

結合駕駛人問卷與駕駛評量分析肇事紀錄之研究

吳宗修¹、陳姿吟²

摘要

本研究串聯外商客戶 2016 年至 2019 年之三套描述駕駛行為的問卷資料(駕駛適性診斷、危險感知、行車金頭腦)、道路駕駛評量與事故資料並分析肇事原因、駕駛人特性與交通肇事的關聯性，以釐清影響駕駛行為的因素。應用 k-means 分群法，依照危險感知總得分高低，將駕駛人區分為高、中低風險，分析不同風險組與駕駛人因素之關聯性；此外，將事故資料庫中之既有事故型態整併為追撞、擦撞、側撞及其他，涉入事故車種則分為汽車-汽車、機車-汽車、行人及其他單一車輛事故。本研究將不存在共線性關係的變數按變數型態(二元變數、類別變數、連續變數)分別以羅吉特迴歸、普羅比迴歸、補餘對數-對數迴歸、多項羅吉特迴歸、卜瓦松迴歸、負二項迴歸及線性迴歸建立關聯性模型，分析影響涉入事故與否、受傷程度、事故件數、事故型態、涉入事故車種、駕駛風險及駕駛行為的因素，並以逐步迴歸排除不顯著的變數。最後再以 ROC 曲線選擇鑑別力較高的二元分類模型。研究結果發現：年齡、教育程度、三年內違規經驗、駕駛適性診斷測驗的壓力緊張總分、危險感知測驗的市區路邊車輛開車門和山區路人行走中間和山區右岔路車輛駛出、行車金頭腦測驗科技新知分數和維護保養分數均為顯著影響的因素。其中，駕駛人三年內的違規經驗越多，風險越高(模型預測結果落在高風險組)。本研究亦發現某些顯著變數的係數正負號與常理相悖(如：安全感知總分越高的駕駛人越易涉入汽車碰汽車的事故)。

關鍵字：駕駛評量、駕駛行為、駕駛問卷、羅吉特迴歸、卜瓦松迴歸

一、研究動機與目的

根據 WHO(聯合國世界衛生組織)2018 年的統計報告，全球約有 140 萬人死於道路交通事故，而道路交通事故是全球第八大死因且使全球平均每年國內生產總值(GDP)損失 3%，其中，半數以上(54%)的道路交通事故為弱勢道路使用者(Vulnerable road user，泛指行人、自行車騎士及機車騎士)，是以交通事故不僅造成人員傷亡，甚至損耗國家及全球經濟。全球十大死因如表 1 所示。

1 國立交通大學運輸與物流管理學系副教授(聯絡地址：新竹市東區大學路 1001 號綜合一館 812 室，電話：03-57121213 分機 1998，E-Mail: thwoo@mail.nctu.edu.tw)。

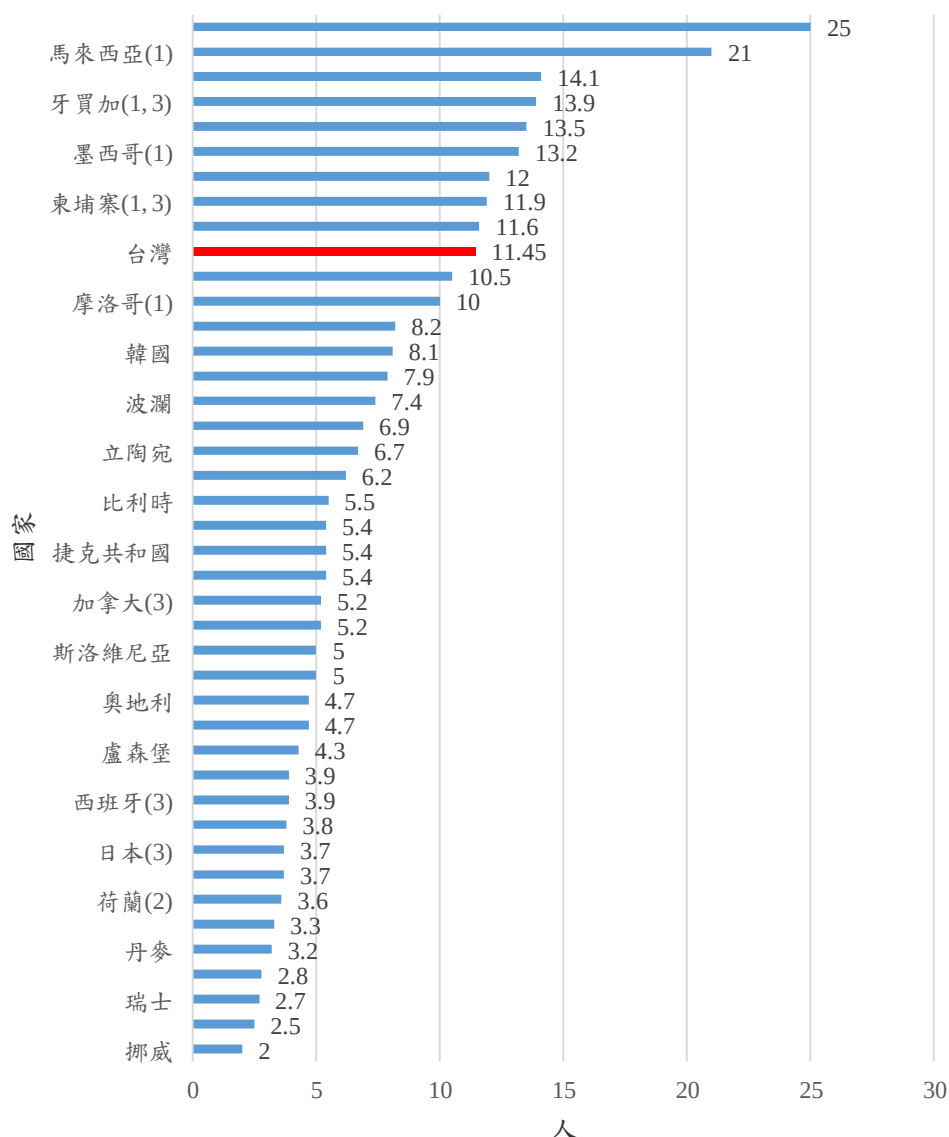
2 國立交通大學運輸與物流管理學系碩士班研究生(聯絡地址：新竹市東區大學路 1001 號綜合一館 903 室，電話：03-5712121 分機 57235，E-Mail: jenice4332@gmail.com)。

表 1 全球十大死因

死因	死亡人數	粗估死亡率 (每 1,000,000 人)	分群
缺血性心臟病(Ischaemic heart disease)	9,433,000	126	非傳染性疾病
中風(Stroke)	5,781,000	77	非傳染性疾病
慢性阻塞性肺病(Chronic obstructive pulmonary disease)	3,041,000	41	非傳染性疾病
下呼吸道感染(Lower respiratory infections)	2,957,000	40	傳染性、母體、圍產期、營養狀況
阿茲海默症與癡呆症(Alzheimer disease and other dementias)	1,992,000	27	非傳染性疾病
氣管、支氣管、肺癌(Trachea, bronchus, lung cancers)	1,708,000	23	非傳染性疾病
糖尿病(Diabetes mellitus)	1,599,000	21	非傳染性疾病
道路傷害(Road injury)	1,402,000	19	受傷
腹瀉(Diarrhoeal diseases)	1,383,000	19	傳染性、母體、圍產期、營養狀況
肺結核(Tuberculosis)	1,293,000	17	傳染性、母體、圍產期、營養狀況

資料來源：WHO(2018)。

我國與 OECD 組織(經濟合作暨發展組織)、ITF 會員國(國際運輸論壇)國家道路交通事故 30 日死亡人數之比較如圖 1 所示。根據 2017 年的資料，我國道路交通事故 30 日死亡率為 11.45 人/10 萬人，位居第十，遠高於日本、南韓等亞洲已開發國家之道路交通事故 30 日死亡率(分別為 3.7 人/10 萬人、8.1 人/10 萬人)；此外，根據交通部統計報表顯示歷年道路交通事故死亡人數的趨勢：2011~2017 年間，儘管道路交通事故死亡人數減少 646 人(-19.32%)，平均每年減少 100 人，每天仍約有 8 人死於交通事故，足見道路交通安全已成為不容忽視的國安議題。



- 1.該國提供的數據，未經 IRTAD 驗證。
- 2.真實數據(實際數字而非警方報告的數字)。
- 3.2016 年的數據。

圖 1 每 10 萬人道路交通事故死亡各國比較(2017 年數據)

資料來源：Road safety annual report 2018 © OECD/ITF。

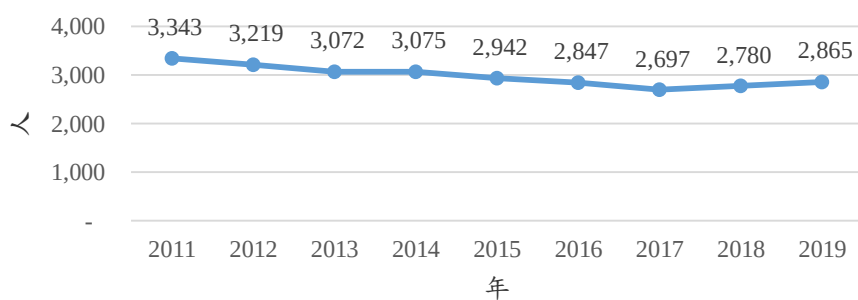


圖 2 歷年道路交通事故死亡人數

資料來源：交通安全統計報表，http://talas-pub.iot.gov.tw/TBfiles/Download/106_C_table2.pdf。

我國警政統計通報分析 2018 年 A1 類道路交通事故肇事原因與肇事者特性顯示：該年之 A1 類道路交通事故總計 1,457 件，各年齡肇事原因均以「未依規定讓車」、「違反號誌、標誌管制」及「轉彎不當」為最高。如圖 3 所示。

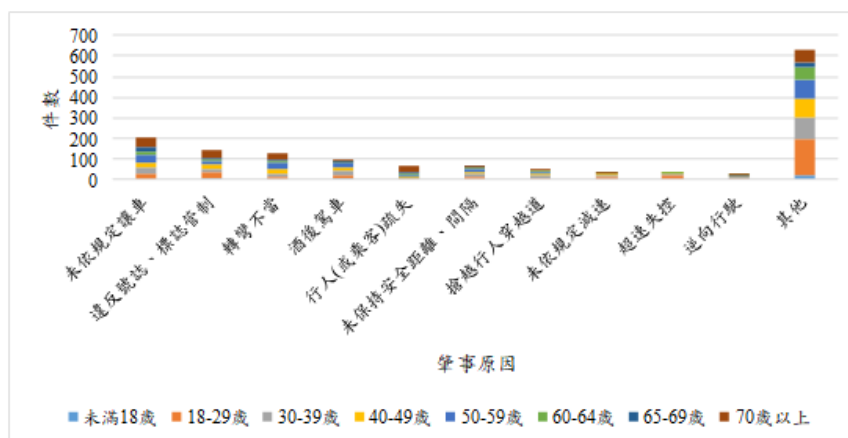


圖 3 A1 類道路交通事故肇事原因—按肇事者年齡分(2018 年)

資料來源：警政統計通報(108 年第 11 週)

本研究結合敘述性偏好與顯示性偏好資料——三套駕駛人問卷(駕駛適性診斷、危險感知測驗、行車金頭腦)、駕駛行為資料(道路駕駛評量)和事故資料，並分析肇事原因、駕駛人特性與交通肇事的關聯性，以釐清影響駕駛人行為與事故件數的因素。

研究目的有二：

- 1.釐清影響「涉入事故與否」、「受傷與否/傷亡程度」、「事故件數」、「事故型態」、「涉入事故車種」、「駕駛行為能力」及「駕駛人風險」的因素。
- 2.識別鑑別度較高且符合上述影響因素的數學模型。

圖 4 呈現人、車、路之道路交通三要素。其中，駕駛人或路人的心理素質、反應行為及對於道路安全的知能為本研究主要探討的議題。本研究係從「人」因的角度切入，藉由國泰世紀產物保險股份有限公司(以下簡稱國泰產險)的客戶自 2016 年至 2019 年填寫之駕駛全人評測線上問卷資料、道路駕駛評量及事故資料作為分析對象，再結合駕駛人問卷及駕駛評量問卷分析肇事紀錄以釐清道路交通事故肇事原因(影響涉入事故與否、受傷程度、事故件數、事故型態、涉入事故車種的因素)、影響駕駛行為能力及駕駛人風險的因素。

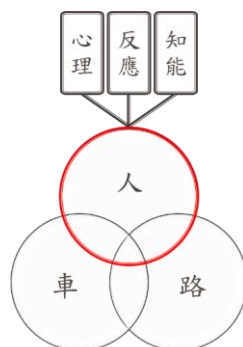


圖 4 道路交通三要素

本研究範圍涵蓋國泰產險零事故研究所針對外商客戶 2016 年至 2018 年駕駛全人評測線上問卷分別就心理(駕駛適性診斷)、反應(危險感知測驗)及知能(行車金頭腦)三個面向供駕駛人自評綜合能力——此為敘述性偏好法之駕駛人特性資料;2019 年道路駕駛考驗員為駕駛人評分之道路駕駛評量——此為顯示性偏好法之駕駛人特性資料及 2016 年至 2019 年事故資料。其中，零事故研究所自 2014 年起致力於追求交通零事故(Zero Accident)的目標，分別以危險感知 VR 版技術運用、駕駛能力綜合評測及不意外騎士專案研究駕駛安全行為，本研究之駕駛全人評測線上問卷即為駕駛能力綜合評測之範疇，而駕駛全人評測線上問卷的受訪者為該企業的員工，與道路駕駛評量及事故資料的母體為同一群人。

二、文獻回顧

2.1 敘述性偏好與顯示性偏好

敘述性偏好(Stated preference, SP)是一系列的調查方法，張新立(2016)為其定義：提供消費者選擇由不同屬性的水準值事先定義之替選方案，並依此資訊估計消費者偏好結構之分析方法。Bhat & Castelar(2002)認為敘述性偏好是在實驗和假設的情況下做選擇。美國經濟學家 Paul Samuelson(1948)於 1938 年首次定義顯示性偏好(Revealed preference, RP)理論：若消費者的收入和商品價格保持穩定，則其行為即是偏好的最佳指標。爾後學者 Bradley & Daly(1994)指出：RP 模型代表實際的選擇行為。Bhat & Castelar(2002)認為 RP 選擇是現實世界中的顯示性選擇。總結結合敘述性偏好與顯示性偏好資料的文獻，將方法、潛在變數及分析單位整理如表 2。

表 2 結合 SP 和 RP 的文獻整理

作者(年)	方法	潛在變數		分析單位
		SP 變數	RP 變數	
Kaarin J. Anstey 等人 (2009)	- 卡方檢定 - 羅吉斯迴歸(t 檢定) - kappa 統計	自陳式的事故、事故型態紀錄：社經變數(性別、年齡、教育程度)、生理及心理健康狀況、駕駛習慣(駕齡、每週駕駛距離、在高速公路上等長距離駕駛)、過去五年涉入事件數、事故類型、受傷程度	道路駕駛測驗 (On-road driving test, ORT)	人
David A. Hensher(2008)	- 巢式羅吉特模型 - 混合羅吉特模型	車內成本、主要運具時間、收入、通勤時間等	替選運具(汽車、共乘、公車、火車)	
Dilum Disسانayake 等人(2010)	巢式羅吉特模型	替選運具(MRT、公車、汽車)、服務水準變數(旅行時間、旅行成本、旅行速度、可靠性、安全性、舒適性、服務頻次、可及性、通勤時間)	替選運具(公車、汽車、機車、租車)旅次屬性、家戶成員資訊(性別、旅行距離、通勤者的職業、家戶就學幼童數、家戶收入等)	

資料來源：本研究整理。

2.2 駕駛評量

根據研究結果顯示：駕駛資格(如：性別、年齡、駕駛經驗)為影響駕駛能力的主要因素。茲將影響駕駛能力的因素整理如表 3。Patricia Delhomme(1991)發放問卷以研究駕駛者對自身駕駛能力的自我評估，該結果指出不同駕駛者國籍的影響：北美和歐洲的駕駛者認為他們的駕駛能力優於平均值。

表 3 影響駕駛能力的文獻整理

作者	研究結果 (影響駕駛能力的因素)
Patricia Delhomme(1991)	駕駛者國籍
Frank P. Mckenna 等人(1991)	性別、駕駛經驗
T rker zkan 等人(2006)	性別、性別角色或氣質
Kaarin J. Anstey 等人(2009)	事故型態、ORT 得分
Feng Guoa 等人(2013)	年齡、性格、關鍵事故發生率、社經條件和駕駛者特徵

資料來源：本研究整理。

2.3 駕駛行為

Wickens(1992)繪製駕駛資訊處理過程的模型如圖 5。當駕駛接受外界刺激時(發生事故或衝突)，首先經由處理感覺、知覺，並進行決策和反應的選擇(依據工作記憶及長期記憶)以危險感知的測驗作為代表；最後再執行反應並給予回饋，這一連串的過程由駕駛適性診斷描述，其中，感知、決策和反應過程會受到駕駛本身的注意力資源影響；駕駛人本身的決策和反應選擇受到工作記憶、長期記憶的影響，此涉及行車金頭腦的核心問項；道路駕駛評量則由駕照考驗員在一旁觀察上述駕駛行為並給予評比分數。

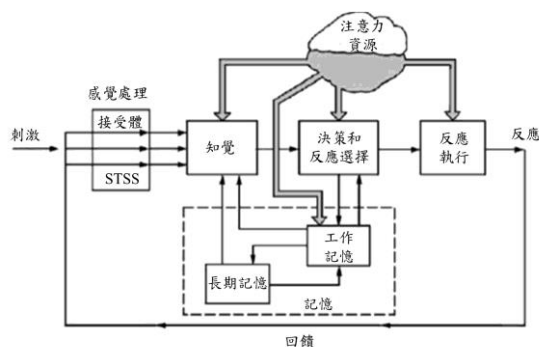


圖 5 駕駛資訊處理過程

資料來源：Wickens(1992)。

2.4 小結

根據文獻回顧可知：學者用以結合 SP 和 RP 資料的方法最早為順序估計程序、迭代順序估計，晚近則衍伸出巢式羅吉特模型、混合羅吉特模型與結構方程模型。又 Kaarin J. Anstey 等人(2009)結合自陳式的事故、事故型態紀錄與道路駕駛評量，並以卡方檢定、羅吉斯迴歸(t檢定)及 kappa 統計分析潛在變數與事故類型的關聯性之研究與本研究之課題近似，故本研究擬以羅吉特模型作為分析方法，並分別應用卜瓦松(Poisson)、負二項(Negative Binomial)等迴歸方法，建立交通事故之關聯性分析模型。

三、研究方法

本章旨在建構系統性的研究架構如圖 6 及圖 7 所示，並描述資料所代表之母體與樣本組成，最終建構合適本研究之數學模型，以作為第四章資料分析的基礎。

3.1 研究架構

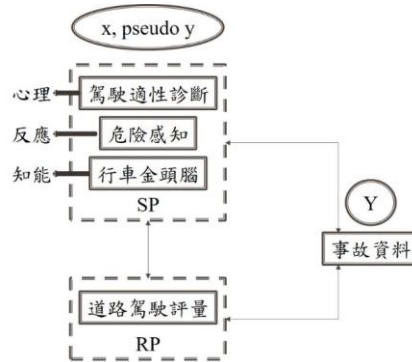


圖 6 系統性分析

本研究首先匯入有效樣本資料庫，並以系統性分析的架構合併資料，再以兩個決策判斷(相關係數 ≤ 0.8 、方差擴大因子 ≤ 10)變數之間是否共線性，倘若違反決策條件，則變數不能放在同一個模型之中；若符合決策條件，則變數可以置於同一個模型中分析。最終以逐步迴歸法篩選顯著的自變數，並討論該變數與應變數之間的關聯性。

方差擴大因子(Variance inflation factor, VIF)是描述自變數之間共線性程度的值，其值域及共線性判斷標準如表 4，學理上的門檻值為：當 $VIF > 10$ 時，表示自變數之間存在嚴重的多重共線性，則應刪除 VIF 較大的變數或將相關的變數組合成單一變數(Robert M. O'Brien, 2007)。

表 4 VIF 值域及共線性判斷標準

VIF 值域	共線性程度
$0 < VIF \leq 5$	無共線性
$5 < VIF \leq 10$	低度共線性
$10 < VIF \leq 100$	中強度共線性
$VIF > 100$	嚴重共線性

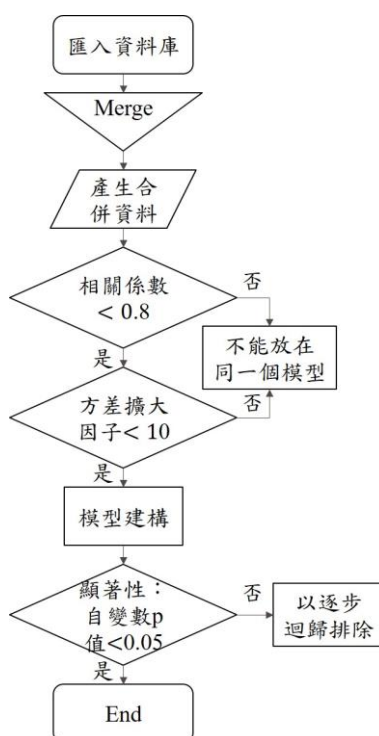


圖 7 研究架構

3.2 研究方法

3.2.1 缺失值處理方法

學理上，依據缺失值隨機分佈情形，可分為三種缺失值型態—完全隨機缺失(missing completely at random, MCAR)、隨機缺失(missing at random, MAR)、非隨機缺失(missing not at random, MNAR)，而本研究將三種缺失值型態相對應處理缺失值的方法整理成表 5。其中，虛擬變數調整、多重插補(multiple imputation)法是學術上常見的處理方法，而 MNAR 缺失值資料型態則可忽略缺失值並直接建模。

表 5 缺失值型態及對應之處理方法

方法 \ 缺失值型態			MCAR (missing completely at random)	MAR (missing at random)	MNAR (missing not at random)
完整資料分析(complete case analysis)；成列刪除； 個案刪除			V		
資料分析(available data analysis)；成對刪除；個案 分析			V		
虛擬變數調整			V	V	
插補法 (imputation)	單一插補 (single imputation)	last observation carried forward(LOCF)	V		
		baseline observation carried forward(BOCF)			
	多重插補 (multiple imputation)		V	V	
最大似然 (Maximum Likelihood, ML)				V	

資料來源：G. M. Fitzmaurice 等人(2004)、Paul D.(2001)。

Swalin(2018)將處理缺失值的方法分為刪除、插補兩種方法，並分別依據缺失值型態及資料分佈情形、變數類別而有相對應的處理方法，其分類整理如圖 8。其中，本研究的資料樣態屬於一般性問題，故本研究以虛擬變數調整、羅吉斯迴歸及線性迴歸方法處理合併後之資料庫缺失值。

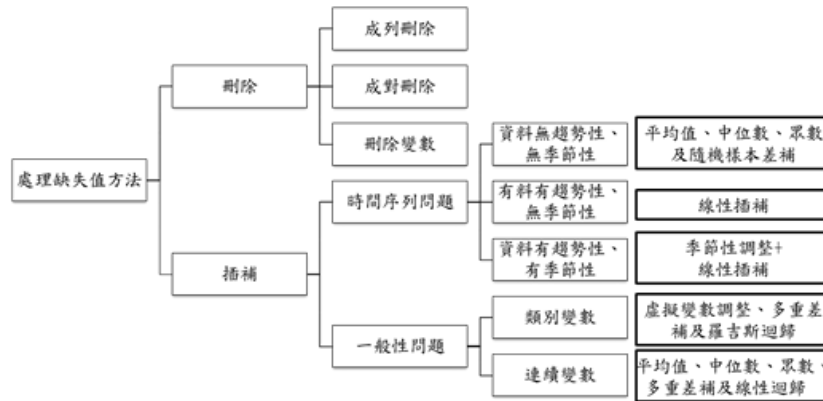


圖 8 處理缺失值的方法

資料來源：Alvira Swalin(2018)。

3.2.2 迴歸分析

茲將本研究應用的七種模型整理如表 6。

表 6 模型比較

模型	應變數	函數圖型	Exp{係數}
羅吉特迴歸模型 (Logit regression model)	二元變數	對稱圖型 函數在接近 0 處 平緩、趨近 1 時 曲線斜率增加	勝算比 (Odds ratio)
普羅比迴歸模型 (Probit regression model)			
補餘對數-對數迴歸模型 (Complementary log-log regression model)			
多項羅吉特迴歸模型 (Multinomial logit regression model, MNL)	類別變數		相對風險比 (Relative-risk ratio, RRR)
卜瓦松迴歸模型 (Poisson regression model)	離散變數		發病率 (Incidence-rate ratio, IRR)
負二項迴歸模型 (Negative binomial regression model)			
線性迴歸模型 (Linear regression model)	連續變數	線性	

資料來源：本研究整理。

3.2.3 ROC 曲線分析

ROC 曲線(Receiver Operating Characteristic Curve, ROC Curve)旨在選擇最佳的二元分類預測模型，最早由 Agresti(2002)以 ROC 曲線評估 logit 模型預測駕駛風險的性能。表 7 為二元分類可能產生的四種結果。ROC 曲線旨在選擇最佳的二元分類預測模型，

判斷在何種條件之下，能在越高的特異度(False Positive rate, FPR)仍能維持足夠高的敏感度(True Positive rate)，其計算方式如下：

$$\text{敏感度(TPR, Sensitivity)} = P(\text{分類值}=1 | \text{實際值}=1) \quad \text{方程式 (1)}$$

$$\text{特異度(FPR, Specificity)} = P(\text{分類值}=1 | \text{實際值}=0) \quad \text{方程式 (2)}$$

表 7 混淆矩陣

	實際值=1	實際值=0
分類值=1	真陽性 (True Positive)	偽陽性 (False Positive)
分類值=0	偽陰性 (False Negative)	真陰性 (True Negative)

將每個不同條件的(1-FPR, TPR)座標都標示在圖上，則成為 ROC 曲線，並計算 ROC 曲線下的面積(Area Under Curve, AUC)以判定最佳的決策條件及 ROC 曲線的鑑別力。AUC 數值的判斷規則如表 8。本研究將駕駛人分成高、中、低三群，並分成風險組-高 v.s. 中/低風險，以分析影響風險分群的因素，透過 ROC 曲線分析法找出合適的分析模型。

表 8 AUC 數值判斷規則

AUC 數值區間	鑑別力
AUC=0.5	無鑑別力 (no discrimination)
$0.7 \leq \text{AUC} \leq 0.8$	可接受的鑑別力 (acceptable discrimination)
$0.8 \leq \text{AUC} \leq 0.9$	優良的鑑別力 (excellent discrimination)
$0.9 \leq \text{ACU} \leq 1.0$	極佳的鑑別力 (outstanding discrimination)

四、資料分析

本研究係採用外商客戶 2016 年至 2019 年之駕駛全人評測線上問卷資料、道路駕駛評量及事故資料作為分析對象。表 9 為三套問卷的填答人數及各資料庫的年份。

表 9 資料庫描述

	駕駛適性診斷	危險感知	行車金頭腦	道路駕駛評量	事故資料
有效樣本數	163	180	169	154	128
資料年份	2016~2018年			2019年	2016~2019年

駕駛適性診斷係調查駕駛人之心理測驗——以駕駛行為與習慣量身設計的問卷，診斷駕駛人(依身份區分為：汽車駕駛一般版、機車駕駛一般版、汽車駕駛進階版、機車駕駛進階版)的開車適性度及安全度，並依據診斷分析結果，給予個人化建議，提醒駕駛人應注意事項，培養良好駕駛習性；危險感知則檢測駕駛人之反應能力——透過實境行車畫面，檢測駕駛人對於道路風險辨識及感知反應能力，期望透過測驗導入提升保戶及社會大眾對於路況風險認知，減少事故發生；行車金頭腦測驗反映駕駛人之知能——評測駕駛(依身份區分為：一般駕駛人汽車、一般駕駛人機車、企業車隊汽車、企業車隊機車)知能強弱，細部解構駕駛的道路安全知識力。茲將駕駛全人評測線上問卷整理

如表 10。道路駕駛評量由兩位考驗員為駕駛人行駛前、中、後的駕駛行為評分，分別有臺北、臺中、高雄三個考驗場，而地點則選在仁愛圓環、松山火車、高雄及彰化等地。

表 10 駕駛全人平測線上問卷(擷取)

駕駛適性診斷 駕駛人首先進行試題測驗，再根據測驗結果分數而有綜合評價，並針對各面向有不同的等級評比。	試題測驗 目前完成進度 						
	請依照您平常的駕駛經驗，針對以下的情況，請依照符合程度，在右邊欄位符合程度框格中圈選。		低 ← 符合程度 → 高				
			非常不符合	不符合	有時符合	符合	非常符合
	1	駕駛車輛時，我的駕駛動作流暢	☐	☐	☐	☐	☐
	2	快到路口時號誌燈卻變為紅燈，這種情形讓我很生氣	☐	☐	☐	☐	☐
3	預先發現交通狀況時，能做適當應變(如:塞車時變換替代道路)	☐	☐	☐	☐	☐	
4	尾隨大型車後方時會感到不安	☐	☐	☐	☐	☐	
5	會根據當時的交通狀況來調整駕駛速度	☐	☐	☐	☐	☐	
6	駕駛於其他車輛的後方會讓我心情煩躁	☐	☐	☐	☐	☐	
7	在駕駛時，我會遵守交通規則	☐	☐	☐	☐	☐	
8	當生氣或心情不好時，開車會展現侵略性	☐	☐	☐	☐	☐	
綜合評價							
個別面向評價							
駕駛技能與態度		A優良 B尚可 C注意 D加強 說明：您的駕駛技能與安全感知表現仍有進步的空間，請留意是否會因為未注意車流狀況或操作不當而需要進行煞車或加速的動作。建議您多瞭解車輛的轉向、加減速等性能，尤其駕駛不熟悉車輛時更要小心；多觀察周遭環境的變化與其他車輛的動向，才能避免交通事故的發生。					
情緒與壓力管理		A優良 B尚可 C注意 D加強 說明：情緒與壓力管理的表現不錯，不太容易受周遭環境或其他駕駛人不當的駕駛行為影響到自身開車的步調；不過偶爾會在趕時間等特殊情況下，將著急或是煩躁的情緒反映在開車行為上，也可能因為周遭環境變化而產生一點緊張感。建議可以採取提早出發等方式，讓自己維持平穩的心態去開車。					

表 11 駕駛全人平測線上問卷(擷取)(續 1)

危險感知 駕駛人按騎機車或開汽車而有不同的體驗題，首先觀看不同情境的影片並點選危險因子，再據此結算危險感知分數。(該測驗各問項詳見附錄表 25)	如何進行? STEP1 了解影片說明 馬路狀況多，先瞧瞧影片說明。  點擊次數 0000000000 影片說明 行駛於市區道路時，由於高樓林立，雖然非上下班時間車輛較少，但行駛中要多注意車前狀態。 點擊區 駕駛危險因子中 請按此按鈕	STEP2 發現危險因子 請專心觀看行車影片，找出道路中的主要風險。  點擊次數 0000000000 影片說明 行駛於市區道路時，由於高樓林立，雖然非上下班時間車輛較少，但行駛中要多注意車前狀態。 點擊區 駕駛危險因子中 請按此按鈕
	STEP3 點擊影片區域 發現主要風險時，立即點擊影片視窗或黃色點擊區，越早點擊得分越高，每支影片只有6次點擊機會喔！  點擊次數 0000000000 影片說明 行駛於市區道路時，由於高樓林立，雖然非上下班時間車輛較少，但行駛中要多注意車前狀態。 點擊區 駕駛危險因子中 請按此按鈕	結果剖析 STEP1 剖析綜合評價 不僅可以看到自己的測驗結果，也提供受測人次總排名做參考！  總分15分，本次測驗得分10分 綜合評語 此測驗分為兩種題型，除了解自己作業時的危險感知能力！也針對道路人車資訊，並讓人進行體驗測驗。 STEP3 檢視複閱結果 複閱結果時，色塊圖表示主要風險開始及結束的時間，三角形是受測者的點擊位置，可以一目了然知道自己有沒有正確發現主要危險囉！  影片目的 此測驗影片為雙目影片，第一個影片為主攝影機從車內拍攝道路狀況，如果車速太快，常常會使人措手不及，很容易就錯過上面，第二個影片為路旁紅色車輛左轉，此時我們需仔細觀察，讓其車速慢下來，我們再通過。(主要是防範)

表 12 駕駛全人平測線上問卷(擷取)(續 2)

行車金頭腦 駕駛人首先進行試題測驗，再計算行車金頭腦總得分及各項得分。	
--	---

資料來源：零事故研究所。

4.1 駕駛人問卷及道路駕駛評量資料關聯性

道路駕駛評量之總分與三套駕駛人問卷核心問項比對相關係數。總題而言，變數之間並未顯著存在關聯性，即使兩兩變數顯著相關(標註*：在 $\alpha=0.05$ 時，兩變數顯著地相關)，其相關係數值偏低(小於 0.8)亦不足以闡明關聯性，故三套駕駛人問卷核心問項、道路駕駛評量與三套駕駛人問卷核心問項之間並非顯著地相關，亦不存在共線性關係。如表 13 至表 17 所示。

表 13 駕駛適性診斷與危險感知的關聯性

Pearson correlation	駕駛技巧總分	安全感知總分	情緒反應總分	壓力緊張總分	違規總分	錯誤總分	疏忽總分	駕駛安全度分數	駕駛適性度分數
C21003	-0.0228	-0.0431	-0.101	0.013	-0.0357	-0.0418	-0.0137	-0.0367	-0.0536
C21004	0.0543	-0.0014	-0.0056	-0.0004	0.1572	0.2082*	0.1332	0.1831*	0.0071
C11008	-0.04	0.003	0.0727	0.0956	-0.0539	-0.1315	0.0284	-0.0652	0.0772
C12009	0.0001	-0.0299	0.0758	0.0922	0.0525	0.1265	0.1183	0.0925	0.0769
C11010	-0.0979	-0.0379	0.0196	0.0467	-0.0123	-0.0806	-0.0546	-0.0418	0.0067
C12011	-0.0215	0.0084	-0.0261	0.0576	-0.0387	-0.0576	0.0476	-0.0307	0.0164
C12013	0.001	-0.0112	-0.0182	-0.1066	0.0416	0.0107	-0.0233	0.0239	-0.0672
C12014	0.2254*	0.1123	-0.0136	-0.0129	0.0721	0.1184	0.1177	0.102	0.055
C11023	-0.0716	-0.0354	0.0858	0.002	0.012	-0.0018	0.0103	0.0089	0.0188
C13032	0.0871	0.0447	0.0283	0.0068	0.0865	0.1078	-0.026	0.0787	0.0432
危險感知總得分	0.0182	0.0002	0.0358	0.0711	0.0634	0.0386	0.0848	0.067	0.0577

表 14 駕駛適性診斷與行車金頭腦的關聯性

Pearson correlation	駕駛技巧總分	安全感知總分	情緒反應總分	壓力緊張總分	違規總分	錯誤總分	疏忽總分	駕駛安全度分數	駕駛適性度分數
核心觀念分數	-0.0856	-0.1311	-0.1177	0.001	-0.0917	-0.0876	-0.0805	-0.0975	-0.0987
操控技能分數	-0.0663	-0.1308	-0.1517	-0.0187	-0.1990*	-0.129	-0.1204	-0.1830*	-0.1208
運行原理分數	-0.0924	-0.1895*	-0.1211	-0.033	-0.0872	-0.0379	-0.0824	-0.0807	-0.1329
維護保養分數	0.0497	0.0133	-0.0323	0.0478	-0.1636*	-0.1062	0.012	-0.128	0.0232
交通法規分數	0.1033	0.0945	-0.0628	0.054	-0.1176	-0.1013	-0.0271	-0.1065	0.0415
事故應變分數	-0.0731	-0.0459	-0.0067	0.0308	-0.0059	-0.0283	-0.0501	-0.022	-0.011
科技新知分數	0.081	0.0017	-0.0746	-0.0026	-0.0531	-0.0383	-0.0876	-0.0612	-0.0193
行車金頭腦總得分	-0.0035	-0.0659	-0.1157	0.024	-0.1614*	-0.1177	-0.0882	-0.1503	-0.0552

表 15 危險感知與行車金頭腦的關聯性

Pearson correlation	核心觀念分數	操控技能分數	運行原理分數	維護保養分數	交通法規分數	事故應變分數	科技新知分數	行車金頭腦總得分
C21003	0.0527	0.0049	0.1142	0.0711	-0.0021	0.0093	0.0184	0.0519
C21004	-0.0351	-0.1011	0.0664	-0.125	0.0938	-0.1444	-0.0714	-0.061
C11008	-0.0646	0.0147	-0.0789	0.1175	-0.1167	-0.0573	0.0083	-0.0349
C12009	-0.0303	-0.0353	-0.0179	0.0996	-0.0937	-0.0581	-0.0119	-0.0328
C11010	-0.0016	-0.0078	-0.0373	0.0461	-0.1855*	0.0589	-0.0321	-0.0429
C12011	-0.1164	-0.0503	-0.0555	-0.0419	-0.1554*	-0.0961	-0.0518	-0.125
C12013	0.0266	-0.1198	-0.0705	0.0119	0.0533	-0.056	-0.1213	-0.0543
C12014	-0.0518	-0.1078	-0.0553	-0.0201	0.1538	-0.0843	0.0864	-0.0031
C11023	-0.0089	0.0016	-0.0256	0.0798	-0.1385	0.0181	0.0508	-0.0153
C13032	0.0014	-0.0949	0.0379	-0.1017	0.0273	0.0103	0.0375	-0.0238
危險感知總得分	-0.0668	-0.1305	-0.0407	0.0543	-0.1185	-0.1112	-0.0295	-0.0961

表 16 道路駕駛評量與駕駛適性診斷(分數與等級)的關聯性

	SUM	SER
駕駛技巧總分	0.0612	
安全感知總分	0.0706	
情緒反應總分	0.1183	
壓力緊張總分	0.0688	
違規總分	0.106	
錯誤總分	0.0834	
疏忽總分	0.126	
駕駛安全度分數	0.1149	
駕駛適性度分數	0.1178	

	SUM	SER
駕駛技巧等級	0.0443	
安全感知等級	0.0969	
情緒反應等級	0.0408	
壓力緊張等級	-0.0108	
違規等級	0.105	
錯誤等級	0.0696	
疏忽等級	0.1243	

表 17 道路駕駛評量與危險感知(左)、行車金頭腦(右)的關聯性

	SUM	SER
危險感知總得分	-0.0336	
C21003	-0.0567	
C21004	-0.1389	
C11008	0.1286	
C12009	0.156	
C11010	0.1156	
C12011	-0.0457	
C12013	-0.1145	
C12014	-0.0904	
C11023	-0.0554	
C13032	-0.1581	

	SUM	SER
核心觀念分數	-0.0777	
操控技能分數	-0.0395	
運行原理分數	0.0128	
維護保養分數	-0.1196	
交通法規分數	-0.0799	
事故應變分數	-0.0766	
科技新知分數	-0.1657	
行車金頭腦總得分	-0.117	

4.2 事故資料描述

外商客戶自 2016 年至 2019 年總計 256 筆事故資料，該資料庫的欄位包含事故日期與時間(年、月、日、時、分)、事故地點(縣市、鄉鎮、區/村/里、道路 1、道路 2)、車輛資訊(車輛廠牌、型式、顏色)、駕駛人資訊(職稱、性別、年齡、部門)、事故基本資訊(路段類型、對象、事故型態、您是否酒駕、您的運行方向、您是否受傷、醫療狀況、對方運行方向、對方是否受傷、對方醫療狀況、第三方是否受傷)。茲將事故資料樣本結構整理如表 18。為利於後續模型分析，本研究將事故型態分為四群：追撞(Front-end 追撞(他車)、Rear & Frone-end 多車追撞、Rear- end (遭)追撞)、擦撞、側撞、其他(Head-on 逆撞、Hit by the stone 跳石損傷、Other 其他、Parking incident 停車不慎)，並繪製事故類型次數分佈圖 11；本研究亦將涉入車種分為三群：汽車汽車(車碰多輛車、車碰車)、機車汽車(車碰電動機車、車碰機車)、其他(車碰行人、其他、單一事故)，並繪製涉入車種次數分佈圖 11 本研究亦繪製整體事故頻次分佈圖 12，以零件事故次數(154 件)及佔比(60.16%)最高、三件事故次數(5 件)及佔比(1.95%)最低。因外商公司租賃車發生事故會報初險，故涉入事故次數總計 102 件及佔比 39.84%。

表 18 事故資料樣本結構

變數	分群	樣本數	百分比
路段類型	缺失值	1	0.78%
	快速道路	3	2.34%
	高速公路	8	6.25%
	交叉路口	41	32.03%
	停車場	12	9.38%
	直線路段	63	49.22%
對象	車碰多輛車	3	2.34%
	車碰電動機車	1	0.78%
	車碰機車	29	22.66%
	車碰車	73	57.03%
	車碰行人	1	0.78%
	其他	3	2.34%
	單一事故	18	14.06%
事故型態	Front-end 追撞(他車)	10	7.81%
	Head-on 對撞	5	3.91%
	Hit by the stone 跳石損傷	1	0.78%
	Other 其他	10	7.81%
	Parking incident 停車不慎	1	0.78%
	Rear & Front-end 多車追撞	1	0.78%
	Rear- end (遭)追撞	29	22.66%
	Sideswipe 擦撞	56	43.75%
	T- bone 側撞	15	11.72%

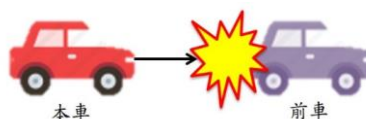


圖 9 Front-end 追撞

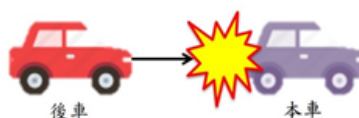


圖 10 Rear- end 追撞

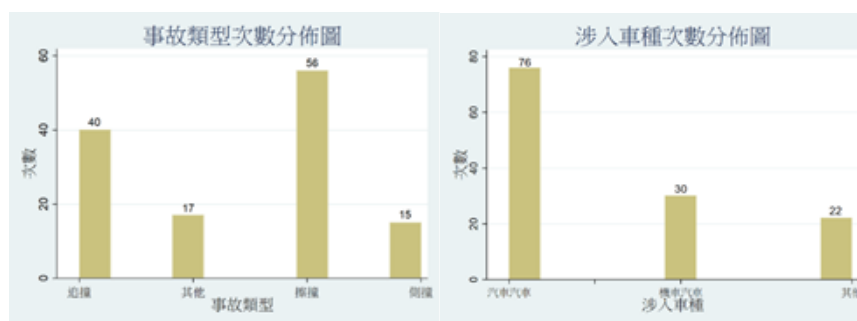


圖 11 分群後之事故類型、涉入車種次數分佈圖

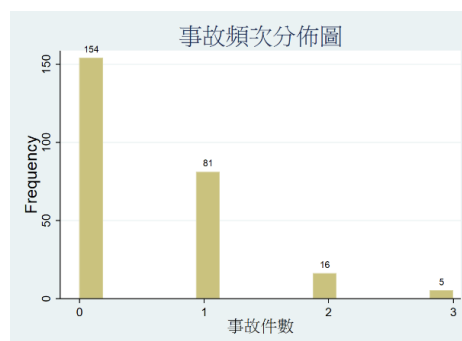


圖 12 整體事故頻次分佈圖

4.3 小結

自 2016 至 2019 年間，外商公司歷年員工數如圖 13 所示，截至 2019 年累計員工總數為 256 人，而三套駕駛人問卷資料年期為 2016 至 2018 年、道路駕駛評量為 2019 年、事故資料則為 2016 至 2019 年。表 19 為本研究之資料年期。本研究皆採計員工初次填答資料及初次事故紀錄作為第五章研究分析之有效樣本。

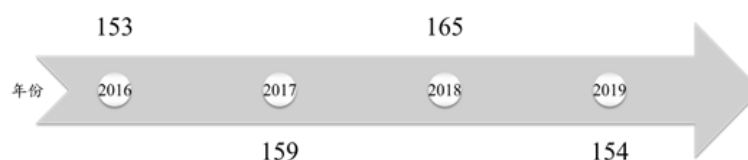


圖 13 歷年員工數

表 19 資料年期

資料庫 \ 資料年期	2016	2017	2018	2019
駕駛適性診斷	149	39	2	
危險感知	172	191	8	
行車金頭腦	124	174	4	
道路駕駛評量				154
事故資料	28	42	33	25

學理上多以曝光量衡量肇事率，曝光量指車輛(駕駛人、乘客)與行人出現的量，而交通事故單位為件/輛·小時，本研究串聯事故紀錄資料與三套駕駛人問卷、道路駕駛評量並分析此間之關聯性，故應將資料限縮為與事故紀錄等長之年期，又因事故紀錄包含

2016 年至 2019 年之資料，本研究採計相同時間區段(2016 年~2019 年)的三套駕駛人問卷資料。圖 14 為樣本填寫三套駕駛人問卷的時間點。

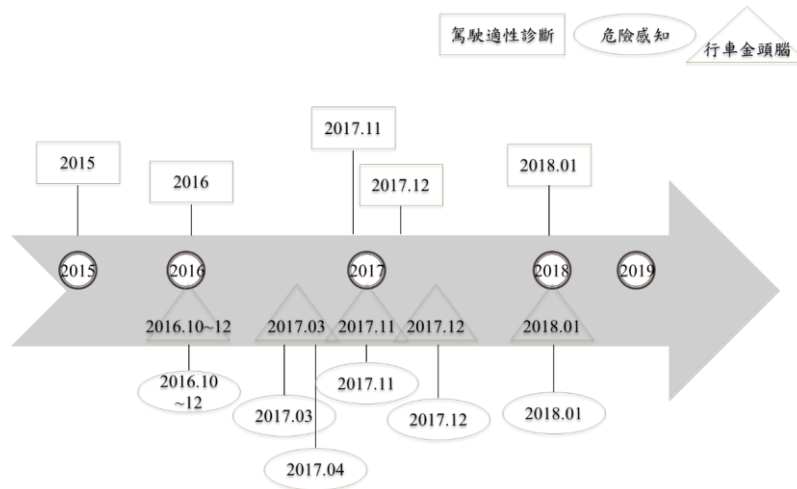


圖 14 三套駕駛人問卷測驗時間戳記

表 20 整理整併後各資料庫的資料型態。(0 表未填寫問卷/缺失值；1 表有填寫問卷/有資料)本研究將資料庫中缺失值佔比大於 5%的資料欄位以虛擬變數調整法處理，最後保留有完整填答的駕駛人資料(總計 153 筆資料)。本研究嘗試分析包含一個缺失值的資料欄位(總計 169 筆資料)及完整資料欄位(總計 153 筆資料)，發現兩者的模型結果雷同，因此本研究以完整資料欄位的樣本(總計 153 筆資料)作為最終分析結果。

表 20 整併後各資料庫型態

個數	駕駛適性診斷	危險感知	行車金頭腦
66	0	0	0
3	0	0	1
15	0	1	0
3	1	0	0
9	0	1	1
4	1	0	1
3	1	1	0
153	1	1	1
缺失值佔比	14.21%	5.26%	11.05%

五、分析與結果

5.1 實驗設計

表 21 為本研究之變數說明。駕駛適性診斷、道路駕駛評量各變數括弧內的數字為該構面的問項數；畫有底線的變數(如：涉入事故、受傷程度、性別、婚姻狀況、行駛地點、駕照持有狀況等)為二元變數；社經條件、駕駛資格的變數由駕駛適性診斷、道路駕駛評量及事故資料整併而得。

應變數為危險感知總得分、風險組(1：高風險, 0：中/低風險)、行車金頭腦總得分、道路駕駛評量總分、涉入事故(1：是, 0：否)、受傷程度(1：是/受傷, 0：否/財損)、事故件數(整體事故件數、追撞事故件數、擦撞事故件數、側撞事故件數、其他事故件數、汽車汽車事故件數、機車汽車事故件數、其他事故件數)、事故型態(1：追撞, 2：其他, 3：擦撞, 4：側撞)、涉入車種(1：汽車汽車, 2：機車汽車, 3：其他)。

自變數包含駕駛適性診斷個面向總分及分數、危險感知各面向得分、行車金頭腦各面向分數、社經條件(職業-1：工業與製造業, 2：商業與服務業, 3：其他、教育程度-1：高中(職), 2：大學(專), 3：研究所以上、婚姻狀況、公司位址)、駕駛資格(年齡、持有駕照時間、性別、每星期使用機車頻率-1：1 或無, 2：2~3 天, 3：4~5 天, 4：6~7 天、每星期使用汽車頻率-1：1 或無, 2：4~5 天, 3：6~7 天、三年內事故經驗-1：無, 2：1~2 次, 3：有, ~2 次, 4：有, ~5 次、三年內違規經驗-1：無, 2：1~2 次, 3：有, ~2 次, 4：3~5 次, 5：有, ~5 次、駕照持有狀況-1：大客車職業駕照, 2：大貨車普通執照, 3：大貨車職業駕照, 4：小型車普通駕照, 5：聯結車普通駕照, 6：大型重型機器腳踏車駕照, 7：普通重型機器腳踏車駕照, 8：大型車職業駕照, 9：聯結車職業駕照)、道路駕駛評量得分(行駛前及其觀察項目-1：車外狀態, 2：車內狀態, 3：駕駛行為、行駛中及其觀察項目-1：轉彎, 2：路口, 3：直線路段, 4：駕駛行為、行駛後及其觀察項目-1：駕駛行為, 2：車輛檢查)。

表 21 變數說明

資料庫	駕駛適性診斷	危險感知	行車金頭腦	社經條件	駕駛資格	道路駕駛評量	事故資料
變數	x	Pseudo y, x	Pseudo y, x	x	x	Pseudo y, x	y
連續變數	• 駕駛技巧總分(5) • 安全感知總分(7) • 情緒反應總分(10) • 壓力緊張總分(8) • 違規總分(17) • 錯誤總分(8) • 疏忽總分(5) • 駕駛安全度分數 • 駕駛適性度分數	• C21003 • C21004 • C11008 • C12009 • C11010 • C12011 • C12013 • C12014 • C11023 • C13032 • 總得分	• 核心觀念分數 • 操控技能分數 • 運行原理分數 • 維護保養分數 • 交通法規分數 • 事故應變分數 • 科技新知分數 • 總得分		• 年齡 • 持有駕照時間	• 行駛前(3) • 行駛中(4) • 行駛後(2) • 總分	
變數總數	69	10+1	7+1			12+1	
類別變數				• 職業 • 教育程度 • 婚姻狀況 • 公司位址	• 性別 • 每星期開車頻率 • 三年內事故經驗 • 三年內違規經驗 • 駕照持有狀況		• 涉入事故 • 是否受傷 • 事故件數 • 事故型態 • 涉入車種

本研究參考 Feng Guoa 等人(2012)的研究, 以 k-means 分群法將危險感知總得分分為三群, 再將高分群歸為低風險、低分群列為高風險而有高、中、低風險三組駕駛人, 並整併中、低風險分群, 而得圖 15 風險組 I(高 v.s. 中/低風險)、圖 16 風險組 II(高/中 v.s. 低風險)。風險組 I 以高風險為對照組並設定變數為 1、中/低風險為實驗組且變數設定為 0; 風險組 II 以低風險為對照組並設定變數為 1、高/中風險為實驗組且變數設定為 0。研究結果僅有風險組 I 與三年內違規經驗、疏忽總分存在顯著的關聯性, 故本研究採用風險組 I 的分群結果, 將中風險組的駕駛人併入低風險組的駕駛人。

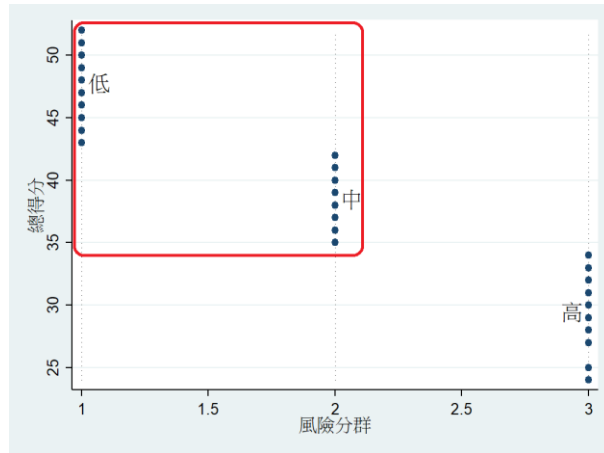


圖15 風險分群結果(風險組 I -高v.s.中/低風險)

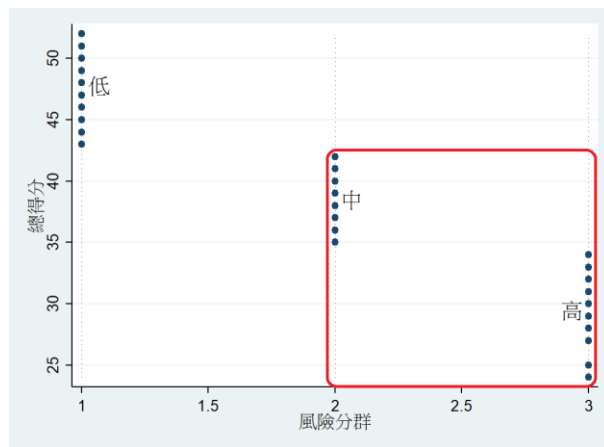


圖16 風險分群結果(風險組II-高/中v.s.低風險)

表 22 為本研究之實驗設計變數架構。第一列表各資料庫之應變數，第一欄則為自變數。在危險感知測驗中，以危險感知總得分、風險組作為應變數，駕駛適性診斷、行車金頭腦、道路駕駛評量、社經條件、駕駛資格則為自變數；在行車金頭腦測驗中，以行車金頭腦總得分作為應變數，駕駛適性診斷、危險感知、道路駕駛評量、社經條件、駕駛資格則為自變數；在道路駕駛評量中，以道路駕駛評量總得分作為應變數，駕駛適性診斷、危險感知、行車金頭腦、社經條件、駕駛資格則為自變數；在事故資料中，自變數包括涉入事故、受傷程度、事故件數、事故型態、涉入車種，並以駕駛適性診斷、危險感知、行車金頭腦、道路駕駛評量、社經條件、駕駛資格作為自變數。

表 22 實驗設計

自變數 \ 應變數		危險感知		行車金頭腦 總得分	道路駕駛評量 總得分	事故資料				
		總 得 分	風險組- 高v.s.中/ 低風險			涉入 事故	傷亡 程度	事故 件數	事故 型態	涉入 車種
駕駛 適性 診斷	核心問項	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	A卷問項	V	V	V	V	V	V	V	V	V
	B卷問項	V	V	V	V	V	V	V	V	V
危險感知				V	V	V	V	V	V	V
行車金頭腦		V	V		V	V	V	V	V	V
道路駕駛評量		V	V	V		V	V	V	V	V
社經條件		V	V	V	V	V	V	V	V	V
駕駛資格		V	V	V	V	V	V	V	V	V

茲將本研究應用之模型、變數彙整如表 23。

表 23 模型及應變數說明

編號	模型	應變數
1	Logit regression	是否受傷 = $\begin{cases} 1, \text{受傷} \\ 0, \text{財損} \end{cases}$ 涉入事故 = $\begin{cases} 1, \text{是} \\ 0, \text{否} \end{cases}$ 風險組 = $\begin{cases} 1, \text{高風險} \\ 0, \text{中/低風險} \end{cases}$
2	Probit regression	
3	Complementary log-log regression	
4	Multinomial logit regression	事故型態 = $\begin{cases} 1, \text{追撞} \\ 2, \text{其他} \end{cases}$ $\begin{cases} 3, \text{擦撞} \\ 4, \text{側撞} \end{cases}$ 涉入車種 = 1, 汽車汽車; 2, 機車汽車; 3, 其他
5	Poisson regression	事故件數(①0②1③2④3) 事故型態(①追撞②擦撞③側撞④其他) 涉入車種(①汽車汽車②機車汽車③其他)
6	Negative binomial regression	
7	Linear regression	道路駕駛評量總分、危險感知總得分、行車金頭腦總得分

5.2 分析結果

茲將本研究結果整理如表 24。其中，畫刪除線的變數表示與常理相悖或無法解釋的因素。

在二元模型中，羅吉特和普羅比模型的鑑別力皆相同，但僅有受傷程度的羅吉特和普羅比模型具有高度的鑑別力(ROC 曲線下面積值 $AUC > 0.8$)。見圖 17。

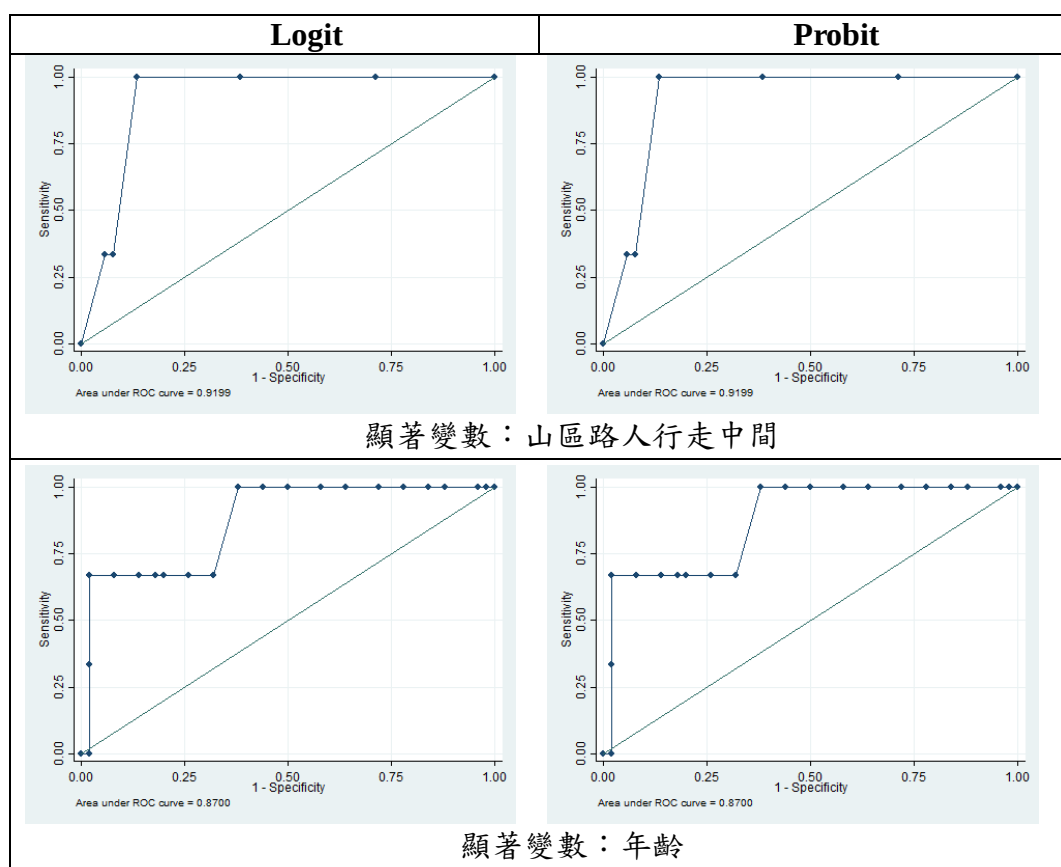


圖 17 受傷程度 ROC 曲線

事故型態及涉入車種模型的顯著變數前方符號說明如下：

- 1.✓：最適模型為 Poisson；
- 2.⊙：Poisson 優於 Negative binomial(Poisson 模型的 AIC、BIC 值小於 Negative binomial 模型的 AIC、BIC 值)；
- 3.○：Poisson、Negative binomial 兩模型皆可(Poisson、Negative binomial 的 AIC、BIC 值相等)。

表 24 影響因素及模型彙整

應變數		影響因素	
		正相關	負相關
涉入事故與否			情緒反應總分、駕駛適性度分數
受傷程度		右側巷子腳踏車+前方車輛左轉	市區路邊車輛開車門、山區路人行走中間、年齡
事故件數		✓大貨車普通執照	⊙情緒反應總分、✓疏忽總分、 ⊙教育程度
事故型態	追撞		✓山區路人行走中間
	擦撞	⊙行駛中駕駛行為、 ⊙行駛中 、 ⊙道路駕駛評量總分、⊙三年內車禍經驗	⊙山區右岔路車輛駛出
	側撞		✓路口、✓道路駕駛評量總分
	其他		○交通法規分數
涉入車種	汽車汽車	⊖安全感知總分	
	機車機車		-
	行人其他		○壓力緊張總分、○維護保養分數、○交通法規分數
道路駕駛評量總分			科技新知分數、中部、三年內違規經驗
危險感知	總得分		轉彎、三年內違規經驗、持有職業汽車駕照時間
	高/中 v.s. 低風險	三年內違規經驗	疏忽總分
行車金頭腦總得分		中部	教育程度

六、結論與建議

5.1 結論

- 1.本研究分析結果顯著的變數包含：

駕駛適性診斷資料庫的安全感知總分、情緒反應總分、壓力緊張總分、疏忽總分、駕駛適性度分數；

危險感知資料庫的右側巷子腳踏車+前方車輛左轉、市區路邊車輛開車門、山區路人行走中間、山區右岔路車輛駛出；

行車金頭腦資料庫的交通法規分數、維護保養分數、科技新知分數；

社經條件資料庫的教育程度、中部；

駕駛資格資料庫的年齡、三年內違規經驗、三年內車禍經驗、小型車普通駕照、大貨車普通執照、持有職業汽車駕照時間；

道路駕駛評量資料庫的行駛中駕駛行為、行駛中、路口、轉彎、道路駕駛評量總分。

其中，右側巷子腳踏車+前方車輛左轉、大貨車普通執照、行駛中駕駛行為、安全感知總分的係數正負號與常理相悖或無法解釋。

- 2.本研究建立的事故頻次模型(應變數為事故型態、涉入車種的模型)以卜瓦松模型的表現優於負二項模型。
- 3.本研究應用 ROC 曲線判斷羅吉特模型和普羅比模型分析風險組的鑑別力，結果顯示兩種模型的鑑別力相當，但由於曲線下面積(ROC 曲線下面積值 AUC 值)偏低，因此預測風險組的效果有限，僅有受傷程度模型的 ROC 曲線具有高度鑑別力。(AUC>0.8)。

5.2 建議

- 1.本研究僅就駕駛適性診斷的七大核心問項(疏忽、錯誤、違規、壓力緊張、情緒反應、安全感知、駕駛技巧)及兩大向度(駕駛安全度、駕駛適性度)分數作關聯性分析，未來若要分析駕駛適性診斷問卷 A-符合程度、B-發生頻率卷單題得分時，建議先以因素分析萃取出最主要的影響因素，再建立關聯性模型。
- 2.依據問卷與評量研究分析結果，學術單位可針對特定類型的駕駛人進行教育訓練、政府單位可修法並加強宣導，以期降低肇事風險、提升道路交通安全。例如：
 - (1)三年內的違規經驗越多的客戶，可被視為高風險駕駛人，則可藉由教育訓練和宣導改善駕駛行為或開罰違規的駕駛人；
 - (2)在行車金頭腦問卷中的交通法規的構面或問項得到低分的填答者，越易涉入其他事故，則可藉由交通安全教育或道路交通安全講習加強駕駛人的法意識。

參考文獻

- 吳宗修等人(2014)，國泰產險駕駛行為適性診斷問卷研擬，國立交通大學運輸與物流管理學系。
- 張新立(2016)，運輸需求分析，國立交通大學運輸與物流管理學系。
- 交通安全統計報表，http://talas-pub.iot.gov.tw/TBfiles/Download/106_C_table2.pdf，最後瀏覽日期 2019/03/29。
- 國泰產險零事故研究所駕駛全人評測，<https://carrisk.cathay-ins.com.tw/count.asp>，最後瀏覽日期 2020/06/04。
- 國泰產險－資訊公開，<https://www.cathay-ins.com.tw/insurance/Information/Details?id=2>，最後瀏覽日期 2020/06/04。
- Agresti, A. (2003). *Categorical data analysis* (Vol. 482). John Wiley & Sons.
- Allison, P.D. (2001). *Missing data* (Vol. 136). Sage publications.
- Anstey, K.J., Wood, J., Caldwell, H., Kerr, G., & Lord, S.R. (2009). Comparison of self-reported crashes, state crash records and an on-road driving assessment in a population-based sample of drivers aged 69-95 years. *Traffic injury prevention*, 10(1), 84-90.

- Ben-Akiva, M., Bradley, M., Morikawa, T., Benjamin, J., Novak, T., Oppewal, H., & Rao, V. (1994). Combining revealed and stated preferences data. *Marketing Letters*, 5(4), 335-349.
- Ben-Akiva, M., & Morikawa, T. (1990). Estimation of travel demand models from multiple data sources. In *International Symposium on Transportation and Traffic Theory, 11th, 1990, Yokohama, Japan*.
- Bhat, C.R., & Castelar, S. (2002). A unified mixed logit framework for modeling revealed and stated preferences: formulation and application to congestion pricing analysis in the San Francisco Bay area. *Transportation Research Part B: Methodological*, 36(7), 593-616.
- Bradley, M.A., & Daly, A.J. (1997). Estimation of logit choice models using mixed stated preference and revealed preference information. *Understanding travel behaviour in an era of change*, 209-232.
- Cameron, A.C., & Trivedi, P.K. (2013). *Regression analysis of count data* (Vol. 53). Cambridge university press.
- Cox, D.R. (1983). Some remarks on overdispersion. *Biometrika*, 70(1), 269-274.
- Delhomme, P. (1991). Comparing one's driving with others': assessment of abilities and frequency of offences. Evidence for a superior conformity of self-bias? *Accident Analysis & Prevention*, 23(6), 493-508.
- Dissanayake, D., & Morikawa, T. (2010). Investigating household vehicle ownership, mode choice and trip sharing decisions using a combined revealed preference/stated preference Nested Logit model: case study in Bangkok Metropolitan Region. *Journal of Transport Geography*, 18(3), 402-410.
- Fitzmaurice, G.M., Laird, N.M., & Ware, J.H. (2012). *Applied longitudinal analysis* (Vol. 998). John Wiley & Sons.
- Global status report on road safety
2018, https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/, 最後瀏覽日期 2019/03/29。
- Guo, F., & Fang, Y. (2013). Individual driver risk assessment using naturalistic driving data. *Accident Analysis & Prevention*, 61, 3-9.
- Hamilton, L.C. (2012). *Statistics with Stata: version 12*. Cengage Learning.
- Hanley, J.A., & McNeil, B.J. (1982). The meaning and use of the area under a receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology*, 143(1), 29-36.
- Hensher, D.A. (2008). Empirical approaches to combining revealed and stated preference data: some recent developments with reference to urban mode choice. *Research in Transportation Economics*, 23(1), 23-29.
- Hensher, D.A., & Bradley, M. (1993). Using stated response choice data to enrich revealed preference discrete choice models. *Marketing Letters*, 4(2), 139-151.
- Guo, F., & Fang, Y. (2013). Individual driver risk assessment using naturalistic driving data. *Accident Analysis & Prevention*, 61, 3-9.

Janstrup, K.H. (2017). *Road Safety Annual Report 2017*.

Jiang, S., & Du, Y. (2013). Combining Revealed and Stated Preference Methods to Evaluate the Use of Bicycle-Sharing Systems. In *ICTE 2013: Safety, Speediness, Intelligence, Low-Carbon, Innovation* (pp. 2921-2926).

Joshua, S.C., & Garber, N.J. (1990). Estimating truck accident rate and involvements using linear and Poisson regression models. *Transportation planning and Technology*, 15(1), 41-58.

Luce, R.D., & Tukey, J.W. (1964). Simultaneous conjoint measurement: A new type of fundamental measurement. *Journal of mathematical psychology*, 1(1), 1-27.

McKenna, F.P., Stanier, R.A., & Lewis, C. (1991). Factors underlying illusory self-assessment of driving skill in males and females. *Accident Analysis & Prevention*, 23(1), 45-52.

Miaou, S.P. (1993). *The relationship between truck accidents and geometric design of road sections: Poisson versus negative binomial regressions* (No. CONF-940128-2). Oak Ridge National Lab., TN (United States).

Miaou, S.P., & Lum, H. (1993). Modeling vehicle accidents and highway geometric design relationships. *Accident Analysis & Prevention*, 25(6), 689-709.

Michon, J.A. (1985). A critical view of driver behavior models: what do we know, what should we do ? In *Human behavior and traffic safety* (pp. 485-524). Springer, Boston, MA.

Molenberghs, G., Fitzmaurice, G., Kenward, M.G., Tsiatis, A., & Verbeke, G. (Eds.). (2014). *Handbook of missing data methodology*. CRC Press.

O'brien, R.M. (2007). A caution regarding rules of thumb for variance inflation factors. *Quality & quantity*, 41(5), 673-690.

Özkan, T., & Lajunen, T. (2006). What causes the differences in driving between young men and women ? The effects of gender roles and sex on young drivers' driving behaviour and self-assessment of skills. *Transportation research part F: Traffic psychology and behaviour*, 9(4), 269-277.

Polydoropoulou, A., & Ben-Akiva, M. (2001). Combined revealed and stated preference nested logit access and mode choice model for multiple mass transit technologies. *Transportation Research Record*, 1771(1), 38-45.

Rabe-Hesketh, S., & Skrondal, A. (2008). *Multilevel and longitudinal modeling using Stata*. STATA press.

Samuelson, P.A. (1948). Consumption theory in terms of revealed preference. *Economica*, 15(60), 243-253.

Sanko, N. (2001). Guidelines for stated preference experiment design. *Master of Business Administration diss., Ecole Nationale des Ponts et Chaussées*. s.

Shinar, D. (Ed.). (2017). *Traffic safety and human behavior*. Emerald Group Publishing.

Swalin, A. (2018). How to handle missing data. Retrieved January, 30, 2019.

Swanson, J. (1998). Factors Affecting the validity of Stated Preference Research.

Thurstone, L.L. (1931). The indifference function. *The Journal of Social Psychology*, 2(2), 139-167.

Van Buuren, S. (2018). *Flexible imputation of missing data*. CRC press. WHO(2018), Road traffic injuries, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>, 最後瀏覽日期 2019/03/29。

附錄

危險感知總計 10 個風險因子，可分為橫向、縱向風險，茲將各風險因子的問項內容(風險情境)表列如下。

表 25 危險感知變數說明

變數	風險特徵	問項內容
C21003	橫向風險	右側小巷車雙風險
C21004	縱向風險	右側巷子腳踏車+前方車輛左轉
C11008	橫向風險	市區路邊車輛開車門
C12009	橫向風險	山區右岔路車輛駛出
C11010	橫向風險	市區路邊車輛開車門
C12011	縱向風險	山區路人行走中間
C12013	縱向風險	山區右岔路車輛駛出

