



# 發展自動駕駛運具之衝擊影響評估

## Assessment of the Impacts and Effects of Autonomous Vehicles

張學孔 S.K. Jason Chang / 國立臺灣大學土木工程學系 教授

陳雅雯 Ya-Wen Chen / 國立臺灣大學先進公共運輸研究中心 執行長

周寬也 Kuan-Yeh Chou / 國立臺灣大學先進公共運輸研究中心 研究助理

于立安 Li-An Yu / 國立臺灣大學土木工程學系、先進公共運輸研究中心 研究助理

本文探討自動駕駛車輛在國際及國內發展之趨勢，並對臺灣引入自駕運具後，對於運輸服務、經濟產業、環境能源、都市城鄉發展，以及社會行為等面向可能帶來之衝擊影響進行初步評估，同時提出因應自駕運具發展之綜合建議。自駕運具適合做為共享運具及公共運具，其解放之時間與空間將大幅度改變產業面貌及旅運行為，對於環境將有節能減碳之正面效益。此外，未來的城鄉規劃也受到自駕運具影響，可能以自駕快速巴士（Autonomous Rapid Transit）作為公共運輸城市 TOD 發展之主幹，並且藉由釋放大量的車行與車停空間，有更多人本環境產生。自駕運具也將改變人們對於擁有汽車、出行等觀念，並能滿足偏鄉及弱勢族群之出行需求。對於自駕運具之發展，建議政府成立專責單位、整合資源、推動國際合作、檢視及編修相關法規，並優先規劃應用自駕運具於公共運輸、共享運具、城市貨運及 MaaS 整合出行服務。

### Abstract

This study reviews the current progress of autonomous vehicles (AV) domestically and internationally, and discusses the potential impacts and effects on mobility, industries, environment and energy, as well as urban and rural development, and social behavior in Taiwan. Through literature review and analysis, this study then provides suggestions regarding the future operations and developments of AV. The study has shown that AV is best suited for shared vehicles and public transit in terms of sustainable mobility and livable cities. Limitations of time and space will be reduced once AV can be utilized by existing industries and businesses, which will notably change the traditional ways and create new ways of how people do business. AV is also believed to produce less emission while having higher energy efficiency, thus being beneficial for the environment. Urban planning will be affected by AV, with possible strategies of Autonomous Rapid Transit implementation in TOD. The reduced roadways and parking spaces will be leading to other usage such as public space and green environment. AV will also change people's behavior regarding car ownership

and mobility, while the underprivileged and the rural residents' mobility needs can also be fulfilled by AV. Finally, it is suggested that in viewing of the AV development the government needs to form a national center of ACES, integrate development resources, initiate international collaborations, settle related regulations and laws, and systematically apply AV in public transit, shared mobility, urban freight and on demand service (MaaS).

### 前言

自駕運具已成為近來全球的顯學，各國政府、各大企業皆以發展自駕運具為重要目標，也朝向未來的自駕社會逐步前進。全球各地逐漸有更多自駕運具的測試，並有相關測試法規的研討。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，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。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？當商店可以在移動的自駕運具上經營，不受地理位置束縛的店家將會如何經營生意？如此多的疑問，唯一可以確定的是，自駕運具改變的絕非只有「行」，而是會有更多不同程度、不同層面的生活影響。自駕車發展及應用將對運輸服務、經濟、社會、環境、生活等帶來更多影響與衝擊，若能提早了解其影響層面，並擬定應用策略，將有助於國家與產業及早因應自駕車帶來的挑戰與機會。

## 國際及國內自駕運具發展及就緒程度分析

國際上發展自駕運具之團隊主要可分為三類：汽車產業、運輸服務業者以及創新服務業者。主要因為自駕運具除了車體本身的技術之外，同時有極高的人工智慧及資通訊技術門檻，因此對於車廠及網路軟體服務業者皆有切入市場之機會。同時運輸服務業者本身借重其他兩類業者之產品服務，以營運車隊及平台之型式發展運輸服務，亦扮演發展自駕運具之重要角色。圖 1 顯示多類自駕團隊發展之情況。



圖 1 各類型自駕運具開發團隊及其相對優勢

表 1 KPMG 對各國政府自駕運具就緒程度進行評比

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

政府立法方面，國際上普遍定下的相關法律皆著重於規範道路測試情形，距離自駕運具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，各國多半規定由運具內的記錄器／黑盒子進行肇事責任判定，甚至有如美國完全沒有相關規定的情形。政策擬定方面，國外已有許多國家明確宣布對自駕運具之重視，投注資源並規劃自駕運具長遠之發展。根據 KPMG 在 2018 年的自駕車發展就緒程度評比，依序由荷蘭、新加坡、美國獲得前三名之肯定，如表 1 所示。

亞洲國家中，除了新加坡排名第二之外，尚有南韓、日本的排名較高，三國的基礎設施項目都獲得非常高的評價，值得臺灣借鏡學習。分析荷蘭、新加坡等國能夠獲得高評價的原因包括以下：

1. 荷蘭早於 2015 年通過自駕車於道路測試之法規，政府投資九千萬歐元進行車聯網號誌等基礎設施更新，並設立國家級研究中心，荷蘭的電動載具使用率也在全球名列前茅。
2. 新加坡已通過自駕車路測法規，民眾透過政府大力

宣導已能熟悉此技術，並有較高的接受度。此外，新加坡政府提供具體政策，吸引多所學校與國際研發團隊合作、測試，而交通智慧運輸系統（ITS）基礎設施完備，亦是其就緒度名列前茅的原因。

3. 美國在前三名不會令人驚訝，因其具有全球最多的 163 家自駕車開發業者，眾議院及參議院分別提出法案協助自駕車團隊加速開發，聯邦政府政策明確，並且已有數州開放道路測試。

若以此項評比方式對臺灣發展自駕運具準備程度進行評估，在基礎設施部分，臺灣 4G 網路與道路路網項目為佳，充換電設備較欠缺；消費者接受度項目，目前道路測試尚屬初步實施，但已有不同團隊進行數次封閉區域之測試；政策與立法部分，科技部、交通部及經濟部提出立法草案，已獲得立院在 2018 年 11 月通過，並對施行細則進行研議；而科技創新採計有包括臺灣智慧駕駛、ARTC、中華電信等團隊發展自駕運具。對比其他國家之評分，臺灣於 KPMG 提出之評比準則中排名約為第 10 至 14 名。

## 自駕運具對五大面向之衝擊影響文獻回顧

本研究針對自動駕駛車輛帶來之衝擊與影響，以運輸服務、經濟產業、環境能源、都市規劃與城鄉發展、社會行為等五大面向進行文獻之回顧。

### • 運輸服務面之回顧

國外對於自駕運具在運輸服務層面之研究探討甚豐，其中 ITF（2018）以葡萄牙里斯本地區為例進行之模擬研究值得參考；國內洪鈞澤等人（2017）以臺南為研究對象規劃自駕運具系統，由研究發現自駕運具能夠提升運輸效率、減少現行汽車數量，適合作為共享運具及公共運具之推動，歸納如下：

1. ITF 研究模擬 8 種情境：排列自駕車共享不同比例（50%、100%）、共乘與否、公共運輸之有無等 8 種情境。
2. 樂觀情境之結果，1 輛自駕車能夠取代 10 輛小汽車，僅需現在 6% 停車空間，可釋放 20% 道路面積，減少 85% 等車時間及 37% 旅行時間。保守情境之結果，1 輛自駕車取代 1.25 輛小汽車，增加 4% 停車需求，並增加 7% 旅行時間。
3. 若要引入自駕運具，則以允許共乘之共享自駕車，搭配公共運輸，將會達到最佳的效果。
4. 洪鈞澤等人（2017）規劃「臺南運輸 4.0」未來台南都

市運輸之發展，研究中設定使用智慧運輸系統以自動駕駛計程車、小巴、中巴及大巴組成公共運輸車隊，同時有自駕私有車及自駕共享車之發展情境。模擬分析結果顯示，臺南現有之 140 萬輛機車及 60 萬輛小汽車、共 200 萬輛機動車，可由 30 萬輛自駕車取代，且能釋放 280 萬個機車車位及 75 萬個汽車車位。

5. 由上述研究結果歸納自駕運具適合做為共享運具，並搭配良好的公共運輸，以 MaaS 的觀念，為個人出行提供更好的運輸服務。

### • 經濟產業面之回顧

自駕運具解放時間及空間，將對各級產業帶來深遠影響，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。本研究彙整國際上對全新產業、成長產業、衰退產業及消失產業之研究：

1. 全新產業部分，由於自駕運具的普及，私人間交換貨物的費用將更低，開啟如 Craigslist、P2P 的新市場，將出現自駕運具客製化的新產業，同時即時收集的資料可「貨幣化」，以進行交易。
2. 成長產業部分，餐飲、零售業解除時間與空間限制，因應自駕運具的普及而成長，車內餘裕時間增加將使廣告業及媒體娛樂業成長，此外酒精飲料市場也會因自駕運具而間接獲得成長。
3. 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，航空業受到影響。律師訴訟及保險服務業，將因自駕運具的普及而面臨衰退。
4. 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。因交通區位特性而發展出的產業或聚落也可能不復存在，同時購車貸款的需求大幅減少也會波及汽車融資產業。
5. 豐田公司於 2018 年提出 e-Palette 多功能廂型自駕車之概念，由製造商提供自駕車的模板，營運者決定功能及用途，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，目前已經與數家業者展開合作，包括 Amazon、Pizza Hut，滴滴以及 Uber 等，並預計於 2020 年東京奧運進行示範。
6. 多元自駕運具能夠解除各級產業時間與空間的限制，賦予商業及觀光產業創新價值與應用，多元自駕運具將能大幅度改變人們的消費、飲食、物流等諸多層面，同時解除區位限制，增加潛在客群之需求。

### ● 環境能源面之回顧

自駕運具除本身作為電動載具的環境效益之外，也提升能源使用效率、減少總車輛數，對於環境及能源有正面影響效應。2018年由密西根大學與福特汽車公司進行自駕車環境能源層面之產學界合作研究，提出具有公信力的影響評估：

1. SAE Level 4 自駕運具，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，係因自駕運具導入智慧節能駕駛 (eco-driving)、聯網功能、隊列行駛等功能，減少行駛過程中的能耗碳排放。
2. 與現行小汽車相比，電動自駕運具將排放污染源從線面源變為點源，實現節能、減排的目標。
3. 自駕運具未來可能轉變為年度汰換的型式，屆時須注意淘汰車輛的回收問題；如何在不增加能源、廢棄物負擔的情況下達成 Yearly Update 將是挑戰。

### ● 都市及城鄉發展面之影響

未來的都市運輸型態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，對於都市規劃帶來影響。國際上對於自駕運具造成都市蔓延或緊密的說法未有定論，部分研究認為通勤時間的解放使得人們願意居住在距離市中心更遠處，造成都市蔓延。其他研究則指出，若以公共運輸搭配共享自駕運具，則人們會往都市集中，形成緊密都市。本研究經過專家的訪談，歸納自駕運具對都市規劃及城市發展面帶來下列影響：

1. 自駕運具普及後，未來在交通運輸與土地使用規劃上會有更好地整合，使絕大部分市民的通勤、通學以及購物的路線可以即時被大數據蒐集並反饋，以最佳路徑行駛至目的地。
2. 道路的使用收費，以及良好的稅費機制能夠管制都市蔓延，讓距離以及時間的差距縮小。自駕技術的普及可能改變公共運輸的使用行為，發展成 DRTS 的概念，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，車行和車停的空間將被釋放。道路面積及停車面積會釋出，可增加慢行交通及綠地空間。

### ● 社會行為面之影響

自駕運具社會系統之任務，為滿足人們在不同起

迄點間使用特定交通工具的空間移動需求，其結構包含既有的城市結構、道路系統、交通號誌與法律制度等有形與無形的既有限制與規範；出行人員則為所有為滿足此「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。新科技的採納與接受，絕非一蹴可幾，需要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，才能如願獲得社會接受。因此，對於自駕運具在社會行為方面之影響歸納如下：

1. 共享自駕運具的普及，會使人們對於「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。
2. 未來司機的工作不會是開車而是服務乘客，如幫忙老人家上下車、提供各種扶持以及滿足就醫上的需求。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，是各種移動服務的專業工作者。
3. 自駕車的普及會讓更多個人資訊被蒐集使用，蒐集資訊的第三方應為公正第三方或是信賴的政府，能夠對於資訊使用、隱私保護之法規為社會大眾留意。

## 發展自駕運具之衝擊影響分析

本研究針對自動駕駛車輛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。經過五個面向之研究分析，歸納出臺灣自駕車發展之機會與潛力。

### ● 運輸服務面之影響

從運輸服務面觀之，自駕運具能夠在私有、共享及公共運輸等帶來巨大的改變。當前美國與歐洲為發展自駕運具最積極的國家，國內用有眾多發展團隊打造個是自駕運具，而對比美國國內的運輸行為模式，這些自駕車大多被設計作為私有汽車使用。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類似歐盟倡導的共享自駕運具及公共運輸系統。共享運具也是大多數國家積極發展的運輸服務，相比私人擁有的機動車輛在一天的時間中有逾九成的時間為閒置狀態，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。因此，自駕運具未來將具備自行移動至需求點之特性，解決了現行共享運具需要有駕駛、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，未來自駕運具普及之後經過適當規劃，將可作為公共運輸與及門服務之重要一環。隨著智慧聯網、5G 等技術的實現，自駕運具車隊能夠智慧排班、根據需求調整，此時車載容量亦可打造為 10、12、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，城市內仍然需要高運量的軌道運輸，配合轉乘或及門形式之自駕運具，能夠最大化運輸效率及服務品質。相對於私有及共享自駕運具，公共運輸會是初期推廣自駕運具的著力點，因而自駕巴士（Driverless Bus）已被許多國家優先推動為示範計畫。在道路環境相對單純、人口高齡化的偏鄉地區，首先以自駕運具提供公共運輸服務，將能逐漸提升自駕運具之能力，也能同時提高民眾之信任、接受程度。

自駕運具帶來的空間效益，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，才能打造宜居、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。因此，將共享服務、公共運輸、慢行交通等串聯在一起的多元整合出行服務 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，已經漸漸重視以人為本、公共運輸為骨幹，因此以 MaaS 之介面為手段，串聯各式綠色運具則為出行服務最佳之媒介。良好規劃、整合的 MaaS 服務，將可提供民眾輕鬆出行的體驗，而自駕運具也將做為無縫、及門的關鍵運具。

最後，隨著自駕運具的出現，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，自駕運具將成為大幅降低風險的關鍵因素，帶給人們更好的生活。車禍的事故、傷亡也將大幅降低甚至消失，同時自駕運具與醫療救護的結合也能確保事故當事人盡快獲得良好的照護。

#### ● 經濟產業面之影響

自駕運具在經濟產業面有非常大的揮灑空間，具備無窮潛力。由於自駕運具能夠解放時間與空間，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，自駕運具的普及將會同時帶給商家及消費者更多的商業機會，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型手機普及了以後，有了大幅度的改變。過去的消費模式，如今可以在任何時間，以網路做為媒介

進行交易，催生了巨大的網路電商市場。而自駕運具具備成為下一個全新開發市場的條件，過去也已有許多科幻作品描繪過這樣的未來。

自駕運具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，自駕運具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 產業為後盾，能夠發展許多自駕運具的相關先進裝置及設備。

#### ● 環境能源面之影響

自駕運具在環境能源面應有正面之效益，具有節能、減排的潛力。國際上對於車輛及自駕運具，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。

當自駕運具的能源技術成熟，應也能提高能源使用效率，減少能源耗用。由自駕運具的技術特性所延伸之智慧路程規劃、隊列行駛、智慧型節能駕駛（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；隊列行駛能夠降低能耗同時促進安全；而智慧型節能駕駛能夠更經濟、節能且舒適的行駛，這些都將因為自駕運具的普及實現。而傳統上在污染排放佔相當比例的運輸部門，也能夠降低污染粒子與溫室氣體等排放，為環境能源帶來正面效益。

另一個值得注意的現象為，未來的自駕運具是否會達到「Yearly Update」之年度汰換頻率。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。未來若自駕運具也轉變為類似的型式，則每年度仍會有大量的車輛與零組件製造，須注意淘汰車輛及其零組件的回收問題。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。

#### ● 都市及城鄉發展面之影響

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。緊密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區域、日常生活服務與工作機會以及更多的公共空間。

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而形成交通寧靜區。因此未來郊區會傾向於變成富有以及有閒的郊區化、成為度假的地方，一般的市民還是會向緊密城市聚集。

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高運量運輸，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有更好的整合，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，運用共享的自駕運具以最佳路徑提供及門服務。

此外，會出現各種不同規模的公共運輸導向 TOD 開發模式。這些 TOD 開發節點不一定是場站，可能會出現在景觀優美的地方、具有歷史價值以及商業特殊的地方。未來可能出現交通熱點，必須要走到熱點才會有自駕運具或公共運輸到達目的地。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车站，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，而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，已是城市發展目標。在自駕車普及時代與有效管理下，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。未來自駕技術的普及改變公共運輸的使用行為，將發展成更傾向需求反應服務（DRTS）的概念，因此城鄉差距將漸漸減少。

都市地區的樣貌會因為自駕運具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。長遠觀之，因應自駕運具的普及，對於土地使用、都市規劃、都市設計以及公共設施需求等相關規範將有重大衝擊，需要進一步予以修訂。

#### ● 社會行為面之影響

自駕運具在經過創新擴散的歷程中，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成本負擔，資訊也可以在安全情況下予以交換，讓自駕車輛有良好的使用者接受度以利進一步推廣。同時，臺灣擁有在世界名列前茅的 ICT 產業技術，對於自駕運具的營運能夠發揮所用，也能夠將相關產品輸出國際。因此，找到臺灣在全球自駕運具產業鏈中的角色及定位，會是發展自駕運具的一大利多。

從過去到現在，擁有一小汽車時常是社會地位的象徵。在自駕運具普及以後，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，自駕運具像是更小的公車，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越高，自駕車就有機會滿足社會需求而大量出現。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，從高齡社會的角度來看，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」，幫忙乘客上下車、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，是各種移動服務的專業工作者。

## 台灣發展自駕運具之策略建議

各國政府及企業對於自駕運具積極推廣開發，本研究經過文獻分析及專家訪談，針對短期及中長期發展自駕運具之相關措施與策略提出建議，期能發揮自駕運具在運輸服務、經濟產業、環境能源、都市發展與城鄉規劃，以及社會行為等面向之最大正面效益。

### ● 短期推廣、發展自駕運具之策略建議

1. 對於科技、交通、能源、工業等相關政府部門進行跨域整合，成立自駕車協作與發展平台，並配合國家新能源政策進行電動載具之開發、系統測試與示範運行。
2. 成立國家級的 ACES（Automated, Connected, Electric and Share）車輛與服務研究中心，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評估分析。
3. 以電動載具為基礎逐步推廣共享運輸及 MaaS（多元

出行整合服務)，以利民眾提前養成運用新型運輸服務之習慣。

4. 排除新創運輸服務的法律與組織障礙，創造有利自駕車測試、發展以及與國際接軌的環境。
5. 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，有助日後順利發展。
6. 投注資源，積極發展 V2X、IoT、5G、高精度地圖、定位技術等自駕運具關鍵技術及產業，並在發展過程中充分應用上述技術以提升交通安全、營運效率與服務品質。
7. 規劃運用自駕運具為偏鄉地區及高齡弱勢族群提供需求反應式（DRTS）之共享與公共運輸服務。

#### ● 中長期規劃應用自駕運具之策略建議

1. 將自駕運具納入國家前瞻計畫，配置合理資源發展自駕運具，運用在包括道路基礎設施、智慧型號誌、法規制定及其他自駕運具所需之財務永續機制建設。
2. 優先發展「自駕快速巴士系統（Autonomous Rapid Transit）」，以自駕公共運具作為主幹，運用共享自駕載具連接旅運需求點提供最後一哩路服務，推動公共運輸導向的發展。
3. 規劃應用自駕運具於公共運輸、共享運具、城市貨運及 MaaS 服務，大都會區搭配高運量軌道運輸，以共享自駕運具提供轉乘或及門服務，最大化運輸效率及服務品質。
4. 對於因應自駕運具出現之創新零售、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。
5. 適切規劃自駕運具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準則。同時規劃未來都市管理與環境稅費之合理機制，如低碳區及運具使用之環境或擁擠稅費等，降低自駕運具對於環境及交通之負面影響。

#### 誌謝

本文為財團法人中技社與臺大先進公共運輸研究中心共同合作之「自動駕駛車輛對臺灣運輸服務生活環境與相關產業之影響」部分研究成果，對於財團法人中技社提供資源，特此致謝。

#### 參考文獻

1. International Transport Forum, Urban Mobility System Upgrade: How shared self-driving cars could change city traffic. OECD, 2015.
2. D. Fagnant and K. M. Kockelman (2014), "The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios." Transportation Research Part C 40: 1-13.
3. D. Fagnant, K. M. Kockelman and P. Bansal (2015), "Operations of Shared Autonomous Vehicle Fleet for Austin, Texas, Market." Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, No. 2536, Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., pp. 98-106.
4. S.K. Chang, L.A. Yu and Y.W. Chen (2018), "Development of Shared Electric Vehicles in Taiwan." Presented at the 16th ITS Asia-Pacific Forum, Fukuoka.
5. KPMG (2018), Autonomous Vehicles Readiness Index.
6. Navigant Research. Navigant Research Leaderboard: Automated Driving Vehicles. <https://www.navigantresearch.com/reports/navigant-research-leaderboard-automated-driving-vehicles>. Accessed September, 2018.
7. D. Silver (2018), "Waymo Has The Most Autonomous Miles, By A Lot." <https://www.forbes.com/sites/davidsilver/2018/07/26/waymo-has-the-most-autonomous-miles-by-a-lot/#33b4957f7ee5>. Accessed September, 2018.
8. I. Thomson (2018), "The Register. Waymo robo-taxis to accept fares in Arizona in 2018." [http://www.theregister.co.uk/2018/05/09/self-driving\\_taxi\\_waymo/](http://www.theregister.co.uk/2018/05/09/self-driving_taxi_waymo/). Accessed May 20, 2018.
9. Waymo. <https://waymo.com/journey/>
10. Toyota. Toyota Launches New Mobility Ecosystem and Concept Vehicle at 2018 CES. <https://global.toyota/en/newsroom/corporate/20546438.html>. Accessed May, 2018.
11. CBInsights. 33 Industries Other Than Auto that Driverless Cars Could Turn Upside Down. <https://www.cbinsights.com/research/13-industries-disrupted-driverless-cars/>. Accessed December, 2018.
12. City of Helsinki. Self-driving bus on Helsinki RobobusLine goes to scheduled service. <https://www.hel.fi/uutiset/en/helsinki/robobus-line-goes-to-scheduled-service>. Accessed September, 2018.
13. R. Lanctot (2017), Accelerating the Future : The Economic Impact of the Emerging Passenger Economy, Strategy Analytics.
14. J. H. Gawron, G. A. Keoleian, R. D. De Kleine, T.J. Wallington, and H. C Kim (2018), Life cycle assessment of connected and automated vehicles: Sensing and computing subsystem and vehicle level effects. Environmental science & technology, 52(5), 3249-3256.
15. T. Inoue (2018), "Social Experiment in Suburban Area." Presented at the 16th ITS Asia-Pacific Forum, Fukuoka.
16. P. J. Kiger (2015), Imagining the Driverless City, Urban Land, October 2.
17. A.C. Yang (2017), 「無人自駕巴士 EZ10 北市街頭測試驗收，下階段將從夜間到日間全線測試」, <http://technews.tw/2017/08/05/taipei-city-government-phase-one-experiment-with-driverless-bus-ez10-of-easymile-complete/>. Accessed September, 2018.
18. J.P. Wang (2018), 「臺灣自駕車產業關鍵一步，首輛國產自動駕駛小巴誕生」, <https://www.ithome.com.tw/people/124729>. Accessed September, 2018.
19. R.L. Chen (2018), 「體驗自駕車不必出國，南港車電展就能看到自駕車智慧駕駛了」, <https://technews.tw/2018/04/11/you-wont-have-to-going-aboard-for-experiencing-self-driving-car-you-can-go-to-show-in-taiwan/>. Accessed September, 2018.
20. 洪鈞澤等人 (2017), 臺南市運輸系統整體規劃 — 綜合運輸規劃，臺南市政府交通局研究專案報告書。 