

活動文脈を考慮した SP 調査に基づく 移動販売店舗の選択要因分析

西 智樹¹・吉田 広顕²・大社 綾乃³・原 祐輔⁴

¹非会員 豊田中央研究所 (〒 480-1192 愛知県長久手市横道 41-1)・

E-mail: nishi@mosk.tytlabs.co.jp

²非会員 豊田中央研究所 (〒 112-0004 東京都文京区後楽 1 丁目 4-14 後楽森ビル 10 階)

E-mail: h-yoshida@mosk.tytlabs.co.jp

³非会員 豊田中央研究所 (〒 112-0004 東京都文京区後楽 1 丁目 4-14 後楽森ビル 10 階)

E-mail: okoso@mosk.tytlabs.co.jp

⁴正会員 東北大学准教授 大学院情報科学研究科 (〒 980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06)

E-mail: hara@tohoku.ac.jp

近年移動スーパーやフードトラックなど移動店舗の利用が広がってきている。今後自動運転が普及し、これまで以上に車内空間の使い方の自由度が高くなることで、既存サービス以外にも様々な業種で移動店舗が活用されていくと考えられる。そこで本研究では、スーパー、飲食業、フィットネスジムの 3 業種について Web アンケートを用いた SP 調査を行い、利用場面や様々な属性が選好に与える影響について分析した結果について示す。

Key Words: *stated preference survey, mobile stores, food truck, Bayesian truth serum, mobile grocery store, mobile fitness gym*

1. はじめに

2007 年に DARPA Urban Challenge¹⁾ で市街地コースを走破して以降、自動運転の開発が急激に加速している。自動運転技術を搭載したモビリティサービスを活用することで、交通事故や各個人が負担する移動コストの低減、交通渋滞の緩和といった交通に直接的に関わる指標だけでなく、雇用や居住地といった人々の生活、駐車場の配置や必要道路幅の減少に伴う空いた公共空間の活用など、街そのものにも大きな影響を与えると予想されている²⁾。また自動運転車の活用は、モビリティサービスだけでなく、自動運転トラックによる長距離輸送やラストマイル配送、さらには医療サービスを提供する移動空間など今後広がっていくことが予想される³⁾。

移動店舗や移動できる空間の活用は、世界的に少しずつ広がってきている。例えば東京都におけるフードトラックの数は 2010 年の 1,741 店舗から 2017 年には 3,397 店舗と約 2 倍に増加している⁴⁾。アメリカでも、2018 年のフードトラック事業の数は 5,970 で 2013 年の 3,281 からほぼ倍増し、フードトラックの売上高は 2012 年から 2017 年の間に 6 億 6050 万ドルから 12 億ドルに 79%増加している⁵⁾。また移動スーパーに関しても、日本全国で移動スーパーを運営しているスーパーマーケットが 2013 年の 3.9%⁶⁾ から 2021 年には 33%⁷⁾ と大きな広がりを見せている。近年では、都内でも導入さ

れ始めており、今後は買い物弱者ではない層にも利用が広がる可能性がある。移動店舗を活用したサービスは、移動販売だけに留まらず、移動オフィス⁸⁾ や移動診療所⁹⁾ など様々な業態で注目されている。その他にも、高齢者や移動が困難な住民に対する福祉や教育を目的として、移動図書館、移動美容院、移動博物館などが従来より地方自治体を中心に運営されてきた¹⁰⁾。今後自動運転が普及し、これまで以上に車内空間の使い方の自由度が高くなることで、既存サービス以外にも様々な業種で移動店舗が活用されていくと考えられる。

これまでの移動店舗に関する研究は、中山間地域等の買い物弱者が居住する地域を中心に、移動スーパーの利用者や事業者に対するアンケートやインタビューに基づく調査が数多く行われてきた^{11),12),13)}。しかしながら、近年移動スーパーが展開され始めている都内など代替手段が存在するの地域での活用の仕方は、代替手段がない地域とは異なる可能性があるが、このような地域での利用に関する調査はほとんど行われていない。またこれまでの調査は、移動スーパーを実際に利用している人に対して行われることが多く、ネットスーパーや実店舗との違いに着目した研究は少ない。さらには今後増えてくることが予想されるサービスを提供する移動店舗に関して研究している例はほとんどなかった。

そこで本研究では、フードデリバリーやフードトラックなどが都会を中心に普及しつつある飲食業、中山間地域を中心に移動スーパーが普及しつつある日用品の

買物を担うスーパー、これまでほとんど移動店舗が事業化されていないサービスとしてフィットネスジムの3種について、選好意識調査 (stated preference survey, 以後 SP 調査) を行い、3 大都市圏および地方都市居住者の利用場面や店舗までの距離など様々な属性が実店舗、移動店舗、オンラインサービスの選好に与える影響を明らかにすることを旨とする。本稿では、今回行った3業種に関する SP 調査の概要と、飲食業に関する分析結果について報告する。

2. 既往研究

(1) 移動販売

これまで移動販売に関する研究は、インタビューやアンケート調査を中心に様々行われてきた。谷本ら¹¹⁾は、中山間地域の65歳以上の高齢者へのアンケートに基づき、活動能力と移動店舗を含む買い物手段選択確率をモデル化した。また中山間地域での移動販売サービスの顧客層や価値認識を分析した研究も行われている¹⁴⁾。伊勢ら^{12),15)}は、移動販売を含む移動支援サービスの導入による副次的な影響として、外出頻度が減少することを明らかにした。高齢化が進む地方都市における移動スーパーの実地調査も行われている¹³⁾。その他、移動販売のルート¹⁶⁾や立地モデル¹⁷⁾、空間利用¹⁸⁾に関する研究も行われている。これらの既往研究の多くは、特定の地域や年齢層の移動スーパーなど特定の移動販売の利用に対する調査であるのに対し、本研究は1)幅広い地域、年齢層に対する調査である点、2)現時点の利用有無に関わらず調査している点、3)実店舗、オンラインサービス、移動店舗を比較調査している点、4)同じ被験者に対し、異なる業種(スーパー、飲食、フィットネスジム)について調査している点が異なる。

(2) オンラインショッピング

オンラインショッピングに関しても、様々な調査がされている。植田ら¹⁹⁾は、買い物内容や実空間での外出目的とオンラインによる買い物への移行の関係や、オンラインショッピングを前提とした実店舗の利用の変化について調査した。染谷ら²⁰⁾は、書籍購入を対象として消費者の購買行動を分析し、実店舗での商品の入手困難性や実店舗の不満などがオンラインでの購買行動に影響を与えていることを示した。谷口ら²¹⁾は、大学生を対象にオンラインショッピングが、日常活動のアクティビティチェーンに与える影響を調査し、衣類や日曜雑貨・アクセサリーの購入は他の行動を促進する効果があり、これらの購入行動のオンライン化が街への滞留に与える負の影響が大きいことを示した。これらの研究はオンラインショッピングと実店舗、日常活動と

の関係について調査した研究であり、移動店舗との関係は調査していない。

(3) アンケート調査のバイアス軽減

アンケートを用いた SP 調査は、観測データに基づく調査ではできない、現状存在しない選択肢に関しても容易に推計できるという長所がある反面、バイアスがあることが従来より指摘されている²²⁾。森川ら²³⁾は、RP(Revealed Preference)調査データも同時に収集できる場合に、RP データと SP データを同時に用いる推計方法を提案した。アンケートやクラウドソーシングのマイクロタスクなど人の回答データからバイアスを軽減する方法は様々な分野で提案されている。Prelec²⁴⁾は、通常の設問とその設問に対する他の回答者の回答を予測させる設問とを組合せることでバイアスを軽減するベイジアン自白剤 (Bayesian Truth Serum) を提案した。原²⁵⁾、Hara²⁶⁾は、拡張したベイジアン自白剤を提案し、交通サービスの支払い意思額の表明行動の調査に適用した。Oyama et al.²⁷⁾は、クラウドソーシングにおいてワーカーに回答の確信度を回答させることで、タスクの真の答えの推定精度を向上させる手法を提案した。本研究では、SP 調査のバイアスを軽減するために、通常の選好性を問う設問に加え、Prelec が提案したベイジアン自白剤と同様の他の回答者の回答を予測する設問を追加した。

3. SP 調査設計

(1) 調査目的

本研究で実施した調査の目的は、店舗までの距離や価格などの属性が実店舗、移動店舗、オンラインサービスの選好に与える影響を明らかにすることである。サービスを利用する際の文脈も、選好に大きな影響を与える可能性があるため、いくつかの典型的な利用場面を設定し、様々なサービス内容の移動店舗や実店舗、オンラインサービスに対する選好を尋ねる SP 調査を行う。利用者の選好性は、サービスが取り扱う商材によって異なることが予想されるため、本調査では業種として、すぐに消費する商品を取り扱う飲食業、日常的に消費する商品を取り扱うスーパー、商品ではなくサービスを取り扱うフィットネスジムを選び調査を行う。

(2) 調査概要

本研究で実施した実験の概要を示す。調査会社を通じた Web スクリーニング調査により、3 大都市圏(東京都、埼玉県、千葉県、神奈川県、愛知県、大阪府、京都府、兵庫県)または地方都市(3 大都市圏以外の都道府県)に居住し、交通手段として主に自動車または公

表-1 飲食業の利用場面と店舗属性

利用場面/属性	フードトラック	飲食店	フードデリバリー
利用日 時間帯 利用人数		平日, 休日 12 時, 19 時 一人, 複数人	
店舗までの距離 [km]	0.1, 0.5, 1.0	0.1, 1.0, 5.0	—
平均価格 (昼食) [1000 円] (夕食) [1000 円]	0.5, 1, 1.5 1, 3, 5	0.5, 1, 1.5 1, 3, 5	0.75, 1.5, 2 1.5, 4, 6
待ち時間 ¹ [分]	1, 5, 15	10, 20, 30	15, 30, 60
着席場所の有無	なし, 公共ベンチ	あり	—
メニュー数	人気上位 3 種, 全 30 種	全 30 種	人気上位 3 種, 全 30 種
駐車場の有無	あり, なし	あり, なし	—

¹ 店舗訪問または注文から料理提供までの待ち時間

公共交通機関を利用している被験者をそれぞれ約 300 名集めた。その後、実験用 Web サイトを用いて各被験者に、飲食、スーパー、フィットネスジムの 3 業種について、実店舗、移動店舗、オンラインサービスの利用に関する質問に回答してもらった。

被験者は、まず年齢や性別、主に利用する交通手段や、同居する人の構成、世帯年収、コロナワクチン接種の有無といった、被験者自身に関する選択形式の質問に回答する。その後、3 業種の利用に関する質問に回答する。その際、被験者ごとの移動店舗に関する知識の差を軽減するために、質問の回答前に各業種の移動店舗に関して画像と説明文を提示した。さらに被験者にとって分かりやすいと予想されるフードトラック、移動スーパー、移動フィットネスジムの順に回答してもらうことで、移動店舗の理解を深めてもらった。また回答する際に COVID-19 の影響を軽減するために、COVID-19 が流行する以前または収束後の状況を想定して回答するよう促した。

各業種に関して被験者には、サービスを利用する状況と、実店舗、移動店舗、オンラインサービスの中から 2 つの形態が提示される。それに対し被験者は、それぞれの距離、価格や品揃えなど属性に基づき、どちらの形態を利用したいかと、他の被験者が同じ選択をした割合の予測値を回答する。各被験者が回答する設問は、利用場面、形態の組合せや属性を変えた 6 問を 3 業種、計 18 問用意した。各業種の 1 問目は、ベイジアン自白剤スコアを計算するために共通の設問とした。各被験者に提示する店舗形態の組合せおよび属性の水準は、実験計画法に基づく直交表を用いて組合せを設定した。

飲食業に関して考慮した属性と利用場面を、表 1 に示す。利用場面は、利用日/時間帯/利用人数の 3 種用意した。また店舗の属性は、店舗までの距離/平均価格/待ち時間/着席場所の有無/メニュー数/駐車場の有無を用意し、各属性の水準は、飲食店、フードトラック、フード

デリバリーそれぞれで設定した。移動スーパーおよびフィットネスに関しても、それぞれ同様に利用場面と属性を設計した。

実際に調査で利用した設問のウェブページの例を図 1 に示す。最上位には店舗の情報や利用場面の説明を配置し、その直後に図を用いてその様子を提示する。被験者は、説明文と図により利用場面を理解した後に、その下に配置した 2 種類の店舗形態と各属性の水準を示した表に基づき、どちらの店舗形態を選択するかと、他の被験者が自分と同じ選択肢を選択する割合の予測値を回答する。

設問 1 (進捗率 1/18)

次のようなキッチンカーと店舗型の飲食店があります。同一のお店が運営しているため、出来立ての商品の味は同じとします。

状況設定は平日のお昼 12 時に一人でランチをとるというシチュエーションです。

平日 お昼 12 時



	キッチンカー	飲食店
お店までの距離	500m	5km
平均的な値段	1500円	500円
料理提供までの待ち時間	1分	20分
着席の可否	ベンチなし	着席可能
メニューの種類	人気上位3種類	全30種類
駐車場の有無	なし	なし

上記の場合、キッチンカーと飲食店のどちらがあなたにとって望ましいですか？

	キッチンカー	飲食店
あなたの選択	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

上記の場合、あなた以外の人があなたと同じ選択肢を選ぶ割合はどれくらいだと思いますか？
0から100までの数字を入力してください。

他の人があなたと同じ選択肢を選ぶ割合(%)

次へ

図-1 飲食業の第 1 問の回答画面

4. 調査結果

(1) 基礎集計結果

SP 調査の被験者の年齢及び性別の構成を表 2 に示す。3 大都市圏およびそれ以外の地方都市に居住している被験者は、それぞれ 663 名と 666 名であった。3 大都市圏に居住している被験者のうち、主な交通手段が自動車および公共交通機関であった人数は、それぞれ 350 名と 313 名であった。また地方都市に居住している被験者については、自動車が 356 名、公共交通機関が 310 名であった。居住地、交通手段、性別および年齢のどの項目においても大きな偏りがなく被験者を抽出できていることが分かる。また、被験者の居住地の都道府県の構成を表 3 に示す。表中の太字は 3 大都市圏に分類した都道府県を表している。3 大都市圏とその他の地方都市でほぼ同数の被験者を集めたため、3 大都市圏に分類される都道府県の被験者が多くなっているが、同じカテゴリ内では都道府県の人口から考えて、特に大きな偏りは見られなかった。分析開始前に他者の回答予測値が 0-1 の間に含まれない回答者が 1 名含まれていたため、分析から除去し、1328 名を対象として分析する。

(2) ベイジアン自白剤に基づく SP 調査データの前処理

本調査では、SP 調査データの信頼性を向上させるためにベイジアン自白剤のアプローチを用いた。具体的には、全被験者で共通設問とした飲食業に対する第 1 問目の回答と他被験者の回答の予測を用いて回答の信頼度を表すベイジアン自白剤スコア (Bayesian Truth Serum Score, 以後 BTS スコア) の基準値を算出し、その基準値以下の回答結果をフィルタリングした。全被験者数を N とした時、被験者 i の回答 y_i (フードトラックを選択した場合に 1, それ以外では 0) および被験者 i による他被験者の回答の予測値 z_i (他被験者がフードトラックを選択確率の予測値) を用いて、BTS スコアは次のように計算することができる。

$$BTSScore_i := y_i \cdot \log \frac{\bar{y}}{\bar{z}} + \alpha \cdot \bar{y} \cdot \log \frac{z_i}{\bar{y}} \quad (1)$$

ここで、 $\bar{y} := \sum_i^N y_i / N$, $\bar{z} := \sum_i^N z_i / N$ である。また α はパラメータであり、今回は 0.9 を用いた。BTS スコアは、被験者がどれぐらい正直に回答したかを表すスコアになっており、このスコアが低いことは、回答の真実性が低いと考えられる。

飲食業の第 1 問目のフードトラックの選択確率の予測値のヒストグラムを、図 2 に示す。実際に被験者がフードトラックを選択した割合 (実測値) は 0.35 であり、この図から実測値付近を予測できた被験者も多かったことが分かる。式 (1) を用いて算出した BTS スコア

のヒストグラムを、図 3 に示す。この図から、BTS スコアは大きく 2 つの山があることが分かる。

そのため、各ユーザーのもつ BTS スコアを用いて k-means 法により 2 つのグループにクラスタリングを行った。クラスター 1 は BTS スコアが著しく小さい 51 名、クラスター 2 はそれ以外の 1277 名と分類された。クラスター 1 の飲食業第 1 問目の他者の予測値の平均値は 0, 中央値も 0 であるのに対し、クラスター 2 の他者の予測値の平均値は 47.2, 中央値は 50 である。この結果から、クラスター 1 は他者の予測値を著しく低く見積もるグループであることがわかる。

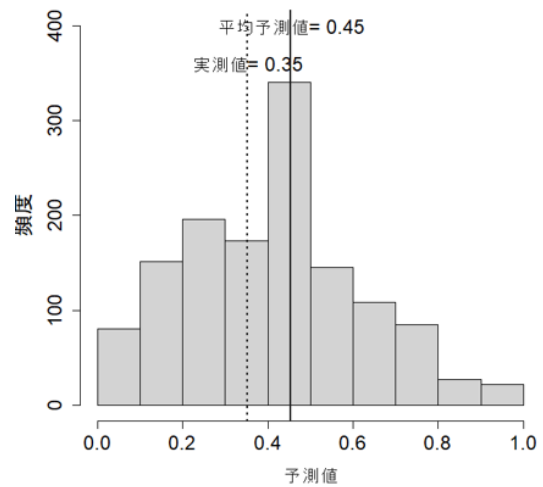


図-2 飲食業第 1 問目におけるフードトラックの選択確率の予測値のヒストグラム

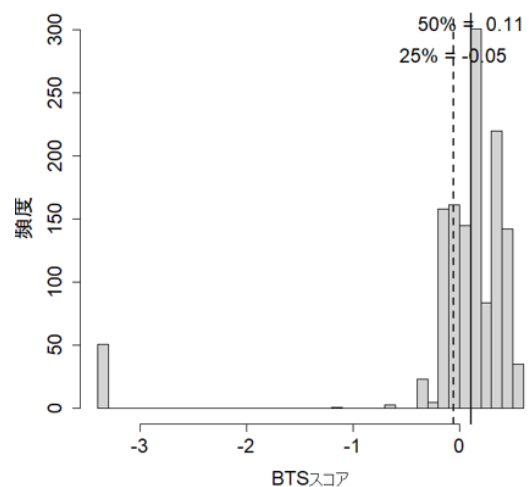


図-3 飲食業第 1 問目における BTS スコアのヒストグラム

表-2 被験者の年齢及び性別構成

居住地	3大都市圏					地方都市			
	自動車		公共交通			自動車		公共交通	
性別	男性	女性	男性	女性	不明	男性	女性	男性	女性
被験者数 [人]	186	164	174	138	1	182	174	162	148
20-29 歳 [人]	35	24	32	31		31	32	31	31
30-39 歳 [人]	38	33	30	29		33	33	32	29
40-49 歳 [人]	44	40	50	35		48	39	39	35
50-59 歳 [人]	36	36	37	27		42	36	34	29
60-69 歳 [人]	33	31	25	16		28	34	26	24

表-3 居住地別被験者数

東京都	愛知県	神奈川県	大阪府	北海道	福岡県	埼玉県	千葉県	兵庫県	広島県
147	106	100	84	83	75	69	67	62	41
宮城県	静岡県	奈良県	京都府	茨城県	三重県	長野県	群馬県	滋賀県	岡山県
36	33	28	27	26	21	20	18	18	17
新潟県	岐阜県	長崎県	熊本県	鹿児島県	愛媛県	秋田県	石川県	福島県	香川県
17	16	16	15	13	12	12	12	12	11
和歌山県	栃木県	山口県	岩手県	大分県	富山県	沖縄県	島根県	宮崎県	青森県
11	10	9	9	9	9	8	8	7	7
山形県	徳島県	佐賀県	鳥取県	福井県	高知県	不明			
6	6	4	4	4	3	1			

(3) 多項ロジットモデルに基づく分析

a) 多項ロジットモデル

利用場面や店舗までの距離、価格などがフードトラック、レストラン、フードデリバリーの選好に与える影響を多項ロジットモデルを用いて分析を行った。フードトラック、レストラン、フードデリバリーの効用 U^f , U^r , U^d を下記の式のようにモデル化する。

$$U^f = \delta^f \left((\beta_1 + \beta_2 x_{car}^f) x_{distance}^f + \beta_3 x_{price}^f + \beta_4 x_{time}^f + \beta_5 x_{seat}^f + \beta_7 x_{parking}^f + \beta_8 x_{lunch}^f + \beta_9 x_{day}^f + \beta_{10} x_{number}^f + \varepsilon^f \right) \quad (2)$$

$$U^r = \delta^r \left((\beta_1 + \beta_2 x_{car}^r) x_{distance}^r + \beta_3 x_{price}^r + \beta_4 x_{time}^r + \beta_5 x_{seat}^r + \beta_7 x_{parking}^r + \beta_{11} + \varepsilon^r \right) \quad (3)$$

$$U^d = \delta^d \left(\beta_3 x_{price}^d + \beta_6 x_{time}^d + \beta_{12} + \varepsilon^d \right) \quad (4)$$

ここで、 x および β , ε はそれぞれ説明変数と説明変数の係数、誤差項を表し、誤差項はガンベル分布に従うとする。説明変数の上付き文字 f , r , d はそれぞれフードトラック、レストラン、フードデリバリーを表す。 δ は、設問の選択肢にその店舗形態が含まれる時に 1、含まれない時に 0 となる 0-1 変数である。また下付き文字の $distance$, $price$, $time$ は属性の距離、価格、待ち時間に対応しており、それ以外の下付き文字の説明変数は 0-1 変数であり 1 になる場合を下記のように定義した。

- $seat$: 店舗に着席可能なスペースがある,
- $parking$: 店舗に駐車場がある,
- $lunch$: 利用時間帯が 12 時である,
- day : 利用日が平日である,
- $number$: 利用人数が 1 人である,
- car : 被験者の主な移動手段が車である。

β_2 は、主な移動手段が車である場合の距離の交互作用に関する係数であり、 β_4 と β_6 は共に、待ち時間の説明変数の係数であるが、フードデリバリーの待ち時間と、店舗やフードトラックの待ち時間とは意味合いが少し異なるため別の係数とした。また利用場面に関する説明変数の係数 β_8 , β_9 , β_{10} については、フードトラックでの影響を見るために、フードトラックの効用関数にのみ入れた。 β_{11} , β_{12} はそれぞれ、レストランとフードデリバリーの選択肢固有定数である。

設問 i において店舗形態 j を選択する確率は、このモデルにより下記のように計算できる。

$$P(i, j) = \delta_i^j \exp(U_i^j) / \sum_{k \in \{f, r, d\}} \delta_i^k \exp(U_i^k) \quad (5)$$

ここで U_i^j は、設問 i の店舗形態 j の属性値や利用場面などを代入して計算される効用である。

設問 i の被験者 k の回答を y_{ik} , 被験者数を N , 一人当たりの設問数を M とすると、説明変数の係数は下記の

対数尤度を最大化する係数を求めることで推定できる。

$$\arg \max_{\beta} \sum_{k=1}^N \sum_{i=1}^M -\log(P(i, y_{ik})) \quad (6)$$

b) BTS スコアを用いたデータの前処理の妥当性評価

飲食業の SP 調査データを用いて推定した結果を、表 4 に示す。推定は、全被験者、BTS スコア上位のクラスター 2、BTS スコア下位のクラスター 1 を用いて行った。BTS スコア下位のクラスター 1 を用いて推定した場合、距離の係数が正であることから、距離が離れるほど効用が増加するというモデルとなっていることが分かる。しかしながら、レストランなどは距離が近いほど利用されやすいのが一般的であることから、このモデルは信頼性が低いと予想される。また、このクラスター 1 は被験者数が少ないという要因があるものの、多くのパラメータの符号が直感と異なる符号を与えており、信頼性の低い被験者集合であると考えられる。

一方で、これらの信頼性の低い被験者を除いた、BTS スコア上位のクラスター 2 の被験者で推定したモデルでは、距離の係数が負になっており、この点が修正されたことが分かる。また、全被験者を用いてモデルを推定した場合よりもクラスター 2 のモデルの方が自由度調整済み尤度比が高く、多くのパラメータで 5% 水準で有意になっていた。これらのことから、BTS スコアを用いてフィルタリングすることで、これまでの SP 調査のように全サンプルを用いる場合に比べ、モデルの信頼性を向上することが確認できた。

c) モデルに基づく飲食業の移動店舗に関する分析

BTS スコア上位のクラスター 2 の観測結果を用いて推定したモデルにより得られた解釈について述べる。店舗までの距離の影響は、主な移動が自動車かどうかで変わることが分かった。またフードトラックは、平日/昼食時/一人での食事の内 2 つ以上利用場面が揃うと、レストランやフードデリバリーの固有定数と近い値になることから、他の条件が同じ場合には、これらの条件下ではレストランやフードデリバリーと少なくとも同等に選択されやすくなることが分かった。その反面、休日の夕食時での複数人による食事には、他の形態に比べフードトラックは選択されにくいことも示唆している。駐車場の有無や座る場所があるかなどに関しても、店舗の選択に影響を与えていることがモデルにより示された。フードトラックやレストランの待ち時間に関しては、待ち時間が長いほど選択されやすくなるモデルとして推定されており、現状のモデルでは解釈が難しい結果となっているが、その他の係数の符号に関しては妥当な符号に有意になっていると言える。

5. おわりに

本研究では、フードデリバリーやフードトラックなど都会を中心に普及しつつある飲食業、日用品の買物を担うスーパー、これまでほとんど移動店舗が事業化されていないサービスとしてフィットネスジムの 3 種について、利用場面や距離、待ち時間など様々な属性が選好に与える影響について、ベイジアン自白剤のアプローチを導入した SP 調査を行った。本稿ではまず、飲食業に対する選好への影響について、BTS スコアを用いてフィルタリングしたサンプルを用いて推定した多項ロジットモデルにより分析を行った。その結果、BTS スコアを用いることで、モデルの信頼性が向上することが確認できた。また、フードトラックは平日/昼食時/一人での食事の利用場面で選択されやすいことがモデルにより示された。主な移動手段が自動車かどうか、選好に大きな影響を与えることも分かった。しかしながら、フードトラックやレストランの待ち時間に関して符号が妥当でないなど、今後モデルの修正が必要であることも分かった。さらに、居住地や年齢などの影響についても分析を行っていないため、今後分析を行う予定である。また、SP 調査を行った 3 業種のうち、飲食業に関してのみ分析を行った結果を報告したが、同様の分析をスーパーやフィットネスジムについても行っていく予定である。

謝辞： 本研究は、東京大学 情報理工学系研究科 次世代知能科学研究センターと豊田中央研究所による社会連携研究部門「モビリティ知能社会デザイン」のプロジェクトとして実施した。

参考文献

- 1) Buehler, M., Iagnemma, K., and Singh, S.: The DARPA urban challenge: autonomous vehicles in city traffic, Vol. 56, Springer, 2009.
- 2) Narayanan, S., Chaniotakis, E., and Antoniou, C.: Shared autonomous vehicle services: A comprehensive review, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol.111, pp.255–293.
- 3) 御手洗陽, 小松崎諒子, and 谷口守: モビリティ・イノベーションの普及を見据えた都市機能の新たな提供手段の可能性—機能搭載型自動運転車 (advus) に着目して—, *土木学会論文集 D3 (土木計画学)*, Vol.76, No.5, pp.1.657–1.666, 2021.
- 4) 国土交通省: 都市のスポンジ化について, 2017.
- 5) Fast-growing food truck industry can operate amid covid-19 social distancing rules, no indoor seating orders, <https://www.census.gov/library/stories/2020/09/food-trucks-one-way-to-eat-out-during-pandemic.html>, (アクセス日 2022/02/17).
- 6) 全国スーパーマーケット協会, 一.: 平成 28 年スーパーマーケット年次統計調査, 2016.
- 7) 全国スーパーマーケット協会, 一.: 2021 年スーパーマーケット年次統計調査, 2021.

表-4 推定結果

係数	BTS スコア上位クラスター		全サンプル		BTS スコア 下位クラスター	
	値	t 値	値	t 値	値	t 値
β_1 距離 (km)[F ² ,R ³]	-0.0514***	-2.37	-0.0420**	-1.97	0.543***	-0.795
β_2 距離 (km) [車移動者交互作用項,F,R]	0.0785***	3.69	0.0747***	3.55	-0.187	0.853
β_3 価格 (1000 円)	-0.356***	-19.87	-0.347***	-19.93	-0.117	-1.46
β_4 待ち時間 (分) [F, R]	0.0214***	6.72	0.0211***	6.76	0.0265	1.52
β_5 着席可能 [F, R]	0.208***	3.82	0.204***	3.84	0.245	0.879
β_6 待ち時間 (分) [D ⁴]	-0.00728***	-3.66	-0.00725***	-3.73	-0.491	-1.44
β_7 駐車場あり&車所有 [F, R]	0.0904	1.53	0.0898	1.56	0.128	0.451
β_8 昼食 [F]	0.625***	10.60	0.603***	10.47	-0.0223	-0.0746
β_9 平日 [F]	0.251***	4.30	0.224***	3.92	-0.467	-1.58
β_{10} 一人で食事 [F]	0.612***	10.67	0.590***	10.51	0.0499	0.167
β_{11} レストラン [選択肢固有定数,R]	1.04***	11.32	1.02***	11.31	0.111	0.231
β_{12} フードデリバリー [選択肢固有定数,D]	1.31***	12.26	1.27***	12.20	0.588	1.19
# of Observations	7662		7974		306	
初期尤度	-5310.894		-5527.156		-212.103	
最終尤度	-4585.893		-4781.802		-159.8465	
自由度調整済み尤度比	0.134		0.133		0.190	

² フードトラック, ³ レストラン, ⁴ フードデリバリー

** は 5%有意, *** は 1%有意になったパラメータを示す。

- 8) <https://mobileoffice.carstay.jp/>, (アクセス日 2022/02/17).
- 9) https://www.monet-technologies.com/news/press/2020/20201027_01, (アクセス日 2022/02/17).
- 10) 石川敬史: はたらく自動車の序論的解説: 移動図書館を中心に, **情報の科学と技術**, Vol.68, No.1, pp.8-13.
- 11) 谷本圭志, 倉持裕彌, and 土屋哲: 活動能力に着目した高齢者の買い物手段に関する考察-中山間地域を対象に, **土木学会論文集 D3 (土木計画学)**, Vol.70, No.5, pp.1.781-1.788, 2014.
- 12) 伊勢昇, 湊絵美, and 櫻井祥之: 買い物支援サービス導入状況別にみた都市中心部への外出頻度の要因分析, **都市計画論文集**, Vol.51, No.3, pp.1265-1270, 2016.
- 13) 鳥海重喜 and 大森紘: 日立市における買い物弱者支援のための移動販売サービスに関する分析, **都市計画論文集**, Vol.55, No.3, pp.443-450, 2020.
- 14) 谷本圭志, 倉持裕彌, and 土屋哲: 中山間地域における移動販売サービスの顧客層に関する実証分析, **都市計画論文集**, Vol.50, No.3, pp.324-330.
- 15) 伊勢昇 and 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.
- 16) 谷本圭志, 土屋哲, and 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分析, **都市計画論文集**, Vol.52, No.3, pp.429-434.
- 17) 千葉晟和 and 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.
- 18) 秋月優里, 真鍋陸太郎, 村山顕人, and 小泉秀樹: 移動型サービスを受け入れる空間利用のあり方, **都市計画論文集**, Vol.55, No.3, pp.303-310.
- 19) 植田拓磨, 山室寛明, and 谷口守: サイバースペースへの買い物行動移行特性とその要因, **土木学会論文集 D3 (土木計画学)**, Vol.68, No.5, pp.1.541-1.550, 2012.
- 20) 染谷広幸, 大塚時雄, and 三友仁志: e コマースの普及が消費者の購買行動に与える影響——書籍購入における物理的移動の情報通信への代替可能性に関する実証的分析——, **地域学研究**, Vol.37, No.4, pp.1157-1172, 2007.
- 21) 谷口守, 橋本成仁, and 植田拓磨: 行動連鎖表を用いたサイバー化による都市滞留行動への影響分析-購買行動の空間代替・補充関係に着目した試論, **土木計画学研究・論文集**, Vol.27, pp.375-383, 2010.
- 22) 藤原章正 and 杉恵頼寧: 選好意識データに基づく交通手段選択モデルの信頼性, **土木計画学研究・論文集**, Vol.8, pp.49-56, 1990.
- 23) 森川高行 and 山田菊子: 系列相関を持つ rp データと sp データを同時に用いた離散型選択モデルの推定法, **土木学会論文集**, No.476, pp.11-18, 1993.
- 24) Prelec, D.: A bayesian truth serum for subjective data, *science*, Vol.306, No.5695, pp.462-466, 2004.
- 25) 原祐輔: 選好誘出メカニズムがオークションの効率性に与える影響分析のための実験的アプローチ, **土木学会論文集 D3 (土木計画学)**, Vol.73, No.5, pp.1.1119-1.1128, 2017.
- 26) Hara, Y.: Behavioral mechanism design for transportation services: Laboratory experiments and preference elicitation cost, *Transportation Research Part B: Methodological*, Vol.115, pp.231-245, 2018.
- 27) Oyama, S., Baba, Y., Sakurai, Y., and Kashima, H.: Accurate integration of crowdsourced labels using workers' self-reported confidence scores, Twenty-Third International Joint Conference on Artificial Intelligence, 2013.

(Received 2022. 3. 1)

(Accepted 2022. 3. 1)

CONTEXT DEPENDENT STATED PREFERENCE ANALYSIS
FOR MOBILE STORES

Tomoki Nishi, Hiroaki Yoshida, Ayano Okoso, Yusuke Hara