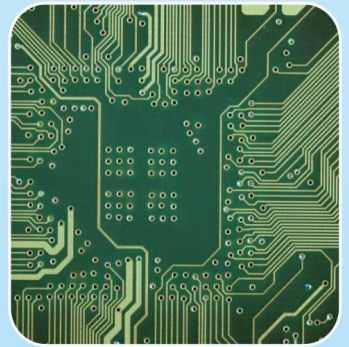
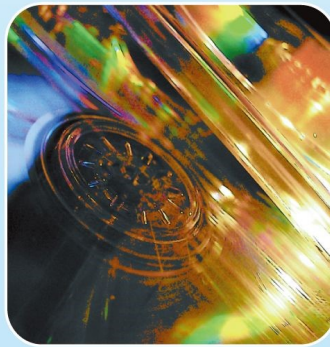


財團
法人

中技社

臺灣發展自駕車之挑戰與影響 —經濟社會之影響

CTCI FOUNDATION



財團法人中技社 (CTCI Foundation) 於 1959 年 10 月 12 日創設，以「引進科技新知，培育科技人才，協助國內外經濟建設及增進我國生產事業之生產能力為宗旨」。初期著力於石化廠之設計與監建，1979 年轉投資成立中鼎工程，承續工程業務；本社則回歸公益法人機制，朝向裨益產業發展之觸媒研究、污染防治與清潔生產、節能、及環保技術服務與專業諮詢。2006 年本社因應社會環境變遷的需求，在環境與能源業務方面轉型為智庫的型態，藉由專題研究、研討會、論壇、座談會等，以及發行相關推廣刊物與科技新知叢書，朝知識創新服務的里程碑邁進，建構資訊交流與政策研議的平台；協助公共政策之規劃研擬，間接促成產業之升級，達成環保節能與經濟繁榮兼籌並顧之目標。

本著創社初衷，為求對我們所處的環境能有更深的貢獻以及協助產業發展，對國內前瞻性與急迫性的能源、環境、產業、社會及經濟等不同面向議題，邀集國內外專家進行研究探討，為廣為周知，特將各議題研究成果發行專題報告，提供產官學研各界參考。

本專題報告在臺大先進公共運輸研究中心，包括張學孔主任、陳雅雯執行長、周寬也研究助理、于立安研究助理，以及臺灣經濟研究院研究一所左峻德所長、中華民國地區發展協會解鴻年理事長、逢甲大學公共事務與社會創新研究所侯勝宗所長、臺北大學自然資源與環境管理研究所李育明教授等 4 位專家，共同協助下完成，極具參考價值。

發行人：潘文炎

主編：鄧倫、張學孔

**編撰小組：臺大先進公共運輸研究中心、陳雅雯、左峻德、李育明、
解鴻年、侯勝宗、周寬也、于立安、陳潔儀、郭佳韋**

發行單位：財團法人中技社

地址 / 106 台北市敦化南路二段 97 號 8 樓

電話 / 886-2-2704-9805

傳真 / 886-2-2705-5044

網址 / www.ctci.org.tw

本社專題報告內容已同步發行於網站中，歡迎下載參考

ISBN：978-986-97218-3-7

序

「自動駕駛車輛」(Autonomous Vehicle, 又稱無人駕駛車輛、自駕載具, 下稱自駕車¹)是人工智慧(Artificial Intelligence, 下稱 AI)、偵測、自動控制與空間資訊等技術整合應用的熱門發展課題之一。我國自駕車領域之發展, 近期政府、業者、學術研究及法人機構均積極投入, 如經濟部工業局、中華智慧運輸協會、車輛研究測試中心、工研院等, 以及交通部和科技部推動的臺南沙崙綠能科學城, 也積極規劃自駕車測試場域。此外, 各地方政府主導的合作計畫, 如臺北市、桃園市、高雄市等縣市也在中央部會的贊助下, 分別與國內外機構及業者合作, 如喜門史塔雷克、臺灣智慧駕駛公司、Navya、Easy Mile 等, 包含開發臺灣自製無人駕駛巴士或引進國際無人駕駛巴士, 進行規模不同的技術開發與開放民眾試乘體驗。

目前諸多研究推估 2025 年後, 自駕車將逐漸成為車輛的主流, 而 2040 年全面普及後自駕車之發展及應用, 將對運輸服務、產業發展、社會經濟、生活環境等面向, 帶來重大影響與衝擊。波士頓顧問公司(BCG)估計, 2030 年美國城市的汽車數量將減少 60%、排放量減少 80%、交通事故減少 90%。麥肯錫(McKinsey)也預測, 自駕車發展將促使汽車事故減少; 短期而言, 保險公司將會省下大筆理賠金, 但隨著汽車事故率的降低; 長遠而言, 人們對保險的需求也終將萎縮, 而事故減少也就意味著維修配件廠生意減少。另外都市規劃學者專家則指出, 自駕車的出現將有利於城市的結構變化, 過去以都市為單一中心的模式已改變, 許多美國及歐洲的就業機會從市中心轉移到市郊, 這同時也引

¹ 我國總統於 2018 年 12 月 19 日以華總一經字第 10700137551 號令制定公布「無人載具科技創新實驗條例」全文 24 條, 無人載具包括: 自駕車、無人機及自駕船等。

發都市重新規劃的問題，而住宅及商業區原本停車空間將可轉為其他用途，城市中的車道數量與街道寬度也可縮減，路邊亦可減少停車格位。

面對自駕車的發展趨勢，若能掌握導入自駕車的可能影響層面，並擬定挑戰方案及因應策略，將有助於國家及產業之穩定發展，提升投資意願，且創造產業升級的契機。爰此，本社 2018 年首度針對自駕車議題進行探討，選定「運輸服務」、「經濟與就業市場」、「環境能源」、「都市規劃與城鄉發展」及「社會行為」等五個可能影響的面向，邀請中華智慧運輸協會與臺灣大學先進公共運輸研究中心團隊協助研討，提出前瞻之剖析與具體建議，提供政府主管機關及相關產業參考，期能及早規劃，並因應導入自駕車可能帶來之影響。本報告特別感謝張學孔教授、陳雅雯執行長、周寬也研究助理、于立安研究助理，及團隊邀請左峻德所長、解鴻年理事長、侯勝宗所長、李育明教授等 4 位國內專業學養及經驗俱豐之專家學者，共同參與研討與撰寫，發揮團隊精神，讓研究計畫能順利完成。

財團法人中技社 董事長
潘文炎

2018 年 12 月

目錄

序	I
執行摘要	1
第一章 前言	5
第二章 自駕車發展分析與情境設定	9
第三章 運輸服務面衝擊影響評估	41
第四章 經濟產業面衝擊影響評估	63
第五章 環境能源面衝擊影響評估	79
第六章 都市規劃及城鄉發展面衝擊影響評估	93
第七章 社會行為面衝擊影響評估	105
第八章 我國發展自駕車之機會與挑戰	125

執行摘要

一、前言:問題及目標

自駕車已成為近來全球的顯學，各國政府、各大企業皆以發展自駕車為重要目標。全球各地正積極進行自駕車的測試進行，跨國企業亦陸續宣布推出共享自駕車服務的時間表。隨著人類科技的腳步加快，創新科技被廣泛採用的時程越來越短，一般預期自駕車將會以驚人的速度在全球道路上大量出現，人們也很快的將之視為平常。

自駕車的未來充滿無限的想像，而現今社會體制勢必隨著改變，自駕車無疑會帶來生活、行為上的巨變。當人們不用親自駕駛汽車，這些空出來的時間將會如何被運用？當汽車可以自行尋找車位，或是與他人共享，都市內空出來的停車空間將會如何規劃？面對諸多疑問，可以確定的是，自駕車改變的絕非只有「行」，而是會有包括對運輸服務、經濟、社會、環境、生活等更多不同程度、不同層面的影響。希冀讀者能藉由本專題報告提早了解其影響層面，進而擬定策略，將有助於及早因應自駕車時代可能帶來之挑戰與之機會。

二、研究範圍及內容

本專題報告以自動駕駛車輛對台灣可能產生之影響為研究範圍，內容包括國際自駕運具發展分析與情境設定、自駕車在 level5 情境設定下，對運輸服務、經濟產業、環境能源、都市規劃城鄉發展，以及社會行為等面向之衝擊影響評估，並提出綜合建議。

三、結論

國際上發展自駕車之團隊主要可分為三類：傳統汽車產業、運輸服務業者以及創新服務業者。在立法方面，國際上普遍著重在規範道路測試的情形，距離訂定自駕車實際上路的規範還有漫漫長路要走。同時，對於測試過程中意外肇事的究責，各國多半規定由載具內的記錄器/黑盒子進行肇事責任判定，但也有如美國完全沒有相關的規定。政策方面，根據 KPMG2018 年的自駕車發展就緒程度評比，由荷蘭、新加坡、美國獲得前三名之肯定，顯示一個國家的自駕車就緒程度與政府當局投入支持自駕車發展的程度有強烈的正相關；擁有良好的路面、移動式網絡的基礎設施、私人企業的投資及創新服務，都與自駕車就緒程度呈現正相關。

為探討導入自駕車後，對台灣運輸、經濟、社會、環境等層面之影響，將自駕車發展設定為技術達到 Level5、物聯網路側設施普及、共享普及與公共運輸自駕化。國外對於自駕車在運輸服務層面之研究探討甚豐，國際運輸論壇(ITF)以葡萄牙里斯本

地區為例進行之模擬研究，值得參考；國內季鈞顧問公司以臺南為研究對象規劃自駕車系統。相關文獻也發現，自駕車可提高乘載率，減少車輛需求而減緩塞車，但也可能效率提升，增加使用反而導致塞車；自駕車服務品質均一化，可提昇運輸服務品質；有助偏鄉運輸服務，及提升行人與自行車安全；可作為第一哩路與最後一哩路之新選擇，加速出行整合服務(Mobility as a Service, MaaS)的發展；減少交通事故。由上述結果歸納自駕車適合做為共享運具，並搭配良好的公共運輸，以出行整合服務的觀念，整合機動力資源，為個人出行提供更好的運輸服務。

研究發現自駕車解放時間及空間將對各級產業帶來深遠影響，並衍生全新商業模式或刺激現有產業成長，也會使部分現有產業衰退或消失。全新產業部分，由於自駕車的普及，私人間交換貨物的費用將更低，開啟如 Craigslist、P2P 的新市場，將會出現自駕車客製化的新產業，且即時收集的資料也可以進行「貨幣化」交易。成長產業部分，餐飲、零售業解除時間與空間限制，因應自駕車的普及而成長，車內餘裕時間增加也會使廣告業及媒體娛樂業成長。此外其他的間接影響，如酒精飲料市場因自駕車增加，而間接獲得成長。衰退產業部分，買車的需求減少，現行車輛經銷商的業務會大幅萎縮，可能會轉型兼營自駕車長租業務。較短程的航班也會面臨衝擊而衰退，航空業將受到影響。律師訴訟以及保險，也會因為自駕車的普及而面臨衰退。面臨消失之產業，可能包括：汽車材料行、民間修車業、洗車美容、泊車服務以及駕訓班。同時因買車貸款的需求將會大幅減少，汽車融資產業將終結；若因交通區位特性而發展起來的產業或聚落也可能不復存在。多元自駕車能夠解除各級產業時間與空間的限制，賦予商業契機，將能大幅度改變人們的消費、飲食、物流等諸多層面，非常多創新的商業應用將因運而生。

研究發現，自駕車除本身作為電動無人載具的環境效益外，也有提升能源使用效率、減少總車輛數等正面影響之效應。2018 年由密西根大學與福特合作進行自駕車環境能源層面之影響評估，總結研究發現：1.SAE Level 4 之自駕車，考慮其生命週期之耗能、排放，並且計算其精密裝置所額外增加的耗能及排放，仍能比現行車輛減少 9% 的溫室氣體排放。2.與現行小汽車相比，電動自駕車將排放污染源從線面源變為點源，上述減低排放能耗的技術特性，也讓自駕車實現節能、減排的目標。3.自駕車未來可能轉變為年度汰換的型式，須注意淘汰車輛的回收問題。

研究也發現，未來的都市運輸型態可能將會由強都心運輸型態，逐漸朝向以多副都心為主，且彼此之間距離較短之低成本運輸型態，將對未來都市規劃帶來影響。國際上對於自駕車造成都市蔓延或緊密的說法未有定論。歸納自駕車對都市規劃及城市發展面帶來之影響如下：1.自駕車普及後，未來在交通運輸與土地使用規劃上會配合交通需求線(desire line)，使所有市民的通勤、通學以及購物的路線可以即時被大數據蒐集並反饋，以最佳路徑行駛到要在最近地區下車乘客的目的地。2.道路的使用收費及良好的稅費機制，將會管制都市蔓延，讓距離以及時間的差距縮小。自動駕駛技術

的普可能改變公共運輸的使用行為，同時使城鄉差距漸漸減少。3.現行的道路空間及停車需求都會降低，道路面積及停車面積將可釋出，並轉為慢行交通之空間，或是促進綠地增加。

另外，新科技的採納絕非一蹴可幾，需藉由好的使用者介面，建構各式社會支援服務，將新科技融入現有的社會系統中，克服人們對新技術的恐懼。歸納關於自駕車在社會行為方面之相關研究：1.共享自駕載具的普及，將會使人們對於「擁有」的需求降低，當用更低的成本即能享受到更好的服務時，買車的社會象徵和觀念會逐漸淡化。2.未來駕駛人員的工作將由開車轉換成提供創新服務、體貼人心等專業移動服務。3.自駕車的普及亦會讓更多個人資訊外露，尤須留意個人資訊蒐集、應用及隱私保護之相關法規。

四、改善對策及建言

本報告經過文獻分析及專家訪談，提出相關措施與策略，期能協助政府妥善規畫自駕運具之推廣運用，發揮自駕車之正面效益。

(一)推廣與發展自駕運具之策略建議

1. 對相關政府部門進行跨域整合，成立自駕車協作與發展平台。
2. 成立國家級研究中心，對自駕車之國際最新發展、基礎設施、人因工程、行為改變、產業消長變遷、都市計畫、法規及設計準則等，持續進行質化與量化之研究調查與分析。
3. 以電動載具為基礎逐步推廣共享運輸及 MaaS，以利民眾提前養成運用新型運輸服務之習慣。規劃全國各地的試乘及展示，配合專業的技術解說及影音文宣，讓大眾及利害關係人提高對於自駕運具之接受度。
4. 投注資源，發展高精度地圖、定位等自駕運具關鍵技術，並充分應用上述技術以提升交通安全、營運效率與服務品質。

(二)規劃與應用自駕運具之策略建議

1. 將自駕車納入國家前瞻計畫，配置合理資源於自駕車所需之建設，包括道路基礎設施、智慧型號誌及其他自駕車所需之建設，宜研議編修當前的運輸相關法規以及設計準則，準備迎接自駕車開始在道路上出現的時代。
2. 規劃應用自駕車於公共運輸、共享運具及 MaaS 服務；在大型都會，搭配高運量軌道運輸，以共享自駕車提供轉乘或及門服務，最大化運輸效率及服務品質。
3. 自駕車將會蒐集、分析且傳遞大量的個人資訊，範圍深廣，基於資訊安全與個人資料保護之需求，宜制定相關的規則，以確保民眾的隱私及權利不被損害
4. 適切規劃自駕車所釋放之車行與車停空間，檢視及編修都市空間規劃及都市設

計相關準則。

5. 規劃未來都市管理與環境稅費之合理機制，如載具使用之空污或擁擠稅費等，加快共享自駕車之普及，並發揮自駕車對於環境及交通之正面效益。。
6. 因應自駕載具出現之創新零售、餐飲及觀光業等產業及服務，投注資源扶植、推廣；對於面臨轉型之產業提供諮詢及幫助，協助其順利轉型。

財團法人中技社

第一章 前言

隨著人工智慧的發展越來越普及，在自動化科技輔助駕駛人達到更好的安全環境，未來自駕車穿梭在街道上的景象指日可待，除了安全、效率與環保外，而且會面臨許多各個層面的問題。因此，在自駕車普及化的時代，將會對都市與社會環境有何衝擊影響，值得深入探討分析。

自駕車不僅是傳統汽車載具的角色，實際上自駕車能夠解放人們出行的時間與空間限制。時間的限制如短途駕駛時間、疲勞駕駛等，皆會因為自駕車的使用而被解放。空間的限制則為長遠的距離，或是固定的場域地址，將因自駕車的實現而不復存在。近年有人將自駕車與「網際網路」及「智慧手機」進行類比，這兩項重大發明徹底改變了人類的生活；由紙本到網路資訊、由電腦螢幕前到隨時隨地，網路與智慧型手機顛覆了人們的想像、衍生了創新的服務及產業，帶來深且廣的直接與間接影響。下一個被視為能夠如此改變人們生活的服務，正是自駕車，其結合了所有高科技於一身，且為人們日常生活之必需品，將會在許多層面帶來不同程度的衝擊與影響。

再者，隨著共享經濟的全球崛起，摩 Jones(2017)以資產持有方式為橫軸、人類駕駛和自動駕駛程度為縱軸，將有關自動駕駛與共享經濟的關係分為四個象限如圖 1.1 所示。第一象限為現今的社會駕駛模式，使用者自有車輛或租車，且自行駕駛，自動駕駛科技才正要開始發展。第二象限則為數年後，隨著共享運輸服務愈來愈多，私有汽車的需求則會減少。此階段是邁向大眾、自動駕駛模式的前一步，這正是目前大多數人所提倡的共享經濟模式。到了第三象限，估計約是十幾年後，有錢人會拋棄需要人類駕駛的車子，一般人則還是會繼續使用傳統車輛，自駕車仍不是道路的主體。汽車工業最後會到達第四象限，目前還沒有人可以明確指出時間，不過屆時，大部分的人將會搭來自駕車，這些載具可能是公有財，也有可能是私人出租。在這個時代，人類駕駛是否還存在仍未有定論，可能已經立法禁止人類在開放地區駕駛，或是限制人類只能在某些特定道路駕駛。

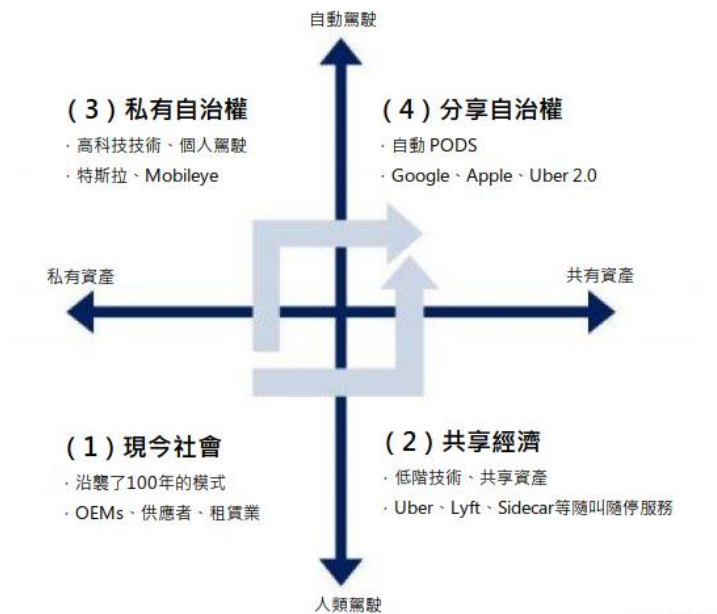


圖 1.1 自動駕駛與共享經濟的象限圖

資料來源：Jones (2017)

聯合國永續發展大會(Rio+20)提出《我們想要的未來》，研擬一系列永續發展目標(SDGs)，共 17 項目標及 169 個細項目標。圖 1.2 所示的 17 項目標中，有許多項與自駕車相關、或者能夠透過自駕車實現，如下列所述。



圖 1.2 十七項永續發展目標中多項與自駕車有直接或間接關聯

資料來源：unesco.org (2017)

目標 1.消除各地一切形式的貧窮：

自駕車的出現改變了以往的交通運輸方式，若能普及化，透過共享與高效管理，並提供無人運輸服務，便能降低購車需求，也讓較低收入的家庭能夠減少開支，同時享受到與他人相同的服務。

目標 3.確保健康及促進各年齡層的福祉：

許多已開發國家現在已面臨人口高齡化的問題，高齡族群的就醫需求未來將能由自駕車解決，提供安全、高效、貼心的復康出行服務。

目標 7.確保所有的人都可取得負擔得起、可靠的、永續的，及現代的能源：

未來的自駕車多數使用電力，比起傳統汽油車更加環保，加上電動自駕車的價格在未來可能較傳統汽車更加便宜；共享或大眾運輸型式的自駕車花費也比購買新車便宜 10 倍以上，任何人皆能負擔且容易取得。

目標 10.減少國內及國家間不平等：

自駕車的大眾運輸服務若能統一規格，包含硬體及軟體等層面，對於不同國家之間或者城市與鄉鎮之間，運輸服務的差異便能顯著縮小，有助於減少落差。

目標 11.促使城市與人類居住具包容、安全、韌性及永續性：

自駕車會比人為駕車更具安全性，因為人本身充滿許多不可預測性。此外諸如酒駕、超速等違規行為將會因自駕車的普及而消失，因此自駕車能使整個城市的道路環境更加安全。此外，通用設計與共享思維的融入，更能實現包容及永續的居住目標。

目標 13.採取緊急措施以因應氣候變遷及其影響：

未來自駕車主要的能源為電力，所產生的溫室氣體較傳統汽車來的少，對於減少碳排放、減緩氣候變遷有相當的幫助。

此外，尚有下列目標也與自駕車有間接關係：

**目標 14.促進包容且永續的經濟成長，達到全面且有生產力的就業，讓每一個人都有
一份好工作。**

目標 15.建立具有韌性的基礎建設，促進包容且永續的工業，並加速創新。

目標 16.確保永續消費及生產模式。

目標 17.強化永續發展執行方法及活化永續發展全球夥伴關係。

由此顯示，自駕車與永續發展之目標切合，兩者息息相關，且自駕車透過共享機制，將對永續發展有適度助益。永續發展的考量中，對於能源使用的議題相當值得關切，人類每天要消耗 1 百萬太焦(約 10 的 18 次方焦耳)以上的能量，相當於 75 億人每天 24 小時、每小時燒開 70 壺水，或者是全球最大的核電站之一，亞利桑那州(Arizona)帕洛維德(Palo Verde)核電站，在滿負荷運轉下日發電量的 3,000 倍。

隨著地球人口的膨脹和發展中國家的工業化，人類對能源的需求達到了前所未有的水平，而全球一半以上的能源來自從地殼深處提取的化石燃料。據估計，自從 19 世紀 50 年代出現商業石油鑽探以來，人類已經開採超過 1,350 億噸的原油來驅動汽車、為發電站提供燃料和為房屋供暖，這個數字每天都在增加。但是，過去兩個世紀以來，我們對能源的消耗已經給地球造成了巨大隱患。煤、石油和天然氣的燃燒與地球大氣層溫室氣體排放量的不斷上升之間存在密不可分的關係，它們是氣候變化的首要原因。全球科學家們一致認為，我們正在走向災難，只有戒除對化石燃料的依賴才能阻止災難的發生。

目前傳統車輛皆以石化燃料為主要的動力來源，電動自駕車能夠降低人們對石化燃料的需求，但是目前的電力大多來自不可再生能源，因此若要達成真正永續的目標，勢必得穩定的利用再生能源進行發電，並供給自駕車動力。而不斷成長、變化的人口結構，將會是全球人類及自駕車發展皆須面臨的課題。根據國發會的「中華民國人口推計(105 至 150 年)」報告，至民國 150 年之老年人口將增加約 404 萬人，且青壯年人口減少約 783 萬人。如此人口結構的轉變，勢必將會使勞動人口大幅減少，而高齡族群的大幅增加將導致照護的需求增長，高齡族群的出行需求，將可由自駕車滿足，這正是臺灣及許多國家迫切需要面對的課題。

以上與自駕車相關的背景及趨勢，皆說明此研究的重要性。唯有了解自駕車在運輸服務、經濟產業、環境能源、都市規劃、社會行為等面向的衝擊影響，才能為未來推廣、普及自駕車做好萬全準備，達成永續發展的目標。本計畫係透過國內外研究評析與專家論壇方式，邀請相關領域專家，針對臺灣導入自駕車之影響層面進行探討，並提出政策建言，協助政府及早因應自駕車時代來臨。

第二章 自駕車發展分析與情境設定

本章共分為三部分，首先彙整全球自駕車之發展，分別針對美國、德國、荷蘭、新加坡及日本等國家之發展現況進行分析；且就我國近期自駕車之發展與各項法規進行探討，透過國內外自駕車之發展與政策回顧，作為本研究對於自駕車發展情境設定之重要參考。並於第三小節將本研究所欲進行各面向影響衝擊評估之自動駕駛環境進行具體描述與情境設定，以作為後續分析之基礎。

一、全球自駕車發展分析

(一)自駕車分級

1.自駕車分級介紹

自駕車是一種可以在沒有人為操作的情況下即能感測其環境及導航的無人地面載具，能透過雷達、光學雷達、GPS 及電腦視覺等技術偵測周遭環境，並利用控制系統能將感測資料轉換找出適當的行駛路徑、辨識標誌以及閃避障礙物。現今全球自駕車的自動駕駛程度依據美國汽車工程師學會(SAE)將分成由 0 到 5 個等級(如圖 2.1 所示)：

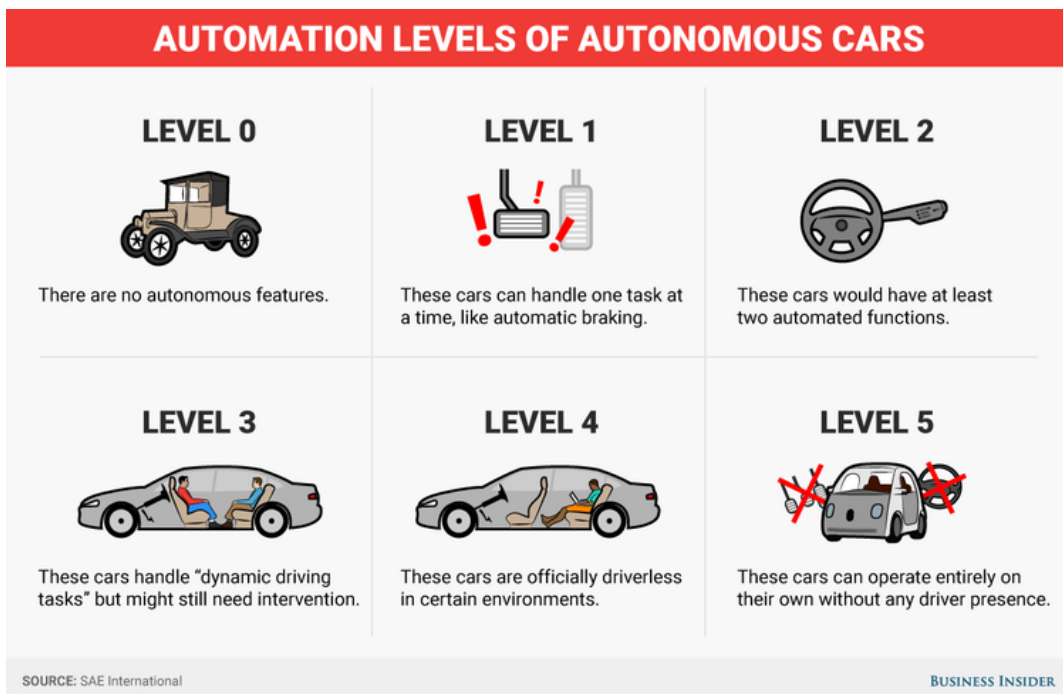


圖 2.1 自駕車發展等級分類

資料來源： Business Insider

- 等級 0：**駕駛全程掌控方向盤、油門、煞車。僅配備警報裝置等無關主動駕駛的功能在內。
- 等級 1：**駕駛全程掌控方向盤、油門、煞車。但車子會介入剎車、或輔助穩定，如電子穩定程式(ESP)或防鎖死煞車系統(ABS)可以幫助行車安全。
- 等級 2：**駕駛可放手駕駛，車子輔助油門、剎車來減少負擔，例如主動式巡航定速(ACC)合自動跟車和車道偏離警示，而自動緊急煞停系統(AEB)透過盲點偵測和汽車防撞系統的部分技術結合，當車子偵測駕駛手放回方向盤時，就會關閉 ACC。
- 等級 3：**駕駛人需隨時準備控制車輛，自動駕駛輔助控制期間，如在跟車時雖然可以暫時免於操作，但當汽車偵測到需要駕駛人的情形時，會立即回歸讓駕駛人接管其後續控制，駕駛必須接手因應系統無力處理的狀況。
- 等級 4：**駕駛人可在條件允許下讓車輛完整自駕，啟動自動駕駛後，一般不必介入控制，此車可以按照設定之道路通則(如高速公路中，平順的車流與標準化的路標、明顯的提示線)，自己執行包含轉彎、換車道與加速等工作，除了嚴苛氣候或道路模糊不清、意外，或是自動駕駛的路段已經結束等，系統並提供駕駛人「足夠寬裕之轉換時間」，駕駛應監看車輛運作，但可包括有旁觀下的無人停車功能。
- 等級 5：**無人駕駛完全自動，連駕駛都不用在車內，全程自己開，且無道路條件約束。駕駛人不必在車內，任何時刻都不會控制到車輛，因此沒有方向盤、煞車等操作系統。此類車輛能自行啟動駕駛裝置，全程也不須開在設計好的路況，就可以執行所有與安全有關之重要功能，包括沒有人在車上時的情形，完全不需受駕駛意志所控，可以自行決策。

2. 自駕車全球趨勢

Navigant2018 年針對全球發展自駕車團隊進行策略以及執行程度總評比，此研究彙集 18 個較知名的自駕車團隊進行評估，評估準則包含遠見、市售策略、合作對象、生產策略、科技、銷售及行銷、產品成熟度、產品品質及可靠度、產品品項，以及長期競爭度共十項。由圖 2. 2 可觀察得知這 18 個團隊依據策略發展(Stratgy)與落實程度(Execution)二個維度來進行相對比較的相對位置，並依據位置區分為領先者(Leaders)、競爭者(Contenders)、挑戰者(Challengers)與追隨者(Followers)共四類。其中，領先者(Leaders)除 Waymo 以外皆以傳統車廠為主，如 GM、Ford、Daimler-Bosch 等，且多半已提出量產、市售時程。運輸服務及創新

平台的團隊，在策略面獲得高分，但在執行面普遍評分較低，如 Baidu、Uber、Apple 等。然而，近 2 年各團隊的進展值得持續觀察。

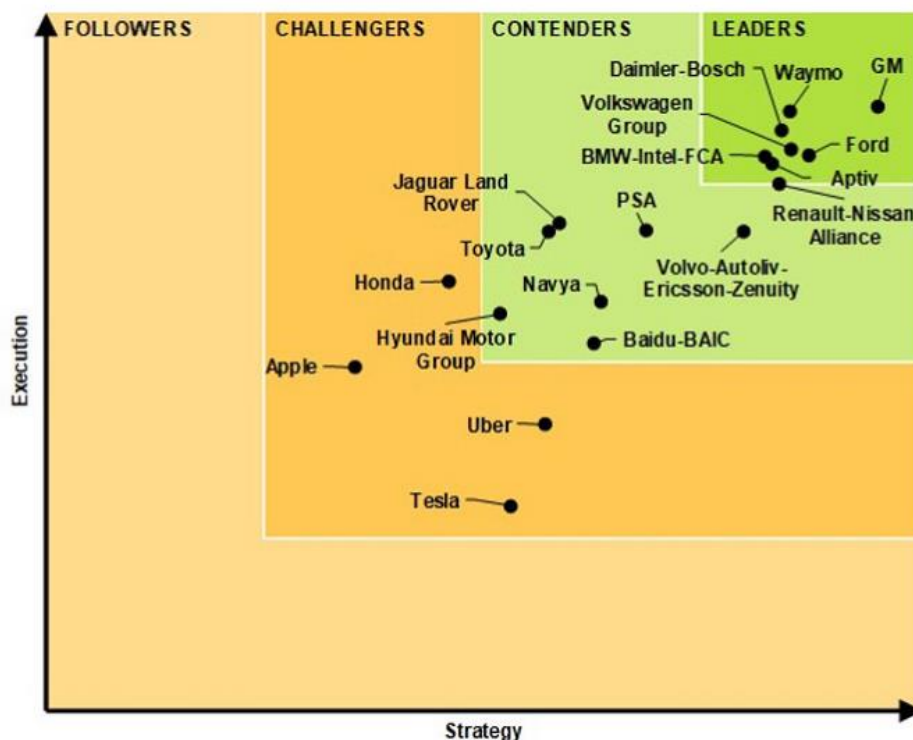


圖 2.2 全球知名自駕車團隊評比

資料來源：Navigant Research (2018)

另外，KPMG 於 2018 年對各個國家進行自駕車發展「就緒程度」的整體排名，來檢視各個國家對自駕駕駛的發展以及接受程度。評分的方式是依據政策與立法、科技與創新、基礎設施以及消費者接受度共四個指標(如圖 2. 3)來進行評估。

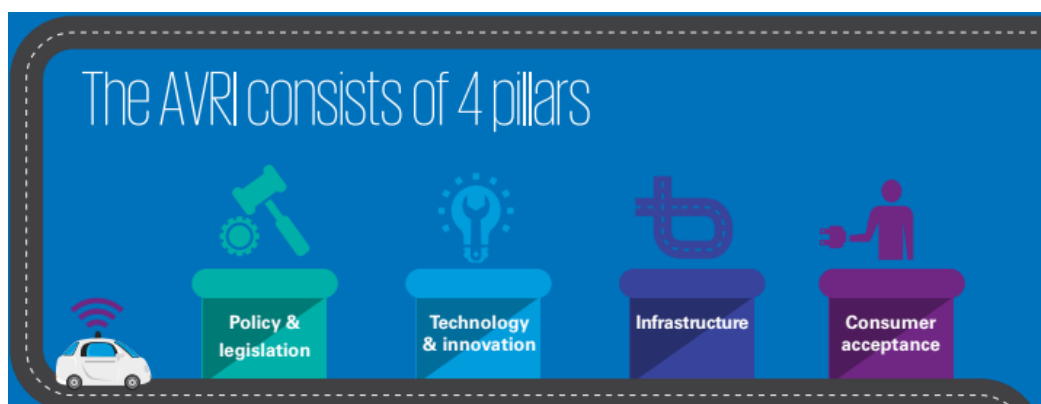


圖 2.3 自駕車發展就緒程度評估指標

資料來源：KPMG Autonomous Vehicles Readiness Index

「政策與立法」的評分依據是該國自駕車的法規、是否於政府運輸部門內設立自駕車部門、政府對自駕車基礎建設的投資以及受政府補助的自駕車駕駛人數；「科技與創新」的評分依據是借鑒現有的研究資料為主，包含自駕車相關專利與投資、電動車市占率以及參考 Uber 市占率的資料；「基礎設施」部分的評分依據是借鑒現有的研究資料為主，包含電動車充電站的密度、通訊網絡的普及率、道路品質以及物流業表現指數；「消費者接受度」的評分依據是進行自駕車測試人口的比例以及對自駕車接受程度的問卷調查。其中部分重要因素包含從電動充電站普及的程度，自駕車技術的研發，自駕科技為大眾所接受的程度以及到相關法規都會大幅影響一個國家自駕車的就緒程度。

表 2.1 自駕車發展就緒程度排序

Overall rank	Country	Total score	Policy and legislation		Technology & innovation		Infrastructure		Consumer acceptance	
			Rank	Score	Rank	Score	Rank	Score	Rank	Score
1	The Netherlands	27.73	3	7.89	4	5.46	1	7.89	2	6.49
2	Singapore	26.08	1	8.49	8	4.26	2	6.72	1	6.63
3	United States	24.75	10	6.38	1	6.97	7	5.84	4	5.56
4	Sweden	24.73	8	6.83	2	6.44	6	6.04	6	5.41
5	United Kingdom	23.99	4	7.55	5	5.28	10	5.31	3	5.84
6	Germany	22.74	5	7.33	3	6.15	12	5.17	12	4.09
7	Canada	22.61	7	7.12	6	4.97	11	5.22	7	5.30
8	United Arab Emirates	20.89	6	7.26	14	2.71	5	6.12	8	4.79
9	New Zealand	20.75	2	7.92	12	3.26	16	4.14	5	5.43
10	South Korea	20.71	14	5.78	9	4.24	4	6.32	11	4.38
11	Japan	20.28	12	5.93	7	4.79	3	6.55	16	3.01
12	Austria	20.00	9	6.73	11	3.69	8	5.66	13	3.91
13	France	19.44	13	5.92	10	4.03	13	4.94	10	4.55
14	Australia	19.40	11	6.01	13	3.18	9	5.43	9	4.78
15	Spain	14.58	15	4.95	16	2.21	14	4.69	17	2.72
16	China	13.94	16	4.38	15	2.25	15	4.18	15	3.13
17	Brazil	7.17	20	0.93	18	0.86	19	1.89	14	3.49
18	Russia	7.09	17	2.58	20	0.52	20	1.64	18	2.35
19	Mexico	6.51	19	1.16	17	1.01	17	2.34	19	2.00
20	India	6.14	18	1.41	19	0.54	18	2.28	20	1.91

資料來源：KPMG (2018) Autonomous Vehicles Readiness Index

由自駕車發展就緒程度排序表(表 2. 1)顯示，第一名「荷蘭」是全世界自駕車發展就緒程度最高的國家，其中因為有高密度的電動車充電站、政府投入大量資金打造健全的通訊網絡以及實施大規模的自駕車道路測試計畫，使大家提高對自駕車的接受程度，因此在 4 項評估指標裡面皆獲得高分；而自駕車就緒程度排名第二的「新加坡」在 2017 年修訂交通法得以讓自駕車進行道路測試。由於全新加坡國都是自駕車的測試場域，新加坡市民得以在街上時常看自駕車的道路測

試，再搭配健全的交通與通訊網絡，因此提高了對自駕車的接受度。即使在投入自駕車技術與創新的表現略遜汽車大國但是整體自駕車就緒程度卻是高居第二；就緒程度排名第三的「美國」，在自駕車技術與創新的投入上是全世界首屈一指的，共 163 個研發自動駕駛技術的公司總部位於美國，但是由於對於自駕車法規在美國各州各有不同，因此在訂定全國統一的規範制度有所困難。另外，基礎設施例如電動車充電站不普及以及道路品質不完善，導致在自駕車技術與創新上獲得最高分而政策與立法與基礎設施的評分上較為低分。

研究也指出，一個國家的自駕車就緒程度與政府當局投入支持自駕車發展的程度有強烈的正相關；再者，擁有良好的路面、行動網路的基礎設施、私人企業的投資與創新，都與自駕車就緒程度呈現正相關。因此，若能均衡依據此 4 項評估指標來發展，對於自駕車時代的來臨將會具有更足夠的因應能力來面對新時代的挑戰。

(二)各國自駕車發展及未來展望

彙整及簡要分析美國、德國、荷蘭、新加坡與日本等國家之車輛發展與政策方向如下。

1.美國自駕車發展及未來展望

(1)特斯拉 Tesla

Tesla 是近幾年相當活躍、知名度以及討論度皆非常高的美國企業。創辦人馬斯克時常提出宏觀且極具野心的未來計畫，配合企業馬不停蹄的研究及量產，已成為目前電動汽車市場的代表品牌。Tesla 積極發展自動駕駛系統，並已安裝於旗下車輛產品推出。惟受限於法令規範，特斯拉強調僅為輔助功能系統，但實際上系統功能已成熟且完備。以 SAE 定義的自動駕駛分級標準而言，目前的 Tesla 的自動駕駛系統已達到第三級(Level 3)，更甚接近第四級(Level 4)的水平。圖 2. 4 為 Tesla Model S 自動駕駛系統測試實例，駕駛不須控制油門及剎車，也不須手握方向盤，畫面右方顯示系統偵測周遭的情形。表 2. 2 為 Tesla 歷年發展願景，期許 2023 年前，Tesla 將有超過半數的車輛會以共享自駕車的模式營運。Tesla 自動駕駛系統中，偵測周遭環境的雷達技術由合作夥伴德國 Bosch 所提供。

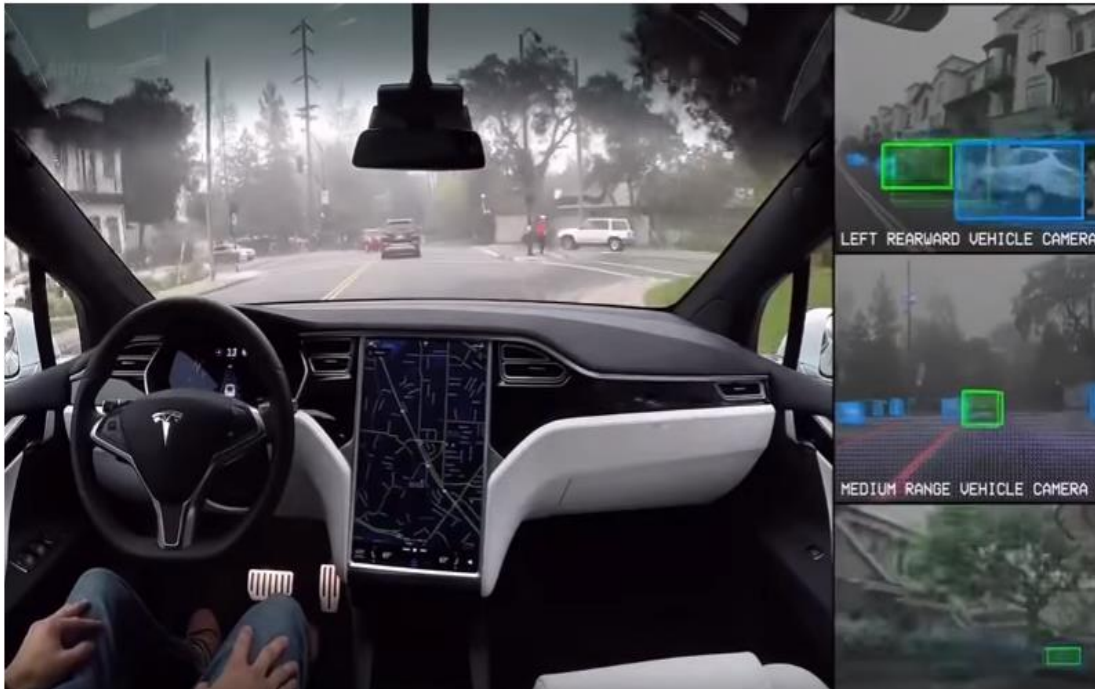


圖 2. 4 Tesla Model S 自動駕駛系統

資料來源：YouTube

表 2. 2 Tesla 自駕車發展歷程與願景

年份	Tesla 自駕車發展歷程與願景
2016	更新光達技術，使車輛可以在低能見度的狀態下行駛，並加強需要駕駛操作情境下的提醒裝置，惟於中國及美國發生交通事故。
2017	引進巡航控制系統，分隔高速公路上啟用的自動傳感器，及平面道路上的自動傳感器，速度可達 35 英里/小時，並新增全新的 Autopilot 駕駛輔助算法，全速制動、平行及垂直停車處理。
2018	已達全程用自動駕駛模式，並完成行駛美國東西兩岸的任務。
2019	創辦人馬斯克認為 2019 年底，除市售自用的車款外，可以進入共享自駕車的市場，但是考量法規及其他因素，短時間內尚無明確期程。
2023	在 2023 年之前，超過半數的 Tesla 車輛將以共享自駕車的模式營運。

資料來源：本研究參考 Tesla(2018), TechCrunch(2018)彙整

(2)通用汽車 GM

通用汽車 GM 是美國歷史悠久的企業，旗下擁有眾多知名品牌，2016 年通用汽車併購研發無人自駕車的公司 Cruise，期望在此領域不落下風，並結合自家雪弗蘭的電動車 Chevrolet Bolt，及收購公司 Cruise 推出的軟體 Cruise Automation，且積極於密西根基地進行測試。由於其電動車技術發達且具有相

當優勢，Chevrolet Bolt 每次充電可行駛 238 哩，相當於 383 公里。如此續航力約為其他品牌同價位等級車輛的 3 倍；現有 Tesla 車款雖有超過 200 哩續航力的車款，惟車價卻高達 2 至 5 倍之多。

此外，Chevrolet Bolt 上市後，廣受使用者及專家好評，且獲獎不斷，搭配 Cruise 自動駕駛軟體更是如虎添翼，是自動駕駛市場的強力競爭者，其發展歷程如表 2.3。而 Cruise 軟體和通用汽車的結合，讓自動駕駛的 Chevrolet Bolt 成為最接近量產上市的自駕電動車，圖 2.5 為搭載 Cruise 系統的 Chevrolet Bolt 車款，沒有方向盤及加速煞車踏板，預計於 2019 年開始量產。

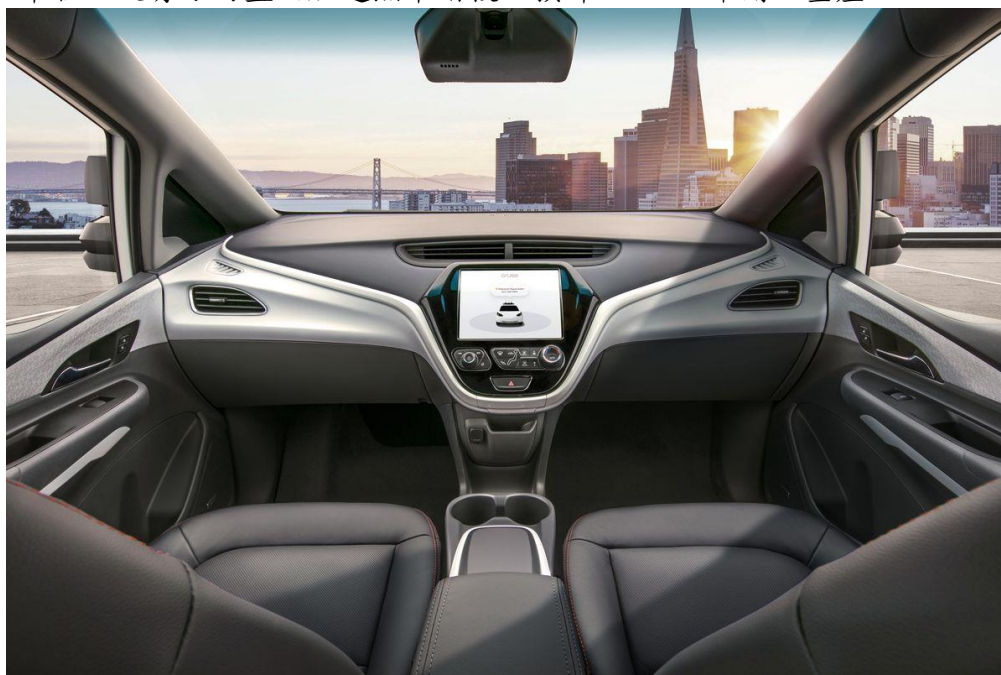


圖 2.5 通用汽車搭載 Cruise 系統的 Chevrolet Bolt 自駕車款

資料來源：THE VERGE

表 2.3 GM 自駕車發展歷程與願景

年份	GM 自駕車發展歷程與願景
2016	GM 汽車併購研發無人自駕車公司 Cruise，結合自家雪弗蘭的電動車 Chevrolet Bolt 推出軟體 Cruise Automation，且於密西根基地進行測試，每次充電可以行駛 383 公里，具有相當優勢。
2019	開始量產無方向盤及加速煞車踏板的電動自駕車款，將成為首次市售無此配備之自駕車，且進入共享自駕車市場，達到零車禍、零排放、零塞車願景。

資料來源：THE VERGE

(3)Waymo (Google) :

Waymo 屬於知名企業 Google 母公司 Alphabet 下的無人駕駛車研究團隊，主要致力於打造自動駕駛系統的軟體、資料庫以及介面。與特斯拉不同的是，Waymo 尚未致力於生產硬體設備，而是專注於軟體方面，不斷收集分析資料，並使電腦深度學習如何自動駕駛。Waymo 陸續將其系統安裝在 Toyota、Audi、Lexus 及近期的 Fiat-Chrysler 等不同品牌及車型。可想像未來 Waymo 可能不會有指定的車型，而是能與各種車型兼容，被所有品牌的車輛使用，如同 Google 自家的 Android 系統一樣。

Waymo 與其他無人自駕車團隊的不同之處在於，致力於研究駕駛行為、路面建物標誌等範疇，嘗試讓自動駕駛系統能夠自行學習，並且判斷應採取的決策。其他團隊雖將偵測技術及自動剎車技術安裝於車輛上，但車輛較少著重於學習道路狀況等難以轉換為程式指令的要素，因此所做的決策可能較為機械化，也將反映在變換車道、加減速等情形。以另一種方式比喻，Waymo 團隊嘗試打造仿真駕駛者行為，其他團隊較由硬體面向出發，兩者都可以順利自動駕駛，但 Waymo 團隊的開發方向較貼近大眾對駕駛的認知，現也有其他團隊以深度學習進行自動駕駛技術之開發。



圖 2.6 安裝 Waymo 自動駕駛系統的 Fiat-Chrysler Pacifica 車型

資料來源：Waymo

目前 Waymo 實際測試 Fiat-Chrysler Pacifica 休旅車型已在 25 個城市完成 500 萬英哩以上的行駛里程，而且沒有任何致死事故。圖 2.6 為安裝 Waymo 自動駕駛系統的 Fiat-Chrysler Pacifica 車型，已於美國亞利桑那鳳凰城進行一般民眾的試乘。圖 2.7 為 Waymo 無人自駕車在美國道路上進行實地測試時系統偵測的畫面。畫面中清楚辨識後方行人、十字路口周遭車輛，以及待轉向路線。2018 年底將與 Jajuar 共同推出純電動自駕車 I-Pace，並展望 2 年內生產 2 萬輛提供共享服務。

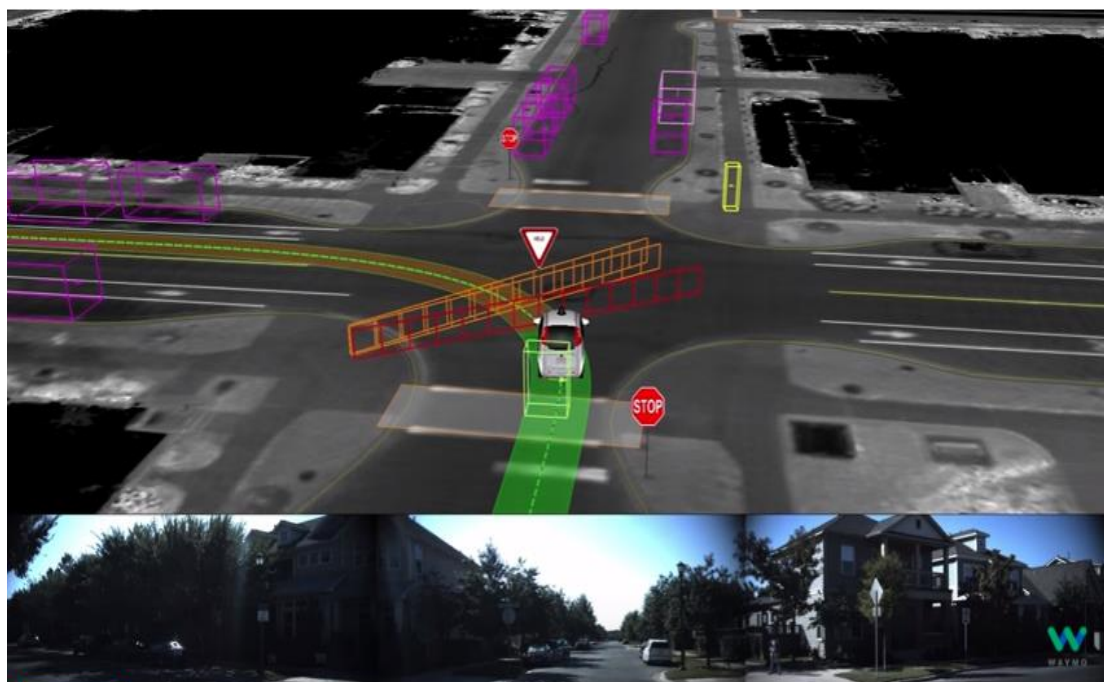


圖 2.7 Waymo 系統偵測畫面

資料來源：Waymo

表 2.4 Waymo 自駕車各年份之發展歷程與願景

年份	Waymo 自駕車發展歷程與願景
2015	無方向盤無煞車的自駕車 Firefly 首次在德州公路上行駛。
2016	由 Google 母公司 Alphabet 下的無人駕駛車研究團隊 Waymo 接手主導無人車計畫，專注在軟體方面打造自動駕駛系統的軟體、資料庫以及介面。
2017	第 1 輛全自動駕駛油電混合車問世並開放民眾體驗，開始無測試員之測試。
2018	年底將與 Jajuar 共同推出純電動自駕車 I-Pace，並展望 2 年內生產 2 萬輛自駕車提供共享服務。

資料來源：Waymo

(4)美國自駕車未來展望

美國規劃協會(American Planning Association, APA)對於未來自駕車發展的政策及法規提出建議，並分為六大面向討論，分別為：「運輸與道路設施」、「社會與環境公平」、「能源與永續發展」、「安全與保密」、「數據資料與決策」及「經濟與財務計畫」等。對於運輸與道路設施的政策準則，APA 建議政府應以共享自駕車為發展主軸，並且結合大眾運輸推廣、良好規劃道路及停車設施。對於社會及環境公平面，APA 認為政府應同時考慮自駕車於貨運的應用，留意自駕車對於城鄉差距的影響及發展平衡，特別是對於大眾運輸營運困難的區域，應儘速提出因應自駕車出現的營運方針。對於能源與永續發展方面，APA 建議政府考慮發展替代能源、再生能源等，作為自駕車的動力來源，也須因應自駕車之應用更新道路、鋪面設計，並朝向緊密城市的方向進行規劃。安全與保密方面，APA 提醒政府應重視事故處理，尤其是自駕車與慢行交通之交互關係的檢視，同時應該規範個資保護事宜。數據資料與決策方面，APA 提倡對創新服務的友善環境，並即刻開始累積大量數據，建立大數據資料庫的架構，鼓勵公私合營(Public Private Partnership)模式的發展。最後，在經濟與財務計畫面向，APA 認為政府應徹底分析自駕車對於各層面產業之正面及負面影響，包括移動經濟的重要性與日俱增，另外對於市區道路的管理辦法也需要改變，並合理徵收費用。

APA 提出短期的整體施政建議，包括整合產官學研界發展自駕車技術、投資改善大眾運輸系統與設施、修改地方條例以利自駕車進行試驗，並讓民眾及早熟悉，且研究對共享載具的法規架構、研究停車法規，及各級政府對自駕車發展之財務分析。

美國交通部趙小蘭部長在 2018 年 10 月發表"Preparing for the Future of Transportation: Automated Vehicle 3.0"準則，提出六大原則，包括：優先重視安全、不過度干預發展、編修法律條文、確保全國自駕車法律一致、協助相關科技發展，及確保駕駛人在發展過渡期間的權益。最後一項原則尤其重要，因為自駕車的發展需有長時間的進程，在自駕車及人為駕駛載具共存的過渡期間，也需要留意人機之間的互動、效應、風險等。

截至目前，美國的各州政府對於自駕車開放程度的法規仍各不相同，聯邦政府則持續研擬整體性、一致性較高的政策方針。美國政府已經意識到自駕車發展的趨勢，對於 Uber、Lyft 等運輸服務業者的管理規範持續修正，以因應未來共享自駕車的來臨。

2.德國自駕車發展及未來展望

(1)賓士 Mercedes-Benz

賓士自行研發自動駕駛系統名為 Drive Pilot，已廣泛運用於 2017 年以後出產之車款。此類車款配備的 Drive Pilot 系統功能尚未是最高等級功能，研究團隊稱初階系統約可負責 20% 的駕駛工作。強化版本的 Drive Pilot 則較為完備，約可負責 80% 的駕駛工作。然而比起部分業者競相宣稱可 100% 自動駕駛，賓士團隊的系統卻有不盡相同的路線及方向。不管是目前安裝於車款上的版本，或者是正在測試的強化版本，Drive Pilot 的本質都僅止於輔助、減少駕駛負擔，而非完全取代駕駛。這樣的本質展現在系統配置上，Drive Pilot 仍要求駕駛約十秒要手握一次方向盤，以確認駕駛隨時有準備切換為人工駕駛。

圖 2.8 為 Mercedes-Benz 方向盤上設計有數種開關及按鈕，另外有較高頻率的手握方向盤提醒警示。因此，幾乎所有按鈕及其他功能，都被設計在方向盤上，比如開關自動駕駛的功能等，都能讓駕駛手握方向盤的頻率提升。但這些安全性的措施並沒有犧牲太多自動駕駛的本意，除系統自行做出的決策外，倘若需要轉向或是變換車道，駕駛只須提前打方向燈，系統將會自動完成剩下的工作如減速等，除非駕駛切換回人工模式。



圖 2.8 Mercedes-Benz 方向盤設計

資料來源：MORTOR AUTHORITY

賓士團隊的 Drive Pilot 系統雖然比其他系統較保守，但如此設計的原因是為了避免駕駛太過倚賴自動駕駛系統，及提高一般民眾對系統的接受度。圖 2.9 則為賓士另一款自駕車計畫—F015 車型，除更具未來感的外觀，內部設計定調為「移動的休息室」，方向盤亦可收起。



圖 2.9 賓士自駕車計畫—F015 車型

資料來源：Mercedes-Benz

表 2.5 賓士自駕車各年份之發展歷程與願景

年份	Mercedes-Benz 自駕車發展歷程與願景
2017	賓士 S-Class 自動駕駛實驗車，在美國道路實際測試。
2025	自駕貨車將公開上市。

資料來源：Mercedes-Benz

(2) 德國自駕車未來展望

德國聯邦參議院於 2017 年批准道路交通法修正案，允許駕駛自動化汽車，主要是指有條件自動化(Level 3)和高度自動化(Level 4)。這意味著人類可在法令範圍內，將車輛掌控權交予 AI。但駕駛人必須保持警覺，以便在 AI 發出警訊、或是超出系統限制時，立即回復對車輛的控制。自動駕駛系統只是輔助性，最終責任仍在駕駛人。

而在同年法案通過後，德國聯邦政府中掌管自駕車的倫理委員會，制定了全球第 1 份自駕方針，為將來的全自動化 SAE Level 5 奠定基礎，目的不只在於賦予自駕車合法性，更企圖在安全、人類尊嚴、自由選擇與資訊保護上設立德國標準，保持德國 Mobility 4.0 的領先地位。這份方針包含 20 個準則，其中 5 個關鍵準則如表 2.6 所示：

表 2.6 德國自駕車方針

德國自駕車方針關鍵準則
(1)避免生命財產的損失必須優先於人身傷害，在危險情況下，必須始終把保護人類生命放在首位。
(2)自動駕駛系統不能權衡受害者的條件如年紀、性別、身心狀況做出區別，來決定誰應該受害。
(3)在每一個駕駛情境中，人類與電腦系統需要有非常明確的責任劃分。
(4)必須記錄與儲存每一趟行駛的駕駛以應對事故時的責任問題。
(5)駕駛有資訊自主權決定車輛的資訊是否要公開提供其他人使用。

資料來源：德國聯邦政府官方網站

3.荷蘭自駕車發展及未來展望

(1)Amber

Amber 為荷蘭新興且具有潛力的無人自駕車業者，發跡於荷蘭恩荷芬理工大學。Amber 原先是一個開發汽車相關的軟體技術的學生團隊，其目標是提供一種汽車共享的服務，透過應用程式找到距離最近的車輛，並且甲地借乙地還。與其他共享服務的不同之處在於，Amber 的後台會隨時運算何處有用車的需求？並且將車輛駛至指定地點等待，確保其他許多地方可提供車輛使用。

當技術及研究不斷提升，Amber 具備足夠的能力發展自動駕駛技術，包括 2 次服務間，Amber 的車輛需要自行前往下一服務地點，車上並不會有人為駕駛，故 Amber 發展的自動駕駛系統是不考慮有駕駛在座位上的。相對於其他國家的業者，Amber 擁有一個絕佳的地利環境，因為荷蘭是公認世界上發展自動駕駛技術最積極的國家之一，對於自駕車的法規更寬容，因此得以迅速發展無人駕駛的自動駕駛系統。此外 Amber 的商業模式與其他團隊不同，有別於其他業者仍希望消費者擁有一輛汽車，Amber 尋求的是提供共享的服務，因此車輛屬於 Amber，消費者不必購買、充電、維修並且汰換車輛。

圖 2.10 左為 Amber 現行使用 BMW i3 車型，右圖為 Amber 自行設計 The Amber One 車型的原型車，預計 2021 年公開上市。



圖 2.10 Amber 自駕車

(資料來源：Amber)

表 2.7 Amber 自駕車各年份之發展歷程與願景

年份	Amber 自駕車發展歷程與願景
2018	荷蘭 Amber 團隊現有測試用的車輛 BMW i3 車型上路，為無人自駕車之首度上路，有機會是全球第一個使用無人自駕車的國家，並提供共享自駕車的服務，目前已有 661 位會員及 31 輛共享自駕車。
2021	預計發展自有車型 The Amber One 並且公開上市

(資料來源：Amber)

(2) 荷蘭自駕車未來展望

荷蘭在智慧運輸扮演領導者的角色，對於自動駕駛的法規更寬容，促成自駕車產業迅速發展。荷蘭在 2013 年成立自駕車研究中心(Dutch Automated Vehicle Initiative, DAVI)積極推動自駕車計畫，期待透過自動駕駛可使擁擠減少 50%、事故減少 100%(目前 90%的事故可歸因於司機錯誤)、在有效和精確的速度控制下自動駕駛有望提高約 20%的效率、使用工作或休閒的駕駛時間增強不同的駕駛體驗。

荷蘭於 2015 年允許自駕車上路測試，並於 2017 年允許沒有駕駛之無人自駕車上路測試。荷蘭政府在 1,000 個以上的鄉鎮裡，投資約新臺幣 32 億元改善交通號誌，並使之與車輛通訊，以利未來車聯網的普及。另外荷蘭政府於 2016 年帶頭發起阿姆斯特丹歐洲宣言，期望引領所有歐盟國家在 2019 年以前完成自駕運輸方面的立法。

荷蘭正在推動智慧運輸，例如：Tesla, Uber, TomTom and HERE 等國際車廠與資訊公司準備進入荷蘭的市場，荷蘭的尖端研究設施及高等教育機關都支持荷蘭在智慧運輸領域的發展，Automotive Campus 是國際的車輛技術和智慧運輸研究中心，同時也是荷蘭應用科學研究組織(TNO Automotive)，Eindhoven 理工大學及智慧運輸企業(TASS International)等研究機構的所在位置，Automotive Campus 還是 TomTom、半導體公司 NXP 和飛利浦的產業合作夥伴。在荷蘭的應用科技大學中，許多研究團隊正在研發車輛以外的運輸解決方案，

來自 Delft 和 Eindhoven 科技大學等大學生團隊即致力於智慧運輸的研究項目，其豐富的經驗及傑出的英語能力，正可為荷蘭運輸產業做好十足的準備，故憑著開放的政府、健全的研究機構與教育體制及現代化的基礎設施，荷蘭無疑是發展自駕車最理想的試驗平台。

4.新加坡自駕車發展及未來展望

(1) nuTonomy

新加坡自駕車研發技術雖尚未成熟，但是其向世界各國開放的自駕車測試場域，吸引許多世界研發自駕車的企業，其中美國新創業開發自駕車軟體公司 nuTonomy 於 2016 年 8 月在新加坡市區提供全球第一批自動駕駛計程車之載客服務(如圖 2.11)，讓新加坡成為全球最先推出自駕計程車服務的國家，新加坡民眾可用智慧手機叫車享受免費搭乘，其目標是在 2018 年提供自駕車的計程車車隊，藉以協助車輛過多導致新加坡市區交通壅塞的問題。



圖 2.11 nuTonomy 自駕計程車

資料來源：nuTonomy

(2)新加坡自駕車未來展望

新加坡對於自駕車的發展非常積極，相關法規及政策對於自駕車的發展非常有利。2017 年新加坡針對車輛駕駛的法規，已認定車輛內可以無人駕駛，是目前世界上少數對此規定放寬的國家，且因新加坡開放全國的道路做自駕車的測試，國民對於自駕車較為熟悉，因此民眾對自駕車的接受度較高，未來使用自駕車的意願也較高。對於現行的道路測試，現階段新加坡政府以安全為首要考量，先從交通流量較低之公路開始測試自駕車，並漸漸轉往交通繁忙擁擠處，並藉由測驗收集資料以防範交通事故、釐清責任歸屬。

新加坡未來目標要打造永續交通城市，減少私有車輛並改善軟硬體設施，且推廣共享汽車與公共運輸之使用，鼓勵在第一哩及最後一哩路使用慢行交通。其方式為推廣自駕巴士，以減少人力不足之問題，同時確保自駕車行車安全，以利年老人安心移動，建立健全的移動服務系統與共享系統，並搭配慢行交通塑造全新的移動模式。

新加坡政府於近年嚴格控管私有小汽車的數量成長，推行一系列的政策，包括：購買自小客車許可證的拍賣、課徵稅賦、舊車回收等，使得新加坡的自小客車成長率由 3% 降至 1.5%，甚至於 2018 年成功降到 0%。因此未來新加坡的自駕車將會以共享或是無人計程車為主，政府並以此為目標發展。此外，新加坡政府重視自駕巴士的發展，2017 年 4 月與南洋理工大學和新加坡科技工程有限公司子公司 ST Kinetics 合作開始測試自駕巴士，期望於 2018 到 2019 年為整體測試階段，2020 年之後為市場普及階段。知名的在地運輸公司 Grab 亦結合美國、日本團隊打入新加坡自駕計程車市場，預計 2022 後開始商業運營。

新加坡政府在 2018 年將 Punggol、Tengah 與裕廊創新區(Jurong Innovation District, JID)三個新市鎮作為自駕車發展的主要推動區域，期能在 2022 年成為通勤的一部分，且新加坡發展自動駕駛的其他應用，例如：無人駕駛校園巴士(driverless campus buses)、大卡車排隊系統(truck platooning systems)及無人駕駛道路清潔車(unmanned road sweepers)等。

5. 日本自駕車發展及未來展望

(1) ZMP

日本 ZMP 無人計程車團隊並不像其他品牌一樣擁有高知名度，但在 2020 東京奧運的年度盛事上一定少不了他們的蹤影(如圖 2.12)，屆時透過國際注目的賽事，可望成為亞洲最具代表性的無人自駕車服務。ZMP 現行使用的車輛是豐田的 Toyota Estima，透過與車廠合作進而降低硬體技術困難及成本的策略是 ZMP 團隊的目標。除豐田汽車外，ZMP 與 DeNA 密切合作，而當日本政府提出希望 2020 年東京奧運的主要交通方式為無人自駕車時，ZMP 與 DeNA 合作的 Robot Taxi Inc. 被認為將會是 2020 年東京奧運主要，甚至唯一的業者。Robot Taxi Inc. 已經陸續在許多地區進行實地測試，獲得相當正面的評價。其中一種目標客群是日本當地高齡化社區的年長者，無人自駕計程車對於需要短程、制式路線的長者而言，將會是極佳的選擇。在這些高齡化社區，計程車業務通常不足，駕駛人數也不夠，倘若能引進無人自駕計程車，能夠使社區的生活更完善。ZMP 團隊於 2018 年 9 月完成大手町到六本木之自駕計程車測試，在實際道路上以自駕休旅車運轉。測試路段長 5.3 公里，共計 1,500 人次申請，

並且完成 96 趟旅次，其中亦經過兩天測試。試乘民眾會使用智慧型手機應用程式解鎖自駕休旅車，並支付 1500 日圓的乘車費用。此外為確保安全，試乘趟次皆會有一個駕駛人及助手在車上待命。另外 2020 年的東京奧運，將會是外國觀光客及選手大量聚集的時間點，若能及時推出無人計程車的服務，對於不擅長日語的外國人而言，將會是非常方便的選擇。



圖 2. 12ZMP 採用 Toyota Estima 車型的 Robot Car MiniVan。

資料來源：ZMP

表 2. 8 ZMP 自駕車各年份之發展歷程與願景

年份	ZMP 自駕車發展歷程與願景
2018	完成大手町到六本木實際道路之自駕休旅計程車測試。
2020	將與計程車業者合作研發自動派車系統，在 2020 年東京奧運前開始營運。

資料來源：ZMP 官方網站(https://www.zmp.co.jp/products/robocar_top)

(2)日本自駕車未來展望

日本國土交通省為規劃提供無人自駕的運輸服務，並擁有全世界最安全的道路系統，從 2017 年開始在日本全國 10 處以上進行道路測試，並希望以舉辦 2020 年東京奧運為基準，在 2020 年之前透過大量測試，並實現讓自動駕駛技術 NHTSA Level 2 自駕車在一般道路及高速公路行駛。在 2020 年初期讓自動駕駛技術 NHTSA Level 3 自駕車在高速公路行駛，並開發高度安全駕駛支援系

統以降低交通事故與塞車。期待 2025 年後可讓完全自動駕駛技術 NHTSA Level 4 自駕車在高速公路行駛。

而在運輸業的部分，日本國土交通省希望 2022 年以後在高速公路讓自動駕駛技術 NHTSA Level 2 以上的自駕貨車以車隊形式上路，而 2025 年以後在高速公路讓完全自動駕駛技術 NHTSA Level 4 的自駕貨車上路。另外對於運輸服務日本國土交通省希望在 2020 年前完成在特定區域的無人自駕車接送服務。

6.小結

彙整各國對於自駕車未來展望如表 2.9 所示。

表 2.9 各國政府對自駕車未來展望總表

各國政府對自駕車未來展望	
美國	<p>(1)美國規劃協會 APA 對於未來自駕車發展的六大面向：運輸與道路設施、社會與環境公平、能源與永續發展、安全與保密、數據資料與決策及經濟與財務計畫等面向，提出政策及法規建議。</p> <p>(2)APA 提出短期的整體施政建議，包括整合產官學研界發展自駕車技術、投資改善大眾運輸系統與設施、修改地方條例，以利自駕車發展。</p> <p>(3)美國的各州政府對於自駕車開放程度的法規仍各不相同，聯邦政府則持續研擬整體性、一致性較高的政策方針</p>
德國	<p>(1)2017 年德國聯邦參議院批准道路交通法修正案，允許駕駛自動化汽車。</p> <p>(2)2017 年德國聯邦政府中掌管自駕的倫理委員會，制定了全球第一份自駕方針，為將來的全自動化自駕車奠定基礎，賦予自駕合法性，更在安全、人類尊嚴、自由選擇以及資訊保護上設立標準。</p>
荷蘭	<p>(1)荷蘭政府於 2015 年允許自駕車上路測試，於 2017 年允許沒有駛之無人自駕車上路測試，並在 1000 個以上的鄉鎮裡投資約新臺幣 32 億元改善交通號誌，以利未來車聯網的普及。</p> <p>(2)荷蘭政府於 2016 年帶頭發起阿姆斯特丹歐洲宣言，期望引領所有歐盟國家在 2019 年以前完成自駕車運輸方面的立法。</p> <p>(3)荷蘭正在推動智慧運輸與國際車廠以及資訊公司合作，另外荷</p>

各國政府對自駕車未來展望	
	蘭投入大量資源於的研究機構及教育體制，促使荷蘭的智慧運輸領域的發展。
新加坡	<p>(1)在 2017 年，新加坡針對車輛駕駛的法規已經認定車輛內可以沒有人類駕駛。</p> <p>(2)新加坡政府近年嚴格控管私有小汽車的數量成長，使新加坡的自小客車成長率由 3%降至 1.5%，甚至於 2018 年成功降到 0%。</p> <p>(3)2017 年南洋理工大學和新加坡科技工程有限公司子公司 ST Kinetics 合作開始測試自駕巴士，期望 2020 年後在市場普及。</p>
日本	<p>(1)日本政府在 2017 年開始在日本全國 10 處以上進行道路測試，希望在 2020 年前透過大量測試並實現讓自動駕駛技術 NHTSA Level 2 的自駕車在一般道路及高速公路行駛。</p> <p>(2)日本政府希望在 2020 年前完成在特定區域的無人自駕車接送服務。</p> <p>(3)日本政府希望在 2020 年初期讓自動駕駛技術 NHTSA Level 3 的自駕車在高速公路行駛，並開發高度安全駕駛支援系統，以提升交通安全。</p> <p>(4)日本政府希望在 2022 年以後在高速公路讓自動駕駛技術 NHTSA Level 2 以上的自駕貨車以車隊形式上路，而 2025 年以後讓完全自動駕駛技術 NHTSA Level 4 的自駕貨車上路。</p> <p>(5)日本政府希望在 2025 年以後讓完全自動駕駛技術 NHTSA Level 4 自駕車在高速公路上路。</p>

二、我國自動駕車輛發展分析

我國自駕車領域的進展迅速，近期從國內業者、學術單位及法人機構均積極有所投入，如中華智慧運輸協會、車輛研究測試中心、工研院資通所、工研院機械所、資訊工業策進會、中華電信結合新加坡淡馬錫控股公司持股近 95%的新科工程、裕隆集團/華創車電技術中心、中山科學研究院、臺灣車輛研發聯盟與各電動車輛業者等。而政府推動臺南沙崙綠能科學城、虎頭山物聯網、士北科測試基地等創新基地，亦積極規劃無人車測試場域。

其次是由各地方政府主導的跨國合作計畫，臺北市、桃園市、臺中市、高雄市、彰化縣、雲林縣等縣市已分別與喜門史塔雷克、中華智慧運輸協會、Navya、Easy Mile、中華電信、荷商 2getthere 等業者合作，包含開發臺灣自製無人駕駛巴士或引進國際無人駕駛巴士來臺，進行規模不同的技術開發與開放民眾試乘體驗。

(一)臺灣自駕車產業發展

1.無人駕駛巴士 EZ10

臺灣大學與科技顧問公司喜門史塔雷克(7Starlake)於 2017 年 5 月共同成立「AI 無人駕駛車研發團隊」，引進法國無人自駕巴士製造商 EasyMile 的 SAE 等級 4 無人自動駕駛電動巴士 EZ10 為測試平台，於臺灣大學水源校區正式啟動第一階段測試運行並開放試乘(如圖 2.13)。

而無人駕駛巴士 EZ10 自 2017 年 8 月 1 日凌晨 1 時至 4 時於信義路公車專用道進行五天實驗測試(如圖 2.14)，探測在高樓屏蔽下，GPS 是否還準確外，也要瞭解夜間路燈、紅綠燈、車燈、公車專用道上的玻璃反光等，是否會影響光學雷達的反應。2017 年 10 月在全球生態交通盛典使用智慧無人駕駛巴士 EZ10 擔任駁二藝術特區接駁車(如圖 2.15)，讓民眾實際體驗自動駕駛科技。



圖 2.13 無人駕駛巴士 EZ10 於臺大水源校區

資料來源：technews



圖 2.14 無人駕駛巴士 EZ10 於臺北市信義路

資料來源：聯合報



圖 2.15 無人駕駛巴士 EZ10 於全球生態交通盛典

資料來源：大紀元新聞網

2.桃園農博無人駕駛巴士

於 2018 年 5 月的桃園農業博覽會營運的無人駕駛巴士為第一輛國人自製的電動自駕車(如圖 2.16)。這是由桃園市與中華智慧運輸協會共同合作啟動「自動駕駛電動車」計畫串連汽車零組件業者進入自駕車供應鏈，將自駕車之研發、生產、營運都能留在桃園。日量為 80-100 名民眾，車輛以高精度攝影機，模擬人類視覺及人類學習駕駛的方式，透過反覆訓練 AI 辨識路線，以及周邊場景建立自動駕駛模式。這輛無人駕駛巴士臺灣廠商自製率達到 7 成，車輛主要零件已經國產化。

有別於其他自動駕駛示範場地，農博為一開放空間，在尚未開館時有許多工程車及人員進出，開館後則有大批遊客，如此複雜的環境，團隊投入加倍的訓練時間及反覆嘗試不同模型參數，才建立穩定的自動駕駛 AI 模型。亦因複雜環境之緣故，此案所建立的自動駕駛模型，可應付不同天候條件、行人及路邊停車干擾等擬真環境。

這次自駕車為臺灣自主開發，方法為人工智慧深度學習理論，核心概念以高精度攝影機，模擬人類視覺及人類學習駕駛的方式，透過反覆訓練 AI 辨識路線，以及周邊場景建立自動駕駛模式，隨著資料庫愈來愈豐富，未來可做到舉一反三，行駛在不同道路上，不需高成本的路側設施建置。

交通部政務次長王國材表示，從發展自駕車產業而言，桃園有能力達到 7 成自製，期待未來臺灣的資通科技及新創產業公司，把扮演好各自的角色，並組成臺灣的自駕車團隊，未來還可行銷於全世界。



圖 2.16 第一輛國人自製之無人駕駛巴士於桃園農業博覽會

資料來源：中華智慧運輸協會



圖 2.17 桃園無人駕駛巴士開發團隊

3.車輛研究測試中心(ARTC)自駕車

ARTC 的自駕車是由改裝 Luxgen 而來，搭載車頂的一顆光學雷達和 GPS、車頭的雷達、擋風玻璃上的攝影機以及 10 項 ADAS 技術。劃將定點接駁自駕車投入場區內常態性行駛，以收集數據資料，投入大數據分析與 AI 深度學習，陸

續技轉自駕車技術給廠商。ARTC 自駕車運作原理，是利用光達、雷達與影像辨識等多感知融合技術提供道路環境資訊，透過精密的演算與決策，做出最適當的行駛判斷，再搭配轉向、油門與煞車等系統控制，可透過車載聯網智慧型裝置與外界溝通，實現自駕車遠端監控與智慧運輸接駁服務。

在 2017 年底於鹿港彰濱工業區道路上展示「一般道路自駕車」及「定點接駁自駕車」雙模式，並以國人 10 大常見駕車情境，驗證自主研發自駕車的精準判斷與決策。預計希望在 2019 年成立一間新創公司，整合臺灣的零組件廠商與技術，並自製純臺灣製自駕車。



圖 2.18 ARTC 自駕車於彰濱工業區測試

資料來源：ARTC

4.工研院國內首部自動駕駛中型巴士

為帶領國內業者搶攻自駕車商機，在經濟部技術處的支持下，由工研院主辦，資策會、中科院共同協辦「自動駕駛感知次系統產業合作夥伴計畫」說明會，共吸引超過 170 位業者參與此計畫。並正式發表「S3 環周環境感知次系統軟硬體平台」，並著手打造國內首部自動駕駛中型巴士。期待藉由跨界合作的模式，鏈結相關產業，整合自駕車相關技術如光學雷達(LiDAR)、系統及軟體等資通訊技術，攜手臺灣廠商布局自駕車商機。預計在 2018 年底前完成特定場域自駕車系統測試，並將持續打造全臺首套 10 萬公里標註影像資料庫，建立臺灣自主自駕車軟體資安核心能量，為自駕車技術的研發注入創新能量，與車用產業廠商共同提升國際競爭力。



圖 2.19 工研院國內首部自動駕駛中型巴士

資料來源：工業技術與資訊月刊

(二)臺灣自駕車政策以及未來展望

1. 「自動駕駛車輛測試管理條例」

2017 年 10 月研擬「自動駕駛車輛測試管理條例」未來無人車將可在符合主管機關許可規範的情況下，行駛於一般道路進行實測，加速實現智慧城市的目標。而「自動駕駛車輛測試管理條例」含有開放、規範、責任、推動產業 4 個目的，其中包括：設定主管機關，中央與地方政府各司其職；承認自駕車的法律地位，採用申請許可制開放無人車能夠開上一般道路進行實測；授權主管機關擬定自駕車測試辦法；建立跨部會合作機制，共同規劃投資產業。「自動駕駛車輛測試管理條例」的政策利多，至少有 4 年 16 億科專的關鍵技術，還有無人車實測接續帶動車用半導體、車載鏡頭、車用面板、LED 車燈、充電樁、車身構件、智慧交通設施、車聯網、新能源等，將促進臺灣產業及龐大產業供應鏈的發展。

2.交通部 2017-2020 年智慧運輸系統發展建設計畫

「智慧運輸系統發展建設計畫」藉由中央地方攜手合作、輔導產業創新增值及場域集中整合資源等策略，106-107 年已選定以臺北宜蘭廊道、花東偏鄉地區與都市生活圈等 3 智慧運輸系統為育成基地，先行推動以下六大策略計畫，驗證成功後將再逐步推動至全國：

(1)智慧交通安全計畫

推動智慧汽機車安全研發、智慧路口安全計畫，以及將遊覽車動態資訊納入公路客運客車動態資訊，以追蹤掌握行車資訊，並建立安全、共享及綠能的智慧機車安全系統，另補助大型車裝設行車視野輔助系統等，逐步提升交通安全。

(2)運輸走廊壅塞改善計畫

以 eTag 讀取器、車輛測器及採用行動通訊資訊等方式，擴大即時路況資訊涵蓋面，並透過主動式交通資訊提供及有效的路徑導引，達到時間及空間分散車流，舒緩交通壅塞情形。

(3)東部及都會區偏鄉交通便捷計畫

透過智慧交通策略之運用，如擴大推動需求反應式公共運輸(DRTS)，採公車結合計程車撥召之彈性運輸服務模式，提升公共運輸服務可靠度及效率，增加交通工具選擇機會，提升偏鄉交通機動性，滿足東部/偏鄉居民基本交通需求。

(4)運輸資源整合共享計畫

以交通服務導向，透過交通行動服務介面及平台建置與訂位及付費整合，提供及戶(Door to Door)交通服務，滿足旅運者的交通需求。

(5)車聯網科技發展應用計畫

以宜蘭為示範區域，進行國道客運車隊車速調和及車路互動，提升車流運作效率及交通安全，並透過自動駕駛車輛示範計畫，探討及驗證我國車聯網應用發展之技術、營運、產業、法規與制度等議題。

(6)智慧運輸基礎與科技研發計畫

研發適合本土性汽機車混合車流號誌控制系統、設置車聯網車路整合運作離型平台及研發無人機在交通之應用等。

(7)智慧運輸系統發展建設計畫至 109 年預期績效目標包含

降低交通壅塞 25%、汽機車肇事率 20%、提高公共運輸使用量 10%、偏鄉地區公共運輸服務可及性 20%。創造關聯產業價值新臺幣 300 億元。

3.「自動駕駛車輛道路測試申請要點」

2018 年 3 月交通部研擬「自動駕駛車輛道路測試申請要點」解決無人車無法申請試車牌照，更無法進行一般道路測試之問題。自駕車道路測試作業申請要點，交通部計畫援用道路交通管理處罰條例授權子法，採行政命令，無須透過立法三讀的程序，最快預計年底能夠公布，將以實驗沙盒的概念，讓廠商得以向各

地方道路主管機關申請一般道路測試，而前提是申請車輛必須在封閉場域測試成功，才能在專用道路如公車專用道分流行駛，接著才能進階到混合車道。而此作業申請要點，交通部表示主要是針對廠商欲申請國內道路測試(暫不包含高速公路、快速道路等路段)，為辦理具備自動(輔助)駕駛功能之車輛申請道路測試及其審查並領取試車牌照而訂定，適用於特定時間及條件下，開啟自動駕駛系統取代人為控制之自動(輔助)駕駛功能車輛。另外包括車輛要求、測試人員資格、保險與賠償責任等，均將成為審查重點，預計核發測試車牌效期為 6 個月，可展延 1 次。

4. 「無人載具科技創新實驗條例」

2018 年 5 月 17 日行政院通過「無人載具科技創新實驗條例」有條件的允許開放自駕車等無人載具 1 年創新實驗期，並且允許最長 4 年的實驗期。

我國總統於 2018 年 12 月 19 日以華總一經字第 10700137551 號令制定公布「無人載具科技創新實驗條例」全文 24 條，包括：自駕車、無人機及自駕船等無人載具等規定，將使產學研各界於實際場域進行無人載具的科技、服務及營運模式的創新實驗時，能夠在特定範圍及條件下，暫時排除適用相關監理規範。根據全文規定，無人載具指車輛、航空器、船舶等結合無人駕駛的交通工具；經核准進行創新實驗期間，將可排除適用道路交通管理處罰條例、民用航空法、船舶法、船員法、電信法等部分規定，例如可不用符合車輛檢驗要求、駕照與執業登記等。草案原則上對無人載具給予 1 年創新實驗期，必要時可申請延長 1 年；若發現有法規調適需求，且目的事業主管機關認可有修法必要時，可再申請延長，全程最多以 4 年為限。「無人載具科技創新實驗條例」亦規定，無人載具實驗的申請、延期或變更，由經濟部召開審查會議，邀集目的事業主管機關、中央及地方相關機關代表、法律與相關領域專家與學者等代表，進行審核，並須於受理申請後 60 天內完成審核。

三、自駕車發展情境設定

經由本研究團隊蒐集國內外相關文獻，其中國際會計事務所 PwC 針對未來自駕車產業趨勢評估的報告中指出：電動化、自動化、共享、聯網以及車輛年度更新將會為未來自駕車產業的趨勢。未來的車輛將會朝向共享電動自駕車發展，車聯網技術的普及也會使車輛與車輛、車輛與基礎設施例如號誌控制以及車輛與人之間可以互相即時通訊以及交換資訊。而自駕車生命週期較隨著車輛技術的革新愈快速而愈短，因此需要每年更新車輛的軟硬體設備。如此也可以減少新車的購買具有經濟以及環保效益。

(一)技術與服務設定

1.技術發展設定：自駕車技術皆達到 SAE Level 5

再者，也綜合透過多場次專家訪談與座談會討論的結果，共同決定在基本情境設定上以未來自駕車技術皆達到 SAE Level 5，新型態載具的出現都歸納為自駕車，並假設所有機車都已經被自駕車以及公共運輸所取代。另外依據現在電動車快速的發展以及政府預計 2040 年汽車也將進入全電動車時代的願景，而設定所有的交通載具都是以電力為能源驅動，因此在基本情境設定上所有車輛皆為電動車。

2.技術發展設定：物聯網路側設施均普及

基礎設施例如車聯網已完全普及，車輛可以與車、路、行人及網際網路間，進行無線通訊和資訊交換。自駕車車體與車內軟體則是以年度更新的方式運轉並提升其軟硬體技術，增加車輛使用壽命。

3.服務應用設定：共享自駕車全面普及

自駕車技術以及共享的觀念已經完全被使用者接受並融入社會當中，因此所有載具皆使用自動駕駛技術，人為操控的載具已經不復存在，而且共享自駕車的比例遠大於私有自駕車。而計程車也因共享自駕車的普及而面臨部分計程車從運輸導向服務轉型成為觀光導向服務，因此對運輸服務面之影響甚少，因此在後續章節探討對運輸服務影響時暫不將計程車列入討論項目，但因牽涉到司機角色之社會影響層面，因此將在社會行為面進行衝擊影響評估探討。

4.服務應用設定：公共運輸全面自動駕駛化

公共運輸包含軌道運輸中的高鐵、捷運、區域鐵路等，公路客運、國道客運和市區公車均保留，但公路客運與市區公車採自動駕駛；慢行交通包含公共與私有自行車都還持續運行。至於小汽車的部分，設定運輸模式將轉變為私人及共享自駕車。

表 2.10 自駕車普及之基礎情境

自駕車普及之基礎情境設定	
車輛全面達到自動駕駛技術SAE Level 5	
車輛全面電動化	
僅考慮3輪以上之機動車輛	

表 2.11 設定自駕車普及後之載具型式

自駕車普及情境之載具型式	
汽車	私人電動自駕車
	共享電動自駕車
公共運輸	自駕巴士
	計程車 (觀光服務導向)
	捷運
	火車
	高鐵
慢行交通	步行
	私人自行車
	公共自行車

(二)情境設計

1.依運輸服務範圍分為三情境

依據以上技術發展與服務模式之設定，進一步依據運輸服務服務範圍區分為都市地區運輸、中小型都市與偏鄉地區運輸與城際運輸共設定3種情境。其中都市地區運輸與偏鄉地區運輸是依據公共運輸使用比例30%來區分，公共運輸使用比例大於30%定義為都市地區，而公共運輸使用比例小於30%者則定義為中小型都市與偏鄉地區，另外，加上針對旅行距離大於50公里之城際運輸以自駕車與公共運輸各一半比例定義為一種情境，因此總共設定出3種情境。

表 2.12 自駕車普及後之3種情境設定

自駕車普及後之3種情境設定	
情境一： 都市地區	公共運輸使用比例大於30%
情境二： 中小型都市與偏鄉地區	公共運輸使用比例大於30%
情境三： 城際運輸	旅行距離大於50公里，50%自駕車以及50%公共運輸

2. 載具分配比例假設

依據基礎情境與公共運輸使用比例以及旅行距離設定出的 3 種情境，再對這 3 種情境進行載具比例的設定。在載具比例分配的設定則是參考諸多相關文獻，參考 OECD ITF(2015)模擬自動駕駛技術 SAE Level 5 的自駕車在葡萄牙里斯本普及後，搭配共享、共乘以及公共運輸有無的情境設定下進行交通運輸影響評估，進行本研究之相關設定。

首先，在本節之基礎情境假設有提及共享自駕車之比例會遠大於私有自駕車，且透過文獻回顧皆指出共享自駕車會是未來的一大趨勢。因此，在載具比例設定則先進行私人與共享自駕車的比例設定，再依 3 種不同的情境加入其他載具的變數以推估整體載具比例。

經交通部 2016 年統計有 650 萬輛私有小客車，並依據國內汽車網站 U-CAR 調查國民購車預算統計得出有 5% 的國民願意購買價值 300 萬元以上之車輛，又調查目前上市搭載自動駕駛輔助系統之車輛的平均售價為 350 萬元，藉此推估未來此 5% 的車輛約 33 萬輛為私有自駕車；而共享自駕車的部分依參考國際運輸論壇的報告來假設共享自駕車車輛數，在國際運輸論壇報告之文獻提及共享自駕車全面普及並搭配公共運輸時在交通尖峰時段車輛數會減少為原本車輛數之 35%，因此假設有 228 萬台共享自駕車，因此，根據以上推動可獲得私人與共享自駕車初始的比例為 **15：85**。

藉由參考交通部 2016 年統計資料，以及交通部運研所在各載具在都市地區、偏鄉地區以及城際運輸之現階段使用比例來設定情境的載具使用比例。而被自駕車取代之機車比例將會以 **1：1** 分配到共享自駕車以及公共運輸，在此設定私有自駕車為一特定使用族群，因此使用比例不會受其他載具影響。而公共運輸比例將微幅提高，慢行交通因為被自駕車取代最後一里路之功能而減少，在此設定為減少一半，其減少比例會轉移至共享自駕車上。

以情境一為例，現有汽車載具比例為 15%，以私有與共享自駕車 15：85 的初始比例分配後得到私有 2% 共享 13%，機車減少的部分 35% 將以 1：1 比例分配給共享自駕車 17.5% 與公共運輸 17.5%，慢行交通減少的 5% 則全部配給共享自駕車，因此，共享自駕車比例為 35.5%，公共運輸為 57.5%，各載具比例取最近 5 的倍數之數字以利設定，因此得到私有自駕車、共享自駕車、公共運輸以及慢行交通之比例分別為 2%、38%、55 以及 5%。而依此 3 種情境所設定之載具使用比例如表 2.13 顯示。

表 2.13 情境一之載具比例分配

情境一：都市地區運輸型態				
共享自駕車普及率	私有與共享自駕車比例	機車	公共運輸比例	慢行交通比例
現階段載具使用比例	私有(15%) 共享(0%)	35%	40%	10%
情境一設定之載具使用比例	私有(2%) 共享(38%)	0%	55%	5%

表 2.14 情境二之載具比例分配

情境二：偏鄉地區運輸型態				
共享自駕車普及率	私有與共享自駕車比例	機車	公共運輸比例	慢行交通比例
現階段載具使用比例	私有(30%) 共享(0%)	50%	10%	10%
情境二設定之載具使用比例	私有(5%) 共享(60%)	0%	30%	5%

表 2.15 情境三之載具比例分配

情境三：城際運輸型態		
共享自駕車普及率	私有與共享自駕車比例	公共運輸比例
現階段載具使用比例	私有(60%)、共享(0%)	40%
情境三設定之載具使用比例	私有(10%)、共享(40%)	50%

第三章 運輸服務面衝擊影響評估

藉由本研究團隊蒐集之相關文獻，並透過與交通運輸專家進行深度專訪與討論，同時藉由多場次不同主題之專家學者座談會之深度交流與意見溝通，共同歸納出自駕車在技術系統普及時期以及社會系統普及時期對私人以及共享載具、公共運輸、慢行交通、交通基礎建設以及交通安全面向的影響。

一、對運輸服務面影響之文獻回顧

(一) 都市機動力系統的再升級-OECD, International Transport Forum (2015)

OECD 國際運輸論壇 ITF 於 2015 年深入探討共享自駕車會如何影響一個城市的交通以及都市型態，並以葡萄牙里斯本市作為研究對象，針對里斯本市進行詳細旅次調查，得到每一個旅次起迄點數據並彙整成資料庫，利用大數據資料分析以及對里斯本市進行不同的情境設定進行模擬後，得到當自駕車普及後對於車輛總數、停車需求、車輛等待與旅行時間、車輛閒置時間、共乘車輛載客人數以及平均延車公里的影響。

在此研究中的情境設定如表 3.1 所示，自駕車技術已達 SAE Level 5，私有以及共享載具的比例以全部共享自駕車、與共享自駕車與私人燃油汽車比例各占一半分為二種情境；再以是否允許共乘的自駕車以及是否存在高運量公共運輸共細劃分為 8 個情境。又因諸多相關文獻也指出自駕車普及後公共運輸依然會扮演重要的角色。

表 3.1 里斯本市情境設定

情境設定		
100% 共享自駕車	允許共乘	有高運量公共運輸
		無高運量公共運輸
	不允許共乘	有高運量公共運輸
		無高運量公共運輸
50% 共享自駕車 50% 私人燃油汽車	允許共乘	有高運量公共運輸
		無高運量公共運輸
	不允許共乘	有高運量公共運輸
		無高運量公共運輸

資料來源： OECD, International Transport Forum (2015)

對於車輛總數的變化如表 3.2 所示，在共享自駕車完全普及並搭配高運量公共運輸的情境中，僅需原本現有車輛總數的 10%~17%，但是在交通尖峰時刻如圖 3.1 所示，則需要現有車輛總數的 35%；而在共享自駕車與私人燃油汽車比例各占一半的情境中，僅需原本現有車輛總數的 78%~82%。

表 3.2 各情境下車輛總數之變化

自駕車普及後對於車輛總數之變化		
情境設定		相較原本數值之比例(%)
100% 共享自駕車	允許共乘	10.4
	不允許共乘	16.8
50% 共享自駕車	允許共乘	78.2
50% 私人燃油汽車	不允許共乘	82.0

資料來源： OECD, International Transport Forum (2015)

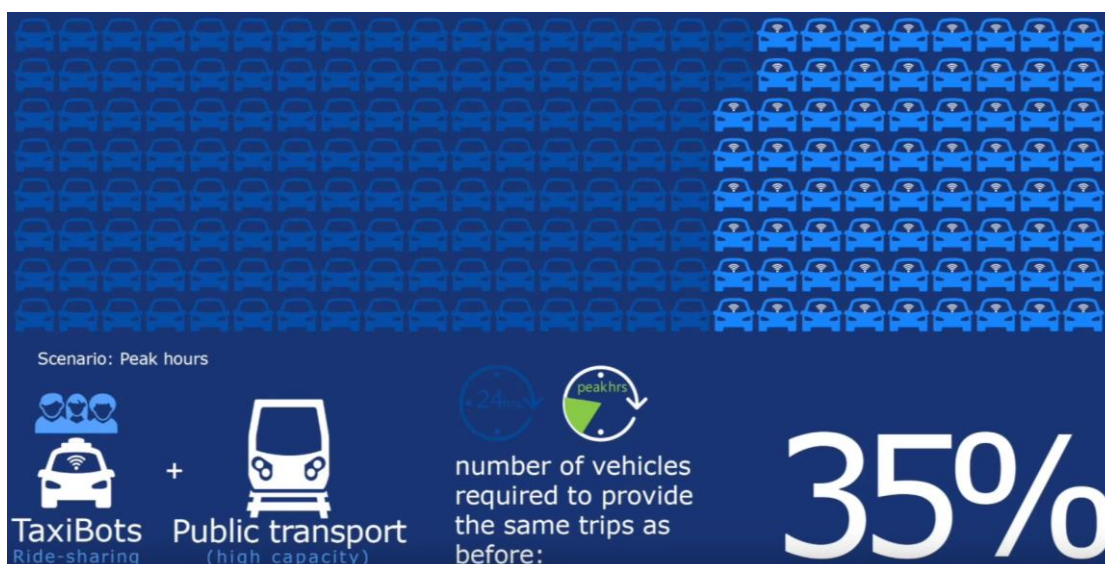


圖 3.1 交通尖峰時刻需要原有總車輛數之比例

資料來源： OECD, International Transport Forum (2015)

對於車輛等待與旅行時間的變化如表 3.3 所示，在共享自駕車完全普及並搭配高運量公共運輸的情境中，僅需現有原本車輛等待時間的 11%~14%，及原本車輛旅行時間的 63%~87%；而在共享自駕車與私人燃油汽車比例各占一半的情境中，僅需現有原本車輛等待時間的 12%~16%以及原本車輛旅行時間的 69%~107%，造成 107%的原因為因為允許共乘需要到各地載客人，導致旅行時間相較現在情境增加。

表 3.3 各情境下車輛等待與旅行時間變化

自駕車普及後對於車輛等待與旅行時間之變化			
情境設定		車輛等待時間相較原本數值之比例(%)	旅行時間相較原本數值之比例(%)
100% 共享自駕車	允許共乘	14.4	87
	不允許共乘	11.5	62.5
50% 共享自駕車	允許共乘	15.4	107.3
50% 私人燃油汽車	不允許共乘	12.8	68.9

資料來源： OECD, International Transport Forum (2015)

對於車輛閒置時間的變化如表 3.4 所示，在共享自駕車完全普及並搭配高運量公共運輸的情境中，僅需原本現有車輛閒置時間的 27%~35%；而在共享自駕車與私人燃油汽車比例各占一半的情境中，僅需原本現有車輛閒置時間的 23%~39%。

表 3.4 各情境下車輛閒置時間變化

自駕車普及後對於車輛閒置時間之變化		
情境設定		相較原本數值之比例(%)
100% 共享自駕車	允許共乘	27.2
	不允許共乘	35.2
50% 共享自駕車	允許共乘	23.6
50% 私人燃油汽車	不允許共乘	38.6

資料來源： OECD, International Transport Forum (2015)

對於共享車輛中共乘車輛載客人數比例分布如表 3.5 所示，在共享自駕車完全普及並搭配高運量公共運輸的情境中，載客人數 1-2 人、3-5 人以及 5-8 人分別占了 35%、59% 以及 6%，因此平均承載率為 3.27 人；而在共享自駕車與私人燃油汽車比例各占一半的情境中，載客人數 1-2 人、3-5 人以及 5-8 人分別占 34%、47% 以及 20%，因此平均承載率為 3.64 人。

表 3.5 各情境下共乘車輛載客人數比例分布

自駕車普及後對於共乘車輛載客人數比例分布		載客人數 1-2 人之比例(%)	載客人數 3-5 人之比例(%)	載客人數 5-8 人之比例(%)
100% 共享自駕車	允許共乘	35.2	58.7	6.1
	不允許共乘	100	0	0
50% 共享自駕車 50% 私人燃油汽車	允許共乘	33.6	47.1	19.3
	不允許共乘	100	0	0

資料來源： OECD, International Transport Forum (2015)

而對於平均延車公里的變化如圖 3.2 所示，在共享自駕車完全普及並搭配高運量公共運輸的情境中，允許共乘的共享自駕車會使平均延車公里增加 6%，不允許共乘的共享自駕車則會使平均延車公里增加 44%。

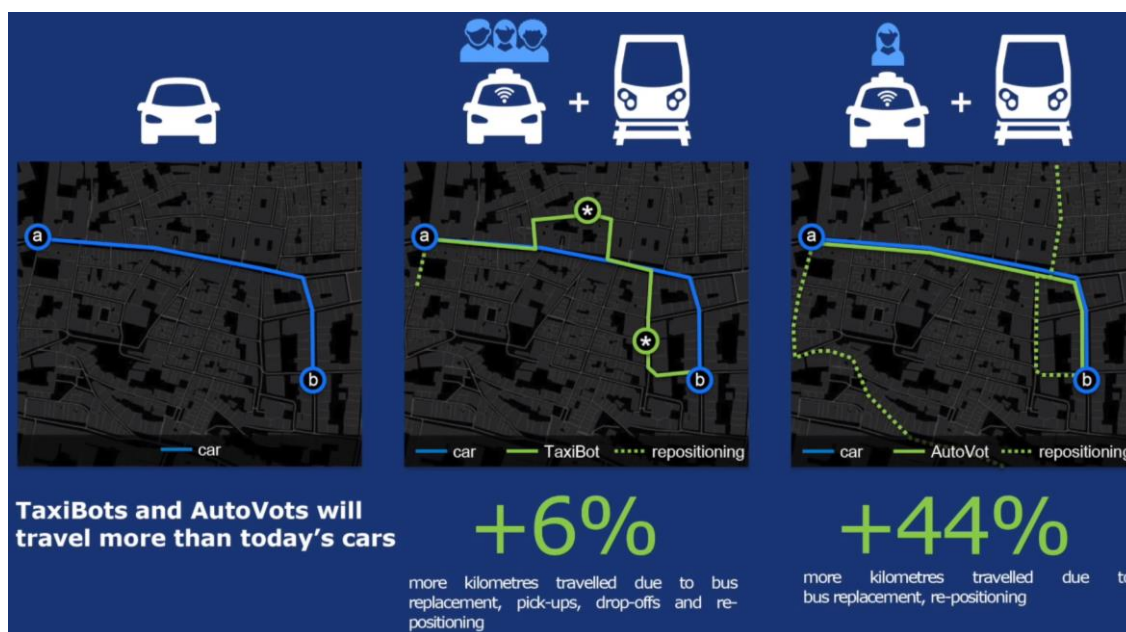


圖 3.2 允許共乘與否之平均延車公里比例之變化

資料來源： OECD, International Transport Forum (2015)

由此研究可知，不論共享自駕車是否完全普及，車輛總數、停車需求、車輛等待與旅行時間以及車輛閒置時間都會減少；共乘車輛載客人數以及平均延車公里都會增加。而允許共乘與否會大幅影響預測數據的變化量，允許共乘所減少的車輛總數以及停車需求，以及所增加的平均延車公里都遠大於不允許共乘的共享自駕車。而往後預測臺灣未來自駕車的運輸環境也可以之作為參考。

(二)智慧運輸系統下自駕車之比例預估_臺南市運輸系統整體規劃(2017)

臺南市政府為因應未來運輸系統曾於 2011 年起陸續進行整體運輸規劃，並 2017 年出版「臺南市運輸系統整體規劃_綜合運輸規劃總結報告書」，其中在智慧運輸系統(臺南運輸 4.0)中對於自駕車對未來運輸環境的影響進行模擬預測。在此規劃報告對自駕車的預測，提出三種情境來分析模擬並與預測民國 120 年運輸系統為標準的基礎情境進行比較，此三種情境分別為保守情境、中估情境及樂觀情境。各情境之旅行時間、尖峰旅次數與載具分配如表 3.6 至表 3.8 所示。

保守情境設定為隨著自駕車漸漸普及，路邊停車空間銳減，因此道路容量設定為原本的 1.5 倍，而小客車乘載率為 1.32 人。模擬結果顯示平均旅次時間增加約 1.5 分鐘，平均旅次速率每小時減少約 1.5 公里，機車以及大眾運輸工具使用比率都會因此而下滑，機車下滑比例最多約 9%，汽車則增加約 10%。

表 3.6 臺南市自駕車發展之保守情境

智慧運輸系統之保守情境與基礎情境之比較				
平均旅次時間 (分鐘)	基礎情境		保守情境	
		12.86		14.37
平均旅次速率 (公里/小時)	27.74		26.25	
載具分配	尖峰小時旅次數 (人旅次)	比例(%)	尖峰小時旅次數 (人旅次)	比例(%)
汽車	150,145	19.9	223,881	29.6
機車	555,299	73.5	485,066	64.2
大眾運輸工具	50,076	6.6	46,573	6.2

資料來源：臺南市運輸系統整體規劃_綜合運輸規劃 (2017)

中估情境然隨著推動公共運輸行動服務(MaaS)的普及而有更安全、便利以及便宜的運輸服務提供使用者選擇，因此設定機車被全面被取代。另外智慧運輸系統的使用預計將會更為普及，共享經濟與共乘觀念漸漸開始被接受，因此設定小客車乘載率會從 1.32 人提升至 2 人，而因為考量相對長途的旅次設定大眾運輸工具之旅次數具占有 20% 的比例，而道路容量與保守情境一樣設定為原本的 1.5 倍。模擬結果顯示平均旅次時間縮短約 1.3 分鐘，平均旅次速率每小時增加約 4 公里，汽車以及大眾運輸工具使用的比率都大幅上升，汽車增加約 60%，而大眾運輸工具使用比例增加了約 14%。

表 3.7 臺南市自駕車發展之中估情境

智慧運輸系統之中估情境與基礎情境之比較				
	基礎情境		中估情境	
平均旅次時間(分鐘)	12.86		11.60	
平均旅次速率(公里/小時)	27.74		31.75	
載具分配	尖峰小時旅次數 (人旅次)	比例 (%)	尖峰小時旅次數 (人旅次)	比例 (%)
汽車	150,145	19.9	610,254	79.2
機車	555,299	73.5	0	0
大眾運輸工具	50,076	6.6	159,981	20.8

資料來源：臺南市運輸系統整體規劃_綜合運輸規劃 (2017)

而樂觀情境然隨著推動公共運輸行動服務(MaaS)逐漸穩定，智慧運輸系統的使用預計將會更為普及，共享經濟與共乘觀念將會被更廣為接受，因此設定小客車乘載率為 2.5 人。其餘設定道路容量為原本的 1.5 倍以及大眾運輸工具之旅次數具占有 20% 的比例都與中估情境相同。因此模擬結果顯示乘載率的提高使平均旅次時間縮短約 2.5 分鐘，平均旅次速率每小時增加約 7.8 公里，汽車以及公共運輸載具使用增加的比例與中估情境相同。

表 3.8 臺南市自駕車發展之樂觀情境

智慧運輸系統之樂觀情境與基礎情境之比較				
	基礎情境		樂觀情境	
平均旅次時間(分鐘)	12.86		10.37	
平均旅次速率(公里/小時)	27.74		35.55	
載具分配	尖峰小時旅次數 (人旅次)	比例 (%)	尖峰小時旅次數 (人旅次)	比例 (%)
汽車	150,145	19.9	610,254	79.2
機車	555,299	73.5	0	0
大眾運輸工具	50,076	6.6	159,981	20.8

資料來源：臺南市運輸系統整體規劃_綜合運輸規劃 (2017)

表 3.9 三種情境情境與基礎情境之模擬結果比較

智慧運輸系統三種情境與基礎情境之模擬結果比較			
	保守情境	中估情境	樂觀情境
平均旅次時間	+11.7%	-10.1%	-19.4%
平均旅次速率	-5.4%	+14.4%	+28.1%
汽車	+9.7%	+59.3%	+59.3%
機車	+9.3%	-73.5%	-73.5%
大眾運輸工具	-0.4%	+14.2%	+14.2%

資料來源：臺南市運輸系統整體規劃_綜合運輸規劃 (2017)

(三)都市旅次總成本模式構建之研究 (2007)

都市運輸相關之「基礎建設投資」、「各類載具稅費」、「公共運輸補貼」與「監督管理機制」等重大政策與措施之研訂，必須以公平合理與量化分析結果為依據，而「旅次總成本」(full trip cost)之數量化分析，即為其中重要之基礎工作。為瞭解大臺北都會區都市旅次總成本，張學孔與郭瑜堅(2007)經由對載具各項成本分析與探討，依社會總成本之觀點，建立一套旅次總成本分析模式。

此研究以社會總成本觀點為基礎，探討旅次行如表 3. 10，以及對各種載具包括步行、腳踏車、汽機車、計程車、公車以及其他載具之使用者成本、基礎建設成本、旅行時間成本以及外部成本。並以臺北都會區為例，得到旅次型態如表 3. 11。臺北作實證分析並提出改善政策與其績效分析。研究結果發現，私人運輸工具對於乘載率之敏感度遠高於大眾運輸，這也是提倡高乘載政策與與共乘之依據。此外在載具移轉之敏感度分析中，臺北都會區每移轉 5%之私人運輸旅次至大眾運輸，每日可降低 1.38 億元之旅次總成本。這個數據也強烈支持大眾運輸導向之運輸政策增加整體社會效益。

表 3.10 無轉乘旅次與轉乘捷運之旅次型態

(一) 無轉乘型態之旅次		
1. 步行旅次		
2. 腳踏車旅次		
3. 機車旅次		
4. 小客車旅次		
5. 計程車旅次		
6. 公車旅次 (含公車轉公車)		
7. 捷運旅次 (含捷運轉乘捷運)		
(二) 有轉乘型態之旅次-捷運		
到站	主要運具	離站
1. 步行	捷運系統	步行、腳踏車、機車、小客車、計程車、公車
2. 腳踏車		步行、腳踏車、機車、小客車、計程車、公車
3. 機車		步行、腳踏車、機車、小客車、計程車、公車
4. 小客車		步行、腳踏車、機車、小客車、計程車、公車
5. 計程車		步行、腳踏車、機車、小客車、計程車、公車
6. 公車		步行、腳踏車、機車、小客車、計程車、公車

資料來源：張學孔、郭瑜堅 (2007)

其中，有關於旅次型態的部分，一般而言旅次從出發至到達目的地，皆為三段旅次所構成，即使是私人運輸，應該經過步行、使用私人運輸工具然後再以步行到達目的地，並將都市內捷運轉乘之旅次納入分析。所有旅次成本模式包含無轉乘 5 種，公車之間以及捷運之間的轉乘 2 種，有轉乘部分共 36 種，因此整體分析所有旅次型態共 43 種。

表 3.11 臺北都會區之旅次型態

(一) 無轉乘型態之旅次		
1. 機車旅次		
2. 小客車旅次		
3. 計程車旅次		
4. 公車旅次 (含公車轉公車)		
5. 捷運旅次 (含捷運轉乘捷運)		
(二) 有轉乘型態之旅次-捷運		
到站	主要運具	離站
1. 步行	捷運系統	步行、腳踏車、機車、小客車、計程車、公車
2. 腳踏車		步行、腳踏車、機車、小客車、計程車、公車
3. 機車		步行、腳踏車、機車、小客車、計程車、公車
4. 小客車		步行、腳踏車、機車、小客車、計程車、公車
5. 計程車		步行、腳踏車、機車、小客車、計程車、公車
6. 公車		步行、腳踏車、機車、小客車、計程車、公車

資料來源：張學孔、郭瑜堅 (2007)

一個都市之旅次成本，最直接之因素除載具使用之分配外，就是乘載率之高低。由於要改變載具之分配方式，要許多政策與策略之配合。而且相關政策之改變，造成載具轉移之高低並不容易預測。載具移轉牽涉之因素包括乘載率改變、旅次長度改變、旅次行為改變及路徑改變等。

圖 3.3 為臺北都會區旅次分類圖，臺北市從旅次總成本(含旅次長度)之觀點來看，臺北都會區目前被使用最多之旅次與長度最長之旅次，是造成最多社會總成本之私人載具。由此結果來看，更加彰顯了私人運輸工具所造成問題之嚴重，代表私人運輸消耗最多的社會資源，造成最多的外部性，獲得最多的補貼。從社會公平的觀點來看，外部影響越多之運輸工具，應該付出更多代價。而私人運輸工具外部性大，但又使用最多，代表已付代價和應付代價差距過大(外部成本與基礎設施成本部分為未付出之代價)，應該採取相關稅費政策以抑制私人運輸工具之使用。此外，相對應該給予大眾運輸一定之補助，則對大眾運輸運量之提升有所助益。

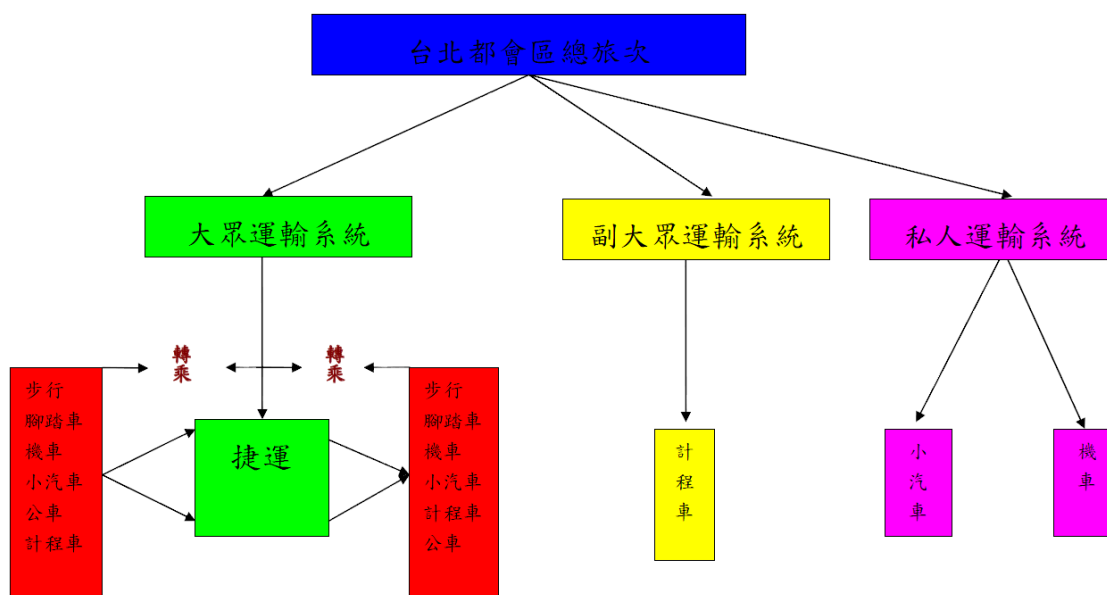


圖 3.3 為臺北都會區旅次分類圖

資料來源：張學孔、郭瑜堅 (2007)

由於此研究模式在計算上不會受限於城市與區域之差異，因此在任何一個國家或地區，只要蒐集模式所需之參數，皆可計算出各種旅次之成本。因此本研究團隊將參考此研究之旅次型態與模式，將原先設定的情境套用此研究模式研究未來自駕車普及後旅次型態以及旅次成本的改變。

由表 3.12 可以看出，此十種發生率最高之旅次已經達總旅次的 92.92%，具有相當代表性，可做為分析自駕車普及以後對臺北都會區出行方式改變之參考。在 92.29% 的旅次中，可將自駕車所影響的旅次種類分為直接影響及間接影響。直接影響部分，包括機車、小客車以及計程車，總計達到 66.39%，未來將會被自駕車的旅次直接取代。而間接影響部分，搭配大眾運輸的轉乘如圖 3.4 所示，影響到的轉乘旅次包括捷運轉乘步行及機車，共占總旅次約 9%，預計皆會被自駕車取代。由此可見，在保守估計的情境下，自駕車的出現對現有的旅次結構可能造成 70% 以上的變化。對於公共運輸而言，自駕車將會成為轉乘的主要載具，除了慢行交通影響較小之外，其餘機車、小客車甚至是計程車的轉乘，都會被自駕車取代。若配合都市內的汽車數量管制，大眾運輸也可能成為過往汽機車使用者的載具選擇，而其及門服務的不足可以由自駕車來彌補。

表 3.12 臺北都會區發生率最高之十種旅次

排名	旅次別	百分比	總成本	每公里總成本
1.	機車	30.98%	145.05	17.27
2.	小客車	27.23%	346.68	18.74
3.	公車	14.34%	79.65	10.07
4.	計程車	8.18%	54.13	12.16
5.	步行-步行	5.80%	79.73	40.62
6.	捷運 公車-公車	2.41%	82.69	10.4
7.	運 步行-公車	1.39%	81.28	25.33
8.	轉 公車-步行	1.23%	81.28	25.33
9.	乘 機車-步行	0.75%	176.76	27.15
10	機車-機車	0.61%	273.66	13.68
總計		92.92%		

資料來源：張學孔、郭瑜堅 (2007)

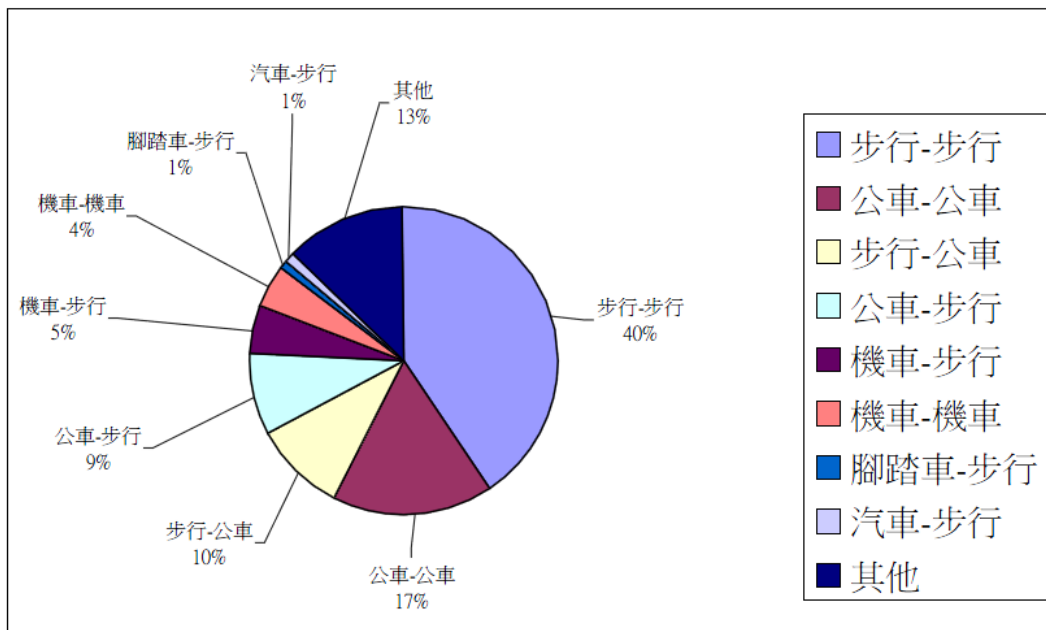


圖 3.4 捷運接駁載具比例分布

資料來源：張學孔、郭瑜堅 (2007)

(四) 共享電動自駕車車隊的管理_美國奧斯汀為例

Chen and Kockelmen (2016)以美國奧斯汀市為對象研究，探討共享電動自駕車的價格制定會如何影響私有載具以及公共運輸的載具使用比例。文獻中設定將自駕車以共享載具形式經營，提出數種定價方式並運用模型分析對運輸服務之影響。

研究結果如圖 3. 5 顯示共享電動自駕車在價格每英哩 0.75 美元的情況下，共享電動自駕車會有約 40% 的使用率，私有載具大約占 50%，而公共運輸則只占約 10%。而隨著使用共享電動自駕車價格提高至每英哩 0.85 美元，共享電動自駕車、公共運輸以及私有載具之使用比例分別會變為約 27%、12% 以及 61%，當共享電動自駕車價格提高至每英哩 1 美元時，共享電動自駕車、公共運輸以及私有載具之使用比例分別會變為約 14%、14% 以及 72%。因此可以從研究結果得知調整共享電動自駕車的使用價格最多可以轉移共享電動自駕車 25%，公共運輸旅次 4%，私有載具旅次 21% 的使用比例。隨著共享電動自駕車的價格降低，共享電動自駕車就會被越多族群接受，而公共運輸及私有載具被取代之比例就會越高。

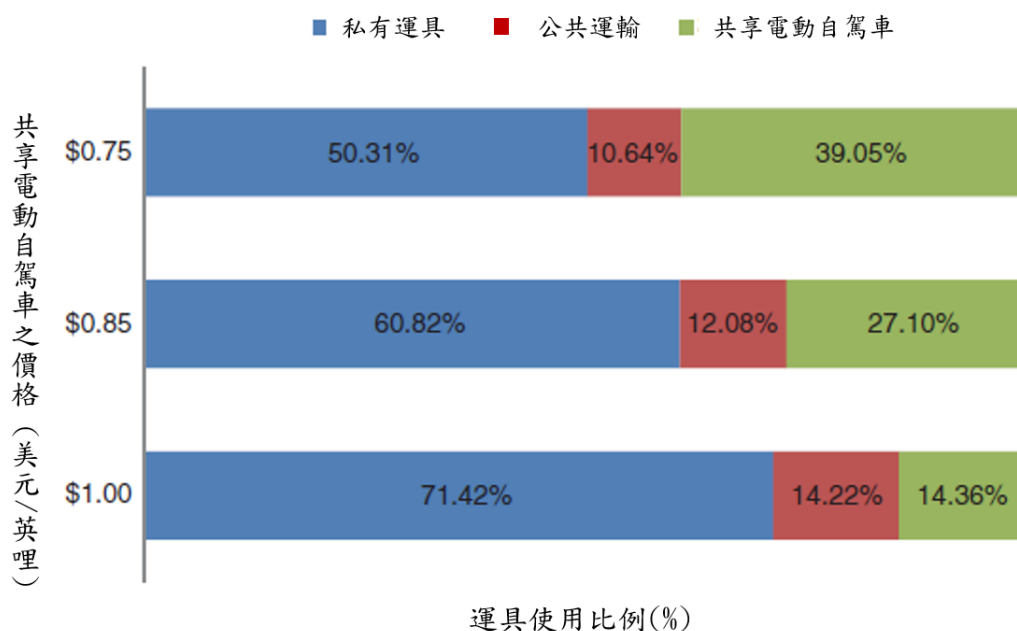


圖 3.5 共享電動自駕車定價方式對運輸服務之影響

資料來源：Chen and Kockelmen (2016)

(五) 自駕車的時間價值_Levin and Boyles (2015)

Levin and Boyles (2015) 也是以美國奧斯汀市為對象研究，探討各旅行時間價值族群對於使用公共運輸以及自駕車之影響。文獻中設定將群眾以旅行時間價值分為 10 個族群，從第 1 個族群到第 10 個族群代表個人所得高的族群到個人所得低的族群，自駕車將會隨價格降低而被越多族群採用，並運用模型分析對使用公共運輸以及自駕車使用需求比例之影響。

研究結果如圖 3. 6 顯示，公共運輸使用需求從第 7 個族群採用自駕車後開始驟減，在第 8 個族群時減少約 25%，而到第 9 以及第 10 個族群採用自駕車時公共運輸使用需求已經減少約 60%，因此當自駕車能夠被所有族群採用時，低旅行時間價值族群的公共運輸需求將減少約 60%；另外圖 3. 7 顯示在私有載具使用者中對自駕

車使用之需求從第 7 個族群採用自駕車到第 8 個族群採用之間增加約 30%，而到第 9 以及第 10 個族群採用自駕車時對自駕車使用需求已經超過 80%。因此當自駕車能夠被所有族群採用，私有載具的旅次將有約 80% 被自駕車取代。

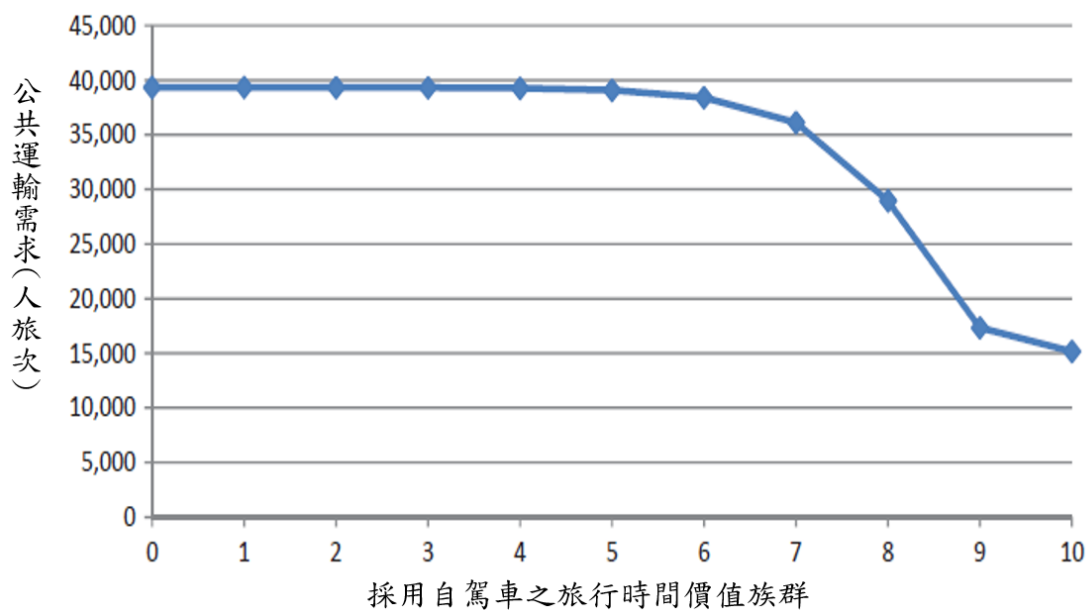


圖 3.6 採用自駕車族群對公共運輸需求之影響

資料來源：Levin and Boyles (2015)

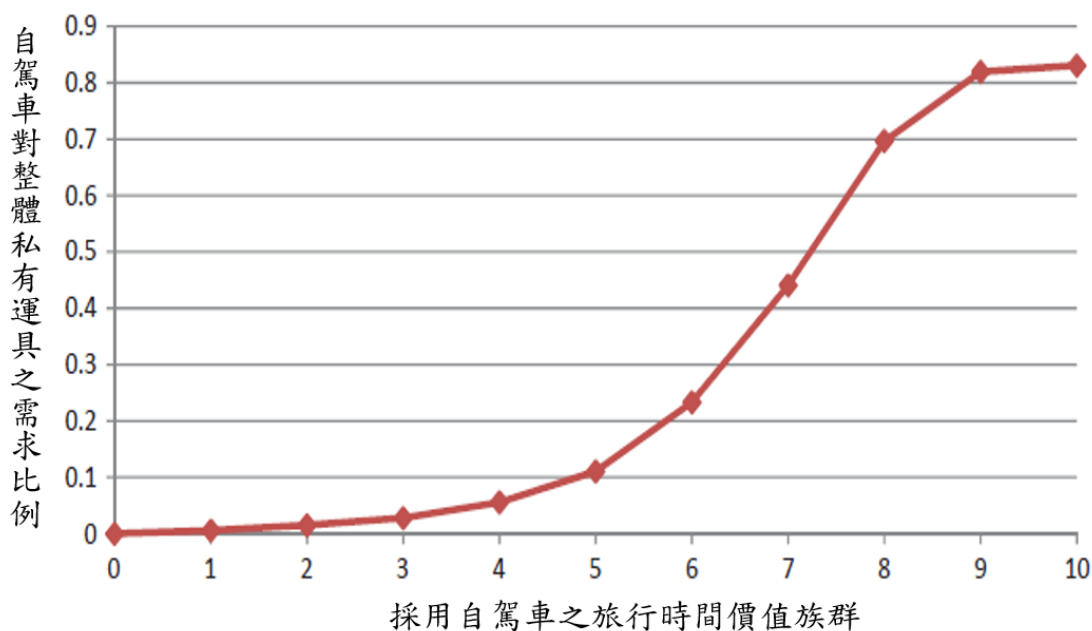


圖 3.7 採用自駕車族群對自駕車需求之影響

資料來源：Levin and Boyles (2015)

二、對運輸服務面之影響

(一)對私有以及共享載具之影響

1.自駕車將提供消費者另一種選擇

Merat et al. (2017)在 ITF Discussion Paper No.2017-10 中探討人為因素、用戶要求和用戶對自動駕駛汽車共享的接受程度，指出自駕車的普及為消費者帶來 2 種選擇，一種是選擇購買或付費使用 SAE Level 2 到 3 之間的私有自駕車，或是購買或付費使用 SAE Level 4 之共享自駕車。排除能源消耗以及污染排放，願意購買擁有私有自駕車的消費者相較願意購買或使用共享自駕車的消費者還要多。因此文獻中探討共享自駕車要被接受所需要的條件，如表 3.13 所示：

表 3.13 共享自駕車被接受之條件整理

共享自駕車被接受之條件
(1)對車輛的信用與安全性
(2)在任何時間都可以使用
(3)可以抵達任何目的地
(4)在任何氣候環境行駛
(5)乾淨、舒適且安全的車內環境
(6)保護個人隱私
(7)對交通弱勢族群例如小孩以及老人之可及性

資料來源：Merat et al. (2017)

文獻中指出要即使擁有私有自駕車會相較共享自駕車方便且舒適許多，但是隨著私有自駕車的數量增加會衍生出塞車、能源消耗更快速以及對停車空間需求會更多，因此要讓共享自駕車普遍被接受需要政府與車商合作，並藉由社群網絡以及群眾外包的普及了解更多低成本的運輸需求，如此才可以讓共享自駕車成為鄉費者的首選。

另也有部分文獻提到民眾對於共享自駕車的接受度並不那麼高。Bansal et al. (2016)針對美國奧斯汀 347 位居民調查是否願意放棄原本車輛乘坐共享自駕車，僅有 13%的居民願意放棄原有車輛並乘坐共享自駕車，而有 35%的居市民無論使用成本多寡都不願意使用共享自駕車。而 Krueger et al. (2016)的研究對 435 位澳洲都會地區的居民進行網路問卷，調查對共享自駕車的使用意願，結果顯示超過 70%的居民不願意使用共享自駕車。另外，Haboucha et al. (2017)的研究顯示在對 1920 位美國以及加拿大地區的居民進行問卷調查，探討對共享自駕車的使

用意願，結果顯示僅有 5.4%的居民願意放棄原本載具使用共享自駕車。以上 3 個研究顯示共享自駕車並為大多數民眾所接受，因此需要上述 Merat et al. (2017) 所提及共享自駕車被的條件才較有機會可以廣為民眾所接受。

2. 自駕車可提高車輛乘載率

經濟學人(The Economist, 2018)探討自駕車普及後，對共享自駕車的使用有何影響。文獻指出共享自駕車可以提高乘載率，並且減少車輛需求數量，因此可以減緩塞車現象。但是當搭乘共享自駕車的成本減少，普及率增加時，反而因為產生誘發需求，造成更多人使用共享自駕車而產生更多旅次，且出現路上有許多共享自駕車輛空車，在路上繞行等待下一個乘客，最後導致共享車輛過多而出現塞車的情形。因此如上一節 Chen and Kockelmen (2016)的研究，制定適當的使用費率可以控制共享自駕車的數量，避免過多人使用而導致塞車的情形發生。有些城市已經開始徵收道路擁擠費，也劃設共享車道，在鼓勵民眾使用共享自駕車的同時，藉由收費制度避免共享自駕車氾濫的情形產生。另外有些城市要收取路邊停車費用，例如在機場周邊的共享自駕車在路邊停車的收費制度會因時間、地點、車輛型式、乘客數量以及道路水平而變動，在讓更多人使用共享自駕車以及避免塞車之間達成平衡。

3. 自駕車可能提高原有道路交通流量

Zhang et al.(2018)探討在私有自駕車普及後，對擁有現在私有車輛的使用者數量以及對交通流量的影響。文獻中針對美國亞特蘭大都會區 10,278 個家戶進行調查，其中有 96%的家戶擁有一輛以上的私有車輛。文獻指出在私有自駕車普及後有 18%的家戶願意放棄原本所有的私有車輛，而有 24.1%的家戶願意放棄至少一台私有車輛；另外運用模型分析出私有自駕車普及後可以滿足相同旅運所導致交通流量會增加 13%。而未來對於私有自駕車的接受度高達約 40%，因此需要合理的旅運需求制度避免私有自駕車過多造成塞車現象。

(二)對公共運輸之影響

1. 自駕車可能降低公共運輸使用成本

The Economist (2018)探討自駕車普及對公共運輸的影響，文獻中引述美國的一項研究，表示在 Uber 以及 Lyft 的駕車普及之後公車的使用率會減少 6%，而輕軌的使用率會增加 3%，而研究預測未來使用自駕車會更加便宜，因此會有許多公共運輸的使用者轉移至使用自駕車上，對於未來公共運輸的建設規劃以及投資將會減少，進而導致負擔不起使用自駕車的公共運輸使用者無法享有完善的運輸服務。

2. 自駕車車型多元化可滿足公共運輸之需求

因應未來臺灣可發展不同需求所需的多元化車型，包含 10、12、15 人座的自駕中小型巴士或其他不同規格的車型，用以滿足各族群的旅運需求；且自駕車服務品質均一化、又可使司機的成本下降，對公共運輸服務品質效率都有很好的提升。

3. 自駕車有助於偏鄉運輸服務

Roland Berger Focus (2018)的研究探討自駕車普及後對偏鄉地區公共運輸的影響，並以日本為案例分析。在日本有 13%的人口大約 1700 萬人因為無法觸及公共運輸服務網絡，而沒有辦法享受完善的公共運輸服務，其中約有 1400 萬人居住於無法觸及公共運輸服務運輸的地區，並因為年齡過大以及過小無法自行滿足運輸的需求。而日本偏鄉地區在面臨人口嚴重高齡化的情形下，缺乏駕駛提供運輸服務，因此自駕車的普及特別是自駕巴士可以活化偏鄉地區交通，服務運輸弱勢族群例如：老人、小孩以及殘疾者，又因在鄉下地區運輸模式較簡單，比較容易推廣自駕車，因此民眾接受度也較高。

另外文獻也提到，在德國對於偏鄉地區的公共運輸有大約 80 到 90% 的補助，主要目標是讓當地的學生可以更便利而且安全的上下學；另外也預期，導入需求反應式公共運輸系統及增加自駕車共乘制度，可使偏鄉地區交通更完善。

(三) 對慢行交通之影響

1. 自駕車有助於提升行人安全

在 Millard-Ball (2016)的文獻中提出自駕車具有改變旅行行為的潛力，但現有分析忽略了自駕車與其他道路使用者間的互動關係，故其運用賽局理論探討未來在馬路上行人與自駕車之間的相互作用。研究結果指出自駕車未來會被設計成會把行人的道路使用權放在最優先的順序，自駕車在偵測到行人後會自動禮讓行人，進而提高行人的安全。因此自駕車在進入行人較多的地區例如非主要幹道時速度會減慢，行人可以更快速且順暢的移動。自駕車可能會促進向行人導向的城市社區的轉變，在未來自駕車與行人的運輸模式中，自駕車會傾向停靠在主要幹道上讓乘客下車，再由乘客步行至目的地，進而造成使用步行的人口增加。

2. 自駕車有助於提升自行車安全

在 ECF (2017)的文獻探討自駕車與自行車騎士的關係，研究指出未來自駕車普及後自駕車可以感知到自行車，而隨著車聯網技術的普及，自行車騎士可透過智慧型手機或是安全帽上的感應器，偵測周遭是否有車輛行駛，另外預計會有更多對於自行車基礎設施的建設，藉此提升自行車使用願意並提升騎士的安全性，且亦可間接減少塞車與環境污染的發生。

3.自駕車有助於慢行交通友善環境

在 Merat et al. (2017)於 ITF 所發表之研究報告探討，自駕車與行人以及自車騎士之間的關係，文獻中提到未來的道路會是自駕車、行人以及自行車共存的共享空間。而研究指出車輛的速度會影響行人的行為，在車輛行駛較快時行人會觀察車輛本身的速度來決定是否要過馬路；而當車輛行駛較慢時，行人會與駕駛眼神接觸後再來決定是否要過馬路。但是特別是沒有駕駛的自駕車普及後，行人的安全就會因為無法與駕駛有眼神的接觸，故行人難以判斷後續的行為，進而使行人難以順暢的行走。因此除了行人以外，自行車騎士也需要接收自駕車在慢速行駛時所提供的訊號，使自行車騎士據此判斷是否要過馬路。而隨著車聯網技術的普及，未來自駕車對行人以及自行車的感測將會非常成熟，會產生對慢行交通更友善的環境。

(四)對交通運輸服務之影響

1.自駕車可作為第一哩路的新選擇

自駕車適合做為共享載具已是全球共識，因其可以自行移動至有旅次需求之範圍，較現行的共享運輸服務更有效率，讓更多人觸及使用。此外，國外近年高度注目並大力研究推廣的多元出行整合服務 MaaS (Mobility as a Service)，亦是自駕車能夠發揮作用的舞台，尤其是作為第一哩路及最後一哩路的載具選擇，非常適合進行多元載具之間的轉乘。

2.自駕車可加速 MaaS 服務的發展

隨著當今雲端技術、分享經濟及智慧型手機的興起，一個嶄新的交通整合服務觀念，MaaS 從瑞典、芬蘭開始逐漸推廣到世界。MaaS 服務如圖 3. 8 所示，運用資通訊技術(ICT)將各個片段的運輸服務包括公共運輸、公共腳踏車、計程車、租車及共乘等加以進行服務與付費之整合，利用行動裝置之單一應用程式提供無縫的及門交通服務。其特色為使用一個數位介面來掌握及管理交通相關服務的提供，以滿足每一個消費者在交通上客製化的需求，不僅對使用者非常貼心便利，提供政府及廠商蒐集大數據，甚至能以電子支付的優惠、折扣進行政策的推廣或運輸需求管理。

多元出行整合服務強調不同載具之間的支付及轉乘整合，結合資通訊技術及智慧型手機的使用，對通勤旅次及觀光旅次做規劃。我國政府推動一系列之國家計畫，結合我國 ICT 技術優勢，整合不同載具及支付功能，目前已有北宜廊道一案由中華電信與鼎漢團隊合作，以及高雄地區由水靈科技與高雄捷運推行。MaaS 服務設計，旨在提供及門、第一哩和最後一哩路的服務，結合共享載具，才能用 MaaS 大幅替代私人載具。臺北市於 2018 年推出公共運輸月票 1,280 元組合，可

視為 MaaS 運輸服務的前置版本，未來將會朝向更多載具的出行、支付整合發展。自駕車無須更多人力，即能與其他載具接駁、轉乘，整合支付方便旅客以智慧型手機輕鬆出行，未來可成為 MaaS 計畫的重要一環，提供旅客更方便的選擇，故整合多元出行服務的發展，將會成為值得注目的政策。

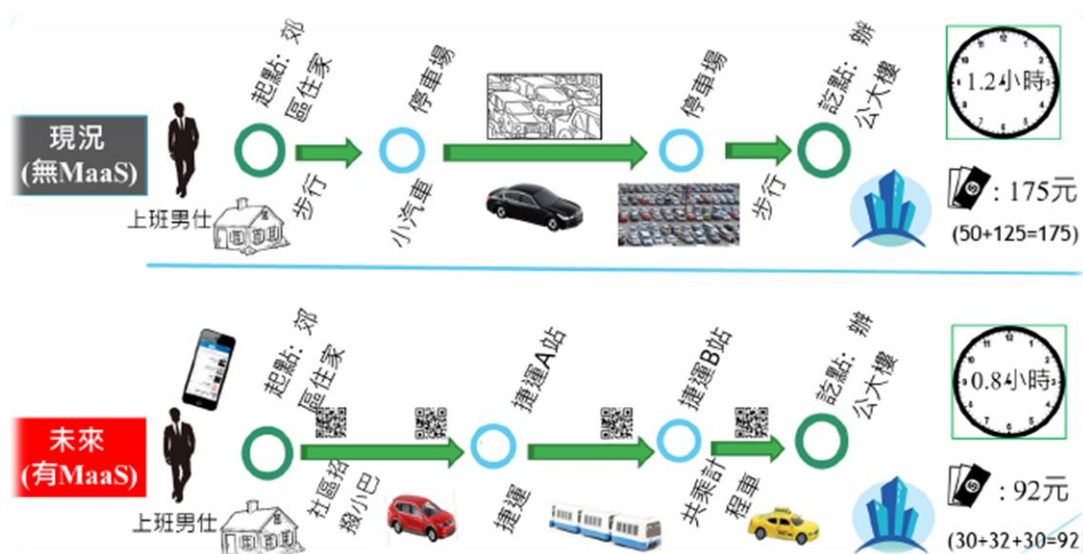


圖 3.8 多元整合出行服務示意圖及比較

資料來源：交通部運研所 MaaS 計畫說明書

(五)對交通安全之影響

1.自駕車可提升交通安全

Rand Corporation (2014)文中提到自駕車的普及可以減少車禍的風險，拯救更多生命，在美國每 1 億英哩的旅行距離裡面會有一個人因車禍而死亡，而自駕車普及後會變成每 2.75 億英哩的旅行距離才會有一個人因車禍而死亡。而要達到 2.75 億英哩的旅行距離才需要 100 輛自駕車不間斷地行駛 12 年，但是隨著自駕車的數量增加到 10,000 輛要達到 2.75 億英哩只需要 6 週，因此越多自駕車輛上路就會增加事故的風險。為了減少生命財產損失必須透過嚴格的法規控制自車上路的數量。

2.自駕車可提升交通安全所產生之經濟效益

Intel Lanctot (2017)研究指出，94% 交通事故發生的原因都是人為疏失引起的，如果自駕車在 2035 年到 2045 年之間漸漸普及，而減少 5% 交通事故發生的話，就可以拯救全世界約 585,000 人的性命。另外文獻也指出，政府平均為交通事故所產生之安全管理的花費占總國民生產毛額(GDP)的 3%，以 2017 年為例計算約為 2.3 兆美元。而隨著自駕車漸漸普及，保守估計在部分偏鄉地區的自駕車尚未

普及，因此會減少 1% 因交通事故所產生之安全管理成本，在 2035 年到 2045 年之間全世界就可省下 2,340 億美元。

三、對運輸服務面政策上之建議

(一)對交通政策之建議

1. 成立專責單位以利統合

現有自駕車政策之發展、交通法規之因應、測試場域之規劃與實施等，均同步發展中，換言之，各相關單位對於臺灣發展自駕車的交通政策、法規、測試場域等均同步思考與學習中，不免有各單位不同意見與立場之疑慮，建議後續應成立或籌組專責單位，以利後續我國自動駕駛產業之整體發展。另外建議交通部或經濟部儘速成立 ACE 車輛研究中心(Automated, Connected, Electric)，以因應全球自動、車聯網、電動的發展趨勢。

2. 因應技術發展而滾動檢討現有大型計畫

相較前瞻基礎建設計畫中大量軌道建設，與其再次以 20 年為時間軸興建各城市之捷運系統，或許考慮因應自動駕駛技術之發展而產生不一樣的選擇，建議可重新評估將資源重新配置，若能有部分資源與時俱進來發展自動駕駛以因應未來自駕車時代，根據各國研究也顯示，自駕車的普及可大幅提升道路容量。

3. 考量消費者對自駕車的可負擔性

對消費者而言，新興載具導入的一大關鍵在於，財務是否可負擔。消費者會選偏好對他們有利的選擇，有利的因素包含便利、經濟、舒適等，因此發展自駕車除需致力於提升運輸服務品質以及運輸效率，同時需要考量消費者接受度來合理降低使用自駕車的成本，據此需要階段性研擬相對應之補貼或鼓勵之策略，以擴大使用誘因。

4. 科技發展納入都市交通整體規劃

參考臺南整體運輸規劃之作法，對於新科技之發展與導入也同步納入規劃範疇，建議後續可參考臺南模式之作法，甚至嘗試模擬六都發展情境，以提供更具體之策略建議；自駕車的導入將同步影響道路路網規劃、既有與新增各式車隊管理、現有公車路網優化，捷運等其他公共運輸的競合、都市停車空間的改變與停車管理等。

5. 提供更符合需求以及完善的運輸服務系統

公共運輸行動服務(MaaS)已是全球發展趨勢，2018 年交通部在北宜廊道、高雄都會區進行二個不同場域的試辦計畫。未來當自駕車時代來臨，自駕車絕對會是 MaaS 服務中重要的載具選擇之一。MaaS 會員制的營運方式，屆時以供應

面及需求面的模式，可提供許多共享及共乘的創新營運模式。創新服務的產生需要仰賴政策階段性的輔導與推動。除此之外，因應偏鄉人口高齡化需要制定更完善的運輸服務系統，顧及運輸弱勢族群。

(二)對公共運輸之建議

1.發展更以需求為導向之公共運輸

因應自駕車全面發展後，公共運輸發展空間將更擴大，更以需求為導向的發展，未來無須侷限於現有的車型大小、設計以及營運模式。現行固定路線較無效率，透過里斯本的研究，瞭解公共運輸系統設計可以更有彈性，例如捷運可採跳蛙式停站，以縮短班距而提高服務效率；同時為求無縫接軌，更強化接駁轉乘，將擴大公共運輸整體服務功能。

2.公共運輸業者應盡早啟動對自駕車之瞭解以利因應

臺灣現有自駕車研發團隊有喜門史塔雷克(7STARLAKE)和法國 EASYMILE 共同研發的「無人自動駕駛巴士—EZ10」、中華智慧運輸協會與桃園市政府在農業博覽會啟動的「自動駕駛電動車」計畫、中華電信結合新加坡科技、工研院與資策會、豐榮客運等。除技術開發與自駕車業者，開始有客運業者投入，因應自駕車時代的來臨，公共運輸業者須盡早有所因應或服務轉型之提前思考。

3.運用現有資源發展與推動共享載具

交通部自 2017 年起推動為期四年、經費超過 30 億元之「智慧運輸系統發展建設計畫」藉由中央地方攜手合作、輔導產業創新加值及場域集中整合資源等策略，106-107 年已選定以臺北宜蘭廊道、花東偏鄉地區與都市生活圈等三處智慧運輸系統為育成基地，先行推動針對智慧交通安全、運輸走廊壅塞改善、東部及都會區偏鄉交通便捷、運輸資源整合共享、車聯網科技發展應用、智慧運輸基礎與科技研發共六大策略計畫。再者，交通部自 2010 年起積極推動公共運輸，以每年約 40 億元資源挹注，最新一期「公共運輸多元推升計畫」更針對創新共享載具之發展多所鼓勵，均可運用在共享載具發展與推動上。

4.向私有車輛課稅並補貼公共運輸車輛

未來公共運輸各種載具的界線會變模糊，因此統稱未來公共運輸載具為公共車輛，臺南整體運輸規劃曾大膽預約未來因應自動駕駛與共享載具大量使用後之汽機車輛總數，提出未來可以 300 萬輛公共車輛取代所有汽機車，對於自駕車全面使用之時代，針對僅存的私有車輛持有者，大膽推論應為高所得族群，換言之，針對其私有車輛可採取提高稅規費，以政策管制去補貼公共車輛。

(三)對交通基礎建設之建議

1.對停車空間與交通號誌重新規劃設計

自駕車普及後，對於停車需求與現有需求將發生巨大轉變，未必是開車上班就停在停車場，而有可能是人們去上班，自駕車繼續在街道上載客服務，因此，對於停車空間的重新規劃與設計將會是一大挑戰。再者，自駕車的普及更會衝擊到交通號誌、標誌及標線設計，原有為駕駛者設計的設計邏輯，將因應自駕車而改變，甚至交通基礎建設將因此而需要全面重新設計。

2.加速對道路重新規劃與設計

未來自駕車普及後，車與車之間的前後距離可以變很近，道路容量會大幅提高，原先1車道的容量可能變成3倍，道路空間的使用就因此發生改變，不只車道需要重新設計，整體都市空間原有提供給道路路網的空間，可能因此發生重新配置，故在因應自駕車時代的全面來臨前，需針對道路路網啟動重新規劃與功能設計。

3.將車聯網技術逐步融入交通基礎建設

自駕車、物聯網及電動車是智慧運輸發展方向，不只是趨勢，而是正在一天一天發生中，中國已宣布2020的河北雄安新區是無號誌的新造城市，這是中國第19個國家級新區，也是首個由中共中央、國務院印發通知成立的國家級新區，位於河北省保定市東部，於2017年4月1日正式成立。2018年3月中國移動完成雄安新區首次5G-V2X自動遠程駕駛啟動及行駛測試。因此在基礎建設面上應加快腳步逐步將車聯網技術納入，規劃並升級號誌及通訊系統。

(四)對後續研究之建議

1.成立研發單位

荷蘭沒有汽車產業，但在2013年成立Dutch Automated Vehicle Initiative (DAVI)，積極研究基礎設施將會發生何種轉變、人因行為、駕駛行為、法規等面向，找出荷蘭在全球發展自駕車之定位，我國汽車產業的優勢在於零組件及配備，更應該加速找出在全球發展自動駕駛的浪潮中，如何佔有一席之地。

2.持續性的調查與研究

回顧各國文現可知，諸多國家已啟動持續性的調查與分析，用以研究因應自駕車時代來臨時，各利益關係人會產生甚麼樣的質變與量變，藉此作為國家政策之參考、產業發展之依據、運輸服務型態之轉型。

3.以更量化之分析模式與方法來進行持續性研究

可運用現有的模式與分析方法，例如在臺南智慧運輸 4.0 模式對未來自駕車普及後，臺灣的運輸環境進行更詳細的分析，讓政策決策者有更具體的數據可以參考，並依此規劃相關的交通建設與法規制定。

4.針對機車進行更細緻之分析研究

本次計畫的情境設定是機車完全被取代，未來可以探討在自駕車被民眾接納的過程中對機車使用的影響為何，針對機車的部分進行更細緻之分析，將可作為亞洲國家之重要參考。

第四章 經濟產業面衝擊影響評估

為瞭解自駕車全面普及後，對於經濟產業面會造成何種衝擊影響，本章首先彙整各國針對自駕車輛對於車輛以外產業影響之研究成果，與各國對於未來之因應，以作為我國發展自駕車之後續經濟，及產業變化之想像參考。且針對自駕車普及後，將會牽連到之相關產業衝擊，進行影響評估；最後提出對經濟及各相關產業之政策建言。

一、對經濟產業面影響之文獻回顧

(一) 自駕車的經濟產值影響層面廣_Clement and Kockelman (2017)

連接和全自動或自動駕駛汽車(Connected and fully automated or autonomous vehicles, CAVs) 作為一種技術正變得越來越可行，並且可能很快將主導汽車行業。一旦 CAV 足夠可靠且價格合理，它們將獲得更大的市場滲透率，在許多行業中產生顯著的經濟連鎖反應。此文獻廣泛收集許多研究機構、政府單位所發行之研究及預測，並彙整羅列出自駕車 CAV 相關 13 個產業的產值變化。

根據其總計，自駕車的普及會帶來 1.2 兆美元，相當於每人每年 3,800 美元的經濟效益，可讓美國 GDP 成長約 8%。此研究收集以前經濟學研究資料，去分析評估產業結構的變化，並以用產業規模、GDP 百分比等數據呈現。研究分析包括汽車產業、科技業、物流業、私人交通、汽車維修業、醫療業、保險業、法律、基礎建設、土地開發、數位媒體、警察、汽油和天然氣等各級產業，同時另外分析安全及生產力的產值增減。

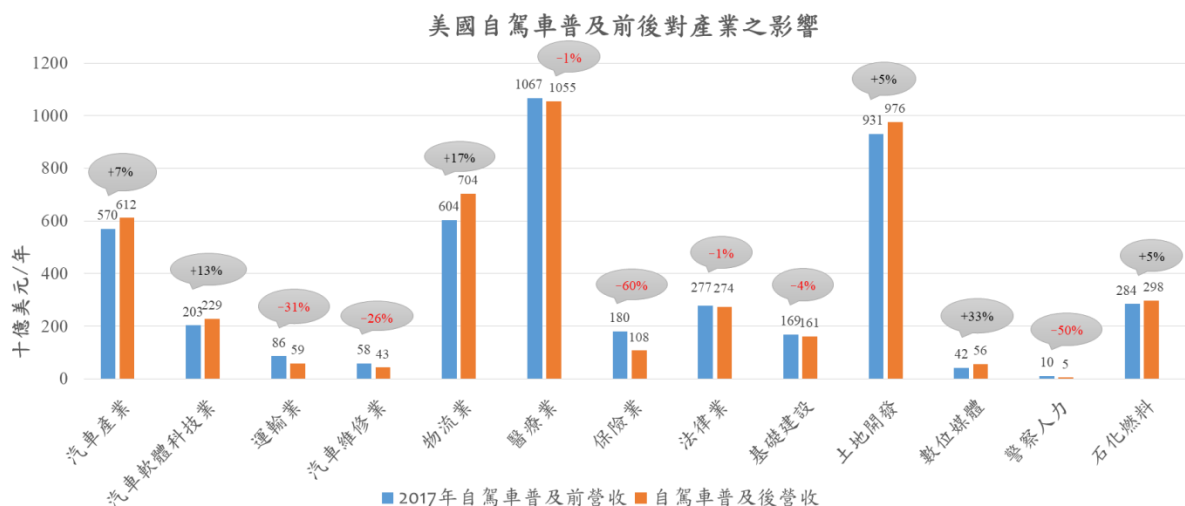


圖 4.1 研究統計各產業的在自駕車普及後的產值增減

資料來源：Clement and Kockelman (2017)

由圖 4.1 可以看到，包括汽車產業、汽車軟體科技業、物流業及土地開發皆有成長，而數位媒體產業的成長更是高達 33%。運輸業會因為共享自駕車的興起而減少收入，而汽車維修業、醫療業、保險業、法律業等，皆面臨產值的減少。

(二) 自駕車所產生的乘客經濟_Lancot (2017)

本篇文獻主要是英特爾(Intel)與全球著名之 Strategy Analytics 公司合作以驗證基於無人駕駛汽車的「乘客經濟(Passenger Economy)」即將出現並具有巨大經濟潛力的假設。從乘客經濟的角度探討自駕車的出現對經濟產值上的影響。乘客經濟就是由完全自駕車(SEA Level 5)所產生的經濟價值。根據 Intel 的研究報告顯示，自駕車未來的經濟潛力將會大幅成長，並且佔據將近 50% 的汽車市場。到 2035 年，其全球經濟規模將可達到 8,000 億美元，而在 2050 年就會成長成為一個近 7 兆美元的市場。

自駕車市場將會分為三大領域，如圖 4.2 所示。第一，消費者流動性服務，消費者將尋求更經濟的自駕車服務，使自駕車相關服務規模及範圍擴大，製造約 3.7 兆美元的產值。第二，B2B 流動性服務，自駕車將使貨物運輸更有效率，重新塑造產業的經營模式，例如無人駕駛貨運將會有 2.9 兆美元的產值。第三，是由自駕車服務帶動的消費需求，例如健康照護、餐飲、觀光及娛樂等相關服務，估計約有 203 億美元。

Passenger Economy: Global Revenue from Services 2050 (US\$, Millions)

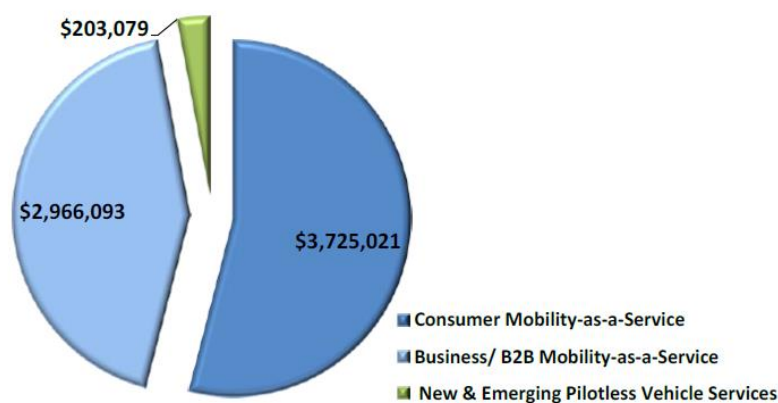


圖 4.2 乘客經濟總計約有 7 兆美元的市場規模

資料來源： Intel and Strategy Analytics (2017)

報告更指出，若將自駕車應用在交通壅塞的城市，每年可幫人們節省超過 2.5 億小時的通勤時間，如此可改變人們對於居住選擇，估計至 2050 年，全球會有將近 2/3 的人口居住在都市區域。另外，交通事故相關的公共安全成本，在 2035 至 2045 年間，將減少超過 2,340 億美金。最後，自駕車所衍生的共享汽車的服務，將會改變都市的運輸型態，在這種運輸環境下，未來計程車的市場將被 Uber, Lyft,

Zipcar 和一系列的汽車共享服務所取代，並且逐漸減少私家車在大都會地區的使用，這些改變都將帶來非常龐大的商機。

自駕車的潛在經濟產值不容小覷，市場預測從 2030 至 2050 年，乘客經濟的產值將持續成長，而自駕車所帶來的三大市場領域也都呈現快速成長狀態，如圖 4.3 所示。

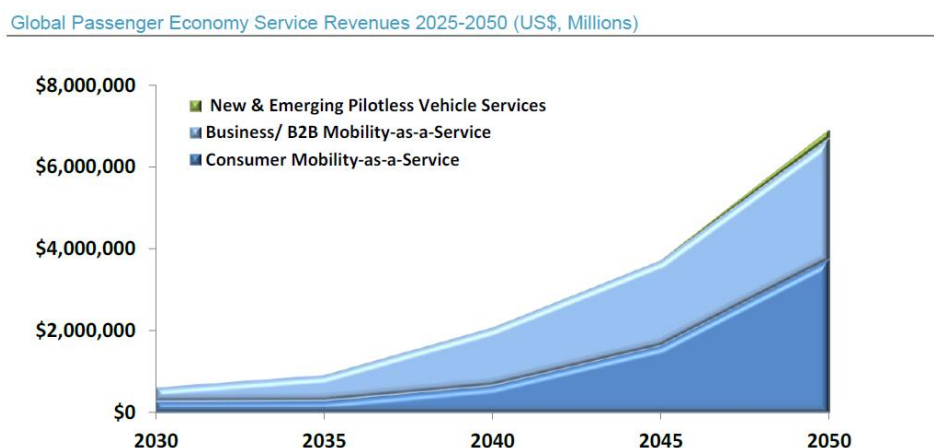


圖 4.3 乘客經濟在市場成熟後將迅速成長

資料來源： Intel and Strategy Analytics (2017)

(三) 一兆美元的房地市場因自駕車興起而改變_ Levin (2018)

此文獻來自 99pmh 專業諮詢公司，該公司協助決策者、投資者和企業為自動駕駛汽車的破壞性世代做好準備。Levin(2018)以房地產業的角度分析自駕車未來所產生的經濟價值。為研究自駕車對房地產的影響，蒐集超過 100 萬筆數據來建立專有模型，用以分析在較細尺度面預測交通流動性的變化對房地產的影響。

根據研究結果保守估計，自駕車將會影響美國 13 個主要城市，超過 1 兆美元的房地產市場，且在每個城市驅動 2% 至 13% 的價值轉移，如圖 4.4 所示。由交通便利(如鄰近地鐵公交、短途通勤)等產生的溢價將會轉移到交通不便(如長途通勤，遠離市中心)的住宅上。

其影響可分為三大塊。第一，當通勤變得更舒適，人們會願意住得更遠：自駕車的出現，使人們不必集中注意力開車，可以在車上看電視、休息或回覆電子郵件，提高通勤品質，如此通勤質量上的微小變化，將可改變數百萬人的居住決定。第二，縮短通勤時間：車輛之間的通信，將會使每條車道上增加更多車輛，進而提高車速，減少行車時間。然而，針對此議題，有人提出反駁，認為更便宜、更舒適的交通工具將會產生「誘導需求」，促使更多的人選擇乘坐自駕車，將抵銷其帶來的好處。實際上會產生什麼樣的影響目前還是未知數，但是減少路程上耗費的時間，將產生極其巨大的影響。第三，自駕車將使公共交通工具消失：大多數城市的公共運輸工具已經陷入財政上的困境，而自駕車又能帶來高效率以及更舒適、便利的體驗，因

此自駕車的出現將逐漸取代使其市場，公共交通帶來的溢價將會出現轉移。將三個影響簡而言之，自動駕駛汽車將會壓縮人們空間上的距離(通過減少交通時間或使交通更加便利)，從而改變支配財產價值的空間關係。數以億計的美國人將重新考慮他們居住的地方與他們需要去的地方，且企業和僱主將會做受到同樣的影響。

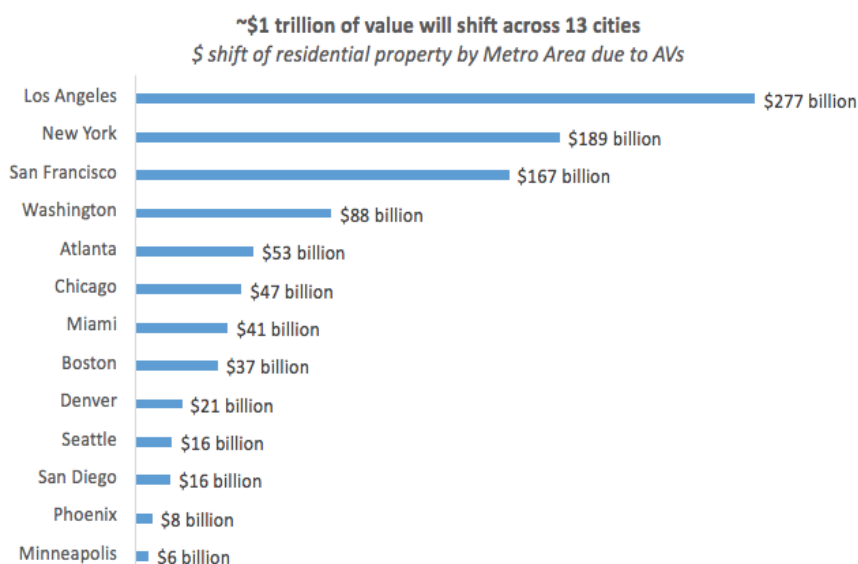


圖 4.4 各大城市因自駕車出現而造成的房產價值轉移

資料來源：Levin (2018)

研究更詳細指出房價影響的程度與區域，並將其分為三個因素。因素一，開車到市中的距離：根據研究調查，在華盛頓特區，開車到市中心的時間對房產價值的影響可由一條迴歸線作為代表，此迴歸線能解釋 61% 的房產價值變化，但這並不適用於其他城市。對於一套價值 37.6 萬美元的房產，通勤時間從 40 分鐘縮短至 35 分鐘，其價值是 1.9 萬美元，這是一筆切切實實花在人們住房上的錢，代表著大都市周邊地區的一個巨大的經濟轉移。若使用的實際模型，考慮的因素比上面的單一變量更多，估計在華盛頓特區中會有 880 億美元的轉移。因素二，多中心城市的通勤情況：並不是所有人上班都要到市中心去，考慮到了城市中心以外的多個工作場所後，其能夠解釋的程度為 70%。研究估計，在像亞利桑那州的鳳凰城這樣多中心城市，自動駕駛汽車將會引發大概 80 億美元的房產價值轉移。因素三，公共交通對房產價值的影響減弱：從歷史上看，公共交通便利會對房產價值產生有利的影響。但隨著自動駕駛汽車的普及，這種的有利影響將會大幅度減弱。根據這三個因素，可歸納出一個結論：房產價值出現扁平化，如圖 4.5 所示。

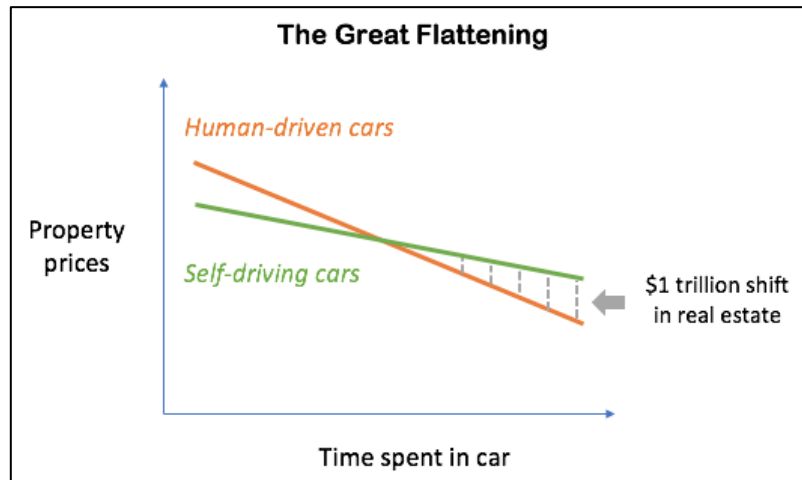


圖 4.5 比較傳統車輛及自駕車輛的車內旅行時間與房產價格關係

資料來源：Levin (2018)

文獻最後提到，研究預測的價值，是未來的預期(而非當前的現實)推動著資產價值的提升。事情實際發生之前，我們就能夠看到房產價值所產生的變化，而這極有可能會發生在未來的 5-10 年間。隨著自駕車的普及以及 SEA Level 5 的出現，通勤變得更加舒適，這種技術將迅速擴散到汽車市場中，任何讓駕駛更愉悅的事情都會開始改變人們對空間距離的看法，從而影響人們對房產價值的評估。

(四) 專用次世代 e-Palette Concept 共享電動概念車_Toyota (2018)

Toyota 在 2018 年的 CES 展覽會上發表了 e-Palette 多功能廂型自駕車的概念，由製造商提供自駕車的模板，並由營運者決定其功能及用途，除了單純的交通目的以外，貨運、零售、商辦空間都能搭載在此自駕車系統，使車輛成為移動的第三空間。如圖 4.6 所示，這樣提供一個共同平台，由使用者自己決定功能及目的的概念，與當初 iPhone 提供 App Store 供消費者自由選擇的概念如初一轍。此多元自駕車的模板，就像是乘載高科技的一張白紙，由使用者執筆揮灑，能夠有近乎無窮多種的可能性。



圖 4.6 e-palette 自駕車以多用途移動盒子為概念

資料來源：Auto & Design (2018)

Toyota 目前已經與數家業者有合作默契，包括 Amazon、Pizza Hut、滴滴、Mazda 以及 Uber，上述業者也會針對此概念進行研究，探討在零售業、速食業及運輸業的可能應用。此外，Toyota 預計於 2020 年以後，在全球各地展開此概念之可行性研究，同時希望在 2020 年東京奧運期間可以率先示範。

(五) 自駕車時代將會進行產業的大顛覆_CBIInsights (2018)

CBIInsights (2018) 提出自駕車時代的來臨，將會顛覆除了汽車之外的 33 個行業，如圖 4.7 所示。對自駕車普及後影響最大的產業進行評估，研究分析達 33 個各級產業。其中保險業因為需求減少，預計需要提出新的計費方式或是服務。汽車修理產業會面臨衰退或需要轉型，此時的自駕車應能預先自動排定檢修與業務內容。法律業、訴訟層面同樣會需求大幅減少，由於肇事責任更清楚，未來事故訴訟可能以車廠為主要客戶。數據中心與網絡基礎設施將會負責處理大量的數據收集、分析，以及 5G 的雲端運算等業務，帶動發展。航空業的短程航班將明顯減少，同時機場可能需要改良設計。由於遊客住宿需求、習慣改變，旅館業及觀光業需面臨轉型。媒體與娛樂業因為自駕車釋放時間使需求大幅增加，廣告業亦會有更多元的發展機會。能源與石油業，則因為石油需求降低，電力需求大幅增加，傳統產業面臨轉型。城市規劃部分，自駕車將帶來道路型式的改變，而其維護之經費來源可能為道路使用費或完全由私部門負責。老年人護理與兒童託管則會有移動相關需求的改變，同時新產生之出行也需有新服務因應。



圖 4.7 CBInsights 提出 33 種產業大顛覆

資料來源：CBInsights (2018)

二、對經濟產業面之影響

以下將自駕車對於經濟產業面所帶來的影響，提出五個部分討論，分別為車輛技術、ICT 相關產業、產業消長與轉型、就業市場以及多元運輸服務。

(一)對產業消長及轉型之影響

自駕車的普及，對各級產業的影響是深及廣的，甚至會有令人意想不到的效應。以下將受到自駕車普及影響的產業分為四類，分別為：因應自駕車出現的全新產業、大幅成長的現有產業、衰退的現有產業，以及幾近消失的產業。

1. 全新產業

許多因應自駕車普及而出現的全新產業是現在難以想像的，甚至帶有科幻色彩。然而也有一些全新產業已經慢慢開始出現，或是一些發展趨勢能夠觀察。由於自駕車的普及，私人間交換貨物的費用將更低，開啟如 Craigslist、P2P 的新市

場。自駕車搭載的感應器除了幫助自動駕駛以外，而且會有第二用途，例如：修正氣象預測、犯罪偵防、發現逃犯、檢視基礎建設條件(如坑窪)等。這些資料可進行「貨幣化」交易。客製化自駕車車廂、車體的產業興起，除中階小幅度的客製化(如企業擁有車隊)外，頂級的自駕車客製化將會成為高所得人士的新寵。由於自駕車勢必會採共享運輸服務，乾淨、安全、付費使用的廁所和餐飲等服務，將成為附屬的增值項目，將會是各家廠商競爭項目，自駕車需要面臨清潔、處理異味等現象。且因自駕車的普及，擁有汽車變成昂貴的嗜好，駕駛行為將會成為娛樂的形式，可能有更多人投入賽車、越野、摩托車，甚至是虛擬賽車等活動，以彌補對駕駛的熱情。基礎建設可能私有化，轉由少數的企業控制大部分交通。另外，在自主管理(自治)後，許多道路、橋梁可能會私有化，而政府漸漸地不再出資修築道路、橋梁及隧道。未來政府的功能，相比現在的公共建設、交通建設提供者，可能更注重於大量資訊的控制、監管及處理。

2. 成長產業

現有的許多產業將會因為自駕車的普及而成長，因應自駕車的出現都會有一定程度的轉型。對外送餐飲業而言，自駕車送餐可能降低成本、提升效率，而消費者也可能更願意點餐外送，飲食需求能夠更方便的滿足。由於車上餘裕時間增加，因此廣告、內容提供者將獲益。自駕車內可能會被各種廣告填滿，其中很多還可以互動，以促進消費。這些廣告大部分是依照客人的資訊和路線而特製的，也可能會有付費免除廣告的選項。車廂本身可以成為客廳、餐廳、臥室，但仍會以影音娛樂最多，目的是打發時間、刺激消費。車上的娛樂體驗，目前已有 VR(頭戴式或螢幕或 3D 投影)，未來將有更實際發揮。此外整個車廂都可以是螢幕和音箱、3D 投影及虛擬風景等，運輸旅途上可以透過 APP 購物，範圍包括門房接待、食物、運動、商品、教育、娛樂等。且車廂內可以配備規模不等的無人商店，有大小櫥櫃展售不同商品。Amazon 這類的大型電商自有的運輸網將幾何式地成長，排擠 Fedex、UPS 和 USPS 的空間，其中很大原因是因為沒有退休金、工會勞動力成本和法規(尤其像美國郵局)的負擔。自駕車甚至也可能帶來間接的產業成長，2017 年摩根士丹利的分析師 A. Jonas 撰文分析，由於自駕車的出現導致酒駕消失，估計平均能讓每位飲酒者每週多喝一杯，則能讓已有 1.5 兆美元潛在市場規模的酒精飲料市場，在未來十年的年銷售成長率增加 80 個基點，類此間接受到自駕車正面影響的產業不可勝數，顯見自駕車普及後，將帶來的大量產業機會。

3. 衰退產業

過去重大科技的發明及普及，無法避免的將會造成部分產業衰退，自駕車普及後，經銷商的業務可能大幅萎縮，而轉型兼營長租業務。計程車業可能受到很大的衝擊，若成功轉型可能轉為類似車掌、導遊或照護等服務提供者。航空業亦

受影響，以美國為例，因為航空業國內短程航班被取代，可能導致機場收入減少 41%。稅收部分，估計美國會有 40% 稅收消失，一年損失 350 億的燃料稅，相關市政收入會減少 50% 以上。且因自駕車不會違反交通規則，以紐約市為例，交通罰金每年會減少 20 億美元，特別是美國律師可能因減少車禍訴訟案件，而收入減少，未來訴訟當事人多為大公司，而私人間的訴訟案件將大減。健康照護產業因為車禍減少，一年產值減 5,000 億，但是長照部分應會增加。保險部分汽車險年減 1,500 億以上，自駕車普及使新的商業服務出現以後費率如何制定，針對自駕車目前還沒有夠多的樣本來訂定肇事保險的費率。然而乘客險和第三責任險的賠償金額會大幅提高，自駕車若撞到行人應該需要支付巨額賠償。估計超過 10% 的零售會消失，幾乎在地的每件事都會變得普及而便宜。無人機或是家庭機器人則負責「最後幾碼」的取送，加速在地傳統零售店退出市場而影響當地經濟。

4. 消失產業

隨著自駕車的普及，也將會有現行部分產業失去商機，導致產業幾乎消失。現行的汽車材料行、民間修車業、洗車美容、泊車服務都不再需要。汽車融資產業將終結，因為買車貸款的需求將會大幅減少，另外汽車次貸衍生市場可能引致汽車版的金融危機。此外駕訓班亦因自駕車的普及，而不再有其必要性，甚至可能不復存在。由於自動駕駛技術的實現，區位的重要性將會降低。以美國為例，許多公路的交流道附近會有速食店、加油站等設施，但未來這類的小鎮將會沒落，因為已經沒有停留的價值。換言之，因為交通而發展起來的聚落，在交通的必要性消失以後將會沒落。下圖 4.8 將上述四類產業呈現於象限圖中。

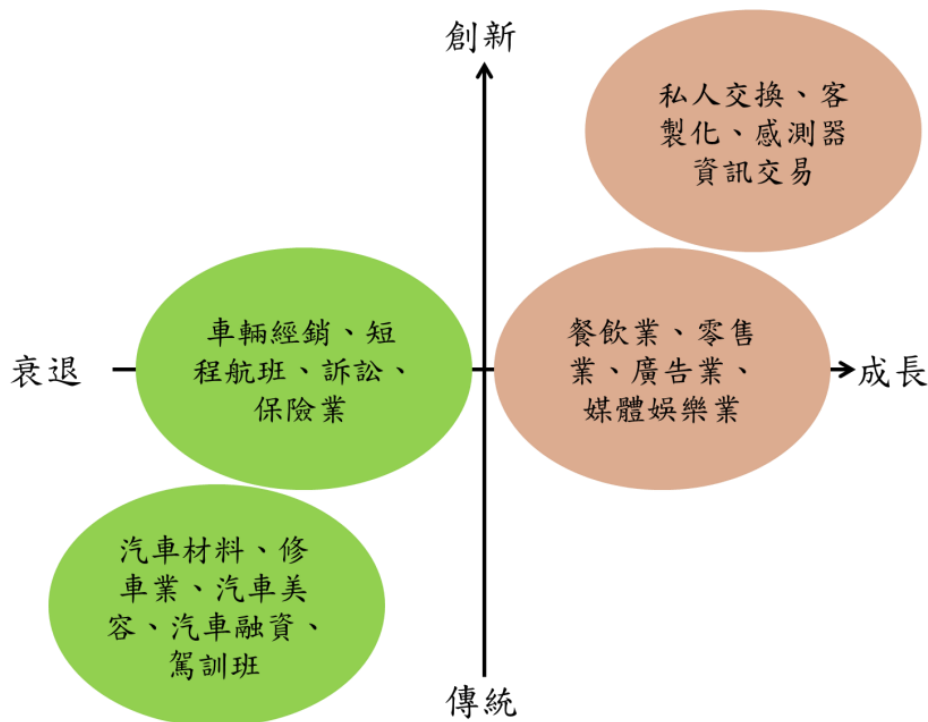


圖 4.8 自駕車對產業消長及轉型之影響

資料來源：本研究自行彙整

(二)對就業市場的影響

延續上一節之探討，可以將未來因應自駕車普及對於就業市場的影響分為四類的職業，分別為全新的職業、成長的職業、衰退的職業以及消失的職業。

1. 全新職業

因應自駕車普及而出現的大量數據資訊分析，會是全新出現的就業機會。像是圖資技術的發展，就需要許多相關的開發人才。客製化自駕車的職業也會因為需求帶動就業機會發展，將因上述自駕車共享，而需要加強清潔、異味等衛生需求也會產生就業機會。此外，陪伴將會是一種新需求，可以是虛擬旅客或真人作伴，也可能出現車掌，提供服務的溫度及降低旅客對機械的不信任感。因為據估計，現行的車輛有 76% 只乘坐一位乘客，因此未來超過 80% 的自駕車將為單人設計，陪伴的需求可能會增加，與人互動也可能是一個新的服務項目。

2. 成長職業

由於自駕車解放了空間與時間，對於現行的產業與職業會造成直接的改變。如上節所述，由於車內時間的解放，車內所能進行的活動與車外的活動更接近，其中一項重要的活動便是影視娛樂。因為多媒體內容的需求大幅增加，這部分的相關職業也會大幅成長。此外廣告業將會大幅成長，相關就業機會亦會一併增加。

零售餐飲業的經營模式改變，同樣會有就業機會的出現，尤其現行已經採用移動式的經營模式如餐車、攤販等也會成長許多。現行的購物中心、量販店多為零售商店的集中地點，未來因為零售模式的改變，購物中心及百貨可能轉變為人們接受服務的集中地點，例如按摩、芳療，或是聯誼等，將會有新的職業產生。新出現的弱勢出行需求會需要相對應的醫療或照護服務，相關的看護、陪伴將會成長的職業；且轉型的觀光旅遊業為滿足成長的觀光需求，可能增加就業機會。

3. 衰退職業

現今發達的汽車販售、代理、業務，將因自駕車的普及而減少工作機會。專業的司機、計程車司機等，可能面臨轉型為類似車掌、導遊或照護等模式。前述短程航空的衰退，可能導致航空業的職位減少，長途航班的職位受到的影響則較小。因為事故、訴訟甚至失竊案件的減少，如上節所述，律師數量(特別是美國)可能減少。警察部門可能因為違規或交通事故的減少而縮編 80%。另外因無人機或是機器人能夠負責「最後幾碼」的取送，零售及物流也有可能連帶的減少就業機會。

4. 消失職業

整體而言，未來 20-30 年，現在的工作可能有 1/4 會因自駕車普及而消失。除了現在的汽車、大客車駕駛面臨失業以外，長途運輸的物流司機可能被自動駕駛系統取代。未來汽車設計與製造業者將是現在 Uber、Google、Amazon 與目前未知型態公司的混合體。隨著時間過去，他們將握有夠多有關使用者模式及路徑的資料，形成新進入者進入市場的障礙，因此可能導致大者恆大的結果，主要 2 至 3 家控制 8 成以上消費市場。其他較小參與者只能以應用程式介面(API)參與，就像 iPhone 和 Android 陣營下的應用程式提供者，主要營收多流入少數幾家企業，如同現在智慧手機領域的 Apple 和 Google。連帶的許多傳統汽車相關產業的職位也可能消失，新增加的職位則在幾家自駕車企業釋出。下圖 4.9 將上述四類職業呈現於象限圖中。

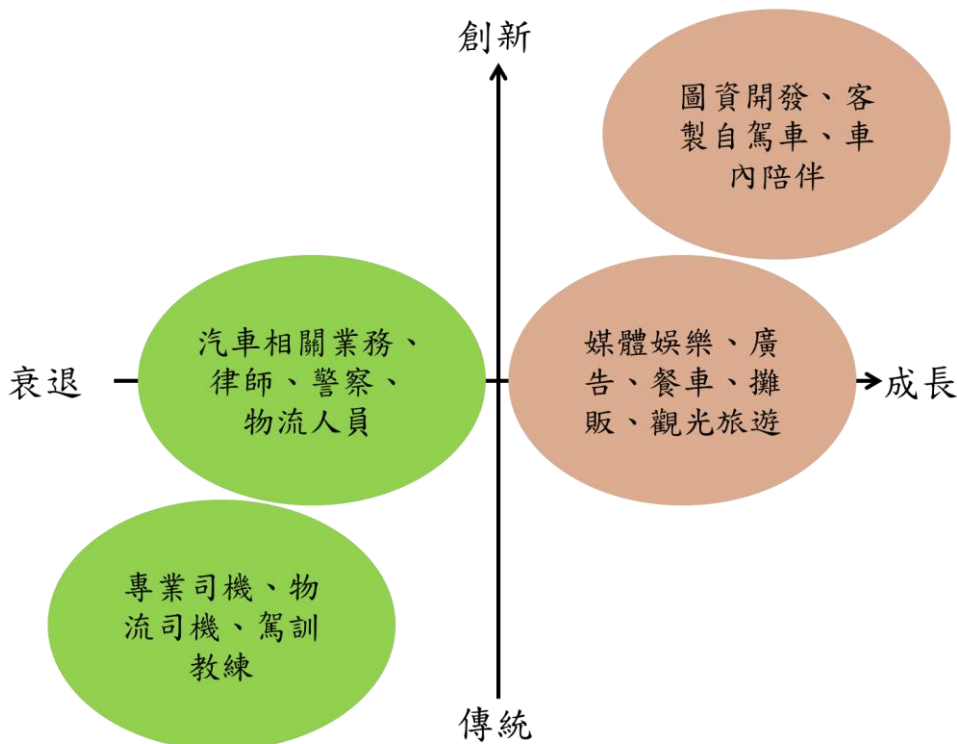


圖 4.9 自駕車對就業市場之影響

資料來源：本研究自行彙整

(三)多元運輸服務的影響

過去因為網際網路的出現，使得電商成為傳統零售業的勁敵，而下一個橫空出世的嶄新消費模式可能就是與多元自駕車結合的零售業。傳統零售業受限於時間及空間，僅能於固定的時段在固定的店面銷售商品。網購的崛起帶給許多消費者方便，卻有物流上的缺點，商品與預想不符合需要退換貨的情形發生。而介於這兩個極端之間的模式可以由多元自駕車完美達到。消費者可以自由選擇時間及地點，讓店家主動找上門來，提供貼心、專門又便利的消費體驗，例如鞋店親自到府提供試穿、生鮮超市冷藏直送府上；各式各樣的零售業都能夠提供不同的嶄新服務。

餐飲業將會是多元運輸服務的重要革新，無論是具有生鮮時效性的食材，或是單純需要熱騰騰溫度的食品，把廚房放置於多元自駕車內，即成為移動餐廳。此類餐飲業的經營可靜、可動，既可固定於良好的區位營業，亦可隨時在路上服務客戶，也同時把握機會觸及新的客群。以多元自駕車做為營業基地的攤商，更可以有更換營業地點的選擇，現今的攤販大多只能在固定的地點擺攤，使用多元自駕車以後區位就完全不再是問題。至於創新的餐飲服務，參考過去餐飲結合卡拉 OK、藝文表演甚至是川劇變臉等多元的用餐體驗，應用多元自駕車產生的創新飲食體驗，應該也會有非常多樣的可能性。現今有旋轉餐廳、空中餐廳等令人稱奇的經營模式，多元自駕車亦可結合風景的遊覽、場景的轉換帶給消費者全新的感受。

自駕車完全普及以後，觀光業會有極大的變化，旅館、民宿的業者，需要去思考觀光客的空間、時間被解放以後，住宿的需求可能會大幅降低。可能的應對方案可以為，由這些住宿業者包辦多元自駕車的旅途，類似於從客人府上到旅館一條龍的完整服務，除了車輛本身改裝為符合假期享受的樣貌，對於一路上景點、食宿的安排皆須用心琢磨，提供觀光客良好的旅遊體驗。未來的觀光很有可能有許多相關的套裝行程，由於全部的行程已經幫忙安排好，因此會對遊客非常方便。

自駕車是由自動駕駛系統、軟體、服務提供者所構成，服務提供者為營運者，車隊擁有者才是影響新車設計者。一般未來的自駕車相比現行的傳統車輛，在車體結構、後車廂、車窗、輪胎等設計皆會有所不同。在安全議題的考量上，未來自駕車較不需要承受現在的耐撞擊，因為某些情況下可能互相緊鄰，因此車輛結構所用的材料可能也有許多創新。未來行李會有貨物化的創新，現行的後車廂應該不會存在，拖車和其他可分拆之裝置將更為普遍，未來自駕車也不再需要頭燈，並且會有3D 列印的製造，車窗也有可能變為螢幕的用途。但輪胎的需求應該會比現在更大，因為一輛自駕車可以取代許多傳統車輛，但其行駛里程數不會減少甚至會增加，同時因為電子化的緣故，自駕車不容許在路上爆胎，法令將規範自駕車提前更換輪胎；另外也會有輪胎感應器，甚至能做到異物偵測，相比現在僅有偵測胎壓而言更智慧化。道路也會有改變，新的道路材料更利於排水、更持久、對環境更友善，甚至能靠太陽能或汽車運動回充發電，可能因此出現顛覆性的新道路。

未來自駕車應該會變成 IoT 的形式，自駕車就會是一個更複雜難以預測的 IoT 集合。自駕車可以與 5G、IoT、電子產業、網路、電信借鏡來發展。最後自駕車的主導者可能不是車廠而是車輛本身，因為其在主導的是人們的生活，車輛擁有各式各樣的生活資訊可以擴增移動時可能的服務。

V2X 將行車資訊透過無線傳輸，與周遭環境、行人、車輛與交通設施連結，甚至將採集到的數據上傳雲端資料庫，讓所有車輛皆可取得道路上各種物件即時狀態。在實踐自駕車時，車間通訊扮演十分關鍵角色，由於車聯網連結駕駛環境周遭物件資訊，自動駕駛系統雖然已經感測到物件，但仍可透過車聯網再次驗證物體的位置、方向與速度等，確認是否跟感測器接受資訊一致，透過多元資訊融合驗證，將可提供車輛更精準的決策依據。

現行自駕車定位技術除了衛星 GPS、光達及高精度攝影機進行感測資訊融合以達到精確定位。除此之外，近年也出現了名為 GPR 的技術，能夠進一步協助自駕車的定位。GPR 主要由雷達探測地底，能夠被應用在地圖偵測的功能。目前市面上較普遍的自動駕駛 mapping 技術，皆是以 3D 的光達，配合 GPS 及攝影機畫面去識別地景及物體。然而，礙於儀器的限制，可能出現一些不易識別的情形，比如：地景邊界改變、模糊的景象、季節變化及感應器的干擾失效等。LGPR (Localizing Ground Penetrating Radar) 能夠從車底以雷達探測地底進行定位，針對上述現行

mapping 技術不易識別的情形都不受影響，表現很穩定。此外還具有數學計算上獨立、地圖資訊能夠非常完整、4~9cm 的高精確度，以及低成本等優點。在其他現行技術受到限制的情形，比如降雨、降雪及季節變化，LGPR 皆有非常好的表現，不會受到影響。一般情況下，同一區域的土壤能在十年內都完全沒有變化，因此 LGPR 有長時間的穩定度，適合作為地圖使用。

高精度地圖實踐點到點也是自駕車圖資技術的發展方向，高精密度動態地圖落實點對點無人車駕駛導航關鍵任務。高精度地圖具備有高精度的坐標，同時還有準確的道路線標、路標、車道數，並且包括道路垂直坡度、曲率、側傾、週邊物件等地圖層資訊，與即時更新車況、天氣、障礙等即時動態路況圖資，道路影像紀錄詳細度至少為 10 公分的等級，最後完成建構 3D 點雲圖地圖。另外，高精度地圖是會學習的地圖。可隨著不同車輛擷取的路況資料，即時上傳雲端，讓所有車輛即時得到最新圖資。當路側標誌改變，只要一輛車透過取得路況影像、車載導航系統分析比對發現，即能立即傳回雲端，此時所有車輛圖資立即更新，強化地圖資訊即時性。

最後，自駕車也能作為個人工作室，進行特色化的訂製、加工、設計、製作等業務，甚至能在第一時間親自遞送，達到真正一條龍、客製化的體貼服務。未來大量生產製造的趨勢之外，對於此類特色化的少量生產也會有一定的需求，此時自駕車將會非常適合作為工作室，因其同時具備生產及運送的功能。

三、對經濟產業面之建議

(一)對產業消長及轉型之建議

除了自駕車本身以外，產業的轉型與發展也與其他先進技術相關，需要留意。如電子支付，在結合自駕車以後，付費方式能有更多選擇：手機、預付制、pay-as-you-go 等都可以做到，並且能以數位貨幣取代紙鈔或信用卡。所有的產業都需要檢視法規與權責，全新的產業需要縝密的審核，轉型的產業也要有相對應的規定。衰退或消失的產業，也能由主管機關輔導產業的轉型或是善後。大貨運公司有財務動機和法令上的影響力做出改變；當他們還只有部分的車隊或部分路線是無人化時，他們有更好的立場支持複合式的運送方法。因此相對載客的自動駕駛運輸，載物的自動駕駛運輸會較早發展。某些國家將無人車交通(的一部分)進行國有化(nationalize)，會較低價、較不會分裂，也較少創新。

法規或政策應配合 LV2~LV5 的進程所衍生的需求去改變，業者會對相關的改變優先做出調整、提出因應措施。以保險業為例，近年開始出現新型的保險服務，如 UBI(User Based Insurance)即是針對每位使用者需求提供的計費服務。也有如科技新創公司 Trov，即將於 2019 年提供每位 Waymo 共享自駕車使用者短期、單項

的靈活保險服務。從政府的角度而言，現在要提前對未來未知的技術做出調整其實很困難，如果要針對自駕車帶給各產業的重大影響提出戰略，建議政府組一個特別的工作小組，或是委託智庫長期關注這些議題。因為自駕車帶來的是跨產業的影響，除了經濟部的製造業，交通部的相關法規，還有很多生活型態的改變，住宅都市及國土規劃可能是內政部的範圍，可能要拉高到行政院層級或是政務委員督導智庫或研究團隊去長期關注這些事情。

(二)對就業市場的建議

就業市場時時在變動，像自駕車普及的重大改變會造成許多就業機會的調整。相關單位需要因應產業的變化，輔導創業、就業機會、協助職業轉換等。對於即將被自動駕駛系統功能取代的職業，也可及早進行其他專業能力的培養，甚至協助成為相關全新產業的首批投入者。

(三)對多元運輸服務的建議

未來車輛的消費結構，最大一部分的普通民眾，可能會對於車廂內的設施及軟體、功能有幾種選項。往上一個階層，負擔得起的使用者能夠針對客艙進行客製化，但是仍然為車廠提供之模板進行改裝。最上層的頂級客戶，將能夠完全針對自己的需求客製化自駕車，甚至連軟體系統也會需要修改。載具的樣貌會有許多種類，個人的載具，由類似摩天輪車廂的極簡膠囊車廂，到極豐富的頭等艙車廂，功能應有盡有。多人乘坐的載具，則應會有從功能單純的接駁巴士、通勤公車，到功能豐富的行動辦公室、遊艇派對的載具形式。因為時間及空間的解放，對於業者及消費者而言都是很大的便利，解除了區位的限制也使得潛在的客群增加，不會再有每天光顧的都只有熟客的情形。由掌握自駕車模板的龍頭企業維護複雜高科技的載具系統，業者僅需要專注在提供獨一無二的優質服務，將會是未來社會的一大進步動力。

車輛技術的發展需要訂定統一的標準，遵照共同的協定。可以想像當汽車不是汽車的時候是否需要一個大的標準在全世界被共同遵守。例如電腦都需要遵循 IEEE 的標準，因此所有電腦廠商都在一個標準下設計、創新以及研發。不同的廠商或國家技術制定標準需要彼此協商，最後只能發展出一套標準不能像現在每個車廠可以隨意設計，否則會導致交易成本會過大。近年開始討論未來自駕車是否會達到持續性的版本更新或設備升級(Yearly Update)，即市面上的自駕車使用年限縮短，類似當今的智慧型手機達到每年升級、汰換的速度。倘若未來走向此方向，則對於出廠的標準與規範也需要嚴格要求，且也需思考汰換下來的舊車如何處理。

V2X、IoT 等技術都與 5G 基地台等基礎設施息息相關，為了達成聯網的智慧城市運輸，相關的設施階需要廣泛設置，並確保能夠發揮極好的功能。高精度的地圖也是推動聯網交通的重要關鍵，有了精確的圖資資訊能夠提供給自動駕駛系統，

才能達到真正 SAE Level 5 的自動駕駛等級。大量資訊的蒐集及應用，需要界定合理的使用範圍，在不侵犯隱私權的情況下使用，也需要相關機關去監督、管理。自駕車可能配備人體健康監測系統，生命徵候有異常時可以直接送醫，減少道路旅途猝死案例，但健康隱私的資訊也有疑慮，要將多少個人資訊交給無人車公司會需要思考。

第五章 環境能源面衝擊影響評估

為瞭解自駕車全面普及後，對於環境能源面會造成何種衝擊影響，本章首先彙整各國針對自駕車輛對於環境及能源之研究成果與各國對於未來之因應，以作為我國發展自駕車之後續環境以及能源使用變化之想像參考。且針對環境保護、能源使用以及電力系統之衝擊進行影響評估；最後提出對環境保護、對能源使用以及對電力系統之政策建言。

一、環境能源面文獻回顧

(一) 美英澳三國民眾肯定自駕車減碳效益_Schoettle and Sivak (2014)

Schoettle and Sivak (2014)來自美國密西根大學，針對美國、英國以及澳洲採用線上問卷的方式，分別收回 501 份、527 份以及 505 份問卷，調查美國、英國以及澳洲的民眾對自駕車節能減碳效率之看法。若以自駕車與現有汽車相比，調查民眾對碳排放及能源效率的看法，三地都有超過 60%的對象認為自駕車能減少碳排放，此外，三地皆有近 70%的對象認為自駕車有較好的能源效率。對於自駕車的推廣而言，知悉民眾的普遍觀感及看法也是一個重要的課題，此研究顯示民眾對於自駕車的環境能源效益普遍持正面的態度。

表 5.1 調查一般大眾認為自駕車帶來環境能源效益之問卷結果

Expected benefit	Response	U.S.	U.K.	Australia	Total
<u>Lower vehicle emissions</u>	Very likely	21.2	23.0	16.8	20.3
	Somewhat likely	42.3	44.2	45.5	44.0
	Somewhat unlikely	26.1	26.4	27.5	26.7
	Very unlikely	10.4	6.5	10.1	9.0
<u>Better fuel economy</u>	Very likely	25.3	27.5	21.0	24.6
	Somewhat likely	44.7	48.4	49.1	47.4
	Somewhat unlikely	21.2	19.7	22.6	21.2
	Very unlikely	8.8	4.4	7.3	6.8

資料來源：Schoettle and Sivak (2014)

(二) 自駕車與現行車輛之減排比較_Fagnant et al. (2015)

Fagnant et al.(2015)採用美國奧斯汀市的旅次資料及路網，以節點法派遣模式模擬自駕車普及後排放與節能變化。此研究的作者曾於 2014 年以同樣的情境，採網格法派遣模式模擬共享自駕車的運轉。兩篇研究主要的差異在於節點法較網格法能更精確的表現旅運者的需求分布，因此能夠得到更符合實際情形的結果。研究亦將

此共享自駕車的運轉與美國自小客車運行的平均數據進行比較，可以發現網格法與節點法相比自小客車分別可以節約 12%及 14%的能源。同時，網格法與節點法也可分別減少 5.6%及 7.6%的溫室氣體排放，如表 5. 2。硫氧化物的排放可以減少 19%~20%之外，揮發性有機物 VOC 更可以減少約 47%~49%，具有相當的環保效益。

表 5. 2 模擬自駕車隊營運與現行美國車輛之環境能源表現

TABLE 1 Anticipated SAV Life-Cycle Emissions Outcomes Using Austin Network-Based Scenario, per SAV Introduced

U.S. Vehicle Fleet versus SAV Comparison (over SAV lifetime)						
Environmental Impact	U.S. Vehicle Fleet Avg.	Passenger Car Running Emissions (%)	Passenger Car Starting Emissions (%)	SAVs	Change (%)	Grid-Based Estimates (%)
Energy use (GJ)	1,230	88.6	0.0	1,064	-14	-12
GHG (metric tons)	90.1	87.7	0.0	83.2	-7.6	-5.6
SO ₂ (kg)	30.6	14.2	0.0	24.6	-20	-19
CO (kg)	3,833	58.1	38.7	2,590	-32	-34
NO _x (kg)	243	73.3	14.7	198	-18	-18
VOC (kg)	180	39.0	43.7	95.2	-47	-49
PM ₁₀ (kg)	30.2	65.8	6.6	27.9	-7.6	-6.5

資料來源： Fagnant et al. (2015)

(三)不同能源驅動產生不同能源消費_Chase et al. (2018)

Chase et al. (2018)預測燃油、油電混合以及純電動發電之 3 種不同能源驅動方式之自駕車在到 2050 年時的能源消耗趨勢。此研究將電池電動自駕車 (Autonomous Battery Electric Vehicle) 案例與油電混合電動自駕車 (Autonomous Hybrid Electric Vehicle) 案例及參考案例進行比較，並分析對能源使用的潛在影響。

當自駕車普及率越來越高，購買一輛自駕車所產生的效益，可大於其所需的成本，再考量自駕車的方便性與安全性，家庭多半會減少自己開車的意願。而車隊也較願意提供這種效益高的共享自駕車，因此購買兩個案例車輛的數目，會遠大於購買參考案例車輛。另外，這項研究也假設這兩個案例並未包含所有自駕車能源影響的不確定性。

研究結果預測，以運輸能源使用而言，電池電動自駕車案例及油電混合電動自駕車案例都會大於參考案例，然而兩者在 2050 年的能源消耗仍然比 2017 年低，如圖 5. 1 所示。

1 Btu = 252 cal = 1055 J, 1 quad = 1 quadrillion (10¹⁵) Btu

Figure 2. Transportation energy consumption in three cases, 2010-2050

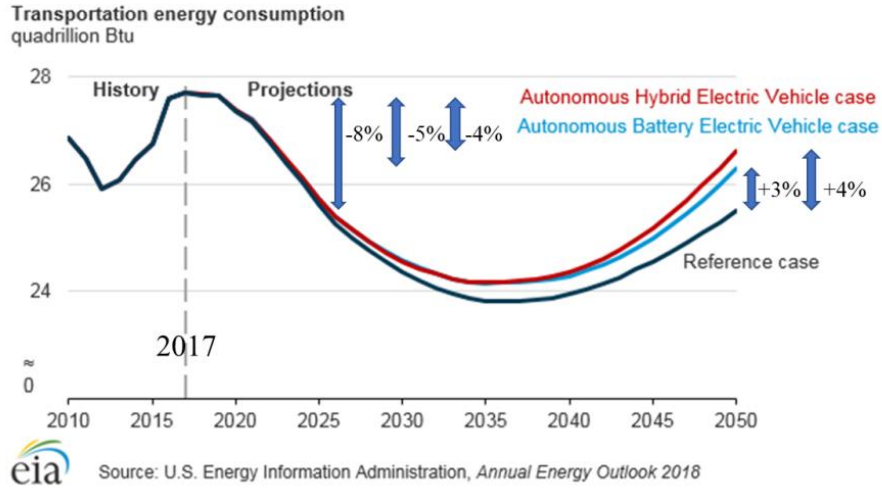


圖 5.1 自駕車在 2010 到 2050 年間三種動力來源之能源消耗量趨勢圖

資料來源：Chase et al. (2018)

雖然兩個案例的能源使用較高，然而能源使用的種類卻存在差異。如圖 5.2 所示，電池電動自駕車對汽油的使用量與參考案例幾乎相同，在 2050 年約有 11.4 萬億英熱，然而自駕車對電力的使用量卻多達約 1.3 萬億英熱，比參考案例還高。至於油電混合電動自駕車則是對於汽油的使用量比參考案例高，約 12.5 萬億英熱。兩個案例在柴油的使用量上，幾乎與參考案例相同，原因是假設中關於廣告車輛列隊行駛的限制。

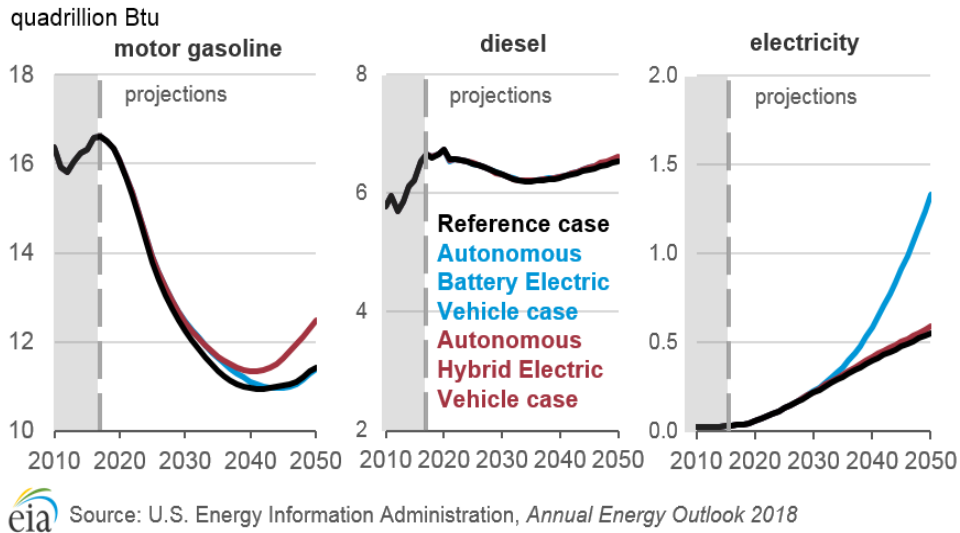


圖 5.2 各類動力來源的能源使用比較

資料來源：Chase et al. (2018)

研究更提到，自駕車的出現對大眾運輸模式產生極大的影響。透過與自駕車的串聯，可以增加通勤鐵路的使用效率，一般鐵路以及巴士運輸則會因為較不如自駕車有競爭力，而逐漸減少使用。巴士運輸的使用率在 2030 年前會持續減少，2030 年之後，則會因為自駕巴士的普及而漸漸提升使用率，在 2050 年會提升將近 50%，比參考案例高出許多。通勤鐵路在能源的使用上，到了 2050 年，兩個案例都比參考案例高了將近 50%。一般鐵路在 2050 年，兩個案例的能源需求會比參考案例減少 35%。大眾運輸對能源的使用占運輸能源使用相對較小的比例，因此這些改變對運輸能源的需求影響較小。

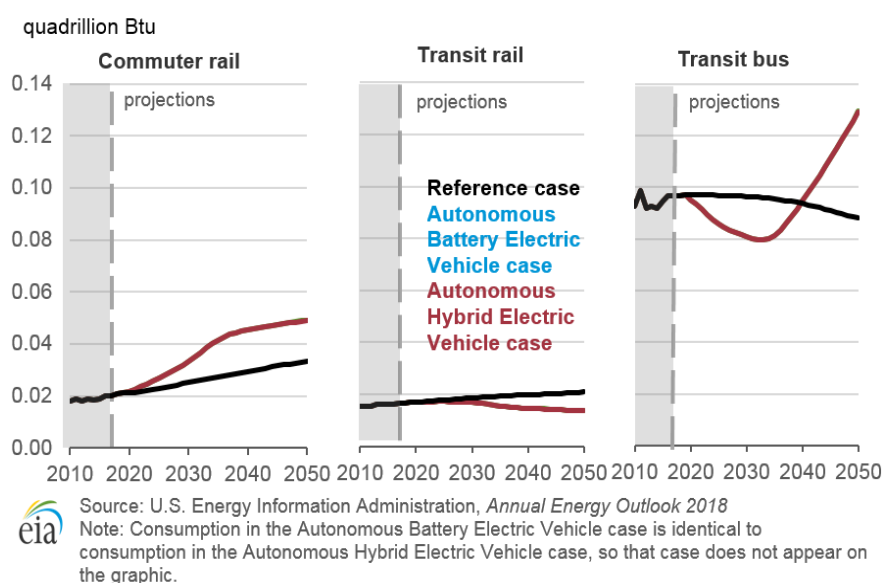


圖 5.3 各類公共運輸的能源使用比較

資料來源：Chase et al. (2018)

(四)自駕車耗能受共享比例影響_Stephens et al. (2016)

Stephens et al.(2016)中設定自駕車 100%為共享模式，並依據旅行需求(Travel Demand) 和車輛能源使用效率(Fuel Efficiency)之影響程度將情境分為分為上界及下界，探討自駕車影響能源消耗的因素。

在上界情境中，模擬共享自駕車造成總延車英里大幅增加，且燃料使用技術幾無提升的情形，以此觀察自駕車可能產生的耗能負擔。上界的結果顯示，若共享自駕車完全沒有共乘，則總能源消耗將大幅增加為基準值之 300%，如圖 5.4。

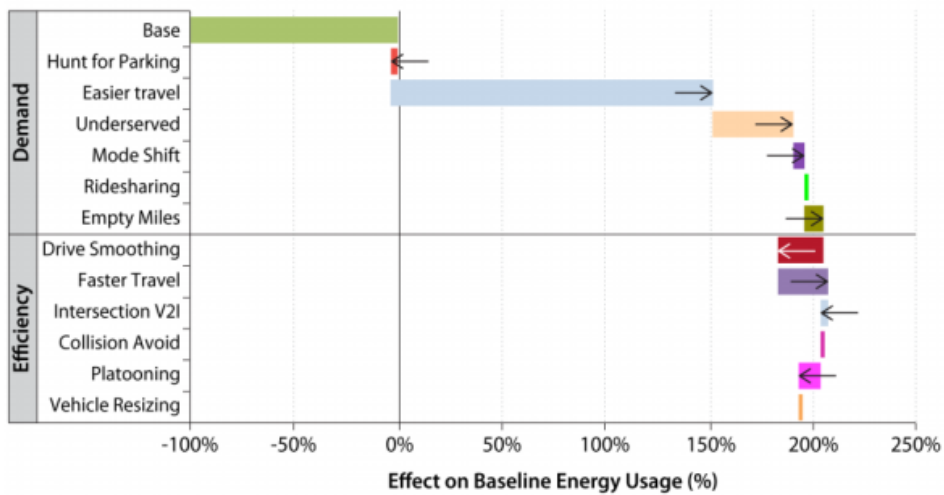


圖 5.4 上界情境中自駕車的能耗將達到基準的 3 倍之譜

資料來源： Stephens et al. (2016)

在下界情境中，模擬共享自駕車隊總延車英哩影響較小，同時車輛的能源使用效率有相當的進展之情形。下界的結果顯示，當車輛能源使用效率(Fuel Efficiency)之影響程度變大時，總能源消耗減少為基準值之 40%，如圖 5.5。此研究顯示自駕車在能源面有可能增加能耗或降低能耗，取決於共享自駕車的共乘行為及車輛能源效率技術的發展。

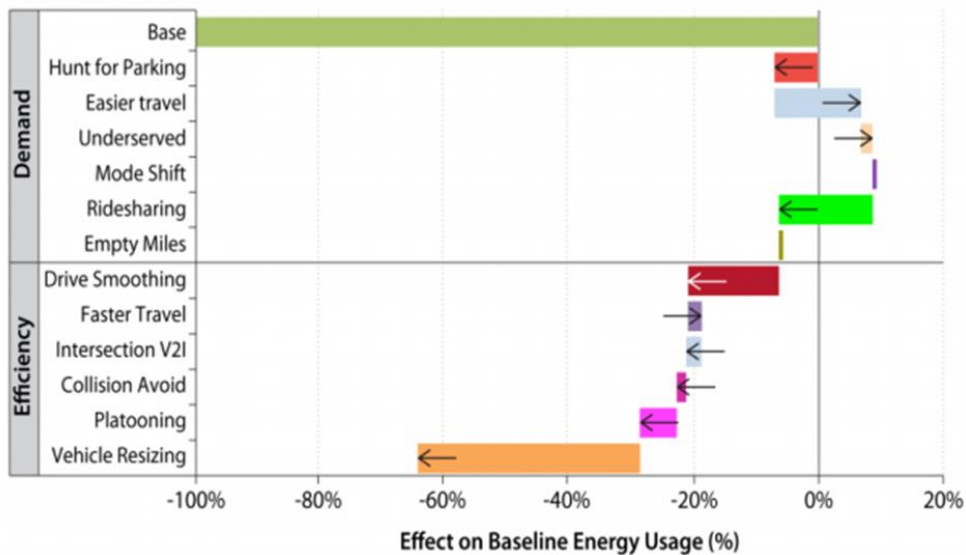


圖 5.5 下界情境中，自駕車的能耗僅低至基準的 40%

資料來源： Stephens et al. (2016)

(五)自駕車產生碳排效益超過 9%_Gawron et al. (2018)

Gawron et al.(2018)為密西根大學與 Ford 合作進行之研究，在密西根著名的自駕車研究測試場域 M-city 以 Ford 之自駕車做能耗及排放的相關研究。此研究除了傳統上考慮電動載具生命週期之耗能、排放之外，另外也計算了車上的精密裝置所額外增加的耗能及排放。考量實現自動駕駛功能之精密裝置耗能及排放，此研究是目前國際上最完整的文獻，因為在 M-city 可以蒐集相關數據精準定量，並偕同密西根大學之學者完整分析。

此研究以 SAE Level 4 之自駕車為研究對象，考量其所具備之感測及運算功能裝置的耗能及排放。感測裝置包括攝影機、雷達、聲納、光達、GPS 等，運算裝置則為 NVidia 之 PX2 CPU。研究結果顯示，所有相關裝置之額外重量以及運轉產生之碳排放，為 1,300 公斤之二氧化碳當量，各裝置所占之比例如圖 5.6 所示，其中以電腦 43% 所占最高，所增加的重量所占碳排比例達 15% 次之。

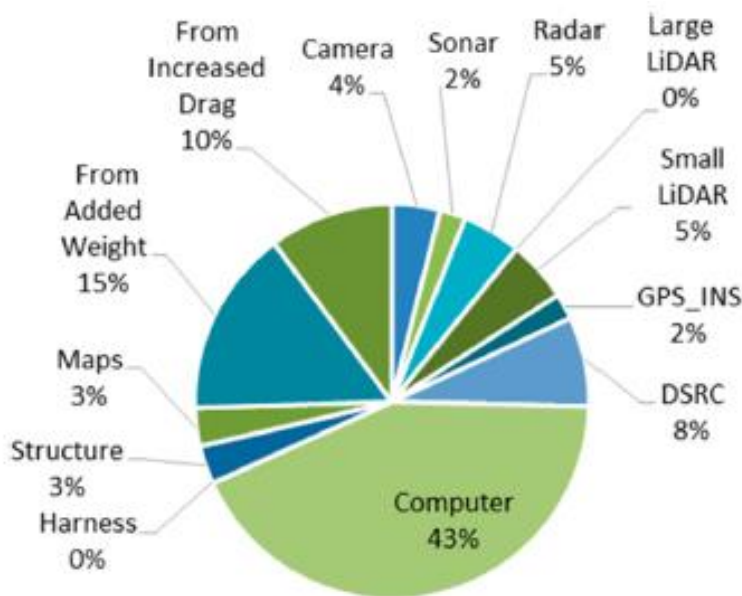


圖 5.6 自駕車相關裝置所增加之碳排放比例

資料來源： Gawron et al. (2018)

然而，自駕車也能夠以多種方式減少行駛過程中之能耗碳排放，如智慧節能駕駛(eco-driving)、聯網功能、隊列行駛等。當這些功能的影響也被納入考量時，前述所增加的 1,300 公斤碳排放，能夠帶來共計約 3,700 公斤碳排放減少之效益，如圖 5.7 所示。由此研究的結果可以得知在大部分情形下，電動自駕車能夠對於減排、節能有正向影響。

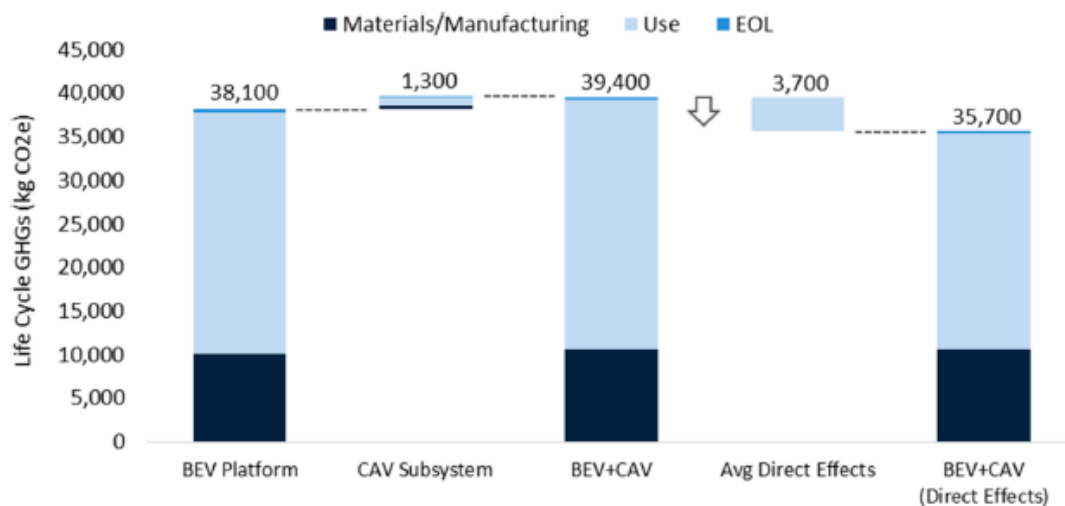


圖 5.7 自駕車之功能可能帶來 9%之減排淨效益

資料來源：Gawron et al. (2018)

二、對環境能源面之影響

(一)對環境保護之影響

1.對車輛排放的影響

在環境影響面而言，電動自駕車普及後，污染源從線源變為點源，污染從排氣管到火力發電廠，不變的是輪胎磨損所產生的顆粒狀污染物。討論自駕車對環境的影響面時，重要議題即為空污排放，一般燃油車輛會有尾氣排放、汽油或柴油所蒸發的損失，及車輛停等時的空污排放。若是電動車的排放，雖然尾氣的排放相對之下幾無污染，但是發電廠端的排放會占較大的比例。其他包括輪胎及剎車的磨損，也會造成粒狀污染物，顆粒小的像是 pm2.5 以及 pm10 等，也須納入考量。甚至未來的自駕車如果是派遣的型式，則派遣前段無人乘車時的污染排放亦須計算，且污染排放計算包括尾氣排放、蒸發、停等、輪胎及剎車磨損等，均有相對性的係數以輔助計算排放的污染。

2.對含硫空氣污染排放的影響

關於硫氧化物的排放需要特別關注，以目前直接從燃油車輛的尾氣排放車所產生來的硫氧化物幾乎都已經是非常低。但是電動車輛的前端發電廠若採火力發電所使用的煤炭含硫量將近有 3%到 5%，即使再加裝更好的硫氧化物去除設備還會有很高比例的硫氧化物排放，因此需要留意。

如果將現在所有的機動車輛改成電動車，根據運研所的研究顯示會減少 20%的能源消耗。機動車的污染排放有氮氧化物以及一氧化碳，而硫氧化物則因為汽油不含硫所以含量非常少；但是轉換成電動車後因為煤炭的含硫量很高，因此硫

氧化物就會變多，從車輛排放的含硫空氣污染物就會增加。因此電動車普及後直接排放會減少，但是間接排放會增加，尤其是硫氧化物以及二氧化碳的排放量。

3.車輛製造與使用階段對環境污染之影響

一般而言，製造階段的污染因占總污染的比例較低，大多都不會考慮進來，而使用階段的污染比例較高。如果假設當全部車輛改用電動自駕車時，現有電力系統若可因應這樣的用電需求變化則對現有電價定價影響較小；但若當電力系統無法因應如此變化需增加發電設備時就會牽涉到電價，電價提高，電動車的吸引力可能就會降低。例如 Gogoro 不談電的價格而是談租用電池的費用，因此後端需要強大的精算系統，並採平台的方式推動。

4.從生命週期評估的角度看對環境的影響

如果要從環境角度討論的話就建議以延人公里來計算對環境的影響。所以單位運輸服務所衍生的環境影響，在學理上已有很明確的方法可計算生命週期評估或單純對環境的衝擊。因此整個討論必須要從生命週期評估的角度而言，對環境方面的影響，這就牽涉到直接與間接的問題，可以加總在一起討論。

(二)對能源使用之影響

1.電動自駕車普及對能源需求之影響

環保署致力推行電動機車，而臺南大學能源系曾有教授引用較嚴謹的生命週期評估方法去評估燃油機車與電動機車對環境所產生的影響。環保署宣稱電動車非常環保；而臺南大學教授認為燃油車比較環保，其立論基礎為燃油機車能源的使用效率遠比發電過程的使用效率高很多。因此這問題不能從自駕車著手，需要從電動車以及燃油車的角度去看待這問題，特別是需要考慮效率的問題，而從能源效率的部分著手可知火力發電是較不具有效率的過程，直接把油加入油缸內轉換成機械能較有效率。至於是否需要引入電動車輛，在運研所的研究成果顯示若全面引入電動車輛則會增加 20% 的電力需求，但若是純粹討論電力問題，並不覺得悲觀，因核融合技術何時會成熟也是未知數，倘若一旦成功，電力供給的問題就會迎刃而解。

2.單輛車總里程數增加對能源使用之影響

如果現在要討論及門服務，現行臺灣都是以自有車輛的方式完成門到門的旅運需求，未來如果是要使用共享或是公用的及門運輸服務系統就會有一趟旅次是空駛里程未載人的，自駕車從派遣中心出來時不會載人，屆時可能因旅次數增加而需要消耗更多能源。而這一段空駛里程的能源使用以及產生的環境問題要如何分攤到後續所提供的運輸服務上面，而這一定會涉及到共享經濟以及平台經濟。

3.車輛製造與使用對能源使用之影響

能源使用在車輛製造階段的影響相對而言影響較小，不管是電池或是一般引擎的製造，相較於使用期間造成能源消耗上在過去的研究都顯示占整體比例非常少，因此可以忽略。但是車輛與電池回收的影響需要納入考慮，因為回收車輛與電池需要消耗大量的能源。

4.車輛年度更新對能源使用之影響

未來的趨勢包括電動化、自動化、共享以及物聯網，近年新出現的觀念為年度更新(Yearly Update)，曾有研究大膽預估未來只需要現有總車輛數的 20% 的自駕車透過共享來負擔交通需求，但是車輛每一年都需要持續進行版本更新來因應新科技。因此，雖然只有 20% 的車輛數，相較於現在之車輛年限長達使用 10 年以上，未來的自駕車可能需要每年定期更新車輛部分的零件，甚至是整車汰換。在此情況下是否會節約大量資源與能源消耗是值得探討的。

(三)對電力來源以及電力供應效率之影響

1.對電力轉換效率之影響

我國現有與未來的電力結構與發電方式相關數據都非常值得參考，從能量平衡的觀點而言，考量目前臺灣地區平均的發電型態，一份在燃料裡面的化學能只有 30% 到 40% 會轉換成電力。因此如果再乘以 30%，電動車輛之能源效率與燃油車輛之能源效率，以熱學觀點而言是相當的，因此電動車輛並沒有比較高的能源效率。也有相關研究評估，電動機車相較燃油機車以生命週期的觀點而言，完全沒有環境上的優勢，因為 1 部電動機車平均可以使用的壽命為 5 年，當時平均 1 套鉛酸電池使用 2 年就算表現良好，而燃油機車的平均使用壽命 12 年。

2.對電力需求以及電力結構之影響

從電力需求與電力結構方面進行探討，相關研究指出，載具全面電動化之後的電力需求會增加 20%。然而針對此增加的電力需求量，現階段無須擔心，因為能夠被充電到電動車輛電池裡面的電力都是可以調度的電力，因此只要管理得當則不會無法滿足此 20% 的增加需求。相比之下，較棘手的問題為備轉容量率，當電力系統有尖峰需求的時候，如果沒有一定的容量去因應尖峰時段的電力需求，則整個電力系統就會出問題，造成跟大停電一樣的狀況。而基本上備轉容量率與用電量的增加沒有太直接的關聯，即使用電量的增加也不致於會有太大的影響。

(四)對空氣品質與噪音減少評估之影響

1.對空氣品質的影響

自駕車對於空氣品質的影響不容易評估，因以生命週期評估的概念而言，需要把發電廠間接的排放一併討論，則空氣品質不見得會變好。形成平台經濟模式的時候車輛總數會減少導致排放源減少，但是慢行交通的比例也會因自駕車普及而減少使自駕車的延人公里數增加，導致單一排放源排放增加，因此需進一步研究探討才能有更明確的定論。以環境範圍而言，從延人公里的角度而言，若整體總量增加，而電動車輛總數沒有大幅減少，把間接的問題算進來也牽扯到能源效率的問題，因此有可能對環境影響更嚴重。

2.對噪音的影響

電動自駕車普及後的噪音就不會是問題，反而必須考慮因為載具音量降低造成之安全上的疑慮。舉例而言，可能造成因為車輛沒有聲響導致行人沒有注意到車輛接近，而造成行人受到心理上的驚嚇或是事故的產生。關於電動載具的噪音問題，國外甚至已經有需要提升電動載具運轉音量的法規出現，顯見電動載具及自駕車的噪音污染問題較小。

三、對能源環境面之建議

(一)對環境保護之建議

1.需將環境議題放在國家政策首位並促進跨部會合作

環境可能是消費者最後所考慮到的部分，因為對消費者而言經濟效益比環境因素重要，但是對國家政策的考慮必須要把環境放在前面。這裡面會有多股力量拉扯，從電開始談起就可以解決最核心問題，電如何影響後面的決策，這就不會只是交通部的事情，經濟部以及環保署也需要去處理。屆時需要更進一步做跨領域與跨局部之間的整合產生更多的對話，促成對未來願景有一致的共識。

2.計算排放時需考慮間接排放

有關於直接排放與間接排放的部分，這觀念主要從溫室氣體盤查的觀念來的，用電的溫室氣體排放在相關領域上稱之為範疇二的間接排放，同樣其他的空氣污染物也必須把間接排放考慮進來，因此能源轉換效率數字看起來很高，但其實是沒有把前端如何把化學能轉換成電能這一段的能源轉換效率考慮進來。

3.對釋出空間使用之建議

停車位轉換成綠地要探討透水率的問題，與整個都市防洪有很大的關係。也可以思考現在就可以將停車位變成與綠地一樣效果的空間，不一定要等到停車位釋出之後再執行。改變停車位的設置方式一樣也可以達到環境保護的目標。停車

位的減少受限於法令反而可能造成更多的環境問題。私有停車空間牽涉到產權不一定會減少，也會牽涉到停車獎勵、空地稅以及產權問題。而公有停車空間不一定要等停車空間被釋出以後才轉換成綠地，政府部門現在就必須想辦法讓路邊停車不要造成太大的環境問題。

4.對自駕車政策推動之建議

環保署應該需要以直接排放的角度去推動自駕車電動化。民眾感受到最多的是直接排放，因此就需要大力推動直接排放較小的系統。而政府部門推動自駕車的同時，也要讓民眾了解間接排放會相對增加，而間接排放要付出什麼代價政府要引導民眾去思考。從直接排放的角度政府部門要去推動，而推動的背後要探討間接排放還有其他社會議題，例如私有停車位在自駕車普及之後所衍生的問題要如何解決，這議題可能導致政策無法有效推行。從民眾角度而言，民眾需要自我教育，選擇新的交通載具要自己承擔所衍生的問題。

(二)對能源層面之建議

1.需考慮未來電廠分布與再生能源發展

政府部門針對供電方式已訂定具體目標，像是火力發電占比（氣：煤：再生能源 50：30：20）的目標預計在 2025 年達成，但是有些議題尚待處理，其中最大的議題是燃氣接收站的設置，若無法設置接收站，天然氣的煉油廠會因為完全沒有燃料而蓋不起來。在這段期間深澳等發電廠，未來電廠分布與再生能源發展都會是一個在電力需求結構上面在做定性的評估時都必須考慮進來。

2.國家的綠能政策需堅定且完善

推動自駕車時，國家的綠能政策必須要堅定且完善。而有關於補貼這方面，需要考量自駕車普及後現有的補貼是否要持續。目前學者普遍認為現有的狀況應該不會持續，因此需要重新考量在成本以及補貼的計算。

3.需考慮反彈效應對整體能源的衝擊

另外需要討論反彈效應，例如當冷氣機能源效率提升或成本降低反而會因為使用的頻率增加而導致比平常使用更多的電力，而在自駕車的領域也可有這樣的情形。當用車成本變低，自駕車預期也會使用的越頻繁，把反彈效應考慮進來，也許對整體能源的衝擊可能跟一開始能源消耗會降低的預期有出入。

4.逐步建置完善且密集的充電設備

以 KPMG 之自駕車就緒程度評比為例，其中包括充電樁、網路基地台等基礎設施完備度皆是重要的依據。自駕車具備自行巡弋充電的特性，然而充電設備的數量及位置分布也會是決定自駕車系統運轉效率的決定性因素。放眼近年燃油

載具逐步轉型電動載具的全球趨勢，充電樁的設置將是提升電動載具使用率的關鍵，也因此中央及各地方政府需要將充電設備的規劃納入考量，才能為自駕車的推廣提供一個穩固的基礎。充電站、電力系統設計的穩定性也是必須考量的；倘若系統當機或是斷電時，緊急備用或替代方案需事先規劃。最後關於現行停車空間的轉型或釋放，也與充電設備的布置相關，因此對於充電設備的空間規劃，值得深入研析探討。

(三)對電力來源、電力供應熱效率之建議

1.需考慮發電端的效率以及所產生之影響

若以生命週期評估的觀點而言，有一些學者稱之為 From well to wheel，就是把油從油井裡面開採出來變成車輪上的動力，同樣電動車輛應該也用這個觀點來考慮，不管是用火力發電或是水力發電，都必須把發電端的能源轉換效率以及能源轉換過程所衍生的間接排放考慮進來。因此要特別把發電端之效率以及發電端所產生的影響考慮進來。

2.對電力需求以及電力結構之建議

運研所的研究指出如果所有的汽機車都改成電動化，總用電量就會增加 20%。但即使會增加 20%的用電量，基於它是可以調度的電力只要在管理上做的好的話其實並不須要擔心這 20%的用電增加量。而真正需要擔心的是出現尖峰電力需求高時的備轉容量率，因此需要有一定的容量去因應尖峰時段的電力需求避免大停電的狀況發生。

3.從使用者需求的觀點考慮相關補貼以及電價環境

而在需求端共享的概念裡，對使用者而言他們所考慮到的不只是效率也有便利的問題。便利有很多影響因素，對使用者的選擇上第一個會考慮到安全；第二個為是否經濟實惠，這部分國家可以從租稅到各式的補貼來引導，這些作為就是社會系統，一個科技系統要被使用者採納，政府的配套措施是關鍵；第三個才會是效率，這部分是國家需要負責的事，例如需要探討在臺灣未來電價的環境為何？電價會影響自駕車，還是自駕車影響電價？現在電價偏低而未來電價如果上漲，值得反思電動車是否比燃油車更節能。而當中有很多切入的模式牽扯到如何被使用者採納以及擴散。

(四)對空氣品質與噪音減少評估之建議

自駕車對空氣品質的影響，較多在於發電廠端；改善發電過程中直接與間接排放的方式，如上述(三)中提及，需要審慎考慮發電方式、效率等問題，而再生能源發電會是能夠減低對空氣品質影響的其中一個途徑。噪音問題，則可參考 歐盟近

年提出的法規，要求 2019 年 7 月後的所有電動載具，皆須在低速行進時發出人工的引擎噪音警示，以避免行人被因為電動載具運轉音量較低而與其發生事故。

第六章 都市規劃及城鄉發展面衝擊影響評估

為瞭解自駕車全面普及後，對於都市規劃與城鄉發展面會造成何種衝擊影響，本章首先彙整各國針對自駕車輛對於都市規劃及城鄉發展之研究成果與各國對於未來之因應，以作為我國發展自駕車之後續空間變化之想像參考。且針對居住型態、都市規劃、城鄉差距、偏鄉地區樣貌之衝擊進行影響評估；最後提出對國土計畫、對道路使用管理、對都市規劃之政策建言。

一、對都市規劃及城鄉發展面之文獻回顧

(一)自駕車的普及將改變都市型態_The Economist (2018)

經濟學人於 2018 年探討自駕車的普及對都市形態的改變。文中提到未來自駕車普及後，將會因為停車空間轉換為住宅區使人口會更往都市集中，但也有可能會因通勤時間的釋放會而使都市蔓延。都市會更緊密集中或是蔓延，這些發展情境會依道路收費與使用規範而不同。

再者，研究指出自駕車普及後會可能因為車輛價格變便宜，使更多人購買自駕車產生更多旅次，進而導致塞車現象的出現，因此適當的乘車費率可以減少車輛總數，但費率過低時就會產生誘發需求，產生過多非必要旅次的塞車現象。

針對停車位，因自駕車可自行尋找停車位，自行駕駛到空曠的郊區停車不需要特定的停車位，因此停車位會大量減少，且假設車輛管制恰當，道路面積也會減少，因此許多釋出的空間就會被綠化，種植更多植物並且強化水土保持，減少都會中心發生淹水的機率。

(二)無人車商業革命將使市中心空間用途發生變化_數位時代雜誌(2017)

邱秉瑜(2017)數位時代雜誌第 273 期中提出無人車商業革命，探討自駕車將如何影響都市發展以及城市需要因應的方式。文中提到自駕車普及後，市中心的室外停車空間將轉作其他用途，與過去相比，停車場不再需要留設那麼寬的車道，也不必再留設樓梯與電梯，因此可以多容納 60% 的車輛。而市中心區的景觀將大幅改變，因為室內停車場的容量變大，自駕車也可以自動開去市郊停車場以求更低廉的停車費用，市中心地價又昂貴，因此路邊停車格以及路外停車場等室外停車空間的存在必要就會大幅減少，甚至未來也因自駕車全面電動化，加油站也不需存在了。

再者，長途通勤將不再痛苦，郊區的居住需求將增加，可利用通勤時間在車上工作、睡眠或休閒如圖 6.1 所示。長途通勤的痛苦程度大幅降低，會使更多人想住到郊區，以尋求比市中心更好的生活品質，要養育小孩的父母尤其如此。一個孩子

即使住得偏遠，靠著自駕車的接送仍可照常上下學，也不會錯過課後活動，與住在市中心的小孩無異。另外，也會讓地處偏遠的學校能維持註冊率而不致於廢校。



圖 6.1 自駕車普及後通勤模式想像圖

資料來源：O Internet of Business

隨著自駕車的普及，雖讓更多人想住到郊區，但卻也會導致市中心的密度提高。如前所述，市中心區某些土地將轉型再利用，將有更多住宅開發讓市中心出現更多居住人口。而自駕車提供及門的服務，可以讓許多人一天中除自宅與公司可能不會再造訪第三地。以往從車站或停車場步行前往各地的人潮將大幅減少，而許多商家可能會覺得路過的客人減少，位處市中心的優勢減弱了，便會往郊區搬遷以圖較低廉的租金。商家搬走後留下來的閒置空間，就有可能會被開發為住宅。另外商業區或公園的服務半徑內，也就是附近步行可至的區域，房價本來就高，而自駕車的出現，讓就算是沒擁有車輛的人也能在短短幾分鐘內抵達這些地方，比以往更大面積的區域被認定進了服務半徑之內，因此房價跟著上漲，隨之而來的也就是更高密度的住宅開發。

針對停車，為省停車費的空車繞行以及並停恐會造成交通負擔，開車的人找停車位時，會盡可能找離目的地最近的位子。但是在未來，私有自駕車會先載著車主抵達目的地，再自行尋找費用較低的停車空間停放，這種設定是為了讓車主花費最小化。但是如果車主在一地停留的時間夠短例如只是喝咖啡或看醫生，則自駕車則會選擇幫車主省錢不開去停車場，而是維持空車狀態在該街區周圍繞行，或是並排停車，直到車主辦完事再載其離開。這恐怕會為附近區域帶來許多而無謂的交通流量，需要適當的管理以減少空車繞行或並停的行為。

另外自駕車雖然相較公共運輸方便且快速但是，大量的自駕車上路仍會造成交通尖峰時刻以及熱門通勤路線的壅塞，因此仍需要公共運輸來疏運通勤旅客。因此在未來的許多年內，政府還是需要致力於建設捷運、輕軌與 BRT 等公共運輸設備。表 6.1 列出本文提出自駕車普及對都市發展的重要影響。

表 6.1 自駕車普及對都市發展的影響

自駕車普及對都市發展的影響
(1)市中心的室外停車空間將轉作其他用途
(2)長途通勤不再問題，郊區的居住需求將增加
(3)市中心將有更多住宅開發，人口密度會變高
(4)為省停車費的空車繞行或並停恐釀交通負擔
(5)交通尖峰時刻以及熱門通勤路線仍需公共運輸

資料來源：數位時代雜誌第 273 期：無人車商業革命 (2017)

(三)自駕車大幅縮減停車空間_ International Transport Forum (2015)

國際運輸論壇 ITF 以葡萄牙里斯本市作為研究地點探討共享自駕車會如何影響一個城市的交通以及都市型態，研究指出自駕車普及後對停車空間利用的影響。對於停車需求的變化如表 6.2 所示，在共享自駕車完全普及、並搭配高運量公共運輸的情境中，僅需原本現有停車需求車輛總數的 5%~11%；而在共享自駕車與私人燃油汽車比例各占一半的情境中，僅需原本現有停車需求車輛總數的 75%~79%。

表 6.2 各情境下停車需求車輛總數變化

自駕車普及後對於停車需求車輛總數之變化		
情境設定		相較原本數值之比例(%)
100% 共享自駕車	允許共乘	5.6
	不允許共乘	10.7
50% 共享自駕車	允許共乘	75.8
50% 私人燃油汽車	不允許共乘	78.8

資料來源：OECD, International Transport Forum (2015)

(四)自駕車因都市都心分布型態而發展不同_太田敏勝 (2017)

這篇文獻為探討自駕車普及後都市運輸型態的變遷。未來的都市運輸型態如圖 6.2 所示，將會由現在以大部分的運輸都集中在一個大都市的強都心運輸型態，逐

漸朝向以許多副都心為主且彼此之間距離較短之低成本運輸型態。以 Thomson 都市運輸型態基本類型為參考，強都心運輸型態漸漸轉變為低成本運輸型態。

而低成本的運輸型態大部分發生在開發中國家，在這裡由於因為沒有財政能力興建道路與鐵道，因此必須依靠巴士以及路面電車維持城市運作，低成本運輸型態會跟隨經濟的發展而以步行、自行車以及副公共運輸的發展為主。因此低成本運輸型態之結構很多樣化也非常具有發展彈性。這樣小規模據點分散配置的規劃有很大的發展空間例如鐵道系統還沒建立完善的先進國家、中規模城市或是正在衰退的大都市，都具有發展自駕車為都市運輸規劃基礎的潛力。

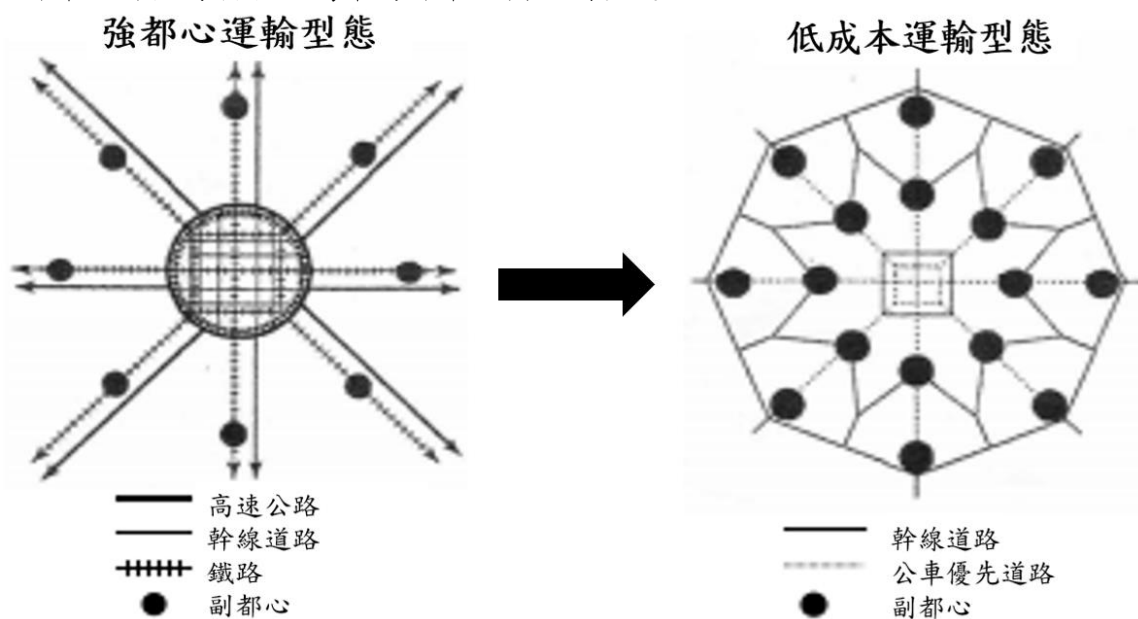


圖 6.2 強都心運輸型態因自駕車發展漸變為低成本運輸型態示意圖

資料來源：太田敏勝 (2017)

(五)其他相關文獻

有關都市型態與空間利用改變的文獻，德國運輸協會 Röhrleef et al. (2015)這篇報告探討自駕車普及後公共運輸之影響，並參考上述 OECD, International Transport Forum (2015)葡萄牙里斯本的案例分析。若無搭配公共運輸，成為以車輛為主設計的都市會造成都市蔓延，也不會有多餘的公共空間，若搭配公共運輸，則許多停車空間可以轉換公共空間。

而在 Meyer et al.(2017)文獻中，運用瑞士當局建立的交通模型探討，在自駕車普及後，對到瑞士各地區之可及性影響做評估，並探討各地區交通流量的消長。文獻提到在完全自動駕駛技術達到 SAE Level 5 以及全部為共享自駕車的情境下，以整體而言減少了抵達各目的地之間的時間，因此增加了可及性。而在連結緊密的郊區以及鄉下地區，其可及性會增加最多；然而在大都市裡共享自駕車所帶來人們對

旅行的需求超過自駕車所增加的道路容量使可及性減少，導致都市往郊區蔓延的現象產生。

另外，麥肯錫報告 Claudel and Ratti (2015)探討自駕車對於城市空間帶來的轉變中自駕車普及後道路空間大幅增加，類似紐約的大城市只需要原本車輛數的 20% 即可滿足所有旅運需求，而公路的容量約增加為 4 倍。以往車輛閒置時間一天超過 20 小時，然而這些時間會因為共享自駕車的普及而大幅減少。因此城市中的旅行時間將縮短，交通堵塞將會更少，都市型態將更緊密。在 URBANLAND Kiger (2015) 的文章中也預測自駕車普及後的都市型態為由多個緊密的城市單元組成如圖 6.3 所示，各個城市單元可以彼此藉由單元外圍的路網聯絡，形成一個共享移動的網路連結。

但在美國蘭德公司 Anderson et al. (2014)的報告中預測自駕車普及後，因為使用者可以利用他們的通勤時間工作、看電影及其他從事活動，因此將有可能會鼓勵人們遠離城市核心居住，通勤距離也將更遠，導致大幅增加了城市蔓延和交通堵塞的可能性。



圖 6.3 為自駕車普及後都市由多個緊密的城市單元組成

資料來源：Kiger (2015)

二、對都市規劃及城鄉發展面之影響

從上一章節的文獻回顧以及透過與都市規劃與城鄉發展的專家訪談，可歸納得到自駕車普及後對未來可能產生的影響以及使用者接受自駕車的因素。而本章將會逐一探討自駕車對都市規劃以及城鄉發展所產生的影響。

(一)對居住型態之影響

從部分文獻中提到自駕車的普及後，使用者可利用通勤時間工作、看電影及其他從事活動，因此將有可能會鼓勵人們遠離城市核心居住，通勤距離也將更遠，導致大幅增加了城市蔓延和交通堵塞的可能性。然而，這個假設雖是以未來自駕車發展普及的時代作為背景，但是，所參考的環境管理以及都市發展都還停留在這個時代，因此較不可能發生。

假設郊區化的外部性沒有被內化，使用者就會選擇便宜的地方居住，通勤到都市的時間也可以利用自駕車所釋放的開車時間做自己的事情。因此為了防止郊區化讓都市繼續蔓延，未來將有可能設計更為合理的道路使用費機制。過去的市政建設像是先進的城市是以收取大量停車費為收入，到了未來就會以收取道路使用費代替停車費。而一旦有了收取道路使用費這個機制，未來的居住型態應該更會向都市集中成為緊密城市(Compact City)，大型的歷史文化以及公共設施會越來越往都市集中，商業設施與服務業大量回到舊城。由圖 6.4 可知緊密城市包含密集與緊鄰的發展型態、由大眾運輸系統連結各都市區域、日常生活服務與工作機會的可及性共三大特性，針對此三大特性衍生三大發展策略，包含保存農田及自然生物多樣性，減少破碎的土地使用型態、公共運輸系統導向發展(TOD)、減少旅次需求、以綠色交通為發展。由此可看出，公共運輸還是在都市中扮演一定的角色，提供重運量的運輸，而自駕車再搭配 DRTS(需求反應式運輸服務)，可以讓偏鄉有較好的生活水準。

除了緊密城市以外還會出現許多在郊區的田園城市，因為郊區會均質化不再需要以汽車為主的都市設計，是以人為主的都市設計而且道路為交通寧靜區，因此未來郊區化會傾向於變成有錢以及有閒的郊區化，並成為度假的地方。不是所有人的郊區化。而一般的市民還是會向緊密城市聚集。

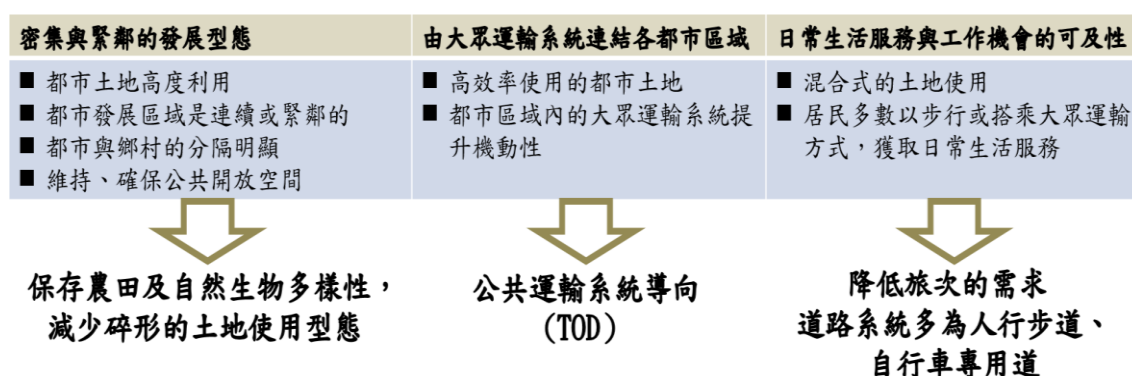


圖 6.4 緊密城市(Compact City)主要特徵

資料來源：緊密都市發展策略及衡量指標之研究導讀《城市的勝利》系列 1：交通運輸與城市蔓延

(二)對都市規劃之影響

1.對都市運輸規劃之影響

隨著自駕車的普及，大城市內依然會使用高運量大眾運輸，例如捷運、輕軌等滿足高運量需求以避免自駕車過多造成的壅塞現象；而中小型城市就未必需要軌道建設使用高運量公共運輸，因為除了規模不夠、不符合效益外，自駕車本身就是一種類軌道車，多元載具發展的時代，公共運輸載具多元化發展應可滿足運輸需求。

交通運輸與土地使用規劃上會利用 desire line (心願路線-交通需求線)，使所有市民的通勤、通學以及購物的路線可以即時被大數據蒐集並反饋，例如坐公車時如果下一站沒有人下車，那麼這資訊會即時被反饋然後跳過下一站並以最佳路徑行駛到要在最近地區下車乘客的目的地。

2.對都市發展規劃之影響

在自駕車普及的後，公共運輸導向型開發 TOD 還是會存在，並以節點居多不一定是場站，因此會出現各種大型或小型的 TOD。TOD 可能會出現在景觀優美的地方、具有歷史價值的地方以及商業特殊的地方，而且 TOD 會變得很有彈性，例如有一家高人氣的商店它就會變成 TOD，因此有可能產生顛倒的 TOD 從以往公共運輸導致周邊地區開發的模式，轉變成有一個著名節點出現後產生大量的運輸需求。而城際的運輸之 TOD 是不可取代，但是都市運輸之 TOD 就會有很大改變。TOD 在六都以及銜接六都的場站要特別重要，例如六都的高鐵站就會是 TOD。

而在自駕車普及的背景下提到公共運輸時，因應未來不只 5G、甚至在 6G 以及 7G 的普及下，屆時網路通訊速度會快速到即時反覆進行動態交通指派系統，每一個人的起迄點都可以被蒐集，因此每一台共享車輛都是公共運輸之一份子。未來可能也許有幾個熱點，這些熱點會有公車站，城市才有可能被重新設計，而如果是及門服務的話就需要很多道路來支援，城市就不會被重新設計。如果是社區或街區裡面會有熱點，在街區裡面不會有停車位，必須要走到熱點才会有車子到達想要前往的地方，因此不一定需要跑到一個大型的車站，而在中小型都市可能不會有捷運，因為每一個熱點都是捷運。因此未來的旅次會因為轉乘的減少而減少，並可以搭配不同的載具解決需求。

(三)對城鄉差距之影響

以臺灣現在的城市架構把六的範圍畫起來就會全部重疊生活圈緊密，如果國土計畫沒有適當的管制再加上自駕車不須要花時間駕駛的優勢，就會加強都市的蔓延，一旦發生蔓延以後就會產生地租理論的尋租效應，如此就會使城鄉差距變大。而城

鄉差距來自於不同階級的生活品質，生活品質在較低階層的人就比較沒有能力負擔租金，因此會越來越往都市外的地方移動。

但是在自駕車普及時代的管理下，所有需求都可以被反應並透過自駕車來滿足，因此當所有人的需求被滿足時就不會產生城鄉的差距。生活品質較高階層的人因為擁有私人的自駕車因此所有需求都可以自己滿足，中產階級的需求可能是由大型自駕巴士來滿足，而生活品質較低階層的人是由中小型自駕巴士來滿足需求，如此大家需求都被滿足後就不會產生差距。

城鄉的差距是來自距離與時間，透過管理使城市更加緊密並管制都市蔓延，讓距離以及時間的差距縮小。生活品質較高階層的人不管住在位於偏鄉的別墅，都可以自己滿足需求並負擔道路的使用成本；而生活品質在中低階層的人可能往緊密城市中較邊緣的地區移動但是需求還是可以被滿足。在未來自動駕駛技術的普及改變公共運輸的使用行為發展成更傾向 DRTS 的概念，因此城鄉差距將漸漸減少。

(四)對偏鄉地區樣貌之影響

對偏鄉停車型式以及道路系統之影響，因偏鄉地區不會有太多的停車需求，最大的停車需求常常出現在風景區，而在風景區的旅遊高峰季常常有大量汽車湧入風景區造成停車位供不應求的現象，但自駕車普及後，風景區的停車需求會大量降低，因為私有自駕車會自己開到其他地區尋找停車位；而共享自駕車則會去載其他乘客不需要停車，除此之外偏鄉地區的道路系統不會改變太多。

(五)對都市地區樣貌之影響

1.對都市停車型式之影響

都市的形貌會改變的比較多，其中道路面積會減少，許多專家預估道路面積會減少三分之一，而另外是停車的需求大量減少。路外停車裡面有建築物停車與專有停車，專有停車會更集中且更有效率，私有自駕車比較需要使用專有停車，而在城市中心停車就會有停車塔提供車輛長期停車，在城市中心外圍就可以再任意路邊停車不需要路外停車場；而共享自駕車停車需求較少因為要不停的載客如果需要時在路邊停靠即可。

而停車的形式也會改變，有些商業模式想像自駕車可以開進大樓中搭電梯上下樓，電梯變成汽車的形式成為極端的及門服務，自駕車可以抵達大樓中的每一層樓，將使用者送達目的地後再自行搭電梯返回道路前往載下一位使用者。

2.對都市空間利用之影響

自駕車普及後車輛總數會降低，道路面積以及停車場面積會釋出，而現在建築物樓地板有許多是拿來做停車場，因此建築物樓地板裡面多餘的停車位也可以被釋出。未來停車場以及道路面積的減少導致綠地增加並且發生 Park(公園) 取

代 Parking(停車位)的現象。另外也因為機車已經不存在所以行人與自行車的空間也增加。未來的城市會是一個公園、遊樂場或是購物街、城市藉由文化設施、商業設施以及歷史感呈現出人類回到舊城的價值。

3.對都市道路系統之影響

道路的型式也會被改變，過去因為人為駕駛能力的限制道路的型式大部分都是筆直的，並且需要配合交通號誌來控制整體交通，但是自駕車可以因應各種道路型式也不需要號誌管理，因此未來會出現各種道路型式交通號誌也可能因車聯網技術而消失。未來道路使用的方式也會因為道路使用需要收費而改變，自駕車可以選擇道路使用費較高的路段來減少抵達目的地時間；相反的自駕車也可能會為了降低道路使用費的成本而繞路花較多時間抵達目的地。

三、對都市規劃及城鄉發展之政策建議

(一)對國土計畫之政策建議

1.避免都市蔓延所造成之土地耗用

現在的國土計畫法現在才通過並要開始執行，在自駕車普及時代來臨之前必須讓 compact city 緊密城市的法規被確保，不應該再讓都市繼續蔓延耗用其他土地以及環境，以避免再付出所衍生的環境問題。因此必須在國土計畫以及環境管理上調整以因應自駕車時代的來臨。

2.國土管理應該針對不同所得族群各制定相關配套

未來的郊區化會傾向於變成有錢以及有閒的郊區化，成為度假的地方，不是所有人的郊區化，因此在未來的都市管理、土地管理以及國土管理上應該要針對有閒有錢的郊區化以及一般市民向緊密城市聚集的方向擬定。

3.應對於都市與非都市土地計畫區各制定相關配套

要讓城市有足夠的吸引力成為緊密城市，需要把歷史文化、商業設施以及服務業要大量回到舊城，要以人本交通吸引人們要重新回到舊城，並不是進行大型的軌道建設，然後需要再搭配更強大的對交通運輸管理、數據管理以及需求管理所做之規劃，這需要配合國土計畫的改變；而非都市土地計畫區例如農業區裡面，允許土地變更的方向必須要非常嚴謹，不能再讓這些地區任意的城市化，而且應該保持原有國土的一些建設使偏鄉土地使用更優質化。因此應該要朝向自駕車時代的國土計畫，開發變更等都應該納入考慮。

(二)對都市計畫之政策建議

1.都市管理應強化使用者付費機制

有專家提出自駕車普及後人們遠離城市核心居住，通勤距離也將更遠，導致大幅增加了城市蔓延和交通堵塞的可能性。另外專家認為每天汽車使用數量將減少，這意味著城市中的旅行時間將縮短、交通堵塞更少及交通對環境所造成的影響也將更小。以上兩種說法有不同的預測是因為設定情境不一樣所導致，第一個情境是假設沒有被管理，第二個情境則是假設有被管理。這時候需要重新設計並管理城市，使都市街道變成理想的樣貌，而前提使用者付費的管理原則。公共空間也會有很多需要思考的議題例如：加油站是否可能完全消失？增加綠地或人行道來減少擁堵？建築設計必須符合不斷的共享運輸流動？

2.都市計畫法應逐步研擬修訂方向

對於都市計畫法第 44 條的修法建議為可以從道路系統以及都市土地使用配置下手。而都市計畫定期通盤檢討實施辦法可以對於第 22 條停車場用地規劃、第 24 條道路空間利用、第 28 條整體開發地區之道路規劃以及第 33 條 TOD 發展趨勢等法相關法規進行探討並適時修改。另外其他相關法令例如大眾運輸使用道路優先及專用辦法、市區道路條例以及建築技術規則也需要被檢視。

3.都市計畫相關管理稅費機制也應同步規劃

都市計畫的法令要因應可能造成的環境改變，並透過相關法令上合理的引導往良性發展，有些專家提到因為自駕車更方便，反而可能導致都市蔓延，跟原本想像的緊密城市可以節省能源的想樣不太一樣。因此透過有效管理及訂價可以避免都市蔓延及車輛增加的情形。像倫敦是民主國家裡面第一個實施道路擁擠費的城市，也有徵收碳稅，把相關的費用成本計算的非常清楚。稅費的制度配合車聯網本身就可以配合相關的機制，可以精確的獲得管理稅費的機制，可能以合理的機制搭配土地使用以及都市計畫。

(三)對道路使用管理之政策建議

1.道路收費機制之必要性

許多文獻所提及自駕車會造成會郊區化，但這些研究都是參考現在的管理方式來預測，沒有考慮到未來的管理方式，因此必須讓居住郊區得居民付出都市蔓延之成本，可以利用自駕車物聯網以及大數據的技術蒐集使用道路的費用，建立收取道路使用費的機制。現在所有郊區化都沒有扣除道路使用費，只有用 ETC 扣除高速公路使用費，而自駕車不需要 ETC，只要車輛一上路就有紀錄可以直接扣除使用費產生成本，避免都市繼續蔓延以及自駕車無限制使用所產生更多的外部性。

2. 費率機制設計之合理性

當使用者覺得擁有自駕車成本不是太高的時候，自駕車上路的機會就變多，進而導致塞車，而未來所有自駕車是依靠互聯網的聯繫，沒有一台自駕車可以逃避稅率以及服務管理費，因此道路使用的管理會是很重要的情境。汽車可以很便宜但使用道路很貴，進入市中心的道路使用費變很貴時可以減少不必要的旅次，但擴散到郊區時卻不一定會有這麼理想的狀態。要使減緩塞車現象，需要透過管理使道路使用費率高於大眾運輸費率。

3. 偏鄉地區的管理方式因地制宜

而在臺灣東部的發展，需要思考未來東部要發展成城市還是國家公園的型態以及產業東移是否可以排除大型產業只引進觀光業以及服務業，而未來東部的居住型態也還是會變成緊密城市，但是因為郊區的幅員較西部大而且當地居民例如原住民以及觀光客的收費應該要有區別，因此道路使用費的收費機制需要調整。

(四) 對都市運輸規劃之政策建議

在自駕車普及的後公共運輸導向型開發 TOD 還是會存在，並以節點居多不一定是場站，因此會出現各種大型或小型的 TOD。TOD 可能會出現在景觀優美的地方、具有歷史價值的地方以及商業特殊的地方，而且 TOD 將會變得很有彈性。因此對城市內的 TOD 是否有更大的依賴？這是都市運輸規劃面值得去想像且去討論的議題。

(五) 對居住型態之政策建議

居住型態會與政策有極大關聯，人民會透過居住成本與可支配所得的關係進而選擇區位。臺北市的捷運系統的方便性讓產業選擇的區位慢慢影響房地產的投資，更計畫如何用都市計畫讓土地使用效益更高，注入一個創新的服務或是載具，對居住跟區位選擇帶來什麼影響也值得思考。小汽車會導致城市蔓延眾所皆知，但是在臺灣捷運也帶來另一種城市蔓延，因為城市中心的房子買不起，我們的公共住宅政策沒有搭配 TOD 的思維，靠近市區的房子大家反而買不起，成為另外一種郊區化。運輸創新的共享是否造成另一種情況。

(六) 對城鄉差距影響之政策建議

城鄉的差距是來自距離與時間，透過管理使城市更加緊密並管制都市蔓延，讓距離以及時間的差距縮小，並且改變公共運輸的使用行為使其發展成更傾向 DRTS(需求反應式運輸服務)的概念，讓各個生活品質階層的人都可以滿足他們的移動需求。

(七)對都市空間利用之政策建議

1.釋出之建築物樓地板面積可以作為其他用途

自駕車普及後車輛總數會降低，道路面積以及停車場面積會釋出，因此可以思考建築物樓地板面積是否還需要，現在建築物樓地板有許多是拿來做停車場，因此當自駕車普及後建築物樓地板也可以釋出，作為其他用途例如增加公園綠地或是慢行交通的空間等。

2.應提升車輛擁有成本減少道路空間的使用

而對於停車法令的建議，當家戶停車計入容積時就會有效減少汽車的擁有；而私人買車則要有停車證明，也可以有效降低汽車使用需求；當停車場不在獎勵興建時也可以有效降低汽車擁有的需求。在自駕車普及的時代從停車考量得觀點出發，要去思考如何增加擁有車輛的成本，降低使用私有自駕車的成本，提高對於道路使用費用的支出以及提高對於付費模式的想像。如此才可以考慮道路分出來做為綠地，而停車場可以分出來作為其他的土地使用。

3.應有效利用釋出之都市空間

對於大量停車場空間的釋出所可以做的改變，要思考誰要做這樣的改變？多出來的空間怎麼去改造使其更有效能？歐美大學過去的電腦都占很大的空間例如機房跟學生使用電腦上課的教室，現在已經是閒置空間，他們都在思考要怎麼對這些空間再利用以及改變。對都市空間而言，這些轉變如何更有效，也需要相關的法規以及機制。

第七章 社會行為面衝擊影響評估

為瞭解自駕車全面普及後，對於社會行為面會造成何種衝擊影響，本章首先彙整各國針對自駕車輛對於社會行為之多樣化研究成果與各國對於未來之因應，以作為我國發展自駕車之後續社會各項行為轉變之想像參考。且針對科技接受歷程、社會系統、精神層面、生活型態、安全、服務需求、服務提供者、未來社會制度等之衝擊進行影響評估；最後提出對自動駕駛技術科技接受與社會化、自駕車角色定位、國民福利政策、社會安全、國民需求、政府所應扮演角色等方面提出觀察後之政策建言。

一、對社會行為面影響之文獻回顧

(一) 自駕車不再只是載具而是到宅服務_The Economist (2018)

經濟學人探討自駕車的普及對人類生活型態的改變。文中提到未來許多的商店、餐廳、工作空間等都會變成移動式，這重新給予了空間彈性以及新的定義，未來要用餐時可能已經是餐廳在自駕車上來到了消費者住家，而要購買物品時則呼叫載有相關商品的自駕車直接到消費者家裡供其挑選購買。而這樣新形態的空間利用前述 Toyota 提出之 e-Palette 概念，其為各個尺寸不一的可以完全自駕的廂型自駕車，其自動駕駛技術達 SAE Level 5 並使用氫燃料發電。e-Palette 提供開放式資訊平台，可以套用適合自己商業運作的模式在此自駕車系統模板，無論共乘、貨運、零售等功能都能搭載於 e-Palette。

文中提及自駕車的普及，可能會導致隱私的減少，因為自駕計程車會紀錄乘客們的旅運行為，收集個人資料。同時，為考量人民的安全性，現已有部分計程車會紀錄乘客資料，用以確保乘客安全，也可防範恐怖份子。除此之外，自駕計程車會綜合乘客以及周遭環境的資料來提高安全性，警察追蹤罪犯時也可參考自駕車行駛路徑之周邊資訊。但是，也因可掌握所有的道路資訊，政府也有利於控制社會。另外，文中也提到自駕車普及可減少事故的發生，此也意味著器官捐贈的減少、需要醫療幫助的人將會增加。另外，擁有一台汽車是社會地位象徵的意義也會改變，自駕車普及後會另有其他東西取代。

(二) 自駕車受社會人口、車輛、移動等特性影響_Nordhoff et al. (2016)

荷蘭學者 Nordhoff et al. (2016) 提出，假設以自動駕駛技術 SAE Level 4 的無人駕駛、無方向盤以及煞車的自駕車為情境，探討影響人類對自駕車接受度的因素。在文中如表 7.1 所示，設定社會人口統計、移動特性、車輛特性、系統特性等共 22 個影響要素，並建立使用者接受模型。

表 7.1 為影響各自駕車使用的因素

影響自駕車使用的因素		
社會人口統計		性別、年齡、收入、居住型態、國家以及對自動駕駛技術熟悉度
移動特性		載具種類使用、車輛行駛時間、開車頻率、駕照有無、有無私有車輛以及有無車禍經驗
車輛特性		自動駕駛技術發展程度、車輛資訊系統完善程度、車速、車型以及車廠服務品質
環境特性		車輛行駛環境例如城際行駛、都市或鄉村內行駛以及在高速公路或是平面道路行駛
心理因素	控制點	對於自己掌控車輛能力的信心
	感覺尋求	對於駕駛車輛刺激感的尋求程度
	信任	對於車輛性能的信任程度
	暈車	對於乘車造成之身心不適程度
系統因素	性能期望	交通安全、交通順暢度、車輛行駛所多出的時間、對能源消耗以及環境污染影響
	付出期望	車輛操作難易度
	社會影響	家人鄰居以及同儕之接受度以及社會地位的象徵性
感知因素	愉悅	車輛行駛多出時間的所帶來之快樂程度
	激勵	車輛行駛多出時間的所帶來之生活動力
	控制程度	車輛行駛時間、旅行時間之掌控性以及資訊可及程度
綜合因素	效率	車輛使用之運輸以及能源效率
	效用	車輛使用之運輸、經濟以及環境能源效益
	公平	車輛產生之成本及利潤分配之公平性以及車輛技術普及之程度
	滿意	對車輛使用之滿意程度
	可用性	車輛之實用程度
	願付性	使用者願意負擔之價格
	社會接受度	對自駕車普及之接受程度
	行為意向	對未來車輛使用之頻率與渴望程度

資料來源： Nordhoff et al. (2016)

如圖 7.1 所示，使用者接受模型中以社會人口統計、移動特性、車輛特性、系統特性 4 個影響因素為基礎因素，衍生出對心理層面的影響因素如控制點、感覺尋

求、信任以及暈車；系統因素為性能期望、付出期望、社會影響；感知因素的愉悅、激勵以及控制程度。最後對於得到綜合層面的影響因素包含效率、效用、公平、滿意、可用性、願付性、社會接受度以及行為意向。

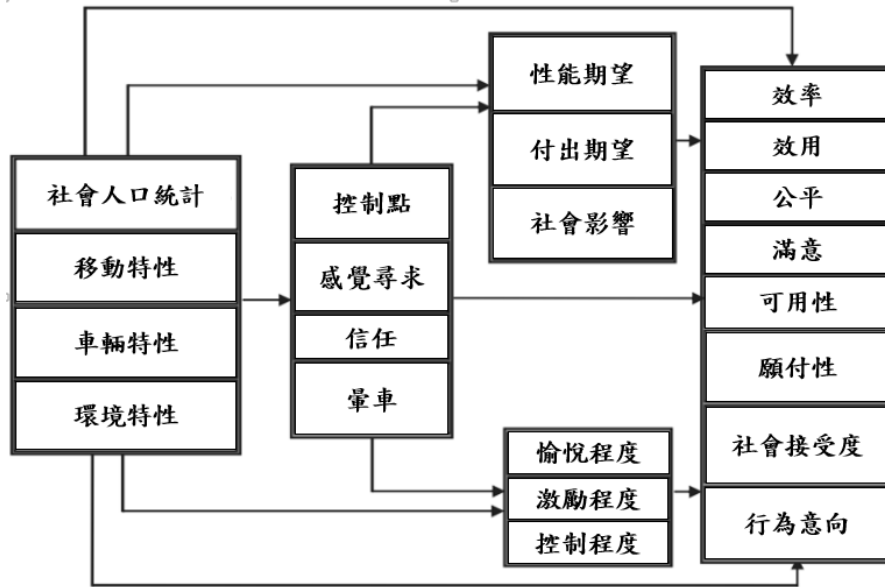


圖 7.1 為自駕車使用者接受模型

資料來源： Nordhoff et al. (2016)

(三)自駕者挑戰使用者對科技的接受度_Zmud et al. (2016)

美國學者 Zmud et al. (2016)共同提出利用網路問卷以及面談方式詢問個人生活背景、自駕車的使用意願以及影響使用自駕車的相關因素，並使用 CTAM(Car Technology Acceptance Model)車輛科技接受度模型如圖 7.2 所示，評估對於影響民眾接受自駕車的因素以及其影響程度。

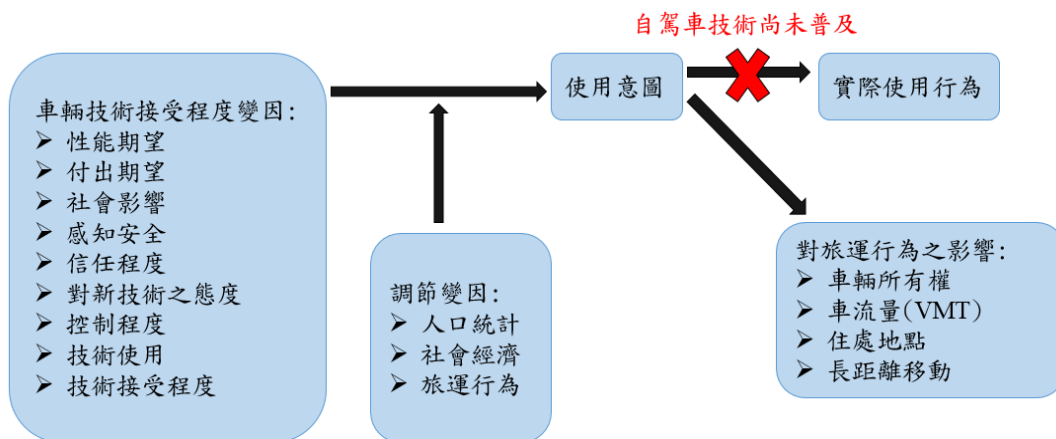


圖 7.2 為 CTAM 車輛科技接受度模型

資料來源： Zmud et al. (2016)

此調查對象為美國奧斯汀居民，包含 556 份網路問卷與 205 人深度訪談，受測者包含各年齡層。在圖 7.3 顯示有 59% 的受訪者希望擁有自駕車，41% 則希望使用共享自駕車。有 61% 的受訪者表示，自駕車的出現不會影響原本持有車輛數，但 23% 則認為會減少車輛數，甚至有 16% 的受訪者認為會增加車輛數，回答不想改變車輛數的，可解釋為將原本的车替換為自駕車，但是多數人沒意識到自駕車可在家庭成員間共享，而非每一個成員都須配備自己的車輛。

在圖 7.4 顯示有 66% 覺得自駕車不會影響旅行距離，其中原因為沒意識到自駕車會改變路徑和生活方式，只是視為一種交通工具而已，25% 覺得會因增加旅遊次數而使旅行距離增加，9% 會因使用共享服務而縮短旅行距離。而有 80% 不會想因為自駕車出現而搬往離工作處更遠的地方，因為更看重物價、環境、公共設施。而在自駕車接受程度方面有 14% 的人完全可以接受自駕車，36% 還可以接受，而 18% 完全不能接受自駕車，32% 不太能接受。

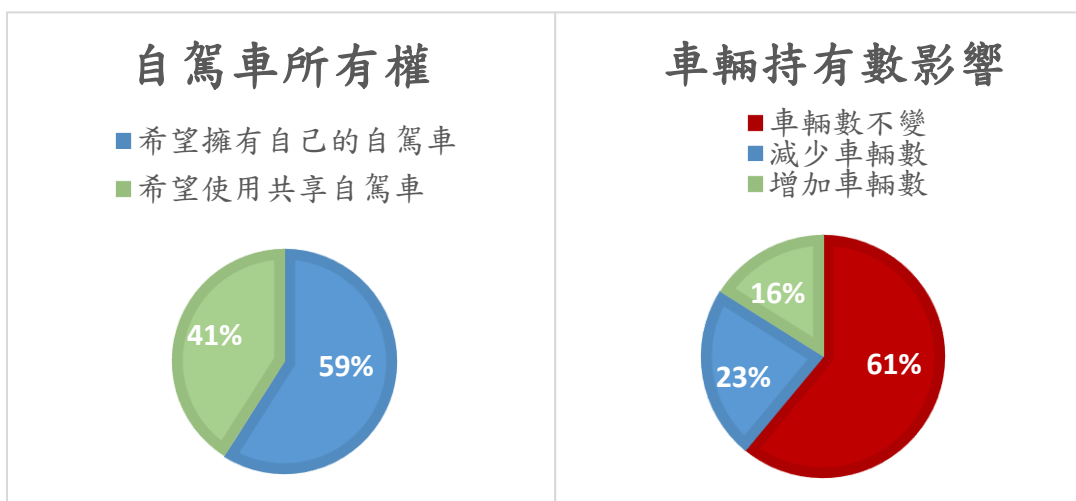


圖 7.3 問卷調查結果—車輛持有

資料來源：Zmud et al. (2016)

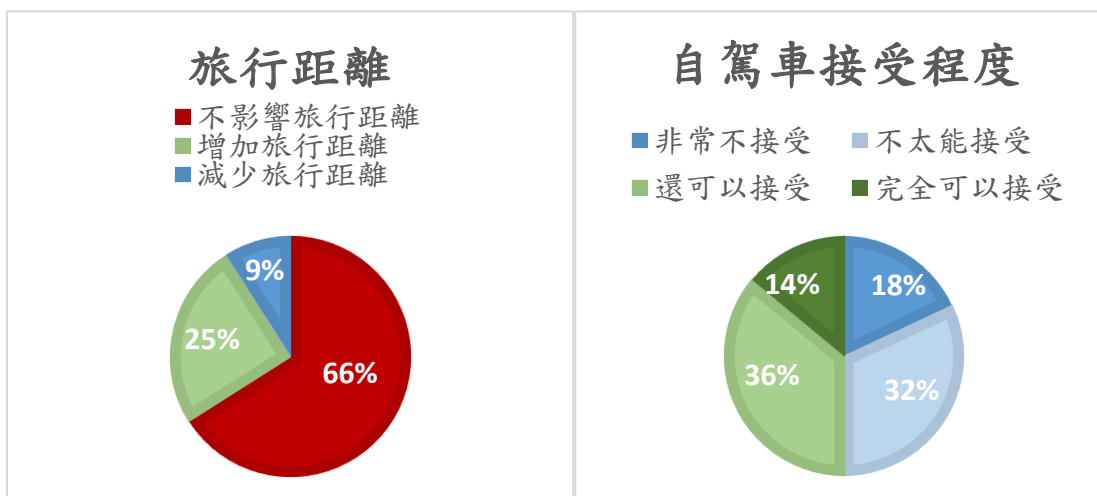


圖 7.4 問卷調查結果—旅行距離

資料來源：Zmud et al. (2016)

研究結果顯示，未來可能接受使用自駕車人數與可能不使用自駕車人數的比例剛好各占一半，其原因可能為現階段民眾對自駕車的認知並沒有如此深入及廣泛，因此許多交通學者也預測當未來民眾對自駕車慢慢有了認知後，接受以及使用自駕車的人會越來越多。另外自駕車接受度與使用動機在心理學上的影響因素大於人口統計因素例如年齡以及家庭收入。在心理因素中感知安全以及對自駕車的信任是最重要的影響因素，感知安全為使用者認知的安全程度，例如對自駕車與人為操控車輛的混合車流感到不安全；信任程度為個人資料隱私、軟體安全以及控制度。另外社會影響也是影響自駕車接受度重要的因素，在社群網站發展蓬勃的時代未來自駕車普及後在社群網站中快速的傳播也會影響許多民眾對自駕車的觀感並影響接受度與使用動機，而另外社會影響的因素是擁有車輛是社會地位象徵觀念的改變，也會影響自駕車的接受度與使用動機。

(四)影響自駕車共乘的社會心理因素_ITF (2017)

這篇國際運輸論壇的文獻探討大眾是否接受自駕車共乘之社會心理因素，並探討大眾對共享自駕車之潛在需求。研究中利用問卷方式調查有私人或是共享自駕車的使用經驗者 並使用 UTAUT 科技接受模型如表 7. 2 所示，探討影響使用者對自駕車接受度的因素。

表 7. 2 為 UTAUT 影響自駕車使用的因素

UTAUT 模型影響自駕車使用的因素	
性能期望	車輛系統可以帶給使用者運輸面上效益的程度
付出期望	使用者操作車輛系統之難易程度
享樂動機	使用者在使用車輛時的愉悅程度
便利條件	使用者對於車輛服務與資源可及性的感知程度
社會影響	使用者受家人、同儕或重要他人使用車輛的影響程度
價格	使用者對車輛價格的接受程度
價值	使用者對車輛技術的信任程度

資料來源： ITF Discussion Paper No. 2017-10 (2017)

根據研究結果指出享樂動機因素對使用者接受自駕車有著最大的影響，但是據調查接近 80% 的使用經驗者只坐不超過 5 次，因此得到可能的原因為對於自駕車的新鮮感導致使用自駕車的動機增加。另外性能期望、便利條件以及社會影響也是影響使用者是否再度使用自駕車的判斷因素。

(五)其他相關文獻

對於共乘服務接受度的影響，Malodi and Singla (2016)的研究指出時間與成本是會影響民眾使用共乘車輛的因素，就時間而言企及共乘車量設施的時間、車輛等待時間以及接送每一位乘客的時間這3個因素會影響共乘車輛的使用意願；就成本而言利用適當的活動宣傳例如主打低價為宣傳重點，宣傳必須要強調消費者透過共乘所能獲得之效益為何，才可以使原本擁有私有車輛的使用者放棄原有車輛轉而使用共乘車輛。

而適當的宣傳活動對於增加民眾對共享以及共乘自駕車認知的非常有幫助，透過行動 app 可以提供公共運輸行動服務 MaaS，再藉由 ITS 技術提供打造特製行程的服務。另外透過社群媒體群眾外包互相提供資訊以得到最佳路徑或是經過最多景點的路徑，並讓使用者在共乘時可以挑選與自己中意的乘車夥伴。

另外對於共乘自駕車接受度的影響，Piao et al. (2016)的研究訪問 425 名瑞士、法國以及希臘的人民，請他們將無人自駕車例如自駕車、自駕巴士以及自駕計程車與傳統車輛使用意願進行比較，結果顯示如果車輛費率偏低、車輛空間變大以及可及性很高的話就會願意使用自駕載具。但是也有許多受訪者也擔心車輛安全因素，特別是在夜間行駛的期間。

在社會人口結構影響因素方面，Kyriakidis et al. (2015)以及 Hoff and Bashir (2015)的研究指出文化、性別以及年齡差異會影響對自駕車的接受度，因此必須將車輛針對不同文化特色以及人口結構而調整自駕車的設計，以符合不同使用族群的使用喜好來提升使用者接受度。

另外也有許多研究也指出自駕車的普及對於運輸不便者例如孩童、老年人以及行動不便者有相當大的益處。Krueger et al. (2016)研究指出在過 75 歲以後因為駕照失效以及老化造成對健康的影響加劇成為運輸不便者，因此對低成本、便利性高以及機動性高之載具需求增加。Pristavec (2016)研究指出提到自駕車普及後對於老人之社會參與會增加，但是經過調查發現年齡層在 65 到 84 歲的老年人之間接受共享自駕車的人數少於年齡層在 24 到 29 歲之間的年輕人。

另外在對於年齡對自駕車接受度的影響 Payre et al. (2014)的研究發現當年齡越大時對私有自駕車的使用意願減少，而 Schoettle and Sivak (2015)也指出年輕人較老年人更願意使用自駕車輛。其可能的原因為高年齡層的人對自動駕駛技術的信任不高。

二、自駕車普及對社會層面的影響

從上一章節的文獻回顧以及透過與社會行為專家訪談，得到自駕車普及後對未來可能產生的影響以及使用者接受自駕車的因素。而本節將會逐一探討自駕車對社

會行為產生的影響以及接受自駕車的因素。

(一)對科技接受歷程之影響

談自駕車對臺灣運輸服務、生活環境與相關產業之影響，比較是技術的角度，自動駕駛這新技術介入人們的生活變成一種產業，透過政府推動及產業獲利模式競爭的驅動從技術發展到商品，第一個需要克服的是有無方法變成一個友善與可以被消費者接受的商品。

而自駕車成為商品後會產生非常大的技術與產業轉移，既得利益者以及消費者使用慣性無法有如此大之轉移，因為要轉移這世代的技術必需要把現在的東西全部放棄，交易成本很大，不僅只是技術好如此簡單而已，而是牽扯到整個產業有沒有方法因應轉移結構的改變，既得利益者願不願意放棄，政府法規有無配套，誘因是否強大。使用者會決定轉換新技術變成下一世代的產品後，舊的產品剩餘產值要如何處理以及有沒有誘因接受新技術，如果成本和條件不利於新技術推動，使用者就會卻步。

自駕車為一個創新的技術，因此要被大眾接受需要一定的歷程稱之為創新擴散如圖 7.5 所示。自駕車剛開始可能很少人使用，慢慢冒出一兩批使用者，如果從一個科技接受角度而言，將會分成數個階段：

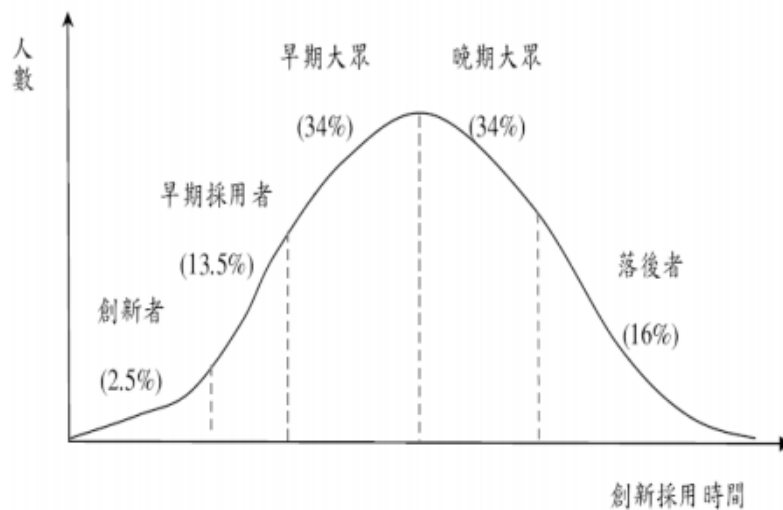


圖 7.5 創新擴散理論

資料來源：Rogers (2003)

第一階段為一群創新者投入，例如特斯拉以及研究自駕車的一群人，第二階段為早期採用，第三階段為早期大眾，第四階段為晚期採用，第五階段為落後者一定會有一群人無論如何都不會採用。對於到達早期採用，過去研究大約為所有使用者的 16%，到一個轉折點時接受新技術速率會增加，而這一波都是製造商在推動，他

們希望帶動並突破臨界點(早期採用與早期大眾之間)，打破臨界點後便產生網路效應，不需要宣傳很多人自然而然就會有口碑，也稱網路外部性。

1.對使用者心理及社會性之影響

科技接受的過程裡有探討：心理、社會及功能層次，功能層次代表好用、實用及效率，這些都是物質性的考量。一個科技導入不止物質性還有心理以及社會性，科技不是靜態的而是一個變動的東西，它會產生自己某些意義上的不同，這些不同都是由人們或過程賦予給它的，因此有些科技是好的，但有可能讓大家認為它是不好的。例如鈾在醫療中是癌症的殺手，卻也可以成為原子彈，原則上它本身是無罪的，是人們把他加工賦予它使用的目的，像原子彈是人們賦予它侵略的意義，但是如果把它轉換成醫療的一種職能，它就會是一種社會上能量的來源。但人們只看到核四污染以及原子彈，不會看到其他層面的優點。因此詮釋的過程很重要，否則人們就會給它貼上標籤。

2.對使用者轉移成本之影響

自駕車導入市場雖然技術導入成本不高，但是消費者還是必須付出轉移成本，讓他們從舊的平台轉換到新的平台，例如有人以前可能是用 MSN Messenger 要轉到 LINE 或臉書，那過去那一群人的社群可能消失，需要放棄那一群人其實就會產生轉移成本，轉移成本對消費者心理層次以及人際層次上會有不安。因此很多技術有其社會性，但如果克服其轉移成本，將可以說服一群人慢慢跟著你走上來。創新者較願意嘗試及投資，他們是風險愛好者不怕風險，反而希望引領風潮，因此他們覺得轉移成本沒有關係，心理承擔度較高，但大部分人沒有這種特質比較安逸保守，不能承擔太大的風險。到達臨界點需要帶動很多成功的範例或讓很多人看見，因此需要有一定的數量，創新才會被擴散。從使用者概念而言，越多的使用者才有辦法捲動新技術。

3.對自駕車技術標準制定之影響

技術標準也是很重要的因素，在自駕車這技術背後有其標準，很多車廠以及大型網路公司推動自己的標準，因此技術和技術之間大家都在競爭，用 Apple 還是 Microsoft，IOS 還是 Android，自駕車也有這問題，車子的廠牌之間都在競爭，消費者更不知道該如何選擇。所以對消費者而言，需要有技術的主導者，如有產生主導者，就會有一個技術標準，如果技術沒有形成標準廠商之間各說各話，就不可能有力量推動使用者加入，因此技術本身先要有一個 IEEE 概念，全部統一訂一個標準讓大家在這標準裡交換資訊。

有技術標準之後要形成一個商品化的過程。主要是探討使用者的接受跟創新的擴散，如何擴散到更多家戶，漸漸商品化，最後就會有一個技術標準，而技術

標準透過商品化的推動形成很多共通的商品，讓他們可以互相對話，車跟車、車跟城市以及人跟車都可以進行對話，不然如果像 TOYOTA 和 BMW 都用各自的系統的話，不同廠牌車的資訊就無法交換有安全上的風險。

4.對既得利益者與利害關係人之影響

而自駕車成為商品後會產生競爭出現許多競爭者，競爭的另外一端是現有之既得利益者以及現在已經買了車有沉沒成本的使用者。傳統的大型車廠，如沒有導入技術、導入技術進度較慢或相對技術成熟度不高，車廠就會為了保護自己的既得利益，想辦法不讓技術那麼快被使用者接受。自駕車從技術化到產業化的歷程中如圖 7.6 所示，商品化之後會有產業化，要看此商品有無辦法變成一個產業，這牽扯到各個利害關係人像是：政府、企業、法律、金融、倫理等，一但環境成熟就會形成產業，有產業之後就會蓬勃發展，自駕車就會漸漸擴散到城市當中，變成各式各樣的使用情境，在每一過個程都是一個很大的力量在推動。

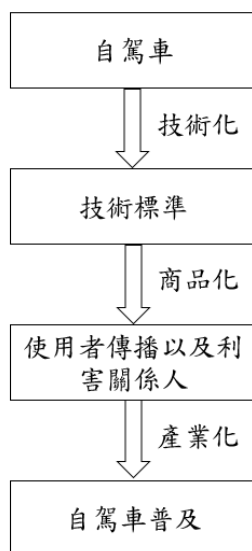


圖 7.6 自駕車技術化到產業化之歷程

資料來源：侯勝宗(2018)

(二)對臺灣發展自駕車角色定位之影響

越是民主化的國家，越沒有辦法主打自駕車，任何事都需要尋求各方的共識，也要花時間導致進度會變慢。因此新技術在臺灣思考的時候，要先定位臺灣不是技術領先者也不是制定者，而是技術追隨者，因此必須等其他國家有規格及標準時才開始投入產品的過程。也因為臺灣製造車廠小，臺灣沒有規模經濟較難商品化，在自駕車市場裡沒有主導地位，頂多有自駕車零件商品外銷或賣給組裝廠，因為組裝廠本身是 ICT 後台，自駕車中 ICT 將變得很重要，臺灣只能在 ICT 優勢裡找到代

工機會及全球供應鏈的某個角色，因此臺灣在做產業化過程不是決定者而是被決定者，不會自己做自駕車的某一個產業過程，因為臺灣本身沒有產業，所以沒有乘車也沒有推動的力量，而且利害關係人較複雜而且聲音多元導致推動自駕車的阻礙較多。

然而，越高度統治性或是沒有言論自由的國家，越可以先發展自駕車，等到做出一個模式之後，全世界就會開始跟進。越落後或是較無人權的國家越有機會推動無人車；而越先進、越民主或是人權較高的國家，反之會面臨許多挑戰。因此技術可能來自於美國或是歐洲，但是收成的國家可能是其他國家像是新加坡。因為現在是世界村，只要有一國家發展出來或讓技術成熟，大家就會學習、了解、改變及優化，整件事會朝向正面的循環。因此自駕車做比較好的相對是較極權國家，或是需要較大的力量要求民間去配合，就算沒有產業也可藉此推動，例如新加坡的測驗場，而風險由全民共同承擔，因為民眾聲音不會很大，所以只要有特定的一個限制條件就可以嘗試來推動。

(三)對社會系統之影響

自駕車科技的社會系統部分如表 7.3 所示，主要可以分為以下三種：任務、結構以及人員。自駕車科技的任務是以一種特定的交通工具去滿足不同起訖點之間的空間移動需求，車子本身不是目的移動才是需求，因此創新不是創造新的需求而是解決消費者的問題，越有效率、經濟以及社會性越會被消費者採納，因此需要思考自駕車的任務為何，因為對每一個人自駕車都有不同的任務，未來也非常有機會變為一個人與人相處的第三空間。未來有可能因為及門服務多出了過去無法妥善利用的通勤時間。

結構方面指自駕車與城市以及交通資訊作連結，是一個複雜的車聯網系統，裡面包含城市硬體如道路、號誌、法律制度等，有形和無形的既有限制與規範都需要調整。

在人員方面，以目前自駕車的情況而言，可形成商品的可能性，從商品化到產業化會是一個很大的挑戰，而產業化之後就會有許多利害關係人在這產業當中例如：車廠、設備供應者、車主、行人、交通執法者、系統營運者、技術開發者等都需思考尋求最大公約數，故從這三個面向可以描繪出一些自駕車未來的模樣。

表 7.3 自駕車之社會系統組成

自駕車之社會系統	
任務	人們使用特定交通工具在不同起迄點間的空間移動需求。
結構	既有的城市硬體、道路、交通號誌與法律制度等，有形與無形的既有限制與規範。
人員	為滿足此「任務」的利害關係人，如車廠、設備供應者、車主、行人、交通執法者、系統營運者、技術開發者等。

資料來源：侯勝宗(2018)

將新技術融合社會系統較廣為人知的例子為愛迪生過去為了推廣電燈系統，在照明亮度、計價方式、生產與配送電力等方面全面模仿當時的煤氣燈，不是貿然的直接取代，目的是讓民眾熟悉電燈並維持以往的操作模式，並慢慢建構照明的系統。愛迪生不只是發明燈泡還有並聯電路、保險絲、發電機以及電力傳輸這些附加設備，整個系統不只有電燈而是把電燈的上中下游全部建構到社會支援服務系統，因此要推動自駕車時也要思考如何佈局自駕車的社會支援服務系統到社會各個利害關係人當中。而從上述例子中可以得知，可以藉由好的使用者介面，建構各式社會支援服務，將新科技融入現有的社會系統中，克服人們對新技術的恐懼，以推廣新科技。

(四)對精神層面之影響

1.對車輛社會象徵之影響

因為情境的設定為自駕車已經完全普及，民眾也接受了。那時候的自駕車已經變成共享就失去了買車的意義，車輛變成類似隨選即需的概念。擁有車輛已經不再是社會象徵和轉大人的象徵，搭乘車輛將會變成和出門坐公車的概念一樣，那時候車輛將變成更小的公車成為公共運輸的一環，車輛混合公共運輸的到宅服務以及低成本之立即接送，也不用停車和養車，整個過程已經大眾化，因此已經沒有自己購買車輛的必要。

2.對車輛所有觀念之影響

儘管如此還是會有人想要擁有自己的車輛，這些人有特定的社經地位或條件，例如有想購買跑車的慾望，即使他們知道很昂貴而且不能飆速，也會認為擁有它是一種象徵，那些會是屬於在金字塔上層的人，這些人可能會去購買復古車或珍藏好車等非自駕功能的車輛，他們會去創舊而不是創新。當大部分車輛變成自駕後，人為駕駛的車輛需要有另外一套特定的規範，告知使用者如何遵守，屆時擁有這些車輛的成本必然會很高，這些人願意付出此價格一定有其社會意義，可能是為了個人名聲、成就以及社會觀感，而不是經濟目的。對一般大眾而言車輛就變成一個普通的日常用具。

(五)對生活型態之影響

1.對空間以及時間利用之影響

自駕車普及後司機的角色已經改變，無人車的駕駛就變成了一台大電腦，但要與人互動並且去服務人們，例如去買東西唱歌車上做一些價值的創造，車子會變得更多樣，不會像現在住要是以開車為主。巴士可能變成咖啡餐車，可能是巡迴旅遊專車，也可能是夜市。過去人們花在交通上的時間占了非常多，像是開車、找停車位以及各載具間的轉乘，這些時間可以被省下來讓原來開車的時間被釋放。人們一天將會多出兩到三個小時可以用來工作、娛樂和休息，甚至可以使自駕車變成公車的睡眠車，因此就不需要座高鐵，可以慢慢開在車上睡覺後醒來就抵達目的地，也可以自行設定行車時間。這些如果實現的話車輛將會變成真正第三空間，而不是咖啡廳等，就會是車輛本身。

2.對自駕車服務型態之影響

有很多創新的服務還不清楚還沒有構想出來，這些東西會是一個很大的顛覆，大家都搶著電動車以及自駕車的市場，就是因為它就變成一台大電腦將釋放出另外一個跟手機產業一樣大甚至更大的產業。手機只是解決資訊和時空的屏障，沒有辦法解決我們真正實體和時空的屏障，但自駕車可以解決實體和時空的屏障，過程中人們不去開車也不會座高鐵，人們在自駕車上面變成公共、工作、生活、娛樂及休息空間。這件事一定是到後期才會發生，剛開始大家還是會想像自駕車的所能提供的服務是跟 UBER 類似的共乘服務，而 UBER 會讓自己去改變。回到商業利益的觀點，產業競爭一定會使他們創新想到更多新的點子，市場會競爭使消費者願意投入更多消費去購買他們的服務，而自駕車到最後產生多元服務是一個市場競爭的歷程。

3.對國民福利之影響

在自動化社會之後甚至世界人工智慧化之後，將有許多工作都被機器人取代，生產力其實是沒有下降，但是人們工作的時間被釋放，不需要再那麼多工作，人們有更多時間可以投入在自己的生活需要，很多收入也不會是從工作來。在自動化技術發達的世界裡，有關生產力的任務會是由機器人來處理，而人們投入的工作越少並不代表收入會越少，收入將會由國家統一來處理，現在許多國家像是美國已經有基本收入，即使人們不工作國家還是會給人民基本的收入。基本收入的保障為不需要工作就會有基本的收入，因為工作都被人工智慧所取代。

4.對貧富差距之影響

而當人們有大量的時間被釋放出來的時候，人們就不會滿足於只是待在家裡，因為他們必須要有存在感讓自己有活著的感覺，於是人們就會開始外出，這時候

有許多時間的人們就會利用自駕車做許多聯誼、休閒服務與互動，但前提是在那時候的世界人們不會被科技宰制，如果被科技宰制的話許多東西會讓社會變 M 型化世界，沒有工作的人就是貧窮，而工作不會被取代就是富有，如果變貧窮就不會敢出去，因為消費力不夠沒有額外的餘力去花費。自駕車要有很大的情境就是社會是公平的 如果那時候是 M 型化社會貧富差距越來越大，財富因自動化而主導在資本家手上，對所有失去工作的人是一個困境，對他們而言自駕車的目的就變成只是公車，用低成本去移動的一種手段，那時候自駕車已經不是娛樂，而是補貼生活弱勢上的不足。因此為來可能有兩種情境，第一個情境是自動化的世界讓人們的工作減少，但收入不受影響，維持一個均富而且共好的社會。第二個情境是貧富差距拉大的 M 型社會，產生赤貧的一群人，運輸可能會變成只是補足他們的基本需求而已。

5.對工作型態之影響

然而並不是所有的工作都會被人工智慧取代，即使勞力性的工作會被人工智慧取代，但是勞心的工作不會被取代，人們會慢慢做勞心以及貼近人的工作，要了解人的需求，因為勞心無法標準化也無法程式化。人們的工作時間也不會那麼長，以後有可能周休三、四日或是工作半天，像歐洲的工時很短也有很長的休假，他們把人的生命看得更重視，不會認為人是為了工作而活著，但是他們工作生產率是高的，因為他們的使用方法以及工具是很有效率。當一個社會主要的工作是以勞心為主的時候，就會有很多自我實現的需要，而這些需要將變成新的工作，其目的不是因為賺錢而是要付錢去學習新的事物，有此能力的人就有工作，沒有能力的就要付錢去學習此能力。因此許多司機的服務漸漸轉移到要創造勞心的部分，而勞力的部分就會被自駕車所取代。

6.對工作意義之影響

在未來人們的時間大部分將會拿來創造自己的生命意義，所以他們可以投入更多的體驗去創造自己的興趣，這時就會需要很多相關的老師以及訓練課程。在未來很多工作都不會是為了謀生以及賺錢，而是為了打發時間，尤其是老人家。因此以後會很多活動不是為了經濟性目的而是社會性或是生命性的目的，讓他們有存在的感覺。未來的社會將會與現今社會有很大的不同，現在工作大部分是為了五斗米折腰；而 50 年之後五斗米折腰的工作就是由機器人在做，剩下人們要做的就是活出自己。隨著人們的壽命越來越長，人們將會回到一個不需要工作，所有事情都準備好只需要享受的伊甸園世界，一切就會回到人們不是為了生活而工作而是為了生命而工作，他們必需找到自我的價值，如此的話工作就不會累也不會斤斤計較薪水的多寡。

(六)對安全之影響

1.對社會安全之影響

自駕車的普及不會減少個人隱私，反而會讓更多個人資訊被蒐集，但被蒐集資訊並不代表就會被傷害，如果蒐集的第三方是一個公證第三方或是政府的話就會有信用。就如信用卡公司會蒐集個人資訊，即使他們蒐集越多資訊只要可以做好網路安全及個資的保護，對人們就會沒有害處。但是現今的問題是自駕車的資訊是否會很容易地被揭露出來，這已經不是隱私問題而是牽涉到安全問題。假設駭客知道駕駛將會租一台車，而駭客駭入自動駕駛系統使這台車停下來讓駕駛出車禍，這時候已經不僅只是隱私問題，對方已經掌握你的資訊，可以決定你的很多事情才是令人恐懼之處。

2.對網路與個人資料安全之影響

網路安全是科技採納過程中商品化的其中一項影響因素，對消費者而言不是最大的重點，重點是新科技的影響力要夠大，如果大到一定程度，就算有網路安全以及個人隱私的問題，消費者還是有可能會接受。像中國全部的資訊都是由政府在掌控，比較沒有個網路安全及人隱私問題，但是消費者還是會買單，因為這是一個統治的集中管理模式，大家都會被牽連進去。因此中國用規範的方式由上而下去統一，讓人民聽命於政府，是最有可能推動自駕車的國家之一。

(七)對服務需求以及服務者之影響

1.對社會需求之影響

自駕車的普及會隨著開車的人越少而需要坐車的人越多而加速，而隨著及門服務的需求越高，自駕車就有機會產生社會需求而出現。臺灣未來老化的社會可以搭配自駕車的議題一起同步探討，例如復康、計程車以及公車最適合探討，因為這些都牽扯到社會福利問題而不是交通問題，交通不是目的而只是一種手段，要透過空間的移動獲得使用者所需要的需求或是創造時空移轉的價值。如果從高齡社會的角度而言，復康巴士以及計程車司機，他們的工作就不會是開車而是服務老人家，幫忙上下車、各種扶持以及就醫上的需求，這才是真正的 DRTS (需求反應式運輸服務)。現在的 DRTS 只是做交通上的無縫接軌，但是民眾要的不是交通而是要解決他們自己本身的需求。

2.對司機角色之影響

復康巴士或計程車司機的角色已經不再是開車而是提供創新服務、當體貼人勞心的角色，他們不會因此失業。隨著臺灣人口越來越老化，就會有越多人需要被照顧，但是年輕人越來越少，因此可以照顧老人的人數會不夠。老成為一個業務，讓每一個人的老都有對的人去照顧他。自駕車普及所帶來的環境與空間會創

造出許多工作機會，這些工作機會將是未來新的職業，這些職業不會被貼上計程車或貨車司機的標籤，而是各種移動服務的專業工作者，而服務對象大部分都是老人、小孩以及身障三大族群，他們都沒有能力獨自在移動當中完成自己的工作，因此需要人陪伴以及協助，做完善服務性的工作。

(八)對未來社會制度之影響

未來人們的生活底線會由國家幫忙承擔，並用制度規範人們最低的生存需求像是住處、安全等滿足馬斯洛需求層次理論對生存基本的需求，人們之後就會進而追求歸屬與自我實現，至於生存性與安全性在未來都應該被保護。

三、對社會行為面政策上之建議

(一)對自動駕駛技術科技接受與社會化之建議

1.新技術導入需提供誘因

政府為了要將新技術導入，必須提供很多政策誘因以及補貼，補貼是某種程度要去撬動使用者之慣性，改變其不想改變的事情，但使用者已經有其原本習慣的行為模式，要改變並不容易。

2.新舊技術交接過渡期需設立完備管理模式與規則

傳統車跟自駕車相容時需要一個遊戲規則。藉此可以了解新系統取代舊系統時人們的行為，城市管理模式以及法規如何制定，因此還是需要有一個發展過程的標準，來預測未來的趨勢。

3.漸進式導入讓社會接受改變

新的技術要貼近使用者現有的習慣，不能讓他們馬上有太大的改變，類似溫水煮青蛙溫度慢慢加溫不會感受到，而感受到的時候就已經回不去。新技術導入過程需要經由緩慢且無縫的轉換，並不是一蹴可幾的。然而一定會有一段時間會容許自駕車和一般車輛同時和平相處，在和平相處這過渡的過程裡才有辦法轉換自駕車所占的比例，因為還是有人喜歡開手排車享受自己駕馭的快感。就是必須設計讓不同的需求偏好存在於一個共同系統，在民主社會裡不能完全獨占規格，使其他人無法生存，要允許不一樣的個體存在，讓他們自成一格，不需要去摧毀他，就會自然而然的隨著大環境慢慢消失。

4.與時俱進融入既有社會系統

當談到技術的社會性時，技術不能主宰，而是應該與時配合，然後技巧性地鑲嵌於社會系統，融入時不挑戰既有的競爭技術也不推翻現有的既得利益者，只是另開戰場讓過程中讓大家溝通對話，慢慢產生了解之後，再漸漸導回主流市

場裡。因此應探討自駕車的新技術要如何吸引早期採用者，早期採用者可能是動態性低的公車、遊覽車或是高速公路上的貨車，因此要先想清楚：人、事、時、地、物及成本，誰會用自駕車？什麼事情、時間、地點用自駕車？自駕車會帶出什麼相對衍生要配套的東西？使用自駕車的成本有多高？如果不從使用者角度去看，而是從供應端跟政策端要力推的話會導致手術成功病人死亡的現象，回到自己原本有的行為模式裡，最後再用大量用金錢補貼。

5.自駕車導入從公共運輸與偏鄉開始

因此消費者要投資自駕車如此大的一個市場，絕對不是從私有車開始，而是從公共運輸服務和偏鄉地區先開始。這是社會性的結構化過程，技術和社會產生共振，共振越和諧、頻率越對，後面才會推動出更大的力量，如果技術和社會的頻率不對就會產生很多雜音，聽不到各方的聲音，最後就會放棄。

6.科技需透過社會被重塑

科技是透過社會被重塑的，技術像是無人駕駛的技術以及系統像是科技系統、社會系統以及交通運輸系統會去塑形科技形成現在大家所看見的形貌。因此科技從來不是主導出來而是被引導出來的，引導的角色可以是國家或產業，像 Tesla 就開放 IP 給大家使用，共用後形成一個生態系統有共同標準，當大家都採那時系統可及性就會變高，如果各有各的 IP 的話，資訊交流就會很複雜而且變慢，因此產業及國家政策要刻意去領導支持並慢慢回到社會系統中。

7.培養使用者認知與行為接納

自駕車在臺灣市場裡要推動的話，要決定培養使用者一個什麼樣的認識，讓使用者認識很重要，臺灣可以扮演角色很少，但如果大家去推動對自駕車觀念上的認知或行為上面的接納，臺灣也不一定要做自駕車，也不一定要讓自駕車變成全民運動，可以讓特定的領域以及載具先變成自駕，讓人們學習、觀察及討論，變成一種對話的場域，慢慢從這件事再去尋求突破，例如現在自駕車在臺灣可以做封閉的場域讓人觀摩。

8.使用者體驗累積使用經驗

一個新的概念是讓固定的路線、地點和時間，動態性相對較低的移動服務先導入，例如公車最有可能先導入到非軌道自駕，因為軌道自駕已經成熟。公車可以是固定路線、班次和停靠點，對消費者而言可以透過這些去理解自駕車其實並沒有那麼危險，過程中讓一定要讓使用者體驗，如果沒有體驗要推動的話風險會很大。再來是從場域風險低而且使用者風險也低的，如果風險高使用者不會貿然進入，若使用者風險低或沒有其他選擇不得不接受的情況，導入自駕車就變成唯一的選擇，這在偏鄉地區就很適合例如在澎湖、馬祖等外島，這些地方就是某一

小型的測驗環境，像偏鄉老化這些人沒有交通工具時就必須仰賴自駕車，因此這比在某一個場域做更為適合。

9.技術與社會產生結構化融合

要去做技術主導，讓技術和社會產生結構化的融合是很重要的，融合是有一個技術但也讓技術的配套措施產生，也讓與配套互補性的東西走在前端，自駕車不僅是車的技術還牽扯到城市及基礎建設都要配合，因此這不僅只是交通方面的研究，而是整個社會的形貌的翻轉，會翻轉到城市風貌、道路、法規、醫療、保險以及倫理，問題很複雜，但值得去討論、論述、實驗。

(二)對臺灣自駕車角色定位之建議

臺灣可以做自駕車的早期採用者，不要落為後期或早期大眾即可，依臺灣的腳步目前可能做不到創新者的角色，但是要跟上第一波的發展讓臺灣成為可以洞察趨勢並順勢跟進的角色，因為這是臺灣擅長且適合的，也充分有彈性，但是要應用於日常生活系統，可能尚未可及。因此臺灣必須清楚自己在自駕車的發展中不是領先者，但是可以做示範的場域以及驗證，目前因為臺灣太小沒有能力去推動大型的服務系統直接進到社會城市裡，但是可以做一些小的案例以及展現一些臺灣 ICT 的實例，會遠勝於推動自駕車及共乘車的數量。

(三)對政府未來國民福利政策之建議

未來收入將會由國家統一來處理，現在許多國家像是美國已經有基本收入，即使人們不工作國家還是會給人民基本的收入，這一題其實需要被討論。基本收入的保障為不需要工作就會有基本的收入，因為工作都被人工智慧所取代。

(四)對社會安全議題之建議

自駕車普及後會有網路以及個人資料安全問題，如果這些資訊掌握在國家裡，人民就必須對國家非常信任；如果是第三方的民間組織掌握這些資訊，就要思考這些民間組織依據什麼博得大家信任，其實還是要看誰擁有這些資料，擁有者可能是車廠、政府或是技術提供者。這價值鏈裡面不是只有車廠還有包含規格制定者、資料中心、製造商、服務商、平台業者以及消費者，不同利害關係人會被串聯及整合，要思考最後出了純漏誰要負責，是技術出問題、規格有瑕疵、政府法律制定不妥、車廠零件做得不好還是消費者做了某些動作干預了車輛的判斷？每一件事都必須要處理，處理起來會較複雜，可以先假設最簡單以及最單純的情境，慢慢發展一陣子之後再逐漸加上變數處理。然而民間自駕車是最複雜的，因為是人們自己決定其行為，但還是要先在相對單純的情境裡開始探討會比較保險，隱私權也是在釐清各個利害關係人的問題之後逐漸被檢視。

(五)對解決國民需求之建議

現在很多人對創新的認知有所誤解，並不是發展新的技術才稱之為創新，使用者不是要新的技術而是要新技術幫助他們解決問題，使用者不需要復康巴士也不需要計程車，只要這台車可以帶著需要的人去看病，很安全而且準時的接送使家人安心，身體也受到照顧就滿足使用者需求了。但是現在反映需求的服務機制並不完善，因此現在我們有機會也有責任把新的到宅接送服務系統做出來。這議題與有無自駕車並無關聯，沒有自駕車也應該執行，問題在於人、司機以及政策，交通部與衛生福利部的政策彼此沒有關聯，因此不會以使用者為中心思考，應該從一個老人家以及復康巴士使用者的角度去思考如何介接現在的交通以及醫療系統使其合成一個系統，從使用者的立場去改變，使其變成一個適合他們的服務。

(六)對政府所扮演角色之建議

1.整合性服務以更創新的方式呈現

政府應該要幫忙把整合性服務用更创新的方式表現出來，打破部會分野回到以使用者為中心。因此發展成智慧城市是有機會的，智慧城市不是一個技術而是一個系統，不是從供應端來而是從需求端而來。因為智慧城市要處理人們的生活，生活即需求，而地方政府最了解人民的需求，唯有地方政府可以最貼近人民去思考這些智慧城市該有的政策。如果智慧交通算智慧城市的一環，地方政府的角色遠大於中央政府，中央政府要做的其實不是決定政策，而是要公平的分配資源，讓各個地方政府產生自己特色的智慧城市服務，有些城市可能強調智慧交通、智慧旅遊、智慧醫療以及智慧能源等，一定要讓城市有其在地性。

2.中央與地方攜手合作

自駕車需要處理的是主幹道的問題，中央不需要介入地方政府一些細微的事情，而是要處理洲際或是城際間的連結例如高鐵，而之後巴士或是小型點對點的運輸則是請地方政府去處理，中央政府不會介入那麼深，交通部也沒有責任及能力來處理，中央唯一可以做的是讓地方各自發揮其特色，創造典範的讓大家一起學習，彼此截長補短慢慢一起越做越大，這是政府所該做的部分。而計程車就是這個案例，要釋放計程車使其遊地方管控而中央不需要太多的干涉，因此政府應該思考如何讓中央與地方合作，各部會之間不是彼此分工以及推卸而是互相合作並承擔，並且願意一同用人的角度去思考問題，如此才是政府應該扮演的角色。

3.注重經濟量體的維持

為達到理想的生活情境，整個國家包含稅務系統都需要調整變成福利型國家，而且要用強制的方式讓擁有資產、資源以及有主導性的人付更多的稅給弱勢的民眾，不應該變成競爭的型式，而是變成福利型社會。對於臺灣未來的趨勢要達到

福利型社會，前提都是要有足夠的經濟量體，沒有經濟量體任何型都無法達到，臺灣的經濟要保持有一定的成長或是維持的過程，現在的臺灣不是沒有生產而是分配不均，擁有競爭力但是分配不均導致人民對政府不信任並且產生很多的社會問題，因此臺灣未來如何發展已經超越了自駕車這個議題。

4.政府可以思考未來可能會遇到的問題

- (1)是否先開放固定路線的無人公車與商業用途的無人計程車，再逐步朝向家庭使用的自用車開放？
- (2)思考自駕車上路之際，先在自駕車駕駛路段提供「自駕車通過」的道路標示提醒民眾是否會比較心安？
- (3)先開放自駕車駕駛固定路線以及時段，如「接駁車」模式例如巴士、偏鄉的 DRTS，或是全面介入到城市當中，民眾比較適合哪一種無人車運行方式？
- (4)討論更困難的道德困境：自駕車遇上必須撞死五個人或改道撞死一個人時，該如何做決定？

第八章 我國發展自駕車之機會與挑戰

為因應自駕車時代之來臨，本計畫透過國內外文獻彙整、專家深度訪談、腦力激盪與論壇等方式，邀請運輸服務、經濟產業、環境與能源、都市規劃、城鄉發展、社會行為等相關領域專家，針對臺灣導入自駕車之影響層面進行深度探討，並共同提出政策建言，期能協助政府及早因應自駕車時代來臨。以下將總結自駕車發展機會與潛力、短中長期之政策建議及後續研究課題。

一、自駕車發展機會與潛力

本計畫針對自駕車導入共區分為運輸服務、經濟產業、環境與能源、都市規劃、城鄉發展、社會行為等面向進行衝擊影響評估。經過各個面向之研究分析，歸納出臺灣自駕車發展之機會與潛力。

(一)運輸服務面發展機會與潛力

從運輸服務面觀之，自駕車能夠在私有、共享及公共運輸等帶來巨大的改變。當前美國為發展自駕車最積極的國家之一，擁有眾多發展團隊打造各式自駕車與服務；而對比美國的運輸行為模式，自駕車大多被設計作為私有載具使用，臺灣的土地面積相對較小，車行與車停空間較無餘裕，因此較有潛力的發展方向應為共享自駕車及公共運輸。共享載具也是目前大多數國家積極發展的運輸服務，相比私人擁有的車輛在一天的時間中有逾九成的閒置狀態，共享服務能夠減低總車輛數、降低運輸成本，並且提高運輸效率。而自駕車未來將具備自行移動及門服務之特性，解決了現行共享載具需要有駕駛、找停車位的問題，將能同時降低成本、提高效率。

公共運輸方面，未來自駕車普及之後，若經適當規劃將可以作為公共運輸及門服務之重要一環。隨著智慧聯網、5G 等技術的實現，自駕車車隊能夠智慧排班、因應需求調整，此時車載容量亦可打造為 10 至 15 人座的自駕中小型巴士或其他不同規格的車型。另一方面，大型城市仍然需要高運量的軌道運輸，配合轉乘或及門之自駕車，能夠最大化運輸效率及服務品質。相對於私有及共享自駕車，公共運輸會是初期推廣自駕車的著力點。至於在道路環境相對單純、人口高齡化的偏鄉地區，首先以自駕車提供公共運輸服務，將能逐漸提升自駕車之能力，也能同時提高民眾之信任、接受程度，為全面推廣多數自駕車打下基礎。

自駕車帶來的空間效益，也包括將車行與車停空間釋放。這些釋放的空間將能提供給慢行交通的用路人以及綠地與公共空間，打造宜居、人本的綠色城市。道路

面積的縮小，以及路邊臨停的減少，都能夠給慢行交通的更好的體驗，同時也能鼓勵民眾以慢行交通做為最後一哩路之選項。

將共享服務、公共運輸、慢行交通等串聯在一起的 MaaS，則將會是未來運輸服務的最大機會。現今的交通運輸觀念，已經漸漸將重心由基礎設施、個別運輸系統轉移至整合出行服務(MaaS)，換言之，以 MaaS 之介面為手段，串聯的各式載具為出行之媒介，並經由良好規劃、整合的 MaaS 服務，將可提供民眾輕鬆出行的體驗，而自駕車也將做為無縫、及門的關鍵載具。

最後，隨著自駕車的出現，交通安全的問題將會獲得很大的改善。交通安全不僅是關乎民眾日常的生活，更是基本人權的一部分，自駕車將成為大幅降低肇事風險的關鍵因素，帶給人們更好的生活。車禍的事故、傷亡也將隨著自駕車輛發展而大幅降低甚至消失，同時自駕車與醫療救護的結合，也能確保事故當事人儘快獲得良好的照護。

(二)經濟產業面發展機會與潛力

自駕車在經濟產業面有非常大的發展空間與無窮潛力，現有的商業、零售模式皆會大幅改變。在不同的時間及空間，觸及不同的客群，自駕車的普及將會同時帶給商家及消費者更多樣的供給型態與服務，具有加成的效果。以現在的經驗可以看到，傳統的商業模式在網路技術及智慧手機普及以後，有了大幅度的改變。對於消費模式，可以在任何時間，以網路做為媒介進行交易，催生了巨大的網路電商市場，因而自駕車具備成為下一個全新開發市場的條件。

自駕車的普及能夠形成一個嶄新的市場，衍生許多創新的服務。從人們基本的食衣住行育樂之需求出發，自駕車能夠被運用在每一層面提供人們更好的體驗。餐飲、零售等產業將能有更多創新、創意的發揮，觀光旅遊產業也會有全新的形式和服務。除此之外，車輛相關零件產業也有發展機會，以臺灣的 ICT 與車載資通信產業為後盾，能夠發展許多自駕車的相關先進裝置及設備。

(三)環境能源面發展機會與潛力

自駕車在環境能源面具有正面之效益，在節能、減排的潛力已為國內外專家所肯定。國際上對於車輛及自駕車，皆有以電力為動力來源之共識。相比現行的燃油汽車，未來的電動載具可以將污染源由道路上的線與面源轉為電廠的點源。同時，未來若有更乾淨的發電技術，如再生能源或是核融合等，也能降低發電過程產生之排放及空氣污染。

當自駕車的能源技術成熟，應也能提高能源使用效率，減少能源耗用。由自駕車的技術特性所延伸之智慧路程規劃、車隊行駛、節能駕駛(eco-driving)等功能，更可以進一步實現節能、減排的目標。透過更智慧化的路程規劃，可以避開壅塞、

行駛最適路徑；車隊行駛能夠降低能耗同時促進安全；而節能駕駛能夠更經濟、節能且舒適的行駛，這些都將因為自駕車而更為普及實現。此外，傳統上在污染排放占相當比例的運輸部門，也能夠降低污 PM2.0 染粒子與溫室氣體等排放，為環境能源帶來正面效益。

另一個需注意的現象是自駕車特性：Yearly Update 之年度汰換頻率，也就自駕載具零件每年汰換的新形態。以智慧型手機為例，發展進程由原先耐用的款式逐漸轉變為年度更新的機種，將產品的創新及功能提升放在首位，耐用程度反為次要因素。未來若自駕車也轉變為類似的型式，則每年度仍會有大量的車輛零組件製造，因而須注意淘汰車輛組件的回收問題。如何在不增加能源、廢棄物負擔的情況下達成「Yearly Update」，也會是將來需要面臨的課題。

(四)都市規劃及城鄉發展面發展機會與潛力

未來的居住型態應該更會向都市集中成為緊湊城市(Compact City)，大型的歷史文化以及公共設施會越來越往都市集中，商業設施與服務業大量回到舊城。緊湊城市包含密集與緊鄰的發展型態、大眾運輸系統連結各都市衡量區域、日常生活服務與工作機會的可及性等三大核心價值，自駕車輛透過共享行動力的思維，將會促使該三大核心價值的實現。

郊區則會出現許多田園城市，因為郊區會均質化，不再需要以汽車為主的都市設計，是以人為主的都市設計與交通寧靜區。因此，未來郊區化會傾向成為度假的地方，而非所有人的郊區化，一般的市民還是會向緊湊城市聚集。

整你而言，大城市內依然會使用高運量大眾運輸，例如捷運、輕軌等滿足高運量需求以避免自駕車過多造成的壅塞現象；而中小型城市就未必需要軌道建設使用高運量公共運輸，因為公共運輸載具多元化發展應可滿足中小型城市運輸需求。交通運輸與土地使用規劃上會充分反應交通需求，並使所有市民的通勤、通學以及購物的路線可以基於大數據蒐集並反饋，有最佳路徑與優質的及門服務。

此外，會出現各種大型或小型的公共運輸導向開發政策。這些場站與運輸節點不只是場站，而會是結合景觀優美的環境或具有歷史價值以及商業特殊的生活區域。未來可能出現交通熱點，提供即時自駕車或公共運輸及門服務。如果整合出行及需求導向式的運輸服務能夠做到，則不一定需要大型的車站，因為每一個熱點都是運輸站點。

城鄉的差距是來自距離與時間，透過管理使城市更加緊密並管制都市蔓延，並讓距離以及時間的差距縮小，這是自駕社會追求方向。在自駕車普及時代的管理下，所有需求都可以被反映並透過自駕車來滿足，因此當所有人的需求被滿足時就不會產生城鄉的差距。未來自動駕駛技術的普及改變公共運輸的使用行為，成為 DRTS 的服務概念，城鄉差距將因而漸漸減少。

都市地區的樣貌會因為自駕車的普及而有很大的改變。現行的道路空間將可以被縮減，同時停車需求也減少，車行和車停的空間將被釋放。道路面積及停車面積會釋出，可以促進綠地與公共空間增加，形成 Park(公園)取代 Parking(停車位)的現象。相較之下，偏鄉的道路形式及樣貌則較沒有改變。

(五)社會行為面發展機會與潛力

自駕車在經過創新擴散的歷程中，初期需要鼓勵民眾接納新技術，也需要訂定統一的技術標準，讓各個廠商所提供的產品不會對消費者產生過大的負擔，資訊也可以安全交換。臺灣對於自駕車的技術可能不是領先者而是追隨者，因此需要有良好的使用者接受度才能進一步推廣。同時，臺灣擁有在世界名列前茅的 ICT 與車載資通訊產業技術，對於自駕車營運的後台能夠發揮所用，也能夠將相關車載產品輸出國際。因此，確認臺灣在全球自駕車產業鏈中的角色及定位，將是發展自駕車的一大利多。

傳統思維上，擁有車輛時常是社會地位的象徵，或是青年轉大人的象徵。在自駕車普及以後，共享服務將是運輸形式的主流，搭乘自駕車輛就如同現在的人坐公車，自駕車像是更小的公車，成為公共運輸的一環。人們對於「擁有」的需求會降低，用更低的成本即能享受到更好的服務時，買車的社會象徵和觀念會逐漸淡化。

隨著及門服務的需求比及未來老化的社會，可以搭配自駕車的功能一起同步發展。從高齡社會的角度而言，復康巴士以及計程車司機，他們的工作就不會是開車而是服務老人家，而是幫忙上下車、各種扶持以及就醫上的需求。復康巴士或計程車司機的角色已經不再是開車而是提供創新服務、當體貼人勞心的角色，將是各種移動服務的專業工作者。

二、短中長期政策建議

自駕車的發展是階段性的進程，本研究以現在到未來的時間軸，歸納出短、中、長期的政策建議，為臺灣推廣自駕車普及提出建言。

(一)短期政策建議

全球各地正在如火如荼的進行自駕車的開發及規劃研究，知名企業如傳統車廠的 GM、Ford，運輸服務提供者如 Uber、Lyft，以及創新平台服務的 Waymo、IBM 等眾多團隊，都投注大量資源開發自駕車的車體、感測系統、AI 決策系統等相關技術。各國的學術團隊也進行跨領域的合作，從各個面向研究自駕車的應用及衝擊分析。同時，進度較快的團隊也在各地展開封閉及開放場域的測試駕駛，除蒐集資料、提升自動駕駛技術之外，也能在民眾面前展示成果以提高民眾接受之程度。

因此，短期內建議政府應成立專責單位以利統合與檢討現有大型計畫，由交通部或經濟部儘速成立 ACE 車輛與系統研究中心(Automated, Connected, Electric Vehicles & Systems Research Center)以因應全球自動化、車聯網、電動化的發展趨勢。同時，應盡可能排除法律與組織障礙，扶植自駕車相關研究開發團隊，加速國內相關領域的發展進程。另外，近兩年已有逐步修法，短期內應也研議准許研發團隊在開放場域測試自駕車，讓自駕車能夠透過深度學習克服臺灣的地形及交通狀況。同時，也讓臺灣民眾熟悉新科技，未來產品正式問世以後能夠有較高的接受度。此外，若有合適的機會，也建議政府積極促成國際合作，提供國內的場域環境讓國際廠商測試，也能作為提高民眾接受度的一環。

在自駕車發展的初期，也需訂定自駕車的統一規格標準。如此將可以使自駕車之品質有一定保證，也不會因為廠商之間規格不同導致後續產生問題。此外，車聯網(V2X)及、物聯網(IoT) 以及 AI 深度學習都是未來能在許多面向應用的科技，而其基礎將建立在高品質的 5G 移動通信系統。因此建議政府優先投注資源，發展這些相關技術。除了上述技術之外，高精度地圖近年也逐漸受到重視，更精準及動態即時的圖資資訊將會是智慧城市的根本，也會成為聯網交通的骨幹。因而建議內政部地政司應採取更積極作為，進行高精地圖的製作。

為了著眼未來的自駕車藍圖，也應該要按部就班的建置電動載具所需之充換電設備及基礎設施，並且規劃緊急情況之備用與替代方案。短期內，配合我國政府訂定之電動載具發展時程，需要積極推動電動載具之基礎設施，而未來這些充換電設備，將會直接兌現為自駕車充能的設施。同時，有許多不同部會不約而同投注資源發展自駕車，而考量資源有限與整合發展的必要性，短期內應將跨域整合各部會的計畫及資源，合力發展電動自駕車。

考量自駕車在未來對都市發展與土地使用之影響，短期內即可開始著手研擬及修訂都市計畫相關法規，包括都市計畫法第 44 條重新思考道路系統以及都市土地使用配置、而都市計畫定期通盤檢討實施辦法對第 22 條停車場用地規劃、第 24 條道路空間利用、第 28 條整體開發地區之道路規劃及第 33 條 TOD 發展趨勢等條目進行編修。同時，短期內應開始規劃未來都市的管理及稅費機制，如道路之使用及載具之課稅、空污或擁擠之稅費等。

關於自駕車新技術的推廣，近年也逐漸在特定場合進行曝光或是體驗試乘，有助於使民眾提高對於此項新科技的熟悉度。建議短期內也可以繼續規劃全國各地的試乘及展示，配合專業的技術解說及影音文宣，能夠讓大眾提高對於自駕車之接受度，有助日後順利發展。

(二) 中期政策建議

對於中期之政策建議，首先建議可以將自駕車納入國家前瞻計畫，配置部分資源發展自駕車，以因應未來 20 年內都市運輸面貌之大幅改變。這些資源需要被運用在包括道路基礎設施、智慧型號誌及其他自駕車所需之建設，否則以現行的道路及交通號誌設計將無法發揮自駕車的功能及價值。同時，交通部門宜研議編修當前的運輸相關法規以及設計準則，準備迎接自駕車開始在道路上出現的時代。此外，在自駕車相關基礎建設以及營運服務方面，也應制定規範及準則，以利後續發展。為了確保自駕車能夠與其他傳統車輛、大眾運輸在道路上共存，勢必需要訂定規定、解釋法條的爭議。統一的設計準則也能確保自駕車的運行受到約束及規範，在自駕車與傳統車輛共存的過渡期，能夠降低風險提升安全。

當自駕車的技術較為大眾所熟悉理解時，產業及就業的前景也會更明朗。因此在中期，對於面臨職業轉換的勞工，建議規劃職業培訓，培養及發揮不同的長才。而對於自駕車衍生的創新產業，此時也較為清晰明確，政府也能提供資源輔助創新產業的發展。此外對於某些開始感受到需要轉型的產業，也建議政府提供諮詢及幫助，協助特定產業進行轉型，甚至可以投入創新產業成為市場的領先者。

在中期的時程上，建議在中期政府能規劃國內電廠的分布，分配供給以平衡需求。同時，現行的火力發電在未來未必是最好的發電選項，建議政府也應積極發展再生能源，搭配自駕車的節能減排效益，將會對環境有正面影響。因應國家能源政策、新的能源結構以及智慧電網之發展，對於共享電動自駕車之能源供給與需求，宜進行縝密之規劃。由於自駕車逐步普及，尖離峰用電的需求恐怕會增加，也應提升備轉容量，並且透過訂價機制規劃運輸服務營運者的用電時段，確保大眾及工業用電的餘裕。

此時期也可以逐漸感受到自駕車對於車行的道路空間以及車停的停車空間之需求，應可以開始著眼在完全普及的時期，如何善加規劃道路及停車空間。也因為自駕車的影響較明朗，國土計畫的研擬也可以啟動，為未來長遠的發展進行適切的規劃。此時期之自駕車也能在偏鄉提供共享運輸及大眾運輸服務，由偏鄉開始導入自駕車全面的運輸服務。

最後，中期的自駕車發展已有大量的資訊被蒐集、使用，基於資訊安全與個資保護之需求，宜制定相關的規則，以確保民眾的隱私及權利。自駕車將會蒐集、分析且傳遞大量的個人資訊，範圍深廣，因此需要有除了使用者以外的把關者。另外，偏鄉及都市內的高齡及弱勢族群也需要受到照顧，應用自駕車提供這些族群出行的服務，甚至提供隨行的看護、陪伴，將會是臺灣高齡化甚至是超高齡化社會必要的服務。

(三)長期政策建議

長期而言，由於自駕車的技術及運輸特性，建議政府規劃將自駕車應用於大眾運輸、共享載具以及 MaaS 服務。自駕車有較高的運輸效率、更安全且智慧化，對於大眾運輸而言會是非常理想的載具形式。此外，自駕車也有能力與高運量軌道運輸配合進行站點接駁或是及門服務，形成無縫的運輸體驗，自駕車的不同車型及運能皆可被適切的使用。共享運輸也將會是自駕車大量被使用的方式，屆時私人擁有的車輛會大幅度的減少，成為更人本、綠色的都市風貌。MaaS 則將是未來人們出行的重要媒介，良好的規劃可以讓不同的載具完美的被整合，簡單快速且貼心的為民眾安排旅次服務。

到了自駕車高度發展普及的時期，應會有許多應用多元自駕車之相關產業及服務出現。舉凡餐飲、零售等日常生活需求，都能夠結合多元自駕車提供人們更好的服務。建議對於此類產業及服務能夠逐步規劃推動，發展創新服務與創新物流，也投注資源扶植、輔導。另一個重要的產業為觀光旅遊產業，也是政府宜重視的產業。自駕車將會大幅度改變現今的觀光旅遊產業，而未來如何將自駕車應用在旅客的觀光旅遊體驗需要良好及創新的規劃。除了國內民眾的體驗外，對於外國的旅客也應端出更貼心、更有吸引力的觀光旅遊行程，結合自駕車提供最好的服務。

在自駕車普及的長期，關於能源的使用宜訂定合理的價格制度，也能以供給或訂價分散需求。屆時對於環境有負面影響的發電方式或是能源使用方式，皆應被課稅以彌補對於環境的傷害，也鼓勵低排放、低污染的能源使用。同時，自駕車應用於大眾運輸及共享運輸也能降低對環境的負擔，值得推動及發展。

此時期的道路使用與管理機制也需要完成，自駕車的出行也需要支付道路使用費，如此具有高需求的城市中心或是需求熱點，才不會有大量自駕車湧入造成壅塞。而 TOD 的發展也需要研擬，深入思考都市規劃及土地開發的效益，並且打造符合動態出行需求的宜居綠色城市。此時期應能發展自駕快速巴士系統(ABRT)，以自駕公共運輸與自駕車作為主幹，連接旅運需求點，落實公共運輸導向的發展。

在自駕車普及的長期，中央政府及地方政府宜建立良好的協作機制，由中央政府扮演分配資源的角色，將主控權轉交給地方政府，讓各地的地方政府全力發展具有特色的智慧城市與自駕車輛的環境。由各城市內的特色景觀或文化，結合自駕車的多種功能，將有各種不同規模、各具特色的智慧城市面貌，能結合美景、綠色、高科技及人文發展，達成臺灣智慧島之目標。

(四)政策建議總結

對於自駕車的普及，勢必須即刻進行規劃與準備。本研究回顧分析國內外文獻，於運輸服務、經濟產業、環境能源、都市規劃及城鄉發展、社會行為等領域歸納出自駕車可能帶來之衝擊，也提出短、中、長期之政策建議，總結如表 8.1。

表 8.1 各面向之短期與中長期建議彙整

	短期	中期	中長期
運輸服務	成立 ACE 研究中心、排除法律與組織障礙、開放場域測試、推動國際合作	將自駕車納入前瞻計畫、編修運輸基礎建設與營運服務之法規與設計準則	規劃應用自駕車於公共運輸、共享載具及 MaaS 服務
經濟產業	扶植 AI 技術、感知系統及高精度地圖產業發展	規劃職業轉換及培訓、輔導創新產業發展、盤點既有產業並規劃轉型	規劃應用多元自駕車發展新型物流、服務及觀光旅遊產業
環境能源	推動電動載具基礎設施、規劃緊急替代方案、跨域整合發展電動自駕車	規劃電廠分布、發展再生能源及智慧電網、提升備轉容量	妥善規劃應用價格制度、推動公共運輸及共享載具
都市發展	研擬修訂都市計畫法、規劃都市管理稅費機制	規劃道路及停車空間之利用、研擬國土計畫、提供偏鄉服務	將自駕車納入 TOD 政策規劃、推動自駕快速巴士 ABRT
社會行為	規劃推廣自駕車新技術、鼓勵大眾試乘體驗提高接受度	對資安及個資保護制定規則、規劃服務高齡及弱勢族群	成立中央與地方政府協作機制、因地制宜規劃自駕共享載具與自動公共運輸服務

三、後續研究課題建議

本次研究之方法係以蒐集分析文獻、專家深度訪談以及質化分析為主，現階段國內對於自駕車相關之量化研究較少，建議後續可以逐步開始規劃進行量比與模擬研究。運輸服務面，對於車隊規模、載具使用比例、人因工程、旅行者行為等重要課題，皆值得廣泛且深入研究。自駕車應用前還將面臨如交通系統功能銜接、大眾學習使用新科技、自駕車操作介面設計等問題，也需投入研究。自駕車在基礎設施如道路規範、容量、停車設施以及旅次時間之改變，甚至是對尖離峰效應的影響也值得探討。對於自駕車在共享服務、公共運輸以及 MaaS 等面向之應用，也建議有量化之研究分析，以期未來能夠及早規劃、推出更創新的行動服務。

經濟產業面，對於與自駕車普及有關的國內相關產業建議可以研究產值的增減變化，歸納出會受到較大影響的產業，並且深入探討受到間接影響之產業類別。此外，對於國際上許多不同產業會機構提出新的服務、商業觀念或是研究，也須持續追蹤最新發展。對於政策的制訂也需要參考各國的案例，檢視扶植新產業或是輔導現有產業的相關法規及政策。臺灣以整車導入之形式引進自駕車的可能性較高，對於導入期程、

導入何種系統、應用於公共/私有/共享載具以及本土產業的融入，應有先期研究並訂出目標，以利後續自駕車導入前後之相關設施規劃與產業佈局。

環境能源面，對於在國內使用自駕車的能耗及排放數據，應持續進行完整的生命週期評估，並且提出在地化的量化結果。對於國家的能源結構也需檢視，並且蒐集國外文獻及發展趨勢進行分析。另外對於電動載具與綠能之補貼及成本分析，也應研究未來較合理的方式。

都市規劃與城鄉發展方面，對於自駕車造成都市蔓延或是更緊密的現象，值得進一步的探討釐清。其中一個重要關鍵在於道路使用收費的機制，此項變因對於運輸服務面會有直接影響，亦對於都市規劃也有間接的影響。使用者對於運輸服務的價格觀感，也會影響到其區位的選擇，進而影響到都市會蔓延或是更緊密的發展，是值得研究的課題。另一項重要課題為停車空間的變化，許多國外文獻對於停車空間的增減有量化的數據計算，此研究未來也能進行相關量化分析。最後，土地使用規劃對於交通需求導向相關議題，也值得後續進行深入分析。

社會行為面，由於自駕車解放了人們的時間與空間限制，將會大幅度的改變人們的旅運行為。然而現階段大眾對自駕車的接納程度，對於未來自駕車的發展過程至關重要，也因此對於大眾的觀感及接受度需要近一步地進行量化分析。自駕車適合階段性的從偏鄉或是預約式服務出發，因此率先提供運輸弱勢族群服務，如日本在高齡化偏鄉地區試行自駕車的服務，即為重要先導示範計畫。對於相關使用者感受、信任程度等面向也值得進行量化研究，以作為後續推廣自駕車之參考。

參考文獻

1. Invest in Holland(2018)，荷蘭獲 KPMG 評選為自動駕駛汽車最高就緒度國家，荷蘭投資局。
2. Invest in Holland(2018)，荷蘭如何領航行動性，荷蘭投資局。
3. 楊安琪(2017)，朝智慧城市邁進!無人自駕巴士 EZ10 臺大校區測試開跑，科技新報，2017 年 7 月 7 日。(https://technews.tw/2017/07/07/ntu-experiments-with-driverless-bus-ez-10-of-easymile/)
4. 呂筱蟬(2018)，農博自駕電動車 7 成臺灣製，中時電子報，2018 年 5 月 3 日(http://www.chinatimes.com/newspapers/20180503000588-260102)
5. 吳元熙(2017)，不用再羨慕國外了，首輛 MIT 自駕小巴即將在臺誕生，數位時代，2017 年 12 月 9 日。(https://www.bnext.com.tw/article/47366/artc-demonstrated-taiwan-autonomous-car-and-prepare-to-build-a-startup-next-year)
6. 工業技術研究院(2018)，國內首部自動駕駛中型巴士展開研發，工業技術與資訊月刊，316 期 2018 年 2/3 月號，頁 46-47。
7. 林中(2017)，「自動駕駛車輛測試管理條例」若通過，帶動 10 兆美元商機，國會電子報，2017 年 10 月 27 日。(https://congressnews.net/?p=390)
8. 中華民國交通部(2017)，智慧運輸系統發展建設計畫 (106-109 年)，2016 年 12 月。
9. Matt(2017)，臺灣能不能測試自駕車？交通部回應預計最快年底公布自駕車至路測試作業申請要點，U-Car.com.tw，2017 年 10 月 30 日。(https://news.u-car.com.tw/article/39419/臺灣能不能測試自駕車？交通部回應預計最快年底公布「自動駕駛車輛道路測試作業申請要點」)
10. 中央社(2018)，行政院通過「無人載具科技創新實驗條例」，最常實驗 4 年，科技新報，2018 年 5 月 17 日。(http://technews.tw/2018/05/17/unmanned-vehicle-regulations/)
11. 吳元熙(2018)，政府宣布 2040 年汽機車將全面電動化，臺灣交通轉型之路最大考驗：如何汰舊換新，社企流，2018 年 1 月 10 日。(http://www.seinsights.asia/article/3291/3271/5274)
12. 中華民國交通部統計處(2017)，民眾日常使用載具狀況調查摘要分析，2017 年 6 月 29 日。(https://www.motc.gov.tw/ch/home.jsp?id=54&parentpath=0,6)
13. 中華民國交通部統計處(2017)，105 年民眾日常使用載具狀況調查載具次數市占率交叉統計表，2017 年 6 月 29 日。(https://www.motc.gov.tw/ch/home.jsp?id=54&parentpath=0,6)
14. 中華民國統計資訊網(2016)家庭收支調查報告(https://win.dgbas.gov.tw/fies/a11.asp?year=105)

15. 高嘉雲 (2016), [U 指數]2016 年新年購車大調查分析報告, U-Car.com.tw, 2016 年 1 月 26 日。(https://news.u-car.com.tw/article/29085)
16. 蘇振維、楊幼文、沈柏偉等(2015), 第 5 期整體運輸規劃研究系列-城際旅次特性調查及初步分析, 中華民國交通部運研所, 2015 年 7 月。
17. 臺南市政府交通局(2017), 臺南市運輸系統整體規劃_綜合運輸規劃。
18. 郭瑜堅(2003), 都市旅次成本研究, 國立臺灣大學土木工程研究所碩士論文。
19. 陳敦基(2016), 公共運輸行動服務(MaaS)發展應用分析與策略規劃推廣說明會, 中華智慧運輸協會。
20. 邱秉瑜(2017), 自駕車將如何影響都市發展? 城市又該如何因應? 數位時代雜誌第 27 期: 無人車商業革命, 2017 年 2 月 7 日。
21. Navigant Research. Navigant Research Leaderboard: Automated Driving Vehicles. https://www.navigantresearch.com/reports/navigant-research-leaderboard-automated-driving-vehicles. Accessed September, 2018.
22. Threlfall, R. (2018) Autonomous Vehicles Readiness Index - Assessing countries' openness and preparedness for autonomous vehicles, KPMG International.
23. America Planning Association (2018) Principle for Autonomous Vehicle Policy.
24. Fabio et al. (2017), Automated and Connected Driving Ethics Commission, Federal Minister of Transport and Digital Infrastructure, Germany.
25. Peng, T. & Sarazen, M., (2018) Global Survey of Autonomous Vehicle Regulations, Synced AI TECHNOLOGY & INDUSTRY REVIEW. (https://syncedreview.com/2018/03/15/global-survey-of-autonomous-vehicle-regulations/)
26. 国土交通省 (2017), 自動運転に関する主な政府方針等 (http://www.mlit.go.jp/common/001188202.pdf#search=%27%E6%97%A5%E6%9C%AC%E6%94%BF%E5%BA%9C%E8%87%AA%E5%8B%95%E9%81%8B%E8%BB%A2%E8%BB%8A%27)
27. Kuhnert et al. (2018) Five trends transforming the Automotive Industry, PwC.
28. OECD, International Transport Forum (2015) Urban Mobility System Upgrade: How shared self-driving cars could change city traffic, Corporate Partnership Board Report, March 31, 2015.
29. Dickey, M.R. (2018) Elon Musk offers more detail about Tesla's ridesharing network, TechCrunch, May 3, 2018. (https://techcrunch.com/2018/05/02/elon-musk-tesla-ride-sharing-network/)
30. Chen, D.T. and Kockelman, K.M. (2016) Management of a Shared Autonomous Electric Vehicle Fleet - Implications of Pricing Schemes, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2572, Transportation Research Board, Washington, D.C., 2016, pp. 37-46. DOI: 10.3141/2572-05.

31. Levin, M.W. and Boyles, S.D. (2015) Effects of Autonomous Vehicle Ownership on Trip, Mode, and Route Choice, Transportation Research Record : Journal of the Transportation Research Board, No. 2493, Transportation Research Board, Washington, D.C., 2015, pp. 29–38. DOI : 10.3141/2493-04.
32. OECD, International Transport Forum (2017) Human Factors, User Requirements, and User Acceptance of Ride-Sharing in Automated Vehicles, Discussion Paper No. 2017-10.
33. Bansal et al. (2016) Assessing public opinions of and interest in new vehicle technologies : an Austin perspective. Transportation Research Part C : Emerging Technologies Volume 67, June 2016, Pages 1-14.
34. Krueger et al.(2016) Preferences for shared autonomous vehicles. Transportation Research Part C : Emerging Technologies Volume 69, August 2016, Pages 343-355.
35. Haboucha et al. (2017) User preferences regarding autonomous vehicles, Transportation Research Part C : Emerging Technologies Volume 78, May 2017, Pages 37-49.
36. The Economist (2018) Self-driving cars will profoundly change the way people live, March 1, 2018. (<https://www.economist.com/special-report/2018/03/01/self-driving-cars-will-profoundly-change-the-way-people-live>)
37. Zhang et al. (2018) The impact of private autonomous vehicles in vehicle ownership and unoccupied VMT generation, Transportation Research Part C : Emerging Technologies Volume 90, May 2018, Pages 156-165.
38. Bernhart et al. (2018) Reconnecting the rural Autonomous driving as a solution for non-urban mobility, Roland Berger Focus. (https://www.rolandberger.com/fr/Publications/pub_reconnecting_the_rural_autonomous_driving.html)
39. Millard-Ball, A. (2018) Pedestrians, Autonomous Vehicles, and Cities, Journal of Planning Education and Research 2018, Vol. 38(1) 6-12.
40. Woolsgrove, C. (2017) Advanced vehicle technologies, autonomous vehicles and cycling, European Cycling Federation.
41. Anderson et al. (2014) Autonomous Vehicle Technology - A Guide for Policymakers, Rand Corporation.
42. Lanctot, R. (2017) Accelerating the Future : The Economic Impact of the Emerging Passenger Economy, STRATEGY ANALYTICS, June 2017.
43. 太田敏勝(2017) 自動運転時代の都市と交通を考える- Impacts of Connected and Automated EV Systems on Urban Planning and Transport, IBS Annual Report 研究活動報告。

44. Meyer et al.(2017) Autonomous vehicles : The next jump in accessibilities? Research in Transportation Economics Volume 62, June 2017, Pages 80-91.
45. Röhrleef et al. (2015) Scenarios for Autonomous Vehicles – Opportunities and Risks for Transport Companies, Verband Deutscher Verkehrsunternehmen e. V. (VDV) Position Paper, November 2015.
46. Claudel, M. and Ratti, C. (2015) Full speed ahead : How the driverless car could transform cities, McKinsey & Company, August 2015. (<https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability-and-resource-productivity/our-insights/full-speed-ahead-how-the-driverless-car-could-transform-cities>)
47. Kiger, P.J.(2015) Imagining the Driverless City, URBAN LAND, October 2, 2015.
48. Nordhoff et al. (2016) Conceptual Model to Explain, Predict, and Improve User Acceptance of Driverless Podlike Vehicle. Transportation Research Record : Journal of the Transportation Research Board, No. 2602, Transportation Research Board, Washington, D.C., 2016, pp. 60–67.
49. Zmud et al. (2016) Self-Driving Vehicles - Determinants of Adoption and Conditions of Usage. Transportation Research Record : Journal of the Transportation Research Board, No. 2565, Transportation Research Board, Washington, D.C., 2016, pp. 57–64.
50. Malodia, S. and Singla, H. (2016) A study of carpooling behaviour using a stated preference web survey in selected cities of India, Transportation Planning and Technology, 39 : 5, 538-550, DOI : 10.1080/03081060.2016.1174368, 2016.
51. Piao et al. (2016) Public Views towards Implementation of Automated Vehicles in Urban Areas, Transportation Research Procedia Volume 14, 2016, Pages 2168–2177.
52. Kyriakidis et al.(2015) Public opinion on automated driving : Results of an international questionnaire among 5,000 respondents. Transportation Research Part F : Traffic Psychology and Behaviour, Volume 32, July 2015, Pages 127-140.
53. Krueger et al.(2016) Adoption of Shared Autonomous Vehicles – A Hybrid Choice Modeling Approach based on a Stated Choice Survey, Proceedings of the 95th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C., United States, January 10-14, 2016.
54. Pristavec, T.(2016) Social participation in later years : the role of driving mobility. The Journals of Gerontology Series B : Psychological Sciences and Social Sciences, gbw057, May 12, 2016.
55. Payre et al.(2014) Intention to use a fully automated car : Attitudes and a priori acceptability, Transportation Research Part F : Traffic Psychology and Behaviour, Volume 27, Part B, November 2014, Pages 252-263.

56. Schoettle, B., and Sivak, M.(2015) Motorists' Preferences for Different Levels of Vehicle Automation, The University of Michigan Transportation Research Institute, Ann Arbor, Michigan 48109-2150, Report No. UMTRI-2015-22, July 2015.

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

臺灣發展自駕車之挑戰與影響—經濟社會之影響

/ 鄒倫、張學孔主編.

-- 初版.-- 台北市：中技社，民 107.12

151 面；21×29.7 公分.--（專題報告；2018-05）

ISBN 978-986-97218-3-7(平裝)

1.汽車業 2.人工智慧 3.經濟發展 4.社會發展

484.3

107022719

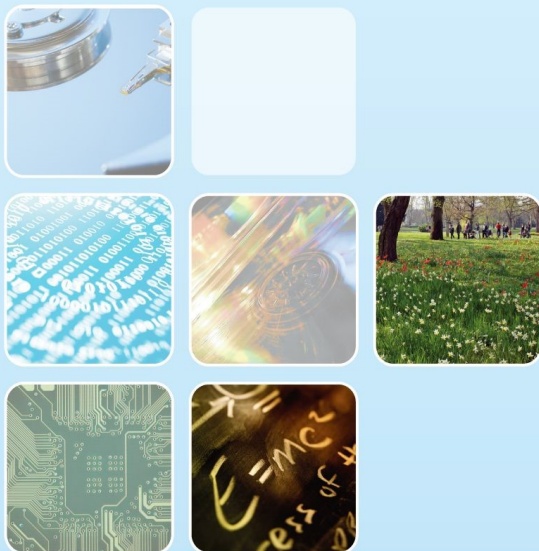
著作權聲明©財團法人中技社

本出版品的著作權屬於財團法人中技社（或其授權人）所享有，您得依著作權法規定引用本出版品內容，或於教育或非營利目的之範圍內利用本出版品全部或部分內容，惟須註明出處、作者。財團法人中技社感謝您提供給我們任何以本出版品作為資料來源出版的相關出版品。

未取得財團法人中技社書面同意，禁止改作、使用或轉售本手冊於任何其他商業用途。

免責聲明

本出版品並不代表財團法人中技社之立場、觀點或政策，僅為智庫研究成果之發表。財團法人中技社並不擔保本出版品內容之正確性、完整性、及時性或其他任何具體效益，您同意如因本出版品內容而為任何決策，相關風險及責任由您自行承擔，並不對財團法人中技社為任何主張。



財團 中技社
法人

CTCI FOUNDATION

106 台北市敦化南路2段97號8樓

Tel : 02-2704-9805~7 Fax : 02-2705-5044

<http://www.ctci.org.tw>



使用再生紙印製