

同乗者属性に着目した完全自動運転 ライドシェアシステム利用意向の規定要因分析

北 侑祐¹・福田 大輔²・安部 遼祐³

¹学生会員 東京工業大学大学院 環境社会理工学院土木環境工学系 (〒152-8550 目黒区大岡山 2-12-1)

E-mail: y.kita@plan.cv.titech.ac.jp

²正会員 東京工業大学 環境社会理工学院 (〒152-8550 目黒区大岡山 2-12-1)

E-mail: fukuda@plan.cv.titech.ac.jp

³正会員 一般財団法人運輸総合研究所 (〒105-0001 港区虎ノ門 3 丁目 18 番 19 号)

E-mail: r-abe@jterc.or.jp

完全自動運転を用いた新交通サービスの利用意向を明らかにすることは、未来の社会のあるべき方向性を検討する上で有用であり、特に自動運転の安全性への懸念やシェアリング行為に対する心理的抵抗を明示的に考慮した分析が必要と考えられる。本研究では、完全自動運転を用いたライドシェアサービスである「自動運転ライドシェア」を想定し、完全自動運転やシェアリングに関する心理的イメージの質問、同乗者属性に着目したサービス利用条件に関する Stated Preference 調査を含む Web アンケート調査を行い、仮想サービスの利用意向の規定要因を分析した。離散選択モデル等を用いた分析の結果、新サービス導入への賛否意識や無人走行車に対する抵抗感の高さがサービス利用意向に影響を与えていること、女性はサービスを利用する際に同乗者の人数や性別が与える影響が大きいことなどが統計的に示唆された。

Key Words: Fully Autonomous Driving, Ridesharing, Stated Preference survey, Panel Mixed Ordered Logit Model

1. はじめに

近年、自動運転技術が大きく発展し各国で自動運転車の導入について具体的検討や法整備が行われている。日本では、今後 10~20 年の間に自動運転システムが急速に発達すると予想し、2020 年までに一部地域での完全自動運転移動サービスの導入、2020 年以降に「新車としての自動運転システムの普及を図ることにより」2030 年には「世界一安全で円滑な」道路交通社会を構築することを目標に掲げている¹⁾。完全自動運転技術の出現は人々の移動時間にできることを増やすと考えられている。さらに数十年後には完全自動運転車を用いた新たな交通サービスが出現すると想定されている。これらの新技術や新サービスの出現は、人々の交通行動や手段選択だけでなくライフスタイルや町の構造までも変化させる可能性があり、新サービスの利用意向を分析することは未来の社会のあるべき方向性を検討する上で有用である。

消費者心理やマーケティングの観点から見ると、サービス利用意向は、一般的に、年齢・性別・居住地などの社会的要因のみならず、個人の性格や気質などの心理的

要因によっても規定される。Schoettle and Sivak (2014)²⁾は、アメリカ・イギリス・オーストラリア・中国・インド・日本の 6 カ国において完全自動運転に関する意識調査を行い、全ての国の回答者において、自動運転技術の導入・発展には賛成しているものの、安全性やシステム不良が起こる可能性の問題から完全自動運転車に乗ることには大きな懸念を示す傾向があることを確認した。また、一般的に日本人は知らない他人との心理的距離が遠く、車内などの密閉空間で知らない人と一定時間過ごすことを嫌う傾向にあると考えられている(Triandis *et al.*, 1965)³⁾。さらに酒井(2015)⁴⁾では、日本人は他国に比べて不確実性のある他人に対しての一般的信頼が低く、他人の手が触れられていない製品の求める欲求が強い点から、日本でのシェアリングビジネスのハードルは高いと指摘している。以上より、完全自動運転を用いた新交通サービスの日本人の利用意向の分析では、自動運転技術への態度やシェアリング行為への心理的抵抗を明示的に考慮する必要があると考えられる。

本研究では、完全自動運転を用いた新交通サービスとして、自動運転車を用いたシェアリングサービス「自動

運転ライドシェア」(以後 Shared Autonomous Vehicle: SAV と表記)を仮想する。その上で、完全自動運転やシェアリングに対するイメージ、心理的要因を含む個人属性とサービス利用条件に関する Stated Preference (SP) 調査を含む Web アンケート調査を全国を対象に行い、回答結果から利用意向分析を統計的に行って、SAV に対する日本人の利用意向の規定要因を探ることを目的とする。

2. Web アンケート調査

(1) 仮想するモビリティサービス

先述の通り、本研究では完全自動運転を用いた新交通サービスとして SAV を仮想する。本研究での完全自動運転とは SAE level4 ないし 5⁹⁾に相当する技術を有している車を指すものとし、利用者は移動中にハンドルを握る必要も周囲に注意を向ける必要もなくなる。ライドシェアサービスを仮想するのは、現状の「運転者」と「同乗

者」という区別が無くなりマッチングがより容易になるという意味で、完全自動運転とライドシェアサービスの相性が良いと考えたためである。SAV は都市内を走行する相乗り自動運転車が近傍の利用希望者がを乗せて目的地に送り届ける形態のサービスである。自動運転車は、**図-1**のような片側3人がけのシートが向かい合って設置



図-1 仮想する SAV 内の様子

次に、**2040年頃**の自動運転の状況の説明をお読みください。

2040年頃までに、一般道も含めた道路上の全ての車が「高度な自動運転技術」を持つようになる予想されています。すると、自家用車を所有する必要はもはや無く、「高度な自動運転技術」を持つ車を他の人と共同で使う(シェアされる)ようになるという予想がなされています。このように、シェアされる「高度な自動運転技術」を持つ車を、相乗り自動運転車(Shared Autonomous Vehicle: SAV)と呼ぶことにします。

株式会社ディー・エヌ・エーが開発し運用実験を行っている相乗り自動運転車(SAV)「Robot Shuttle」

出典：株式会社ディー・エヌ・エー(<https://robot-shuttle.com/>)

- 相乗り自動運転車(SAV)は次のようにして利用することができます。
 - スマートフォンアプリをダウンロードし、事前登録を行う。自分の顔写真、性別、年齢層、ニックネーム等を登録する。
 - 利用したいときに、アプリに現在地(出発地)と目的地を入力し、近くにいるSAVのうちどれを利用するか選択する。その際、そのSAVに現在乗車している他の人のプロフィール、出発地での予定ピックアップ時刻、目的地予定到着時刻が表示される。
 - 指定された場所に到着したSAVに乗車する。なお、乗車中に他の利用客の乗車や降車も起こり得る。目的地に着いたら、そのまま降車してよい。利用料金は走行距離の長さに応じて決まり、利用者は月ごとにクレジットカード等でまとめて支払う。

図-2 Web アンケート調査での SAV の説明

されている定員 6 人の車両とし、定員に達するまでは既に利用者がいても新たな利用者を乗車させる、つまり他の利用者との相乗りが起り得るものとする。利用者は事前に専用アプリケーションに自らの年齢、性別、顔写真等を登録し、利用する際には希望の出発地や目的地をアプリケーションに入力すると近傍の利用可能な車両の予想出発地到着時刻と予想目的地到着時刻、乗客プロフィールが示されるものとする。つまり、利用者が乗車前に知ることが出来るのは利用料金と乗車時間、乗車するまでの待ち時間、そして乗り込む際に既に乗車している乗客の情報（以後、同乗者属性と表記）である。上記の SAV のサービス内容、利用方法は、Web アンケート調査内で図-2 のように回答者に説明している。

(2) Web アンケートの概要

Web アンケート調査は 3 つの質問群から構成されている。一つ目の質問群はそれぞれの回答者の最近の一日のトリップについて尋ねている。これは SP 調査での選択肢の乗車時間、利用料金を算出する際のベースにするためである。二つ目は SP 調査である。三つ目は心理意向も等も含めた個人属性について尋ねる質問群である。後者二つの質問群について以下で詳述する。

(3) Stated Preference 調査

この SP 調査は SAV を利用する際にどのような条件の場合に利用意向が高くなり、どのような場合に低くなる

のかという規定要因を詳細に明らかにするためのものである。回答者には、あらかじめ回答してもらった一日のトリップの中から、徒歩や自転車で行ったトリップを除いてランダムに抽出されたトリップが SAV に置き換わった場合を想定してもらった。そして、図-3 のように提示された 2 つの異なる条件の SAV、SAV1 と SAV2 からどちらを利用したいか、「必ず SAV1 を選ぶ」「どちらかというとも SAV1 を選ぶ」「どちらかというとも SAV2 を選ぶ」「必ず SAV2 を選ぶ」の 4 つの選択肢のうち一つを選択肢する問題（4 件法）を一人当たり 8 問（異なる条件下で）回答してもらった。

それぞれの SAV の条件は利用料金、乗車時間、待ち時間、同乗者属性の 4 因子から構成されている。各因子で提示される数値は直交表を用いてプロファイルを作成し、表-1 に示した水準から回答者、設問ごとに異なる条件が抽出、比較されるようにした。表-1 中のベース乗車時間は回答してもらった直近のトリップのトリップ距離を回答者の居住地の都市規模ごとに設定された平均タクシー走行速度で除することで計算される。同様にベース料金は直近のトリップのトリップ距離に都市規模ごとに設定された 1km あたりの平均タクシー料金をかけることで計算される。平均タクシー走行速度と平均料金は Abe(2019)⁹で推定された値を用いる。

SP 属性の一つである同乗者属性は、3 つの要素（同乗者の性別、人数、本人との関係性）を組み合わせた 9 水準で構成される。同乗者人数は 0 人、1 人、4 人の三通りを設定した。同乗者との関係性では「友人や知人」「全く知らない他人」「知人ではないが同乗したことのある他人」の三通りを設定した。電車やバスにおいて、知人ではないが通勤時などに定期的に乗りに合わせる人と全く乗り合わせたことのない人では乗り合わせ相席になった場合などに感じる抵抗感に違いがあり、これは SAV でも同様であると考え、「知人ではないが同乗したことのある他人」という属性を設定した。



図-3 SP 調査画面

表-1 SP 調査で用いる水準

因子	水準
利用料金	10% 20% 30% × ベース料金
乗車時間	80% 100% 120% × ベース乗車時間
待ち時間	2分 6分 10分
同乗者属性	誰も乗っていない 友人や知人が一人 全く知らない男性が一人 全く知らない女性が一人 知人ではないが以前同乗したことのある男性が一人 知人ではないが以前同乗したことのある女性が一人 全く知らない異性が四人 全く知らない人々(男性も女性も含む)が四人 既に四人乗っているが友人や知人が含まれている

表-2 Web アンケート調査で尋ねる個人属性

社会的要因	心理的要因
年齢	SAV の利用意向
性別	SAV 導入への賛否意識
世帯収入	SAV へのリスク認知
自動車保有	無人走行車に乗ることへの抵抗感 電車での他人との相席への抵抗感 新商品への嗜好性(“Innovater scale”) 自分で運転することへの志向, 自信

(4) 個人属性調査

第一章でも述べたように、サービス利用意向は個々人の社会的要因だけでなく心理的要因にも規定されていると考え、個人属性調査では社会的要因だけでなく心理的要因に着目している。個人属性調査で把握する属性は表-2 の通りである。表-2 に記載されている心理的要因のうちいくつかの要因について述べる。

まず、SAV の利用意向については本来詳細に把握すべきものであるが、本研究では個人属性の一つとして、料金や所要時間がどちらでも同じである場合に鉄道と SAV のどちらを使いたいかを「必ず鉄道を選ぶ」から「必ず SAV を選ぶ」の四つの選択肢から回答してもらい、これを SAV の利用意向とみなす。これは、まだ実現していないサービスである SAV について、実現時の外部要因にも依存する正確な利用意向を回答者から得るのは不可能であると考えたためである。

次にリスク認知について述べる。Slovic (1987)⁷⁾では、洗練された技術者は危険やリスクについて正しく評価できるが、多くの一般市民は、通常「リスク認知」と呼ばれる、実際のリスクとは異なる直感的なリスクの判断を行っているとしている。本研究では「SAV が、あなたの街で多く利用されるようになること」に関するリスク認知を「とても恐ろしい」から「全然恐ろしくない」の 6 段階で尋ねた。

最後に新商品の嗜好性について述べる。Rogers (1985)⁸⁾は消費者の考え方や商品購入への態度を、どれだけ情報を積極的に収集しイノベーションに対する不確実性を受け入れられるかについて、“Innovator”、“Early adopter”、“Early majority”、“Late majority”、“Laggards”の五つに分類し、これを“Innovater scale”と定義した。“Innovator”は他者に比べ新製品、新しい考え方についてに関してより積極的に情報を収集し、新技術に関してより高いレベルの不確実性に対処することが出来るとされている。一方、“Laggards”は社会の中で最も新技術に適応するのが遅いと定義されている。本調査では、回答者の新製品、新技術に関する嗜好性を測る質問を飽戸(1987)⁹⁾から引用し、「A の考え

方に近い」から「B の考え方に近い」の 4 段階から回答者に選択してもらった。いずれの質問においても、A が新製品に対してポジティブな考え、B がネガティブな考えを表している。

3. 個人異質性を考慮した SAV 利用意向モデルの構築

個人異質性を考慮して各々の SAV 利用意向を明らかにするため、本研究では Panel Mixed Ordered Logit model (Train, 2009)¹⁰⁾を用いて SAV 選択モデルを構築する。個人 n が t 番目に示された設問での 2 つの選択肢 SAV1 と SAV2 について感じた効用差 ΔU_n^t に着目し、式(1)のように定義した。

$$U_n^t = V_{2n}^t - V_{1n}^t - \exp(\boldsymbol{\gamma}' \mathbf{z}_n) \text{Choice}_n^t + \epsilon_{2n}^t - \epsilon_{1n}^t \quad (1)$$

この時、 V_{1n}^t と V_{2n}^t (ϵ_{1n}^t と ϵ_{2n}^t) はそれぞれ、SAV1 と SAV2 に関する確定項(ランダム項)を表している。Ordered Logit model では、ランダム項 ϵ_{1n}^t と ϵ_{2n}^t は同分散のガンベル分布に従う。本研究での SP 調査では、回答者はそれぞれ $\Delta U_n^t < t_1$ の時「必ず SAV1 を選ぶ」、 $t_1 < \Delta U_n^t < t_2$ の時に「どちらかというとも SAV1 を選ぶ」、 $t_2 < \Delta U_n^t < t_3$ の時に「どちらかというとも SAV2 を選ぶ」、そして $t_3 < \Delta U_n^t$ の時に「必ず SAV2 を選ぶ」を選択する。 t_1, t_2, t_3 は閾値を表している($t_{1n} < t_{2n} < t_{3n}$)。 Choice_n^t は回答者が「必ず SAV1 を選ぶ」「どちらかというとも SAV1 を選ぶ」を選択した場合($V_{1n}^t > V_{2n}^t$ の場合)は-1、「どちらかというとも SAV2 を選ぶ」「必ず SAV2 を選ぶ」を選択した場合($V_{1n}^t < V_{2n}^t$ の場合)は+1をとる関数である。

本研究では、第 3 項 $\exp(\boldsymbol{\gamma}' \mathbf{z}_n) \text{Choice}_n^t$ を導入している点に特徴がある。ここで、 \mathbf{z}_n は個人 n の曖昧な回答の選びやすさを表す関数、 $\boldsymbol{\gamma}$ は関連するパラメータベクトルを示している。つまり、 $\exp(\boldsymbol{\gamma}' \mathbf{z}_n) \text{Choice}_n^t$ は $\boldsymbol{\gamma}' \mathbf{z}_n$ が大きい(個人 n が曖昧な回答を選びやすい)ほど確定項差 $V_{2n}^t - V_{1n}^t$ がより 0 に近づくように値を変化させるということである。

確定効用差 $V_{2n}^t - V_{1n}^t$ については式(2)のように特定化する。

$$\begin{aligned} \Delta V_n^t &\equiv V_{2n}^t - V_{1n}^t \\ &= \beta^c \left(\frac{C_{2n}^t - C_{1n}^t}{100} \right) + \beta_n^{TT} \left(\frac{TT_{2n}^t - TT_{1n}^t}{10} \right) \\ &\quad + \beta_n^{WT} \left(\frac{WT_{2n}^t - WT_{1n}^t}{10} \right) \\ &\quad + \beta_n^{PA} (PA_{2n}^t - PA_{1n}^t) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \beta_n^{TT} &= \beta_{TT}^0 + \beta_{TT} \kappa_n^{TT} + \xi_{TT,n} \\ \beta_n^{WT} &= \beta_{WT}^0 + \beta_{WT} \kappa_n^{WT} \\ \beta_n^{PA} &= \beta_{PA}^0 + \beta_{PA} \kappa_n^{PA} \end{aligned}$$

ここで、 C, TT, WT そして PA はそれぞれ、SP 調査で回答者に示した利用料金、乗車時間、待ち時間、同乗者属性を現している。ここでは、私達は乗車時間パラメータ β_n^{TT} は観測異質性、つまり個人属性、と非観測異質性の両方の影響を受けると仮定している。一方、待ち時間パラメータ β_n^{WT} と同乗者属性パラメータ β_n^{PA} は観測異質性のみに影響を受けると仮定している。というのも、乗車時間の水準は回答者の直近のトリップから作成した連続的な値であるのに対し、待ち時間と同乗者属性の水準は私達が恣意的に設定した離散的な値であるからだ。利用料金パラメータ β^c は回答者内では同じ値を取るものとする。非観測異質性項は、Mixed Logit model の性質に基づいて、 $\xi_{TT,n} \sim N(0, \sigma_{TT}^2)$ の正規分布に従うものとし、一人の回答者が 8 つのサンプルを作成していることを考慮して $\xi_{TT,n}$ から得られる値は同一個人から得たサンプルでは同じであるようにした。観測異質性はそれぞれの二つ目のパラメータ $\beta_{TT} \kappa_n^{TT}, \beta_{WT} \kappa_n^{WT}$ and $\beta_{PA} \kappa_n^{PA}$ で表されており、それぞれ表-3 に記載されている属性の項を含んでいる。

表-3 各観測異質性に含まれる個人属性

乗車時間 (κ_n^{TT})	年齢, 性別, 世帯収入, 自動車保有, 運転への志向・自信
待ち時間 (κ_n^{WT})	年齢, 性別, 世帯収入, 運転への志向・自信
同乗者属性 (κ_n^{PA})	性別, 電車で他人と相席することへの抵抗感

このモデルのパラメーターについて、シミュレーション最尤法 (Train, 2009)¹⁰⁾により推定する。そのため、 $\xi_{TT,n}$ の乱数は 500 回発生させることとする。

4. 調査結果の基礎集計分析

Web アンケート調査は 2019 年 1 月 10 日(木)~13 日(日)にかけて、指定した国内の 70 都市に居住する、ある民間調査会社にモニターとして登録されている 2000 人が回答を行った。回答者内の居住地比率は 70 都市の人口比率と同様になるように設定した。表-4 では社会的要因の個人属性に関する回答の分布、表-5 では心理的要因の属性に関する回答の分布をそれぞれ示している。年代や男女の割合は日本全国の割合とは一致しておらず、特に 10 代と 20 代の回答者が極めて少なくなった。

心理的要因の回答分布より、SAV の利用意向が鉄道より高く賛否意識では賛成意見を持つ人が多いにもかかわらず、リスク認知や無人走行車に乗ることへの抵抗感が高い平均値を取っていることが分かる。自分たちの住む街や社会に SAV 等の新技術・サービスを導入していく必要性は感じているものの、自分自身が利用すること

表-4 社会的要因の属性の回答分布

属性	比率 (n=2000)
年齢	
15-29	5.7%
30-39	17.4%
40-49	27.5%
50-59	28.1%
60-69	16.1%
70-84	5.4%
女性	38.3%
世帯収入	
0-600 万円	44.8%
601-1000 万円	27.0%
1001 万円以上	12.8%
不明	15.7%
自動車保有	73.8%

表-5 心理的要因の属性の回答分布

属性	平均	最小値	最大値
SAV の利用意向	2.203	1, 「鉄道を利用する」	4, 「SAV を利用する」
SAV の賛否意識	3.918	1, 「絶対に反対」	6, 「大いに賛成」
リスク認知	3.319	1, 「全く恐ろしくない」	6, 「とても恐ろしい」
無人走行車への抵抗感	2.919	1, 「全く抵抗を感じない」	4, 「とても抵抗を感じる」
他人との相席への抵抗感	2.411	1, 「全く気にならない」	4, 「絶対に嫌だ」
新商品への嗜好性	10.17	5, 新商品への嗜好性がより低い	20, 新商品への嗜好性がより高い
運転への志向・自信	10.93	2, 嫌い・自信がない	19, 好きで自信がある

表-6 SAV 利用意向についての回帰分析結果

説明関数	Estimate	t-value	
<i>Intercept</i>	-0.301	-3.354	***
SAV の賛否意識	0.227	28.246	***
リスク認知	-0.031	-2.918	**
無人走行車への抵抗感	-0.100	-8.499	***
新商品への嗜好性	-0.037	-9.665	***
運転への志向	0.048	18.518	***
他人との相席への抵抗感	0.096	8.631	***
性別(女性=1,男性=0)	-0.006	0.317	
年齢 30代, 40代	-0.190	-4.456	***
年齢 50代, 60代	-0.230	-5.285	***
年齢 70代, 80代	-0.244	-4.165	***
世帯年収 601-1000 万円	-0.008	-0.354	
世帯年収 1001 万円以上	0.075	2.473	*
世帯人数	-0.027	-3.461	***
自動車保有(保有している=1,していない=0)	-0.004	0.325	
Adjusted R-squared	0.1329		

Note: *: $p < 0.1$, **: $p < 0.05$, ***: $p < 0.01$

にはまだ若干の不安がある人が一定数存在することが読み取れる。谷口ら (2018) ¹¹⁾が行った市民インタビュー調査でも「AVs を個人的に使いたくはない、必要ないと考える人でも、AVs が実現した社会には肯定的である場合がある」ことが示唆されており、Schoettle and Sivak (2014) ²⁾でも同様の傾向が示されている。

5. 利用意向規定要因の詳細分析

本章では、SAV 利用意向と他の個人属性の相関関係、離散選択モデルの構築による SAV 選択に関する嗜好性分析、個人ごとの SAV 乗車時間価値の算出の 3 つの視点から利用意向分析を行う。

(1) SAV の利用意向に関する個人属性相関分析

SAV の利用意向を被説明変数に、それ以外の個人属性を説明変数とした線形回帰分析を行い、SAV の利用意向の規定要因に関する包括的な分析を行った (表-6)。SAV 導入への賛成意識が利用意向の高さに有意な影響を与えていることが分かる。また、無人走行車を利用することへの抵抗感が低い人、電車での相席に抵抗を感じる人、高所得、若年層の人は SAV の利用意向が高いことが示唆される。相席に抵抗を感じる人たちの SAV 利用意向が高い理由として、SAV そのものへの利用意向が高いためという訳では必ずしもなく、鉄道の利用意向が相対的に低いためであると考えられる。一方、SAV のリスク認知の低さ、新商品への嗜好性といった要因も統計的には有意であるものの前述の要因と比較するとそ

の影響は小さいことがわかる。なお、男女間、自動車保有の有無による利用意向の差はほとんど見られなかった。

(2) 同乗者属性に着目した SAV 選択モデル

3. で構築した離散選択モデルを用いて SAV 選択に関する嗜好性を分析した。モデル推定に用いたサンプルは回答者 2,000 人が一人あたり 8 問の回答を行っているため、回答数で 16,000 サンプルである。推定されたパラメータは表-7 の通りである。

この推定結果から同乗者属性に関して大きく 2 つのことが示唆される。まず、男女間での同乗者属性に対する態度の違いを見ると、女性の回答者は知らない異性との同乗に関して有意に負の値をとり、友人や知人が同乗者に含まれている場合には有意に正の値をとった。このことから、女性は知らない異性との同乗には抵抗があり、友人や知人が同乗者にいる状況を好むことが示唆される。更に、知らない異性との同乗への抵抗感の強さに関しては、男性よりも女性の方が大きいことが示唆される。次に、他人との相席への抵抗感の強さに関して、全ての同乗者属性について弱い負の影響を与えているものが多いことが分かる。この中で、相席への抵抗感が強い人は友人や知人が同乗しているような状況でも SAV の利用を避ける傾向になることが分かる。つまり、同乗する人と自分との関係性に関わらず、車内の密閉空間において自分以外の人と居合わせることで自体に抵抗を感じていることが示唆される。

表-7 SAV 選択モデルのパラメータ推定値

Coefficient	Estimate	t-value	Coefficient	Estimate	t-value
閾値			同乗者属性 β_n^{PA}		
t_1	-1.380	-38.419	全く知らない女性が一人		
t_2	0.346	17.494	β_{PA}^0	-0.090	-0.748
t_3	2.244	57.641	女性	0.143	1.824
回答の曖昧さ			他人との相席への抵抗感	-0.048	-1.073
γ	-14.940	-460.74	全く知らない男性が一人		
利用料金			β_{PA}^0	-0.361	-2.817
β^c	-0.045	-7.155	女性	-0.357	-4.084
乗車時間 β_n^{TT}			他人との相席への抵抗感	-0.087	-1.779
β_{TT}^0	-0.097	-1.057	知人ではないが以前同乗したことがある女性が一人		
女性	0.005	0.203	β_{PA}^0	-0.499	-3.633
年齢 30代, 40代	0.003	0.040	女性	0.164	1.784
年齢 50代, 60代	-0.044	-0.528	他人との相席への抵抗感	0.018	0.350
年齢 70代, 80代	-0.145	-1.657	知人ではないが以前同乗したことがある男性が一人		
世帯収入 601-1000 万円	-0.091	-2.730	β_{PA}^0	-0.137	-1.098
世帯収入 1001 万円以上	-0.085	-1.946	女性	-0.287	-3.466
自動車保有	0.022	1.638	他人との相席への抵抗感	-0.038	-0.805
運転への志向・自信	0.009	2.046	全く知らない異性が四人		
σ_{TT}	0.053	1.141	β_{PA}^0	-0.191	-1.313
待ち時間 β_n^{WT}			女性	-0.465	-4.750
β_{WT}^0	-0.209	-1.356	他人との相席への抵抗感	-0.064	-1.155
女性	-0.041	-0.662	既に四人乗っているが友人や知人が含まれている		
年齢 30代, 40代	-0.067	-0.513	β_{PA}^0	-0.259	-2.034
年齢 50代, 60代	-0.063	-0.480	女性	0.347	3.945
年齢 70代, 80代	-0.184	-1.107	他人との相席への抵抗感	-0.036	-0.736
世帯収入 601-1000 万円	-0.074	-1.076	全く知らない人々(男性も女性も含む)が四人		
世帯収入 1001 万円以上	-0.186	-1.839	β_{PA}^0	-0.473	-3.266
運転への志向・自信	0.018	2.215	女性	0.100	1.024
			他人との相席への抵抗感	-0.074	-1.340
Sample		16,000	友人や知人が一人		
Initial log-likelihood		-22,180.71	β_{PA}^0	-0.028	-0.212
Final log-likelihood		-20,056.31	女性	0.326	3.579
Adjusted ρ^2		0.0937	他人との相席への抵抗感	-0.062	-1.240

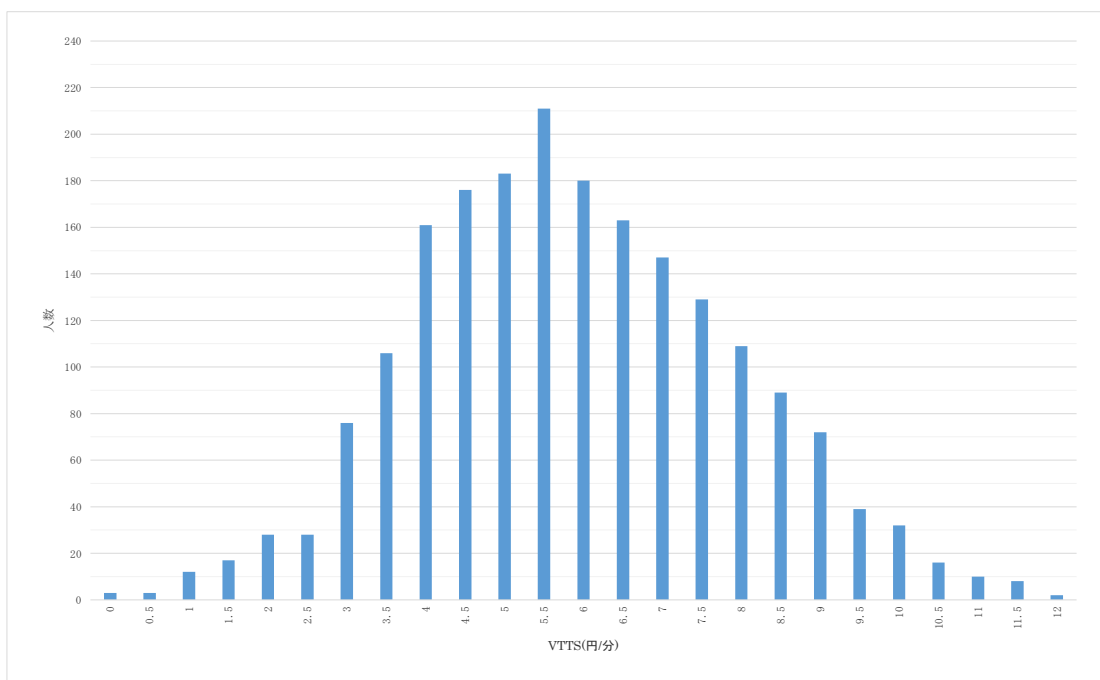


図-4 SAV 乗車時間価値事後分布

表-8 個人属性別の SAV 乗車時間価値(円/分)の要約統計量

個人属性	回答者数	最小値	第一四分位数	中央値	第三四分位数	最大値	平均値
全体	2000	-2.096	4.207	5.492	7.032	11.816	5.630
性別							
男性	1234	1.999	4.828	6.250	7.584	11.816	6.308
女性	766	-2.096	3.316	4.520	5.685	9.615	4.538
年齢							
10, 20代	114	1.560	4.476	5.651	6.918	10.372	5.712
30, 40代	897	1.160	4.684	5.885	7.366	11.816	5.954
50, 60代	882	-2.096	3.728	4.813	6.088	11.023	4.910
70, 80代	107	5.278	7.723	8.741	9.799	11.587	8.761
世帯収入							
0-600万円	894	-2.096	3.903	5.115	6.796	11.390	4.986
601-1000万円	538	0.343	4.572	5.749	7.027	11.134	5.297
1001万円以上	255	3.236	5.707	6.686	8.040	11.816	5.887
自動車保有							
保有している	1474	-0.711	4.286	5.473	6.990	11.816	5.631
保有していない	526	-2.096	4.114	5.638	7.156	11.280	5.628
他人との相席への抵抗感							
抵抗なし	1047	0.464	4.222	5.467	6.836	11.587	5.546
抵抗あり	953	-2.096	4.169	5.569	7.181	11.816	5.706
無人走行車への抵抗感							
抵抗なし	603	0.343	4.778	6.052	7.560	11.816	6.162
抵抗あり	1397	-2.096	3.925	5.285	6.712	11.587	5.400
利用意向							
高い	727	-0.711	4.181	5.479	7.040	11.134	5.610
低い	1273	-2.096	4.208	5.515	7.018	11.816	5.641
賛否意識							
賛成	1407	-2.096	4.370	5.705	7.271	11.816	5.793
反対	593	0.469	3.925	5.105	6.496	11.280	5.244
リスク認知							
恐ろしくない	1082	-2.096	4.382	5.700	7.317	11.816	5.809
恐ろしい	918	-0.329	4.040	5.348	6.687	11.587	5.419

(3) 個人ごとの SAV 乗車時間価値の算出

一般的に SAV に乗ることに対する抵抗が強い場合、もしくは SAV に快適性よりも利便性、到着時間の短さを求める場合、SAV 乗車時間価値は高くなり、逆の場合には SAV 乗車時間価値は低くなると考えられる。そのため、SAV 乗車時間価値を個人単位で算出してその特性を分析することで、SAV に対する個人の態度、希望を包括的に評価できると考えられる。このような考えのもと、本研究では、SAV 選択モデルから回答者個人単位での SAV 乗車時間価値の事後分布平均値 $\widehat{\tau}_n$ を式(3)を用いて求める。

$$\widehat{\tau}_n = \sum_r \frac{\prod_t \prod_{k'} \{ \widehat{P}_{km}^t(\widehat{V}_{kn}^t | \xi_{TT,n}) \}^{\phi_{km}^t}}{\sum_r \prod_t \prod_{k'} \{ \widehat{P}_{km}^t(\widehat{V}_{kn}^t | \xi_{TT,n}) \}^{\phi_{km}^t}} \widehat{\tau}_{n,r} \quad (3)$$

ここで、 \widehat{V}_{kn}^t は SAVk (k=1,2) を利用する際の確定効用項の推定値である。また、 k' は回答結果を示す関数で $k' = 1,2,3,4$ であり、 \widehat{P}_{km}^t は個人 n が t 番目の設問で回答 k' を選択する確率の推定値、 ϕ_{km}^t は各状況において当該選択肢 k' が実際に選択されたかどうかを現す 1-0 のダミー変数である。 $\widehat{\tau}_{n,r}$ は個人 n のシミュレーション試行 r 回目の場合における非観測異質性 $\xi_{TT,n}$ の乱数生成値のもとで条件付き時間価値であり、離散選択モデルの推定

結果を用いたモンテカルロシミュレーションによって生成される。

回答者全員の SAV 乗車時間価値の事後分布平均値 $\widehat{\tau}_n$ のヒストグラムを図-4 に示した。また、表-8 には、個人属性別に時間価値の要約統計量を算出した結果を示す。全ての回答者では最小値が -2.096(円/分)で最大値 11.816(円/分)、平均値は 5.630(円/分)となっている。

個人属性ごとに時間価値分布を比較すると、まず男女別では男性の時間価値が平均的に高くなる結果となっている。次に、年代別の比較では、50,60 代の時間価値が最も低く、70,80 代の時間価値が最も高い結果となっている。70,80 代の回答者については SAV 乗車への抵抗感の強さが SAV に長い時間乗りたくない（つまり乗車時間価値が高い）という結果として現れたものと推察される。また 30,40 代と 50,60 代の回答者を比較すると、30,40 代の時間価値が相対的に高いことから、30,40 代の回答者のほうが男性同様に SAV であっても時間短縮の観点を重視していることが推察される。世帯収入別に見ると、高所得であるほど時間価値が高く、高所得者も同様に SAV に時間短縮の機能を求めていることが予想される。

一方、心理的要因に関して、無人走行車への抵抗感について、抵抗が低い回答者の方が乗車時間価値が全体的に高いことが確認されている。また、SAV 導入への賛

成意識が強い回答者や、SAV へのリスク認知が低い回答者の方が乗車時間価値が高いことも確認されている。

6. おわりに

(1) 本研究の成果

本研究では、SAV という近い将来に社会実装される可能性の高い完全自動運転を用いた新交通サービスを仮想し、Web アンケート調査を通じてその利用意向の規定要因を探った。得られた主な知見は以下の通りである。

a) 個人属性間の回帰分析により、SAV 導入への賛成意識の強さが SAV 利用意向の強さに大きな正の影響を与えていることが示された。また、無人走行車を利用することへの抵抗感が低い人、高所得、若年層の人も SAV 利用意向が高いことが示された。

b) SAV 選択の嗜好性の分析（離散選択モデル）より、女性は知らない異性との同乗には抵抗があり、友人や知人が同乗者にいる状況を好むことが示された。更に、知らない異性との同乗への抵抗感の強さは男性が感じるものよりも大きいことが示唆された。

c) 同じく SAV 選択の嗜好性の分析より、相席への抵抗感が強い人は同乗する人との関係性に関わらず、車内の密閉空間において自分以外の人と居合わせることに抵抗を感じていることが示唆された。

d) SAV 乗車時間価値の分析より、男性、若年層、高所得者、無人走行車への乗車への抵抗感の低い人、SAV 導入への賛成意識が強い人、SAV へのリスク認知が低い人の方が SAV 乗車時間価値が高いことが示された。

以上の結果を総合すると、現状の交通手段選択において利便性（所要時間の短さや定時性など）を重視している人は、SAV が導入された場合においても、同乗者が誰かに関わらず利便性の高さを重視して、SAV 利用意向を決定するものと考えられる。一方、現状の交通手段選択においても移動中の快適性（車内環境、同乗者タイプ）や安全性などを重視している人は、SAV 導入後も同乗者タイプも含めた快適性や安全性を重視して SAV 利用意向を決定するものと考えられる。

(2) 今後の課題

本研究では同乗者の有無、プロフィールによる影響に着目した分析を行ったが、本来であれば同乗者による影響として所要時間の不確実性を考慮に入れなければならない。しかし今回の調査では、SP 調査において所要時間の設定が回答結果に大きく影響をおぼす中、出発地点と到着地点までの距離が個人によって大きく異なるであろう SAV の同乗者による所要時間の遅れの度合いを明確に定義することが出来なかったため、所要時間の確実性は回答者の想像に任せてしまった。また、新交通サービ

スの利用意向を分析していく上で、他の交通手段との選択を分析していかなければいけない。最近では、トヨタ自動車の“e-Palette Concept”¹²⁾ など大手自動車メーカーによる具体的な未来のモビリティサービスの構想が発信され始めている。少しずつ未来交通の様子が明らかになってきている中で、引き続き研究を続けていきたい。

謝辞：本研究は、科学研究費補助金挑戦的研究(萌芽)「自動運転技術の市場普及とその社会的影響：交通工学と交通経済学の融合アプローチ」、並びに、日本交通政策研究会研究プロジェクト「完全自動運転ライドシェアシステム利用意向の規定要因分析」（いずれも代表：福田大輔）の一環として行われた。ここに記して感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 内閣府：官民 ITS ロードマップ 2018,
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20180615/siryou9.pdf>, 2018
- 2) Schoettle, B. and M. Sivak. Public Opinion Self-driving Vehicles in China, India, Japan, the US, the UK, and Australia, *Working Paper*, University of Michigan, Ann Arbor, Transportation Research Institute, 2014.
- 3) Triandis, H.C., E.E. Davis, E. Earl and S. Takezawa. Some Determinants of Social Distance among American, German, and Japanese Students. *Journal of Personality and Social Psychology*, Vol. 2, No. 4, 1965, p. 540-551.
- 4) 酒井理：日本におけるシェアリングビジネスの課題, 法政大学キャリアデザイン学部紀要, pp117-132, 2015
- 5) Society of Automotive Engineers: *SAE J3016 Levels of Automated Driving*.
<https://www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic>, 2019
- 6) Abe, R. Introducing Autonomous Buses and Taxis: Quantifying the Potential Benefits in Japanese Transportation Systems. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 126, 2019, pp. 94-113.
- 7) Slovic, P. Perception of Risk. *Science*, Vol. 236, No. 4799, 1987, pp. 280-285.
- 8) Rogers, C. R. Toward a More Human Science of the Person. *Journal of Humanistic Psychology*, Vol. 25, No. 4, 1985, pp. 7-24.
- 9) 飽戸弘：社会調査ハンドブック, pp.301-302, 日本経済新聞社, 1987
- 10) Train, E. T. *Discrete Choice Methods with Simulation*, Second Edition. Cambridge University Press, New York, 2009.
- 11) 谷口綾子, 富尾祐作, 川嶋優旗, Marcus Enoch, Petros Ieromonachou, 森川高行：自動運転システムの社会的受容－賛否意識とリスク認知に着目して, 第 56 回土木計画学研究発表会・講演集 (CD-ROM), Vol.56, 2017.
- 12) TOYOTA: e-Pallet Concept
<https://global.toyota/jp/album/videos/20508200/>

(???? ?? ?? 受付)

DETERMINANTS OF USAGE INTENTION
FOR FULLY-AUTONOMOUS RIDE-SHARING SYSTEM
WITH A SPECIAL FOCUS ON OTHER PASSENGER TYPE

Yusuke KITA, Daisuke FUKUDA and Ryosuke ABE

Understanding customers' usage intention for new transportation services with fully autonomous driving (FAD) is important for concretely examining the future mobility and its possible usages. Particularly, it is popularly supposed that Japanese have tendency of strong psychological reactance to use new but unknown technologies and further hesitate to share something with strangers. In this research we consider "Shared Autonomous Ridesharing" (SAV) which is a ridesharing service with FAD as one of new traffic services and then empirically investigate such psychological attitudes of customers on their usage intention of SAVs based on the fully customized online questionnaire survey to approximately 2000 individuals living in Japan. The survey asks about psychological images regarding FAD and ridesharing and particularly stated choice questions about preferences for service usage conditions of SAVs. Then we comprehensively investigate the determinants of usage intention of SAVs by estimating panel mixed ordered logit model. It is suggested that younger people and those who agree the introduction of SAV have higher usage intention of SAVs, and female dislike the situation of riding with male and that those who have resistance to ride with stranger at train also have resistance to ride with at SAV.