

科技部補助專題研究計畫報告

人機共生：從輔助駕駛到自動駕駛

報告類別：成果報告
計畫類別：個別型計畫
計畫編號：MOST 108-2410-H-343-008-SSS
執行期間：108年08月01日至109年07月31日
執行單位：南華大學文化創意事業管理學系

計畫主持人：黃昱凱

計畫參與人員：碩士班研究生-兼任助理：劉孟芳
碩士班研究生-兼任助理：王詩惠
博士班研究生-兼任助理：蘇展平

報告附件：移地研究心得報告

本研究具有政策應用參考價值：否 是，建議提供機關交通部
(勾選「是」者，請列舉建議可提供施政參考之業務主管機關)
本研究具影響公共利益之重大發現：否 是

中華民國 109 年 08 月 24 日

中文摘要：人工智慧將大幅改變人們生活的方式，而在這一波人工智慧的變革中，「人類趕不上AI科技變化的速度，無法即時調整與適應」可能是比發展AI技術更為重要的議題。道路運輸由現今的輔助駕駛發展到日後的自動駕駛將是一個不可避免的趨勢，目前我們已由輔助駕駛進入自駕車的Level 3階段，且Level 3自駕車的市場擴散型態將對於日後發展無人駕駛有著深遠的影響。本文以Level 3自駕車為研究對象，經由建構個體選擇模型分析消費者選擇Level 3自駕車的因素及其市場擴散型態，研究結果發現購買價格、行駛成本及安全性是影響購買選擇行為的重要因素，且購買價格以及行駛成本存在著較大的個體間差異。本文之研究成果將可協助交通管理單位建構更完善交通環境時的重要參考依據。

中文關鍵詞：自駕車、擴散鴻溝、羅吉特模型

英文摘要：Artificial intelligence will inevitably dramatically change the way people live. In this wave of artificial intelligence changes, "humans can't keep up with the speed of AI technology changes, and they can't adjust and adapt in time" may be more important issues than the development of AI technology. The development of road transport from today's assisted driving to future autonomous driving will be an inevitable trend. At present, we have entered the Level 3 stage of self-driving by assisted driving, and the market diffusion pattern of Level 3 self-driving will be developed for the future. Driving has far-reaching effects. This paper takes Level 3 self-driving as the starting point to explore the factors of consumers' choice of Level 3 self-driving and its market diffusion pattern. This study explores the factors and market diffusion patterns of consumers choosing Level 3 self-driving cars by constructing discrete choice models. The results of the study found that purchase price, driving cost, and safety are important factors affecting purchase choice behavior, and there are large individual differences in the purchase price and driving cost. The research results will help traffic management units to build an important reference basis for a better traffic environment.

英文關鍵詞：Autonomous Vehicles, Chasm, Logit Model

科技部專題研究計畫成果報告

人機共生：從輔助駕駛到自動駕駛

計畫主持人：黃昱凱

計畫編號：108-2410-H-343-008-SSS

執行期限：2019/08/01 ~ 2020/07/31

目錄

一、前言	1
二、文獻探討	6
2.1 自駕車發展現況	6
2.2 自駕車相關文獻	8
2.3 個體選擇模式相關文獻	11
2.4 創新擴散相關研究	13
2.5 小結	13
三、研究方法	14
3.1 研究架構與問卷設計	14
3.2 個體選擇行為模式	15
四、資料收集與模型分析	18
4.1 資料蒐集	18
4.2 認知與態度構面分析	19
4.3 個體選擇模式	20
4.4 總體彈性分析	24
4.5 敏感度分析	25
4.6 討論	27
五、結論與建議	27
5.1 結論	28
5.2 建議	28
參考文獻	29

人機共生：從輔助駕駛到自動駕駛

摘要

近年來道路運輸已由輔助駕駛進入 Level 3 等級的階段，未來，駕駛人與 Level 3 或 Level 4 等級的自駕車關係將會是「共生」，人類與機器「可以」同時也「必須」緊密的共同合作來完成駕駛工作。本文以 Level 4 等級的自駕車為研究場域，探討探討駕駛員在啟動自動駕駛後遇到緊急情況時的決策行為。研究結果發現，當啟動 Level 4 自動駕駛並發生追撞情境時，多數受訪者會選擇將行車控制權交給 AI；至於選擇由 AI 執行針對該情境所設定的駕駛決策時，該決策多數會選擇追撞有戴安全帽的騎士，這樣的作法雖然可以降低傷亡，但卻導致有戴安全帽的騎士受到傷害。這種達到降低人類傷亡的目標卻可能變相處罰遵守交通規則的道德矛盾，讓我們意識到有必要重新審視交通法規與人類安全之間的內涵。

關鍵詞：人工智慧、自動駕駛、人機交互、蝶劇變模型

Abstract

In recent years, road transportation has entered conditional driving automation (Level 3) from partial driving automation (Level 2). In the future, the relationship between drivers and Level 3 or Level 4 self-driving cars will be "symbiosis". Humans and machines "can" and "must" be close to work together to complete the driving task. This article uses Level 4 self-driving cars as the research situation to explore the driver's decision-making behavior when encountering an emergency after starting automatic driving. The results found that when autopilot is activated and encounters a recognizable chasing situation, most drivers will choose to hand over the driving control to AI; as for those who choose to use AI to fulfill prior driving decisions, the decision mostly chooses to reduce casualties, but the result of reducing casualties actually leads to harm to passersby who obey the traffic rules. Our findings indicate that ethical issues are inevitably involved in human-robot cooperation and conflict, and also make us aware of the implications of re-examining traffic regulations and human safety.

Keywords: Artificial Intelligence, Self-Driving, Human-Computer Interaction, Butterfly Catastrophe Model

研究成果

1. 黃昱凱 (2020)，影響自駕車選擇行為因素之初探，運輸學刊 (TSSCI，已接受)。
2. 黃昱凱 (2020)，Level 4 等級自駕車道德困境決策行為初探：電車困境的應用，運輸學刊 (TSSCI，已接受)。
3. Y. K. Huang*, S. M. Wang and C. C Wang, (2020), A Model of Consumer Perception and Behavioral Intention for AI Service, Proceedings of the 2020 2nd International Conference on Management Science and Industrial Engineering, pp. 196-201. (EI)
4. 黃昱凱 (2019)，人機合作與衝突：自駕車應用的倫理課題，人工智能及可持續發展研討會 (中國 南京)。

一、前言

在 1956 年夏天，人工智慧 (Artificial Intelligence, AI) 一詞在達特茅斯會議中被正式提出，人工智慧在發展過程中經歷幾次的「高峰」與「低谷」，直到近幾年拜網路發達之賜以及物聯網的發展，各式裝置與服務都能互相連結，再加上雲端技術成熟以及類神經網路等深度學習技術的改進，進而使各項產業的資料變得容易蒐集，大數據儼然成為了人工智慧的重要轉機。目前的 AI 技術透過龐大的計算資源以及大數據大量 (Volume)、多樣性 (Variety)、快速 (Velocity) 的 3V 特性，讓人工智慧的研究與應用迎接著第三次熱潮 (松尾豐，2015)。人工智慧泛指能夠模擬類似人類一般的思考與行動之系統，因此人工智慧不僅僅只是執行特定指令，同時也會根據所遇到的狀況做出最佳選擇 (Russell and Norvig, 1995)。

史丹佛大學人工智慧百年研究專案小組於 2016 年 9 月發布了首份人工智慧報告《2030 年的人工智慧與生活》，這份報告列舉了當前人工智慧的熱門研究領域，包括深度學習、機器人、電腦視覺、自然語言處理、眾包和物聯網 (IoT) 等。該報告也指出人工智慧在 2030 年時最可能的應用場景包括智慧汽車、交通規劃、即時交通、人機交互等技術變革在內的交通應用，家庭服務機器人領域的應用、人工智慧輔助的醫療應用以及智慧教育應用等。而自駕車

(Autonomous Vehicles, AV) 則可說是人工智慧在交通運輸領域最受到矚目的應用情境之一。自駕車是一種不需透過人為指令，而有能力感測周遭環境並且自己導航駕駛的車輛 (Gehrig and Stein, 1999)。透過裝設在車輛周圍的攝影機、雷達、感測器等設備，蒐集周遭環境的資料，經過記憶、邏輯思考、決策判斷、學習等步驟來控制車輛駕駛行為，人工智慧已成為自動駕駛車輛不可或缺的一環。

在現今的汽車市場中，絕大多數的車輛都是屬於 Level 0 這一類型，近年則推出多款配有 Level 1 或 Level 2 駕駛輔助功能的車輛，如定速巡航、防撞系統以及輔助停車等。更有如特斯拉 (Tesla)、谷歌 (Google) 等公司研發 Level 3 或 Level 4 更高等級的自動駕駛系統，並且進行密集的測試。Level 5 則是達到真正的無人自動駕駛，車上方向盤也將被取消，而智慧汽車、智慧溝通與智慧道路成為了此階段的三大核心要素，在此階段，人與汽車的人機合作將有全新的解釋。科技的進步勢必會讓汽車產業的發展由輔助駕駛進展到無人駕駛，而我們現正處於要由輔助駕駛進入 Level 3 等級自動駕駛的階段。目前不論是特斯拉、富豪 (Volvo)、奧迪 (Audi) 或是賓士 (Mercedes Benz) 等汽車製造商所研發的自駕車均屬於 Level 3 的等級。Level 3 的自駕車在特定條件下可以協助駕駛者處理控制方向盤來穩定行駛在車道上，或進行適度的加減速來進行跟車駕駛或根據道路狀況來變換車道，但人類在啟動 Level 3 自動駕駛程序後仍須隨時注意路況，並在遇到特殊路況或緊急的道路情境時接手駕駛處理。

人工智慧的研究從開始至今，已經探索了各種各樣的問題也發展出許多不同領域的應用方向，而自動駕駛是人工智慧在交通領域應用的服務場景之一，屬於新科技的創新應用。Bagozzi, Davis and Warshaw (1992) 認為新科技產品在初期的應用相對較為複雜，消費者在是否接受這些新科技時容易產生許多不確定的因素，而創新擴散理論就是分析此類創新產品或服務擴散型態的重要工具。根據接受創新的不同時間點，Rogers (1962) 將不同創新接受程度的人區分為五類，茲說明如下 (圖 1 說明創新擴散理論中，不同創新採用族群分布圖)：

1. 創新者 (Innovators): 創新者通常具有嘗試與冒險的精神, 有較高的理解力與豐富的知識, 在創新產品仍有高度不確定時便會率先採用。
2. 早期採用者 (Early Adopters): 通常是尋找資訊的人, 在團體中經常扮演意見領袖的角色, 這類消費者的購物型態經常會成為其他人選擇意向的參考指標。
3. 早期大眾 (Early Majority): 此類消費者具有小心謹慎的特質, 喜歡與同儕間有互動關係, 這類型的消費者通常會等待創新產品的不確定性消除後才會採用。
4. 晚期大眾 (Late Majority): 對任何創新事物會抱持懷疑的態度, 當有超過半數以上的同儕都已接受, 或受到同儕或媒體的影響後才會產生接受的動機。
5. 落後者 (Laggards): 特質是傳統與保守, 其接受創新產品的速度與傾向非常緩慢。

Level 3 自動駕駛技術是讓道路運輸由原本的人類駕駛前往全自動無人駕駛(Level 5)最重要的第一步, 經由擴散模型的分析可以協助我們所關心的產品日後的成長特徵, 並讓管理者藉由這樣的分析進一步根據不同階段的消費者特徵發展恰當的行銷或管理策略(Jurgen, 2018)。創新擴散理論強調創新產品的擴散是有階段性的, 最早接受創新的族群叫做創新者與早期採用者, 隨著時間與市場占有率的增加會產生正向口碑並影響到早期大眾。而當早期大眾使用後便會形成規模經濟進而讓晚期大眾採用, 這項創新商品或服務就達到普及與成功的目標。Moore (2006)觀察到許多成功的創新產品或服務都是聚焦在讓創新者與早期採用者接受該產品或服務的目標, 因為一旦這兩個族群接受後, 就會讓早期大眾也開始使用這項產品或服務並形成外部性讓接下來的市場擴張自然完成。若無法做到讓早期大眾接受的話, 後續的市場擴張就很容易失敗。因此將隱身於早期市場與主流市場間那條看不到的界線稱之為創新的鴻溝 (Chasm)。

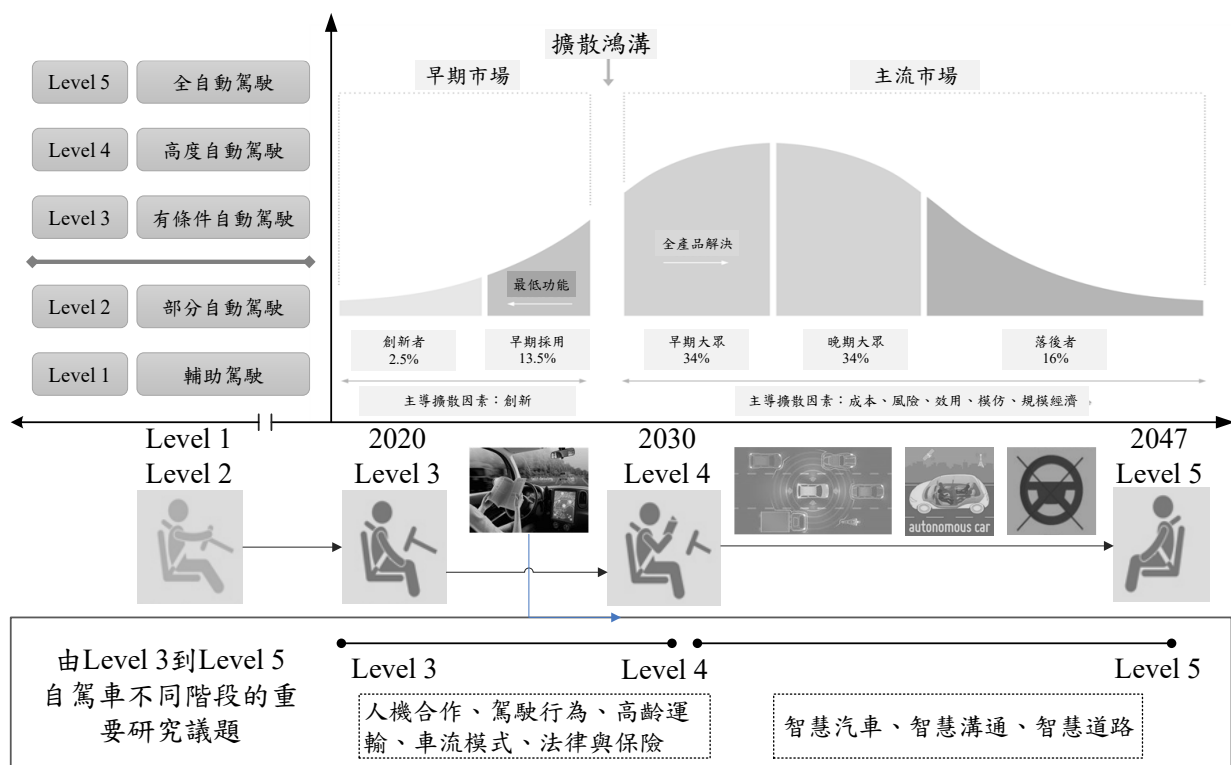


圖 1 創新擴散理論創新採用族群分布圖

道路運輸由現今的輔助駕駛發展到日後的自動駕駛將是一個不可避免的趨勢，目前自動駕駛已經由輔助駕駛進入自駕車的 Level 3 階段，而 Level 3 自駕車的市場擴散型態將對於日後發展無人駕駛有著深遠的影響。此時，消費者的接受度及購買意願成了自駕車能否普及的關鍵因素。因此探討有哪些是影響消費者選擇 Level 3 功能自駕車的因素，以及分析不同創新產品採用階段的族群對於自駕車認知程度與態度上的差異，將可協助業者及交通管理單位建構更完善交通環境時的重要參考依據，並有助於我們釐清當引進人工智慧進入交通運輸相關領域時須關心的議題？，這些將會是我們由輔助駕駛邁向 Level 5 自動駕駛的重要研究議題。

本文以 Level 3 的自駕車為研究出發點，探討影響消費者選擇 Level 3 自駕車的因素，研究目的如下：

1. 了解不同創新產品採用階段族群對於自駕車的認知程度與態度，並且分析「創新鴻溝」兩側族群之差異性。
2. 建構個體選擇模型分析探討消費者對於自駕車的接受程度及選擇行為，提出其管理意涵及相應策略。

二、文獻探討

2.1 自駕車發展現況

最早的無人駕駛來自於美國在 1925 年出現用無線電來控制汽車的概念，而自動駕駛或無人駕駛與道路系統連結的概念則是出現在 1939 年的紐約世界博覽會。諾曼·貝爾·格迪斯

(Norman Bel Geddes) 在 1939 年的紐約世界博覽會展示了他想像中的交通：人類應從駕駛中脫離出來，並在高速公路上配置軌道，為汽車提供自駕系統並按照一定軌跡運行。最早期的自駕車構想都脫離不了「地面軌道派」的思路。直到 1977 年日本筑波工程研究實驗室，開發出第一輛根據攝影鏡頭檢測前方標誌或導航資訊的自駕車，這才意味著人們開始從「視覺」角度思考自駕車發展的前景，導航系統與視覺一起，正式讓「地面軌道派」走入歷史。之後美國與德國分別在 1984 年與 1987 年開始在軍事領域中投入自駕車的研究，採用攝影鏡頭、雷射雷達、電腦影像處理系統等技術進行道路辨識，但都未取得太多成果。在今日我們都知道，要讓自駕車具備敏銳的「視覺」，中間還須突破運算速度、大數據、深度學習等技術挑戰。根據國際汽車工程師學會 (Society of Automotive Engineers, SAE) 於 2016 年的分類標準，將車輛的自動化根據電腦介入操控的程度分成六個等級，如表 1 所示。

2004 年至 2007 年美國國防高等研究計劃署 (DARPA) 舉辦自動駕駛挑戰賽可說是近年來啟動自駕車研究的重要活動，並讓自駕車有了高速發展的契機，在 2005 年的冠軍是由 Thrun 所帶領的史丹佛大學團隊研發出的 Stanley 自駕車奪得。Stanley 使用 LiDAR、攝影機、GPS 和慣性感測器等多種感測器組合，蒐集即時資訊並透過軟體解讀、分析並完成決策。在障礙檢測方面，Stanley 使用了機器學習技術，透過機器學習反覆分析人類駕駛干預處理的緊急情況紀錄，並從中總結出感知模型及決策模型，讓 Stanley 愈來愈聰明，而這一系列的比賽也促成自駕車技術投資熱潮的興起 (李開復、王詠剛，2017)。

表 1 SAE 自駕車分級表

級別	名稱	描述性定義	轉向和加減速的執行者	對駕駛環境的監控者	複雜情況下動態駕駛任務的執行者	系統支援的路況和駕駛模式
人類駕駛員監控駕駛環境						
0	非自動化	所有駕駛任務都由人類駕駛員進行操控（即便安裝了警示或干預系統）	人類駕駛員和系統	人類駕駛員	人類駕駛員	-
1	輔助駕駛	在特定駕駛模式下由一輔助駕駛系統依駕駛環境資訊控制轉向或加減速中的一種，並期望人類駕駛員完成所有其他動態駕駛任務	人類駕駛員和系統	人類駕駛員	人類駕駛員	部份路況和駕駛模式
2	部分自動化	在特定駕駛模式下由一或多個輔助駕駛系統根據駕駛環境資訊控制轉向和加減速並期望人類駕駛員完成所有其他動態駕駛任務	系統	人類駕駛員	人類駕駛員	部份路況和駕駛模式
自動駕駛系統監控駕駛環境						
3	有條件的自動駕駛	在特定駕駛模式下由一自動駕駛系統完成所有動態任務但期望人類駕駛員能正確回應請求並接管操作	系統	系統	人類駕駛員	部份路況和駕駛模式
4	高度自動化	在特定駕駛模式下由一自動駕駛系統完成所有動態任務，即便人類駕駛員無法正確回應請求並接管操作	系統	系統	系統	部份路況和駕駛模式
5	全自動化	自動駕駛系統在全部時間、路況和環境條件下（可由人類駕駛員管理）完成所有動態駕駛任務	系統	系統	系統	全部路況和駕駛模式

2009 年 Google 延攬了 Thrun 的團隊並在美國國防高等研究計劃署的支持下，開始自駕車的研發，Google 當時的自駕車是用豐田 Prius 改裝並在美國舊金山進行自動駕駛的測試。2011 年自駕車在美國可以合法上路，隔年 2012 年 5 月 Google 自駕車獲得了內華達州車輛管理局頒發的美國第一張自駕車執照。2014 年 Google 發佈了一輛完全自主設計的自駕車，外觀與傳統汽車截然不同，沒有方向盤、沒有油門與煞車踏板，乘客只要坐在車中說出自己的目的地，就可以享受真正無人駕駛的服務。到了 2018 年 7 月，Google 自駕車道路測試里程已經累積超過 1200 萬公里。

根據摩根士丹利 (Morgan Stanley) 的預估，自駕車的發展會為美國帶來 1.3 兆美元的利益，相當於美國 GDP 的 8%，這些利益包含 1000 多億美元來自節省下的燃料、2000 多億美元來自減少的壅塞成本、5000 多億美元來自交通事故銳減而節省的醫療和保險成本、以及 4000 多億美元來自工作效率的提高。麥肯錫公司 (McKinsey & Company) 預測到 2030 年時，自駕技術的普及將會對現有的汽車工業帶來約 30% 的新增產值。這個新增產值將會是受益於自駕技術所帶來的共享汽車經濟以及車上數據服務。

不論是傳統汽車製造商或互聯網企業以及計程車業皆紛紛投入自駕車產業，但各家企業的內在基因才是真正的關鍵決定性因素，如 Google、百度等互聯網企業有著技術、數據、人才等傳統車商難以超越的優勢。對於傳統車商來說，發展自駕車甚至會帶來一些衝擊：一旦自駕車發生事故，車商將會受到嚴厲的譴責；自駕車推動的共享經濟，也可能會大幅降低汽車擁有率，使得車商成為扮演最基層角色的硬體供應商而已。

雖然 Google 是在自駕車領域中最早投入研發、最早技術突破、累積測試里程最長的公司，但由於 Google 對於自駕車技術的高標準追求，使得商業模式一直滯後而無法在短期內獲得收益。相較於 Google 的謹慎，較開放積極的特斯拉在 2016 年就已經有超過 10 萬輛能夠起車、躲避障礙、自動停進車位的半自駕車上路了，不過這些超前成果也伴隨著意外事故的代價。許多學者認為自動駕駛車有助於減少交通事故 (Anderson *et al.*, 2014)，而根據美國高速公路安全保險協會預測，當所有車輛都配有防撞及車道偏離警示、側視盲點輔助、適路性頭燈系統，將會有接近三分之一的事故是可以避免的 (IIHS, 2010)。但在自駕車測試階段，許多意外仍不免發生，如 2016 年 1 月特斯拉自駕車在中國發生了第一起事故；同年 5 月特斯拉自駕車在美國發生了另一起事故，自駕系統未能在強烈的日照下辨識前方橫越的白色貨櫃車，誤認為是白雲因此沒有煞車，而駕駛也未遵守操作守則將雙手離開方向盤，造成車主在這場意外中喪命。

特斯拉在發生致死事故後強調在總計 2 億多公里的自動輔助駕駛模式的行駛紀錄中，僅發生一起致死事故，已經遠比普通汽車平均 1.5 億公里發生一起致死事故的機率低。美國國家公路交通安全管理局於 2017 年 1 月發表一份聲明，證明此次致死事故與特斯拉自動輔助駕駛系統沒有直接關係。事故的直接原因是駕駛員忽視操作提醒，沒有對道路上的危險保持隨時監控和快速反應。甚至強調，特斯拉在安裝了自動輔助駕駛系統後讓事故發生率降低了 40%。

要發展完全自駕車的門檻非常高，而人工智慧和高精度地圖資訊就是兩項不可或缺的技术，百度在中國就如同 Google 在美國一樣在這兩項技術上具有絕對優勢。2015 年百度在北京完成了城市、環狀道路及高速道路混合路況下的全自動駕駛測試，百度自駕車透過雷射雷達、中遠距雷達以及攝影鏡頭來「俯瞰」觀測周圍 200 公尺的狀況，並且透過深度學習來辨識車輛、行人、天空、樹等周遭物體。百度宣稱其自駕車在判斷物體上準確率達到 90.13%、判斷行人準確率達 95%、判斷紅綠燈準確率達 99.9%。而在敏捷反應方面，百度自駕車只需 0.2 秒就能從發現緊急情況到緊急煞停，比人類平均 1.2 秒快上整整一秒。至於在定位精度方面，2016 年百度自駕車的高度精度地圖精度已經達到 10 公分等級。(李彥宏，2016)

2.2 自駕車相關文獻

智慧型運輸系統 (Intelligent Transportation Systems, ITS) 的發展增進了運輸系統之安全

與效率，而自動駕駛車則被認為是提升道路安全、解決交通擁擠、減少能源消耗的有效方法(胡大瀛、李承威、莊筑涵，2018)。自駕車的出現最直接受到影響的就是旅行成本、道路容量以及車輛行駛里程。現今自駕車售價可以是傳統汽車的好幾倍，而隨著大規模量產及科技的進步，價格會逐漸地降低(Fagnant & Kockelman, 2015)。Harper *et al.* (2016) 指出全自駕車的引進，會為美國的車輛總行駛里程(VMT)帶來14%的年成長率，然而車輛總行駛里程的增加卻可能造成交通壅塞，所以需透過自駕車更有效率的行駛技術，減少汽車煞車及事故所產生的延滯時間。由於等級3以上的自駕車可以讓乘客同時做其他事情，因此有可能可以減少車內時間成本。但不同研究顯示有關車內時間的時間成本看法可能不同，Yap *et al.* (2016) 的研究發現，當自駕車作為接駁火車的最後一哩路時，使用者的時間價值反而會比人工駕駛時增加，可能是因為使用者對於自駕車的不信任，因此需更專注於駕駛上；相反地，Milakis *et al.* (2018) 指出在不同情境下自駕車使用者的時間價值會下降1~31%，這些研究說明自駕車使用者對於時間價值的感受上有著不同的結果。

車輛擁有數、土地使用以及交通設施也會因為自駕車的發展而受到影響，根據國際交通論壇(International Transport Forum, 2015)的模擬研究指出共享自駕車可以減少道路上89.6%的傳統車輛，並且提供同等的旅次量，使得人們可以大幅降低汽車擁有的數量。在都市發展方面，自駕車甚至可能會改變土地使用方式，因為交通擁塞成本降低會增加人們移動距離的意願，並促使郊區更分散及低密度的土地利用方式。在道路容量方面，不管是在高速公路或是交叉路口，透過車輛之間的溝通可以減少車間距離，因此道路容量都會因為自駕車的引進而大幅提升，而車輛行駛里程也會因自駕車移動方便而大幅提升(Milakis *et al.*, 2018)。Nieuwenhuijsen等人認為市區會因為自駕車而減少停車87%的停車空間，因而會增加市區土地利用的密度(Nieuwenhuijsen *et al.*, 2018)。

自駕車對於社會的影響包括安全、社會公平、能源等層面，如當等級5的全自動駕駛技術普及後，盲人、殘障人士及未達駕駛年齡的人都可以享有自動駕駛所帶來的交通便利性，實現了社會公平性。Eby *et al.* (2016) 研究指出自駕車會促使不開車、年長者和因健康狀況無法開車族群的旅次需求增加，使整體旅次需求上升了14%。能源方面，自駕車因更緩和的加減速，約可增加4~10%的燃料使用效率，而由於事故率減少，車輛可以變得更輕盈，又再進一步增加燃料使用效率。但由於總體車輛哩程數以及旅次需求數增加，長期而言燃料消耗量是會增加的，因此要如何在這之中取得平衡是自駕車發展的重要課題之一。

Power(2012)訪問17,400名擁有汽車的消費者，在尚未提供自駕車的市場價格前，有37%的受訪者表達購買興趣，但公布價格為3000美元後只剩20%的受訪者有意願購買，18~37歲居住在都會地區的男性受訪者擁有最高的購買意願。Casley *et al.* (2013)調查消費者對於自動駕駛汽車的意見，發現有30%的受訪者願意在下次購買汽車時花超過5,000美元購買擁有全自動駕駛技術的車輛，82%的受訪者認為「安全」是影響購買自動駕駛汽車最重要的因素，12%認為是「合法性」，6%認為是「成本」。Schoettle and Sivak (2014)訪問美國、英國及澳大利亞1,533名受訪者對於自駕車的認知，有三分之二聽過自駕車，此外，分別有72%及43%的受訪者認為全自動駕駛潛在的效益是增加燃料使用效益及減少旅行時間，不過卻有超過半數的受訪者並不想花任何錢在這些技術上。該研究也發現有41%的受訪者就算在全自駕車中仍然會注意道路情況，顯然無法消除使用者對於自駕車的安全疑慮。

Kyriakidis *et al.* (2015) 針對來自全球 109 個國家的 5000 名受訪者進行網路問卷調查，結果顯示受訪者對於自駕車願付價格有著分歧的意見。有 22% 的受訪者不願花任何錢在全自動駕駛系統上，但汽車高使用量族群及已經使用巡航控制功能的族群對於全自駕車願意支付較高的價格，結果顯示 5% 的受訪者願意花超過 30000 美元。Bansal *et al.* (2017) 研究結果顯示消費者平均願意花 7253 美元加裝全自動駕駛系統。高所得、科技愛好者、男性、住在市區以及有更多事故經驗的族群，對於自駕車有著較高的興趣且願意付較高的價格。而 Daziano *et al.*

(2017) 所做出來的結果顯示全自動駕駛系統的願付價格為 4900 美元，不同於 Bansal 等人的研究，此篇問卷樣本分佈更能代表整體美國人民，並且將傳統車輛加入選擇的方案之中，增加選擇的真實性。

而在消費者對自駕車的接受度相關研究方面，根據 Nordhoff *et al.* (2016) 的建議，心理上、形勢上和社會經濟因素皆會影響接受度，包括對自駕車的預期表現、社會影響、駕駛所帶來的愉悅感、知覺控制、自駕等級、車輛型式與品質、是否精通科技、駕駛障礙、駕駛時的生產力、駕駛經驗、感官刺激追求行為、信任程度、自駕使用時機和社會經濟層級。在認知與態度方面，Bansal *et al.* (2017) 利用問卷調查美國德州奧斯丁的居民對於自駕車的願付價格與態度，其中態度問卷的問項包括了安全、風險、有用性以及態度等構面，受訪者普遍認為自駕車尚存有一定的安全問題以及風險性，但認為自駕車能夠有效的減少車內時間成本及交通事故，並且對於自駕車的態度是持有高度興趣的。而 Becker and Axhausen (2017) 的研究結果指出，性別、年齡、收入、對於自動化趨勢的認知以及當下車輛的自駕等級都與自駕車接受度呈現高度相關性。

Haboucha *et al.* (2017) 則是調查以色列、美國以及加拿大民眾在通勤運具上的選擇行為，研究發現大部分受訪者認為自駕車風險較低，且持正面態度，且較不享受駕駛汽車的受訪者有較高的比例會選擇以自駕車作為通勤運具。Nielsen & Haustein (2018) 探討丹麥居民對於自駕車的認知與態度，將受訪者分為懷疑者、愛好者及焦慮駕駛者，其中懷疑者認為自駕車有較大的安全問題及風險性，相反的愛好者認為自駕車具有高度易用性且抱持著正面態度，而焦慮駕駛者則認為駕駛汽車壓力很大，較無法實現自我價值。Molnar *et al.* (2018) 的研究結果顯示「信任」是自駕車接受度最大的影響因素，因此透過提供自駕車體驗以及充分的相關資訊，進而提升使用者對於自駕車的信任將會是一個讓自駕車普及的可行策略。

Panagiotopoulos and Dimitrakopoulos (2018) 利用擴展後的科技接受模型 (Technology Acceptance Model, TAM) 去解釋及預測消費者對於自駕車的行為意向。在這個模型架構中利用 30 個問題的問卷，調查出影響消費者對於自駕車使用意圖及接受度的因素。結果顯示認知有用、認知易用及社會影響，對於接受或是使用自駕車皆是有用的預測指標，其中認知有用的影響程度最大。問卷調查結果顯示，62% 的調查對象認為自己對於科技的接受是屬於晚期採用者；44% 指出他們會覺得使用自駕車較安全；47% 對於自駕車的系統安全性及資料隱私的疑慮持中性態度。

除了個人因素外，區域文化因素也扮演著重要角色，不同國家對於自駕車的接受度以及顧慮的因素會有所不同。例如高收入國家對於車輛的資料傳輸有更多的疑慮，從接受度來看 85% 的印度人和 75% 的中國人會使用全自駕車，而相同地只有 36% 的日本人以及 40% 的德國人和荷蘭人願意使用 (Kyriakidis *et al.*, 2105)。不同程度的接受度可能來自於跟傳統車輛相比自駕

車所帶來的好處，或是跟現存的運輸系統比較，以及評估相關交通問題如交通壅塞、事故風險和環境污染 (Lang *et al.*, 2016)。

安全是消費者在購買新車時最優先考慮的因素，比起價格、功能、舒適度等，車輛的安全係數及配有的安全設備是消費者最在乎的因子 (Koppel *et al.*, 2008)。Underwood (2014) 根據 217 名專家對於自駕車的意見。他們認為沒有方向盤的全自駕車導入市場最大障礙會是法律責任，而消費者接受度是最小的。約有 72% 的專家建議自駕車最好要比傳統汽車安全兩倍以上才開放給大眾使用。55% 的專家指出等級 3 的自駕車可能會因為駕駛太得意而沒有執行必要的動作。Begg (2014) 訪問超過英國 3500 名交通專業人士關於自駕車在倫敦發展的預期情況，有 30% 的專業人士認為在 2040 年全自駕車會出現在英國道路上，另外有 60% 的受訪者認為自駕車將會比傳統汽車還安全。

Kalra and Paddock (2016) 的研究指出需要耗費 100 輛自駕車，每日 24 小時，一年 365 日，平均時速 40 公里的進行測試好幾億年才能得到自駕車可靠度的結果，因此需要透過電腦模擬、數學模型運算、情境及行為測試等替代方案輔助。當然這也不能完全解決自駕車所帶來的安全問題，況且自駕車的法律管制也為政府、保險公司、汽車製造商帶來很大的挑戰。未來自駕車會急速成長，但是法規與政策無法一步到位，因此需要透過動態調整，使得法規與自駕車發展能夠與時俱進，降低新科技所帶來的風險。對於自駕車而言，消費者對於他所帶來的安全問題，卻有著不同面向的看法，自駕車乘客認為自動駕駛相比人工駕駛存在著更高的風險；相反地，對於路上行人來說自駕車的風險較低。而以男性及年紀較輕的人來看，他們對於自駕車的風險認知有著較大的接受度 (Hulse *et al.*, 2018)。

近年國內也有自駕車相關之研究，陳金宏 (2018) 提到創新科技是否能夠普及應用，使用者的使用意願是成功的關鍵因素，該研究利用修正後科技接受模式 (TAM) 探討民眾對於自駕公共運具使用意願的關鍵影響因素，研究結果顯示體驗價值是主要影響因素。知覺有用及信任透過體驗價值的完全中介效果進而影響使用意願，而知覺易用及體驗價值兩者皆對使用意願有顯著的直接影響。張毓芳 (2018) 的研究結果顯示，先進駕駛輔助系統的可靠性程度越高，使用者的滿意度及對其提供的服務及品質的評價也會越高，而透過知覺風險的使用及不使用的中介操作，對自動駕駛無人車的知覺有用性、知覺易用性及行為意圖均能產生影響，此發現也驗證使用及不使用的知覺風險在行銷操作上的可行性。劉小涵 (2018) 研究結果指出，台灣自駕車產業的發展障礙為本身無強大汽車工業，以致在開發自駕車整車整合上受到限制。另外部分相關輔助法規還未通過，且政府及企業投入資金與其他國家相比較不足皆為影響原因。

2.3 個體選擇模式相關文獻

過去國內外學者在探討消費者選擇行為的研究中，個體選擇模式為研究者常使用的方法之一，該模式之理論基礎來自經濟學之消費者行為理論，其可概分為總體與個體兩大類，其中以個體選擇模式為近年來研究之主流，主要以顯示性或敘述性偏好之資料，探討決策者從選擇集合 (choice set) 選擇效用最大的單一方案，並建立消費者決策行為之方案選擇模式。由行銷的觀點來看，企業欲在高度競爭的環境生存，關鍵在於是否能滿足顧客的需求，透過離散選擇模式的分析有助於企業能深入瞭解消費者之偏好，以及影響消費者選擇之重要變數，並作為企業

評估行銷策略之參考。Bhat & Sardesai (2006) 調查德州奧斯汀地區民眾的運具選擇行為，以研究通勤旅次目的地複雜度與旅行時間可靠度對運具選擇的效果。混合羅吉特模式估計結果顯示單旅次停靠數與選用私人運具有正相關、非機動運具最主要影響變數為旅次距離，而單獨開車者的異質性相較其他運具為高。該研究並估計不同通行費率下高速公路使用者的運具轉移行為，轉移幅度最高為獨自行駛轉共乘，轉移至公共運具的數量約為轉移至共乘的一半。

Debrezion *et al.* (2009) 使用兩層巢式羅吉特模式探討鐵路車站的可及性與接駁運具便利性對荷蘭鐵路乘客選擇車站之影響，其上巢為接駁運具替選方案，包含汽車、大眾運輸、自行車及步行，下巢為使用不同接駁運具所連結之不同起程車站，而屬性則是包含鐵路服務品質指標 (Rail Service Quality Index, RSQI)，如車站所提供的設施、旅行時間、班次、小汽車擁有數與起迄點至車站的距離等，其中鐵路服務品質指標特別利用雙重受限空間互動模式，作為衡量不同接駁運具到達起程車站的效用。

Dissanayake and Morikawa (2010) 利用巢式羅吉特模式調查曼谷市家戶旅次行為與運具選擇行為，上層為汽機車持有之選擇，下層為家戶旅運者運具之選擇，如 MRT、公車與汽車，其探討屬性包含旅行時間、成本、安全性、頻率、可及性、轉乘以及接駁時間。該研究利用潛在變數探討對運具選擇行為的影響，其所建構的運具選擇模式之屬性包含等候時間、步行時間、旅行時間與旅行成本。另外以認知，如時間可靠性、旅次舒適性與變更旅次的可能性等；情感態度，如感覺旅次很順利、對於這趟旅次的感受等，作為影響運具選擇之潛在變數。

Devarasetty *et al.* (2012) 對美國德州休士頓 Katy 高速公路使用者進行敘述性偏好實驗，該選擇包含獨自行駛不收費線道、共乘行駛不收費線道、獨自行駛 HOT 線道以及共乘行駛 HOV 線道。該研究使用混合羅吉特模式估計個體選擇結果，並將各方案之方案特定常數、旅行時間及旅行時間可靠度列為隨機參數。該研究發現模式估計之旅行時間價值約為實際通行費率之一半，但旅行時間價值與時間穩定信賴價值之和則是接近現行費率，此結果顯示高速公路駕駛人之願付價格有相當部分受時間可靠度影響。

在自駕車個體選擇模式的相關文獻方面，Krueger *et al.* (2016) 利用敘述性偏好問卷調查可能會使用共享自駕車的使用者特性，利用混合羅吉特模式分析選擇行為，其中旅行成本、旅行時間及等候時間等服務屬性是影響選擇的重要因素。Haboucha *et al.* (2017) 調查以色列以及北美民眾在通勤運具上的選擇行為，結果顯示提高停車成本有助於鼓勵使用者使用共享自駕車，而行駛成本也是重要的影響因素之一。

葉怡君 (民 100) 使用敘述性偏好調查不同里程費率及旅行時間節省情境下高速公路使用者出發時間及路線之選擇，並以混合羅吉特模式估計不同解釋變數之異質性，該研究依行駛距離分為短 (50 公里以下)、中 (51 至 150 公里)、長程 (151 公里以上) 三個模式。依據模式推估結果，可發現偏好異質性較高之分群：(1) 短程旅次模式中為「休閒旅遊目的離峰維持慣性」；(2) 中程旅次中為「尖峰行駛高速公路」及「假日離峰商務旅次」特性的駕駛人及 (3) 長程旅次中為「探親旅次離峰維持慣性」及「通行費 (尖峰)」，上述結果顯示高速公路駕駛人在出發時間及路線的選擇具有個體異質性。

2.4 創新擴散相關研究

創新擴散理論(Diffusion of Innovation)是 Rogers 所提出來的，也是學界中最經常被用來預測和解釋採用及擴散行為的創新擴散模型(Agarwal and Prasad, 1997)。Rogers (1962)從動態流程的觀點，指出創新擴散是一種程序，隨著時間的經過，在社會系統之成員間傳遞，Rogers 認為個人或是其他決策單位決定某項創新並不只是一時的行為，而是經過一系列活動與決策的模式。因此，創新、接受、擴散之間的關係是息息相關的，Rogers 提出四種影響新產品擴散速率的因素，分別是：創新產品屬性、溝通管道、時間、社會體系。

過去擴散模式的研究中，以 Bass 在 1969 年所提出的基本擴散模型在銷售預測上得到了不錯的實證表現，其以創新者與模仿者解釋新產品擴散過程，當新產品流通於市場時，最初購買者為創新者，然而受創新者的影響模仿者則隨之購買。但伴隨更多的模仿者，新產品在擴散程度逐漸加速，在達到極限之後呈現平穩狀態。但由於巴斯擴散模型的假設減化了許多可能影響擴散的因素，以及其假設與真實環境有所差異，也造成了 Bass 模型在某些情況下的預測能力並不佳，因此陸續有許多學者針對其假設不合理進行模型的修正與延伸。例如 Robinson and Lakhani (1975) 將價格的變數加入巴斯擴散模型後，隨後就開始有學者將廣告、促銷、人員銷售及通路等行銷組合變數加入巴斯擴散模型 (Jain and Rao, 1990; Jones and Ritz, 1991; Wong *et al.*, 2001)。

Moore 以 Rogers 的擴散模型為理論基礎進一步提出「跨越鴻溝」的概念(Moore, 2014)，Moore 認為有遠見的人和實用主義者的期望有很大不同，並認為創新擴散模型中最困難的一步是在有遠見者(早期採用者)和實用主義者(早期多數)之間的間過渡，也就是所謂的鴻溝。如果一個成功的公司可以產生一種足以產生足夠動量的潮流效應。跨越鴻溝的分析概念特別適合處理破壞性或不連續的創新。Cho 等人以醫院導入新的遠程醫療創新技術的過程為例，說明研究個案在歷經創新服務的不同歷程，該研究先確定在研究個案進行網絡內的試點測試與針對市場的產品隨後的商業化之間的擴散鴻溝類型，之後再說明關鍵人物如何協商鴻溝，並成功地將創新傳播到研究個案中(Cho *et al.*, 2009)。

黃昱凱等人以兩岸店配物流配送的需求擴散模式為分析對象，探討店配物流機制在兩岸電子商務的物流服務之擴散現象與影響其擴散之因素，該研究首先利用個體選擇模型探討消費者選用店配服務之因素，並選擇物流費用、運送時間、取貨彈性等變數來建構影響消費者採用物流方案之效用函數，經多項羅吉特模型的分析結果顯示消費者重視運費屬性大於時間，而根據模式校估所得之創新係數與模仿係數發現店配服務的擴散型態主要是受到內部影響，意即口碑效應的影響較大(黃昱凱、馮正民、許紋綺，2015)。

2.5 小結

人工智慧將不可避免大幅改變人們生活的方式，而在這一波人工智慧的變革中，「人類趕不上 AI 科技變化的速度，來不及做調整與適應」可能是比發展 AI 技術更為重要的議題。由相關文獻可發現以往有關自駕車選擇行為分析的研究多半使用羅吉特模型進行分析 (Krueger

et al., 2016; Haboucha *et al.*, 2017; 葉怡君, 民 100), 本研究彙整根據過去學者探討影響自駕車選擇之變數, 做為建構羅吉特模式中效用函數的訂定依據。在選擇自駕車效用函數方面, 本文參考相關文獻選擇購買價格 (Kyriakidis *et al.*, 2015)、行駛成本 (Krueger *et al.*, 2016)、安全性 (Bansal *et al.*, 2017) 以及稅金 (Haboucha *et al.*, 2017) 等四項變數為共生變數, 至於在方案特定變數方面則包含許多社會經濟特性, 如性別、年齡 (Becker and Axhausen, 2017)、認知與態度構面 (Panagiotopoulos and Dimitrakopoulos, 2018) 等。根據回顧之文獻建構影響自駕車選擇之個體選擇模型, 而在模型中所使用的效用函數亦包含想要驗證之假說, 如購買價格、行駛成本及安全性等國外文獻所列舉之重要變數是否在我國的自駕車選擇行為中亦有同樣的影響, 相關變數的內涵與研究設計請參考 4.3 節的說明。

三、研究方法

3.1 研究架構與問卷設計

本研究首先由文獻回顧中整理出過往研究中影響自駕車選擇的變數 (例如個人社經特性、認知與態度、購買價格、行駛成本等) 作為本研究模式中的解釋變數, 透過上述所彙整的影響變數, 進行敘述性偏好問卷的設計, 自駕車選擇方案分為: Level 2 及 Level 3。最後分別根據二項羅吉特模式與混合羅吉特模式建構自駕車購買之個體選擇模型, 除進行檢定模式之配適度分析外, 並根據模型的分析結果進行市占率和彈性分析。

本研究以大學生作為研究對象, 主要的原因可歸納為下面三點:

1. 在 2021~2025 年間, 可預期的是具有 Level 3 功能的自駕車將會越來越普及, 而目前的大學生將會是未來五年成為自駕車首購族的潛在市場消費者。
2. 購車行為在很多情況下有可能是屬於群體決策, 如考慮到小孩或受到老婆 (老公) 意見的影響, 而大學生在進行首次購車時, 有比較多的可能是屬於個體選擇行為, 這對於本文假設購車行為不屬於群體決策的假設, 在樣本選擇上具適當性。
3. 以現在的大學生為分析對象, 在研究上有聚焦研究對象達到可以解釋特定市場族群的效果。由於年輕人通常在新科技的接受度是屬於比較高接受的族群, 因此以目前的大學生為分析對象, 一方面對 Level 3 功能自駕車而言是在未來是一群重要的潛在消費客群, 而以大學生為分析對象所建構的個體選擇模型, 自駕車廠商對於模型相關參數所顯示的管理意涵, 也比較容易針對某一特定市場區隔的消費者制訂行銷推廣策略。

本文的研究目的在於探討有哪些因素是影響市場潛在消費者選擇 Level 3 自駕車的因素, 並建構個體選擇模型來分析影響選擇自駕車的行為, 問卷主要內容分為四大部分, 問卷第一部分是「自駕車認知情境」, 也就是請受訪者根據「創新者」~「落後者」等不同的類型, 以問卷的方式由受訪者根據自身的認知來填寫。此部分問卷的進行方式是:

1. 首先播放影片讓受訪者觀看並進行講解, 讓受訪者瞭解 Level 2 具有輔助駕駛功能車輛與 Level 3 自駕車的差異。
2. 其次在問卷內文說明「創新者」~「落後者」等不同類型的意涵。
3. 最後請受訪者根據問項的描述 (已經將創新擴散模型中各類意涵轉換為本研究之定

義)，並請受訪者根據自身的認知勾選其類型。

問卷第二部分為「購車選擇行為」，本文假設受訪者在五年後需要購買第一輛汽車，購買方案分別為 Level 2 及 Level 3 等級的小汽車。此部分是利用敘述性偏好設計的方式，以購買價格、行駛成本、稅金以及安全性四個屬性為主要影響變數，透過直交設計產生 12 種不同屬性水準值之組合情境。本文所設計的問卷是規劃每個受訪者填寫上述 12 種情境組合的某 3 種情境，因此問卷分為四種版本，每個版本問卷會包含 12 種情境組合的某 3 種組合，且這 4 個版本的問卷之情境彼此並不重複。表 2 說明各方案之購買價格、行駛成本、稅金以及安全性的屬性水準值。

表2 正式問卷之方案屬性水準值

選擇方案	Level 2	Level 3
購買價格	70、90 萬元	285、300 萬元
行駛成本	60、70 萬元/十年	30、35 萬元/十年
稅金	35、40 萬元/十年	20、25 萬元/十年
安全性	30、32 萬公里發生一次意外	60、64 萬公里發生一次意外

問卷第三部分是「自駕車的認知與態度」，此部分是以李克特五點尺度量表衡量受訪者對於 Level 3 自駕車的認知與態度，尺度由 5 分為「非常同意」，依序排序至 1 分為「非常不同意」。透過文獻回顧整理，本研究歸納出七個構面，分別是有用性、易用性、社會規範、安全、風險、價值與態度。至於問卷第四部分則是人口統計變數，包含性別、居住地點等社會經濟特性，作為後續建構個體選擇模型所需之變數。

3.2 個體選擇行為模式

過去國內外學者在探討消費者選擇行為的研究中，個體選擇模式 (Discrete Choice Model, DCM) 為研究者常使用的方法之一，該模式之理論基礎來自經濟學之效用函數為出發點，假設消費者在選擇各種可能方案時採用效用最大原則 (the principle of utility maximization)，並以顯示性或敘述性偏好之資料探討決策者如何從選擇集合 (choice set) 中，採用效用最大原則 (the principle of utility maximization) 選擇效用最大的單一方案，並建立消費者決策行為之方案選擇模式。然而並非每一個體選擇行為模式都能正確預測每個人的選擇，所以效用模式中包含了可預測部分，和無法預知的誤差項，且某方案被選擇的機率就定義為該方案在可能方案中具有效用最大的機率。

個體模式常採用顯示性偏好 (Revealed preference) 與敘述性偏好 (Stated preference)，由於顯示性偏好是直接觀測或由問卷獲得的實際選擇行為，有難以蒐集足夠顯示性偏好資料、無法評估尚未存在方案之需求及解釋變數無法量化的缺點 (Wardman, 1988)；而敘述性偏好則可彌補上述的缺點，其供受訪者選擇事先決定之替選方案與其不同屬性水準值的情境，並藉此評估對於替選方案的整體偏好 (Hensher *et al.*, 1988)。

本研究假設所探討的自駕車購買之選擇模式是屬於個體選擇行為，而選擇行為過程中的選擇集合代表受訪者可以選擇之自駕車種類。因此，本研究假設受訪者在面臨不同自駕等級時，

將由可選集中選擇效用最大的自駕等級汽車，受訪者 n 對自駕等級 i 之汽車的效用函數形式如式(1)：

$$U_{in} = V_{in} + \varepsilon_{in} = \sum_k \beta_k X_{ink} + \varepsilon_{in} \quad (1)$$

其中，自駕等級 i 之汽車對受訪者 n 而言，可衡量效用 V_{in} 可由常數、變數以及未知參數構成的線性加成函數，其常數為各自駕等級 i 之汽車的常數，類似迴歸模式的常數項；變數包含共生變數 (Generic variable) 與方案特定變數 (Alternative specific variable)，其中當某一變數對所有方案擁有相同重要程度時，則該變數對所有替選方案的效用函數產生相同效果，此時所有方案的效用函數均含有該變數，且係數值均相同，該變數稱為共生變數；而就同一個決策者而言，不因方案而有不同的數值，但會因不同的決策者而有所差異，則稱為方案特定變數。 β_k 為待校估的參數係數向量。 ε_{in} 為無法衡量的誤差項，其若對誤差項分配作不同的假設，將會得到不同選擇模式的機率。

3.2.1 多項羅吉特模式

多項羅吉特模式 (Multinomial Logit Model, MNL) 假設方案誤差項服從獨立且完全相同 (Identically independently distribution, IID) 的岡勃分配 (Gumbel)，則在效用最大原理的假設下，可推導出多項羅吉特模式的機率。因此受訪者 n 對自駕等級 i 之汽車的選擇機率為式(2)：

$$P_{in} = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_{j \in C_n} \exp(V_{jn})} \quad (2)$$

其中 P_{in} 為受訪者 n 選擇自駕等級 i 之汽車的機率， $\exp(V_{in})$ 為此方案對受訪者的效用， $\sum_{j \in C_n} \exp(V_{jn})$ 為所有方案對受訪者效用的加總，每個方案的機率 P_{in} 介於 0 與 1 之間，且各方案機率總和為 1。其中， C_n 為受訪者 n 的選擇集合，包含 Level 2 及 Level 3。以本研究為例，受訪者面臨兩種不同自駕等級汽車的選擇，因此為二項羅吉特模式。多項羅吉特模式一般以最大概似法 (maximum likelihood method) 校估參數，主因在於最大概似法能使各觀測之數據有較大發生機率之參數方法，且所估計之參數具有一致、漸進有效及漸進常態之特性，偏誤也會隨著樣本的增加而減少。

3.2.2 混合羅吉特模式

混合羅吉特模式 (Mixed Logit Models, MXL) 是為了處理每位決策者偏好非均質之情形 (McFadden and Train, 2000)，亦即考慮個體異質性，允許效用函數中之屬性參數可呈現某種機率分配，其效用可寫如公式(3)：

$$U_{in} = \sum_K \beta_{nk} X_{ink} + \varepsilon_{in}$$

$$\beta_{nk} = \beta_k + \sigma_k Z_{nk} \quad (3)$$

β_{nk} 參數主要係處理異質之部分，然因 β_{nk} 納入效用函數中會使其成為開放型 (Open-form) 之數學式，必須採用最大模擬概似估計法 (Maximizing Simulated Log-likelihood Function, SLL) 計算參數向量。混合羅吉特模式假設邊際效用會服從某種分配形式，如常態、三角、對數常態及均等分配等連續分配，其機率之公式如(4)：

$$P_{it} = \int L_{it}(\beta) f(\beta) d\beta = \int L_{it}(\beta) f(\beta|\theta) d\beta \quad (4)$$

其中，機率密度函數 $f(\beta|\theta)$ 中的 θ 為各參數向量之平均值與變異數，公式可寫成如(5)：

$$\theta = (\text{mean, variance}) \quad (5)$$

由於必須視模式校估結果來決定適合之分配方式，進行變數嘗試時應先從常態分配診斷偏好之變異，若一開始就使用其他分配方式會增加計算的複雜度並且降低數值收斂的速度 (Arunotayanun & Polak, 2011)。

3.2.3 模式配適與檢定

概似比指標用以判斷模式的整體解釋能力，並藉由統計檢定瞭解模式是否顯著性，以及判斷兩模式差異與否。概似比指標 (Likelihood ratio index) 類似於迴歸模式的判定係數，但因為羅吉特模式無法像迴歸模式可以從殘差中計算判定係數，所以在羅吉特模式裡將以概似比指標來衡量整體模式的配適度，其基本公式如式(6)：

$$\rho^2 = 1 - \frac{LL(\beta)}{LL(0)} \quad (6)$$

其中， $LL(\beta)$ 為所測定模式之變數達到收斂的對數概似值； $LL(0)$ 為相對於等佔有率模式，即為效用函數的所有參數值皆為零。概似比指標介於 0 到 1 之間，越接近 1 代表模式與數據之配合能力越強，若其值達到 0.4 則代表模式的解釋能力不錯 (Ortúzar and Willumsen, 2001)。概似比檢定 (Likelihood ratio test) 如同迴歸模式的 F 檢定，可對多個參數進行檢定，用來檢定各模式間是否有顯著的不同，如式(7)：

$$X^2 = -2[LL(\hat{\beta}_R) - LL(\hat{\beta}_U)] \quad (7)$$

其中， X^2 為卡方分配，表示概似比檢定之統計量為卡方分配，其卡方臨界值的自由度為兩個模式參數個數的差值； $LL(\hat{\beta}_R)$ 為虛無假設成立的受限模式之對數概似函數值（參數個數較少）； $LL(\hat{\beta}_U)$ 為對立假設成立的非受限模式之對數概似函數值（參數個數較多）。

3.2.4 市占率與彈性分析

透過個體模式可校估個體選擇方案的機率，但因為預測個體行為對於經營管理業者進行決策通常幫助不大，所以多數學者多半是對其總體行為較感興趣，因此利用總體彈性與市占率衡量總體的行為。總體彈性主要考量所有決策者的彈性，並搭配方案選擇機率進行加權平均，可用於衡量總體需求對某變數變動單位百分比其對市占率變動之影響，計算公式如式(8)所定義。總體市占率變化之方式係使用樣本列舉法 (Sample enumeration)，此法可對總計的期望市占率提供一致性與無偏誤的估計，計算公式如(9)：

$$E_{X_{jk}}^{\bar{P}_i} = \frac{\sum_{n=1}^N P_{in} \cdot E_{X_{jnk}}^{P_{in}}}{\sum_{n=1}^N P_{in}} \quad (8)$$

$$\bar{P}_i = \frac{\sum_{n=1}^N P_{in}}{N} \quad (9)$$

四、資料收集與模型分析

4.1 資料蒐集

本文資料收集期間為民國 108 年 3 月至 5 月，在大專院校中以紙本問卷的方式發放，在受訪者填寫問卷前，研究者事先透過播放影片及現場解說的方式，讓受訪者充分了解 Level 2 等級車輛以及 Level 3 自駕車的差異性後再進行問卷填寫，最終回收有效樣本共 531 份。在收集的樣本中男性為 44.3%，女性為 55.7%；居住地為北部占了半數以上達 67.2%，其次為南部 14.9% 及中部 10.9%。創新產品採用階段中，最高比例為早期大眾 33.5% 及晚期大眾 32.9%，其次是早期採用者 14.7% 及創新者 13.4%，最後是落後者 5.5%，早期大眾、晚期大眾及落後者組成的主流市場佔大多數。

4.2 認知與態度構面分析

本節將探討問卷第三部分「認知與態度」，創新鴻溝兩側之受訪者對於自駕車認知與態度的差異性。本文透過文獻整理歸納出「有用性」、「易用性」、「社會規範」、「安全」、「風險」、「價值」、以及「態度」等七個構面變數，另外本文根據 Moore 所提出在早期市場與主流市場之間存在著的「創新鴻溝」，進一步根據受訪者依自身對於創新產品採用階段的認知勾選其分類，將創新者與早期採用者歸類為「早期市場」，而「主流市場」則是早期大眾、晚期大眾及落後者等三個族群的集合。底下本文將創新鴻溝兩側之族群分別對 Level 3 自駕車是否存在著態度與認知上的差異進行檢定。有關認知與態度等七個構面均經由因素分析所得到的因素分數進行標準化的計算後，再根據標準化的數值分為「最負面看法」、「負面看法」、「正面看法」與「最正面看法」四個族群。最後，利用卡方檢定對創新鴻溝兩側之族群與不同構面進行交叉分析，探討鴻溝兩族群認知與態度的差異性。

表 3~表 7 說明將「有用性」、「易用性」、「社會規範」、「安全」與「態度」等七個構面分別與分屬於創新擴散鴻溝的兩個不同群體（「早期市場」與「主流市場」）進行卡方分析的結果，底下說明這些分析的發現：

1. 由表 3 結果可知早期市場族群多數認為自駕車對於他們具有較高的有用性，而主流市場的族群則有著較平中立的看法，普遍認為有用性影響不大（ p 值=0.0000）。
2. 由表 4 結果得知早期市場族群傾向認為自駕車具有較高的易用性，而主流市場的族群則傾向認為自駕車的易用性較低（ p 值=0.0001）。
3. 由表 5 結果得知早期市場族群明顯地認為容易受到社會的影響而購買自駕車，而主流市場的族群則普遍認為受到社會的影響不大（ p 值=0.000）。
4. 由表 6 結果得知早期市場族群有較平均的看法，認為安全性高的人數與認為安全性低的人數相當，而主流市場的族群則較傾向認為自駕車之安全性較低（ p 值=0.000）。
5. 由表 7 結果得知早期市場族群多數對於自駕車持有較正面的態度，而主流市場的族群對於自駕車則有著稍微負面的看法，相較早期市場來說有著較消極的態度（ p 值=0.0008）。

表 3 「有用性」與「創新階段」之卡方分析結果

創新階段 \ 有用性	認為有用性 非常低	認為 有用性低	認為 有用性高	認為有用性 非常高	總和
早期市場	4%	4.1%	10%	10%	28.1%
主流市場	12.2%	22.2%	25.6%	11.9%	71.9%
總和	16.2%	26.3%	35.6%	21.9%	100%

表 4 「易用性」與「創新階段」之卡方分析結果

創新階段 \ 易用性	認為易用性 非常低	認為 易用性低	認為 易用性高	認為易用性 非常高	總和
早期市場	2.8%	8.9%	8.9%	7.5%	28.1%
主流市場	14.5%	27.9%	20.3%	9.2%	71.9%
總和	17.3%	36.8%	29.2%	16.7%	100%

表 5 「社會規範」與「創新階段」之卡方分析結果

社會規範 創新階段	受社會影響 非常少	受社會 影響少	受社會 影響多	受社會影響 非常多	總和
早期市場	1.7%	7.3%	8.7%	10.4%	28.1%
主流市場	20.5%	19%	20.5%	11.9%	71.9%
總和	21.2%	26.3%	28.3%	21.3%	100%

表 6 「安全」與「創新階段」之卡方分析結果

安全 創新階段	認為安全性 非常高	認為 安全性高	認為 安全性低	認為安全性 非常低	總和
早期市場	8.3%	6.2%	5.1%	8.5%	28.1%
主流市場	13.7%	19.8%	23%	15.4%	71.9%
總和	22%	26%	28.1%	23.9%	100%

表 7 「態度」與「創新階段」之卡方分析結果

態度 創新階段	看法 非常負面	看法負面	看法正面	看法 非常正面	總和
早期市場	4.5%	5.5%	7.5%	10.6%	28.1%
主流市場	18.2%	20.5%	16.8%	16.4%	71.9%
總和	22.7%	26%	24.3%	27%	100%

4.3 個體選擇模式

4.3.1 變數說明

羅吉特模式中各替選方案之效用函數是由不同的變數型態所構成的，主要可分成方案特定常數、方案特定變數及共生變數三種型態。由於現今發展正從由人類駕駛員進行動態複雜駕駛任務的 Level 2 進展到由自動駕駛系統進行的 Level 3，本研究想探討此兩等級代表的輔助駕駛與自動駕駛的選擇行為差異，因此替選方案分別為「Level 2」與「Level 3」兩方案，並以「Level 2」作為基準，而將「Level 3」設為方案特定常數，觀察兩方案相對應的變化情形。社會經濟變數、購買情境變數以虛擬變數加以處理，再加上認知與態度構面變數，設為方案特定變數。各自駕等級方案的購買價格、行駛成本、稅金以及安全性則設為共生變數。模式之變數說明分述如下。

1. 共生變數

- (1) 購買價格：為方案中屬性設定之水準值，屬於連續變數，單位是「萬元」。由於購買價格越高，消費者越不偏向選擇該方案，因此預期此變數之參數校估應為負項。
- (2) 行駛成本：為方案中屬性設定之水準值，屬於連續變數，單位是「萬元/十年」。由於行駛成本越高，消費者越不偏向選擇該方案，因此預期此變數之參數校估應為負項。
- (3) 稅金：為方案中屬性設定之水準值，屬於連續變數，單位是「萬元/十年」。由於稅金越

高，消費者越不偏向選擇該方案，因此預期此變數之參數校估應為負項。

- (4) 安全性：為方案中屬性設定之水準值，屬於連續變數，單位是「萬公里」，意旨行駛每多少萬公里發生一次事故。由於安全性越高，越多公里才發生一次事故，消費者會越偏向選擇該方案，因此預期此變數之參數校估應為正項。

2. 方案特定常數

以「Level 2」方案為基準並設定「Level 3」方案特定常數，為模式中必要項目。

3. 方案特定變數

此部份設定為虛擬變數，有三組以上選項時設為多組虛擬變數，也有部分變數為連續變數。實際校估時可視情況拿掉不顯著的方案特定變數來重新校估模式，直到得到最佳的模式結果。

- (1) 社會經濟特性：性別(虛擬變數)、年齡(虛擬變數)、戶籍地點(虛擬變數)。
- (2) 購買情境：設定五組虛擬變數，「對自駕車存有疑慮，傾向不購買」、「對自駕車雖有疑慮，傾向購買」、「對自駕車有疑慮，無法決定是否購買」、「對自駕車無特別疑慮，傾向不購買」、「對自駕車無特別疑慮，傾向購買」，將勾選該選項者設為 1，其餘設為 0。
- (3) 認知與態度構面：設定七個構面的連續變數，將各構面指標的李克特尺度量表 1 (非常不同意) ~ 5 (非常同意) 之數值乘上因素負荷量後再經過標準化處理。

4.3.2 二項羅吉特模式

二項羅吉特模式的校估過程與結果如下表 8 所示，此模式以 Level 2 方案作為基準進行模式構建與分析之情況下，相對於 Level 2 而言，受訪者選 Level 3 方案之機率較高。本研究認為學生族群對於高科技及創新產品擁有較高的興趣，相對於只有輔助駕駛系統的 Level 2 自駕車，等級較高的自駕車有較高的吸引力，故受訪者選擇購買 Level 3 自駕車之現象就較為普及。共生變數包含購買價格、行駛成本、稅金及安全性，經由模式推估後，購買成本及安全性之符號與模式構建前之預期符號相同，且皆具顯著性。此結果可解釋為受訪者在選擇購買自駕車時，購買價格越低以及安全性越高就越能夠提高選擇的機率。然而，行駛成本及稅金則為達顯著水準，稅金之符號也與預期符號相反，因此嘗試將兩變數合併成為年化成本放入模式，雖仍未達顯著水準但符號與預期符號相符。

另外，本模式亦納入方案特定變數，經過多次嘗試後將未達顯著水準之變數刪除，重新進行模式推估。模式包含的方案特定變數有認知態度量表的「易用性」與「態度」兩個構面、戶籍地(戶籍地為中部=1，其餘為 0)及購買情境(勾選「無法決定是否購買自駕車」之族群=1，其餘為 0)。模式推估結果發現，認為自駕車不太容易上手使用的族群，以及對於自駕車擁有較正面看法之族群，選擇高等級自駕車的機率越高；社會經濟特性方面，駕駛汽車比例較高的中部族群，因為習慣自己駕駛汽車，所以未來更傾向選擇較便宜且擁有輔助駕駛系統的 Level 2 車輛；在購買情境方面，對於自駕車尚存有疑慮，無法決定是否購買的受訪者，選擇 Level 3 之機率相對較高，顯示受訪者對於自駕車的態度較不確定，但面臨選擇時仍傾向選擇嘗試 Level 3。此二項羅吉特模式配適度為 0.048，而計算共生變數之間的交換比率結果顯示，受訪者願意增加 2.4 萬元的購買價格以降低 1 萬元的年化成本；安全性方面，受訪者願意增加 0.33 萬元的

購買價格以提高每多 1 萬公里才發生事故。

表 8 二項羅吉特模式推估結果

變數名稱	模式編號	BNL_1		BNL_2	
		係數	t 值	係數	t 值
方案常數					
Level 2		基準	-	基準	-
Level 3		3.075	1.45	2.981	1.41
共生變數					
購買價格/100		-2.541	-3.29**	-2.534	-3.29**
行駛成本/10		-0.133	-0.80	-	-
稅金/10		0.106	0.42	-	-
年化成本/100		-	-	-0.608	-0.44
安全性/10		0.819	1.97**	0.838	2.01**
方案特定變數					
構面-易用性		-0.250	-2.03**	-0.251	-2.04**
構面-態度		0.343	2.83**	0.346	2.85**
戶籍地-中部		-0.582	-2.01**	-0.578	-2.00**
購買情境-無法決定是否購買		0.392	2.03**	0.393	2.04**
模式整體配適度					
模式變數個數		9		8	
LL(0)		-348.010		-348.010	
LL(β)		-330.977		-331.281	
概似比指標		0.049		0.048	
貝氏資訊準則(BIC)		718.428		712.760	
註：**表示達顯著水準 $\alpha=0.05$					
*表示達顯著水準 $\alpha=0.1$					

4.3.3 混合羅吉特模式

本節嘗試利用混合羅吉特模式，加入異質係數探討共生變數是否存在著個體偏好的異質性，經由混合羅吉特模式來檢視模式中是否具有個體偏好異質性之現象。混合羅吉特模式的校估過程與結果如下表 9 所示，共生變數包含購買價格、行駛成本、稅金及安全性，經由模式推估後，四個共生變數之符號與模式構建前之預期符號相同，且購買價格、行駛成本及安全性皆具顯著性，唯有稅金不顯著。此結果可解釋為受訪者在選擇購買自駕車時，稅金並不是考慮的因素之一。在方案特定變數方面，模式推估結果發現，認為自駕車對於自己來說有很大幫助的族群，以及認為自駕車不太容易上手使用之族群，選擇高等級自駕車的機率較高；在購買情境方面，對於自駕車雖無疑慮，但仍傾向不購買的受訪者，選擇 Level 3 之機率相對較低，顯示

出受訪者對於購買自駕車尚有其他重要考量因素。

表 9 混合羅吉特模式推估結果

變數名稱	模式編號	MXL_1		MXL_2	
		係數	t 值	係數	t 值
方案常數					
Level 2		基準	-	基準	-
Level 3		6.773	1.82*	6.767	2.24**
共生變數					
購買價格/100		-6.426	-3.51**	-6.404	-3.61**
行駛成本/10		-0.744	-1.87*	-0.750	-1.98**
稅金/10		-0.196	-0.48	-0.156	-0.42
安全性/10		1.777	2.15**	1.805	2.31**
方案特定變數					
構面-有用性		0.709	3.21**	0.697	2.67**
構面-易用性		-0.540	-2.64**	-0.509	-2.09**
購買情境-傾向不購買		-	-	-1.807	-2.48**
異質變數					
購買價格		4.575	1.85*	4.856	1.98**
行駛成本		3.194	1.86*	3.342	1.99**
稅金		1.631	4.29**	1.612	4.34**
模式整體配適度					
模式變數個數		10		11	
LL(0)		-348.010		-348.010	
LL(β)		-311.715		-309.527	
概似比指標		0.104		0.111	
貝氏資訊準則(BIC)		686.177		688.076	
註：**表示達顯著水準 $\alpha=0.05$ *表示達顯著水準 $\alpha=0.1$					

另外，此模式將購買價格、行駛成本、稅金及安全性之共生變數設為隨機係數，並且在推估時先假設隨機係數會呈現具有異質性之常態分配。而在模式進行推估後發現，異質係數中安全性之標準差顯著性 t 值未達顯著標準，故予以刪除。由於資料分析的結果顯示安全性在個體間並無差異，顯示受訪者對於安全性有較一致的看法。至於在達到統計顯著水準的變數中，如購買價格、行駛成本及稅金變數等，又以購買價格及行駛成本之變異程度為較大，而稅金之變異程度較小。這一結果可被解釋為購買價格因為存在著較大的價差，所以不同受訪者較容易因價值觀或金錢壓力不同的關係，對於購買價格具有較大的認知差異。而行駛成本因為會受到行駛距離的影響，且每位駕駛人的駕駛習慣也不盡相同，所以個體間對於行駛成本的認知差異也較大。相對來說，稅金只會因為車輛排氣量不同而有所差異，金額相對較固定，所以個體間對於稅金的感受差異較小。

由於混合羅吉特模式 MXL_2 配適度為 0.111，且根據共生變數之間的交換比率的計算結果顯示，受訪者願意分別增加 1.2 萬元的購買價格以降低 1 萬元的行駛成本；安全性方面，受訪者願意增 2.8 萬元的購買價格以提高每多 1 萬公里才發生事故。由上述結果來看，模式的配適度由 0.048 提升至 0.111，混合羅吉特模式的解釋能力相對較好，而基於二項羅吉特模式及混合羅吉特模式在結構上的差異，利用概似比檢定進一步判斷混合羅吉特模式是否優於二項羅吉特模式。透過檢定結果得知概似比統計量為 42.9，大於卡方臨界值 5.991，推翻虛無假設，顯示出混合羅吉特模式在統計上確實與二項羅吉特模式具有顯著差異，亦即表示使用混合羅吉特模式會優於二項羅吉特模式之結果。

4.4 總體彈性分析

本研究利用購買自駕車選擇行為之混合羅吉特模式 MXL_2 結果進行總體彈性之分析，選擇共生變數中之購買價格、行駛成本、稅金以及安全性分別進行分析，其產生之彈性如下表 10 至表 12 所示。表內之對角線為總體直接彈性，非對角線數值則為交叉彈性。從表 10 可以得到不分族群的彈性分析結果，以購買價格、行駛成本以及稅金進行分析，所計算出的直接彈性皆為負值，表示當價格、行駛成本或稅金增加 1% 時，選擇自身方案機率下降的百分比；而交叉彈性均呈現正向關係，說明其他方案因為某方案的價格、行駛成本或稅金增加 1% 時進而受惠，自身被選擇的機率上升。而比較三者直接彈性的值域，價格彈性為 -2.6 和 -7.5，行駛成本彈性為 -1.0 和 -2.5，稅金彈性為 -0.1 和 -0.3，表示相對來說，價格屬性對於選擇機率的影響最大，行駛成本其次，稅金屬性影響最小。

就價格之交叉彈性而言，若 Level 3 價格上漲 1%，有相當高的比例會改變選擇至 Level 2；而就行駛成本以及稅金之交叉彈性而言，若某方案的行駛成本上漲，選擇轉移至另一方案的比例皆相差不大。其中行駛成本交叉彈性皆大於 1，顯示出行駛成本屬性所造成的選擇轉移比例較大。

以安全性進行分析所計算出的直接彈性皆為正值，表示當安全性增加 1% 時，選擇自身方案機率上升的百分比；而交叉彈性均呈現負向關係，說明其他方案因為某方案的安全性增加 1% 時，選擇自身方案機率下降的百分比。其中，安全性之直接彈性，Level 3 的彈性值 4.5，顯示出安全性對於 Level 3 自身方案的選擇機率影響較大；而就交叉彈性而言，若 Level 3 方案的安全性上升，選擇 Level 2 的機率就會大幅下降，此結果顯示出，對於選擇購買 Level 3 來說，安全性是受訪者很重要的選擇影響因素。

表 10 同時呈現早期市場以及主流市場的彈性分析比較，在各屬性(購買價格、行駛成本、稅金、安全性等四項屬性)彈性分析下，數值之正負號與不分族群的整體結果有著相同趨勢。值得注意的是早期市場中 Level 2 方案的彈性值均上升，Level 3 方案的彈性值皆下降；相反地，主流市場中 Level 2 方案的彈性值均下降，Level 3 方案的彈性值皆上升。表示當屬性變動時，Level 2 方案選擇機率早期市場會受到較大的影響，而 Level 3 方案選擇機率主流市場會受到較大的影響。

表 10 彈性計算結果

方案 變數	Level 2	Level 3
購買價格		
Level 2	-2.605 ; -2.770 (早期) ; -2.547 (主流)	2.041 ; 1.907 (早期) ; 2.097 (主流)
Level 3	9.575 ; 10.121 (早期) ; 9.383 (主流)	-7.501 ; -6.968 (早期) ; -7.726 (主流)
行駛成本		
Level 2	-2.487 ; -2.643 (早期) ; -2.432 (主流)	1.948 ; 1.820 (早期) ; -2.605(主流)
Level 3	1.246 ; 1.314 (早期) ; 1.222 (主流)	-0.976 ; -0.905 (早期) ; -1.006 (主流)
稅金		
Level 2	-0.299 ; -0.317 (早期) ; -0.293 (主流)	0.234 ; 0.218 (早期) ; 0.241 (主流)
Level 3	0.179 ; 0.190 (早期) ; 0.175 (主流)	-0.140 ; -0.131 (早期) ; -0.144 (主流)
安全性		
Level 2	2.860 ; 3.018 (早期) ; 2.805 (主流)	-2.241 ; -2.078 (早期) ; -2.309 (主流)
Level 3	-5.713 ; -2.770 (早期) ; -5.610 (主流)	4.476 ; 4.135 (早期) ; 4.619 (主流)

4.5 敏感度分析

本節將利用前述計算彈性分析後影響較大的變數，購買價格、行駛成本以及安全性，進行更進一步進行市占率分析。本研究想了解早期市場與主流市場兩個族群對於購買自駕車的選擇行為，因此進行兩族群間方案選擇機率的敏感度差異分析。透過表 11 結果可以看出，兩方案受到 Level 3 自駕車之購買價格、行駛成本以及安全性屬性變化，所造成市占率變化的結果。在變動前，與主流市場相比，早期市場的 Level 3 市占率相對較高。當 Level 3 的購買價格降低時，Level 3 之市占率會快速上升，且主流市場的上升趨勢較明顯。顯示出價格對於主流市場的消費者來說，是選擇 Level 3 自駕車重要的影響變數，也是潛在的阻礙因子，因此只要價格下降 30%，Level 3 就可以達到約九成五的市占率。

在行駛成本方面，當 Level 3 自駕車之行駛成本下降時，Level 3 方案的市占率就會逐漸提升。相對購買價格來說，行駛成本下降所造成市占率上升的幅度較小，且早期市場與主流市場

表11 不同情境下市占率變化結果

項目	Level 2	Level 3	Level 3 與變動前差距	
變動前市占率				
早期市場	40.8%	59.2%		
主流市場	45.2%	54.8%		
購買價格				
-5%	早期市場	31.5%	68.5%	+9.3%
	主流市場	35.3%	64.7%	+9.9%

-10%	早期市場	23.3%	76.7%	+17.5%
	主流市場	26.4%	73.6%	+18.8%
-20%	早期市場	11.2%	88.8%	+29.6%
	主流市場	13.0%	87.0%	+32.2%
-30%	早期市場	4.6%	95.4%	+36.2%
	主流市場	5.5%	94.5%	+39.7%

表11 不同情境下市占率變化結果(續)

項目		Level 2	Level 3	Level 3 與變動前差距
變動前市占率				
早期市場		40.8%	59.2%	
主流市場		45.2%	54.8%	
行駛成本				
-5%	早期市場	39.5%	60.5%	+1.3%
	主流市場	43.8%	56.2%	+1.4%
-10%	早期市場	38.3%	61.7%	+2.5%
	主流市場	42.5%	57.5%	+2.7%
-20%	早期市場	35.8%	64.2%	+5.0%
	主流市場	40.0%	60.0%	+5.2%
-30%	早期市場	33.5%	66.5%	+7.3%
	主流市場	37.4%	62.6%	+7.8%
安全性				
+5%	早期市場	35.2%	64.8%	+5.6%
	主流市場	39.2%	60.8%	+6.0%
+10%	早期市場	29.9%	70.1%	+10.9%
	主流市場	33.5%	66.5%	+11.7%
+20%	早期市場	20.6%	79.4%	+20.2%
	主流市場	23.4%	76.6%	+21.8%
+30%	早期市場	13.4%	86.6%	+27.4%
	主流市場	15.4%	84.6%	+29.8%

的上升趨勢差異較小，顯示出消費者對於行駛成本有較一致的敏感度。在安全性方面，當 Level 3 的安全性上升時，Level 3 的市占率會快速上升，且主流市場有較明顯的上升趨勢。顯示出安全性是購買自駕車的重要影響變數，市占率受到安全性的影響較大，且主流市場消費者對於安全性因子有較高的敏感度。由上述分析得知在早期市場與主流市場中，消費者對於購買價格、行駛成本以及安全性有不同的敏感度，當價格以及行駛成本下降，安全性提升時，可以有效達到選擇行為轉移的效果，提高 Level 3 自駕車的市占率。

4.6 討論

本研究是探討不同等級之自駕車購買選擇行為，並將消費者分為早期市場以及主流市場兩大族群，分析兩族群之偏好及選擇差異。因此本節將根據本章所進行之分析，進行政策意涵及應用的相關討論，分述如下：

1. 創新鴻溝兩側消費者之偏好

根據卡方分析的結果顯示，主流市場的消費者對於有用性、易用性、社會規範、安全以及態度構面，都抱持著較負面或消極之看法。顯示出主流市場的消費者對於自駕車尚存有較多疑慮，相較之下，早期市場的消費者對於自駕車有著較高之接受度。因此政府相關單位可以透過與業者的合作，利用宣導及體驗的方式，讓消費者能夠深入了解自駕車的優點，消除對於自駕車的疑慮與顧忌，增加主流市場消費者的選擇意願，進而提升自駕車的市占率。

2. 創新鴻溝兩側消費者之選擇行為

模式與分析結果顯示，購買價格、行駛成本以及安全性是自駕車購買選擇行為重要的影響因素，且購買價格以及行駛成本存在著較大的個體間差異。另外，敏感度分析結果顯示，主流市場消費者的敏感度較高，受到屬性變動的影響較大，因此想突破創新鴻溝的界線，降低價格以及提升安全性能有效提升自駕車的市占率，可以提供業者及政府交通單位相關管理政策制定之參考。根據文獻回顧發現，自駕車可以帶來增加道路容量、提升道路安全、減少能源消耗以及增加車內時間價值等多項優點，所帶來的效益可以促使政府規劃與執行相關政策，提供預算編列之來源。為了因應全自駕車的上路，政府勢必要對道路設備進行大量的投資，因此加速自駕車的市占率才能有效的回收設備投資的成本。從前述結果顯示，降低購買價格可以促使市占率的提升，因此業者可以在市場可行的情況下適時的降低售價，而政府可以提供消費者自駕車相關的購買補助或是實施自駕車稅金減免的措施；安全性的提升也可以提升自駕車之市占率，因此業者可以提供高品質、高安全性及高可靠性之自駕車，而政府可以提供自駕車相關安全防護系統加裝之補助，或是立法強制加裝安全系統，使之成為自駕車之標準配備。

五、結論與建議

汽車產業已經由以往的人類駕駛發展到現在的輔助駕駛，屬於第一階段的人機合作，而我們此刻正要由輔助駕駛進一步發展到有條件的自動駕駛，屬於第二階段的人機合作，也就是 SAE 所定義的 Level 3 與 Level 4 等級的自駕車，並朝向沒有人類駕駛的全無人駕駛的方向前進。到了 Level 5 階段時，人類將在道路運輸中無法駕駛汽車，而汽車駕駛也將由最初的人類駕駛、歷經兩個階段的人機合作後達到無人駕駛的目標。本研究以大學生為分析對象，並以敘述性偏好的方式設計問卷，探討這些大學生日後進行首次購車時，面對 Level 2 功能汽車或具有 Level 3 功能自駕車的選擇行為與決策模式，底下說明本研究的結論與建議。

5.1 結論

根據樣本在創新擴散模型各階段型的統計結果發現，最高比例的是早期大眾，緊接著為晚期大眾，其次是早期採用者及創新者，落後者的比例最少。我們進一步創新者與早期採用者的樣本歸類為「早期市場」，而早期大眾、晚期大眾及落後者的樣本則歸類為「主流市場」，所謂的擴散鴻溝就是指在早期市場與主流市場中存在一個看不見的無形障礙（鴻溝），若一個創新產品或服務能夠跨越這個無形障礙，那麼這個新產品或服務就會經由口碑、規模經濟等效益產生正向的良性循環而在市場開始擴散。根據分析擴散鴻溝兩側的樣本與 Level 3 功能自駕車的認知態度進行統計檢定，發現屬於主流市場的樣本分析對於有用性、易用性、社會規範、安全以及態度構面都抱持著較負面或消極之看法，而屬於早期市場的消費者對於自駕車有著較高之接受度。

在個體選擇模型的分析方面，本文以 Level 2 方案作為基準，並納入購買價格、行駛成本、稅金以及安全性四項共生變數，以及包含認知與態度構面變數、購買情境及戶籍地的方案特定變數，分析的結果顯示價格為負項顯著及安全性為正項顯著，而方案特定變數在模型中的效果也均達到統計顯著水準。在經由概似比檢定比較二項羅吉特模式與混合羅吉特模式後發現，能夠反應樣本資料結構中可能存在的樣本異質性之混合羅吉特模式比二項羅吉特模式更具有解釋能力。

此外，根據共生變數進行隨機係數設定進行分析（亦即假設購買價格、行駛成本、稅金以及安全性之係數會因個體不同而呈一常態分配），分析結果顯示共生變數之符號與模式構建前之預期符號相同，且購買價格、行駛成本及安全性皆具顯著性，唯有稅金不顯著。在異質係數方面，購買價格、行駛成本及稅金皆具異質性，其中又以消費者對於購買價格及行駛成本的認知差異為最大。而在彈性分析方面，透過混合羅吉特模型中共生變數之購買價格、行駛成本以及安全性進行分析，結果顯示購買價格對於方案選擇影響為最大，而安全性的影響其次。透過市占率變化的敏感度分析可觀察，彈性影響較大之變數對不同等級自駕車之方案選擇是否具有明顯的轉移效果，而降低 Level 3 自駕車之購買價格以及行駛成本將可大幅提高 Level 3 之市占率，至於提高 Level 3 自駕車之安全性則可提高 Level 3 之市占率。進一步以擴散鴻溝兩側的樣本進行分群彈性分析，結果顯示主流市場中 Level 3 方案的選擇機率受到屬性變動的影響較大，且主流市場的消費者具有較高的敏感度，受到屬性變動的影響幅度較大。

5.2 建議

以汽車為主的道路運輸不可避免的會逐步擴大對 AI 的依賴與相關應用，而自駕車的發展更是人工智慧在交通運輸系統中最受矚目的創新應用，在探討汽車產業由輔助駕駛到全自動駕駛發展的過程中，駕駛者與自駕車之間協同合作將會是未來政府發展有關自駕車相關政策之重要課題，底下根據本研究之分析結果提出管理上與學術研究方面的建議：

1. 就政府相關單位而言：當 Level 3 或 Level 4 等級的自駕情境越來越普遍後，有關人機合作或人機矛盾或衝突都有可能進一步對交通系統產生衝擊，因此我們有必要在這些衝擊發生前針對相關議題進行研究分析，來協助交通管理單位研議相關的管理制度。

未來，人機合作與人機衝突的情境也有可能發生在 Level 3 與 Level 4 等級的自駕車，輔助駕駛與 Level 3 的自駕車多半是屬於人機合作的模式，但是當發展到 Level 4 後期以及進入 Level 5 無人駕駛的前期時，人機衝突將會有可能發生在許多交通情境，造成人為駕駛與機器駕駛的溝通、協調與人機之間可能產生的矛盾衝突(如人類駕駛想要超車一輛啟動 Level 4 的自動駕駛車輛，這時候 Level 4 的自動駕駛車輛是要禮讓後方人類駕駛的車輛還是人類駕駛會關閉 Level 4 的自駕功能而不同意後方車輛超車)。

2. 有關產業方面的建議：早期市場的消費者對於自駕車普遍具有較高之接受度，相較之下，主流市場的消費者尚存有較多疑慮，因此政府相關單位可以透過與業者的合作，利用宣導及親自體驗的方式，讓消費者能夠深入了解自駕車的優點，消除對於自駕車的疑慮與顧忌，增加主流市場消費者購買自駕車的意願。
3. 在後續研究建議方面：在個體選擇模型的變數設定方面，後續研究者可以進一步考慮廠牌以及車輛品質等因素，讓個體選擇模型的解釋能力更為提升。此外，由於不同階段的使用族群對於相同商品的屬性偏好亦會有所不同(Simon & Sebastian, 1987)，因此，創新者的鴻溝雖是我們探討自駕車在早期市場是否成功的重要分析思考點，但由於這些選擇行為的轉換往往具有不連續變化的非線性特徵(馮正民、黃昱凱，2007；郭奕姝，2012)，因此建議後續研究者可以思考導入劇變模型來分析 Level 3 自駕車在不同的擴散型態內在的非線性特徵，以及造成這些轉換行為的關鍵變數。若能掌握影響行為的關鍵變數及其意涵，將有助於交通管理單位根據非線性的觀點將分屬「擴散鴻溝」兩端的駕駛人分別制訂有效的管理策略。此外，本文是以大學生為分析對象，其研究結果僅能視為大學生之潛在購買意願，對於不同決策屬性與其他購車族群(如當購車行為屬於群體決策或高齡者購車)等情境進行實質購買需求推估，因此建議後續研究者可以擴大樣本數，分別針對群體決策或特定人口特徵的消費者進行個體選擇行為的建構，並讓我國有關 Level 3 自駕車的擴散類型與特徵得以因為不同族群的分析而更為清楚。

參考文獻

- 李彥宏 (2017)，*智能革命：迎接 AI 時代的社會、經濟愈文化變革*，遠見天下文化，台北市。
- 李開復、王詠剛 (2017)，*人工智慧來了*，遠見天下文化，台北市。
- 松尾豐 (2015)，*了解人工智慧的第一本書：機器人和人工智慧能否取代人類？*，經濟新潮社，台北市。
- 胡大瀛、李承威、莊筑涵 (2018)，「台灣採用自動駕駛車之初步偏好研究」，*中華民國運輸學會 107 年學術論文國際研討會*，頁 2248-2271。
- 郭奕姝 (2012)，「以尖點劇變模型探討油價與高鐵折扣票價對城際運具選擇行為之影響」，*運輸計畫季刊*，第 41 卷第 3 期，頁 253-278。
- 張毓芳 (2018)，*先進駕駛輔助系統之使用經驗對未來無人車接受度之影響*，國立中興大學高階經理人碩士在職專班碩士論文。
- 陳金宏 (2018)，*以修正後科技接受模式探討民眾體驗自駕公共運具對使用意願之影響——以高雄市自駕小巴試乘計畫為例*，國立高雄師範大學事業經營學系碩士論文。
- 馮正民、黃昱凱 (2006)，「轉移成本與服務品質對線上購物店配取貨點選擇行為之影響」，*運輸計畫季刊*，第三十五卷第四期，頁 507-542。

- 黃昱凱、馮正民、許紋綺 (2015), 「兩岸店配物流服務擴散過程」, *運輸計劃季刊*, 第 44 卷第 2 期, 頁 187-214。
- 葉怡君 (2011), 高速公路電子計程收費系統下小汽車駕駛人旅運行為之研究, 國立暨南國際大學土木工程學系碩士論文。
- 劉小涵 (2018), 自動駕駛與車聯網在智慧運輸系統之應用, 東吳大學企業管理學系碩士論文。
- Agarwal, R., & Prasad, J. (1997), "The role of innovation characteristics and perceived voluntariness in the acceptance of information technologies," *Decision Science*, Vol. 28, No. 3, pp. 557-582.
- Anderson, J. M., Kalra, N., Stanly, K. D., Sorensen, P., Samaras, C. and Oluwatola, O. A. (2014), *Autonomous Vehicle Technology: A Guide for Policymakers*, California: RAND.
- Bagozzi, R. P., Davis, F. D. and Warshaw, P. R. (1992), "Development and Test of a Theory of Technological Learning and Usage," *Human Relations*, Vol. 45, No. 7, pp. 660-686.
- Bansal, P., Kockelman, K. M. and Singh, A. (2017), "Forecasting Americans' long-term adoption of connected and autonomous vehicle technologies," *Transportation Research Part A*, Vol. 95, pp. 49-63.
- Becker, F. and Axhausen, K. (2017), "Literature review on behavioural experiments for autonomous vehicles," *In: Proceedings of the 96th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C.*
- Begg, D. (2014). A 2050 Vision for London: What are the Implications of Driverless Transport. Retrieved from https://www.transporttimes.co.uk/Admin/uploads/64165-transport-times_a-2050-vision-for-london_aw-web-ready.pdf (Sep. 15, 2018).
- Bhat, C. R. and Sardesai, R. (2006), "The impact of stop-making and travel time reliability on commute mode choice," *Transportation Research Part B*, Vol. 40, pp. 709-730.
- Casley, S. V., Jardim, A. S., Quartulli, A. M. (2013), "A Study of Public Acceptance of Autonomous Cars. Bachelor of Science thesis," Worcester Polytechnic Institute, Worcester, MA, USA.
- Cho, S., Mathiassen, L., Gallivan, M. (2009), "Crossing the diffusion chasm: from invention to penetration of a telehealth innovation," *Information Technology & People*, Vol. 22, No. 4, pp.351-366.
- Daziano, R. A., Sarrias, M. and Leard, B. (2017), "Are consumers willing to pay to let cars drive for them? Analyzing response to autonomous vehicles," *Transportation Research Part C*, Vol. 78, pp. 150-164.
- Debrezion, G., Pels, E. and Rietveld, P. (2009), "Modelling the joint access mode and railway station choice," *Transportation Research Part E*, Vol. 45, pp. 270-283.
- Devarasetty, P. C., Burris, M. and Shaw, W. D. (2012), "The value of travel time and reliability-evidence from a stated preference survey and actual usage," *Transportation Research Part A*, Vol. 46, pp. 1227-1240.
- Dissanayake, D. and 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*, Vol. 18, No.3, pp. 402-410.
- Eby, D. W., Molnar, L. J., Zhang, L., Louis, S., Zanier, N., Kostyniuk, L. P. and Stanciu, S. (2016), “Use, perceptions, and benefits of automotive technologies among aging drivers,” *Injury Epidemiology*, Vol. 3, pp. 1-20.
- Fagnant, D. J. and Kockelman, K. M. (2015), “Preparing a nation for autonomous vehicles: Opportunities, barriers and policy recommendations for capitalizing on Self-Driven vehicles,” *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 77, pp.1-20.
- Gehrig, S. K. and Stein, F. J. (1999), “Dead Reckoning and Cartography Using Stereo Vision for an Autonomous Car,” *Paper presented at the International Conference on Intelligent Robots and Systems*, South Korea.
- Haboucha, C. J., Ishaq, R. and Shifttan, Y. (2017), “User preferences regarding autonomous vehicles,” *Transportation Research Part C*, Vol. 78, pp. 37-49.
- Harper, C. D., Hendrickson, C. T., Mangones, S. and Samaras, C. (2016), “Estimating potential increases in travel with autonomous vehicles for the non-driving, elderly and people with travel-restrictive medical conditions,” *Transportation Research Part C*, Vol. 72, pp. 1-9.
- Hensher, D. A., Barnard, P. O. and Truong, T. P. (1988), “The role of stated preference methods in studies of travel choice,” *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 22, pp. 45-58.
- Hulse, L. M., Xie, H. and Galea, E. R. (2018), “Perceptions of autonomous vehicles: Relationships with road users, risk, gender and age,” *Safety Science*, Vol. 102, pp. 1-13.
- Insurance Institute for Highway Safety. New Estimates of Benefits of Crash Avoidance Features on Passenger Vehicles, Status Report, Vol. 45, No. 5. (May 20, 2010). Retrieved from <https://www.iihs.org/iihs/sr/statusreport/article/45/5/2> (Sep. 13, 2018)
- International Transport Forum. (2015), *Urban mobility: System upgrade*. Paris: OECD/International Transport Forum.
- Jain, D. C., Rao, R. C. (1990), “Effect of price on the demand for durable: modeling, estimation and finding,” *Journal of Business and Economic Statistics*, Vol. 8, pp. 163-170.
- Jones, J. M., Ritz, C. J. (1991), “Incorporating distribution into new product diffusion models,” *International Journal of Research in Marketing*, Vol. 8, pp. 91-112.
- Jurgen, N., Gonçalo H. A. C., Dimitris M., Bartvan, A. D. (2018), “Towards a quantitative method to analyze the long-term innovation diffusion of automated vehicles technology using system dynamics,” *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 28, pp. 300-327.
- Kalra, N. and Paddock, S. M. (2016), “Driving to safety: How many miles of driving would it take to demonstrate autonomous vehicle reliability,” *Transportation Research Part A*, Vol. 94, pp. 182-193.
- Koppel, S., Charlton, J., Fildes, B. and Fitzharris, M. (2008), “How important is vehicle safety in the new vehicle purchase process,” *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 40, pp. 994-1004.
- Krueger, R., Rashidi, T. H. and Rose, J. M. (2016), “Preferences for shared autonomous vehicles,”

- Transportation Research Part C*, Vol. 69, pp. 343-355.
- Kyriakidis, M., Happee, R. and Winter, J. C. F. (2015), "Public opinion on automated driving: Results of an international questionnaire among 5000 respondents," *Transportation Research Part F*, Vol. 32, pp.127-140.
- Lang, N., Rüssmann, M., Mei-Pochtler, A., Dauner, T., Komiya, S., Mosquet, X. and Doubara, X. (2016), *Self-driving vehicles, robo-taxis, and the urban mobility revolution*, In: The Boston Consulting Group and World Economic Forum, Boston.
- McFadden, D. and Train, K. (2000), "Mixed MNL models of discrete choice response," *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 15, pp. 447-470.
- Milakis, D., Snelder, M., Arem, B., Wee, B. and Correia, G. (2018), "Development and transport implications of automated vehicles in the Netherlands: scenarios for 2030 and 2050," *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, Vol. 17, No. 1, pp. 63–85.
- Molnar, L. J., Ryan, L. H., Pradhan, A. K., Eby, D. W., St. Louis, R. M. and Zakrajsek, J. S. (2018), "Understanding trust and acceptance of automated vehicles: An exploratory simulator study of transfer of control between automated and manual driving," *Transportation Research Part F*, Vol. 58, pp. 319-328.
- Moore, G. A. and McKenna, R. (2006), *Crossing the Chasm: Marketing and Selling High-Tech Products to Mainstream Customers*, Harper Business; Revised edition.
- Moore, G., (2014), *Crossing the Chasm 3rd Edition*, HarperCollins.
- Nielsen, T. A. S., Haustein, S. (2018), "On sceptics and enthusiasts: What are the expectations towards self-driving cars?" *Article in Transport Policy*, Vol. 66, pp. 49-55.
- Nieuwenhuijsen J., Correia, G., Milakis, D., Van Arem, B. and Van Daalen, E. (2018), "Towards a quantitative method to analyze the long-term innovation diffusion of automated vehicles technology using system dynamics," *Transportation Research Part C*, Vol. 86, pp. 300-327.
- Nordhoff, S., Arem, B. and Happee, R. (2016), "A conceptual model to explain, predict, and improve use acceptance of driverless vehicles," *In: Proceedings of the 95th Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington D.C.
- Ortúzar, J. de D. and Willumsen, L. G. (2001), *Modelling Transport, 3rd ed.*, Chichester: John Wiley and Sons.
- Panagiotopoulos, I. and Dimitrakopoulos, G. (2018), "An Empirical Investigation on Consumers' Intentions Towards Autonomous Driving," *Transportation Research Part C*, Vol. 95, pp. 773-784.
- Power, J. D. (2012). Vehicle Owners Show Willingness to Spend on Automotive Infotainment Features. Retrieved from <http://www.jdpower.com/sites/default/files/2012049-uset.pdf> (Sep. 17, 2018)
- Robinson, B., Lakhani, C. (1975), "Dynamic price models for new product planning," *Management Science*, Vol. 10, pp. 1113-1122.
- Rogers, E. M. (1962), *Diffusion of Innovations*. Glencoe: The Free Press.

- Russell, S. J. and Norvig, P. (1995), *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. New Jersey: Pearson Education.
- Schoettle, B. and Sivak, M. (2014). A Survey of Public Opinion about Autonomous and Self-driving Vehicles in the US, the UK, and Australia. University of Michigan, Technical Report No. UMTRI-2014-21. Retrieved from <https://deepblue.lib.umich.edu/bitstream/handle/2027.42/108384/103024.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (Sep. 16, 2018).
- Simon, H., Sebastian, K. H. (1987), "Diffusion and Advertising: The German Telephone Campaign," *Management Science*, Vol. 33, pp. 451-466.
- Underwood, S. E. (2014). Automated vehicles forecast vehicle symposium opinion survey. Retrieved from <https://drive.google.com/file/d/0B8gGx-CYkVwREVMTEhHQUxjOwM/edit> (Sep. 16, 2018).
- Wardman, M. (1988), "A comparison of revealed preference and stated preference models of travel behavior," *Journal of Transport Economics and Policy*, Vol. 22, No. 1, pp. 71-90.
- Wong, D. H., Yap, K. B., Turner, B. R. (2011), "Predicting the Diffusion Pattern of Internet-Based Communication Applications Using Bass Model Parameter Estimates for Email," *Journal of Internet Business*, Vol. 9, pp. 26-50.
- Yap, M. D., Correia, G. and van Arem, B. (2016), "Preferences of travelers for using automated vehicles as last mile public transport of multimodal train trips," *Transportation Research Part A*, Vol. 94, pp. 1-16.

南華大學管理學院文創系 黃昱凱副教授 移地研究報告

移地研究時間：2020/2/3-2019/2/9

移地研究地點：日本東京 武藏野大學

研究經費來源：科技部計畫（MOST 108-2410-H-343-008 -SSS）

共同研究人員：武藏野大学院，張巧韻任准教授

移地研究說明：文創系黃昱凱副教授為執行科技部計畫，並受武藏野大学院張巧韻特任准教授邀請前往武藏野大學進行學術交流與移地研究，相關經費由科技部計畫經費核銷。移地研究期間，除了參加與研究議題相關之會議與展覽外，除進行研究所需之相關資料收集與田野調查外，並拜訪日本大學生產工學部阿倍忠教授，針對研究相關議題進行意見交流。

研究日程

- 2/3：由台北搭機前往日本東京
- 2/4：資料收集(日本國會圖書館、日比谷圖書館)
- 2/5：拜會日本大學生產工學部阿倍忠教授
- 2/6：前往武藏野大學與張巧韵准教授討論研究合作相關議題
- 2/7~2/8：研究時間
- 2/9：日本東京搭機返回台灣

108年度專題研究計畫成果彙整表

計畫主持人：黃昱凱		計畫編號：108-2410-H-343-008-SSS			
計畫名稱：人機共生：從輔助駕駛到自動駕駛					
成果項目		量化	單位	質化 (說明：各成果項目請附佐證資料或細項說明，如期刊名稱、年份、卷期、起訖頁數、證號...等)	
國內	學術性論文	期刊論文	2	篇	黃昱凱 (2020)，影響自駕車選擇行為因素之初探，運輸學刊 (TSSCI，已接受)。 黃昱凱 (2020)，Level 4等級自駕車道德困境決策行為初探：電車困境的應用，運輸學刊 (TSSCI，已接受)。
		研討會論文	1		黃昱凱 (2019)，人機合作與衝突：自駕車應用的倫理課題，人工智能及可持續發展研討會 (中國 南京)。
		專書	0	本	
		專書論文	0	章	
		技術報告	0	篇	
		其他	0	篇	
		國外	學術性論文	期刊論文	1
研討會論文	0				
專書	0			本	
專書論文	0			章	
技術報告	0			篇	
其他	0			篇	
參與計畫人力	本國籍	大專生	0	人次	
		碩士生	2		負責文獻收集、問卷發放與輸入、基本統計分析、計畫經費核銷等作業。
		博士生	1		負責文獻評析、問卷初步設計、統計分析與部分研究管理意涵撰寫。
		博士級研究人員	0		
		專任人員	0		
	非本國籍	大專生	0		
		碩士生	0		
		博士生	0		
		博士級研究人員	0		
		專任人員	0		

其他成果

(無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)