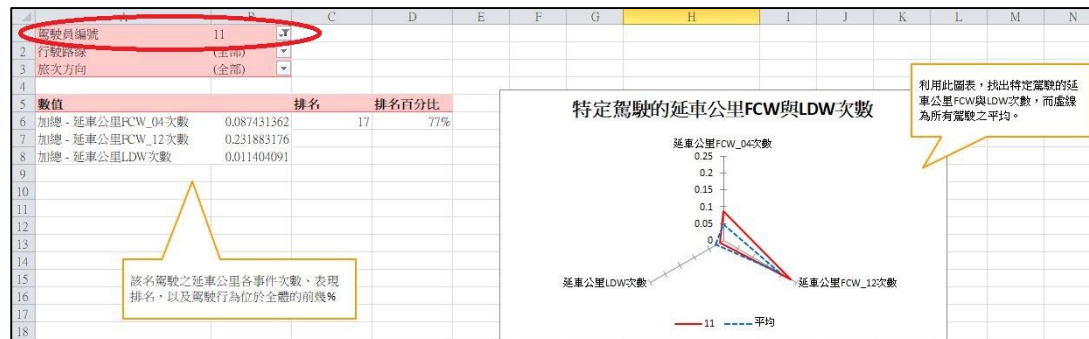
步驟 3

得到不同駕駛間比較之圖表。左上方選單可選擇特定路線或全部、特定旅次方向或全部等條件來進行比較，左下方選單則可挑出特定幾名駕駛或所有駕駛來進行比較。



步驟 4

移到「比較特定駕駛」工作表，於左上方的表格選擇欲分析之駕駛員編號。另外，也可選擇該駕駛於特定路線或全部、特定旅次方向或全部等條件來進行比較。



步驟 5

得到該名駕駛(延車公里)FCW 與 LDW 次數和所有駕駛平均表現之圖表，以及該名駕駛的排名與排名百分比。

步驟 6

另外，移到「依排名輸出」工作表則可得到依照排名，由高至低(事件數由少至多)排列的結果報表。

	A	B	C	D	E
1	行駛路線	(全部)			
2	旅次方向	(全部)			
3					
4	駕駛員編號	加總 - 延車公里FCW_04次數	加總 - 延車公里FCW_12次數	加總 - 延車公里LDW次數	延車公里總事件數
5	1	0.01109701	0.070617337	0.075661432	0.15737578
6	5	0.011568294	0.156171974	0.007712196	0.175452465
7	17	0.021589059	0.149634512	0.02456686	0.195790431
8	19	0.03387612	0.139738994	0.023525083	0.197140197
9	15	0.050097162	0.146336447	0.012524291	0.2089579
10	18	0.039052531	0.162260514	0.016501069	0.217814114
11	7	0.034799546	0.173521025	0.016208008	0.224528579
12	10	0.017730779	0.216315509	0.001773078	0.235819366
13	2	0.03895548	0.197242938	0.010355254	0.246553673
14	16	0.037888528	0.193790505	0.021739319	0.253418353

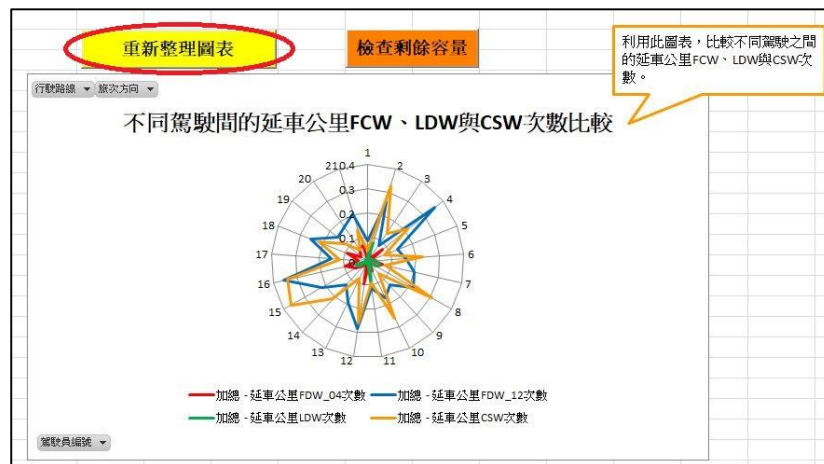
(3) 3-C.xlsm、3-R.xlsm、3-V-C.xlsm 與 3-V-R.xlsm

步驟 1

於「事件資料表」工作表輸入駕駛員編號、趟次代碼、車牌、行駛路線、旅次方向、FCW12、FCW04、LDW、CSW 與 OVS1 等欄位，而 3-R.xlsm 與 3-V-R.xlsm 則須多輸入 exposure 欄位(曝光量，單位：公尺)。

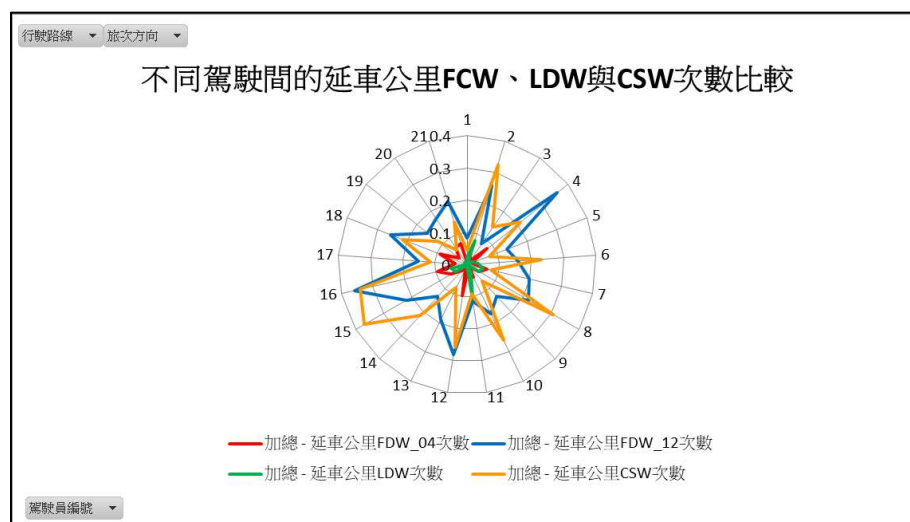
步驟 2

移到「比較多位駕駛」工作表，點擊「重新整理圖表」按鈕。



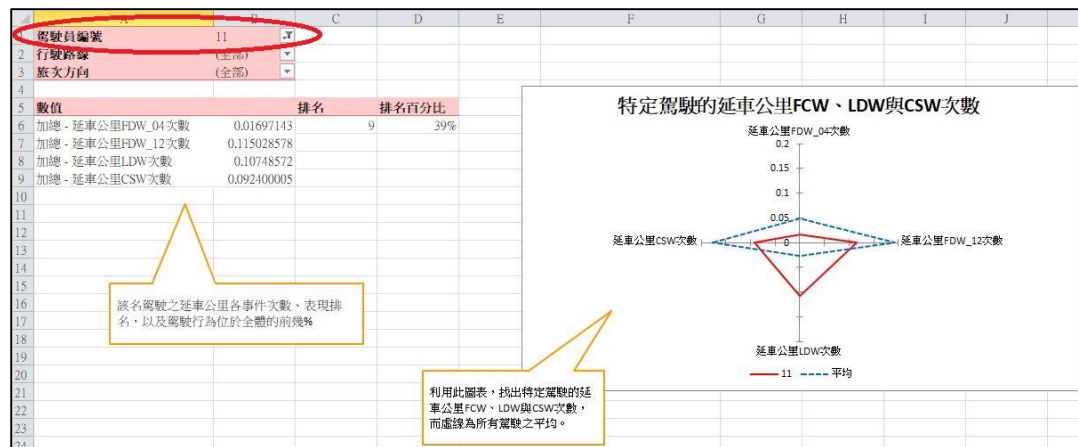
步驟 3

得到不同駕駛間比較之圖表。左上方選單可選擇特定路線或全部、特定旅次方向或全部等條件來進行比較，左下方選單則可挑出特定幾名駕駛或所有駕駛來進行比較。



步驟 4

移到「比較特定駕駛」工作表，於左上方的表格選擇欲分析之駕駛員編號。另外，也可選擇該駕駛於特定路線或全部、特定旅次方向或全部等條件來進行比較。



步驟 5

得到該名駕駛(延車公里)FCW、LDW 與 CSW 次數和所有駕駛平均表現之圖表，以及該名駕駛的排名與排名百分比。

步驟 6

另外，移到「依排名輸出」工作表則可得到依照排名，由高至低(事件數由少至多)排列的結果報表。

	A	B	C	D	E	F
1	行駛路線	(全部)				
2	旅次方向	(全部)				
3						
4	駕駛員編號	加總 - 延車公里FOW_04次數	加總 - 延車公里FOW_12次數	加總 - 延車公里LDW次數	加總 - 延車公里CSW次數	延車公里總事件數
5	1	0.008516767	0.083275057	0.024603994	0.044476451	0.160872268
6	9	0.009075426	0.133862531	0	0.07033455	0.213272508
7	3	0.012675573	0.079856107	0.001267557	0.140696855	0.234498092
8	5	0.014963256	0.132798896	0.022444884	0.072945872	0.243152908
9	13	0.011477608	0.189380534	0.007651739	0.078430322	0.286940204
10	20	0.063712714	0.172153039	0.009653441	0.055346398	0.300865592
11	17	0.037038661	0.151934099	0.000755891	0.114895438	0.304624089
12	19	0.032493777	0.157288682	0.00894756	0.116789201	0.315519213
13	11	0.01697143	0.115028578	0.10748572	0.092400005	0.331885733
14	14	0.026307136	0.13341476	0.006576784	0.214215249	0.380513929
15	7	0.06254334	0.198550285	0.049637571	0.076938236	0.387669432
16	21	0.067370498	0.204653776	0.004448995	0.13855442	0.415027689
17	6	0.024585893	0.157917083	0.034042006	0.229783539	0.446328521
18	10	0.043480562	0.170141331	0.028356888	0.260883374	0.502862155
19	18	0.089902876	0.254247625	0.006298928	0.215881429	0.566330857

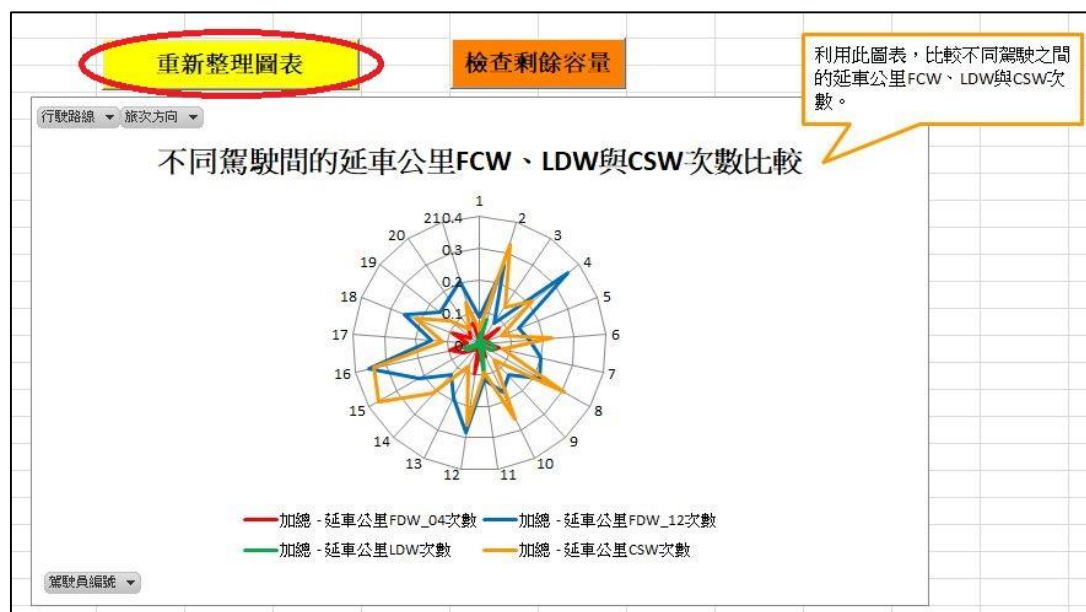
(4) 4-C.xlsm、4-R.xlsm、4-V-C.xlsm 與 4-V-R.xlsm

步驟 1

於「事件資料表」工作表輸入道路類型、路段種類、沿線狀況_爬坡、沿線狀況_轉彎、駕駛員編號、趟次代碼、車牌、行駛路線、旅次方向、FCW12、FCW04、LDW、CSW 與 OVS1 等欄位，而 4-R.xlsm 與 4-V-R.xlsm 則須多輸入 exposure 欄位(曝光量，單位：公尺)。

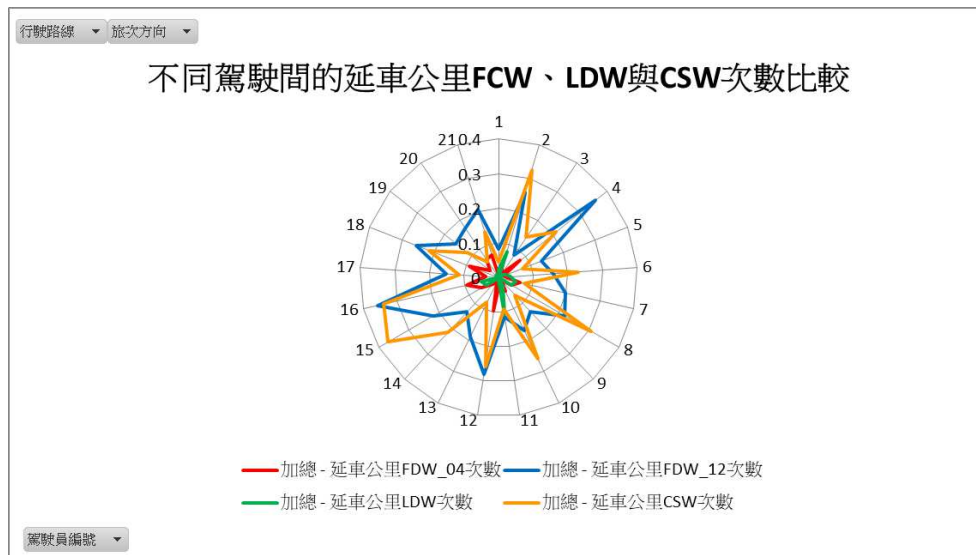
步驟 2

移到「比較多位駕駛」工作表，點擊「重新整理圖表」按鈕。



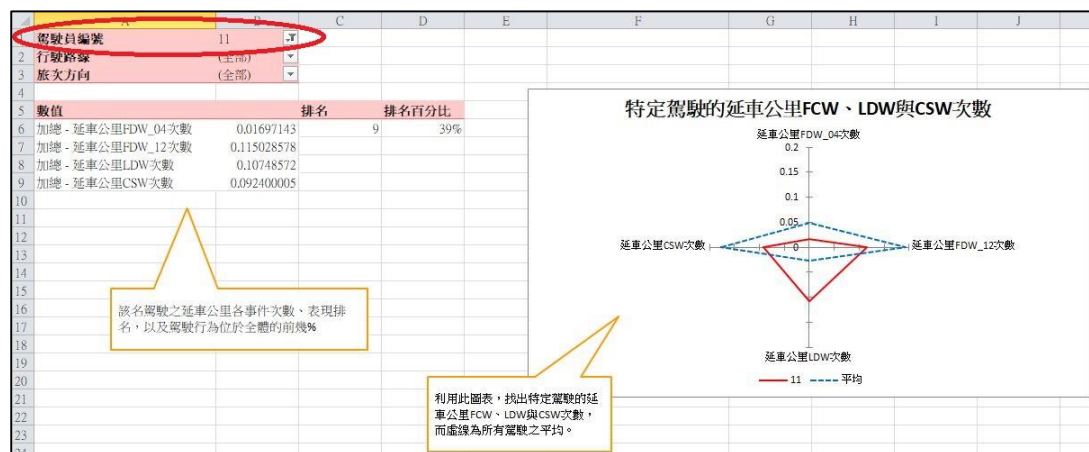
步驟 3

得到不同駕駛間比較之圖表。左上方選單可選擇特定路線或全部、特定旅次方向或全部等條件來進行比較，左下方選單則可挑出特定幾名駕駛或所有駕駛來進行比較。



步驟 4

移到「比較特定駕駛」工作表，於左上方的表格選擇欲分析之駕駛員編號。另外，也可選擇該駕駛於特定路線或全部、特定旅次方向或全部等條件來進行比較。



步驟 5

得到該名駕駛(延車公里)FCW、LDW 與 CSW 次數和所有駕駛平均表現之圖表，以及該名駕駛的排名與排名百分比。

步驟 6

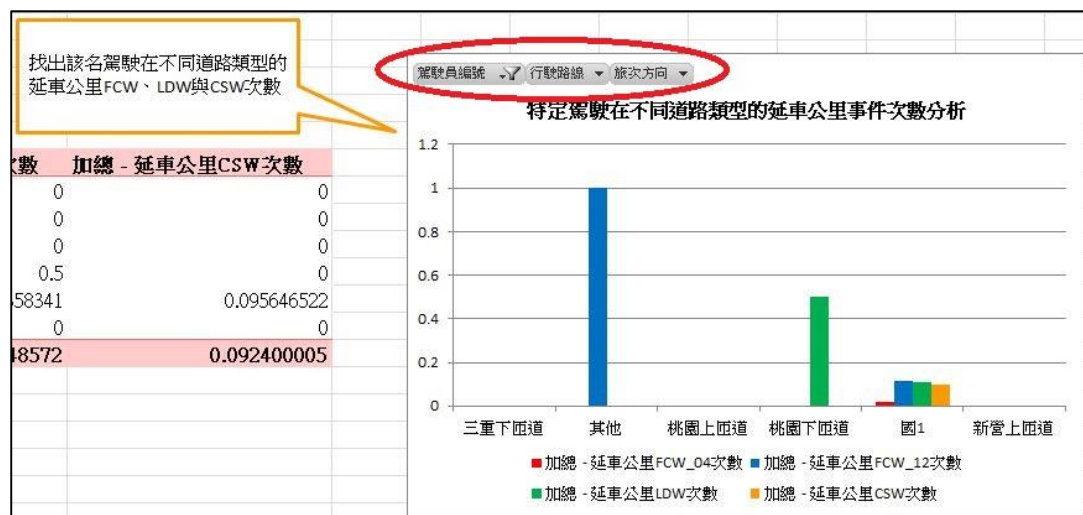
另外，移到「依排名輸出」工作表則可得到依照排名，由高至低(事件數由少至多)

排列的結果報表。

	A	B	C	D	E	F
1	行駛路線	(全部)				
2	旅次方向	(全部)				
3						
4	駕駛員編號	加總 - 延車公里FDW_04次數	加總 - 延車公里FDW_12次數	加總 - 延車公里LDW次數	加總 - 延車公里CSW次數	延車公里總事件數
5	1	0.008516767	0.083275057	0.024603994	0.044476451	0.160872268
6	9	0.009075426	0.133862531	0	0.07033455	0.213272508
7	3	0.012675573	0.079856107	0.001267557	0.140698855	0.234498092
8	5	0.014963256	0.132798896	0.022444884	0.072945872	0.243152908
9	13	0.011477608	0.189380534	0.007651739	0.078430322	0.286940204
10	20	0.063712714	0.172153039	0.009653441	0.055346398	0.300865592
11	17	0.037038661	0.151934099	0.000755891	0.114895438	0.304624089
12	19	0.03249377	0.157286682	0.00894756	0.116789201	0.315519213
13	11	0.01697143	0.115028578	0.10748572	0.092400005	0.331885733
14	14	0.026307136	0.13341476	0.006576784	0.214215249	0.380513929
15	7	0.06254334	0.198550285	0.049637571	0.076938236	0.387669432
16	21	0.067370498	0.204653776	0.004448995	0.13855442	0.415027689
17	6	0.024585893	0.157917083	0.034042006	0.229783539	0.446328521
18	10	0.043480562	0.170141331	0.028356888	0.260883374	0.502862155
19	18	0.089902876	0.254247625	0.006298928	0.215881429	0.566330857

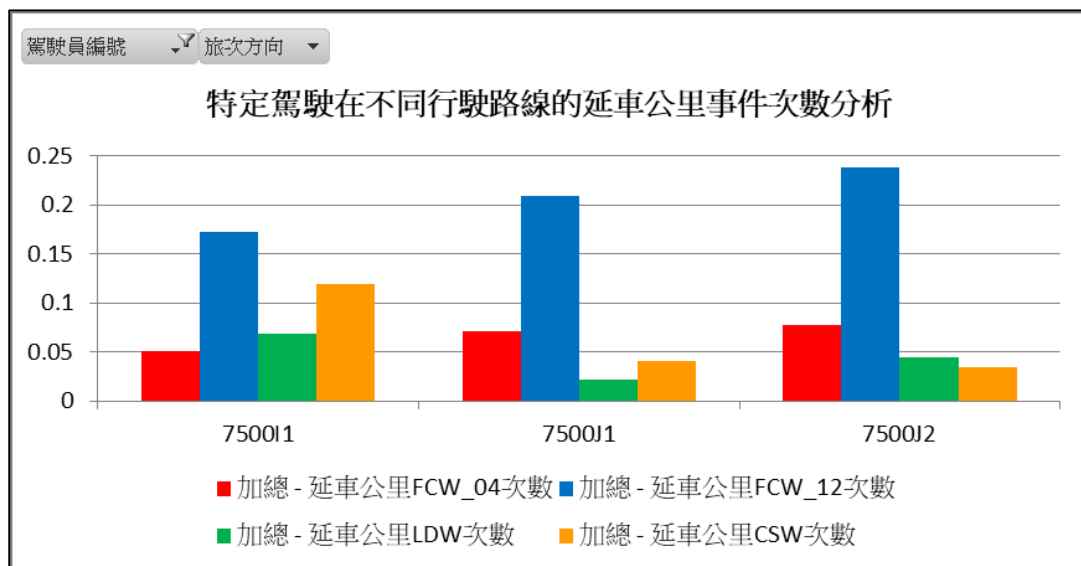
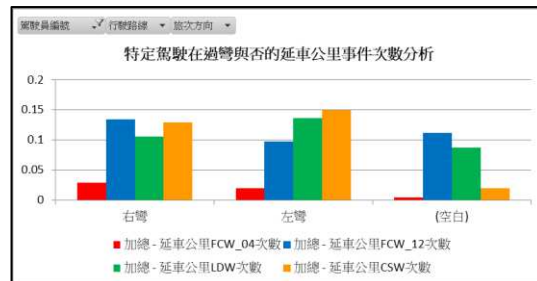
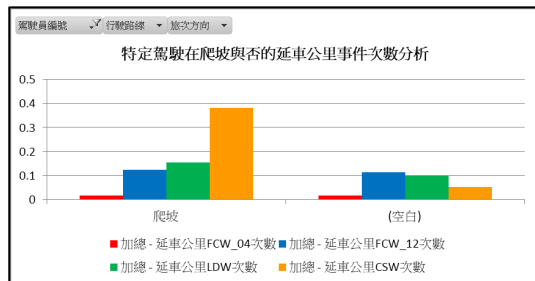
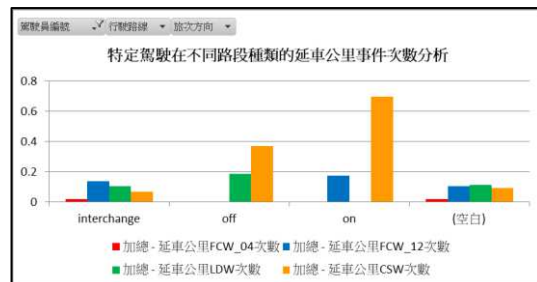
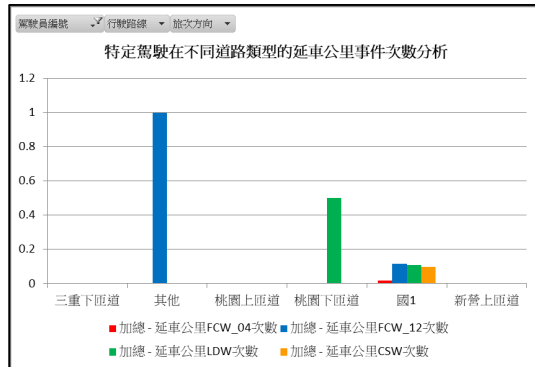
步驟 7

移到「分析特定駕駛」工作表，於每張圖表左上方的選單選擇欲分析之駕駛員編號。此外，也可選擇該駕駛於特定路線或全部、特定旅次方向或全部等條件來進行比較。



步驟 8

得到該名駕駛(延車公里)在不同道路類型、路段種類、行駛路線、爬坡與否、過彎與否的(延車公里)FCW、LDW 與 CSW 次數分析。



(5) 注意事項

- 事件資料表中，橘色的欄位不可更動。
- 曝光量之單位為公尺。
- 除事件資料表以外，請勿直接更改或輸入其餘工作表之數值，以免修改到函數與程式。
- 每次資料輸入完成後，皆須點擊「重新整理圖表」按鈕，以確保圖表完成更新。
- 每次資料輸入前，建議點擊「檢查剩餘容量」按鈕，以確保 Excel 的事件資料表還有足夠空間輸入資料。

附錄四 期中審查建議處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫

■期中□期末報告審查建議處理情形表

計畫名稱：MOTC-IOT-107-SEB001

駕駛行為分析工具開發及行為特性探討

執行單位：國立交通大學

參與審查人員 及其所提之建議	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查建議
(一) 淡江大學運輸管理學系陳教授苑蕙		
1. 國內實務上已被使用的設備相當多樣，但實際上做為行為分析的相當少，本案屬相當創新之課題，但在相對較短的研究期間內難有非常具體的成果，建議應該要有長遠目標並對應多期計畫，以延續及深入本研究課題。	1. 敬悉，本研究將盡力於本期提出初步成果，做為未來相關計畫之研究基礎。	同意研究單位處理意見。
2. 雖本期計畫時程較短，但仍須審慎進行工具開發，以避免業者相關使用人員之困擾，建議可先進行使用測試，以做為改善依據，甚至做為下期之努力方向。	2. 感謝委員建議，本研究將會於完成初版工具時，邀集相關業者進行專家學者座談，以利完善使用功能。	同意研究單位處理意見。
3. 本計劃文獻回顧成果豐富，可了解國際相關研究成果，為國內相關研究重要參考。	3. 感謝委員肯定。	同意研究單位處理意見。
4. 報告書第 30 頁有針對國外業者的駕駛行為指標進行彙整之表格，建議可進一步聚焦於本案三項之目標危險事件進行整理，說明上述指標與安全聯結。	4. 感謝委員建議，將於期末報告書中補充。	同意研究單位處理意見。

參與審查人員 及其所提之建議	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查建議
5. 因本計畫以國道客運駕駛行為為研究範圍，但國內大客車駕駛之事故大多發生在市區道路上，建議可以專節分析國內營業大客車在不同道路上的事故特性(如不同道路類別的個人事故肇因)，進一步規劃未來的研究重點。	5. 感謝委員寶貴建議，但囿於市區道路特性較為複雜，故本期仍先以國道為主。若有下期計畫，則將建議延伸至市區道路之範疇。	同意研究單位處理意見。
6. 建議可了解國內大客車業者未使用車載設備進行管理的原因，以及目前車載設備可自動蒐集哪些駕駛行為所需的行為指標數值，而目前無法自動獲取的行為指標未來做法之建議(影像辨識等)。另外可以提供本計畫「以人工方式判讀駕駛行為」之成果與心得。	6. 感謝委員建議，將補充於期末報告中。	同意研究單位處理意見。
7. 駕駛行為受外在環境影響，也受個人心理和生理狀況影響，建議研究團隊針對目前可以蒐集到的資料內容及其定義做說明。	7. 目前本研究蒐集之資料為駕駛人排班資料，可藉此觀察駕駛人是否有因排班而產生疲勞駕駛的問題。另外可以透過駕駛人影像資料來判斷駕駛人當時的精神狀況及是否有分心行為，此部分將補充於期末報告。	同意研究單位處理意見。
8. 請說明車道偏移、加減速、未保持安全距離(0.4/1.2)之定義，及其對駕駛行為的影響。	8. 定義如下： (1)車道偏移：在駕駛未打方向燈的情況下，行駛車輛之輪胎超出或壓到車道線上。 (2)加減速：受限於車機採樣率，本研究加減速之定義為1秒之速度變化量。 (3)未保持安全距離(0.4/1.2)：為	同意研究單位處理意見。

參與審查人員 及其所提之建議	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查建議
	Mobileye 系統所偵測出來安全相關事件，其中的 0.4 與 1.2 表示與前車碰撞時間(TTC)為 0.4 秒與 1.2 秒的情況。 過去文獻常以此三項做為偵測危險事件之指標，當駕駛人產生車道偏移、急加速急減速或未與前車保持安全距離時，被認為是較容易發生事故的危險行為。	
9. 報告書中第 116 頁，未來有關安全相關事件發生率與曝光量及各 HTS(同質旅次)屬性之關連相當值得了解，尤其在行駛環境因素可包含天氣、路況、交通標誌等，可應用於道路交通安全之改善等。	9. 感謝委員肯定，本研究將努力呈現研究結果於期末報告書。	同意研究單位處理意見。
(二) 國立清華大學工業工程與工程管理學系黃教授雪玲		
1. 報告書中第8-9頁，文中引用之數據，若為前人研究結果請註明參考文獻	1. 感謝委員建議，將修正於期末報告書。	同意研究單位處理意見。
2. 報告書中第 10 頁，請說明「聰巴資料」意涵，及可蒐集的資料內容。	2. 聰明巴士系統包括完整的車輛安全系統、車輛動態定位及駕駛行為監控等，能偵測到包括 GPS 資料、車速、車道偏移、班次抵達時間(延誤時間)、班次座位狀況等資料，但因缺少行車影像資料，無法過濾出車機的誤判事件，因此用在安全駕駛行為管理上的效用有限。	同意研究單位處理意見。
3. 報告書中第24-28頁，文中各點標號加上括弧，避免與標題編號混	3. 感謝委員建議，將修正於期	同意研究單位處理

參與審查人員 及其所提之建議	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查建議
淆。	未報告書。	意見。
4. 報告書中第37頁，應進一步了解DBA預測事件之門檻值。	4. 感謝委員建議，將修正於期末報告書。	同意研究單位處理意見。
5. 報告書中第53頁，表3-14中，”行駛不當車道”是否屬於交通違規？	5. 在法律上「行駛不當車道」並不屬於違規行為，也沒有明確定義，然因本研究認為該行為有一定的危險性(如欲下匝道卻行駛在內側車道)，因此將其列在危險事件中。	同意研究單位處理意見。
6. 報告書中第54頁，表3-15中，未能包含相當危險的”酒駕行為”？	6. 目前我國尚未導入偵測酒駕之車內車測設備。	同意研究單位處理意見。
7. 報告書中第57頁，表3-19中，”事件按鈕”由駕駛人認定，是否因駕駛人須做額外動作，反而影響行車安全？	7. 在自然駕駛實驗中”事件按鈕”是在事件發生後，確認安全無虞下才去按下按鈕，而並非在事件當下。	同意研究單位處理意見。
8. 報告書中第64頁，為何事故前兆非僅與安全有關？	8. 事故前兆為安全相關事件之子集合。如報告書中第64頁圖4.3所示，「安全相關事件」為單一維度指標所定義之事件，而「事故前兆」則需以多維度的指標來定義，通常較安全相關事件更具明顯之事故風險，因此本研究會採用「事故前兆」來當成維評估駕駛員風險的中介指標，而非僅用「安全相關事件」。	同意研究單位處理意見。
9. 報告書中第67頁，105年前十大肇事原因中，第1項「未保持行	9. 「未保持行車安全距離」表示與前車的距離，「未保持行車	同意研究單位處理意見。

參與審查人員 及其所提之建議	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查建議
車安全距離」與第 8 項「未保持行車安全間隔」有何不同？	安全間隔」表示與鄰近車道內之車輛的距離。	
10. 報告書中第 94 頁，暫定將門檻值設定為 0.3 與 0.6 的原因與依據為何？	此門檻值僅為測試使用。未來仍將以本研究資料分析結果來重新設定合適之門檻值。	同意研究單位處理意見。
11. 報告書中第 112 頁，表 5-8 訂出「未保持安全距離 0.4」不同門檻值，但這門檻值是代表什麼的門檻值？是否只考慮速度指標？請說明門檻值的定義，以及門檻值的設定如何更有效找出事故前兆。	11. 表 5-8 表示以不同速度當成門檻值時，所能找出的真陽性與真陰性的比率。受限於資料，目前僅考慮速度與 TTC(0.4 秒與 1.2 秒)兩種指標。本研究設立的門檻值考慮了真陽性與真陰性的組合，可以在誤判最小的情況下找出真正的事故前兆。	同意研究單位處理意見。
12. 報告書中第 113 頁，表 5-9 之「敏感度」、「精確度」是否為表 5-8 的真陽性與真陰性的誤植？請釐清並統一用字。	12. 感謝委員建議，將修正於期末報告書中補充說明。	同意研究單位處理意見。
13. 未保持安全距離在報告中被同時定義為「危險事件」與「危險事件」，但是又希望用危險事件來預測危險事件，兩者有衝突，請再澄清兩者間的差異。	13. 感謝委員建議，「危險事件」之定義可參閱報告書的 3.1 節，可分為三類：違規、錯誤、疏失。而「危險事件」即為事故前兆，具有明顯事故風險，兩者間並無衝突，兩者間的差異將於期末報告書中補充敘明。	同意研究單位處理意見。

參與審查人員 及其所提之建議	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查建議
14.目前透過影像做分析還必須仰賴大量人工，未來可以朝向自動辨識方向發展；例如酒駕、精神不集中的狀況，在國外多數用眼動儀，但都只能在實驗室進行，如果未來透過影像可以辨識相關行為特徵，配合車道偏移等指標，或可做到警示。	14. 敬悉。	同意研究單位處理意見。
15.建議可以增加本計畫門檻值之訂定與前人研究的異同，並解釋本研究訂定之門檻值的優勢。	15. 感謝委員建議，將補充說明於期末報告。	同意研究單位處理意見。
(三) 考試院馮委員正民		
1. 報告書中第15頁，建議可先用圖表方式簡單界定研究範疇，如聚焦在客運等。	1. 感謝委員建議，將補充於期末報告。	同意研究單位處理意見。
2. 報告書中第 55-60 頁，表格左邊有觸發種類、偵測指標、觸發事件、事件種類等之門檻值，以及報告書中第 61 頁，危險事件之定義，其中表格內有門檻值，這兩個表格的門檻值是否為駕駛行為指標之門檻值？	2. 是的，表格內的門檻值皆為不同研究用來偵測危險事件指標的門檻值。	同意研究單位處理意見。
3. 報告書中報告中有許多名詞，如危險行為、行為指標、觸發事件、管理指標、風險指標、風險指數、駕駛安全積分、風險比等，各個名詞定義容易混淆，建議報告當中規劃一節做名詞定義。	3. 感謝委員建議，將於期末報告書中補充敘明。	同意研究單位處理意見。

參與審查人員 及其所提之建議	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查建議
4. 建議第 3 章可以加一個小結，列出國內可以參考之危險事件指標及其門檻值，及駕駛行為分析工具。	4. 感謝委員建議，將於期末報告書中補充敘明。	同意研究單位處理意見。
5. 報告書中第 69 頁，可以說明決定三種危險事件的原因。	5. 感謝委員建議，將於期末報告書中補充敘明。	同意研究單位處理意見。
6. 報告書中第 92 頁的分析步驟圖，可補充說明輸入、輸出及分析工具。	6. 感謝委員建議，將於期末報告書中補充敘明。	同意研究單位處理意見。
7. 是否未來能從本計畫中的工具中分析出，不同駕駛人在不同的環境中，是否會有不同的認知，而導致駕駛人做出危險行為。	7. 感謝委員建議，但囿於目前取得之資料較難判斷駕駛之風險感知與反應狀況，故此研究仍有待未來蒐集更多駕駛人生心理資料方能研究。	同意研究單位處理意見。
(四) 陳副所長天賜		
1. 報告中有提到資料蒐集的方式是以人力來蒐集，而國外的相關研究是怎麼做的，目前國內的技術還有哪些不足之處？	1. 目前國外相關研究部份僅以車機所偵測之事件當作指標，並未經過篩選，分析結果即可能受限。但本研究希望能開發因地制宜的本土化指標，故仍須經過人工篩選進行資料蒐集，以利完善最終產出之管理工具。 目前國外有些研究為透過影像辨識進行資料篩選，但目前國內對此技術仍有待加強。	同意研究單位處理意見。
2. 請問資料回傳是一秒一筆，那 TTC 的 0.4 與 1.2 是怎麼偵測的？	2. TTC 的 0.4 與 1.2 是 Mobileye 系統內建的門檻值，當系統偵測	同意研究單位處理意見。

參與審查人員 及其所提之建議	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查建議
請再說明資料蒐集的過程與目的，及影像如何應用分析等。	到與前車的 TTC 等於 1.2 及 0.4 時會將其記錄下來。另有關資料蒐集與影像應用分析之說明將補充於期末報告書。	
3. 長期而言，請再說明未來駕駛行為分析工具如何讓業者應用到駕駛人管理、安全改善，尤其是在後續發展方向、研究方向、如何與安全管理系統結合等。	3. 敬悉，將補充說明於期末報告書。	同意研究單位處理意見。
(五)中華郵政股份有限公司		
1. 本公司在營運上主要的安全議題是在機車駕駛行為，尤其是在都會區的機車駕駛行為管理，往往不小心就會造成事故傷亡。	1. 敬悉。	同意研究單位處理意見。
(六) 本所運輸資訊組		
1. 目前期中報告似乎從危險駕駛的行為角度進行，透過先進駕駛輔助設備(例如：ADAS)所提供行車警示來界定事件，進而探討事件前兆，建議補充說明駕駛人需要何種資訊或警示來輔助其行車安全。	1.感謝寶貴建議。由於本案之研究目的與重點為透過自然駕駛資料研究，探討危險駕駛之相關分析。至於我國駕駛人需要何種資訊或警示來輔助其行車安全，已非本期研究案之範疇，建議另案處理。	同意研究單位處理意見。
2. 建議補充說明本研究對於行車資料蒐集與模式分析的驗證方式。	2. 考量到本研究中真正能取得事故樣本的機率不大，因此本研究預計與駕駛人過去的事故(違規)紀錄做連結，來當成是風險評估模型的成效驗證。另外本研究也將透過專家(駕駛教練)諮詢，	同意研究單位處理意見。

參與審查人員 及其所提之建議	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查建議
	以找出具有明顯事故風險的事 故前兆。	
(七) 本所運輸經營管理組		
1. 報告書內文有諸多翻譯、用字不一致處，例如 OBD II (OBDII、OBD 2)、Accelerometer(加速規、加速計、加 速 度 計 等) 、 Mobileye (Mobileye)。	1. 感謝建議，將修正於期末報告書。	同意研究單位處理意見。
2. 請將報告書3.4節表格同時有公制與英制兩種單位，或是同時有中文與英文等錯誤，建議重新檢視。	2. 感謝建議，將修正於期末報告書。	同意研究單位處理意見。
3. 請問報告書中3.4節可以增加哪些門檻值做為國內可以參考的？	3. 本研究認為縱向加減速與TTC為國內可以參考的指標，但其他指標，如側向加速度、偏航率、轉向角等因目前國內業者所裝設之設備多半無法取得相關資料，因此國內尚無法設立此些指標。	同意研究單位處理意見。
4. 真陰性與真陽性多為生物統計相關領域研究所用，建議改為型一誤差(type I error)與型二誤差(type II error)。	感謝建議，兩者確實是一樣的觀念，但在本質上本研究是針對事件的危險與否進行診斷，而非僅在統計上進行虛無假設的驗證，較接近生物統計上真陽性與真陰性的應用。	同意研究單位處理意見。
(八) 本所運輸安全組		
1. 未來將會聚焦在三大類危險事件指標，但是並未詳述偵測這些行	1. 感謝建議，將於期末報告補充。	同意研究單位處理意見。

參與審查人員 及其所提之建議	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查建議
為的所需資料，例如彎道速度過快部分如何判斷車輛接近彎道等。		
2. 三大指標需要的資料與設備種類，目前客運業者的能量為何？是否皆為普遍使用的設備？	2. 目前三大指標所需的偵測設備為 GPS、ADAS 與 GIS 數值地圖系統。根據本研究的問卷調查，所有業者都有裝設 GPS，但裝設 ADAS 系統的業者為數不多，且偵測的事件會因系統廠牌的不同而有所差異。目前國內業者在 GIS 數值地圖系統的裝設也不多。 以此來看，根據目前客運業者最普遍使用的設備，能進行駕駛行為的監控僅速度管理：超速及彎道超速。其他兩項指標則仍需更進階的設備來輔助。	同意研究單位處理意見。
3. 目前是否有相關的商用分析軟體或平台？例如日本「安道君」等，請再蒐集相關資料，並說明如何引用及訂定本土化指標與門檻。	3. 敬悉，將補充說明於期末報告書。	同意研究單位處理意見。
4. 各國在這幾年已進行多項自然駕駛實驗，例如美國的 100-car，本所運安組在 100 年起也針對節能駕駛行為進行了三年的研究，請簡要說明各國發展的狀況。	4. 敬悉，將補充說明於期末報告書。	同意研究單位處理意見。
5. 報告書中第 54 頁表 3-15，速限除了車外影像判讀外，亦可透過 GPS 搭配 GIS 圖資，判斷所在位置	5. 敬悉，將修正於期末報告書。	同意研究單位處理意見。

參與審查人員 及其所提之建議	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查建議
速限，請修正。		
6. 報告書中第 54 頁表 3-15，就眾多指標而言，請就各項指標對安全防治的效果，提出建議業者採用的優先順序，搭配該項指標應有的偵測設備，可做為產業長期發展及業者評估駕駛行為分析工具開發應用的參考。	6. 感謝建議，將補充說明於期末報告書。	同意研究單位處理意見。
7. 報告書中第 69 頁，行為指標應分為不同層級，本研究預計納入未保持安全距離、車道偏移、過彎車速過快等三大危險事件應屬事故前兆，但在這些行為發生前，應有些「異常行為」可偵測，也就是期中報告 P.127 的「事件前駕駛行為特性分析」，建議可參考 2.2 節，美國、以色列、泰國、韓國等應用車載資訊系統蒐集資料、建立安全指標門檻之實例，納入諸如煞車、轉彎速率、車速變異等進行分析，找出適當門檻，做為事件前的異常行為指標。	7. 遵照辦理。	同意研究單位處理意見。
8. 在保護個人資料的前提下，建議可透過班表資料串連，進一步考量個別駕駛人工時對駕駛行為的影響，包含當班次前一天(或當週、月)的工作時數、當班次前的連續工作時數、事件發生前駕駛時數(自該班次發車起)等。	8. 遵照辦理。	同意研究單位處理意見。
9. 報告書中第 107 頁圖 5.7，示意圖當中呈現事件前 20 秒的車速、	9. 為事件發生前 20 秒當下的瞬	同意研究單位處理

參與審查人員 及其所提之建議	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查建議
旁車距離，請說明係指前 20 秒區間的最大值、最小值或平均？	時速度。	意見。
10. 研究團隊現階段納入做為資料蒐集的業者係以客運公司為主，但實際就應用層面來講，國內具有相當規模，可獨立進行完整安全分析、管理系統建置的業者有限，多數業者難以投入大量人力進行資料蒐集分析，因此，分析工具必須考量應用上的難度，讓業者可以以相對簡單的方式即可應用。但在本階段的規劃當中，不管是在同質 HTS 定義、透過影像判斷天候等，似非一般業者可以快速上手，且難以落實至日常運作當中，後續請將工具如何讓「業者方便應用」的課題納入評估。	10. 敬悉，遵照辦理。	同意研究單位處理意見。

附錄五 期末審查建議處理情形表

交通部運輸研究所合作研究計畫

☐期中 ☒期末報告審查建議處理情形表

計畫名稱：MOTC-IOT-107-SEB001

駕駛行為分析工具開發及行為特性探討

執行單位：國立交通大學

參與審查人員 及其所提之建議	合作研究單位 及其處理情況	本所計畫承辦單位 審查建議
(一) 淡江大學運輸管理學系陳教授苑蕙		
1. 駕駛行為分析議題應有更長期完整的研究，希望未來能有相關計畫持續在這領域探討。	感謝委員建議。	敬悉
2. 本案完整回顧國內外研究對於各項指標選定、門檻值設定與對應之設備，整體架構非常清楚且完善，可以做為未來產業發展參考。	感謝委員肯定。	敬悉
3. 安全管理所涵蓋範圍極廣，不只包含本案所選定之未保持安全距離、車道偏移與彎道超速。故希望研究團隊能針對未來還有哪些項目為必要之改善項目，以利更加完整計算駕駛人安全分數。	感謝委員建議。根據本案訪談業者之結果，建議未來可再針對如疲勞駕駛、不當超車、不當轉彎、不當變換車道等再進行更進一步之定義與相關危險性之探討。相關建議已補充於結論與建議。	同意研究單位處理意見
4. 期中報告有說明本案	委員所指之「市區前車防	同意研究單位處理意

針對國道駕駛行為，但在本次簡報當中則有「市區前車防撞警示為國道 12 倍」，請釐清危險事件分析之內容是否有包含市區道路？如何區分？	撞警示為國道 12 倍」為本研究案利用同質旅次分割進行特性分析之成果。惟在警示事件分析、危險事件分析、及駕駛人安全分數建立過程中，僅針對國道路段進行。	見
5. 請針對車道偏移、彎道超速等事件類型，加以詳細敘述判斷其為危險事件之門檻與項目。	車道偏移之警示條件為車輛跨越車道但卻無打方向燈。 而彎道超速的門檻有 2 種： (1) 國道主線上之橫曲線段上速度>100km/hr。 (2) 匝道上或匝道前 300 公尺交匯處速度>80km/hr 詳細說明請參考報告書第 142 頁。	同意研究單位處理意見
6. 變換車道對於危險事件的發生具一定程度影響，簡報 38 頁有請駕駛教練協助定義與變換車道相關之危險事件，但於安全駕駛分數部分卻無提及相關內容。在針對變換車道事件來計算駕駛安全分數時，所考量之駕駛行為是否應包含「駕駛是否已有打方向燈」、	感謝委員建議。本研究所蒐集之資料無法有效偵測駕駛員變換車道的行為。變換車道的偵測通常透過加速度計或影像辨識，但國內業者通常無此設備，爰本研究案未納入相關行為對應之指標。	同意研究單位處理意見

「駕駛變換車道時，當下車速是否過快」、「車輛之橫向位移」等指標項？		
7. 建議於最後結論中，可加入研究團隊對於設備分級之總結；在建議部分，也可提出較具體之建議，如若設備等級較低之業者，應努力加強設備等級或有其他建議措施。	感謝委員建議。本研究關於設備分級之總結與建議說明於報告書第 210 頁，可供政府及業者做為設備補助與設備裝設之參考。	同意研究單位處理意見
8. 於報告書 169 頁，關於分析內容、圖表之文字敘述與解釋不甚明確，期望可多加著墨並補充。另外若將研究成果加入安全管理系統，可能會是業界主管樂見之應用。	感謝委員建議。本研究已於報告書第 173 頁新增圖 7.3 至 7.7 之補充說明。本研究也補充說明本研究成果與道路安全管理系統之危害識別及風險分析之關係。	同意研究單位處理意見
9. 請教於報告書 180 頁後之相關分析結果，是否有實際應用於本次研究案中的門檻值或計算之訂定或是僅做為未來可進行研究之初步範例？	感謝委員建議。本次研究案目前僅有特性分析，並未納入門檻值之計算中。此建議將納入後續研究之建議。	同意研究單位處理意見
(二) 中央警察大學交通學系曾教授平毅		
1. 本研究具有正面意義，成果相當豐碩，現階段僅以三種危險行為進行資料蒐集、分析與探討亦屬合宜，建議未來	感謝委員肯定及建議。	敬悉

應有長期規劃，持續進行此一課題之研究。		
2. 簡報部分已經做了「結論」與「建議」的區分，請在書面報告也以同樣方式修正。	感謝委員建議。已補充說明於期末報告修正定稿報告書第 207-213 頁。	同意研究單位處理意見
3. 建議研究團隊可將值得後續深入研究之議題整理成列表且具體陳述議題，以供未來交通部、運研所等相關單位參考及建議。	感謝委員建議。已補充說明於期末報告修正定稿報告書第 207-213 頁。	同意研究單位處理意見
4. 請補充英文摘要與中英文關鍵字	敬悉。已補充說明於期末報告修正定稿。	同意研究單位處理意見
5. 運研所扮演的角色是在課題的探討與工具研發，但在實際運作上，如何將公路客運車載資訊設備是否強制設置、如何將訂定基本規格(含輸出資料格式等)予以法制化，須要交通部及各單位共同努力，建議運研所列入後續研究議題。	感謝委員建議。相關研究議題已補充於結論與建議。	同意研究單位處理意見
6. 目前研究資料為綜合國道與市區之資料，建議將國道與市區道路的資料區隔，僅針對國道客運之資料作分析與計算駕駛人安全分數，其結果或許會有更值得探討之處。	本研究案僅於呈現所蒐集之資料，及利用同質旅次分割進行特性分析時，綜合國道與市區之資料。惟在警示事件分析、危險事件分析、及駕駛人安全分數建立過程中，僅針對國道路段進行。	同意研究單位處理意見

	而本研究在 Level 4 (報告書第 150-152 頁)所計算的駕駛人安全分數中，即為國道與市區道路區分開來計算之結果。	
7. 建議於報告書中加入本案之分析工具對不同廠牌、型號輸出之車機資料之適用性、擴充性之範例。	感謝委員建議。本團隊之工具開發在與甲方討論後，初步定位在業者須將原始資料整理成本團隊所預設之格式後來使用。後續針對不同廠牌、型號輸出之車機資料之適用性及擴充性之部分已列為後續研究建議。	同意研究單位處理意見
8. 業者主管與駕駛員本身之接受度，為影響本案之重要因素，建議列入為來推動重點之作。	敬悉。感謝委員建議，已補充說明於期末報告修正定稿報告書第 211 頁。	同意研究單位處理意見
9. 駕駛安全分數之高低若為數值可能較不利於解釋駕駛之表現，若改為以他人比較之結果並以等第式呈現，或許對於駕駛人較易理解。	感謝委員建議，本團隊已由優至劣將駕駛員之行車風險分成三個等第：駕駛風險高於平均、駕駛風險等於平均、駕駛風險低於平均，並於期末修正定稿報告書第 151 頁補充說明。	同意研究單位處理意見
10. 有關報告書第 33 頁之 FMCSA 首次出現時，請用全銜，另 VTTI、ADAS 亦同。	感謝委員建議。已補充說明於期末報告修正定稿報告書第 33、42 頁。	同意研究單位處理意見

(三) 國立清華大學工業工程與工程管理學系黃榮譽退休教授雪玲

1. 本案期末審查之內容與期中報告之內容相差甚多，可明顯看見研究團隊在這段期間的明顯進步，包含補充名詞定義列表以利讀者理解各項指標資料所表達之意義、於每章最後加入小結等。	感謝委員肯定。	敬悉
2. 報告書第 11 頁，於警示事件中第 21 項中用「偏差駕駛行為」表達此義，且最後內文敘述定義為透過安全駕駛行為指標所定義出具安全疑慮之行為。但此為一「事件」，較不適合使用「行為」來描述，故建議將內文之用詞重新評估其適當性並做調整。	敬悉，已修正於期末報告修正定稿報告書第 11 頁。	同意研究單位處理意見
3. 第 25 項，文中「與事故有關之事件」為一總稱，於他處敘述內容可知經 ADAS 所偵測到之事件為「警示事件」，故希望研究團隊能將名詞使用做統一調整及合併。	敬悉，已修正於期末報告修正定稿報告書第 12 頁。	同意研究單位處理意見
4. 第 13 頁第 39 項，原文敘述使用「誤報率」，但實際上內為所	敬悉，已修正於期末報告修正定稿報告書第 14 頁。	同意研究單位處理意見

表達之意應為「漏報率」，請確認並修正。		
5. 第 40 項與第 41 項重複之內容，望予以刪除與修正。	敬悉，已修正於期末報告修正定稿報告書第 14 頁。	同意研究單位處理意見
6. 自第 90 頁至第 104 頁，內文解釋部分，其內容並無包含表 5-1 至表 5-3 之內容，請予以確認並增加相關之詳細內文解說。	敬悉，已修正於期末報告修正定稿報告書第 93-107 頁。	同意研究單位處理意見
7. 第 122 頁關於制定門檻值中前置危險事件篩選之作業內容，「駕駛因應動作」此欄位之參考項目中，第四項「旁側車道是否有車」、第五項「後方來車是否加速」等項目非為因應動作而是環境敘述。建議改為「駕駛是否注意或觀看旁側車道是否有車」、第五項「駕駛是否注意或觀看後方來車是否加速」較為合理，請研究團隊予以確認並修正。	敬悉，已修正於期末報告修正定稿報告書第 124-125 頁。	同意研究單位處理意見
8. 第 125 頁及第 126 頁關於門檻值之訂定中，藉由未保持安全距離之警示來界定駕駛是否有煞車。故針對「是否煞車」該指	感謝委員建議。由報告書第 129 頁之表格之比較可以看出，若將駕駛員於該事件中是否剎車做為一指標，其 ROC 值為 0.57；但若排除剎車為指標，其	同意研究單位處理意見

標，若駕駛無煞車行為對於產生未保持安全距離之危險事件更有影響，反之則無。故其真陽性應會較 $TTC < 0.4$ 秒高而真陰性低，請研究團隊加以確認其真陽性與真陰性之數值並修正。	ROC 值僅有 0.43，且有 9 成以上的誤報率。因此本研究建議仍應將駕駛員在事件中是否有剎車做為判斷該警示事件是否為危險事件之指標之一。	
9. 第 130 頁與第 131 頁，表 6-8 與表 6-9 並無列出文章敘述中之數值，望研究團隊加以確認並增修表格。	敬悉，已修正於期末報告修正定稿報告書第 133-134 頁。	同意研究單位處理意見
10. 本研究內容極為豐富且充實，報告書中難免會有文字敘述、圖表的疏漏，或有錯別字及字句重複之狀況，請研究團隊能再次整理、確認、修訂。	敬悉，本團隊已再次整理、修訂。	同意研究單位處理意見
11. 建議將報告書文末之討論段落獨立為一節並加以詳細敘述以充實內容。	敬悉，已修正於期末報告修正定稿報告書第 207-213 頁。	同意研究單位處理意見
(四) 財團法人中華顧問工程司陳執行長茂南		
1. 駕駛行為分析及駕駛安全評量對交通安全及車載設備之研發及規範皆影響深遠，研究內容深入、期末報告清楚明瞭、本研究案之結果也具參考價值，實屬	感謝委員肯定。	敬悉

值得肯定之研究結果。		
2. 駕駛安全評量有助於運輸業管理與安全提升，市場發展潛力雄厚，應該有更多的團隊與業界投入，並互相合作，才能有更快速之成效。	感謝委員建議。	敬悉
3. 本研究僅針對國道客運進行資料蒐集、分析，但即便環境已相對單純，但各項影響因素間還是有非常複雜的關聯，會讓行為分析結果之一致性與有效性產生大幅之變異，故建議後續相關研究可以反向由應用端來思考，將車用安全輔助的設備之警示、觸動作動與治理，整合成完整的安全防制架構體系，透過完整的排序與診斷，落實到實際行車場域，藉由更多的情境與數據，持續精進	相關研究議題已補充於結論與建議。	同意研究單位處理意見
4. 指標之設計與相關報表之等級，可以進一步強化。絕對指標值之設定若是較難以明確界定時，可以考量改用相對指標值。	本團隊目前所用之駕駛人安全分數即為 21 位駕駛人間之比較排名(詳見 6.3 節)，唯一相對性之指標。另外如 6.4 所述之駕駛人診斷與分析工具所用之雷達圖也是駕駛人間互相比較的相對性指標。	同意研究單位處理意見

5. 判定危險事件非常困難，對實務應用上，業者很難有效率執行，對於風險評估難以與實際結果產生正確連結時，可思考利用異常性指標建立風險評估。	感謝委員建議。採用相對性指標即有判斷異常行為樣態之意含，惟實際駕駛行為常模需要大量資料蒐集分析，本研究案囿於時間與資源限制，難以進行「正確行為」與「異常行為」之評估。	同意研究單位處理意見
6. 主管機關近年推廣、補助相關設備，但此等設備是否有效？該怎麼使用？類似研究有急迫性，應該結合實務面、監理機關等共同研商討論，期望運研所也可以持續扮演這樣的角色。	感謝委員建議。	敬悉
(五) 交通部公路總局林主任秘書福山		
1. 和欣客運已經建有行控中心，蒐集所有車輛的行車資料，並結合相關獎懲制度與其他規定，換言之，目前的駕駛行為已經受到特定管理機制影響，並非完全「自然」，建議進一步了解並納入說明。	感謝委員建議。自然駕駛係指在未對駕駛人產生干擾下紀錄駕駛人最自然的駕駛行為。而本研究所運用之資料的確為駕駛員有可能受到 ADAS 的影響下的資料，而非最理想之自然駕駛資料，而較接近實車測試(Field Operational Test)資料。本研究已於內文中報告書第 114 頁特別補充說明。	同意研究單位處理意見
2. 建議研究團隊深入了解多家客運公司業者	感謝委員建議。但由於此部分已超出本研究範疇，	同意研究單位處理意見

之車載設備所輸出之原始資料，並將其與和欣客運做比較、驗證，進一步了解不同設備對參數設定的影響，請研究團隊說明。	建議納入未來研究。	
3. 依據和欣案例的資料，本研究案已提出判斷危險事件的準則與相關指標門檻等研究成果，若能再將其他公司資料加進來做驗證，或可提供相關政府單位對補助車裝設備產品訂定標準參數的參考。	感謝委員建議。但由於此部分已超出本研究範疇，建議納入未來研究。	同意研究單位處理意見
4. 建議列表整理不同等級設備與對應可偵測的資料，供業者於檢討公司內部之設備程度時參考，同時對政府相關監管單位執行業務時有足夠之參考資料。	感謝委員建議。本研究關於不同程度之設備及其所能偵測之項目之總表已補充於報告書第 60 頁，以供政府及業者做為設備補助與設備裝設之參考。	同意研究單位處理意見
5. 目前各項智慧車載設備都必須符合 TTIA 的產業標準，透過本研究是否能回饋上述產業標準來進行優化、修正，例如該輸出什麼樣的資料、資料格式等，以期在未來統一設備水準，也有利業者運用，請研究團隊說明。	感謝委員建議。已補充於期末報告修正定稿之結論與建議報告書第 213 頁。	同意研究單位處理意見
6. 若駕駛行為分析工具及行為特性探討之結	感謝委員建議。已補充於期末報告修正定稿之結	同意研究單位處理意見

果回饋迅速，進而使業者可於最短時間內對駕駛人因材施教，改正其危險事件。對政府之相關管理、督導、監控之單位也可於較短之時間內，感受較明顯之推動危險事件之相關作業之成效。	論與建議報告書第 211 頁。	
7. 建議研究團隊於報告書中，針對 ADAS 之定義做更詳細、更具體之補充說明。	感謝委員建議。已補充說明於期末報告修正定稿。	同意研究單位處理意見
(六) 路政司		
1. 報告書第 48 頁，關於速度管理部分引用國內道路規則或處罰條例之相關條文，內文中所示之第 107 條屬於空檔滑行之相關條文，建議改為第 93 條關於速限之條文。	敬悉，已修正於期末報告修正定稿。	同意研究單位處理意見
2. 關於速度管理部分所引用條文，是否基於其他因素考量而未將處罰條例第 43 條加入內文，若否建議加入處罰條例第 43 條，其條例與危險駕駛最為相關。	敬悉，已修正於期末報告修正定稿。	同意研究單位處理意見
3. 報告書第 49 頁，可補充道安規則第 98 條與第 102 條等條文，其內容包含交叉路口、行進	敬悉，已修正於期末報告修正定稿。	同意研究單位處理意見

轉彎等規定與報告書內文相輔。		
4. 報告書第 50 頁所提到之侵略性行為，道安規則第 43 條則有相關之規定可予以補充。	敬悉，已修正於期末報告修正定稿。	同意研究單位處理意見
5. 報告書第 51 頁圖表中所提跟車距離過近，條例第 33 條之內容為關於高速公路上之行為，一般公路上之行為規定則於條例第 58 條。	敬悉，已修正於期末報告修正定稿。	同意研究單位處理意見
6. 報告書第 53 頁圖表提及駕駛違反道路標誌、標線中，第二項為行駛禁行車道，內文引用處罰條例第 56 條。但第 56 條內文應屬於違規停車行為之相關規定，條例第 45 條則屬於內文敘述之行駛禁行車道，建議予以修正。	敬悉，已修正於期末報告修正定稿。	同意研究單位處理意見
7. 報告書第 55 頁提及駕駛人注意力不集中、恍神、與乘客聊天或使用其他電子設備等，應屬於處罰條例第 31 條之 1 之規定內容。處罰條例第 31 條則為使用安全帶之相關規定，與報告書內文並不相符，望予以確認並修正。	敬悉，已修正於期末報告修正定稿。	同意研究單位處理意見
8. 報告書第 56 頁之文提	敬悉，已修正於期末報告	同意研究單位處理意見

及煞車使用順序不當，原文引用第 19 條之條文，該條文內文為駕駛人對於煞車設備之認識與調整之處罰規定且處罰對象為駕駛所有人，建議報告書內文可移除不適用之條文。	修正定稿。	見
9. 研究團隊為使用自然駕駛資料進行相關後續研究，報告書中少有提及駕駛人違規紀錄之使用。請問未來會將駕駛違規紀錄及其他相關資料納入研究嗎？	感謝委員建議。但由於此部分已超出本研究範疇，建議另案處理。	同意研究單位處理意見
10. 目前研究內容以業者對駕駛個人之角度做研究與探討，建議可於內文中將研究結果連結至監理機關面對相對較大量之駕駛人之情況，期望相關研究結果可用於教育訓練。	感謝委員建議，已列入期末報告修正定稿之結論與建議。	同意研究單位處理意見
(七) 公路總局代表		
1. 建議可將保險公司之資料與設備或分析內容作連結。	感謝建議。但由於此部分已超出本研究範疇，建議另案處理。	同意研究單位處理意見
2. 工研院於 106 年有一相關車聯網之整合應用與服務平台計畫，該計畫內包含設備之異常等研究結果，建議本	感謝建議。	同意研究單位處理意見

研究案急加減速、急轉彎、怠速過久之門檻值可參考該計畫之內容。		
(八) 中華民國公共汽車客運商業同業公會全國聯合會		
1. 目前業者為直接教育駕駛本人，但若本研究團隊之成果成功導入業界，則可促使第三人來教育駕駛而非等駕駛人自覺性發現錯誤，故本案研究成果值得肯定。	感謝肯定。	敬悉
2. 期望本案研究成果能對車機之等級與其功能作更清楚之彙整與總結，以提供無安裝車機之業者之安裝誘因。	本研究關於不同車機間之比較與建議列於報告書第 210 頁，可供政府及業者參考。	同意研究單位處理意見
(九) 統聯汽車客運股份有限公司		
1. 除了事故發生後結果外，事故發生前行為也為非常重要之因素，建議補充於報告書中第 86 頁。	感謝建議，本研究關於事故前之駕駛人特性分析請參考報告書第七章。	同意研究單位處理意見
2. 建議本案於資料蒐集時將公司事故紀錄、駕駛事故紀錄、駕駛客訴紀錄一併納入，將可使研究結果與交通安全更為相關。	感謝建議，本研究因駕駛員之事故數太少，無法有統計上之顯著關聯，因此未納入研究中。	同意研究單位處理意見
(十) 首都客運股份有限公司		

1. 期待相關研究之成果可實際應用於公司管理駕駛人之作業，也認為本研究案之研究成果極具潛力。	感謝肯定	敬悉
(十一) 和欣汽車客運股份有限公司		
1. 針對疲勞駕駛之分析與管理為採用於一定時間內車道偏移之次數做為依據，期望本研究案相關後續研究能針對疲勞駕駛提出更加具應用價值之研究成果。	感謝建議，疲勞駕駛確實為後續安全駕駛行為管理上之一個重要課題，建議後續研究能針對疲勞駕駛之偵測與預防進行探討。	同意研究單位處理意見
(十二)交通部運輸研究所運安組葉副組長祖宏		
1. 近年政府對於運輸業車輛補助各項智慧車載系統，期望可以達到提醒警示駕駛人、輔助安全管理及改善營運安全之目的，但在蒐集大量資料之後，許多業者不知道如何應用在日常營運當中；本計畫透過與和欣客運合作進行資料蒐集分析，並據以發展相關分析工具，可做為未來發展應用的基礎。	感謝委員肯定。	敬悉
2. 諸位委員先進都認為「應用自然駕駛資料進行駕駛行為分析」此項研究課題需要更長	感謝委員建議。	敬悉

期的投入，未來可以朝向擴展到市區客運、教育訓練等課題發展，尤其可搭配本所及公路總局共同推動 ISO 39001 等安全管理系統機制，達到業者自主安全管理的願景；有鑒於此，本所未來將持續推動相關計畫之進行，期望可以做為交通部及公路總局訂定政策與補助計畫之參考，也希望公路總局能夠在經費上給予支援。		
(十三) 交通部運輸研究所運安組		
1. 報告書第 89 危險事件非常多種，研究團隊將焦點著重在未保持安全距離、車道偏移、過彎或匝道車速過快三種行為，每一種行為又可分為不同序列，例如未保持安全距離又可分為前車變換車道、目標車輛變換車道等五種，不同序列的未保持安全距離可能是由其他車輛行為影響，或是駕駛人本身的行為所致，後續指標開發獲驗證過程中只針對「未保持安全距離」一項，團隊是否可針對不同序列進一步探討？	感謝委員建議。即使是同一種危險事件，在不同序列下確實存在著不同程度的風險。本團隊已補充於期末報告修正定稿 6.2.4 節中。	同意研究單位處理意見

2. 報告書第 121 危險事件之判定方法：本研究關於危險事件的判定，係透過專業駕駛教練主觀判斷，雖然在 6.2.1 節有說明判斷準則及應注意的特性，但最終危險與否還是必須回到駕駛教練的主觀判斷。這樣的做法是否可能會造成結果的不穩定？當多位教練意見不一致的處理方式為何？	本團隊透過駕駛教練協助來判別危險事件，並且在經過多次會議討論後，本團隊所判別的危險事件與駕駛教練所辨別的 Kappa 值達 0.67，屬於高度吻合。教練意見不一致的情形並不多；但若有不一致的情況，本研究處理方式為：只要有任一位教練判別是危險事件時，本研究即視為危險事件。	同意研究單位處理意見
3. 報告書第 126 頁 裝載 ADAS 下之指標與門檻值：受限於設備，TTC 只能設定 0.4、1.2 秒兩種門檻，團隊就兩個 TTC 門檻進行分析發現 TTC <0.4 的成效較佳，但因為 TTC 0.4 秒已是相當危險的狀態，真陽性率較高也是必然的現象。至於 TTC 1.2 的指標雖然真陽性率較低，但是考量做為長期趨勢分析之用，TTC 1.2 相關指標對於危險事件預測準確率不一定要非常高，只要兩者趨勢相同(亦即具有相關性)，即可做為安全管理之用，建議仍應保留 TTC 1.2 相關指標做為工具的一部	3. 感謝委員建議，本研究分析 TTC<0.4 秒與 TTC<1.2 秒之發生次數，其 Spearman 係數達 0.808，屬於高度相關性。而在本團隊所建立之駕駛人安全人分數中，level 2 與 level 3 (報告書第 146-149 頁)皆有考慮 TTC<1.2 秒之情況。本研究建議後續研究應針對此議題進行深入研究。	同意研究單位處理意見

分。		
4. 承上，TTC 0.4 雖然真陽性高，但考量 TTC 低於 0.4 秒時已相當接近事故發生，代表的意義與「危險事件」或「事故」相近，樣本數相對較少的前提下還是可能受到稀少性與隨機性影響，不一定適合做為「事故前兆」分析。建議補充各項指標所對應之行為次數，藉以評估是否適合做為先期分析之用。	感謝委員建議。本研究所選取的 100 個旅次中一共發生了 1,316 次 TTC 小於 0.4 秒之事件，平均每趟旅次發生 13 件。根據本研究於影片中的觀察，儘管 TTC 小於 0.4 秒之事件學理上已相當危險，但真實情況此些事件多發生於變換車道或附近車輛超車之情況。因此，本研究也發現 TTC 小於 0.4 秒之事件之持續時間應大於兩秒以上，在我國的道路環境中，才較代表危險事件。因此本研究認為以該指標當成事故前兆仍有一定之代表性。本研究已將各項指標所對應之行為次數補充於報告書第 148 頁。	同意研究單位處理意見
5. 分析過程中，研究團隊花費相當人力、時間在影像判讀上，藉以建立各設備產生警示與真實危險事件兩者之關聯，但在應用階段，如果指標都已經有相當程度的可信度，運輸業者應可直接應用警示事件次數(表 6.12 的 C、R)進行例行性、全面性的安全資料處理、分析，這部分應加強說明應用方式。	感謝委員建議。本研究在報告書第 141 頁所提供之指標可以提供業者管理上更好的立足點，及盡可能減少業者在影像判讀上的人力耗費，但仍需留意以下三點： 1. 本研究結果主要應用性在國道，不適用於市區道路。 2. 業者應用時，需注意指標的真陽性與真陰性 3. 業者須注意資料格式	同意研究單位處理意見

	的調整。	
6. 為因應各家業者使用智慧車載設備條件差異，6.3 節設定 4 等級指標，對應不同硬體水準的需求；但各項指標與 6.2 節研提的單一指標與多重指標關係為何？文中並沒有清楚說明，請釐清。	感謝委員建議。6.3 節提到的指標為用來連結行動指標與核心指標之中介指標，也就是本研究之目標危險事件，如跟車距離過近。而 6.2 節之單一指標與多重指標為用來偵測該危險事件之指標，如 $TTC < 1.2$ 秒。本研究已於 6.2 節補充說明兩者指標之用途之差異。	同意研究單位處理意見
7. 報告書第 140-150 頁，表 6.13-表 6.21：研究納入 21 名駕駛人在各個指標排名進行比較，其中可發現部分駕駛人在有無里程曝光量為基礎的指標間排名差異極大，其中又以第 4 名駕駛人最為明顯。請將研究納入分析的駕駛人排名差異進一步檢視，說明排名差異大的駕駛人在各項行為特性、駕駛行態或各項特性上，與其他駕駛人是否有明顯差異，導致此一結果。	感謝委員建議。第 4 名駕駛人會有排名大幅變動的情形，是因為該駕駛的曝光量明顯比其他駕駛人少的緣故，若調整曝光量後，其排名變動幅度將會改善。	同意研究單位處理意見
8. 報告書第 175 頁，7.3 危險事件與班表變數串連分析中，在表 7.11 的模式校估結果當中，可發現未保持安全車距的係數與其他三項	感謝委員建議。在本研究蒐集之樣本中，未保持安全車距多數發生於尖峰及白天車流多的班次，而其他三種危險事件則皆與該旅次總行車時間有	同意研究單位處理意見

危險事件方向有很大差異，未保持安全車距在不同時段、行駛距離、趟次數等的係數都是正值，但其他三者卻多數是負值，代表上述情境對未保持安全車據行危的影響與其他三者截然不同，請進一步說明。	關；顯示未保持安全車距可能多數與周遭車流較多、車間距較擁擠相關，而其他三種危險事件則與本身速度控制及車輛操控相關。	
9. 研究所納入之變數當中，有南下(通常為第二趟次)或總駕駛時間、一定時間內趟次數等與疲勞有關，但未能納入連續駕駛過程中，每一小時的危險事件事件數的變化，建議可再探討，做為連續駕駛時間設定或調整之參考。	感謝委員建議。本研究蒐集之趟次樣本並非連續趟次，因此無法得知每個趟次實際的駕駛時間，建議納入未來研究探討。	同意研究單位處理意見
10. 長期應用部分，建議增加對業者的建議，包含如何與本所及貴團對過去長期推動的 ISO 39001 整合，做為安全管理系統當中風險辨識、分析之工具，對於未來而言，應如何與公司管理結合，包含教育訓練、獎優汰劣等等。	感謝委員建議。已補充於期末報告修正定稿報告書第 211 頁。	同意研究單位處理意見
(十四) 交通部運輸研究所綜合技術組		
1. 各項結論與建議(201-203 頁)宜有進	敬悉，已補充說明於期末報告修正定稿報告書第	同意研究單位處理意見

一步說明。例如：結論 1「不同道路環境 (...)應有不同的安全駕駛行為之指標及門檻值」，應摘要補充說明為何需要不同指標與門檻值，必要時還可註明相關之內文章節。其它需進一步說明其立論之依據或補充之項目，包括結論第 3、4、5 項，建議第 1~4 及 6~8 項。建議第 5 項之文字陳述方式讀起來不像是建議事項，宜予以修改。	136 頁。	
2. 就採用多層次普瓦松迴歸與分類迴歸樹分析(174 頁)，建議補充說明採用此方法及統計分配之原因。	本研究蒐集之趟次資料中，每一位駕駛有多個趟次，為反應此資料結構之層級關係，因此採用多層次迴歸，以減少樣本之間相關性造成之估計誤差；此分析之被解釋變數為次數變數 (count variable)，因此假設符合 Poisson 分布。分類迴歸樹 (CART) 分析之目的用以找出各種危險事件之可能情境，其他 rule-或 tree-based 的分析方法亦可達成此目的，但 CART 被廣泛使用在各領域且亦內含於許多免費分析軟體如 R 或 Weka，未來在推廣上較為容易。	同意研究單位處理意見
3. 報告應有適當之處，針對研究主題與重點之「三、預期完成的	敬悉，已補充說明於期末報告修正定稿。	同意研究單位處理意見

工作項目」所列之各項工作，逐項說明研究成果是否有達成預期。		
2. 針對疲勞駕駛之分析與管理為採用於一定時間內車道偏移之次數做為依據，期望本研究案相關後續研究能針對疲勞駕駛提出更加具應用價值之研究成果。	感謝建議，疲勞駕駛確實為後續安全駕駛行為管理上之一個重要課題，建議後續研究能針對疲勞駕駛之偵測與預防進行探討。	同意研究單位處理意見
(十五) 交通部運輸研究所陳副所長天賜		
1. 感謝各單位及業界對本研究案之重視，以及和欣客運協助資料蒐集，相關建議之事項如資料蒐集應用分析、駕駛安全等第評量、各別行為導正、教育訓練、設備功能升級等，應能具體且對業者、監理機關有實質幫助。	感謝主席建議。	敬悉
2. 研究成果可回饋給運輸業者、監理單位及產業界，請在結論與建議部分完整說明，以做為未來產業發展、政策擬定的參考。	感謝主席建議。已補充於期末報告修正定稿。	敬悉
3. 交大研究團隊多年來與本所共同研究於客運業者導入安全管理機制 ISO39001，本案亦為客運業安全管理	感謝主席建議。本研究已於報告書報告書第 173 頁新增圖 7.3 至 7.7 之補充說明。本研究也補充說明本研究成果與道路安全	同意研究單位處理意見

系統的一環，應可與之整合融入。	管理系統之危害識別及風險分析之關係。	
4. 多位審查委員建議自然駕駛行為研究應予持續，請交大團隊就未來研究課題依時序提供建議。	感謝主席建議。已補充或修正於期末報告修正定稿。	同意研究單位處理意見
5. 本所研究經費逐年減少，為持續辦理相關研究，需要各單位協助支援，考量本案係針對營業大客車駕駛人，期望公路總局公運計畫未來可支援本所投入相關研究，從先期研究角度協助監理單位共同推動運輸業安全改善	感謝主席建議。	敬悉
6. 本案期末報告經與會委員同意通過，請研究團隊依據委員及與會單位意見做出回應及必要之修正，並於契約規定期限內繳交定稿報告書。	感謝主席建議。已針對委員及與會單位意見做出回應及修正於期末報告修正定稿。	敬悉

附錄六 成果說明會

為使本研究成果更加完善，於 2019 年 3 月 4 日星期一下午舉辦成果說明會，邀請單位包含公部門與私部門，公部門與會有交通部公路總局，私部門與會單位有中華郵政、統聯客運、指南客運、首都客運，同時也邀請學界、客運業、貨運業代表之專家學者給予本案研究建議，名單如下。

專家學者名單

單位	姓名	職稱
中華郵政	魏健宏	董事長
淡江大學	陳菟蕙	教授
和欣客運	黎明義	主任

此次成果說明內容包含本案之危險事件分析、安全駕駛行為分數、駕駛員行車安全診斷及分析工具。

成果說明會議程

時間	流程
13：30~14：00	報到
14：00~14：10	交通部運輸研究所長官致詞
14：10~15：00	簡報題目：駕駛行為分析工具開發及行為探討成果說明 1. 本案背景說明 2. 危險事件分析(駕駛行車風險指標與本土化門檻值) 3. 駕駛人安全駕駛行為分數 4. 駕駛人行車安全診斷及分析工具 主講者：國立交通大學 運輸與物流管理學系 吳昆峯教授
15：00~16：00	意見交流
16：00	散會

對於駕駛行為分析與應用於管理之報表與工具，不論公私部門相關單位皆具備不同之需求，於公部門端之需求為可做為推動國家交通安全政策之資源挹注重點項目之參考，或是對業者進行補助時之考評依據；對於私部門之業者而言，重點即為安全駕駛行為管理。透過此次成果說明會，成功將主管機關、公私部門間進行深度交流，公部門可了解業者需求，私部門業者也可了解目前公部門政策推動方向，或提供相關政策之修改建議。此次成果說明會大致歸納出以下事項。

1. 中華郵政魏董事長健宏近年投入此產業之自身經歷，有感而發相較於公共運輸產業，公部門對物流、貨運所投入之關注與資源真的相對較少，希望未來公部門主管機關能多提供物流貨運業者設備補助或相關資源。
2. 有關中華郵政公司未來欲導入相關車輛與駕駛行為管理，本研究之建議如下：
 - (1) 不論對於教育訓練或管理層面，首先皆須依照公司之車種、道路類別(國道、市區)與近年之事故型態進行特性分析，找出公司常見之問題後，即可擬定因應之檢討分析報告以做為教育訓練之參考。
 - (2) 有關管理層面，透過上述事故特性分析即可掌握常見之危險事件進行監控，甚至再投入教育訓練後仍未改善，即可再評估公司資源以投入車載設備輔助駕駛行車安全，或提供公司更多可監控駕駛之資訊，形成正向循環。
3. 有關安全駕駛行為管理系統，陳菟蕙教授主要提供三大有關管理、未來以及指標設計之建議。
 - (1) 於管理應用層面，除了提供即時監控以輔助駕駛行車安全，更重要的是透過此些資訊提供駕駛員之改善駕駛行為之回饋，讓系統是站在駕駛之角度，提升駕駛員的駕駛技術讓與行車安全之目標形成正向循環關係，而非僅是業主做為管考之手段工具。
 - (2) 公司在進行指標與門檻值訂定時，建議先與駕駛員進行相關座談以了解駕駛員之想法並將納入參考，一來可讓駕駛員後續對此指標之推行時較有充分了解而提升接納度，二來也為能設計出更具符合公司營運特質與背景之指標。
 - (3) 本研究進行事故前兆之影像辨識為透過人工判斷，未來業者欲導入此些指標時，因目前影像自動辨識技術仍未成熟到可精準判斷，故建議可透過公司內部之駕駛教練當作判斷標準依據，並訓練相關人員以蒐集此指標所需之資料。

4. 和欣客運資訊室黎主任明義分享其公司開發行車監控系統之經驗，在未導入車載資訊系統前，駕駛員是否有精神不濟狀況之作法為用傳統行車紀錄器(大餅)，並請檢核人員一一判讀時速變化，不僅需耗費許多人力資源且精準度也有待考量。而導入車載資訊系統後，為利用車速及車道偏移警示(依經驗訂定如幾分鐘內有幾次警示之條件)，再搭配行車影像進行驗證，效果皆比以往要好。另外前車碰撞警示系統對於該公司行駛國道之提升安全品質也具有良好輔助。目前為利用每位駕駛員每百公里做為統計基準，相較傳統利用次數做為單一評估，也較具有考量曝光度之優點。最後分享目前公司對於駕駛員之分數排名較差者會請駕駛員進行教育訓練課程。
5. 另某位客運公司主管提到近年發現新進駕駛員之心理條件較往年素質要低，更有駕駛員因為公司裝設車載資訊系統而提出辭呈。建議職業駕駛汽車駕訓班在進行駕駛技術之培訓之餘，也應先提供駕駛員未來做為職業駕駛員可能面臨之環境或駕駛環境。



成果說明會照片

**駕駛行為分析工具開發及行為探討
成果說明會**

- 一、 時間：2019 年 3 月 4 日(星期一)下午 14:00
 二、 地點：國立交通大學臺北校區第一教室
 三、 主持人：張組長開國
 四、 出席單位及人員

單位	職稱	姓名
交通部運輸研究所	組長	張開國
	助理研究員	黃士軒
交通部公路總局	專員	李和峰
	專工兼司	張世能
淡江大學	教授	陳永昌
中華郵政股份有限公司	李諾禮	魏健宏
	陳雍宗(板橋郵局)	黃文淵
	羅宗元(北中)	梁德福
	謝子哲	王弘
	江銘	葉坤明
	張嘉琦	陳佐賢
	明芳莉	

單位	職稱	姓名
和欣汽車客運	主任	黎明義
統聯客運	副理	張述東
	專員	許惠珍
指南客運	專員	杜伯豪
首都客運	專員	郭弘修
國立交通大學	副教授	吳恩華
	副教授	韓正
	教授	邱新科
	助理	吳品華
	研究生	施朝欽
	研究生	賴穎瑜
	研究生	李宜靜
臺北市政府警察局	警務員	王雅亭
台北客運	股長	羅之凱
大都會客運	副理	姚安正

全聯會

2

梁華忠

附錄七 訪談簽到單

駕駛行為分析工具開發及行為特性探討訪談簽到單

一、 開會時間：107 年 7 月 20 日(星期五)下午 15：00

二、 開會地點：交通大學台北校區第一會議室

三、 與會人員

單位	職稱	姓名
中華民國遊覽車客 運商業同業公會全 國聯合會	秘書長	謝界田
國立交通大學		吳昆華 邱祝斜 鍾品

駕駛行為分析工具開發及行為特性探討案

諮詢會議簽到單

一、 會議時間：107 年 8 月 13 日(星期一)下午 13:30

二、 會議地點：

三、 出席單位與人員：

單位	職稱	簽名
交通部運輸研究所	助理研究員	黃士軒
國立交通大學	副教授 研究生	吳昆峰 施朝欽

會議紀錄簽到單

會議時間：107 年 8 月 21 日下午 13:30

會議地點：

單位	簽名
國立交通大學	吳品養 鍾品 吳品養
工業技術研究院	劉紹堯 張俊哲

駕駛行為分析工具開發及行為特性探討案

訪談會議簽到單

一、 會議時間：107 年 9 月 25 日(星期二)下午 14:30

二、 會議地點：[REDACTED]

三、 出席單位與人員：

單位	職稱	姓名
[REDACTED]		
交通部運輸研究所	組長	張開國
	助理研究員	黃士軒
國立交通大學		吳昆峰

駕駛行為分析工具開發及行為特性探討案

訪談會議簽到單

一、 會議時間：107 年 11 月 9 日(星期五)上午 10:00

二、 會議地點：

三、 出席單位與人員：

單位	職稱	姓名
交通部運輸研究所	副組長 助理研究員	黃祖宏 黃士軒
國立交通大學	副教授 研究生	吳昆峰 施朝欽

附錄八 名詞解釋(對照)表

*****與設備有關*****

1. 加速度計：又稱加速規、加速計。為測量物體加速度之感測裝置。
2. 速度計：測量車輛行駛速度之裝置。
3. 車上診斷系統(On-Board Diagnostics, OBD)：裝置於車中用以監控車輛運行狀態和回報異常的系統。
4. 車載資訊系統：為整合車輛上多項功能(車用導航、多媒體影音及無線通訊)與提供資訊(GPS 導航等)之車上微型電腦。
5. 影像行車紀錄器：供紀錄行車時之車外或車內之影像錄影器。
6. 數位行車紀錄器：可記錄行車時之速度、時間、距離等相關訊息之設備。
7. 先進駕駛輔助系統(Advanced Driver Assistance Systems；ADAS)：為安裝車輛中提供偵測光、熱、壓力等數據之感測器，透過蒐集車內外環境資料，進行動/靜態物體之辨識與偵測與追蹤之資訊處理，提供駕駛預防事故發生之警示，常見的輔助駕駛系統有盲點偵測系統、停車輔助系統、後方碰撞警示系統、車道偏移警示系統等等。

*****系統、管理類*****

8. 道路交通安全管理系統：管理道路交通安全的組織、目的、程序、及表單等。
9. 安全駕駛行為管理：以管理駕駛行為為主的道路交通安全管理系統。
10. 事故風險：因道路交通事故所產生之傷害(harm)或損失(loss)的可能程度(likelihood)，及這些傷害或損失的嚴重性(severity)。
11. 事故風險管理：管理道路交通事故風險之作為，如：駕駛員疲勞管理、駕駛員訓練、採用車載資訊系統來輔助駕駛員的行車安全等。

*****指標類*****

12. 安全駕駛行為指標：用來表示駕駛員於行駛中與安全相關的行為的指標，例如跟車距離、車速等。
13. 落後指標(lagged indicator)：無法於事故發生前進行有效監控及管理之指標，如事故件數。
14. 領先指標(leading indicator)：可於事故發生前進行有效監控及管理之指標，如危險事件數。
15. 行動指標(activity measures)：源自「道路交通安全觀測指標研究案」，以問

題導向方式研擬對策方案、測量導向方式評估整體道路交通安全，並建構三大指標(行動指標、行為指標、核心指標)之間關聯性，由”行動指標”項目策進提升”行為指標”內核，進而改善事故數、傷亡數或嚴重程度等”核心指標”，具有評估政府及民眾對於改善道路交通安全努力程度以及評估道路交通安全水準之雙重效用。行動指標為評估道路交通安全政府主管機關對於改善道路交通安全所提出策略及改善措施之執行成果及有效性，包含工程、教育、執法及監理等手段或策略方向。

16. 行為指標：又稱中介指標、間接指標。為連結行動指標與核心指標之”指標”，例如以實際之酒駕等事故違規率(行為指標)，評估投入防制酒駕之實際作為(行動指標)與酒駕死亡人數(核心指標)之成效關聯。
17. 核心指標(core measures)：為評估道路交通安全最直接之連結，包含道路交通事故發生數、延車事故數、事故率、傷亡人數、延車傷亡人數及傷亡率等。

*****行為、事件、事故等*****

18. 駕駛行為： 駕駛員操作車輛的行為。
19. 偏差駕駛行為： 當安全駕駛行為指標超過某一門檻時所定義的，有安全疑慮之行為。
20. 侵略性駕駛行為： 駕駛人在道路上所有可能讓其他用路人身心受影響的外顯駕駛行為。
21. 事件： 駕駛員操作車輛的行為，及周遭車流環境形成的情境。
22. 安全相關事件：安全相關事件為一學理上之總稱，代表透過安全駕駛行為指標所定義出有安全疑慮之事件。警示事件在本案中為 ADAS 找到的安全相關事件
23. 交通衝突： 交通衝突係指若兩車維持目前的車速及軌跡，在一定的時間內會產生碰撞事件。交通衝突為安全相關事件之特定事件之一。
24. 警示事件： 同安全相關事件。係透過安全駕駛行為指標所定義出有安全疑慮之事件，在本案中將觸發 ADAS 預警條見之事件皆視為警示事件。
25. 事故前兆： 事故前兆為一學理上之總稱，代表極有可能造成事故之情境。危險事件在本案中為經驗證後的警示事件與事故有關之危險事件。
26. 危險事件： 同事故前兆。為極有可能造成事故之情境。在本研究中指經過驗證後，確認為有可能造成事故之情境之警示事件。
27. 近似事故： 差一點發生而未發生之交通事故。
28. 事故： 行駛中之車輛與其他用路人或物體發生碰撞。
29. 危險事件之門檻值： 透過安全駕駛行為指標及適合之門檻值所定義出之危險事件(極有可能造成事故之情境)。

30. 駕駛人安全分數：本處所指之駕駛人安全分數係本研究根據駕駛員於行駛中所發生之警示事件或危險事件件數所計算出之分數。

*****專有名詞類*****

31. 作業特性曲線(operating characteristic curve, ROC 曲線)：為二元分類模型，為在特定的分類下，判定結果僅有兩種類別之模型。
32. 真陽性：條件診斷為是，實際上判定結果也為真。
33. 真陽性率(TPR)：在所有實際為陽性的樣本中(實際上判定結果為真的事件)，被正確地判斷為陽性之比率。
34. 偽陽性：又稱誤報。條件診斷為是，但實際上判定結果不為真。
35. 偽陽性率(FPR)：在所有實際為陰性的樣本中(實際上判定結果為否的事件)，被錯誤地判斷為真之比率。
36. 真陰性：條件診斷為否，實際上判定結果也為否。
37. 偽陰性：又稱漏報。條件診斷為否，實際上判定結果卻為真。
38. 誤報率：條件診斷為是，實際上判定結果卻為否之比率。
39. 同質旅次(Homogeneous Trip Segment, HTS)：主要為交通運輸方面，參考統計學上定義的試驗(trial)，而透過以駕駛行為、車輛因素及行駛環境等因素來進行分割，使得各 HTS(試驗)為均質。
40. FCW=未保持安全距離事件(Forward collision warning, FCW)
41. LDW=車道偏移(Lane departure warning, LDW)
42. CSW=彎道超速(Curve speed warning, CSW)
43. OBD2=On-Board Diagnostics II (車載自動診斷系統)
44. Mobileye：以色列一家專門出產先進駕駛輔助系統之汽車科技研發公司，為國際知名先進駕駛輔助系統大廠商。

附錄九 期末簡報



駕駛行為分析工具開發 及行為特性探討-期末審查

團隊成員: 吳昆峯、邱裕鈞、鍾易詩

國立交通大學運輸研究中心

2019年3月21日

Be the Light of the World

簡報大綱

1. 背景：駕駛人安全駕駛行為管理及所面臨之挑戰
2. 國內外目前應用現況
3. 國內運用車載資訊設備之現況
4. 本研究案之成果：
 - 4.1 自然駕駛資料蒐集及目標駕駛行為之選取
 - 4.2 危險事件分析：建立適合我國之本土化指標及門檻值
 - 4.3 建構駕駛人安全駕駛行為分數
 - 4.4 駕駛人行為特性分析
 - 4.5 分析工具與報表開發及成果說明會
5. 結論與建議



國立交通大學
National Chiao Tung University



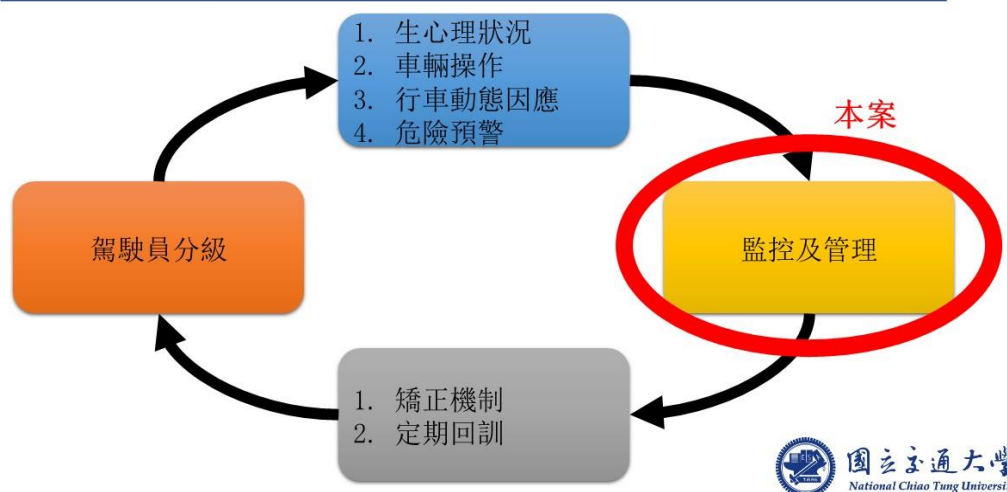
國立交通大學
National Chiao Tung University

Page 3

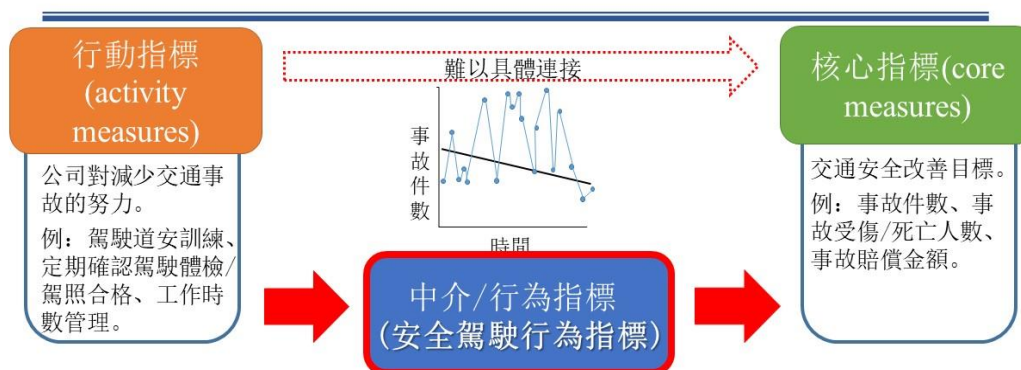
1. 背景：駕駛人安全駕駛行為 管理及所面臨之挑戰

Be the Light of the World

職業駕駛人安全駕駛行為管理之目標： 減少可預防 (preventable) 之事故



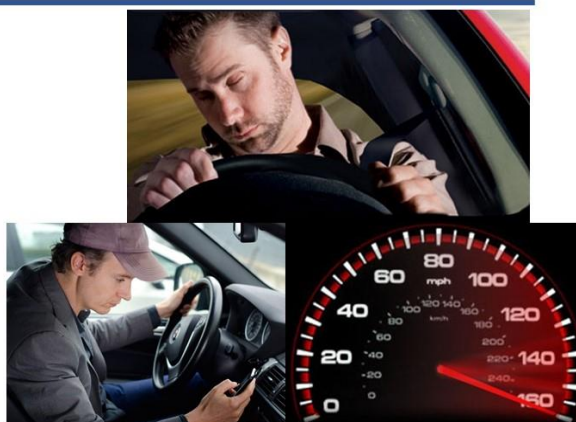
安全駕駛行為管理



過去駕駛行為管理的限制: 不容易即時觀察, 所以無法量化。

善用車載資訊設備改善交通安全

1. 九成以上道路交通事故與人為因素有關。
2. 目前汽車運輸業常運用車載資訊系統及先進車輛防碰撞系統來做為事故風險管理之用，但成效有限。



<https://www.enddd.org/distracted-driving-research/drowsy-driving-1-in-25-fall-asleep-at-the-wheel-according-to-cdc-report/>
<https://www.country-guide.ca/2017/03/13/ten-tips-to-reduce-your-risk-for-distracted-driving/50663/>
<https://www.radarsign.com/media-kit/traffic-calming-stats/>



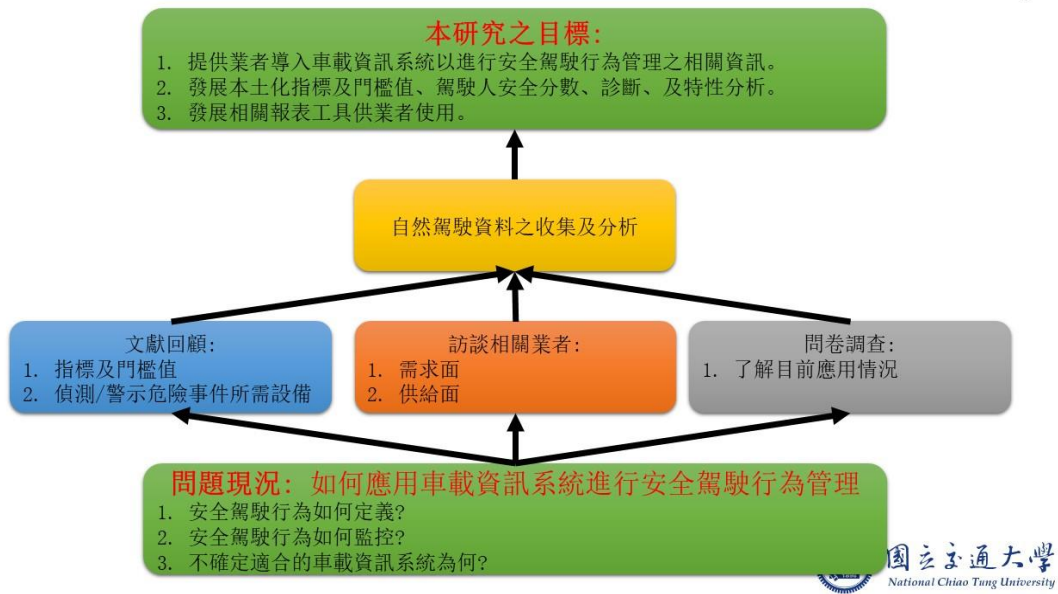
國立交通大學
National Chiao Tung University

目前所面臨的挑戰

1. **指標與事故之關聯性：**何種安全駕駛行為指標較適合作為安全管理使用？安全駕駛行為指標之門檻值應如何決定或設定？
2. **指標特性分析：**單一安全駕駛行為績效指標，若不考慮曝光量及行駛環境(如國道或市區)等，則無法用以比較追蹤。
3. **安全管理分析報表設計：**安全管理分析的報表應如何設計？應具備何內容來回饋交通安全改善，如時段、地點、事件回放(駕駛人教育訓練)等？
4. **業者需投入之成本過高，以致窒礙難行：**運輸業者各別建立行為指標及報表，成本過高。



國立交通大學
National Chiao Tung University



本案目標

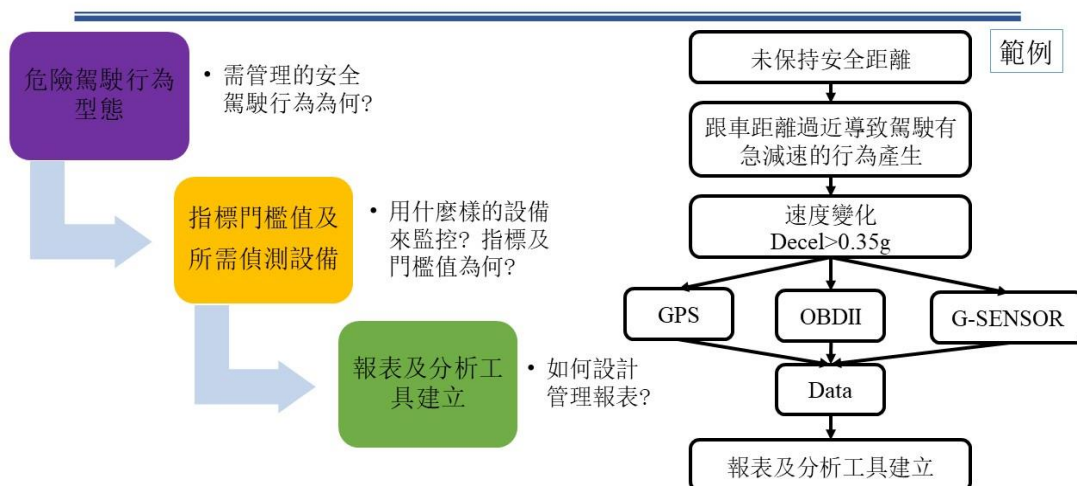
- 範疇
 1. 了解不同等級車載資訊系統如何支援安全駕駛行為管理
 2. 利用車載資訊系統所回傳之資訊進行安全駕駛行為管理
- 目標
 1. 建立駕駛人安全駕駛行為分數以進行駕駛人行車安全診斷及特性分析
 2. 分析工具及報表開發



2. 國內外目前應用現況

Be the Light of the World

文獻回顧流程



安全駕駛行為管理所需之偵測設備(1/2)

事件型態	偵測方式	所需之偵測設備						
		OBD2	GPS	雷達	加速度計	地圖	車外影像	駕駛影像
超速	速度 + 速限(位置)	√	√			√		
	速度 + 速限 (若無圖資)	√	√				√	
彎道超速	速度 + 速限(位置)	√	√			√	√	
	速度 + 側向加速度	√	√		√	√		
	速度 + 側向加速度 + 軌跡 + 彎道區率	√	√		√	√	√	
急加速	速度變化	√	√		√			
	縱向加速度	√			√			
急減速	速度變化	√	√		√			
	縱向加速度	√			√			
跟車距離過近	速度 + 與前車距離 (1)	√		√				
	速度 + 與前車距離 (2)	√					√	
車道偏移	速度 + 距車道線距離	√	√				√	

安全駕駛行為管理所需之偵測設備(2/2)

事件型態	偵測方式	所需之偵測設備						
		OBD2	GPS	雷達	加速度計	地圖	車外影像	駕駛影像
變換車道不當	速度 + 距車道線距離	√	√				√	
	速度 + 側向加速度	√	√		√			
	速度 + 與鄰車距離 (1)	√	√	√				
	速度 + 與鄰車距離 (2)	√	√				√	
疲勞/恍神	眼睛閉合時間							√
	呵欠、頭部偏擺頻率							√
	眼皮眨動頻率							√
駕駛人分心	用手機							√
操作不當	速度 + 轉速 + 位置 (如: 下坡空檔滑行)	√				√		
	速度 + 轉向 + 鄰近車輛或行人 (右轉側撞)	√					√	
前方行人	速度 + 偵測行人	√		√			√	

危險駕駛行為指標門檻值(1/2)

• 過去文獻中常出現的指標與其門檻值，分成3大類：

1. 單一指標：

指標	常見的門檻值範圍
縱向加速度	0.5g~0.65g
側向加速度	0.5g~0.75g
TTC	4秒、3秒、1.8秒
偏航率	大於4-8度
Jerk	小於-1g/s
轉向角	

2. 多重指標：

危險駕駛行為	定義
急加速	急加速 每秒加速度超過8 km/h，且時速大於6 km/h
	急速啟動 起步速度小於5 km/h，且每秒加速度大於10 km/h
急減速	急減速 每秒減速度超過14 km/h，且時速大於6 km/h
	急速停止 起步速度小於5 km/h，且每秒減速度大於14 km/h
急轉彎	急轉彎 時速大於30 km/h，並在3秒內完成轉彎(60-120度)
	急迴轉 時速大於25km/h，並在6秒內完成轉彎(160-180度)



國立交通大學
National Chiao Tung University

危險駕駛行為指標門檻值(2/2)

3. 針對不同事件的門檻值：

• 車道偏移

指標	門檻值
車速	時速大於40公里 (25mph)
車輛中心線與道路中心線距離	大於2.49公尺 (左偏或右偏)

• 過彎超速

門檻值
1.最大側向加速度大於3.5公尺/秒 ² 且在彎道頂端的減速度大於每秒3公尺。
2.最大側向加速度大於4.5公尺/秒 ² 且在彎道頂端的減速度小於每秒3公尺。

• 變換車道

事件種類	門檻值
直線上	1.最大側向加速度大於等於1m ² 。 2.最大側向加速度大於等於0.75m ² 且最大超出車道的距離介於0.1公尺-0.3公尺。 3.最大超出車道的距離0.3公尺-0.9公尺
彎道外側	1.最大側向加速度大於等於0.5m ² 。 2.加速度大於所有偵測到之數值的第25百分位，且最大超出車道的距離0.1-0.9公尺。

本團隊預計建立之本土化門檻值會針對不同事件類型做分類，並以多重指標之形式來建立



國立交通大學
National Chiao Tung University

報表及相關工具開發(2/4)

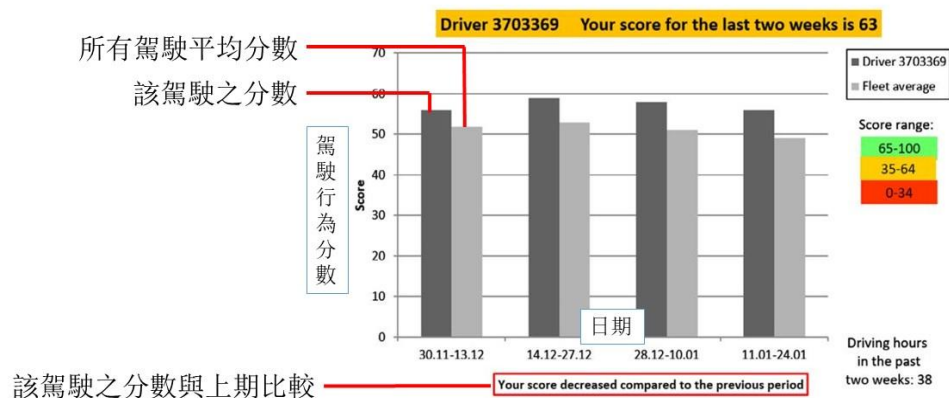


資料來源：Toledo & Lotan (2006)、Toledo et al. (2008)、Farah et al. (2013)



國立交通大學
National Chiao Tung University

報表及相關工具開發(3/4)

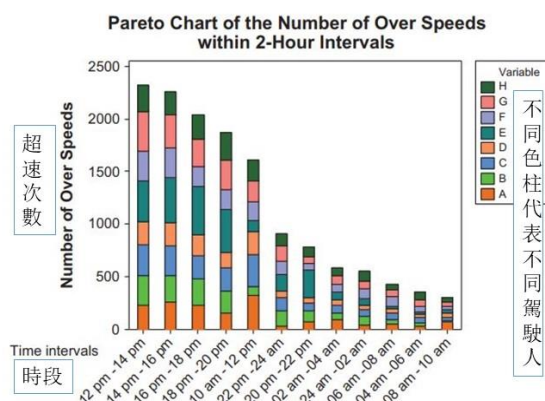


資料來源：Toledo & Shiftan (2016)



國立交通大學
National Chiao Tung University

報表及相關工具開發(4/4)



可比較:

- 每個時段中，不同駕駛對超速次數的貢獻
- 哪個時段的總超速次數最多

資料來源: Simsek et al. (2013)



國立交通大學
National Chiao Tung University



國立交通大學
National Chiao Tung University

Page 19

3.國內運用車載資訊設備之現況 - 問卷調查及業者訪談

Be the Light of the World

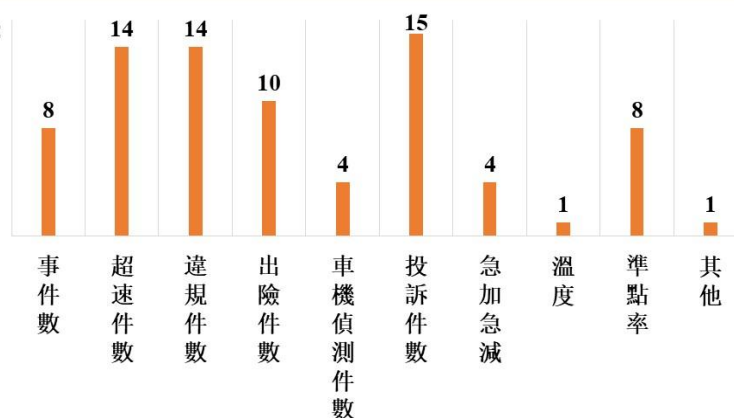
業者車載設備安裝狀況調查問卷(1/3)

- 目的: 為調查目前國內客運、貨運業者安裝車載資訊系統應用之情況, 並了解業者對於車機系統需求、未來希望發展及應用之方向
- 目前已回收問卷業者: 18家客運業者
- 裝載狀況:

設備	有裝設之廠商數	裝載之考量因素
OBD2	6	車輛維修管理之用(5)、處理客訴之依據(1)
GPS	18	路線及班表管理(14)、處理客訴之依據(9)、駕駛員安全管理(8)
ADAS	2	駕駛員安全管理
G-Sensor	0	
數位影像紀錄器	18	處理客訴之依據(17)、駕駛員安全管理(16)

業者車載設備安裝狀況調查問卷(2/3)

- 業者之管理指標:



訪談大綱

• 需求面:我國運輸業者在安全駕駛行為指標及管理之目前發展及未來應用

- (1) 業者目前之安全管理機制與組織
- (2) 車載系統裝設情況
- (3) 目前車載系統應用於安全管理之情況與遭遇的問題
- (4) 對車載系統未來應用的期待與規劃

• 供給面:我國車機業者目前智慧車載系統之技術發展及未來應用

- (1) 目前車載系統發展情況
- (2) 車載系統應用於安全駕駛管理之應用現況與遭遇的問題
- (3) 可對車隊提供的服務
- (4) 對車載系統未來應用的規劃



訪談結果重點

1. 缺乏安全駕駛行為的指標及門檻值的本土化研究
2. 國內有些危險駕駛事件並非目前設備可偵測到，如:彎道超速
3. 安全文化有賴安全駕駛行為的管理
4. 車載安全監控系統於道路交通安全之應用的確為未來趨勢，但未來導入仍有待政府補助或是設立相關誘因機制。
5. 開發一個更全面的整合型車載系統，以整合各式各樣的車載安全監控、防碰撞系統、及其他行車動態資訊系統，以避免駕駛員於行車當中資訊過載而產生危險。



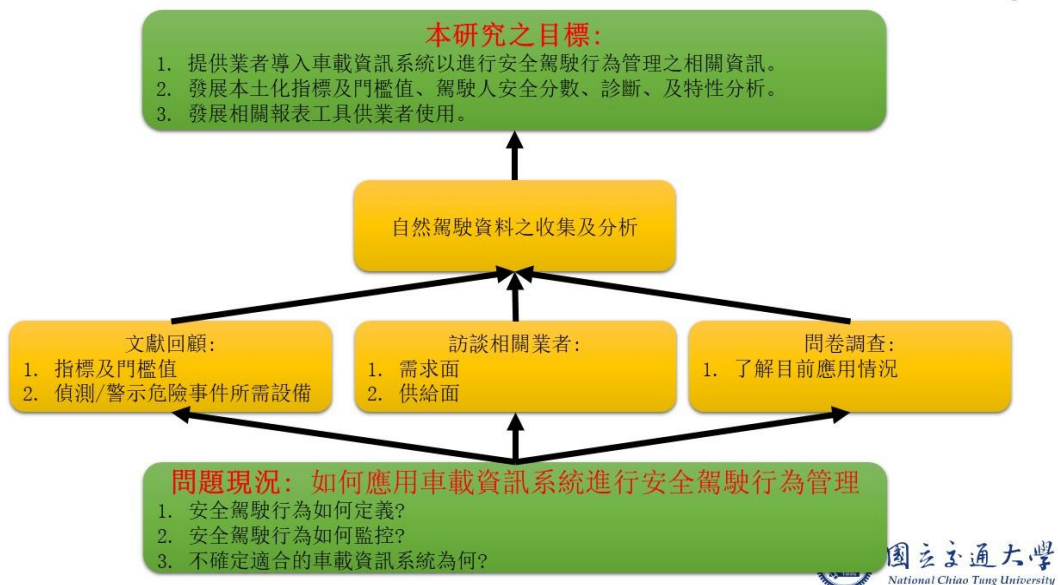


4. 本研究成果之彙整

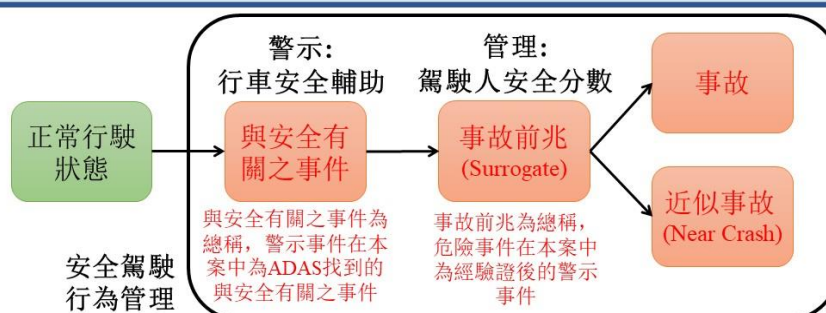
- 4.1 自然駕駛資料蒐集及目標駕駛行為之選取
- 4.2 危險事件分析:建立本土化指標及門檻值
- 4.3 建構駕駛人安全駕駛行為分數
- 4.4 駕駛人行為特性分析
- 4.5 分析工具及報表開發

Be the Light of the World

Page 25



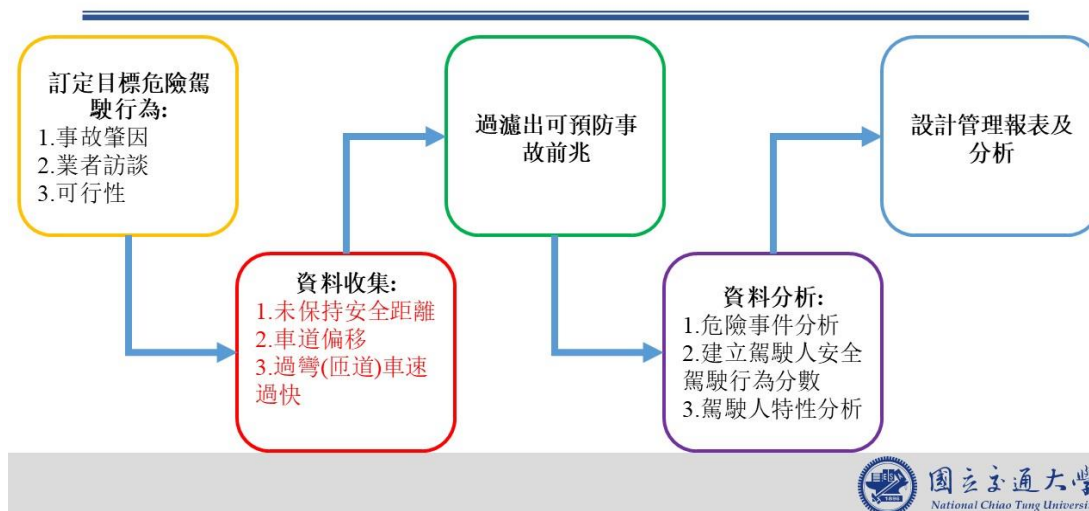
駕駛行為分析之流程



分析流程：

1. 與安全有關之事件:透過車載資訊系統搜尋警示事件。
2. 事故前兆:透過所有資料逐一判別與安全有關之事件是否為危險事件
3. (1)危險事件分析(本土化指標及門檻值)，及(2)駕駛人特性分析(影響駕駛人發生危險事件之因素)

研究方法及分析流程





4.1 自然駕駛資料蒐集及目標駕駛行為之選取

Be the Light of the World

自然駕駛資料(Naturalistic Driving Study)

為分析駕駛行為與事故風險關係，需蒐集駕駛人於「正常駕駛」及「危險事件前」之：

1. 道路幾何資料、
2. 影像資料、
3. 車輛動力資料、
4. 駕駛人身心理狀況資料及、
5. 駕駛員排班資料。



目標危險駕駛事件之選擇

1. 考量: (1) 國道事故資料分析(100-106)、(2) 所訪談的業者之意見、及(3) 資料收集及分析之可行性。
2. 本研究針對三大危險駕駛事件進行探討: (1) 未保持安全距離、(2) 車道偏移、及(3) **過彎(匝道)車速過快**

資料蒐集(1/3)

- 15台車，33條路線，2個月(2018年11月份-2019年2月份)之資料
- 共約4,313個趟次，85,728小時之行車里程，
- 行車影像資料檔案甚大，約60TB，資料分成以下四大類:
 1. **Mobile eye**系統所偵測之事件資料: 包括車道偏移(左、右)、未保持安全距且與前車之TTC<0.4、未保持安全距離且與前車之TTC<1.2、急加速、急減速等。
 2. 駕駛員排班、事故、違規紀錄、身心理狀況等資料。

資料蒐集(2/3)

3. 旅次全程的數位行車紀錄器資料：採樣率每秒一筆。

data_time	speed	speed_g	latitude_gps	longitude_gps	bearing	left_light	right_light	brake_light	head_light	事件代碼	事件名稱
2018/08/29 20:13:09.850	87	87.8589	22.7674	120.328	339	0	0	0	0		
2018/08/29 20:13:10.050	87	87.7478	22.7676	120.328	339.34	0	0	0	0	SDW_1.2	未保安全距離1.2
2018/08/29 20:13:10.250	87	87.7478	22.7676	120.328	339.34	0	0	0	0	SDW_1.2	未保安全距離1.2

欄位名稱	描述	變數類型
data_time	行車時間，每秒產生一筆資料	連續變數
speed	車速資料，有車機與GPS兩種不同的來源	連續變數
latitude	車輛所在之緯度	連續變數
longitude	車輛所在之經度	連續變數
bearing	車頭方向	連續變數
left_light	車輛之左方向燈，0為關閉1為開啟	二元變數
right_light	車輛之右方向燈，0為關閉1為開啟	二元變數
break_light	車輛之剎車燈， 0為沒踩剎車1為有踩剎車	二元變數
head_light	車輛之車頭燈，0為關閉1為開啟	虛擬變數
事件代碼	車機偵測之事件種類代碼	文字
事件名稱	車機偵測之事件種類	文字
data_time_event	車機偵測之事件時間	連續變數

資料蒐集(3/3)

4. 全程動態行車影像資料：

車隊車輛內所裝設之攝影機(車前、車後、車旁、駕駛人)



駕駛人



車前



車旁



4.2 危險事件分析:建立適合我國之本土化指標及門檻值

Be the Light of the World

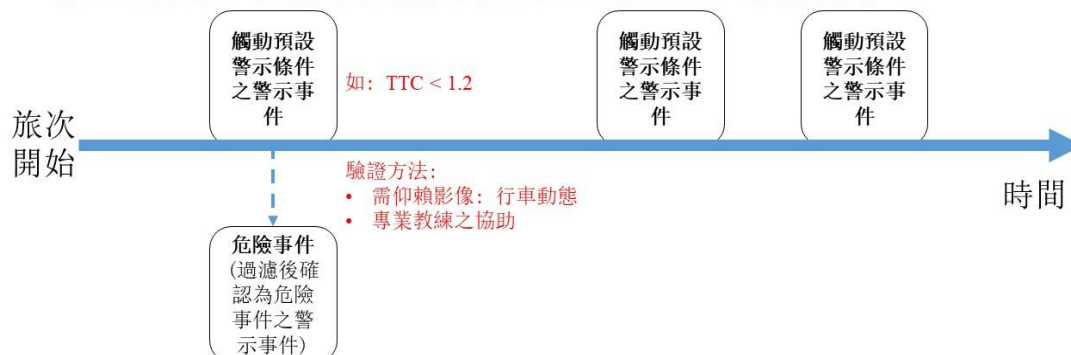
駕駛行為分析工具開發及行為特性探討： 三大主軸、三個危險駕駛行為

	跟車距離過近/未保持 安全距離(縱向) Forward collision warning(FCW)	超速、彎道超速 Speeding/Curve Speed Warning(CSW)	車道偏移(分心) Lane Departure Warning(LDW)
1. 危險事件分析 (過濾出危險駕駛行為)	已完成	已完成	已完成
2. 駕駛人安全駕駛行為分數	已完成	已完成	已完成
3. 駕駛人行車安全診斷	已完成	已完成	已完成



行車中之輔助仰賴警示條件； 但駕駛人安全管理仰賴事故前兆 = 驗證後之事件

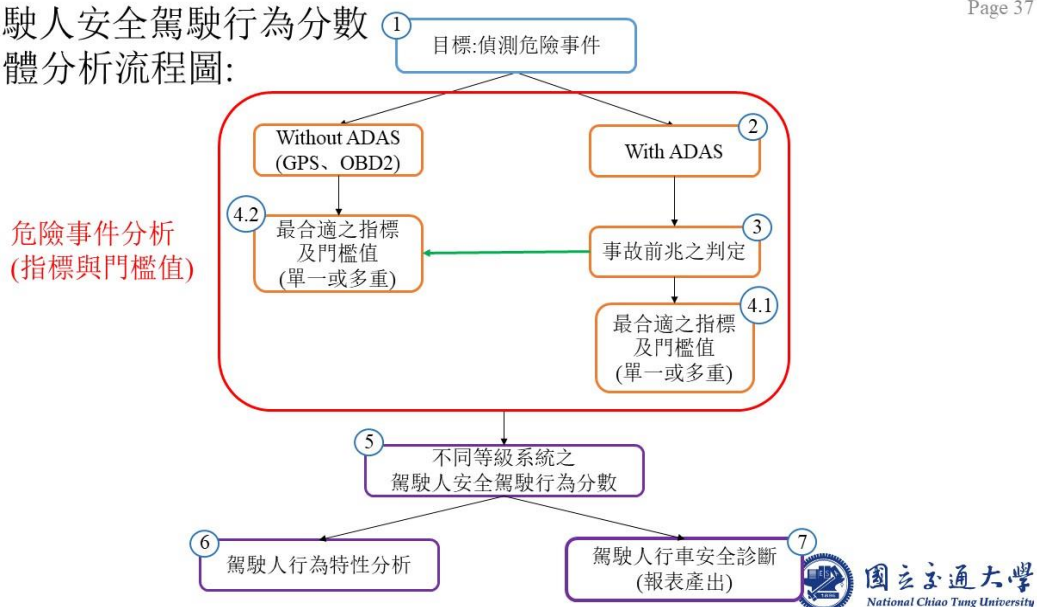
行車中之輔助：即便觸發警示條件之事件並非危險事件，還是得警示



管理：駕駛人安全駕駛行為管理：並非所有觸發警示條件之警示事件皆為危險事件，因此不適合僅以觸發警示條件之事件來評量駕駛人之安全駕駛表現

(time to collision, TTC)

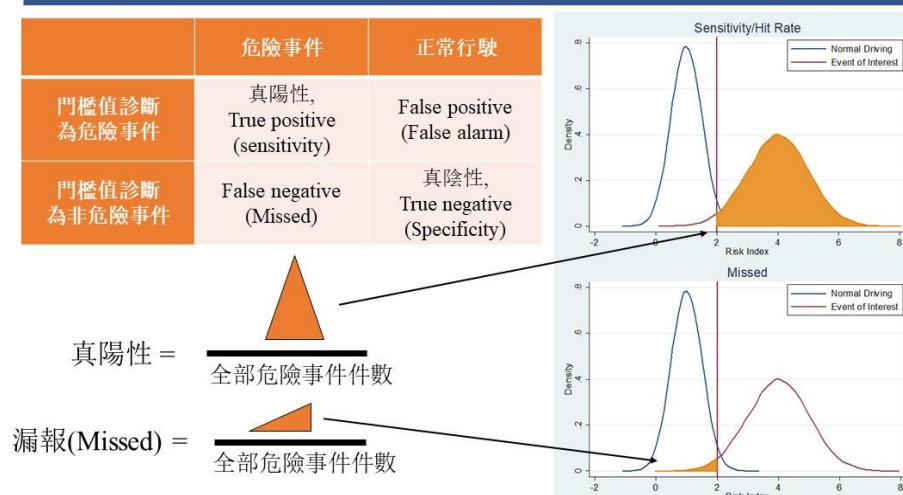
駕駛人安全駕駛行為分數 整體分析流程圖：



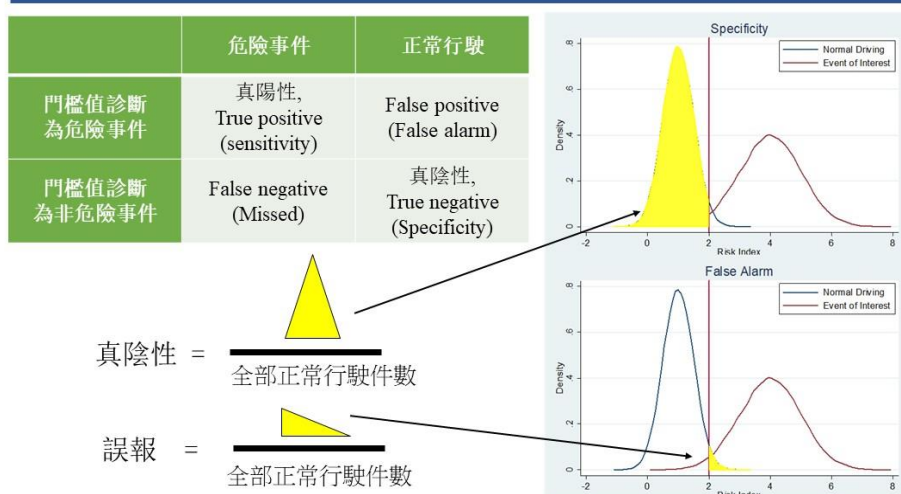
資料收集及影像編碼

- 共收集約**4,313**完整旅次的行車資料(車機、影像、道路幾何、排班等)
- 挑選101個旅次(21位駕駛)進行分析：8,209個事件
- 以專業駕駛教練判斷依據為基準，進行事件危險性之判斷依據。
 1. 事件情境 (如: 是否在適當時機執行變換車道)
 2. 絕對距離 (如: 是否相當接近前車)
 3. 駕駛員之因應方式(如: 是否有減速)
 4. 該事件之危險程度之綜合判斷

危險事件之指標及門檻值訂定(1/2): 選取可最大化真陽性及真陰性之指標及門檻值



危險事件之指標及門檻值訂定(2/2): 選取可最大化真陽性及真陰性之指標及門檻值



危險事件分析(若有ADAS)(指標與門檻值)

	指標	ROC	TP	TN	FP	FN	Sensitivity	Specificity
單一指標	TTC<0.4	0.7939	303	4905	898	105	0.743	0.845
	TTC<1.2	0.2056	105	893	4910	303	0.257	0.154
	事件持續時間	0.6577						
	是否有踩剎車	0.5700						
多重指標	TTC<0.4+剎車	0.5823	76	5899	90	347	0.180	0.985
	TTC<0.4+ Speed≥60	0.774	285	4930	873	123	0.699	0.850
	TTC<0.4+ Speed≥70	0.7563	268	4952	851	139	0.658	0.853
	TTC<0.4+ Speed≥80	0.6951	213	5038	765	195	0.522	0.868
	TTC<0.4+ Speed≥90	0.5993	113	5349	455	295	0.277	0.922
	TTC<0.4+ 事件持續時間≥2	0.6787	167	5502	301	241	0.409	0.948
	TTC<0.4+ 事件持續時間≥3	0.653	141	5573	230	267	0.346	0.960
	TTC<0.4+ 事件持續時間≥4	0.6494	137	5588	215	271	0.336	0.963
	TTC<0.4+ 事件持續時間≥5	0.6437	132	5593	210	276	0.324	0.964



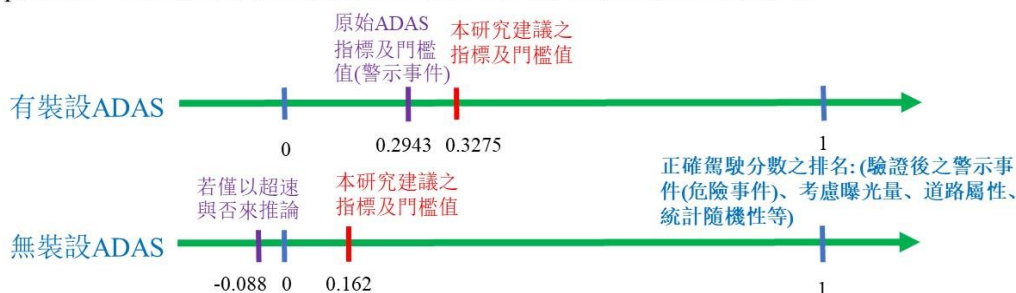
危險事件分析(若無ADAS)(指標與門檻值)

	指標	ROC	TP	TN	FP	FN	Sensitivity	Specificity
單一指標	速度	0.4196						
	事件最大速度	0.424						
	事件前3秒加速度變化	0.4142						
	事件前5秒加速度變化	0.4096						
	事件前3秒與後2秒	0.3989						
多重指標	速度>60+3秒前速度變化<-4	0.5397	46	5610	193	362	0.1127	0.9667
	速度>70+3秒前速度變化<-4	0.5359	41	5636	167	367	0.1005	0.9712
	速度>80+3秒前速度變化<-4	0.5152	20	5695	108	388	0.0490	0.9814
	速度>90+3秒前速度變化<-4	0.5024	5	5760	43	403	0.0123	0.9926
	速度>60+事件3秒前2秒後速度變化<-4	0.5783	105	5218	585	303	0.2574	0.8992
	速度>70+事件3秒前2秒後速度變化<-4	0.5642	90	5268	535	318	0.2206	0.9078
	速度>80+事件3秒前2秒後速度變化<-4	0.5374	61	5370	433	347	0.1495	0.9254
	速度>90+事件3秒前2秒後速度變化<-4	0.5081	22	5584	219	386	0.0539	0.9623



本研究建議之指標與一般指標比較(以跟車距離過近為例)

Spearman一致性比較: 越接近1表示駕駛人安全分數越接近正確之分數



- 本研究建議之指標及門檻值較原始指標具較佳之正確預測能力。
- 正確預測能力之提升有賴於: 警示事件之過濾、行車動態、道路屬性變數等資訊。





4.3 建構駕駛人安全駕駛行為分數

Be the Light of the World

Page 45

駕駛人安全駕駛行為分數(Driver Safety Score)

1. 不同系統所可偵測之駕駛行為不同
2. 不同系統等級之車載資訊設備所掌握之資訊不同
3. 不同系統等級下駕駛人安全排名與分數不同
4. 駕駛人安全分數可作為駕駛人安全診斷使用



駕駛人風險評估模式: 同質旅次分割(Homogeneous Trip Segment)(2/2)

1. 將曝光量、駕駛行為、車輛因素及行駛環境等因素同時整合
2. HTS像是一個統計學上定義的試驗(trial)，而透過以駕駛行為、車輛因素及行駛環境等因素來進行分割，使得各HTS為均質，因此可進行比較。



不同系統下之駕駛人安全駕駛行為分數(1/2)

系統等級	可偵測之駕駛行為 (本案: 超速、彎道超速、 跟車距離過近、及車道偏 移)	預設條件偵測 之警示事件 (GPS、OBD2 或ADAS)		驗證後之警示事件 = 危險事件 (Verified event)	
		事件數 (count)	延車公里 事件數 (rate)	危險事件 數 (count)	延車公里危 險事件數(rate)
Level 1 (基礎): 有些許配備, 但無 IT管理系統 (如: 僅有行車影像但 無回傳、或僅有GPS但無行車影像)	超速(但無法驗證)	1-C	1-R	資訊不足 以驗證	資訊不足 以驗證
Level 2 (中級): 有些許設備, 有基 本IT管理系統 (如: 有行車影像或 GPS, 且有回傳行控中心; 或有採 用ADAS, 但IT系統尚無法介接)	超速(但無法驗證) 跟車距離過近(但無法驗證) 車道偏移(但無法驗證)	2-C	2-R	資訊不足 以驗證	資訊不足 以驗證

不同系統下之駕駛人安全駕駛行為分數(2/2)

系統等級	可偵測之駕駛行為 (本案: 超速、彎道超速、 跟車距離過近、及車道 偏移)	預設條件偵測 之警示事件 (GPS、OBD2 或ADAS)		驗證後之警示事件 = 危險事件 (Verified event)	
		事件數 (count)	延車公里 事件數 (rate)	危險事件 數 (count)	延車公里危 險事件數(rate)
Level 3 (高級): 採用ADAS輔助, 且搭配IT系統, 及基本圖資 (如: OBD2+GPS+ADAS+地圖 +行車影像)	超速(可驗證) 彎道超速(可驗證) 跟車距離過近(可驗證) 車道偏移(可驗證)	3-C	3-R	3-V-C	3-V-R
Level 4 (進階): 除採用ADAS輔助, 且搭配IT系統, 及完整圖資 (如: OBD2+GPS+ +ADAS+行車影像+地圖(道路屬 性))	超速(可驗證) 彎道超速(可驗證) 跟車距離過近(可驗證) 車道偏移(可驗證)	4-C	4-R	4-V-C	3-V-R



國立交通大學
National Chiao Tung University

綜合排名比較: 觀察不同行為需要不同的系統等級!

駕駛員編	1-C	1-R	2-C	2-R	3-C	3-R	3-VC	3-VR	4-C	4-R	4-VC	4-VR
9202018	4	3	5	2	3	1	4	1	1	1	1	1
9305010	21	18	21	19	21	20	21	20	20	19	18	18
9309057	5	6	2	1	6	4	7	10	4	4	8	8
9406049	2	17	4	20	4	18	5	12	18	18	12	12
9908069	1	1	1	4	1	3	2	5	3	3	5	5
10007016	14	16	12	11	12	13	13	15	13	13	13	13
10012021	12	4	17	12	16	10	12	7	8	10	6	7
10206035	16	14	13	15	15	16	18	18	16	16	19	19
10208025	8	5	8	3	7	2	6	2	2	2	3	3
10307120	10	20	7	14	8	14	8	17	15	14	14	14
10312034	5	11	6	10	5	9	3	6	9	8	2	2
10403014	7	12	9	18	9	17	8	16	17	17	16	16
10409033	3	8	3	9	2	5	1	3	6	6	4	4
10409038	13	15	10	8	11	11	11	13	12	11	11	11
10508012	19	21	16	17	17	19	19	19	19	20	20	21
10509019	20	19	20	21	20	21	20	21	21	21	21	20
10603027	9	7	11	5	10	7	10	9	7	7	10	10
10604011	18	13	18	16	19	15	17	14	14	15	17	17
10604012	17	9	15	6	14	8	15	8	10	9	7	6
10609008	10	2	19	7	18	6	16	4	5	5	9	9
10610016	15	10	14	13	13	12	14	11	11	12	15	15



國立交通大學
National Chiao Tung University

不同Level間“超速”排名比較

指標	超速	超速 曝光量	超速 彎道超速	超速 彎道超速 曝光量	超速 彎道超速 道路屬性	超速 彎道超速 曝光量 道路屬性
	1-C	1-R	3-C	3-R	4-C	4-R
1-C	1					
1-R	0.5543	1				
3-C	0.9818	0.5805	1			
3-R	0.6134	0.9416	0.6545	1		
4-C	0.6108	0.9377	0.6519	0.9961	1	
4-R	0.6153	0.9325	0.6584	0.9948	0.9987	1

比較超速之行為時：加入道路屬性、彎道超速之條件對駕駛人之排名影響不大，表示會有超速行為之司機，不受道路環境限制！



國立交通大學
National Chiao Tung University

不同Level間“未保持安全距離”排名比較

指標	FCW	FCW 曝光量	FCW 事故前兆	FCW 事故前兆 曝光量	FCW 事故前兆 道路屬性	FCW 危險事件 道路屬性 曝光量
	2-C	2-R	3-VC	3-VR	4-VC	4-VR
2-C	1					
2-R	0.6766	1				
3-VC	0.8349	0.383	1			
3-VR	0.7314	0.4060	0.9424	1		
4-VC	0.4174	0.3470	0.2839	0.2946	1	
4-VR	0.4912	0.2943	0.3761	0.3396	0.8725	1

事件數 vs 事件率(2-C、2-R或3-C、3-R)

原始事件 vs 事故前兆(2-R、3-VR)

道路屬性 vs 無道路屬性: (3-VR、4-VR)

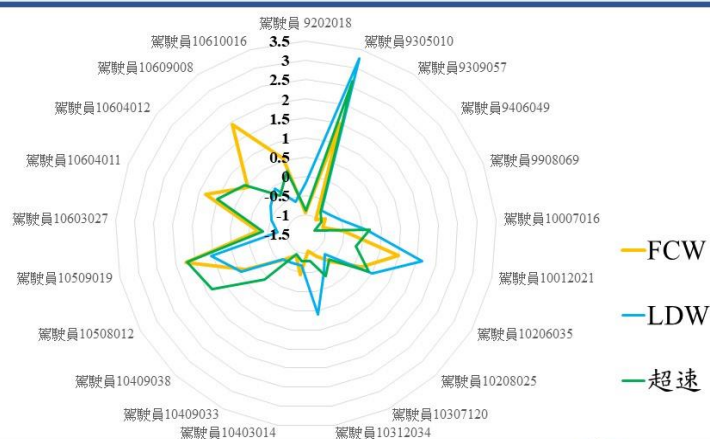
在比較FCW之行為時：曝光量、事故前兆之判斷、道路屬性對駕駛人排名有一定程度之影響！



國立交通大學
National Chiao Tung University

駕駛人行車安全診斷(1/4)

駕駛人間比較:

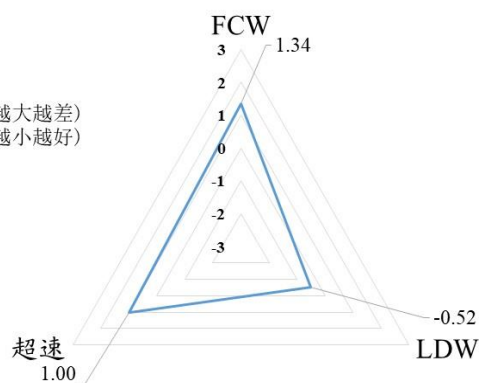


國立交通大學
National Chiao Tung University

駕駛人行車安全診斷(2/4)

個別駕駛人之分析:
(所有駕駛人平均為0)

正值表示該駕駛人表現比平均差 (值越大越差)
負值表示該駕駛人表現比平均好 (值越小越好)

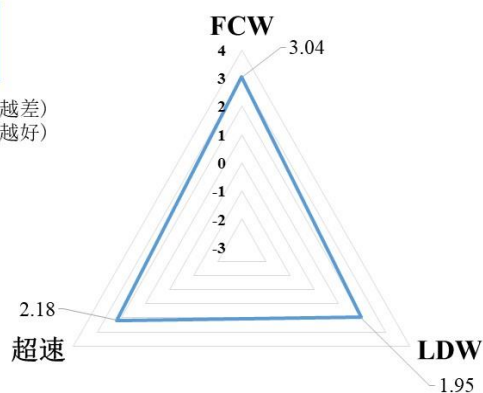


國立交通大學
National Chiao Tung University

駕駛人行車安全診斷(3/4)

個別駕駛人在“**爬坡**”路段：
(平均為0)

正值表示該駕駛人表現比平均差(值越大越差)
負值表示該駕駛人表現比平均好(值越小越好)

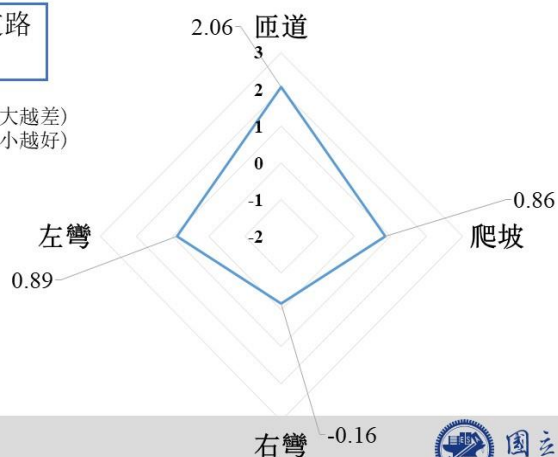


國立交通大學
National Chiao Tung University

駕駛人行車安全診斷 (4/4)

個別駕駛人易發生FCW之道路
環境(所有駕駛人平均為0)

正值表示該駕駛人表現比平均差(值越大越差)
負值表示該駕駛人表現比平均好(值越小越好)



國立交通大學
National Chiao Tung University



4.4 駕駛人行為特性分析

Be the Light of the World

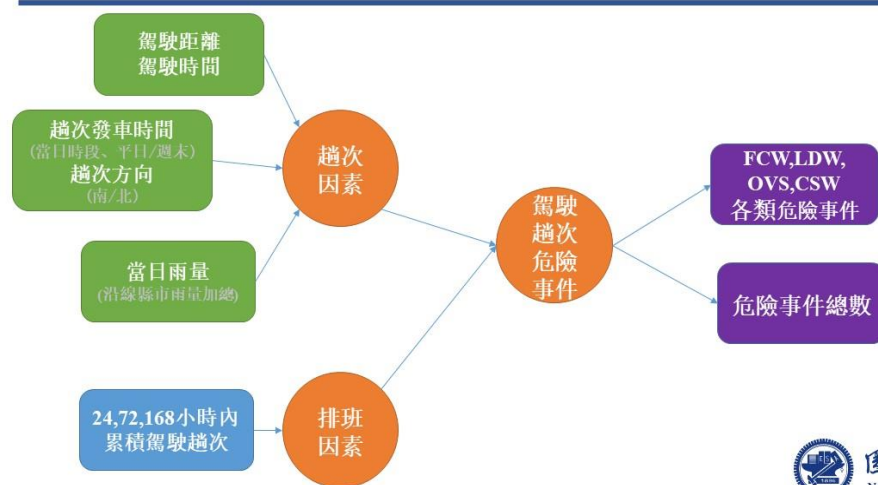
Page 57

駕駛人特性分析 - 道路屬性對駕駛員之影響

- 跟車距離過近
 1. 在”交流道”路段，發生FCW的機會為一般路段的**1.5倍**
 2. 下匝道時(車流交匯較多)，發生FCW的機會為一般國道路段的**6.7倍**
 3. 在市區道路發生發生FCW的機會為國道之**12倍**
- 超速
 1. 在有”爬坡”路段發生超速行為的機會比起平路**少11%**
 2. 下匝道時發生超速的機會為一般路段高**2.5倍**



駕駛人特性分析 – 班表對駕駛員之影響



駕駛人特性分析 – 班表對駕駛員之影響
車輛較多，較容易發生FCW；凌晨時段較容易發生LDW跟CSW，尤其是後者

解釋變數	危險事件數總和	FCW	LDW	OVS	CSW
駕駛距離	+	+			
駕駛時間	—		—	—	—
趟次發車時間 (凌晨、週末為參考)	晨峰、白天、 晚上	晨峰、白天、昏 峰、晚上、平日	昏峰、晚上		白天、昏峰、 晚上、平日
當日雨量	+	+	+	+	+
趟次方向	南	南			
24小時內累積趟次		+		—	—
72小時內累積趟次	+		—	紅字：正顯著 黑字：負顯著	+
168小時內累積趟次			+	凌晨*(0-6)、晨峰(6-8)、 白天(8-17)、昏峰(17- 19)、晚上(19-24)	

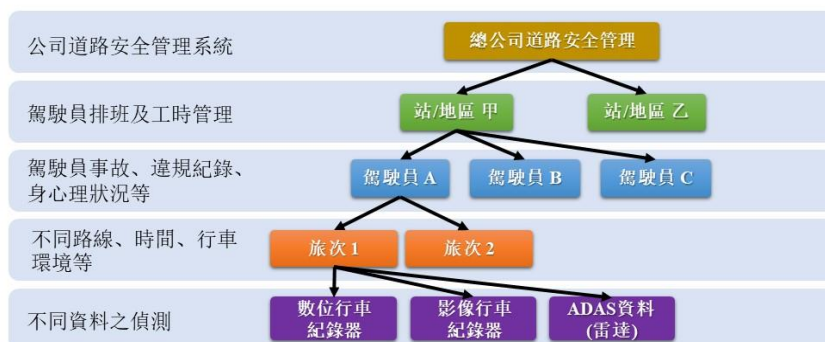


4.5 分析工具與報表開發 及成果說明會

Be the Light of the World

報表及相關工具開發(1/4)

- 目的：參考國外相關管理報表，以設計出淺顯易懂的報表管理工具，協助業者對駕駛人進行管理。

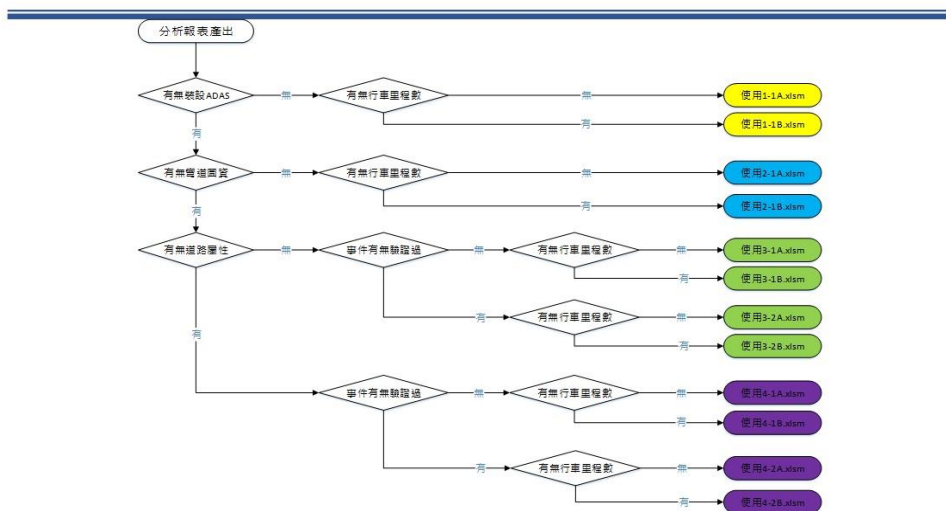


報表分析工具

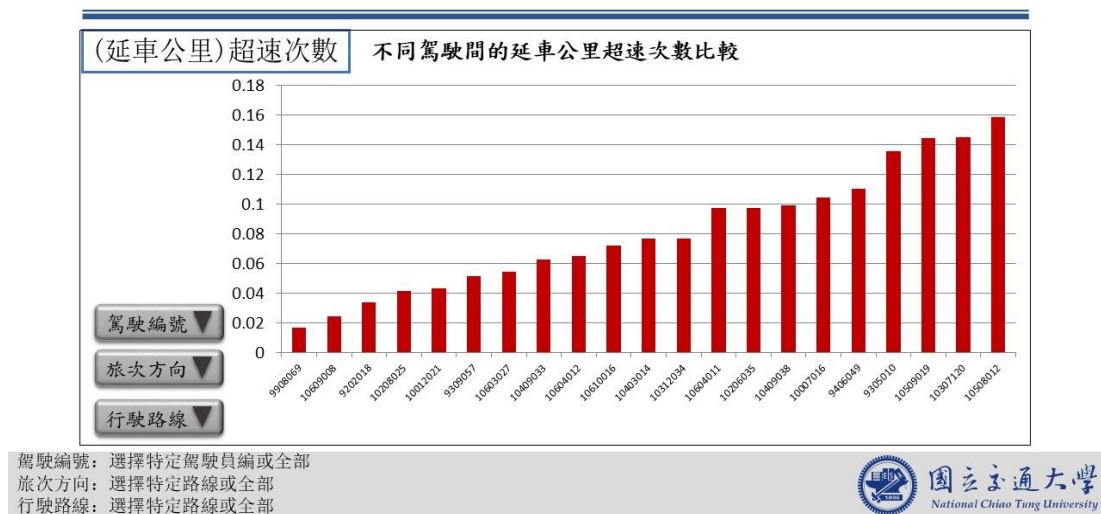
分析流程圖



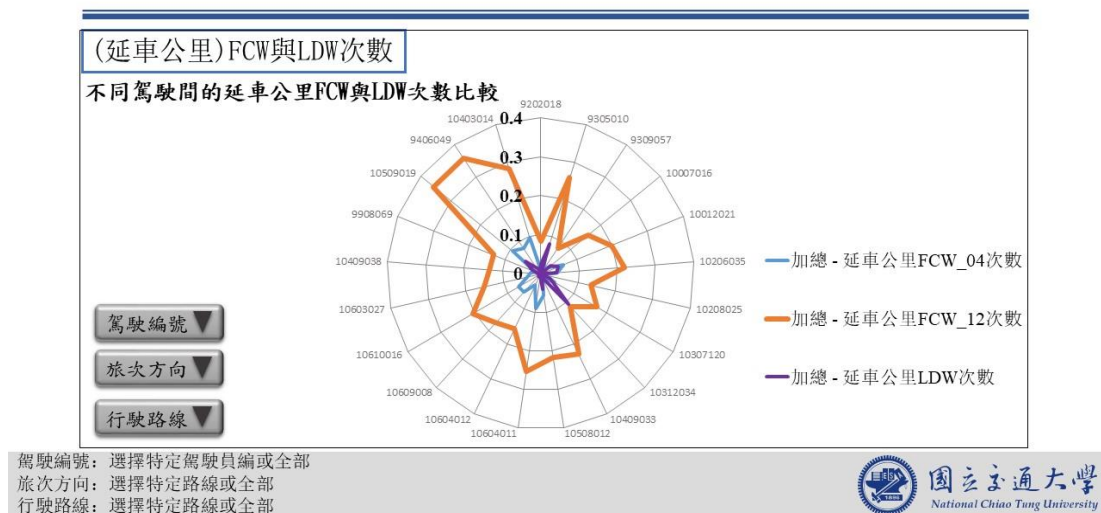
選擇報表分析工具



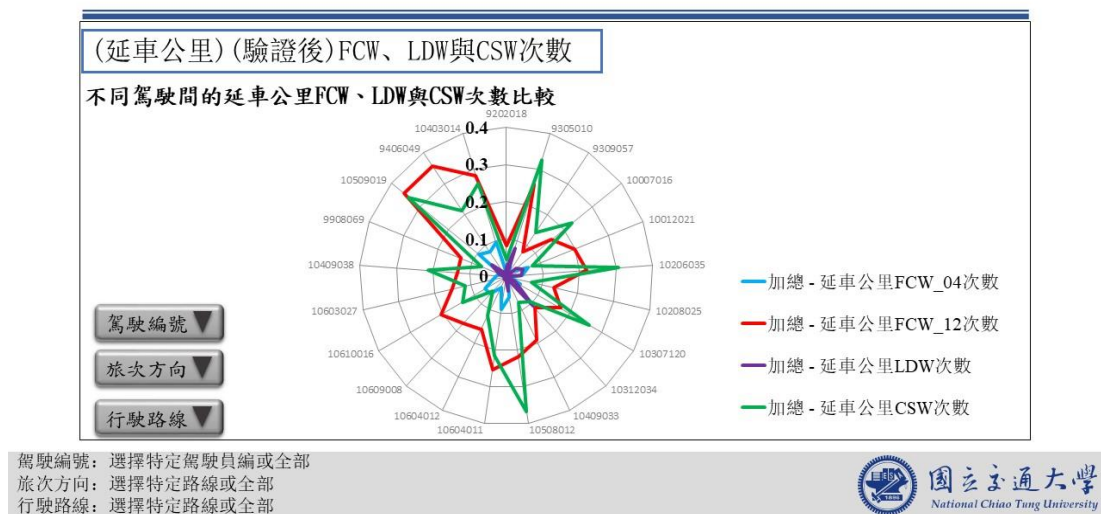
Level 1 (基礎): 僅限於超速事件



Level 2 (中級): 超速或(且)跟車距離過近事件



Level 3 (高級): 超速、跟車距離過近、及車道偏移事件

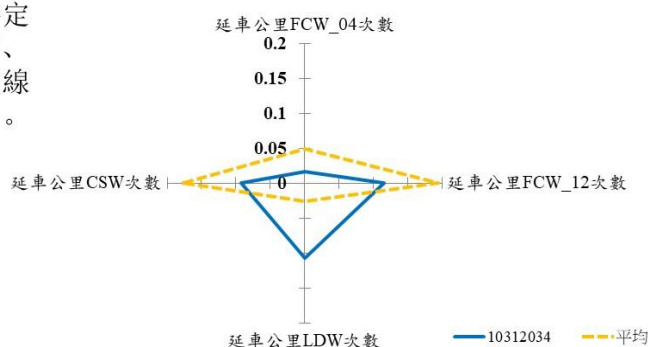


針對個別駕駛人之診斷(僅限高級及進階)

針對特定駕駛人

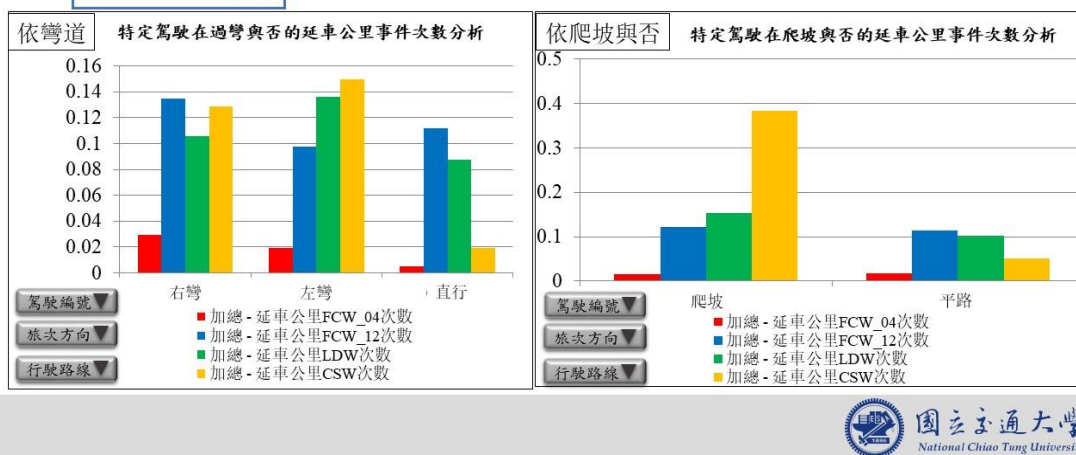
利用此圖表，找出特定駕駛的延車公里FCW、LDW與CSW次數，而虛線為所有駕駛之平均。

特定駕駛的延車公里FCW、LDW與CSW次數



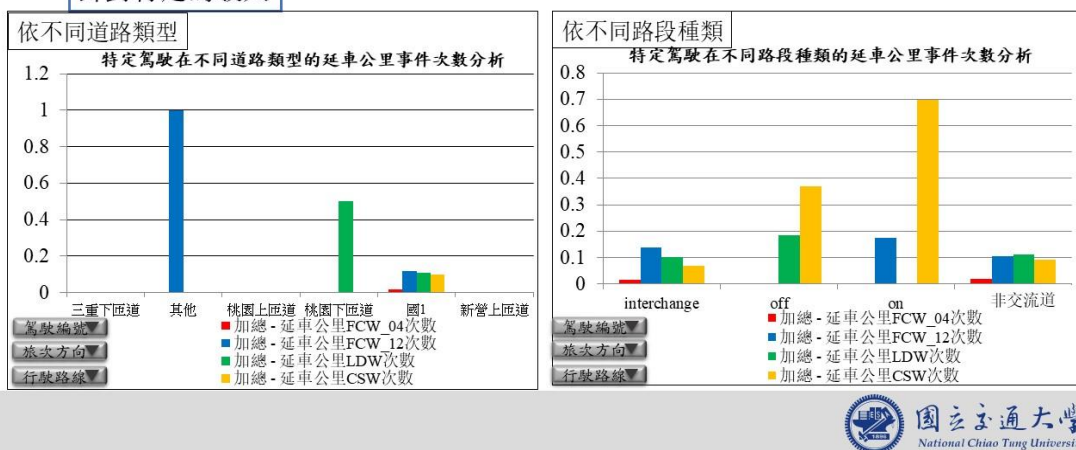
Level 4 (進階): 超速、彎道超速、跟車距離過近、及車道偏移事件，且可進一步分析駕駛員在不同道路屬性之表現

針對特定駕駛人



Level 4 (進階): 超速、彎道超速、跟車距離過近、及車道偏移事件，且可進一步分析駕駛員在不同道路屬性之表現

針對特定駕駛人

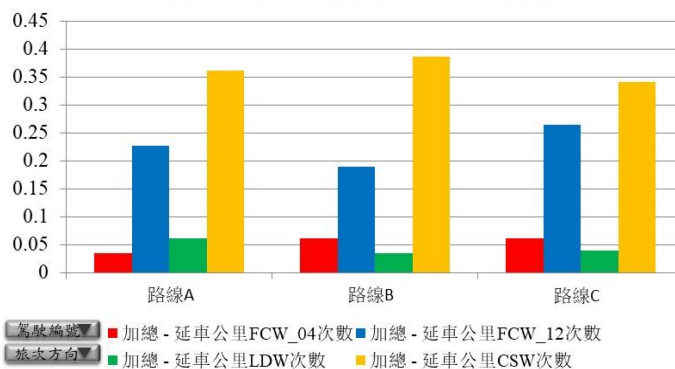


Level 4 (進階): 超速、彎道超速、跟車距離過近、及車道偏移事件，且可進一步分析駕駛員在不同道路屬性之表現

針對特定駕駛人

依不同行駛路線

特定駕駛在不同行駛路線的延車公里事件次數分析



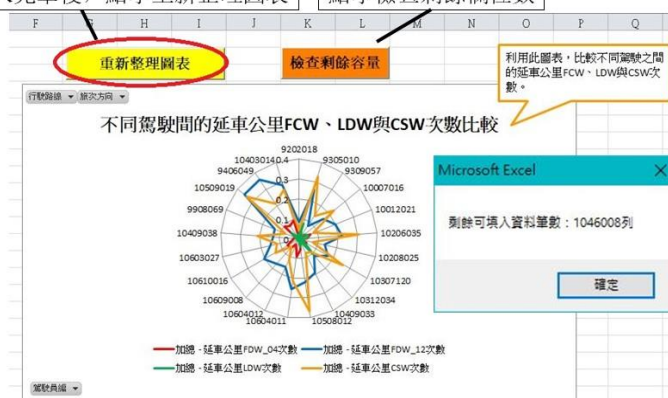
國立交通大學
National Chiao Tung University

其他功能: 操作步驟說明及分析筆數檢查

原始資料輸入完畢後，點擊重新整理圖表

點擊檢查剩餘欄位數

圖表說明



國立交通大學
National Chiao Tung University

工具展示

成果說明會

- 與會單位：
交通部公路總局、全聯會、臺北市政府警察局、中華郵政、統聯客運、指南客運、首都客運、臺北客運、大都會客運

- 意見交流重點：

1. 這些工具除提供即時監控資訊，輔助駕駛行車安全，重要的是提供駕駛改善其駕駛行為之意見回饋，提升駕駛技術與行車安全形成正向循環，而非僅作為管考之用。
2. 建議業者建立指標時，可先與駕駛員進行訪談溝通，一來利於後續推動，二來也可設計具公司營運特質之指標。
3. 目前物流貨運對此相關設備資源較少，未來建議政府多予以協助。

單位	姓名	職稱
中華郵政	魏健宏	董事長
淡江大學	陳菟蕙	教授
和欣客運	黎明義	主任





5. 結論與建議

Be the Light of the World

本研究主要結論 (1/2)

1. 不同道路環境(如：國道或市區)應有不同的安全駕駛行為之指標及門檻值。
2. 應區別安全駕駛行為指標用於行車間警示及駕駛人安全分數之差異。警示事件之門檻在於輔助及提醒駕駛員潛在之危險，但定義警示事件之指標及門檻值則不適合直接作為計算駕駛人安全分數之危險事件使用。
3. 本研究案之應用:可直接應用本研究所建議之指標及門檻值，而不需業者再進行工人智慧 (但須注意此些條件之精確度)



本研究主要結論 (2/2)

4. 駕駛人安全分數:
 1. 觀察不同安全駕駛行為需要不同的設備及不同等級之系統。
 2. 曝光量、警示事件之驗證(危險事件)、道路屬性等對駕駛人安全分數有一定程度之影響。
5. 駕駛人特性分析: 道路屬性及排班對危險事件之發生有影響
6. 為有利於本研究所開發的駕駛行為分析工具系統之推廣應用, 本研究選擇以絕大多數電腦均已購置安裝的Excel軟體作為系統開發及圖形展示之用。

建議(1/2)

1. 建立行車事故風險之中介指標(危險事件), 以進而作為駕駛員安全分數之計算基礎, 將有助於更即時的安全駕駛行為管理。
2. 建議進一步應用本案成果探討駕駛時數越長, 危險事件是否越多? 是否有機會找到疲勞駕駛的預警指標?
3. 本研究案所辨識出之危險事件可作為後續職業大客車教育訓練所使用。
4. 建議後續研究可擴及汽車貨運業及市區公車。
5. 行車動態的影響非常大, 後續可透過影像辨識來辨識行車動態。
6. 駕駛行為分級: 可應用於教育訓練、監理的部分
7. 往後應用於不同運輸業別、車種、營運特性, 應謹慎考量此些項目所造成之不同影響。

建議(2/2)

業者系統等級	設備概況	可偵測之危險事件						系統升級項目之建議
		速度管理	行人盲點	行向改變	交通違規	未保安全距離	疲勞恍惚	
Level 1: 有些許配備，但無IT管理系统	僅有行車影像但無回傳、或僅有GPS但無行車影像	低	無	無	無	無	無	若可升級較佳的車輛位置資訊即可偵測彎道超速。
Level 2: 有些許設備，有基本IT管理系统	有行車影像或GPS，且有回傳行控中心；或有採用ADAS，但IT系統尚無法介接。	中	無	低	低	低	無	可加設OBD2及改善車載資訊設備與IT系統之整合。
Level 3: 採用ADAS輔助，有較完整之IT管理系统	具備OBD2、GPS、ADA、及行車影像，且具備IT系統或行控中心	中	低	中	中	中	中	可透過改善車輛位置資訊，以更準確串聯地圖及道路屬性，將可更準確及偵測更多種類之危險事件。
Level 4: 除採用ADAS輔助，且搭配IT系統及圖資	具備OBD2、GPS、ADA、及行車影像，且具備IT系統或行控中心。車輛位置資訊可準確串聯地圖及道路屬性。	高	中	高	中	高	中	透過現有影像導入車內及車外影像辨識功能來偵測駕駛疲勞、恍惚、及分心，甚至交通違規。



簡報結束，敬請指教！

目標危險駕駛行為之選擇(1/4)

- 根據100-106年我國警政署事故資料，營業大客車於國道涉入事故之肇因分析：



目標危險駕駛行為之選擇(2/4)

- 根據100-106年我國警政署事故資料，營業大客車於國道涉入事故之型態：



目標危險駕駛行為之選擇(3/4)

- 根據100-106年我國警政署事故資料，營業大客車於國道涉入事故之地點：



國立交通大學
National Chiao Tung University

小結 (1/2)

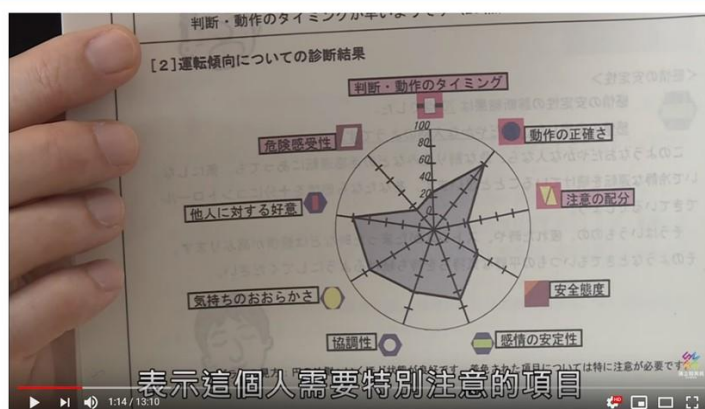
- 不同道路環境應有不同指標及門檻值(如: 國道vs市區)
- 行車間警示 vs. 駕駛人安全分數之計算: ADAS之警示條件台灣需調整 (因為變換車道行為及汽機混合)。還是需要警示，但是危險事件的定義則需要調整。

	行車間警示	駕駛人安全分數之計算
原則	“寧可錯殺，不可放過”	“力求公正，不冤枉”
指標選取原則 (trade-off between sensitivity and specificity)	低漏報率 (高真陽性) low missed rate = high sensitivity	低誤報率 (=高真陰性) low false alarm rate = high specificity
單一 or 多重指標	單一指標 $TTC < 0.4$	多重指標較適合

- 行車動態的影響非常大。後續可透過影像辨識來辨識行車動態。



國立交通大學
National Chiao Tung University



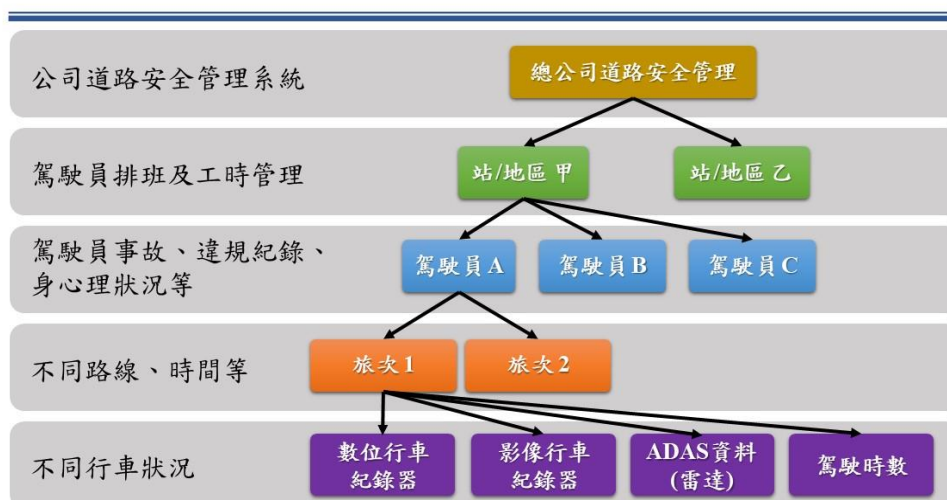
獨立特派員 第500集 (日本巴士安全運轉者)



國立交通大學
National Chiao Tung University



管理報表及駕駛行為分析工具



Level 1

1-C			1-R		
駕駛員	超速次數	排名	行駛距離(Km)	超速率(公里)	排名
9202018	36	4	1040.684	0.0346	3
9305010	287	21	2074.809	0.1383	18
9309057	41	5	780.499	0.0525	6
9406049	29	2	260.157	0.1115	17
9908069	9	1	520.334	0.0173	1
10007016	111	14	1040.652	0.1067	16
10012021	88	12	2082.43	0.0423	4
10206035	128	16	1285.058	0.0996	14
10208025	55	8	1300.861	0.0423	5
10307120	77	10	520.34	0.1480	20
10312034	41	5	520.32	0.0788	11
10403014	42	7	521.505	0.0805	12
10409033	33	3	512.027	0.0644	8
10409038	106	13	1042.887	0.1016	15
10508012	194	19	1301.918	0.1490	21
10509019	220	20	1491.422	0.1475	19
10603027	72	9	1302.104	0.0553	7
10604011	170	18	1814.652	0.0937	13
10604012	138	17	2081.33	0.0663	9
10609008	77	10	3114.974	0.0247	2
10610016	114	15	1552.935	0.0734	10

Level 2

駕駛員編號	2-C							2-R		
	FCW_12	FCW_04	FCW	LDW	超速	總次數	排名	行駛距離(Km)	延車公里事件數	排名
9202018	88	9	97	26	36	159	5	1040.684	0.1528	2
9305010	545	93	638	168	287	1093	21	2074.809	0.5268	19
9309057	63	10	73	1	41	115	2	780.499	0.1473	1
9406049	94	21	115	4	29	148	4	260.157	0.5689	20
9908069	71	8	79	12	9	100	1	520.334	0.1922	4
10007016	167	26	193	36	111	340	12	1040.652	0.3267	11
10012021	400	126	526	100	88	714	17	2082.43	0.3429	12
10206035	287	57	344	54	128	526	13	1285.058	0.4093	15
10208025	177	12	189	0	55	244	8	1300.861	0.1876	3
10307120	90	23	113	15	77	205	7	520.34	0.3940	14
10312034	61	9	70	57	41	168	6	520.32	0.3229	10
10403014	154	52	206	4	42	252	9	521.505	0.4832	18
10409033	99	6	105	4	33	142	3	512.027	0.2773	9
10409038	142	28	170	7	106	283	10	1042.887	0.2714	8
10508012	301	77	378	51	194	623	16	1301.918	0.4785	17
10509019	543	144	687	76	220	983	20	1491.422	0.6591	21
10603027	201	49	250	1	72	323	11	1302.104	0.2481	5
10604011	444	157	601	11	170	782	18	1814.652	0.4309	16
10604012	334	69	403	19	138	560	15	2081.33	0.2691	6
10609008	535	198	733	30	77	840	19	3114.974	0.2697	7
10610016	322	106	428	7	114	549	14	1552.935	0.3535	13

Level 3

駕駛員編號	3-C								3-R		
	FCW_12	FCW_04	FCW	LDW	超速	CSW	總次數	排名	行駛距離(Km)	延車公里事件數	排名
9202018	88	9	97	26	36	47	215	3	1040.684	0.2066	1
9305010	545	93	638	168	287	688	1874	21	2074.809	0.9032	20
9309057	63	10	73	1	41	111	236	6	780.499	0.3024	4
9406049	94	21	115	4	29	56	225	4	260.157	0.8649	18
9908069	71	8	79	12	9	39	147	1	520.334	0.2825	3
10007016	167	26	193	36	111	243	609	12	1040.652	0.5852	13
10012021	400	126	526	100	88	155	995	16	2082.43	0.4778	10
10206035	287	57	344	54	128	402	985	15	1285.058	0.7665	16
10208025	177	12	189	0	55	93	349	7	1300.861	0.2683	2
10307120	90	23	113	15	77	138	366	8	520.34	0.7034	14
10312034	61	9	70	57	41	49	226	5	520.32	0.4343	9
10403014	154	52	206	4	42	141	445	9	521.505	0.8533	17
10409033	99	6	105	4	33	41	189	2	512.027	0.3691	5
10409038	142	28	170	7	106	228	539	11	1042.887	0.5168	11
10508012	301	77	378	51	194	445	1145	17	1301.918	0.8795	19
10509019	543	144	687	76	220	516	1643	20	1491.422	1.1016	21
10603027	201	49	250	1	72	152	524	10	1302.104	0.4024	7
10604011	444	157	601	11	170	377	1316	19	1814.652	0.7252	15
10604012	334	69	403	19	138	248	877	14	2081.33	0.4214	8
10609008	535	198	733	30	77	172	1210	18	3114.974	0.3884	6
10610016	322	106	428	7	114	218	873	13	1552.935	0.5622	12

Level 3(驗證)

3-VC						3-VR		
駕駛員編	FCW Surrogates	LDW Surrogates	CSW	總次數	排名	行駛距離(Km)	延車公里事件數	排名
9202018	2	6	47	55	4	1040.684	0.0528	1
9305010	23	51	688	762	21	2074.809	0.3673	20
9309057	6	0	111	117	7	780.499	0.1499	10
9406049	0	1	56	57	5	260.157	0.2191	12
9908069	5	7	39	51	2	520.334	0.0980	5
10007016	7	17	243	267	13	1040.652	0.2566	15
10012021	41	49	155	245	12	2082.43	0.1177	7
10206035	33	18	402	452	18	1285.058	0.3517	18
10208025	10	0	93	103	6	1300.861	0.0792	2
10307120	4	1	138	143	8	520.34	0.2748	17
10312034	0	4	49	53	3	520.32	0.1019	6
10403014	1	1	141	143	8	521.505	0.2742	16
10409033	6	0	41	47	1	512.027	0.0918	3
10409038	4	3	228	238	11	1042.887	0.2282	13
10508012	27	3	445	477	19	1301.918	0.3664	19
10509019	32	6	516	555	20	1491.422	0.3721	21
10603027	21	1	152	174	10	1302.104	0.1336	9
10604011	63	7	377	447	17	1814.652	0.2463	14
10604012	21	8	248	277	15	2081.33	0.1331	8
10609008	118	10	172	300	16	3114.974	0.0963	4
10610016	49	4	218	271	14	1552.935	0.1745	11

Level 4

在不同駕駛環境下，駕駛人的行為表現：

爬坡							
駕駛員編	4-C						排名
	FCW_12	FCW_04	LDW	CSW	OVS1	總件數	
9202018	22	3	5	21	21	72	8
9305010	85	16	26	112	75	314	20
9309057	7	1	1	25	15	49	3
9406049	11	5	0	9	9	34	2
9908069	10	2	5	1	4	22	1
10007016	25	4	6	61	41	137	12
10012021	60	30	16	42	35	183	14
10206035	31	1	8	67	32	139	13
10208025	24	0	0	42	31	97	9
10307120	11	5	5	30	20	71	7
10312034	8	1	10	25	19	63	6
10403014	17	11	1	13	7	49	3
10409033	19	1	0	20	14	54	5
10409038	18	6	2	49	35	110	10
10508012	54	10	9	75	42	190	15
10509019	88	17	14	67	46	232	19
10603027	35	13	0	43	27	118	11
10604011	65	19	2	79	44	209	17
10604012	52	14	5	90	56	217	18
10609008	98	51	10	98	66	323	21
10610016	46	18	1	84	51	200	16

左彎							
駕駛員編	4-C						排名
	FCW_12	FCW_04	LDW	CSW	OVS1	總件數	
9202018	31	4	5	21	12	73	3
9305010	180	36	53	330	119	718	21
9309057	21	1	0	45	18	85	6
9406049	32	9	1	18	10	70	2
9908069	18	3	7	15	2	45	1
10007016	50	8	16	101	44	219	12
10012021	103	30	40	52	35	260	13
10206035	91	20	19	176	52	358	17
10208025	44	3	0	44	18	109	7
10307120	31	12	5	61	30	139	8
10312034	15	3	21	23	16	78	4
10403014	49	15	1	65	20	150	9
10409033	36	2	0	22	18	78	4
10409038	50	9	4	108	39	210	11
10508012	115	31	31	273	95	545	19
10509019	202	54	22	269	78	625	20
10603027	61	19	0	64	23	167	10
10604011	141	49	7	182	68	447	18
10604012	114	22	4	112	54	306	16
10609008	138	61	7	62	32	300	15
10610016	104	29	1	92	41	267	14

Level 4

控制道路環境影響下的駕駛人行為分數：

4-C			4-R			4-VC			4-VR		
駕駛員編號	re	排名	駕駛員編號	rel	排名	駕駛員編號	re2	排名	駕駛員編號	re3	排名
9202018	-0.86749	1	9202018	-0.87557	1	9202018	-1.18704	1	9202018	-1.19579	1
9305010	0.570907	20	9305010	0.563979	19	9305010	0.592271	18	9305010	0.58755	18
9309057	-0.49715	4	9309057	-0.50356	4	9309057	-0.20284	8	9309057	-0.21021	8
9406049	0.486977	18	9406049	0.485719	18	9406049	0.159328	12	9406049	0.157143	12
9908069	-0.55735	3	9908069	-0.57136	3	9908069	-0.54242	5	9908069	-0.55659	5
10007016	0.148097	13	10007016	0.139723	13	10007016	0.296698	13	10007016	0.289123	13
10012021	-0.14589	8	10012021	-0.10711	10	10012021	-0.26479	6	10012021	-0.22849	7
10206035	0.396144	16	10206035	0.39695	16	10206035	0.650751	19	10206035	0.650525	19
10208025	-0.60751	2	10208025	-0.61512	2	10208025	-0.67155	3	10208025	-0.67911	3
10307120	0.305665	15	10307120	0.297424	14	10307120	0.300019	14	10307120	0.293005	14
10312034	-0.14478	9	10312034	-0.15416	8	10312034	-0.79551	2	10312034	-0.80452	2
10403014	0.448559	17	10403014	0.416654	17	10403014	0.476472	16	10403014	0.44557	16
10409033	-0.31022	6	10409033	-0.31082	6	10409033	-0.61172	4	10409033	-0.61312	4
10409038	0.032371	12	10409038	0.018028	11	10409038	0.08659	11	10409038	0.072184	11
10508012	0.537899	19	10508012	0.566479	20	10508012	0.689606	20	10508012	0.716702	21
10509019	0.686632	21	10509019	0.705852	21	10509019	0.694105	21	10509019	0.715723	20
10603027	-0.27662	7	10603027	-0.28032	7	10603027	-0.08258	10	10603027	-0.07984	10
10604011	0.290538	14	10604011	0.328985	15	10604011	0.502154	17	10604011	0.535108	17
10604012	-0.12795	10	10604012	-0.13861	9	10604012	-0.23373	7	10604012	-0.24359	6
10609008	-0.39143	5	10609008	-0.38366	5	10609008	-0.16498	9	10609008	-0.15758	9
10610016	0.022666	11	10610016	0.0205	12	10610016	0.309288	15	10610016	0.30633	15



危險行為事件數變異來源(%)

變異來源	危險事件數總和	FCW	LDW	OVS	CSW
駕駛人本身 (level 2)	75.93%	43.45%	82.40%	63.11%	68.13%
趟次與排班特性 (level 1)	20.46%	52.75%	11.05%	23.35%	26.80%
模式解釋總變異	96.39%	96.20%	93.45%	86.46%	94.93%



