

# 個人のライフスタイルに基づく 機能搭載型自動運転車(ADVUS)の利用意向

御手洗 陽<sup>1</sup>・小松崎 諒子<sup>2</sup>・谷口 守<sup>3</sup>

<sup>1</sup>非会員 筑波大学大学院 システム情報工学研究科 (〒305-8573 茨城県つくば市天王台1-1-1)  
E-mail: s1920508@s.tsukuba.ac.jp

<sup>2</sup>非会員 筑波大学 理工学群 (〒305-8577 茨城県つくば市天久保1-1)  
E-mail: ryoko.komatsuzaki@gmail.com

<sup>3</sup>正会員 筑波大学教授 システム情報系社会工学域 (〒305-8573 茨城県つくば市天王台1-1-1)  
E-mail: mamoru@sk.tsukuba.ac.jp

近年、完全自動運転の実現への期待が高まっており、それに合わせてシェア型交通等の新たな交通サービスの開発が進められている。本研究では、その一つに挙げられる機能搭載型自動運転車“ADVUS”に着目し、その利用に与える影響を独自に実施したwebアンケート調査の分析を通じて明らかにした。分析として、趣味商品の購入行動におけるADVUSの利用選好に関する構造モデルを作成した。その結果、1) 買い物を簡単に済ませたい個人に強い利用意向が存在すること、2) まちでの買い物を好む者にとって、外出機会や交流といった楽しみはADVUSでは代替できない機能である可能性が示された。

**Key Words :** *mobility-innovation, automated-driving, urban-facilities, stated-preference survey,*

## 1. はじめに

近年、完全自動運転車の実現に向けた技術開発が盛んに行われている。それに加え、スマートフォンの普及などの技術革新と併せ、ライドシェアやカーシェアリング等の新たな交通サービスが検討されており、これらはモビリティ・イノベーションと称され、移動手段の革新が期待されている。

モビリティ・イノベーションの一つに商業や医療機能を完全自動運転車両に載せ、サービスを希望する者の基へサービスを運搬し提供する機能搭載型自動運転車（以下、「ADVUS」(Automated Driving Vehicle with Utility Services)）が挙げられる。代表例である、トヨタ自動車が開発を進める「e-Palette Concept」<sup>1)</sup>は様々な産業の参入を目標としており、自動運転による荷食料品の配達、移動中のサテライトオフィス、病院への送迎とその時間内での事前診察などのサービスを提案している。

このサービスにより、これまででは利用する施設へのアクセシビリティが低かった者に対し高い利便性をもたらすことが期待される。しかし、ADVUSの無制約な導入は、その利便性の高さにより、既存の施設と競合が発生し、施設の撤退や市街地衰退の危険性を持つことから、暮らしやすい都市の設計に向けた都市機能の配置の検討

をより難しくする可能性がある。

一方で、ADVUSで提案されているサービス形態は既存施設とは大きく異なることから、市民がサービスを利用する際、既存施設とADVUSのどちらを選択するか、その選択に影響を与える要因を検討することは難しい。

このことから、ADVUSが存在する都市における都市機能の配置や都市設計を検討するにあたっては、様々なシチュエーション下において既存施設とADVUSのどちらを選好するか把握するとともに、その選択に影響を及ぼす要因の把握が必要である。



図-1 ADVUSの車両のイメージ<sup>3)</sup>

## 2. 本研究の位置づけ

### (1) ADVUSの開発動向

代表例として挙げたトヨタ自動車株式会社では 2018 年 1 月に「e-Palette Concept」<sup>1)</sup>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<sup>2)</sup>、Mobility as a Service (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<sup>3)</sup>。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<sup>4)</sup>、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を行う<sup>5)</sup>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。

以上のように ADVUS の実社会への実装に向けた動きは見られるが、都市への影響やその利用に与える要因についての検討はなされていない。

### (2) 既存研究レビュー

自動運転技術が普及した社会を見据えた研究として、ライドシェア・カーシェアサービス(SAV)の普及過程<sup>6)</sup>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<sup>7)</sup>、また、SAV の導入による環境負荷<sup>8)</sup>や車両の削減量<sup>9)10)</sup>、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<sup>11)</sup>や、自動運転による個人間カーシェアサービスの意識調査<sup>12)</sup>、自動運転システムへの賛否意識を問うた研究<sup>13)</sup>も存在する。しかし、これらは「人の輸送」について着目したものであり、本研究で提案する完全自動運転車を用いた都市機能の提供は検討されていない。

一方で、生活を支援する移動販売のサービスの効果<sup>14)</sup>や需要<sup>15)</sup>、固定施設との競合<sup>17)</sup>について検討した研究がみられる。しかし、本論文で検討を行い、今後の普及が見込まれる ADVUS は、自動運転や無人でのサービス提供や、これまでの移動販売車では想定されていなかった多様なサービスの搭載が検討されていることから、既存の移動販売等に関する研究成果を、ADVUS に直接適用するだけでは不十分と考えられる。

### (3) 本研究の内容

2.(1)及び2.(2)を踏まえ、本研究では ADVUS の利用意向の把握に加え、個人属性や現在の生活状況、ADVUS に対する認識といった諸要因が ADVUS の利用意向に与

える影響を定量的に分析することで、ADVUS によるサービスの設計及び現在固定的に立地する都市機能の代替・補完可能性を検討することを本研究の目的とする。

上記の目標を達成するために、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ため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ADVUSの利用意向を示し、その考察を行う。その後、5章にて、共分散構造分析を用い、ADVUSと既存の施設の選択に影響する要因についてモデルを作成し、個人属性・内面的属性がその選択に与える影響について考察を行う。

### (4) 本研究の特長

本研究の特長は以下の通りである。

- 1) 自動車に都市機能が搭載されることで、現在の都市形態が分解・再構築される可能性が高く、今、速やかに検討が必要な適時性の高いテーマである。
- 2) 全国を対象に、層別での抽出を行った独自の Web アンケート調査により、精度の高いデータを用いた分析を行った、信頼性を有する研究である。
- 3) 都市への影響が高いと考えられるモビリティサービスについて、そのサービスのあり方について検討を行っており、今後の都市機能の配置計画を抜本的に変える可能性を秘めた発展可能性を有する。

## 3. 使用データの概要

本研究を行うにあたり、個人の ADVUS への選好や現在の行動、利用する施設の選択要因、ライフスタイル、個人属性等を質問する、独自の Web アンケート調査を実施した。概要を表-1に示す。

ADVUS の選好には現在利用している施設との距離などのアクセシビリティやその立地状況が影響を与えると考え、対象を全国の市区町村とした。また、個人属性によってもその選好は変化すると考え、年齢階層 5 分類、性別 2 分類、都市類型 6 分類を組み合わせると計 60 セグメントを作成し、各セグメントから均等に総計 1500 サンプルを収集した。

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<sup>18)</sup>レベル 5 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 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。

5) 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。

6) 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 は多様な行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種類の行動を対象に ADVUS のサービスが実装されると想定し、それぞれの ADVUS の利用意向やその利用に対し認識するメリット・デメリットを問うた。それに付随して、上記9種類の行動について、現在の利用している施設への距離や頻度といった利用状況、並びにその選択理由も併せて問うている。なお、本研究で使用している設問及び変数の概要を表-2に示している。

#### 4. ADVUSの利用意向の把握

まず、9種類の行動によるADVUSの利用意向の差異を把握するため、単純集計を行った結果を図-3に示す。なお、ADVUSの利用意向と現在利用している施設の利用意向が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

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 ・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	I:現在の行動 II:ADVUSの利用意向 III:交通行動 IV:ライフスタイル

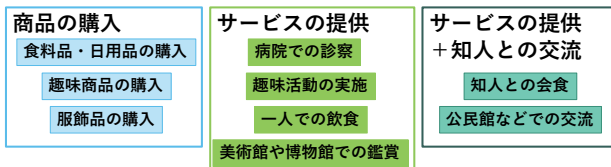


図-2 本研究で対象とする ADVUS サービスの一覧

表-2 使用する変数一覧

大項目	変数番号	変数の内訳
の A 利 D 用 V 意 U 向 S	A1	ADVUSの利用意向 (「ADVUS」のみを利用したいものを1)
	A2	既存施設の利用意向 (「既存施設」のみを利用したいものを1)
利 用 現 状 設 在 の 施 施	U1	現在の利用している施設の利用頻度 (「半年に一度以上の利用」を1)
	U2	現在の利用している施設の自宅からの距離 (「施設への距離が5km以下」を1)
	U3	現在の利用している施設の満足度**
ラ イ フ ス タ イ ル	L1	時間があれば、自宅で過ごすよりも外出する方が好き**
	L2	通勤・通学以外の外出は、1人で外出するよりも、友人や家族など、誰かを誘って(または誘われて)一緒に外出することが多い**
	L3	遠くても大きな店や品質の良い店に行くのが好き**
	L4	友人や近所づきあいは多い方である**
	L5	買物に出かけるのが好き**
	L6	通信販売・ネットショップを利用するのが好き**
	L7	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**
	L8	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**
モ ビ リ	MO1	公共交通満足度**
	MO2	徒歩可能距離(「1km以上」を1)
	MO3	免許保有
	MO4	世帯自動車保有
現 在 利 用 し て い る 施 設 の 選 択 理 由	R1	その施設への愛着があるから*
	R2	昔から利用しているから*
	R3	その施設の品ぞろえが充実しているから*
	R4	その施設の設備が充実しているから*
	R5	その施設の店員・医師・学芸員を信頼しているから*
	R6	その施設の雰囲気がいよから*
	R7	その施設で売られている商品が他の施設より値段が安いから*
	R8	その施設で売られている商品が自分の好みに合っているから*
	R9	その施設の利用料・入館料・受診料が安いから*
	R10	その施設の評判が良いから*
	R11	施設を利用する際に、周辺の街並み・散策・雰囲気を楽しめるから*
	R12	知人と会うのに都合の良い場所にあるから*
	R13	施設で出会う知人との会話が楽しいから*
	R14	他の用事をついでに済ますことが出来るから*
	R15	職場や学校に近いから*
	R16	自宅に近いから*
	R17	自家用車が無くても行けるから*
メ S A リ に D ッ 抱 V ト く U	M1	自宅で過ごす時間が増える*
	M2	外出する手間を省くことができる*
	M3	自分の希望した時間にサービスが受けられる*
	M4	どんな時間でも利用できる*
	M5	自分に合ったサービスが車両に用意される*
A D V U S に 抱 く デ メ リ ッ ト	D1	無人であるため、他人に干渉されずに済む*
	D2	ADVUSの規模が小さいため、品揃えに不安がある*
	D3	無人であるため、店員や医師などと直接話せず、サービスの質が落ちる不安がある*
	D4	施設を利用する際に街に出ないため街並みや散策を楽しむことが出来ない*
	D5	施設で出会う知人との会話を楽しむことが出来ない*
	D6	通信販売などインターネット上で提供されるサービスで満足だから*
	D7	安全性やセキュリティに不安がある*
	D8	通信端末で呼び出すのが面倒である*
	D9	複数の用事をまとめて済ませることが出来ない*
	D10	職場や学校のついでに利用出来ない*
個 人 属 性	T1	就業の有無
	T2	勤務時間(分)
	T3	平日趣味時間(分)
	T4	休日趣味時間(分)
	T5	平日家事時間(分)
	T6	休日家事時間(分)
	T7	平日ネット利用時間(分)
	T8	休日ネット利用時間(分)
		※ダミー変数：*
		※「とても当てはまる・やや当てはまる」と回答したものを1とするダミー変数：**

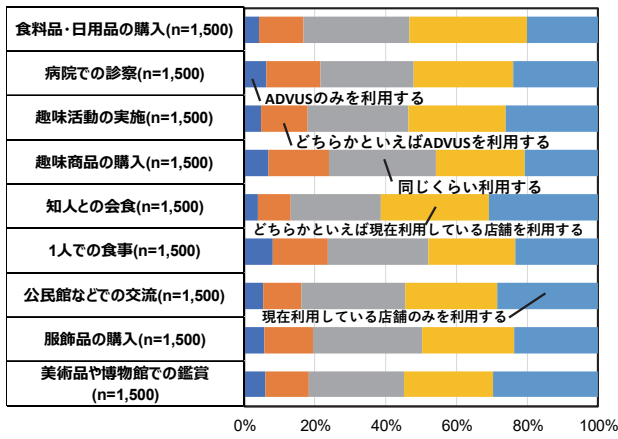


図-3 9種類の行動別のADVUSの利用意向

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。これより、「趣味商品の購入」や「1人での食事」、「洋服等の購入」が比較的ADVUSの利用意向が高い一方で、「食料品の購入」や、「知人との会食」、「公民館での交流」といったコミュニケーションを要する行動の利用意向が低いことが分かる。

### 5. ADVUSの利用意向の要因分析

4章において示した9種類の活動のうち、ADVUSの利用意向が高かった「趣味商品の購入」を対象とし、5章では共分散構造分析を用いて、ADVUSの利用選好とその要因についての構造的な把握を行う。モデル作成に用いた変数は表-2に記載する項目である。この表において、モデルの構築に用いた調査項目とそのカテゴリ化の方法を合わせて示している。また、モデルに示す変数の内、先頭の記号は各大項目および設問番号を示している。なお、モデルは有意性の低いパスと変数(確率有意>0.1)を排除した上で、適合度が高い(モデル全体の適合性の評価指標: I.  $I > GFI > 0.75$ , II.  $GFI \geq AGFI$ ,  $GFI$ に比べて $AGFI$ が著しく低下しない, III.  $RMSEA < 0.1$ 以上3つの条件を全て満たす)モデルを選定した。その結果を図-4に示す。なお、モデル内のパスに付随する数値は標準化推定値を示しており、本研究においてはその絶対値が0.5を超える場合、強い相関があると判断する。以下にモデルの考察を記載する。

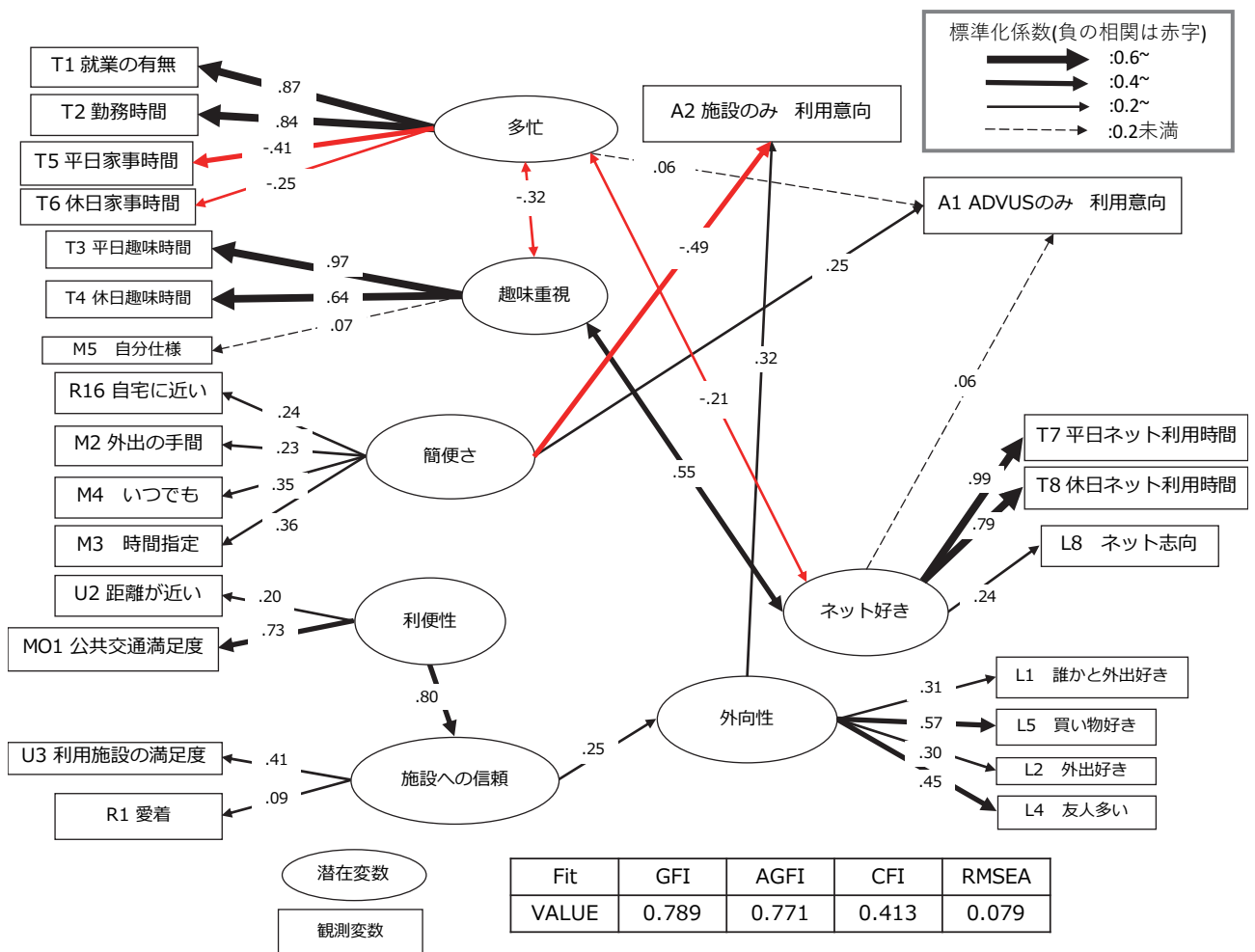


図-4 趣味商品の購入行動におけるADVUSの利用意向の共分散構造モデル

- 1) ADVUSのメリットや施設の選択理由として「自宅に近い」ことを挙げた観測変数を集約した、「簡便さ」の潜在変数がADVUSの利用に正に、施設の利用に負に働くことが分かる。また、「簡便さ」の潜在変数は他の変数との有意な関係が見られないこともわかる。このことから、各個人の生活状況等に関わらず、買い物を簡単に済ませたい個人はADVUSの利用を好む可能性が示唆される。
- 2) 就業時間等を集約した「多忙」という潜在変数は、趣味に費やす時間を示す「趣味重視」やネット利用時間等を示す「ネット好き」という潜在変数に対し、負の関係にあることが分かる。一方で、これらの潜在変数はADVUS及び施設の選択に強い影響を及ぼさないことが分かる。このことから、ADVUSの時間や場所を選ばない利便性は、時間の不足するような個人に認知されないことや、インターネットとの親和性が高いことによるADVUSへの利便性の感受の変化等は無い可能性が示唆される。
- 3) 「施設利便」「施設への信頼」「外向性」といった潜在変数からは、施設への距離が近いものは現在利用しているへの愛着があり満足度が高い傾向にあり、また、買い物や友人との外出を好む傾向にあることが分かる。一方で、それらの潜在変数とADVUS・施設の選択への影響を見ると、「外向性」な者は施設の利用意向に正の影響を与えることが分かる。このことから、まちでの買い物を好む者にとって、買い物と同様にその外出機会や交流を楽しむことから、趣味商品の購入においてはADVUSでは代替できない機能である可能性がある。

## 6. おわりに

本研究の主な結果を以下に示す。

- 1) 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、独自のアンケート調査を基に9種類の行動別に明らかにした。
- 2) 趣味商品におけるADVUS及び施設の利用選好について、共分散構造分析を行うことにより、その選択に影響を与える要因を明らかにした。
- 3) モデルを踏まえると、簡単に買い物をしたい個人のADVUSへの利用意向が顕著である一方で、各個人の生活状況やライフスタイルはADVUSへの利用意向に大きく影響しないことが明らかになった。

上記の結果より、ADVUSの利用は買い物行動を簡単に済ませたい個人に対して強い期待感を持って受け入れられる可能性がある。

なお、ADVUSの利用を検討するにあたっては依然と

して課題が残る。モビリティ・イノベーションの技術開発や普及の程度によって提供可能である業種やサービスの提供方法が変化すると考えられるが、本研究では趣味商品の購入行動におけるADVUSの共分散構造分析を行ったのみであり、買い物やサービス等他の行動でも同様の分析が求められる。また、本研究ではアンケート対象者の利用意向をもとにADVUSの利用意向について検討を行ったが、個人が「いつ」「どこから」施設を利用するかといった情報は考慮していない。このため、自由に動き回ることが可能であるADVUSの活用にあたっては、交通行動調査等の情報と併せるといった考慮の上、ADVUSの導入計画を検討していく必要がある。

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(17H0319)の助成を得た。この場を借りてお礼申し上げる。

## 参考文献

- 1) トヨタ自動車ニュースリリース：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>（最終閲覧 2020/2/24）
- 2) トヨタ自動車ニュースリリース：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>（最終閲覧 2020/2/24）
- 3) 森脇稔：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>（最終閲覧 2020/2/24）
- 4) Robomart, Inc., <https://robomart.co/index.html>（最終閲覧 2020/2/24）
- 5) The Kroger Co. Press Release: Kroger and Nuro Partner to Pilot Autonomous Delivery, <http://ir.kroger.com/file/Idex?KeyFile=394048391>（最終閲覧 2020/2/24）
- 6) 紀伊雅教, 横田彩加, 高震宇, 中村一樹：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, Vol. 73, No. 5, pp. I\_507-I\_515, 2017.
- 7) 谷本圭志, 川村周平：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, pp. 68-76, 2009.
- 8) 香月秀仁, 東達志, 谷口守：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, pp. 769-775, 2017.
- 9) 上条陽, 羅力晨, トロンコソパラディジャンカルロス, 高見淳史, 原田昇：エージェン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.5-2, p. A\_142-A\_151, 2019.
- 10) 愛甲聡美, THAITHATKUL Phathinan, 瀬尾亨, 朝倉康夫：アクティビティパターンを与件としたシェア

- リング車両の最適割り当て問題, 土木学会論文集 D3, Vol.73-5, p. I\_1233-I\_1242, 2017.
- 11) 香月秀仁, 川本雅之, 栗野盛光, 谷口守: 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.3-2, p. A\_1-A\_10, 2017.
  - 12) 上野優太, 溝上章志, 八戸龍馬: 完全自動運転カーシェアサービスの導入に対する利用意向の調査分析, 第 59 回土木計画学研究発表会・講演集, P108, 2019.
  - 13) Zilin WANG, 谷口綾子, Marcus ENOCH, Petros IEROMONACHOU, 森川高行: 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, 2019.
  - 14) 伊勢昇, 湊絵美: 買い物支援サービス導入による買い物における外出頻度の変化に関する研究, 交通工学論文集, Vol. 3, No. 2, pp. A\_68-A\_75, 2017.
  - 15) 土屋哲, 谷本圭志, 倉持裕彌: 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, pp. 201-206, 2016.
  - 16) 谷本圭志, 土屋哲, 長曾我部まどか: 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, pp. 429-434, 2017.
  - 17) 千葉晟和, 栗田 治: 移動販売を組み込んだホテリングの立地競争モデル, 都市計画論文集, Vol. 54, No. 3, pp. 772-779, 2019.
  - 18) 内閣府: 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, [http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/keikaku/6\\_jidousoukou.pdf](http://www8.cao.go.jp/cstp/gaiyo/sip/keikaku/6_jidousoukou.pdf) (最終閲覧 2020/2/24)