

# 大都市圏郊外部における統合モビリティサービスに関する選択型コンジョイント分析 —個人特性による選好の差異に着目して—

## A Choice-based Conjoint Analysis of Integrated Mobility Services in the Suburbs of Tokyo: A Focus on the Differences in Preferences According to Individual Characteristics

東京大学工学部都市工学科都市計画コース 03-190143 坂田 亮輔

For public transport to be able to substitute cars, it is important to make it more user-friendly. For the purpose of obtaining clues for the integration of transportation services beyond the barriers between operators, I designed a Stated Preference survey on package plans that integrate multiple transportation services. I used a choice-based analysis to analyze choice patterns. The estimation results of the value of individual transportation services and the differences between individual characteristics show that sharing services are not perceived to be of high value overall, and that young people are suitable targets for the integrated package plan.

### 1. 研究の背景と目的

少子高齢化や持続可能性が大きな課題となる社会において、自家用車を代替する利便性の高い交通サービスの出現が求められるようになった。長期的には自動運転技術の進展や移動形態の変容などによる自家用車交通の減少を目指すことも考えるが、現在の生活と技術レベルを維持するという前提において、自家用車による移動を代替しうる選択肢が公共交通サービスである。

2010年代以降、欧州を中心に普及しつつある概念である”Mobility as a Service (MaaS)”は、現状において運営主体ごとに分かれている公共交通サービスを一つのサービスへと統合することを表している。現状、日本国内においては先進的な北欧諸国と比較すると MaaS の進展は遅れている。

本研究においては、日本において個別に分離した状態で存在する交通サービスを統合させることに向けた足掛かりとすべく、MaaS に基づいたマルチモーダルパッケージについての SP 調査を実施し、日本における価値を推定するとともに、サービス提供に適した利用者層やサービス内容についての検証を行うことを目的とする。具体的には、ICT やサブスクリプションサービスに適用しやすい若者や、交通サービスの利便性が高い都心に近いエリアにおいて相対的に高い価値が感じられていると予想される。

### 2. 先行研究の整理と本研究の位置付け

Ho et al. (2020)<sup>1)</sup>において、これまでになされた MaaS を主題とする研究は限られた数にとどまっており、導入に関する潜在的な支払い意思に関する調査はほとんどなされていないと述べた上で、イギリスにおいて実施した調査をもとにマルチモーダルパッケージを構成する要素

の支払意思額を推定している。

藤垣他(2017)<sup>2)</sup>は、MaaS の台頭を念頭に置いて、複数の交通手段を一つのシステムに統合したサービスとして、「統合モビリティサービス」という概念を提唱しており、本研究においてもその定義をベースにして、統合モビリティサービスに当たるサービスの提供に関するアンケート調査を実施した。同論文中において、具体的には以下のように定義されている。

「統合モビリティサービス(IMS)」とは、「鉄道、バス、タクシー、DRT やカーシェアリング等の個別に提供されていた交通サービスを、一つのアカウントや窓口で一体的に決済できる料金体系のもとで、単一の時刻・経路探索及び予約手配システムを通して利用者に提供するサービス」を指すものとする。<sup>2)</sup>

また、調査は、Sanko(2011)<sup>3)</sup>において紹介された手法をもとに実験計画法、及び合崎他(2007)<sup>4)</sup>や武田他(2004)<sup>5)</sup>において紹介された選択型コンジョイント分析を用いることを前提として設計を行った。

本研究では、マルチモーダルパッケージを提示する調査を通してその構成要素の有する金銭的価値を推定しており、この要素の中に Ho et al.<sup>1)</sup>においては含まれていなかった交通サービスを統合するシステムそのものを含めている点、及び、パッケージプランの構成要素に関する金銭的な価値を推定する研究は執筆時点において日本国内においては行われていない、という点に特徴がある。

### 3. アンケート調査の概要

#### 3.1 調査実施要項

調査は Web アンケートの形式で実施し、対象地域は首都圏の一都三県をベースに郊外部に相当するエリアとして 205 市区町村を選んだ<sup>6)</sup>。調査対象者は 20~69 歳の男女とした上で、性別・年齢層別のサンプル数は平成 27 年

表1 調査諸元

調査方法	Web アンケート（調査会社：楽天インサイト（株））
実施期間	2021年1月15日～1月18日
対象者属性	20歳以上69歳以下の男女
サンプル数	500名
対象者居住地	東京都・神奈川県・千葉県・埼玉県の205市区町村
主な質問項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>現在の自動車運転免許・自家用車保有状況</li> <li>現在の移動状況</li> <li>現在の移動に対する支出、自家用車に費やしている維持費</li> <li>現在の鉄道/バスに対する満足度、手段選択において重視する要素</li> <li>仮想サービスに対する選好選択</li> </ul>

（「現在」の定義については注釈<sup>2</sup>の通り。）

国勢調査による分布に合うようにスクリーニング段階において調整を行った。

調査諸元は次の表1の通りである。

### 3.2 調査において提示したプランの内容と回答形式

アンケート調査の実施に当たって、個別の交通サービスを統合するシステムであり、サービス利用におけるインターフェースの役割を担うものとして i-MaaS というシステムを設定した。i-MaaS は、統合モビリティサービスにおける時刻・経路探索や予約手配、決済などといったシステムを統合し、ユーザーは i-MaaS を通して事業者を跨いだ公共交通サービスの利用もシームレスに行うことが出来るものとした。回答者には MaaS の概念と i-MaaS についての説明を回答前に動画で提示した。

Web 調査の特性上、提示するプランの料金設定などを行って分析を実行するに当たり、交通サービスの利用可能範囲を回答者ごとに細かく設定することは困難であることから、藤垣他<sup>9</sup>の研究を参考に、最寄り駅を中心として 3km 程度の範囲の、日常生活で利用する圏内（ゾーンと呼称）をカバーするようなサービスを月額制で提供するものとした。これに合わせて、最寄り駅・最寄りバス停からの距離に準じてスクリーニング<sup>3</sup>を行った。

各プランの提示については、各回答者当たり二者択一式の選好質問が 8 回繰り返されることとし、それぞれの質問において提示されるプランの中身は、表2に示した属性ごとの水準の組み合わせによって設定した。ここで、カーシェアと自転車シェアについては回答者ごとにそのどちらか一方のみが提示されるものとした<sup>4</sup>。分析過程において属性ごとの金銭的価値を推定するに当たっては料金属性の水準設定が重要となるが、本研究においては

表2 属性と水準

属性	水準数	水準の内訳
料金（月額）	4	1. 3000 円、2. 6000 円、3. 9000 円、4. 12000 円
i-MaaS	2	0. なし、1. あり
バス	2	0. なし、1. ゾーン内乗り放題
タクシー	2	0. なし、1. ゾーン内月 10 回まで利用可能
カーシェア	2	0. なし、1. 月 10 時間まで利用可能
自転車シェア	2	0. なし、1. ゾーン内乗り放題

石井他(2021)<sup>7</sup>)に合わせ、フィンランドにおいて提供されている MaaS サービスである Whim の料金設定<sup>8</sup>)を参考にして水準を設定した。

属性ごとの水準の組み合わせについては、実験計画法に従って L8 直交表に基づいて組み合わせを作成した。

ここで、表2に示した通り、提示されるプランの中には i-MaaS が含まれていないプランも存在している。このプランにおいては i-MaaS、即ち交通サービスを統合するシステムが存在しないものとして扱うものとし、選好質問においては以下の図1上段のような形で提示した。

二者択一問題の選好質問の回答に当たっては、選択型

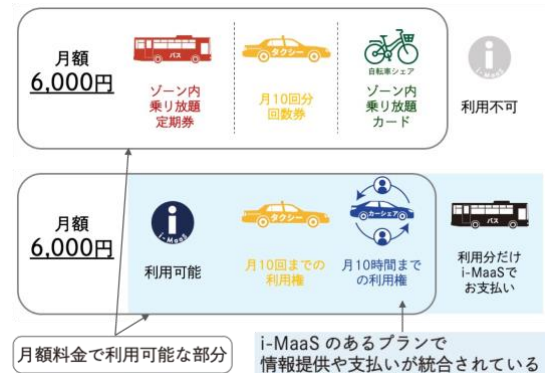


図1 プランの提示方法の例

コンジョイント分析に関する先行研究<sup>4,5</sup>)において実施された手法とは異なり、「どちらも買わない」という選択肢は設けなかった。これは、本研究においては「どちらも買わない」場合、現状と同じ交通行動を取ることになるが、現状は個人によって異なり、「どちらも買わない」場合の効用が回答者ごとに異なってしまうことを考慮したためである。

## 4. アンケート結果の分析と考察

### 4.1 分析手法と部分推定価値

アンケート調査において得られた選好質問の回答データについて、合崎他<sup>4</sup>)で紹介された手法で、データ解析環境 R において提供されている survival パッケージを利用して選択型コンジョイント分析を実行した。

回答者 $n$ にとってプラン $j$ の有する効用の確定項 $V_{nj}$ を下式(1)のように設定し、ランダム項が独立で同一の極値分布に従うという仮定のもとで、対数尤度関数が最大となるように各属性についてのパラメータ $\beta_k$ を推定する。

$$V_{nj} = \sum_k \beta_k x_{kj} \quad (1)$$

ただし、 $k$ ：属性を表す添え字、 $x_{kj}$ ：プラン $j$ の属性 $k$ に関する属性変数（料金属性については水準値そのものに対応し、その他の属性については何らかのサービスが提供される場合に1、サービスが提供されない場合に0をとるようなダミー変数として定義）。

ここで、各属性について推定したパラメータを利用して、非料金属性の属性変数が1単位分変化した時に全体の効用を維持するためには何円分の料金属性の変化が必要となるかを推定することが出来る。具体的には上の式(1)を偏微分することによって得られる以下の式(2)のように、料金属性のパラメータ推定値と任意の非料金属性のパラメータ推定値との比をとった上で-1を乗じることで金銭的価値を推定することが出来る。なお、本研究において推定される値は回答形式の違いにより先行研究<sup>4)</sup>中の限界支払意思額とは異なるため、本研究中では「部分推定価値」という語として定義することとする。

$$\frac{d \text{料金}}{dk} = - \frac{\frac{\partial V}{\partial k}}{\frac{\partial V}{\partial \text{料金}}} = - \frac{\beta_k}{\beta_{\text{料金}}} \quad (2)$$

#### 4.2 全体の分析・考察

個人特性別に回答者を分類せず、全データをサンプルとしてモデルを推定して得られた部分推定価値を表したものが以下の表3である。

カーシェア、自転車シェアの両シェアリングサービス

表3 回答者全体の部分推定価値

	グループA	グループB	全体統合
i-MaaS	¥1830 ***	¥1762 ***	¥1788 ***
バス	¥2194 ***	¥2757 ***	¥2506 ***
タクシー	¥2407 ***	¥2096 ***	¥2233 ***
カーシェア	¥540 **	-	¥442 *
自転車シェア	-	¥39	¥118

(\*\*\*: 1%有意, \*\*: 5%有意, \*: 10%有意)

(グループAはカーシェアを、グループBは自転車シェアを提示したグループ)

については部分推定価値が小さく推定されており、自宅周辺における日常的な移動手段としては浸透していないものと考えられる。

ここで、カーシェアと自転車シェアとをともに含む統合モデル（表3中の「全体」列）については厳密にはカ

ーシェア属性と自転車シェア属性間で直交性が崩れており、実験計画法の趣旨から外れてしまっているが、以降の分析においては、部分推定価値が大きく、有意性の高いi-MaaS、バス、タクシー属性について、全体を統合する形で推定を実施している。

#### 4.3 年齢層別の分析・考察

各回答者の年齢によって全体を20歳以上44歳以下の若年層と45歳以上69歳以下の高年層とに分けてそれぞれについて推定された部分推定価値を示したものが以下の図2である。図2からは、いずれの属性についても若年層は部分推定価値が相対的に高い傾向を読み取ることができ、若者はICTやサブスクリプションサービスに適応しやすいという直観に一致する。

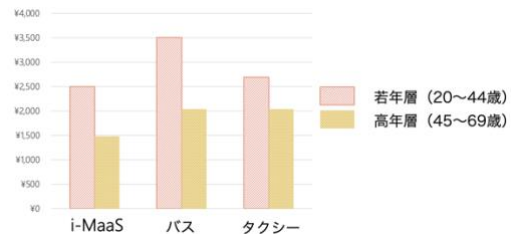


図2 年齢層別の部分推定価値

また、部分推定価値を算出する元となるパラメータ推定値の差に有意な差があるかを検証すると、料金属性に有意な差があると判明した。これは、高年層は若年層と比較して料金の上昇に敏感であるということを示し、高年層は相対的に自動車免許の保有率が高く、家用車運転頻度が多いことが影響していると考えられる。

#### 4.4 都心からの距離層別の分析・考察

各回答者の居住自治体について都心からの距離<sup>5)</sup>を、30kmを基準としてそれ以内と以遠とに分けてそれぞれについて推定された部分推定価値を示したものが以下の図3である。図3からは、いずれの属性についても都心から30km以内の層は部分推定価値が相対的に高い傾向が読み取れる。都心から近いエリア程、バス路線が充実しており、バスに対して感じる価値が高くなるといった直感と同様の方向性とはなっているが、バス属性は先の年齢層別の比較ほど顕著な差とはなっていない。

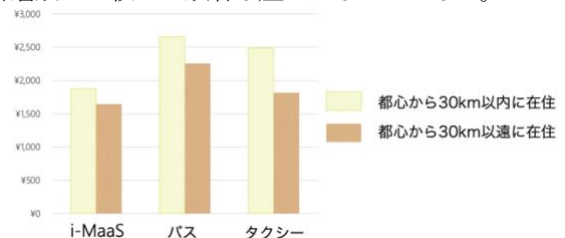


図3 都心からの距離層別の部分推定価値  
部分推定価値を算出する元となるパラメータ推定値の

差の有意性を検証すると、タクシー属性のみに有意という結果が得られた。これとは別に都心から20～30mのエリアにおいてタクシー利用頻度が高い回答者が多いという結果が得られており、この推定結果と関連があると考えられる。一方で、タクシー以外の属性については有意な差は見られず、どの距離層がよりサービス提供に適しているかまでは推察できない。

#### 4.5 部分推定価値と実際のサービス料金との比較

4.2 節で推定したバスとタクシーの部分推定価値を実

表4 部分推定価値と実際の料金の比較

	4.2節で推定した部分推定価値	実際の料金
バス ゾーン内乗り放題	¥2,506	¥9,450 <sup>9)</sup>
タクシー ゾーン内10回	¥2,233	¥7,300 <sup>10)</sup>

際に提供されているサービスの料金と比較したものが以下の表4である。

本研究にて推定した部分推定価値は、条件の違いはあるものの、実際の料金設定と比較して大きく下回った値となっており、事業者の収支という面からは、この部分推定価値単体での事業化は困難であると考えられる。

#### 5. 結論と今後の課題

本研究の結論としては、以下の通りである。まず、現状では全体的にはシェアリングサービスに対して高い価値が見出されていないこと、続いて、高年層よりも若年層の方がパッケージプランに含まれる個別の要素に対してより高い価値を感じる傾向にあること、最後に、i-MaaSやバスといったマルチモーダルパッケージで特に重要となる要素については都心からの距離層によって二分した内のどちらがサービス提供に適しているかは見出せなかったこと、が挙げられる。

これらの知見をもとに、若年層をターゲットとすることや現段階ではシェアリングサービスはマルチモーダルパッケージの中心には据えない形でサービスを提供するなど、より効果を得やすい形で事業を立ち上げることが、日本におけるMaaSの早い実現につながると考える。

また、本研究の課題としては、分析に利用するモデルの改善(混合ロジットモデルの使用など)や、本研究においては無視した交互作用を踏まえた設計での調査、さらにプランに含むサービスや提供範囲をより現実的に即した形に拡張することなどが挙げられる。

#### 謝辞

本研究は公益社団法人日本交通政策研究会の令和2年度自主研究プロジェクト「新しいモビリティサービスと都市・地域のあり方」(主査: 東京大学 高見淳史)の助成を受けて実施しました。

#### 補注

- \*1 東京都・神奈川県・千葉県・埼玉県の内、以下のいずれかの条件を満たす市区町村を調査対象外とした。
  - ・昼夜間人口比率が1.2を超過する市区町村(都心自治体)
  - ・東京駅を中心としてその市区町村の中心駅まで片道90分以上を要する市区町村(東京通勤圏外自治体)
- \*2 アンケート調査実施期間中は一都三県に対して新型コロナウイルス感染症緊急事態宣言が発令されていたが、「現在」とは同宣言の発令以前を意味するものと言及した上で調査を実施した。
- \*3 最寄り駅を含む自宅周辺3km圏内の移動を担うサービスの対象とするため、最寄り駅までの徒歩5分以上30分未満、かつ最寄りバス停までの徒歩20分未満と回答した場合のみを本回答の対象とした。
- \*4 ゾーン内における自家用車利用頻度などを参考に、回答者を自家用車ユーザーと非自家用車ユーザーとに分類し、前者にはカーシェアを、後者には自転車シェアを属性に含めて調査を設計した。
- \*5 回答者の居住自治体の代表点(役所所在地)と、旧東京都庁(千代田区)との直線距離を都心からの距離として定義した。

#### 参考文献

- 1) Ho, C. Q., Mulley, C., & Hensher, D. A. (2020). Public preferences for mobility as a service: Insights from stated preference surveys. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 131, 70-90.
- 2) 藤垣洋平, 高見淳史, & 原田昇. (2017). 統合モビリティサービスの概念と体系的分析手法の提案. *土木学会論文集 D3 (土木計画学)*, 73(5), 1\_735-1\_746.
- 3) Sanko, N. (2001). Guidelines for stated preference experiment design. *Master of Business Administration diss., Ecole Nationale des Ponts et Chaussées. s.*
- 4) 合崎英男, & 西村和志. (2007). データ解析環境 R による選択型コンジョイント分析入門. *農村工学研究所技報*, 206, 151-173.
- 5) 武田ゆうこ, 藤原宣夫, & 米澤直樹. (2004). コンジョイント分析による都市公園の経済的評価に関する研究. *ランドスケープ研究*, 67(5), 709-712.
- 6) 藤垣洋平, 高見淳史, & 原田昇. (2017). 大都市圏向け統合モビリティサービス Metro-MaaS の提案と需要評価 自動運転車によるオンデマンドバスと既存公共交通の将来的な統合を目指して. *都市計画論文集*, 52(3), 833-840.
- 7) 石井真, & 西堀泰英. (2021). 地方都市における定額制 MaaS の需要調査~ 愛知県豊田市を事例として~. *交通工学論文集*, 7(2), B\_41-B\_45.
- 8) MaaS Global Ltd: Compare different Whim plans to find the plan that suits you, <https://whimapp.com/plans/> (2021年3月11日閲覧) .
- 9) 東京都交通局: 運賃・乗車券・定期券, <https://www.kotsu.metro.tokyo.jp/bus/fare/index.html> (2021年3月11日閲覧) .
- 10) 国土交通省: 報道発表資料: 来月30日から東京で410円タクシーが走ります, [https://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha03\\_hh\\_000255.html](https://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha03_hh_000255.html) (2021年3月11日閲覧) .