

大都市圏における鉄道輸送サービスと沿線居住意向の関係

渡邊 拓也* 深澤 紀子* 奥田 大樹* 鈴木 崇正*

Relationship between Levels of Urban Railway Services and Residential Location Preference in Metropolitan Area

Takuya WATANABE Noriko FUKASAWA Daiki OKUDA Takamasa SUZUKI

Railway operators are endeavoring to improve levels of their services in order to gain more residents nearby. However, no studies have been focusing on the relationship between levels of railway services and residential location preference in metropolitan areas. In this study, a questionnaire survey was conducted in metropolitan areas. We applied a conjoint analysis to the collected data and quantified the effect of each transportation services on residential location preference. We confirmed that the effects can be compared quantitatively among each transportation service. The result of the analysis suggests that railway services that affect residential location preference differ depending on resident's attributes such as where they live and/or how often they use rail.

キーワード：都市鉄道，鉄道輸送サービス，居住意向，アンケート調査，コンジョイント分析

1. はじめに

人口減少時代への突入や働き方の変化などにより、鉄道の利用者数は減少することが予想される。そこで鉄道事業者は今後も安定的に需要を獲得するために、新駅設置や新型車両の投入などの設備投資をはじめ、ダイヤ改正による利便性の向上など多岐にわたる輸送サービス向上施策を実施し、自社路線の沿線居住者の維持・増加を図っている。しかし、それら施策がどの程度、沿線居住者の維持・増加に寄与しているかは明らかになっておらず、鉄道事業者は施策の有効性を定性的に検討しながら、手探りで各施策を実施している。その一方で、各施策の実施にはコストがかかり、限られたリソースで効率的な施策を実施することが求められている。特に、新線・新駅建設といった大規模な設備投資と比較すれば、運行本数やダイヤの変更といった輸送サービス向上施策は、比較的 low コストで実施することが可能である。それらと沿線居住意向の関係について明らかにできれば、各鉄道事業者の持続性に寄与することができ、沿線住民の生活の安心・安全の創造にもつながる。

鉄道路線の輸送サービスが、利用者の満足度や需要に与える影響について分析した研究事例は数多く存在する¹⁾²⁾が、沿線への居住という観点での検討はなされていない。居住の観点では、鉄軌道の運行頻度と駅周辺の人口分布の経年変化について分析する研究³⁾も存在するが、地方都市を対象とした検討に留まっている。

そこで本研究では、大都市圏の鉄道沿線に居住している鉄道利用者を対象として、鉄道路線の輸送サービスと

鉄道路線沿線への居住意向に着目し、それらの関係性について考察を行った。

2. アンケート調査によるデータの収集

2.1 仮想選択調査の設計

本研究では、被験者に対して様々な輸送サービスをもった仮想的な鉄道路線を複数提示し、それら路線に対する選好を調査することにより、個別の輸送サービスが居住意向にどの程度影響を及ぼしているかを明らかにすることとした。収集データに対する分析方法として、コンジョイント分析を適用することとした。コンジョイント分析は、複数の要素で構成される製品などの嗜好を把握する目的で、要素ごとの嗜好を定量的に評価するのが困難な場合に、全体の評価を行うことで、その結果から各要素の嗜好を推計する統計的方法である。

調査で提示する仮想的な鉄道路線は、列車本数や速達列車の有無などの複数の輸送サービスに関する属性を持つ。コンジョイント分析において、被験者に提示する選択肢をプロファイルといい、本研究ではこの仮想的な鉄道路線を持つ輸送サービスの組み合わせのことを指す。

コンジョイント分析を適用するためのデータの測定方法にはいくつかの方法があり、被験者が妥当な判断をできるかどうかなどを考慮して、その方法を決定する。今回は、提示した二つのプロファイルから好ましい一方を選択してもらって対比較法を用いる。本節では、対比較法を用いた調査の設計について述べる。

2.1.1 提示するプロファイル

評価の対象としたい輸送サービスはプロファイルに必ず盛り込む必要がある。しかし、提示する輸送サービス

* 情報通信技術研究部 情報解析研究室

の種類が多くなりすぎると、被験者が各選択肢を適切に認知できなくなる可能性がある。そこで、最適な提示属性数についての既往研究⁴⁾や、鉄道事業者が輸送施策で改善しうるサービスか否かを考慮して、本研究では表1に示す9つの輸送サービスをプロフィールに盛り込む属性として採用した。また、各輸送サービスの水準は、各属性の現実的な変動幅を少し上回る範囲が両端となるように設定した。

本調査では、表1にまとめた水準をランダムに持つプロフィールを複数作成し、それを被験者に提示する必要がある。調査に必要なプロフィールの数を抑制するため、直交表を用いて64通りのプロフィールを作成した。

2.1.2 サンプルサイズの検討

一対比較法は、被験者にとって判断が容易であるという長所がある一方、統計分析に足る判断回数が非常に大きくなる欠点がある。そのため必要なサンプルサイズに関する検討が必要である。本研究では「全ての水準が500回以上出現」とする基準⁵⁾を参考にした。このとき、本研究で必要な総提示回数は3,800回程度となる。1人の被験者に10回の仮想選択を行わせる場合、被験者数は380人で良い。ただし、属性ごとの分析を行う際には、属性ごとに分割した後の提示回数が3,800を超えている必要があるため、より多くの被験者が必要になる。

2.1.3 仮想選択場面の状況設定

今回の調査では、個別の輸送サービスが評価に与える影響を調査するため、自宅周辺の地域の住みやすさや、駅周辺の公共施設・商業施設の多さ、通勤・通学先へのアクセスなどについては不変であって、最寄り鉄道路線だけが異なる状況になるような場面を被験者に想定させなければならない。ただし、そのような土地は現住地以外には存在し得ず、調査で提示する仮想的な鉄道路線の沿線に転居することを想定させる場合、仮定が多くなり、被験者が妥当な回答をすることができなくなる可能性がある。そこで、自宅や地域、駅周辺は全くそのままに、最寄り鉄道路線の輸送サービスだけが変化するという状況を想定し回答してもらうことで、居住意向に影響を及ぼす鉄道輸送サービスを評価することとした。

2.2 調査対象者

今回の調査は、自宅最寄りの鉄道路線の輸送サービスの違いが居住意向に及ぼす影響について問う調査であることから、被験者は、鉄道が身近にあり各家庭において居住場所に関する意思決定権を有している者であることが望ましい。また調査項目に対して適切に回答してもらうため、最寄り鉄道路線の利便性が居住地決定に影響を及ぼすと考える者であり、現住地から転居する可能性、または転居意向を多少なりとも持っている者である必要

表1 調査で設定した属性と水準

	属性	水準数	水準
1	快速列車などの速達タイプの列車の有無	4	①速達タイプの列車があり、最寄り駅には全て、もしくは大半停車する ②速達タイプの列車があり、最寄り駅にはそのうち半分程度停車する ③速達タイプの列車はあるが、最寄り駅には全く停車しない ④各駅停車の列車しかない
2	都心の大規模ターミナル駅までの直通運転	2	①あり ②なし
3	有料着席サービス(列車)の有無	2	①あり ②なし
4	小規模な遅延による目的地への到着時刻の数分の遅れの発生頻度	4	①1ヶ月に1回程度 ②2週間に1回程度 ③1週間に1回程度 ④ほぼ毎日
5	よく行く目的地に移動する際の、最寄り路線部分の片道運賃	5	①○○円(現状より2割増) ②○○円(現状より1割増) ③○○円(現状のまま) ④○○円(現状より1割引) ⑤○○円(現状より2割引)
6	よく行く目的地に移動する際の、最寄り路線部分の所要時間	5	①○○分(現状より2割増) ②○○分(現状より1割増) ③○○分(現状のまま) ④○○分(現状より1割減) ⑤○○分(現状より2割減)
7	自宅最寄り駅への終列車の到着時刻	6	①午後11時30分 ②午前0時00分 ③午前0時30分 ④午前1時00分 ⑤午前1時30分 ⑥午前2時00分
8	ラッシュ時間帯の1時間あたりの停車本数(片方向あたり)	8	①4本(15分間隔) ②6本(10分間隔) ③8本(7~8分間隔) ④10本(6分間隔) ⑤12本(5分間隔) ⑥15本(4分間隔) ⑦20本(3分間隔) ⑧30本(2分間隔)
9	ラッシュ時間帯の混雑の状況	5	①席が半分程度埋まる ②席が全て埋まり、つり革・手すりはほぼあいている ③席もつり革・手すりも全て埋まる ④折りたたむなど無理をすれば新聞を読める ⑤電車が揺れるたびに体が斜めになって身動きできず、手も動かせない

がある。さらに、鉄道輸送サービスに対する重要度・満足度評価は、地域によって異なることが示されている⁶⁾ことから、複数の地域を対象に調査を行うことが望ましい。

以上の検討により、①都市近郊鉄道が通過する、埼玉県・千葉県・東京都・神奈川県内の関東圏144市区町村、滋賀県・京都府・大阪府・奈良県・兵庫県・和歌山県内の関西圏96市町村のいずれかに居住していること、②鉄道を年数回程度以上利用していること、③年齢が18歳以上で高校生でないこと、④5年後の居住地が現住地と異なる可能性が少しでもある、または現住地から引越しをしたいと少しでも思っていること、⑤転居先に関して重視する項目（複数選択）について「最寄り駅を通る鉄道路線の利便性（列車本数など）」を選択すること、の5条件をスクリーニング条件とした。

本調査の実施はweb調査会社に委託した。被験者は、そのweb調査会社に登録されているモニターのうち、上記のスクリーニング条件に合致する者とした。

2.3 調査項目

2.1節で述べたように、調査では被験者に対して一対のプロファイル（仮想的な鉄道路線）を提示し、どちらの沿線への居住意向が高いかを尋ねた。本調査の対象者は、既に鉄道沿線に居住していて、大都市圏の鉄道輸送サービスに関して十分な認識を持っており、転居の可能性や意向があり、転居先として鉄道路線の利便性を重視する人である。そのため、沿線への居住意向が高い路線を尋ねることで、実際に転居する場面になったときに重視する沿線鉄道路線の輸送サービスを明らかにすることができるかと期待される。この選択調査を一人の被験者に対して、10回繰り返した。なお、これに加え、性別・年齢などの個人属性や、普段の鉄道の利用頻度、仮想選択で提示した9つの属性に関する自宅の最寄り鉄道路線・最寄り駅の状況についても尋ねた。

2.4 調査の実施と回答の収集

今回の調査では、スクリーニング調査と本調査の両方を、2020年12月1日～3日の3日間で実施した。最終的に、関東圏から2,383人、関西圏から2,329人の、合計4,712人から回答を得た。各被験者には仮想的な鉄道路線に対する選好評価を10回実施したため、評価についての取得サンプルサイズは、47,120(=4,712×10)である。

被験者の年齢・性別構成を図1に示す。被験者の年齢・性別・職業の構成に、関東圏と関西圏で大きな偏りはみられなかった。

今回の調査は、2020年以降に世界規模で発生した新型コロナウイルスの感染拡大後に実施したが、調査ではこの影響を除外するため、感染拡大前の自身の状況を想

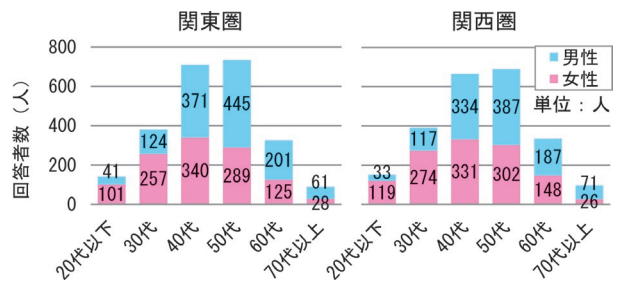


図1 被験者の年齢・性別構成

定して回答をもらった。

3. 分析の方法

3.1 効用関数の推定方法

本研究におけるコンジョイント分析では、ロジットモデルによる効用関数の推定を行った。調査において、被験者は2つの仮想的な鉄道路線から、沿線に居住するのに好ましいと思う鉄道路線を選択する。路線*i, j*の2路線から、路線*i*を選択する確率Prは、

$$\Pr(i \text{ を選択}) = \frac{\exp(V_i)}{\exp(V_i) + \exp(V_j)} \quad (1)$$

と書ける。ここに、 V_i は路線*i*の効用の確定項である。

今回の分析における効用の確定項は、提示する仮想的な鉄道路線が持つ各輸送サービスのパラメータの線形和とする。コンジョイント分析に用いる効用関数の形式にはいくつかあるが、本分析では現象に対して柔軟なフィッティングが可能である折れ線モデル⁷⁾を、全ての属性に対して仮定する。折れ線モデルの場合、輸送サービス*s*($\in S$)の水準*t*($\in T_s$)が仮想的な路線*k*で提示されるときに $D_{st}^{(k)} = 1$ 、提示されないときに $D_{st}^{(k)} = 0$ をとるダミー変数を用いると、路線*k*の確定効用 V_k は、輸送サービス*s*の水準*t*のパラメータ β_{st} を用いて、

$$V_k = \sum_{s \in S} \sum_{t \in T_s} \beta_{st} D_{st}^{(k)} \quad (2)$$

と表すことができる。

パラメータ推計は最尤推定により行う。分析に用いる選択問題のサンプルサイズ（被験者数×繰り返し回答数）を*N*とし、選択問題*n*($= 1, \dots, N$)において提示される2つの路線のうち、被験者が選択した路線を*C_n*、選択しなかった路線を*Z_n*と記すと、尤度L(β)は、

$$L(\beta) = \prod_{n=1}^N \frac{\exp(V_{C_n})}{\exp(V_{C_n}) + \exp(V_{Z_n})} \quad (3)$$

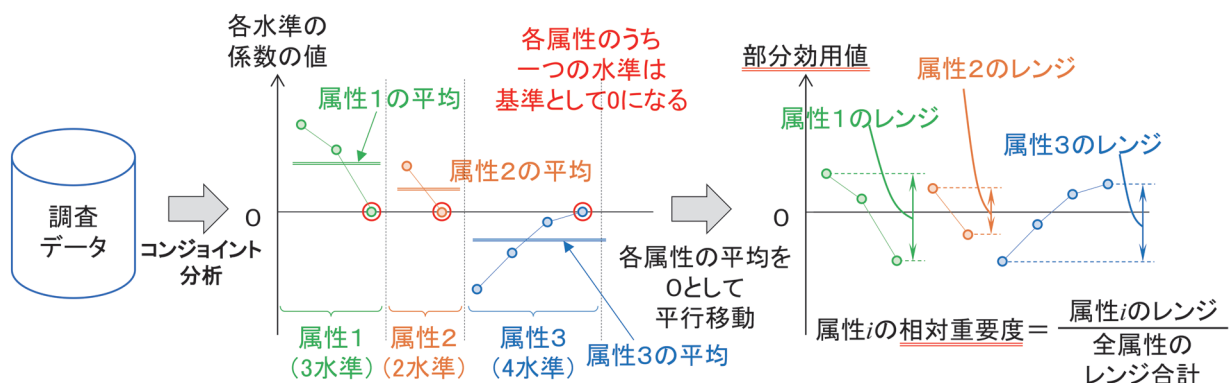


図2 部分効用値と相対重要度の算出手順

と表すことができる。これを最大にするような β が、求めるべきパラメータである。

3.2 部分効用値と相対重要度

パラメータ β の大小が、輸送サービスの各水準が居住意向に及ぼす影響の大きさを示しており、属性間においても相対的に比較ができるものである。分析結果の表現には様々な方法があるが、今回はコンジョイント分析を行った結果の解釈を行う際に一般的な、部分効用値と相対重要度と呼ばれる指標を用いる⁸⁾。

部分効用値は、各属性において全ての水準のパラメータの合計が0になるように平行移動させるゼロ和制約を適用して表現する。ゼロ和制約適用後の平行移動した後のパラメータの値を部分効用値という。相対重要度は、今回設定した水準において各属性が居住意向に及ぼす影響の最大幅を比較する指標である。属性ごとの部分効用値の最大値と最小値に着目し、その差（レンジ）を算出する。全ての属性のレンジを算出して合計し、各属性のレンジが、合計レンジのどれだけの割合を占めているかを計算したものが相対重要度である。これらの値の算出手順を図2に示す。分析の結果はこれらの指標に基づいて考察する。

3.3 妥当性の検証

モデル全体の当てはまりを示す指標として、自由度調整済み尤度比（McFadden の決定係数） \bar{p}^2 を用いる。この値は、計算されたパラメータベクトル β と、全てのパラメータが0である零ベクトル $\mathbf{0}$ を用いて、

$$\bar{p}^2 = 1 - \frac{\ln L(\beta) - \text{size}(\beta)}{\ln L(\mathbf{0})} \quad (4)$$

と定義される。ここに、 $\text{size}(\beta)$ はパラメータの数（今回は全水準数－属性数）である。 \bar{p}^2 は、1に近いほどモデルの適合度が良いことを示す指標である。十分に高い

適合度を持つとされる値の閾値には、0.2～0.4 が広く用いられる⁹⁾。

また、コンジョイント分析の特徴である複数仮説の同時検証を統計的に検定するために必要なサンプルサイズの基準として、仮想選択において各水準が被験者に500回以上選択される⁵⁾ というものがある。

今回は、これら2つの基準により妥当性を検証する。

4. コンジョイント分析の結果と考察

前章で説明した方法によって収集したデータに対し、コンジョイント分析を適用した。様々な切り口から分析を実施することができるが、本研究の目的は、居住意向に影響を及ぼす輸送サービスについて考察することである。鉄道輸送サービスに対する評価は地域によって異なることが示されている⁶⁾ ことから、居住意向についても異なる傾向を示すことが予想される。そこで、本研究では関東圏と関西圏それぞれで分析を適用した地域別の分析を行う。

さらに近年、鉄道事業者が実施する沿線価値向上の取り組みとして有料着席サービスの導入が拡大している。そこで、鉄道事業者が実施する施策として有料着席サービスに着目し、居住意向に及ぼす影響について考察するため、現在の有料着席サービスの利用頻度別の分析を行う。

効用関数のパラメータ推計には、統計解析ソフトウェア R(64bit) version 3.6.3¹⁰⁾ の survival パッケージ version 3.2.7¹¹⁾ における clogit 関数を用いた。

4.1 地域別の分析

関東圏2,383人、関西圏2,329人、それぞれから収集したデータに対して、別々にコンジョイント分析を適用した。その結果について、部分効用値と相対重要度を折れ線グラフにして表現した結果を図3に示す。

グラフは横軸に属性ごとに各水準を並べ、縦軸に部分効用値をとったものである。属性の下部に示した数値は

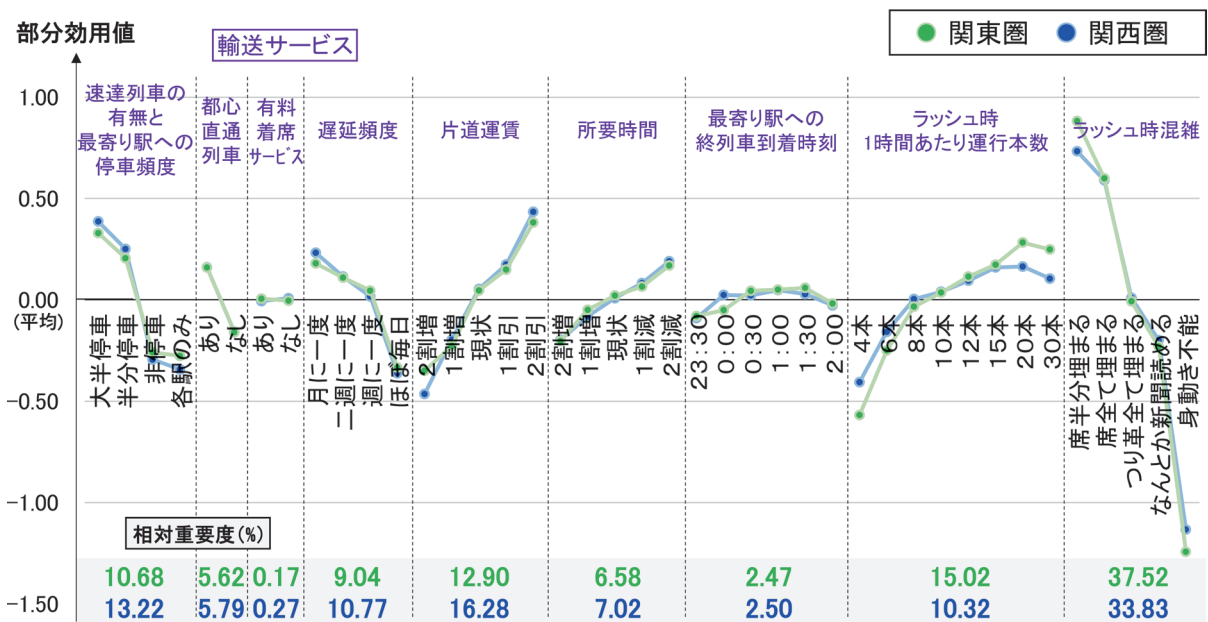


図3 地域別のコンジョイント分析の結果

相対重要度を表している。

4.1.1 分析結果の妥当性

モデル全体の当てはまりを示す自由度調整済尤度比 ρ^2 はそれぞれ0.1684（関東）、0.1576（関西）と計算された。今回のモデルの自由度調整済尤度比は、基準⁹⁾となる0.2を下回っているが、仮想選択状況による調査では、被験者にとっては現実ではない状況を想像させた場合、適合度が低く出てしまうこともある¹²⁾。

また、今回選択された水準のなかで最も回数が小さかったものは、ラッシュ混雑の「身動き不能」の3,049回であり、これは基準⁵⁾となる500回を超えている。

自由度調整済尤度比が十分高くないために、結果の解釈にあたっては留意が必要であるものの、鉄道の輸送サービスが居住意向に及ぼす影響に関して、コンジョイント分析を適用することができると考えられる。

4.1.2 各属性の相対重要度

各属性の相対重要度を比較すると、関東圏、関西圏ともに「ラッシュ時の混雑」が最も高く、「有料着席サービスの有無」が最も低いという結果となった。今回の調査で設定した水準における輸送サービスの変化の場合、居住意向に与える影響は「ラッシュ時の混雑」が最も大きく、「有料着席サービスの有無」が最も小さいことが示された。

「ラッシュ時の混雑」に続いて、相対重要度が大きかったのは、関西圏では「片道運賃」「速達列車」「遅延」の順であるのに対して、関東圏では「ラッシュ時運行本数」「片道運賃」「速達列車」の順であった。このように、地域によって居住意向に影響を及ぼす鉄道輸送サービスが異なることが示された。

4.1.3 各水準の部分効用値

属性ごとの部分効用値の分布を見ると、輸送サービスの利便性が相対的に高いと考えられる水準は部分効用値が概ね大きく、利便性が低いと考えられる水準は部分効用値が概ね小さくなっている。

「速達列車」属性について考察する。関東圏の各水準の部分効用値は、最寄り駅に大半が停車する場合は0.329、およそ半分程度停車する場合は0.205、停車しない場合は-0.258、そもそも速達列車が路線にない場合は-0.276であった。速達列車が最寄り駅に半分程度停車する場合と、全く停車しない場合で、部分効用値に大きく差が生じていることから、必ずしも全ての速達列車が最寄り駅に停車しなくとも、一部が停車するならば、居住意向への負の影響はそれほど大きなものにはならないと考えられる。また、速達列車が最寄り路線に存在はするけれども最寄り駅に停車しない場合と、そもそも速達列車が存在しない場合では、ともに部分効用値は平均を大きく下回る負値でそれほど変わらず、最寄り駅への停車が、居住意向への影響という観点からは重要であると考えられる。

各水準内の部分効用値の分布に着目すると、ほとんどの属性で、輸送サービスの利便性と部分効用値の関係は単調増加、もしくは単調減少になっている。しかし「終列車到着時刻」と「ラッシュ時運行本数」については、その傾向を示さなかった。鉄道利用の利便性のみで考えると、「終列車到着時刻」は遅いほど、「ラッシュ時運行本数」は多いほど、輸送サービスの利便性は高いものと考えられる。しかし、「終列車到着時刻」は関東圏は午前1時30分、関西圏は午前1時00分の部分効用値が

最も高く、そこから遅くなるにつれて部分効用値は低下しており、全体として上に凸の傾向を示している。同様に、ラッシュ時運行本数についても、1時間あたり20本の水準までは運行本数が増加するにつれて部分効用値が増加しているが、1時間あたり30本の水準では、20本のときよりも部分効用値が低くなっている。

この傾向は、沿線に住みたいかどうかという観点で考えた場合に、終列車の到着時刻が遅く、ラッシュ時の運行本数が1時間に30本もあるような、人口密度が高く鉄道利用者が多いエリアの路線の沿線には住みたいという気持ちを反映したものであると考えられる。利用の観点から鉄道の利便性を考えると、運行本数は多く、終電は遅いほうが好まれるが、居住地選択においては、鉄道の利便性を重視する人であっても、交通利便性が高い都心エリアに住居することを好まない可能性がある。

両地域の結果が顕著に異なる箇所に着目する。「ラッシュ時運行本数」属性について、1時間あたりの運行本数が8~15本の場合には、両地域の部分効用値にはそれほど差がないものの、それらより多い場合にも少ない場合にも差が生じている。このことは、1時間あたりの運行本数について、多い場合に十分だと考える本数や、少ない場合に不満を抱き始める本数の境界に、両地域で差があることを示唆するものである。

4.2 有料着席サービス利用頻度別の分析

鉄道事業者が実施する施策が、沿線居住意向に影響を与えるかどうかについて考察するため、施策の一例として有料着席サービスに着目した分析を行う。自宅の最寄り鉄道路線の有料着席サービスを「よく利用する」「ときどき利用する」と回答した271サンプル、それ以外の「ほとんど利用しない」「全く利用しない」「最寄り路線には無い」と回答した4,441サンプルにセグメントし、それぞれについてコンジョイント分析を適用した。「利用する」グループでは、各水準が選択された回数で最小のものが500を下回っており、十分なサンプルサイズを確保できていないため、この分析結果は、あくまで傾向を把握するための補助的な位置付けとしたい。

分析の結果、有料着席サービスを「利用する」グループにおいては「有料着席サービスの有無」属性の項のパラメータが統計的に有意となった。したがって、日頃から有料着席サービスを利用していることで、居住意向の観点でも有料着席サービスに対する意識が高まることが示された。有料着席サービスを普段から利用する方にとって、有料着席サービスの運行路線沿線への居住意向が大きいことは当然のことのように思われるが、このことはこれまで定量的に検証されていない。本手法を適用することで、その有意性や、影響の大きさを定量的に把握できるようになることに大きな意義がある。

4.3 属性間の居住意向への影響の定量的な比較

コンジョイント分析で算出した各属性の部分効用値を比較することで、直接的には金銭単位で評価できない属性の価値を、金銭単位に換算して評価を行うことができるようになる。

今回は計算例として、関東圏におけるラッシュ時運行本数の変化を片道運賃の変化割合に換算することを考える。効用関数に折れ線モデルを仮定しているため、属性の値によっても、別の属性が1単位変化した場合の属性の変化量は異なるものとなる。

ラッシュ時運行本数について部分効用値の分布は、1時間あたりの運行本数が30本のときを除けば、本数が増えるに従って部分効用値の変化量が小さくなっている。そこで、運行本数について逆数をとることで、運転間隔(分)に変換し、1時間あたり4本から20本の間に関して線形単回帰分析を適用すると、運転間隔(分)の係数が-0.0697、切片が0.4671と推計でき、決定係数が0.9961と極めて高い数値となった。すなわち、ラッシュ時の1時間あたりの運転本数が4本から20本の路線では、運転間隔が1分短縮するごとに部分効用値が0.0697上昇すると計算できる。

ここで計算された値を、片道運賃の変化割合に変換することを試みる。運賃が現状から1割減少することの部分効用値の増分は0.103であるから、これを0.0697で割ることにより、運転間隔1.48分に相当すると計算できる。ただし、この数値は鉄道利用に関する効用について計算したのではなく、居住意向に対する影響を定量化したものであるため解釈が難しい。この場合であれば、「最寄り路線のラッシュ時の運転間隔が1.48分変化することによるその路線への居住意向の変化は、最寄り路線の片道運賃が10%変化することによる居住意向の変化に相当する」と解釈が可能である。

4.4 分析結果に基づく効果的な輸送サービスの検討

本章で示した分析結果と考察に基づき、鉄道事業者が自社沿線の居住者を維持・増加させるために効果的な輸送サービスについて、いくつかの例をあげて検討する。

4.4.1 速達列車と停車駅の設定

「速達列車の有無と最寄り駅への停車頻度」属性では、「大半停車」「半分停車」と「非停車」「各駅のみ」の間に大きな部分効用値の差が見受けられる。このことから、速達列車を設定する場合には、速達列車の種別を複数用意し、速達列車のうち半分程度が停車するような駅をなるべく多く設ける方が、路線全体の居住意向を高めるという観点では好ましいと考察できる。

速達列車の停車駅を増加させた場合、全体として所要時間は増加する。しかし「所要時間」属性の「1割増」水準の部分効用値は、関東圏で-0.050、関西圏で-0.082

であり、この絶対値は「半分停車」水準の部分効用値である。関東圏の0.205、関西圏の0.251よりも小さい。したがって、所要時間が1割増加する程度であれば、速達列車が半分停車する駅を増加させたほうが、全体としての居住意向の向上に寄与すると考えられる。また、速達列車の停車駅を増加させつつ、所要時間の増加を抑える施策としては、速達列車の停車駅を分散化させる施策（千鳥停車と呼ばれる）も効果的であると考えられる。

4.4.2 許容されるラッシュ時混雑の程度

「ラッシュ時混雑」属性においては、どのセグメント化をした分析においても、「つり革が全て埋まる」水準の部分効用値が概ね平均程度を示し、「なんとか新聞読める」水準と「身動き不能」水準に大きな差がみられた。各水準の混雑度合いは、国土交通省による混雑度の目安¹³⁾において、それぞれ100%、180%、250%を示す。「つり革が全て埋まる」水準と「なんとか新聞読める」水準の部分効用値の差と比較すると、「なんとか新聞読める」水準と「身動き不能」水準の部分効用値の差は5倍以上の差があり、鉄道事業者にとっては、ラッシュ時の混雑率が180%を超えないようにすることが、居住意向に対する負の影響を加速度的に増加させないための一つの目安となると考えられる。

4.4.3 関東圏と関西圏の分析結果の違い

関東圏と関西圏で異なる傾向を示す属性の一つに、「ラッシュ時1時間あたり運行本数」がある。1時間あたり15本と20本の間の部分効用値の差は、関東圏では0.109であるのに対して、関西圏では0.005しかない。本調査の被験者自宅の最寄り路線におけるラッシュ時1時間あたりの運行本数の平均は、関西圏（9.85本）よりも関東圏（12.88本）のほうが多く、現在受けている輸送サービスの多寡の影響を受けていると考えられる。

また、「最寄り駅への終列車到着時刻」属性について、関西圏では「午前0時00分」水準の部分効用値が0.023で0を上回っていたのに対して、関東圏では-0.052で0を下回っていた。なお、被験者自宅の最寄り駅の終列車到着時刻の平均は、関西圏が午後11時58分で午前0時00分より速かったのに対して、関東圏では午前0時10分であり、午前0時00分より遅かった。その一方で、相対的なサービス水準を設定した「片道運賃」属性や「所要時間」属性においては、関東圏と関西圏に差はほとんど見られなかった。

したがって、本手法はどの地域に対しても適用することが可能であるが、各地域の鉄道における現状の輸送サービスレベルが、居住意向評価に影響を及ぼすものと予想されるため、それを踏まえた施策の決定が重要である。

4.4.4 有料着席サービスの利用状況の影響

地域別のコンジョイント分析の結果によれば、有料着席サービスの有無による部分効用値の違いは、関東圏、

関西圏ともに0.01程度であった。前節に示した考察の通り、関東圏におけるラッシュ時1時間あたりの運行本数が4本から20本の路線では、運転間隔が1分短縮するごとに部分効用値が0.0697上昇することから、有料着席サービスの存在は、運転間隔の短縮8秒程度にしか相当しないことになる。

ただし、有料着席サービスを利用している人を対象にした分析では、有料着席サービスの存在に対する部分効用値は0.117であり有意であった。本調査の被験者では、有料着席サービスを「よく利用する」もしくは「ときどき利用する」人の割合は5.8%に留まったが、有料着席サービスの利用率がより高まることで、全体としても、有料着席サービスの存在が居住意向に影響を及ぼすようになる可能性がある。

5. まとめと今後の課題

本研究では、居住意向に影響を及ぼす都市鉄道の輸送サービスに関するwebアンケート調査によって得られたデータに対してコンジョイント分析を適用し、調査で設定した9つの鉄道輸送サービスについて、居住意向への影響を定量的に評価した。その結果、今回設定した水準内の変化においては、ラッシュ時の混雑程度が最も居住意向に影響を及ぼしており、有料着席サービスの有無がそれほど影響を及ぼしていないことがわかった。地域別の分析結果からは、関東圏と関西圏では、各輸送サービスに対する重要度が異なることや、許容できるサービス水準のレベルに違いがある可能性が示唆された。また、有料着席サービスの利用頻度別の分析から、被験者が置かれている状況や現在の利用傾向が、部分効用値に対して影響を及ぼすことがわかった。さらに、コンジョイント分析で算出した各属性の係数の比較から、部分効用値に与える影響を、複数属性間で定量的に比較することが可能であることを確認した。

最後に本研究の課題について述べる。今回構築したモデルに関しては、モデルの適合度を示す自由度調整済尤度比が、適合度が高いと見做せる0.2を超えなかった。本研究で行った仮想選択調査においては、路線沿線への居住意向に影響を及ぼしていると報告されている鉄道路線のイメージ¹⁴⁾を始め、車両や設備のデザイン、緩急接続の有無、パターンダイヤ化の有無など、調査対象から除外した属性も存在した。除外した属性による居住意向への影響も存在していると考えられるため、モデルの適合度が十分でなかった一因として、居住意向を説明するのに十分な属性を組み込めなかったことが考えられる。これら属性をモデルに組み込むことによって、沿線への居住意向に影響を及ぼす要因をより詳細に明らかにすることができ、鉄道事業者にとって、沿線居住者の維持・

増加に向けた輸送サービス向上施策への活用が可能になると考えられる。

文 献

- 1) 櫛谷浩之, 井上晋一, 荒川英司: 東京圏を方面別に見た鉄道サービスの満足度, 土木計画学研究・講演集, Vol.24, No.1, pp.389-392, 2001
- 2) 武藤雅威, 奥田大樹: 鉄道競合地域における定量的な駅勢圏設定手法, 鉄道総研報告, Vol.27, No.2, pp.5-10, 2013
- 3) 長尾基哉, 中川大, 松中亮治, 大庭哲治, 望月明彦: 地方都市における鉄道・軌道の運行頻度に着目した駅周辺人口分布の経年変化に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.27, No.2, pp.399-407, 2010
- 4) 佐藤真行, 新山陽子: 食品購入時の提示情報量と消費者の選択行動—トレーサビリティ・システムにおける情報提供をめぐって—, フードシステム研究, Vol.14, No.3, pp.13-24, 2008
- 5) 宋財法, 善教将大: コンジョイント実験の方法論的検討, 法と政治, Vol.67, No.2, pp.611-652, 2016
- 6) 深澤紀子, 奥田大樹, 鈴木崇正: 鉄道輸送サービスが路線愛着度に与える影響に関する基礎的検討, 第26回鉄道技術連合シンポジウム (J-RAIL2019), 2019
- 7) 湯沢昭, 須田熙, 高田一尚・境潔: コンジョイント分析の適用性に関する実証的研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.8, pp.257-264, 1990
- 8) 君山由良: 第3版コンジョイント分析, データ分析研究所, 2010
- 9) 土木学会編: 非集計行動モデルの理論と実際, 丸善, 1995
- 10) R Core Team, "R: A Language and Environment for Statistical Computing," R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria: <https://www.r-project.org/> (参照日: 2022年7月4日)
- 11) Revelle, W., "psych version 2.1.6," <https://cran.r-project.org/web/packages/psych/index.html> (参照日: 2022年7月4日)
- 12) 梅本通孝: 県域間に及ぼすような長距離避難における住民の避難手段選択に関する研究, 都市計画論文集, Vol.46, No.3, pp.132-142, 2011
- 13) 国土交通省: 三大都市圏の主要区間の平均混雑率の推移 (2018), 国土交通省令和元年7月18日報道発表資料 (三大都市圏で輸送人員は微増, 東京圏混雑率は横ばい), 資料1, <https://www.mlit.go.jp/common/001299795.pdf>, 2019 (参照日: 2022年2月1日)
- 14) 渡邊拓也, 深澤紀子, 奥田大樹, 鈴木崇正: 都市鉄道における鉄道路線イメージと沿線居住意向の関係の考察, 土木計画学研究・講演集, Vol.64, CD-ROM, 2021