

機能搭載型自動運転車（ADVUS）の利用意向とその要因

—搭載機能の違いが及ぼす活動間の比較—

御手洗 陽（筑波大学大学院 システム情報工学研究科, s1920508@s.tsukuba.ac.jp）

安藤 慎悟（筑波大学 理工学群, s1711218@s.tsukuba.ac.jp）

谷口 守（筑波大学 システム情報系, mamoru@sk.tsukuba.ac.jp）

Preferences and factors affecting automated driving vehicle with utility services:

Comparing activities influenced by different vehicle functions

Akira Mitarai (Graduate School of Systems and Information Engineering, University of tsukuba)

Shingo Ando (School of Science and Engineering, University of Tsukuba)

Mamoru Taniguchi (Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba)

要約

近年、完全自動運転の実現への期待の高まりとともに、それに付随した新たな交通サービスの検討が進められている。その一つに自動運転車両に都市機能を搭載し、無人で動きながら営業を行う機能搭載型自動運転車 (ADVUS) が提案されており、購買や医療、食事や趣味の活動など、多様な活動を本サービスで代替して提供することが提案されている。本サービスの導入は、従来の自動車や自動運転車にあった「移動の道具」としての概念を超えて、「便利なサービスの提供手段」としての役割を担う可能性を秘める一方で、ADVUS を無制約に導入することにより、従来都市に立地していた施設との競合が発生し、施設の撤退が発生する恐れがある。これらの両面性を有する本サービスを理解するためには、本サービスへの選好やその差異、選好に影響する要因を明らかにする必要がある。そこで本研究では、独自に実施した web アンケート調査を基に数量化Ⅱ類分析を行うことで、その利用意向にもたらす要因を分析するとともに、活動による差異について検討を行った。その結果、ADVUS に搭載する活動の違いにより、ADVUS・施設の選好に影響を与える要因は異なっており、「趣味活動」「知人との食事」では、施設との距離が近いほど ADVUS の利用を好む傾向があるのに対し、「趣味商品」では、距離が近いほど既存施設の利用を好む傾向が見てとれるなど、ADVUS・施設の選択に対し、同じ要因でも正反対の影響を及ぼす場合が存在することが明らかになった。

キーワード

モビリティ・イノベーション、自動運転、機能搭載型自動運転車、都市機能、意識調査

1. はじめに

自動運転車の開発、普及に向けた動きが世界各国で活発化している。また、自動運転車が実用化した社会を見据え、近年普及しつつあるライドシェアリングやカーシェアリングサービスと組み合わせたシェア型自動運転車として利用するといった、新たな交通サービスの提供へ向けた検討がなされている。そのうち、小売り商品や医療で用いる検査設備、オフィス機能やキッチンを完全自動運転車両に載せ、それらのサービスを利用する者のもとへ移動し提供することや、サービスを利用する者を乗せて移動しながら提供することが検討されている（トヨタ自動車, 2018）。本研究ではこれを機能搭載型自動運転車（以下、「ADVUS」（Automated Driving Vehicle with Utility Services））と呼称する。

ADVUS は上記で挙げたような多様な都市機能の搭載を前提としていることから、これまでは移動が困難であった者に対し、移動することなくサービスを提供することが期待される。また、例えば医療施設に訪れる車内で、

顔認証などの新技术を受付・会計処理に用いることで待ち時間の短縮につなげるといった、移動中のサービス提供を行うことで、これまで取り組まれている Mobility as a Service (MaaS) の枠組みの拡大の一助に用いることも期待されている（国土交通省, 2019）。このように、ADVUS のサービスの実現は、従来の自動車や自動運転車にあった「移動の道具」としての概念を超えて、「便利なサービスの提供手段」としての役割を担う可能性を秘めている。一方で、これまでの都市と交通の関係を俯瞰すると、



図 1：ADVUS の車両のイメージ
出典：トヨタ自動車（2018）。

新たな交通手段の登場は都市構造にも大きな影響を与えてきた。例えば、自動車の登場により、遠距離の目的地への door-to-door の移動が可能になったため、鉄道駅の公共交通から離れた地域で施設が立地する「都市の郊外化」を引き起こし、中心市街地の衰退や環境負荷の増大といった、モータリゼーションの進展を招いた。これらの変遷と同様に、ADVUS が都市構造に影響を及ぼす可能性が十分に存在すると考えられる。例えば、ADVUS を無制約に導入することにより、従来都市に立地していた施設（以下、「既存施設」）との競合が発生し、既存施設への需要の急激な変化を及ぼすことで、結果的に既存施設の立地へ影響を与えると考えられるためである。さらに ADVUS の導入形態によっては、立地場所が柔軟に変化することから、サービスへの所要時間の地域差が生じ、その結果アクセシビリティの格差が拡大するおそれもある。

これらの懸念を解消するためには、ADVUS が導入されるより前に、交通量や道路混雑など、ADVUS の導入によってもたらされる変化を予測した上で、それらの分担の在り方を提案する必要があるといえよう。例えば、ADVUS を希望する者が多い地域には車両を多く配置するといったように、両サービスの提供バランスを地域によって変えることが考えられる。そのためには、サービスの利用を希望する者が既存施設と ADVUS のどちらを選択するかを把握し、さらにその選択に影響を与える要因について把握しておくことが求められる。同様に、ADVUS ・既存施設の選択やその選択に与える要因は、ADVUS によって提供される都市機能に応じた各種活動によっても異なることが容易に想像できる。

2. 本研究の位置づけ

2.1 ADVUS の開発動向

トヨタ自動車株式会社では 2018 年 1 月に「e-Palette Concept」を発表し、同年 10 月にはソフトバンク株式会社との戦略的提携に合意し（トヨタ自動車, 2018）、MaaS 事業の一環として e-Palette 導入の検討を行っている。また、ドイツの Volkswagen は自動運転車に診断用の椅子やモニターを設置し患者を遠隔で診断する「ヘルスケア POD」を提案しており、自動運転とサービスの融合を目指している（森脇, 2019）。加えて、米 robomart 社は 2018 International CES にて食料品を自動運転車に乗せ、無人で販売を行うサービス「Robomart」を発表し（Robomart, 2018）、米スーパーマーケットチェーン Kroger は、自動運転スタートアップの Nuro と共同でアリゾナ州スコッツデールにおいて、自動運転車による食料品配達を行う（The Kroger, 2018）など、ベンチャー企業によるサービスの提案や実証実験を通じ、実用化の実現に向けた動きが加速している。

2.2 既存研究レビュー

ADVUS に着目した研究として御手洗他（2020）の研究が挙げられるものの、医療という単一機能を一都市に

適用したのみであり、種々の都市活動に対する適用は想定されていない。加えて、自動運転技術の普及を見据えたモビリティ・サービスに関わる研究として、ライドシェア・カーシェアサービス (SAV) の普及過程（紀伊他, 2017）を検討したものや、SAV を MaaS の一要素として適用性を検討したもの（上条他, 2019）、また、SAV の導入による環境負荷（谷本他, 2009）や車両の削減量（香月他, 2017）、といったサービスの効果を分析した研究がみられる。また、自動運転による外出機会への影響を分析したもの（香月他, 2017）や、自動運転システムへの賛否意識を問うた研究（Zilin et al., 2017）も存在する。しかし、これらの研究では「人の輸送」について着目したものであり、本研究で想定している自動運転車を用いた都市機能の提供とその影響について検討されたものではない。

一方で、ADVUS に類似するものとして、移動販売のサービスに関する研究の蓄積があり、その効果（伊勢・湊, 2017）、（土屋他, 2017）や需要（谷本他, 2017）、既存施設との競合（千葉・栗田, 2017）について数多くの蓄積が見られる。しかし、ADVUS は、自動運転や無人でのサービス提供など、従来の移動販売では想定されていなかった多様な都市機能の搭載が検討されており、両者のサービス特性や居住者の利用意向は大きく異なることが考えられる。このことから、既存の移動販売等に関する研究成果を ADVUS に直接適用することは不適切といえる。

2.3 研究内容

上記を踏まえ、ADVUS の普及は、その利便性が故に、住民の行動に変化をもたらし、都市機能の立地及び今後の都市計画に大きな影響を及ぼす可能性がある。そこで、本研究では ADVUS の導入によってもたらされる変化を把握する上で最も基礎的な情報である ADVUS と既存施設のどちらを利用するかという、その利用意向の把握を目指す。また、個人・都市属性、既存施設への交通行動といった諸要因による利用意向への影響を定量的に分析する。特に掲載される都市機能によって対応する活動ごとに及ぶ影響の違いにも着目し、ADVUS と既存施設の両者によるサービス提供手段の棲み分けと共存を検討する上での知見を提供することを本研究の目的とする。

上記の目的を達成するために、ADVUS の利用意向及び現在の個人の生活の状況や個人属性、ライフスタイルの把握を行うことを目的とするアンケート調査を実施した。調査の概要を 3 章にて示す。続いて、4 章にて、数量化Ⅱ類分析を用い、ADVUS と既存施設の選択に対する要因分析を作成し、上述の諸要因がその選択に与える影響及び提供する都市機能による差異について考察を行う。

2.4 本研究の特長

本研究は以下の 3 点の特長を有する。

- ADVUS は暮らしの利便性を飛躍的に高めることが期待されるが、無防備に導入されると既存の地方拠点を壊滅させる可能性もあり、導入前に早急に検討すべき課題である。
- 全国を対象に性別・年代において層別での抽出を行った、独自の Web アンケート調査により取得したデータを用いており、ADVUS の選好を俯瞰的に把握できる、網羅性のある研究である。
- 新型コロナウイルスの感染拡大による実空間からの一時退避が進む中、モビリティ・イノベーションをふまえた将来の実空間利用の在り方を問い直す発展可能性の大きい研究である。

3. 使用データ及び分析の前提

本研究を行うにあたり、ADVUS と既存施設の利用意向や現在の交通行動、個人属性等を把握するため、独自の Web アンケート調査を実施した。概要を表 1 に示す。

表 1：アンケート調査概要

調査手法	楽天インサイトによる web アンケート
対象地域	全国
対象者	18 歳以上の者
調査期間	2019 年 11 月 26 日～29 日
サンプル数	1500 サンプル <ul style="list-style-type: none"> • 全国 PT の都市類型による 5 分類 + 町村 (6 分類) • 年齢 (18～29、30～39、40～49、50～64、65～) (5 分類) • 性別 (2 分類)
質問項目	<ul style="list-style-type: none"> • ADVUS・既存施設の利用意向 I：現在の交通行動 II：個人属性 III：モビリティ IV：ライフスタイル

ADVUS と既存施設の利用意向には、居住地周辺の既存施設の立地状況が影響を与えると考え、様々な地域の居住者を対象とするべく、全国の市区町村を調査範囲とし、全国パーソントリップ調査 (国土交通省, 2018) における都市類型を基に 6 分類 (三大都市圏 / 地方中枢都市圏 / 地方中核都市圏 (中心都市人口 40 万人以上) / 地方中核都市圏 (中心都市人口 40 万人以下) / 地方中心都市圏

及びその他都市 / 町村) のセグメントに分類した。また、個人属性によってもその利用意向は変化すると考えられることから、年齢階層 5 分類、性別 2 分類のセグメントに分類した。これらを組み合わせ、計 60 セグメントを作成し、各セグメントから均等に収集することで、それぞれのグループごとのサンプル数を確保した。なお、調査対象者に提示した ADVUS のサービスの条件は、以下の通りである。

- (1) 自動運転 (SAE) レベル 5 (内閣府, 2018) とし、無人で移動する。
- (2) 決済に関わる Fintech 技術を搭載し、無人営業を行う。
- (3) ADVUS によるサービスの提供を希望する際は、スマートフォンなどの通信端末で呼び出すと、車両が利用者の自宅まで向かいサービスを提供する。
- (4) ADVUS は 24 時間呼び出すことができ、ADVUS が自宅に到着する時間は現在の既存施設への移動時間と同様とする。
- (5) ADVUS を利用することによる追加の費用はかからないものとする。
- (6) ADVUS のサービスは車両に載せられる商品や設備に限りがあり、従来のサービスからは制約がある場合がある。
- (7) ADVUS の利用を繰り返すことで、利用者の好みを理解し、搭載される商品やサービスが好みや目的に合ったものが自動で提供されるようになる。

加えて、検討されている ADVUS は多様な活動を対象に検討されていることを踏まえ、本研究では図 2 に示す「商品の購入」「サービスの提供」「サービスの提供 + 知人との交流」の 3 つの分類からなる 9 種類の活動を対象に ADVUS のサービスが実装されると想定し、それぞれの ADVUS と既存施設の利用意向を質問した。回答者に提示した 9 種類の活動別の詳細な ADVUS の条件を表 2 に示す。ここでは、ADVUS の利用意向と既存施設の利用意向を相対する尺度ととらえ、5 件法 (ADVUS のみを利用する—どちらかといえば ADVUS を利用する—同じくらい利用する—どちらかといえば現在利用している施設を利用する—現在利用している施設のみを利用する) で回答を得ている。なお、上記の ADVUS の条件を提示したものの、これらのサービスの選好の回答にあ

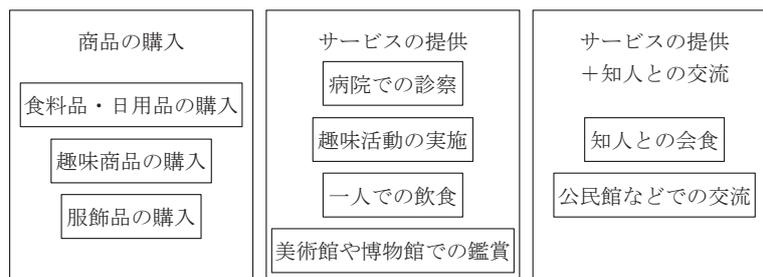


図 2：本研究で対象とする ADVUS サービスの一覧

表 2：本研究で対象とする活動及び提示した ADVUS での利用形態の一覧

分類	活動項目 (提示した活動内容)	ADVUS の利用形態
商品の購入	1: 食料品・日用品の購入（食料品や日用品など、日常的に必要なものを購入する）	• 車両に搭載された商品の中から手に取って選ぶ
	2: 趣味商品の購入（書店や CD ショップ、園芸店などで趣味に関する商品を購入する）	
	3: 服飾品の購入（服飾品などのショッピングを行う）	
サービスの提供	4: 病院での診察（かかりつけの病院で診察を受ける）	• 車両に搭載された機械を用い無人での遠隔診療や検査を行う
	5: 趣味活動の実施（ジムや料理教室、ゲームセンターなどで、趣味の活動を行う）	• 趣味活動に必要な設備を活動に合わせて搭載する
	6: 1人での食事（レストラン、カフェ、居酒屋などで一人で飲食する）	• 自動で調理が行われる • 食べたいジャンル（和食・洋食等）の中から車内で注文が出来る
	7: 美術館や博物館での鑑賞（美術館や博物館などで芸術鑑賞を行う）	• 美術館や博物館の館内を、VR・AR 技術を用い、仮想的に再現する
サービスの提供+交流	8: 知人との会食（レストラン、カフェ、居酒屋などで友人と会食する）	• 自動で調理が行われる • 食べたいジャンル（和食・洋食等）の中から車内で注文が出来る • 知人とは離れた場所で違う車両に搭乗し、画面を通じて会話する
	9: 公民館での交流（公民館などで近所の人と交流する）	• 机やホワイトボードなど、交流に必要な設備が搭載される • 交流する相手とは離れた場所で違う車両に搭乗し、画面を通じて会話する

注：本文中記載の（1）～（7）の共通条件を除く。

たっては、ADVUS が実際に導入された際の行動とのバイアスが生じている恐れがあることに留意が必要である。同様に、提示したサービスの条件は、現在発表されているコンセプトに基づくものであり、実際の導入状況との乖離に留意する必要がある。なお、上記 9 種類の活動の現在利用している施設について、「自宅からの距離」や「活動を行う頻度」「場所へ向かう自宅からの交通手段」「利便性」も併せて質問している。加えて、個人の移動のしやすさが ADVUS の利用意向に影響を及ぼすと予想されたため、「自動車の保有状況」や「休まずに歩ける距離」、「公共交通の利便性」といったモビリティに関する情報や、「性別」や「年齢」、「職業」といった個人属性を問うている。また、地域属性については、アンケート内で居住市町村を問うた上で、居住都市の人口規模等について 2010 年・2015 年の国勢調査を用いて把握した。さらに、ライフスタイルに対する価値観について全国パーソナルトリップ調査を基に作成し質問している。なお、それぞれの設問における選択肢を表 3 に示している。

4. ADVUS と既存施設の利用に及ぼす要因の把握

ADVUS と既存施設の利用に及ぼす要因を明らかにするため、数量化 II 類分析を行った。なお、両者の嗜好及びその要因を明らかにするため、明確な嗜好意識を示した回答者を抽出することを目的に、5 件法のうち「ADVUS のみを利用する - 現在利用している施設のみを

利用する」の 2 分類を目的変数とした。あわせて ADVUS と既存施設の利用意向において、図 2 に示す 9 種類の活動で同じ程度の利用意向を示したサンプルを除外している。また、サンプルのうち、それぞれの活動での「活動を行う頻度」の設問において、「行ったことが無い」と回答したサンプルを活動ごとに除外している。なお、使用する説明変数を決める過程において、多重共線性問題が発生しないよう注意し、それぞれの変数のカテゴリーにおいて、サンプル数に偏りが生じないように、閾値の設定を行っている。

なお、本項では「食料品・日用品の購入」「知人との会食」「1人での食事」「かかりつけ医での受診」「趣味活動の実施」「趣味商品の購入」の 6 種類の活動での分析結果を図 3、図 4 に示すとともに、以下に考察を記す。

- 「かかりつけ医での受診」を除く 5 種類の活動で年齢が有意な影響を示しており、年齢が若いほど ADVUS への利用意向を示す傾向が見られる。これは、低年齢ほど新しい技術への抵抗感が低いと考えられる。このことから、ADVUS の導入による既存施設の利用への影響は、その施設の利用者の年齢分布に影響する可能性が示唆される。例えば、若年層の居住者が多い地域において、ADVUS の利用が好まれ、それを起因とする既存施設の利用者の減少及び施設の撤退を招く恐れがある。
- 「趣味活動」「趣味商品」「1人での食事」において、そ

表 3：使用する変数と設問項目

種類	I 現在の交通行動 ※9種類の活動それぞれに対し質問	
変数	各活動を行う頻度	各活動を行う場所と自宅の「距離」
項目	1. 週に4回以上 / 2. 週に2, 3回 / 3. 週に1回 / 4. 2週に1回 / 5.1 か月に1回 / 6. 半年に1回 / 7. それ以下の頻度 / 8. 行ったことがない	1.500 m 未満 / 2.500 m ~ 1 km 未満 / 3.1 km ~ 3 km 未満 / 4.3 km ~ 5 km 未満 / 5.5 km ~ 10 km 未満 / 6.10 km ~ 30 km 未満 / 7.30 km ~ 50 km 未満 / 8.50 km 以上
変数	活動を行う場所と自宅の「代表交通手段」	各活動に対する「利便性」
項目	1. 公共交通機関 (鉄道 / 路線バス / タクシー) 2. 自動車 (自分で運転 / 他人が運転) 3. 二輪車・徒歩 (原付・バイク / 自転車 / 徒歩)	5件法 (1. とても当てはまる / 2. やや当てはまる / 3. どちらともいえない / 4. あまり当てはまらない / 5. 全く当てはまらない)
種類	II 個人属性	
変数	職業	
項目	1. 事務系 (管理的職業従事者 / 販売従事者 / サービス業従事者 / 事務的従事者) 2. 技術系 (技術的・専門的職業従事者 / 生産工程従事者 / 輸送・機械運転従事者 / 運搬・清掃・包装等従事者) 3. 現業系 (保安職業従事者 / 農林漁業従事者 / 建設採掘従事者 / その他の職業) 4. 非正規・学生・無職 (パート・アルバイト / 学生 / 主婦・主夫 / 無職)	
変数	性別	年齢
項目	1. 男性 2. 女性	1. 18 ~ 29 歳 / 2. 30 ~ 39 歳 / 3. 40 ~ 49 歳 / 4. 50 ~ 64 歳 / 5. 65 歳以上
変数	居住市町村の人口増減率 (H22 ~ 27 年度)	居住市町村の人口密度 (H27 年度)
項目	アンケートにおいて居住市町村を質問 2010 年・2015 年の国勢調査を用いて把握	
種類	III モビリティ	
変数	徒歩能力	自動車保有状況
項目	1.500 m まで (1.100 m まで / 2.300 m まで / 3.500 m まで) 2.500 m 以上 (4.1 km まで / 5.1.5 km まで / 6.1.5 km 以上)	1. あり (自分で自由に使える自動車を保有している / 自分の自動車ではないが、世帯で共同保有している) 2. なし (保有していない)
変数	公共交通利便性	
項目	5件法 (1. とても当てはまる / 2. やや当てはまる / 3. どちらともいえない / 4. あまり当てはまらない / 5. 全く当てはまらない)	
種類	IV ライフスタイル	
変数 (図中表示)	<ul style="list-style-type: none"> • 時間があれば、自宅で過ごすよりも外出する方が好き (①外出好き) • 友人や家族など誰かと一緒に外出することが多い (②誰かと外出好き) • 遠くても大きな店や品質の良い店に行くのが好き (③店舗選びにこだわり) • 友人や近所づきあいは多い方である (④人付き合いが多い) • 買物に出かけるのが好き (⑤買い物好き) • 通信販売・ネットショップを利用するのが好き (⑥ネットショッピング好き) • 仕事や勉強や趣味や運動の時間を削ってインターネットをしていることがある (⑦ネット優先) • 誰かと外出するより、インターネットを利用することを好む (⑧外出よりネット好き) 	
項目	5件法 (1. とても当てはまる / 2. やや当てはまる / 3. どちらともいえない / 4. あまり当てはまらない / 5. 全く当てはまらない)	

これらの活動の頻度が有意な影響を示している。なお、「趣味活動」「趣味商品」では、活動の頻度が高いほど施設の利用を好む傾向があるのに対し、「1人での食事」では、頻度が高いほど ADVUS の利用を好む傾向にある。前者の活動は、趣味に基づく嗜好性の高い活動であるといえ、現在の利用形態や既存施設に対するの愛着や信頼から、施設の利用を好む可能性がある。一方で、「1人での食事」は生活においての必要性が高い活動であり、簡単に済ませたいといった欲求から ADVUS の利用を好む可能性がある。

「趣味活動」「趣味商品」「知人との食事」において、現在これらの活動を行う既存施設との距離が有意な影響を示している。なお、「趣味活動」「知人との食事」では、施設との距離に近いほど ADVUS の利用を好む傾向があるのに対し、「趣味商品」では、距離に近いほど既存施設の利用を好む傾向が見てとれる。「趣味商品」では、現在の生活状況でも既存施設に簡単にアクセスでき、ADVUS を利用する必要性を感じない可能性がある。以上の3活動においては、ADVUS の導入による既存施設への影響は、利用者のアクセスに依存し、その施

アイテム	食料品・日用品の購入			サンプル数	知人との会食			サンプル数	1人での食事			サンプル数
	カテゴリー	→ADVUS利用 -1.0 0 1.0	偏相関係数		カテゴリー	→ADVUS利用 -1.0 0 1.0	偏相関係数		カテゴリー	→ADVUS利用 -1.0 0 1.0	偏相関係数	
I 現在の交通行動	頻度	週4回以上		0.1082	22 2週に1回以上		0.0647	46 2週に1回以上		0.2158*	27	
		週2・3回		42 1か月に1回以上		70 1か月に1回以上		70 半年に1回以上		28		
		週1回		28 半年に1回以上		70 半年に1回以上		58 それ以下の頻度		24		
		それ以下		12 それ以下の頻度		58 それ以下の頻度				59		
	距離	1km未満		0.1980	40 3km未満		0.1516*	60 3km未満		0.1546	51	
		3km未満		30 5km未満		41 5km未満		62 10km未満		21		
		5km未満		11 10km未満		62 10km未満		81 10km以上		34		
		5km以上		23 10km以上		81 10km以上				32		
	満足度	満足・やや満足		0.1320	76 満足・やや満足		0.0122	111 満足・やや満足		0.0213	63	
		それ以外		28 それ以外		133 それ以外				75		
	代表交通手段	公共交通機関		0.2828**	13 公共交通機関		0.0547	80 公共交通機関		0.1142	43	
		自動車 2輪車・徒歩		67 自動車 2輪車・徒歩		143 自動車 2輪車・徒歩				71		
II 個人属性	居住市町村の人口増減率 (H22~27)	1%~		0.1423	24 1%~		0.0663	68 1%~		0.1800	42	
		0%~		18 0%~		31 0%~		49 -2%~		17		
		-2%~		20 -2%~		49 -2%~		96 -2%未満		30		
		-2%未満		43 -2%未満		96 -2%未満				49		
	居住市町村の人口密度 (H27年度)	1500人/km ² ~		0.0806	28 1500人/km ² ~		0.0266	70 1500人/km ² ~		0.1464	37	
		1000人/km ² ~		14 1000人/km ² ~		41 1000人/km ² ~		85 100人/km ² ~		27		
		100人/km ² ~		34 100人/km ² ~		85 100人/km ² ~		48 100人/km ² 未満		48		
		100人/km ² 未満		28 100人/km ² 未満		48 100人/km ² 未満				26		
	年齢	18~29歳		0.4320**	25 18~29歳		0.2291**	58 18~29歳		0.3095**	29	
		30~39歳		23 30~39歳		38 30~39歳		50 40~49歳		23		
		40~49歳		21 40~49歳		50 40~49歳		51 50~64歳		35		
		50~64歳		15 50~64歳		51 50~64歳		47 65歳以上		25		
65歳以上			20 65歳以上		47 65歳以上				26			
性別	男性		0.2402*	63 男性		0.1466*	100 男性		0.1965*	73		
	女性		41 女性		144 女性				65			
職業	事務系		0.1996	21 事務系		0.2149**	53 事務系		0.1324	21		
	技術系		25 技術系		49 技術系		31 現業系		38			
	現業系		15 現業系		31 現業系		111 その他		20			
	その他		43 その他		111 その他				59			
III モビリティ	自動車所有の有無		0.0404	86 あり		0.0823	200 あり		0.1618	110		
	公共交通の満足度		0.1564	34 満足・やや満足		0.0376	75 満足・やや満足		0.0959	46		
	徒歩移動可能距離		0.0819	70 500mまで		0.0583	50 500mまで		0.0024	29		
	500m以上		75 500m以上		194 500m以上				109			
IV ライフスタイル	①外出好き	上段:		0.0835	71 上段:		0.1371*	159 上段:		0.2016*	89	
		下段:		33 下段:		85 下段:		49				
	②誰かと外出好き	上段:		0.0350	62 上段:		0.1126	147 上段:		0.1546	73	
		下段:		42 下段:		97 下段:		65				
	③店舗選びにこだわりが多い	上段:		0.0851	78 上段:		0.0472	197 上段:		0.0464	110	
		下段:		26 下段:		47 下段:		28				
	④人付き合いが多い	上段:		0.0075	49 上段:		0.0131	106 上段:		0.2472**	57	
		下段:		55 下段:		138 下段:		81				
	⑤買い物好き	上段:		0.0826	80 上段:		0.1162	194 上段:		0.0410	107	
		下段:		24 下段:		50 下段:		31				
⑥通販好き	上段:		0.0990	91 上段:		0.0807	218 上段:		0.0468	120		
	下段:		13 下段:		26 下段:		18					
⑦ネット優先	上段:		0.0903	78 上段:		0.0200	161 上段:		0.0466	94		
	下段:		26 下段:		83 下段:		44					
⑧外出よりネット好き	上段:		0.0491	75 上段:		0.0955	143 上段:		0.0707	81		
	下段:		29 下段:		101 下段:		57					
各群の重心		施設のみ	-0.4395	各群の重心	施設のみ	-0.1593	各群の重心	施設のみ	-0.5654			
		ADVUSのみ	0.9049			ADVUSのみ	1.2291			0.6169		
		相関比 η ²	0.4016			相関比 η ²	0.1966			0.3513		
		判別的中率(%)	80.77%			判別的中率(%)	78.28%			78.99%		

図3：食料品・日用品の購入、1人での食事、知人との会食でのADVUS・既存施設利用意向の数量化Ⅱ類分析
注：** 1%有意、* 5%有意。

アイテム	かかりつけ医での受診			サンプル数	趣味活動の実施			サンプル数	趣味商品の購入			サンプル数
	カテゴリー	→ADVUS利用 -1.0 0 1.0	偏相関係数		カテゴリー	→ADVUS利用 -1.0 0 1.0	偏相関係数		カテゴリー	→ADVUS利用 -1.0 0 1.0	偏相関係数	
I 現在の交通行動	頻度	2週に1回以上		0.1315	24 週に2回以上		0.2263*	27 週に2回以上		0.2184*	17	
		月に1回以上			71 2週に1回以上			26 2週に1回以上			40	
		半年に1回以上			54 半年に1回以上			25 半年に1回以上			38	
		それ以下の頻度			36 それ以下の頻度			41 それ以下の頻度			35	
	距離	1km未満		0.0745	44 3km未満		0.2164*	42 3km未満		0.2830**	37	
		3km未満			44 5km未満			18 5km未満			37	
		5km未満			23 10km未満			25 10km未満			34	
		5km以上			74 10km以上			34 10km以上			22	
	満足度	満足・やや満足		0.0524	119 満足・やや満足		0.0263	61 満足・やや満足		0.0480	64	
		それ以外			66 それ以外			58 それ以外			66	
代表交通手段	公共交通機関		0.0564	19 公共交通機関		0.1558	20 公共交通機関		0.0867	14		
	自動車			134 自動車			82 自動車			98		
II 個人属性	居住市町村の人口増減率 (H22~27年度)	1%~		0.2109**	52 1%~		0.2192*	34 1%~		0.2945**	34	
		0%~			25 0%~			18 0%~			20	
		-2%~			38 -2%~			27 -2%~			32	
		-2%未満			70 -2%未満			40 -2%未満			44	
	居住市町村の人口密度 (H27年度)	1500人/km ² ~		0.1050	56 1500人/km ² ~		0.1200	35 1500人/km ² ~		0.0593	39	
		1000人/km ² ~			27 1000人/km ² ~			25 1000人/km ² ~			20	
		100人/km ² ~			58 100人/km ² ~			34 100人/km ² ~			43	
		100人/km ² 未満			44 100人/km ² 未満			25 100人/km ² 未満			28	
	年齢	18-29歳		0.1227	35 18-29歳		0.3012**	29 18-29歳		0.3989**	30	
		30-39歳			45 30-39歳			17 30-39歳			28	
40-49歳			35 40-49歳			28 40-49歳			31			
50-64歳			38 50-64歳			23 50-64歳			24			
65歳以上			32 65歳以上			22 65歳以上			17			
性別	男性		0.0508	89 男性		0.1710	54 男性		0.1798	62		
	女性			96 女性			65 女性			68		
職業	事務系		0.1444	42 事務系		0.3278**	33 事務系		0.2194*	31		
	技術系			33 技術系			25 技術系			32		
	現業系			26 現業系			14 現業系			24		
	その他			84 その他			47 その他			43		
III モビリティ	自動車所有の有無		0.1684*	154 あり		0.2503*	101 あり		0.0291	104		
	なし			31 なし			18 なし			26		
	公共交通の満足度		0.1411	57 満足・やや満足		0.1560	34 満足・やや満足		0.0622	41		
	それ以外			128 それ以外			85 それ以外			89		
徒歩移動可能距離	500mまで		0.0546	44 500mまで		0.0207	24 500mまで		0.0877	31		
	500m以上			141 500m以上			95 500m以上			99		
IV ライフスタイル	①外出好き	上段: (とても当てはまる やや当てはまる) 下段: (どちらともいえない あまり当てはまらない 全く当てはまらない)	0.0658	113	0.1394	76	0.1723	77				
				72		43		53				
	②誰かと外出好き			100		0.1874		67	68			
	③店舗選びにこだわり			149		0.1421		92	99			
	④人付き合いが多い			36		0.0316		31				
	⑤買い物好き			88		0.1585		54				
	⑥通販好き			97		0.1238		76				
	⑦ネット優先			140		0.1316		93				
	⑧外出よりネット好き			45		0.0790		37				
	66			0.0255		47						
各群の重心		店舗のみ利用	-0.3276	各群の重心		店舗のみ利用	-0.6155					
		ADVUSのみ利用	0.6343			ADVUSのみ利用	0.6155					
		相関比 η ²	0.2089			相関比 η ²	0.3818					
		判別的中率(%)	67.03%			判別的中率(%)	79.23%					

図 4 : かかりつけ医での受診及び趣味活動の実践、趣味商品の購入での ADVUS・既存施設利用意向の数量化Ⅱ類分析
注 : ** 1% 有意、* 5% 有意。

設の商圈の広さから影響の度合いが把握できる可能性が示唆される。

- ライフスタイルの項目に着目すると、「時間があれば自宅で過ごすより外出するほうが好き」の設問について、「知人との食事」「1人での食事」において有意な影響を示している。なお、「知人との会食」では、外出が好きな人ほど ADVUS を利用する傾向にある一方で、「1人での食事」では外出が好きな人ほど既存施設の利用を好む傾向が見てとれる。「知人との会食」では、ADVUS の導入により、簡単に会食を開催できるようになることを期待する者が ADVUS の利用を好む可能性がある。
- 「友人や近所付き合いが多い」の設問について、「1人での食事」において有意な影響を示しており、友人や近所付き合いが多いと答えた人ほど ADVUS の利用を好む傾向が見てとれる。外交的なライフスタイルが新技術への受容度の高さに影響を与えている可能性がある。
- 「通信販売・ネットショップを利用するのが好き」の設問について、「かかりつけ医での受診」において有意な影響を示しており、通信販売が好きではないと答えた人ほど既存施設の利用を好む傾向が見てとれる。ネットへの親和性の低さから、オンラインでの受診への不安を抱えている可能性がある。
- 居住市町村の人口増減率に着目すると、「かかりつけ医での受診」「趣味活動」「趣味商品」において有意な影響を示している。「趣味活動」では人口増減率が高いほど ADVUS の利用を好むのに対し、「趣味商品」では、人口増減率が高いほど既存施設利用を好む傾向が見られる。人口の増減に起因する施設立地環境の変化が、ADVUS 並びに既存施設の利用の選択に影響を与えている可能性がある。以上の4活動においては、ADVUS の導入による既存施設への影響は、導入される地域属性に影響を受ける可能性が示唆される。
- 「自動車所有の有無」に着目すると、「かかりつけ医での受診」「趣味活動」において有意な影響を示しており、両活動共に自動車を保有していない人ほど ADVUS の利用を好む傾向が見られる。自動車が無いことによる既存施設の利用に不便が生じていた活動では、その解消が期待できる ADVUS の利用を志向する可能性がある。
- 「代表交通手段」に着目すると、「食料品・日用品の購入」において有意な影響を示しており、徒歩・二輪車で施設へ向かっている人ほど既存施設の利用を好む傾向が見られる。現在利用する施設であっても徒歩や二輪車でアクセス可能であり、利便性が十分に確保されていることから、ADVUS によるサービス提供を不要であると考えている可能性がある。
- 性別に着目すると、「知人との会食」「1人での食事」において有意な影響を示しており、両活動共に男性ほど ADVUS の利用を好む傾向が見られる。

5. 結論

本研究の主な結果を以下に示す。

- 自動運転車に都市機能を搭載した機能搭載型自動運転車（ADVUS）の利用意向について、6種類の活動を対象にその利用選好を目的変数とする要因分析を行った。
- 本研究で取り上げた6活動のうち5活動において、共通の傾向を示す要因として「年齢」が挙げられ、若年層ほど、新技術である ADVUS への受容性の高さが示された。
- 活動によっては、施設への距離といった地理的要因や居住地の市町村の状況が選好に影響を与えることが示された。このことから、居住地や既存施設の立地により、ADVUS の導入が既存施設の立地に及ぼす影響を推察することが可能であり、ADVUS の導入の可否を問うにあたっての指標になり得ることが示唆される。
- 一方で、「ライフスタイル」といった各個人が有する内的な要因に着目すると、ADVUS で利用する活動によりその選好に異なる反応が示された。

上記の結果より、既存施設の種類や活動の違いにより ADVUS の利用を志向する個人の性質やシチュエーションは大きく異なることが明らかになった。このことから、上記の地域住民の交通行動や活動の種類を基に、ADVUS・既存施設のどちらを好むかの判別により、ADVUS の利用から既存施設への影響の甚大さが推察されることで、ADVUS の導入に対し規制が必要か判断出来る可能性が示された。なお、「施設への距離」といった地理的要因や、「年齢」といった個人属性から、地域ごとにその影響に差異が生じるものと考えられるため、導入される地域によって異なる判断が求められるといえる。例えば、若年層の多い地域では ADVUS が好んで利用される可能性が高いため、既存施設の立地への影響は大きいものと推察されることから、施設の立地の保護の観点からは ADVUS の利用の抑制が必要といった判断が可能であろう。

一方で、ADVUS の導入が与える都市への影響は、既存施設の種類及び活動によって異なることが示唆される。すなわち、実際の導入に際しては既存施設の種類によって、立地に与える影響が異なることから、導入される ADVUS の種類によって異なる判断が求められるといえる。また、ADVUS と既存施設の選好は「ライフスタイル」といった各個人が有する内的な要因に影響される。これらのことより、ADVUS の導入による既存施設の立地への影響は、地域属性から正確な判断は難しいとも言えることから、ADVUS の導入に先んじて、食料品・医療といった都市機能・活動ごとの交通行動および ADVUS・既存施設の選好等の詳細な調査を基に、既存施設への影響を把握することが求められよう。

なお、ADVUS は実用化に向け様々な主体による技術開発の途上である。一方で、本研究で用いたアンケート調査の実施に際しては、現在提示されているコンセプト

を参考にした。そのため、実際に実装されるサービスは今後の自動運転をはじめとする技術開発の進展によって、本研究で設定したサービスとは異なるものになる可能性がある。また、その導入の際には ADVUS のイメージが市民に広く伝わることで、その受容性に変化が生じ、本研究での分析結果とは異なる結果を示す恐れもある。このことから、今後実際に実装されるサービスに即した調査が求められる。

謝辞

本研究は、トヨタ自動車㈱との共同研究「これからの社会システムとモビリティの在り方研究」の一環として実施したものである。また、JSPS 科学研究費 (20H02265) の助成を得た。この場を借りてお礼申し上げる。

引用文献

- 千葉晟和・栗田治 (2019). 移動販売を組み込んだホテルの立地競争モデル. 都市計画論文集, Vol. 54, No. 3, 772-779.
- 上条陽・羅力農・トロンコソパラディジャンカルロス・高見淳史・原田昇 (2019). エージェントベースシミュレーションを用いた自動運転車普及シナリオの評価. 交通工学論文集, Vol. 5, No. 2, A_142-A_151.
- 香月秀仁・東達志・谷口守 (2017). 郊外間交通へのシェア型自動運転車の導入可能性—トリップの時空間特性・個人属性の観点から—. 都市計画論文集, Vol. 52, No. 3, 769-775.
- 香月秀仁・川本雅之・栗野盛光・谷口守 (2017). 自動運転車 (ADV) 利用がもたらす外出行動への影響—目的に応じた頻度・目的地の変化に着目して—. 交通工学論文集, Vol. 3, No. 2, A_1-A_10.
- 紀伊雅敦・横田彩加・高震宇・中村一樹 (2017). 共有型完全自動運転車両の普及に関する基礎分析. 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 73, No. 5, I_507-I_515.
- 国土交通省 (2019). スマートシティ官民連携プラットフォーム・スマートシティプロジェクト・つくばスマートシティ協議会. [www.mlit.go.jp/scpf/projects/docs/smartcityproject_mlit\(1\)%2003_tsukuba.pdf](http://www.mlit.go.jp/scpf/projects/docs/smartcityproject_mlit(1)%2003_tsukuba.pdf) (最終閲覧 2020/4/15).
- 国土交通省 (2018). 都市交通調査・都市計画調査—全国都市交通特性調査. <http://www.mlit.go.jp/common/001241794.pdf>.
- The Kroger (2018). Press release: Kroger and Nuro Partner to pilot autonomous delivery. <http://ir.kroger.com/file/Index?KeyFile=394048391>.
- 御手洗陽・東達志・谷口守 (2020). 小さな拠点における都市機能確保に資する機能搭載型自動運転車 (ADVUS) の活用可能性—医療サービスに着目して—. 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 75, No. 6, I_277-I_285.
- 森脇稔 (2019). VW, 4 台の自動運転「ポッド」提案—遠隔医療や移動式充電ステーションとしての利用を想定—. <https://response.jp/article/2019/04/03/320884.html>.
- 内閣府 (2018). 戦略的イノベーション創造プログラム (SIP) 自動走行システム研究開発計画. https://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/keikaku/6_jidousoukou.pdf.
- Robomart (2020). <https://robomart.co/index.html>.
- 谷本圭志・川村周平 (2009). 無人運転技術を用いた車両共有システムの導入に伴う環境影響に関する分析. 社会技術研究論文集, Vol. 6, 68-76.
- 谷本圭志・土屋哲・長曾我部まどか (2017). 移動販売のサービス水準に着目した店舗選択に関する実証研究. 都市計画論文集, Vol. 52, No. 3, 429-434.
- トヨタ自動車 (2018). トヨタ自動車, モビリティサービス専用 EV “e-Palette Concept” を CES で発表. <https://global.toyota.jp/newsroom/corporate/20508200.html>.
- トヨタ自動車 (2019). ソフトバンクとトヨタ自動車, 新しいモビリティサービスの構築に向けて戦略的提携に合意し, 共同出資会社を設立. <https://global.toyota.jp/newsroom/corporate/24747176.html>.
- 土屋哲・谷本圭志・倉持裕彌 (2016). 移動販売サービスによる買い物環境の改善効果に関する研究—中山間地域における実証分析を通して—. 農村計画学会誌, Vol. 35, Special Issue, 201-206.
- Wang, Z., 谷口綾子・Enoch, M., Jeromonachou, P., 森川高行 (2019). 自動運転システムに対する賛否意識の日英比較分析—リスク認知に着目して—. 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol. 75, No. 5, I_191-I_200.

Abstract

In recent years, expectations have increased for realization of fully automated driving. New transportation services are being considered in conjunction with this new technology. As one of them, automated Driving Vehicle with Utility Service (ADVUS) equipped with urban functions has been proposed. The proposed service provides alternatives for various activities such as purchasing, medical care, eating, and hobby activities. Whereas the introduction of this service might exceed the concept of the conventional car as a “tool for transportation” and take on the role of a “convenient service provider,” the unrestricted introduction of ADVUS will cause competition with facilities that have been located in the city, and will result in the withdrawal of facilities. To understand the two-sided nature of the service, one must identify preferences for the service, their differences, and factors that influence preferences. For this study, we apply a quantification method II based on an original web survey. We examined factors contributing to residents' intentions to use the service and their differences according to activities. Results demonstrate that the factors affecting the preference for ADVUS differed depending on the type of activity installed in the ADVUS. As examples, for “hobby activities” and “meal with acquaintances,” the closer the ADVUS facilities were, the more the respondents preferred to use them. For “hobby products”,

the closer the existing facilities were, the more the respondents tended to prefer to use them, which suggests that even identical factors might have opposite effects on the choice of ADVUS or facility.

(受稿：2020年10月13日 受理：2020年12月24日)