

自動運転技術への受容性を考慮した SAV 選好モデル

林 政秀¹・岩倉 成志²

¹ 学生会員 芝浦工業大学大学院 理工学研究科 (〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5)
E-mail: mh22017@sic.shibaura-it.ac.jp

² 正会員 芝浦工業大学 教授 工学部土木工学科 (〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5)
E-mail: iwakura@sic.shibaura-it.ac.jp

Shared Autonomous Vehicles (SAV) を選択肢とする交通機関選択モデルを構築するために、オンラインで選好意識調査を 2022 年 3 月に実施した。この調査では、Hulse et al.(2018)の研究を参考に自動運転技術に対する受容性も併せて調査した。調査対象は、東京 23 区に居住する男女 1000 名である。

本稿は SAV の特徴である自動運転技術に対する受容性とマルチタスキングの 2 つの観点から交通機関選択モデルの効用関数への影響を考察する。SAV の受容性は、男性が女性よりも、20-30 代の若年層が壮年層よりも受容性が高い傾向にあり、Hulse らの成果と概ね一致した。また、高所得者層や、現行タクシーを頻繁に利用する人ほど SAV の受容性が高いこともわかった。業務トリップの SAV 内でのマルチタスキングは、時間価値を 32.5%低下させる推定結果となり、既存研究と類似の結果が得られた。

Key Words: Shared Autonomous Vehicles, Acceptance, Multitasking, SP survey

1. はじめに

近年、SAV(Shared Autonomous Vehicles)の研究の進展に伴い、都市交通や都市環境の新たな可能性が議論されている。米国フェニックスでは 2018 年に SAV の営業を開始し、中国武漢市や重慶市でも 2022 年より営業を開始した。SAV はドライバー人件費がなく大きな需要も見込めるため、現在のタクシーと比較して料金が 1/10 程度となる報告がある。また、現在の都市鉄道やバスと競合する可能性と、モータルコネクで都市交通サービスを向上できる可能性の両方がある。したがって、より良い都市交通計画を策定するため、各交通機関の将来需要を推計する必要性が求められている。

本研究ではわが国に存在しない SAV を選択肢とする SP 調査票を設計¹⁾・調査し、交通機関選択モデルを構築して受容性とマルチタスキングの観点から考察する。

自動運転への受容性の選好影響として先行研究より、男性は女性より自動運転に関心がある、若い人ほど自動運転への受容性が高い、人口高密度在住、高学歴、高収入の人は自動運転への関心が高い²⁾³⁾ことがわかっている。また、完全自動運転は、乗客が車内で仕事や娯楽を行うことができ、時間価値が大きく変化する可能性があ

る⁴⁾。多くの研究で、自動運転によって時間価値が大幅に減少すると予想している。先行研究より時間価値低下率についてはわが国で約 34%減、欧州各国で 30%減(加藤浩徳 2020)⁵⁾、35%減(Childress et al. 2018)、25~50%減(Penine et al. 2018)、50%減(Kim et al. 2015)⁶⁾という結果である。

以下、2. では著者らが作成・実施した選好意識調査について述べる。3. では SAV の受容性をクロス集計より分析・考察する。4. では受容性とマルチタスキングの 2 つの観点から SP モデルを作成し、推定結果より考察する。最後に 5. では本研究のまとめについて述べる。

2. SAV 選好意識調査の概要

(1) 調査票の概要

本 SP 調査は東京 23 区在住の楽天インサイト会員 1000 名を対象とした Web 調査である。内訳は男女共に 500 人ずつ、20 代~60 代以上を 10 歳刻み 5 区分で 200 人ずつである。調査実施期間は 2022 年 3 月 18 日から 21 日、SP 調査のサンプル数は 1000 人×6 パターンの水準設定で計 6000 サンプルが得られた。6000 サンプルの内訳は、業務トリップと休日トリップのシチュエーション別に 3000 サンプルずつである。



図-1 調査票に掲載した SAV 内の乗客の様子

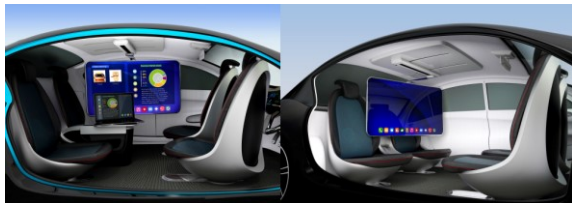


図-2 調査票に掲載した SAV の内装(業務トリップ)

(2) 調査票の設計

調査票は I)個人属性, II)SAV の説明, III)休日・業務トリップでの交通機関選好, IV)SAV の受容性と SAV の相乗り意向で構成した。

本研究は東京圏 H3OPT とタクシープローブデータに基づく RP データと本調査の SP データとの融合を念頭に置いているため I)個人属性, の設問 (設問順に性別, 年齢, 就業形態, 運転免許の有無, 所得, 自由に使える車の有無, 現行のタクシー利用頻度, 外出に関する身体的な困難さ)は H3OPT と整合させた。

SP 調査に入る前に回答者に SAV に対する共通認識をもたせ回答バイアスを低減させるため, II)SAV の説明を設けた。SAV に関する詳細な説明(米国での SAV 商用状況, 配車と支払方法, 最大乗車人数, マルチタスキングの可能性, SAV の事故安全性, 本調査では他人との相乗りはない設定)を記載した。具体的には SAV は運転手のいない自動運転のタクシーであること, アメリカの複数の州で営業が始まっていること, センサー(レーダー, カメラ, GPS)で交通状況を認識しながら最適なルートを選択できること, 人件費を削減できるため運賃が大幅に安くなることを初めに記した。

次に配車方法についてはスマートフォンのアプリより 24 時間配車ができ自分が利用したい場所(乗りたい場所・降りたい場所)を指定し, 料金は電子マネーやクレジットカードで支払うことを記した。そして, 走行時の操縦はシステムが全て行い, 車内は最大で 4 人乗車でき, 高速 Wi-Fi でリモート会議や高音質音源で音楽を聴くこともできることを図-1 と共に綴った。本学職員へ実施した 2 度のプレ SP 調査では SAV の安全性について最も重大な懸念点であるとして多くの方から説明を要求された。そこで, 安全性については米国の公道実験結果に基づいて, 現在のタクシーの事故リスクと同等という前提にした。また, 本調査では相乗りはない条件であることを示した。SAV のマルチタスキングは SP プレ調査を踏

表-1 交通サービス要因と水準表

交通機関	交通サービス要因	トリップ長8km			トリップ長3km		
		Level1	Level2	Level3	Level1	Level2	Level3
SAV	マルチタスキング	無	有	-	無	有	-
	乗車時間(分)	27	32	37	10	14	19
	運賃(円)	274	548	822	98	196	294
	待ち時間(分)	1~2	2~5	4~6	1~2	2~5	4~6
	徒歩時間(分)	2	-	-	2	-	-
バス	乗車時間(分)	38	43	48	14	18	23
	待ち時間(分)	3~5	5~8	9~10	3~5	5~8	9~10
	運賃(円)	210	-	-	210	-	-
	徒歩時間(分)	5	-	-	5	-	-
鉄道	徒歩時間(分)	5	10	15	5	10	15
	運賃(円)	220	270	350	170	230	280
	乗車時間(分)	20	-	-	10	-	-
	待ち時間(分)	3~7	-	-	3~7	-	-

乗り物の選択肢	バス	鉄道	SAV
乗車時間(分)	23	10	19
徒歩時間(分)	5	10	2
待ち時間(分)	3~5	3~7	1~2
(合計の移動時間(分))	(32)	(25)	(23)
運賃(円)	210	280	196
移動中にできる活動	☆	☆	☆☆
	☆: 睡眠・スマホ・会話 ☆☆: テーブル付き対面シート (リモート)会議や仕事もできる		

図-3 提示した SP デザインの一例

まえて車内でできる内容をカテゴライズして 2 水準で組み込んだ。被験者がマルチタスキングをイメージしやすいよう掲載した有償画像を図-2 に示す。

III)休日・業務トリップでの交通機関選好ではトリップ水準を休日 3 km と 8 km, 業務 3 km と 8 km とし, 水準値を L18 直交表に割り当てた。回答者疲労を考慮し, 被験者には休日 3 km の 3 パタン+業務 8 km の 3 パタン, または, 休日 8 km の 3 パタン+業務 3 km の 3 パタンのどちらかを提示した。各交通機関(バス, 鉄道, SAV)での交通サービス要因と水準値を表-1 に示す。

休日の交通機関選好のシチュエーションは, 東京都心のレストランから観光スポットまでを普段の同行者人数で移動する設定である。業務では, 東京都心の会議場所から次の会議場所までを 1 人で移動する設定とした。いずれも, 回答者が与えられたシチュエーションの出発地点から目的地点までを移動するとき, 最も望ましい交通手段を所要時間や運賃, 待ち時間, アクセス・イグレスの徒歩時間などのサービスを提示し, 1 つの交通機関を選択する形式である。

提示した SP デザインを図-3 に示す。ここでは提示するデザインにかかるプロミネンス仮説や提示順序によって回答結果が左右する開始点バイアスに留意したり, 図-3 は業務シチュエーションでのトリップ長 3 km の一例で

表-2 SAV 受容性段階の年代別・男女別割合

質問内容	全体	男性	女性	年代				
				20代	30代	40代	50代	60代以上
S. ポジティブ	20.4(19)	23(11)	17.8(28)	24.5	19.5	19.5	23	15.5
A. ややポジティブ	20.4(18)	19.6(17)	21.2(19)	23.5	26.5	17.5	14.5	20
B. ニュートラル	40(43)	39.4(51)	40.6(35)	33	37.5	44	43	42.5
C. ややネガティブ	5.3(7)	4.4(9)	6.2(4)	6	5	3	6	6.5
D. ネガティブ	13.5(3)	13.4(3)	13.6(2)	13	11.5	15.5	12	15.5
F. その他	0.4(11)	0.2(12)	0.6(8)	0	0	0.5	1.5	0

数値：%表示

表-3 個人属性別の受容性

	n	回答割合 (%)						
		S.	A.	B.	C.	D.	F.	
東京23区の2分類別 SAV受入れ態度	都心5区 (n=152)	152	25	15	36	7	16	0
	都心5区以外 (n=848)	897	20	21	41	5	13	0
所得区別 SAV受入れ態度	200万円未満	46	13	13	43	11	17	2
	200~599万円	497	19	23	39	6	12	0
所得区別 SAV受入れ態度	600~999万円	245	27	21	37	4	11	0
	1000~1499万円	73	26	21	41	5	7	0
1500万円以上 all	36	28	11	28	8	25	0	
	897	22	22	39	6	12	0	
利用しない	749	19	19	42	5	14	0	
	194	22	25	35	6	11	1	
現行のタクシー利用頻度別 SAV受入れ態度	週に1回	45	31	24	29	7	9	0
	週に2~3回	6	33	17	33	0	17	0
週に4~5回	6	33	0	50	0	17	0	
	6	33	0	50	0	17	0	
週に6回以上 all	1000	20	20	40	5	14	0	

ある。私事のマルチタスキングは「☆☆：プライベートな空間で気兼ねなく食事、音楽が聴ける」とした。

IV)SAVの受容性は SAV の自動運転技術に対する受け入れ態度を、Hulse et al. (2018)を参考に質問した。また、本調査票は相乗りのない設定だが、受容性へ影響すると考え、簡単な質問を行ったので本稿の 3. で紹介する。

3. 自動運転車への受容性の集計

(1) SAV に対する受け入れ態度

受容性のクロス集計結果を表-2 に示す。表中のカッコ内が Hulse et al.の結果である。表中の質問内容には紙幅の都合上、S. ポジティブ、などと表記したが、提示した SP 調査では S. : 道路の安全性や人々のアクセシビリティを向上させる可能性に非常に期待している、A. : 自動運転技術が厳密にテストされている場合に限る、B. : 現時点で判断はできない、C. : 人間が緊急時に手でブレーキをかけたり、ハンドルを切れない状態で公道を走ることに対する反対、D. : 自動運転を信用しない、F. : その他、として質問した。期待が概ね 40%、判断しがたいが 40%、信頼が低いのが 20%となった。全体の傾向は、Hulse et al.と概ね類似しているが、未知の新技术に対して前向きな回答がかなり存在する結果となった。20代、30代の若い層が壮年層と比較して、男性は女性と比較して受容性が高い。

(2) 個人属性別の受容性

居住地別、所得別、現行のタクシー利用頻度別の受容性クロス集計結果を表-3 に示す。表中の n はサンプル数、S, A. などのアルファベットは表-2 で示したアルファベットと対応する受容段階である。居住地の 2 分類別の受

表-4 相乗りの受容性段階の年代別・男女別割合

質問内容	全体	男性	女性	年代				
				20代	30代	40代	50代	60代以上
全く気にしない	8.9	12.4	5.4	12.0	10.5	5.5	9.5	7.0
気にしない	15.2	18.6	11.8	16.0	13.0	17.0	14.0	16.0
どちらでもない	14.4	15.0	13.8	15.0	16.0	13.5	14.5	13.0
他人との同乗はやや気になる	35.6	29.6	41.6	39.0	37.0	32.5	35.0	34.5
他人との同乗は避けたい	25.9	24.4	27.4	18.0	23.5	31.5	27.0	29.5

数値：%表示

容性では、大きな差はみられない。所得区別では高所得者ほどポジティブな受容性を示す割合は増加の傾向にある。また、現行のタクシー利用頻度別では SAV をポジティブに受け入れる割合は、現行のタクシーを頻繁に利用するほど増加する傾向にある。

(3) 他人との相乗りの受容性

相乗りのクロス集計結果を表-4 に示す。SAV は他人との相乗りをすることで運賃が下げることができることを説明したが、相乗りの忌避傾向は全体で 60%も存在した。年齢とともに忌避傾向が幾分強くなることがわかった。また、男性は女性に比べて相乗りを気にしない人の割合が高い結果となった。

4. モデルの推定結果

(1) SP モデルによるマルチタスキング効果

休日・業務トリップでのパラメータ推定結果を表-5 に示す。パラメータの符号、t 値、尤度比は比較的妥当な値を示した。時間価値が低い値を示したのはシチュエーションで設定したトリップ長が短いため、移動時間の短縮効果がさほど影響しなかった結果と推察する。

マルチタスキングは正に有意であり、時間価値が低下する方向に所要時間パラメータの感度が推定されているため、既存の研究結果と整合している。

業務トリップにおける時間価値はマルチタスキングの効果によって 32.5%低下している。表-5 で提示した各選択肢の効用関数を次式に示す。

$$V_{Bus} = \beta_1 T_B + \beta_3 C_B + \beta_4 Wait_B + \beta_5 Walk_B \quad (1a)$$

$$V_{Rail} = \beta_1 T_R + \beta_3 C_R + \beta_4 Wait_R + \beta_5 Walk_R + ASC_R \quad (1b)$$

$$V_{SAV} = \beta_1 T_S(1 - M_S) + \beta_2 T_S M_S + \beta_3 C_S + \beta_4 Wait_S + \beta_5 Walk_S + ASC_S \quad (1c)$$

$\beta_1 \sim \beta_5$: パラメータ、 T_i : 交通機関 i の所要時間、 M_S :

マルチタスキング可能な SAV(図-3 の☆☆)

の場合のダミー(1or0)、 C_i : 交通機関 i の費用、 $Wait_i$:

交通機関 i の待ち時間、 $Walk_i$:

交通機関 i の徒歩時間、 ASC_i : 交通機関 i の定数項

表-5 パラメータ推定結果

説明変数	私事トリップ		業務トリップ	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値
Time(分)	-0.00744	-1.09	-0.0329	-4.92
Time_MultitaskingSAV(分)	-0.00667	-1.03	-0.0222	-3.21
Cost(円)	-0.00144	-11.8	-0.00185	-9.02
Wait(分)	-0.00337	-0.163	-0.0412	-1.98
Walk(分)	-0.000237	-0.262	-0.0277	-3.06
ASC_rail	1.98	14.7	1.70	13.4
ASC_sav	1.36	10.5	1.15	9.82
普通の時間価値(円/分)	5.15		17.79	
マルチタスキングの時間価値(円/分)	4.62		12.00	
sample-size	3000		3000	
調整済尤度比	0.21		0.22	

表-6 パラメータ推定結果

説明変数	私事トリップ		業務トリップ	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値
Time(分)	-0.0105	-1.49	-0.0319	-4.66
Time_MultitaskingSAV(分)	-0.0107	-1.59	-0.0207	-2.91
Cost(円)	-0.00141	-10.8	-0.00193	-8.98
Wait(分)	-0.00760	-0.355	-0.0440	-2.05
Walk(分)	-0.00396	-0.412	-0.0280	-2.98
受容性				
ポジティブ	1.49	13.8	1.24	11.6
ややポジティブ	0.823	7.79	0.886	8.28
ややネガティブ	0.104	0.554	-0.151	-0.739
ネガティブ	-1.37	-7.35	-1.06	-6.08
ASC_rail	1.93	14.1	1.71	13.2
ASC_sav	0.945	6.63	0.781	5.96
普通の時間価値(円/分)	7.45		16.55	
マルチタスキングの時間価値(円/分)	7.58		10.74	
sample-size	3000		3000	
調整済み尤度比	0.27		0.27	

(2) SP モデルによる受容性の評価

SAV の受容性別にダミー変数を組み込んだパラメータ推定結果を表-6 に示す。受容性の大きさは、その態度段階に応じて妥当な方向に変化しているのがみてとれる。また、乗車地点のタクシー供給量を想定した待ち時間を横軸に SAV の選択確率を縦軸にとった SAV の受容性別感度分析結果を図-4 に示す。受容性のポジティブとネガティブとでは待ち時間が同じ場合でも選択確率が 40%~50%異なっており、受容性が需要に大きな影響を与える結果となった。

5. まとめ

本稿では SAV の交通機関選好モデルのための SP 調査を行い、受容性とマルチタスキングの 2 点から考察した。受容性の点では男性は女性と比較して SAV の受容性が高いことや 20 代、30 代の若年層は壮年層と比較して受容性が高い傾向にあることがわかった。また、所得が高

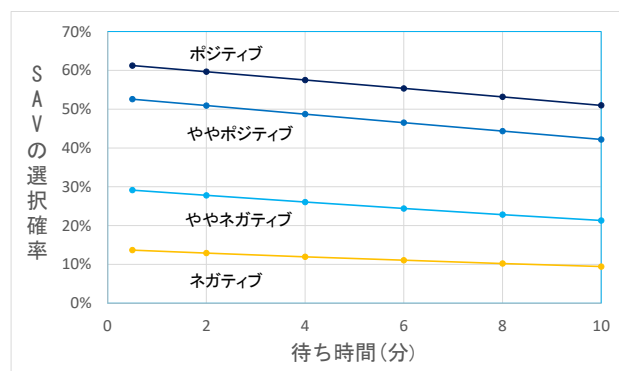


図-4 SAV の受容性と選択確率

い人ほど、現行のタクシーを頻繁に利用する人ほど受容性が高い結果となった。モデルの推定結果からは個人の SAV に対する受容性のパラメータがその受容段階に応じて変動する結果となった。業務トリップでのマルチタスキング時の時間価値低下率は 32.5%となり先行研究と概ね整合する結果となった。

参考文献

- 1) 藤原章正(1993),交通機関選択モデル構築における選好意識データの信頼性に関する研究
- 2) Caroline Pigeon et al.(2021), Factors of acceptability, acceptance and usage for non-rail autonomous public transport vehicles: A systematic literature review
- 3) Armando Carteni(2020), The acceptability value of autonomous vehicles: A quantitative analysis of the willingness to pay for shared autonomous vehicles (SAVs) mobility services
- 4) Timo Liljamo, Heikki Liimatainen, Markus Pöllänen(2018), Attitudes and concerns on automated vehicles
- 5) Lynn M. Hulse et al.(2018), Perceptions of autonomous vehicles: Relationships with road users, risk, gender and age
- 6) Goncalo Homem de Almeida Correia et al. (2019), On the impact of vehicle automation on the value of travel time while performing work and leisure activities in a car: Theoretical insights and results from a stated preference survey
- 7) 加藤浩徳(2020), 「我が国における自動運転車利用時の時間価値に関する基礎研究」
- 8) 加藤浩徳(2013), 『交通の時間価値の理論と実際』, 技報堂出版
- 9) Taha Hossein Rashidi et al.(2020), Reduced value of time for autonomous vehicle users: Myth or reality?

(Received ?)
(Accepted ?)

TRAVEL MODE CHOICE AND USERS' ACCEPTANCE ON SHARED AUTONOMOUS VEHICLES FROM A STATED PREFERENCE SURVEY

Masahide HAYASHI, Seiji IWAKURA