

# 高速バスに着目した中距離都市間移動に関する非集計交通手段選択モデルの構築

長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 非会員 ○鈴木健太  
 長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 正会員 高橋貴生  
 長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 正会員 佐野可寸志  
 長岡技術科学大学大学院 環境社会基盤工学専攻 正会員 伊藤潤

## 1. はじめに

新潟県では、高速道路網の整備とともに県内高速バス路線が発達し、出張等ビジネス利用のほか、通勤や通学、買い物等の生活交通としても利用されるなど広く利用されてきた。一方で、近年、県内高速バス路線は、人口減少やマイカー利用の増大などによる利用者の減少により収支が悪化し、運転手不足も相まって路線の減便・廃止が相次いでいる<sup>1)</sup>。2013年から2018年にかけての減便状況は、図1に示すとおりである。村上線および津川線に関しては、関係自治体が代替運行を行うことで、路線が維持されている。県内高速バス路線を存続させることは、人々の交通手段の多様性の確保し、県内都市間交通ネットワークを充実させるために不可欠である。このため、高速バス事業者の予算不足や運転手不足といった問題を踏まえた上で、より有効な利用促進施策の実施が求められている。

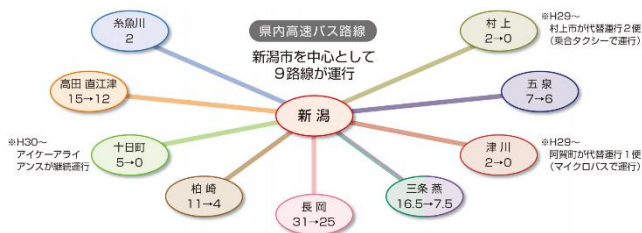


図1 県内高速バス路線の減便状況<sup>1)</sup>

これまで、高速バスに関する研究は数多く存在するが、県内都市間移動のような近距離高速バスに関する研究は少ない。下原ら<sup>2)</sup>は、首都圏と近県の都市を結ぶ系統を対象に、幹線旅客純流動データを用いて利用実態を詳細に分析しているが、交通手段選択に影響を与える要因の定量的な分析までは行っていない。そこで、本研究は、県内高速バスの利用促進施策を検討するために、高速バスに着目した中距離都市間移動に関する非集計交通手段選択モデルを構築

することを目的とする。また、モデルの構築には、2019年に新潟県が行った「県内高速バスに関するアンケート調査」の回答データを使用する。

## 2. 県内高速バスに関するアンケート調査

### 2.1 調査概要

「県内高速バスに関するアンケート調査」は、高速バスの利用実態を把握するとともに、都市間高速交通ネットワークのあり方検討の基礎資料を得ることを目的として、実施された。県内高速バス利用者に対する調査Aおよび、非利用者に対する調査Bの2部で構成されているが、本研究では調査Bを使用する。これは、利用者アンケート(調査A)から交通手段選択モデルを推定すると、パラメータにバイアスが生じてしまうためである。非利用者アンケート(調査B)の概要は、表1に示すとおりである。

表1 非利用者アンケート調査概要

項目	内容
調査対象	上越地域の市町村職員, 上越地域の主要企業従業員, 上越地域の大学生, 上越地域および新潟市在住者
調査期間	2019年7月10日から8月30日
調査方法	ウェブアンケート形式
主な質問内容	上越方面-新潟市間の主な移動目的, 交通手段別の移動頻度, 高速バスの改善点・要望
回収数	1147

### 2.2 サンプルの絞り込み

まず、全1147サンプルのうち、上越地域の市町村職員、主要企業従業員および大学生のサンプルは、バイアスがかかる原因になる可能性があるため、分析の対象から除外する。なお、上越地域および新潟市在住者のサンプルは、ウェブアンケート会社の会員から確保している。

つぎに、個人の代表交通手段は、鉄道、高速バスおよび自家用車のうち、利用頻度が最も高い交通手段とする。ここで、利用頻度が最も高い交通手段が複数選ばれた場合は、代表交通手段をひとつに決定できないため、分析の対象から除外する。

また、上越地域にはここでは、糸魚川市、上越市および柏崎市が含まれる。本研究では、鉄道は特急列車に限定するが、糸魚川市には、特急列車の路線が存在しない。このため、他の地域と条件が揃わないことから、糸魚川市在住者のサンプルをさらに分析の対象から除外する。

こうして絞り込んだ 224 サンプルを用いて、分析を行う。

### 2.3 対象サンプルの基礎集計

まず、図 2 より、上越方面と新潟市間の主な移動目的について見ると、「買い物」の割合が 4 割で最も多く、次いで「観光」の割合が全体の約 4 分の 1 を占めていることがわかる。これらに対して、移動頻度が高いと思われる「通勤」「通院」は、それぞれ 2% の割合しかない。これらことから、高速バスの利用促進施策は、「買い物」「観光」目的をターゲットにすることが有効であると考えられる。

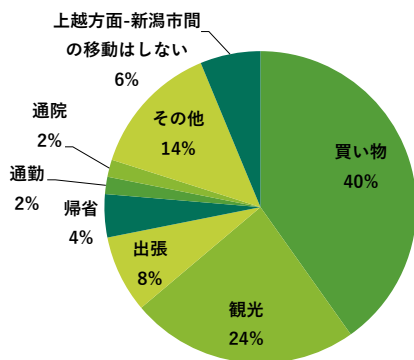


図 2 上越方面-新潟市間の主な移動目的 (N=224)

つぎに、鉄道、高速バスおよび自家用車を利用した上越方面と新潟市間の移動頻度に着目する。図 3 より、鉄道および高速バスを利用した移動頻度は、ともに「年 1 回未満」の割合が約 9 割、「年 1 回以上月 1 回未満」の割合が約 1 割である。これらに比べて、自家用車を利用した移動頻度は、「年 1 回以上月 1 回未満」の割合が約 5 倍になっている。さらに、月 1 回

以上自家用車で移動する者の割合が 3 割を超えていることがわかる。これらのことから、自家用車依存によって、高速バス利用者が減少している現状が読み取れる。

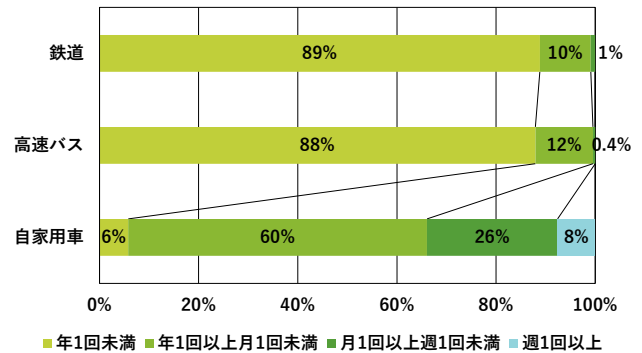


図 3 交通手段別の移動頻度 (N=224)

そして、高速バスの改善点および要望に着目すると、図 4 より、「経路の変更」や「運行時間帯の拡大」よりも、「高速バス利用に係る情報」が望まれていることがわかる。この結果から、高速バスをより分かりやすく、使いやすい交通手段にすることが、利用者を増加させるために重要であると言える。具体的には、目的地までの高速バスを含んだ経路や料金を検索できるアプリの提供や、パークアンドライドの整備状況の周知、高速バスそのものの認知度を向上させることなどが考えられる。

以下の改善が行われたら、  
今よりも高速バスを利用しますか？

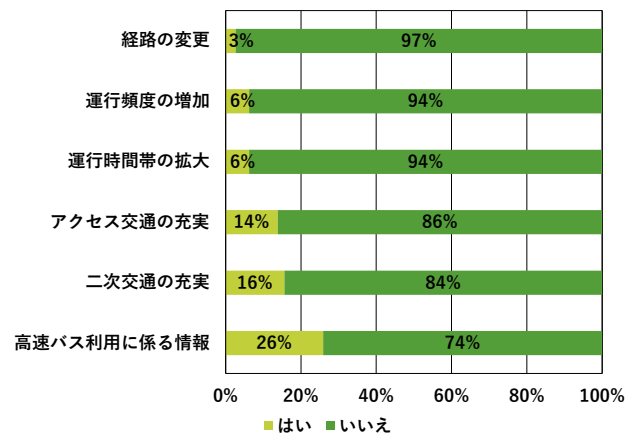


図 4 高速バスの改善点および要望 (N=224)

また、代表交通手段の分担率は、表 2 に示すとおりである。同表より、鉄道および高速バスの分担率

は、それぞれ 5%未満であり、自家用車の分担率は 9 割を超えていることがわかる。これは、自家用車への依存率の高さが、顕著に現れる結果となった。

表 2 代表交通手段分担率

鉄道	高速バス	自家用車	合計
9人	8人	207人	224人
4.0%	3.6%	92.4%	100.0%

### 3. 非集計交通手段選択モデルの構築

#### 3.1 モデル構造

前述したアンケート調査を用いて、上越地域-新潟市間の中距離都市間移動に関する、「鉄道（特急列車）」、「高速バス」および「自家用車」の 3 選択肢の多項ロジットモデルを構築する。出発地は、各個人の郵便番号の代表地点とする。目的地は、上越市および柏崎市在住者では新潟駅、新潟市在住者では高田駅とする。モデル式と効用関数は、以下に示すとおりである。

##### (1) モデル式

$$P_n(i) = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_{j=1}^3 \exp(V_{jn})} \quad (1)$$

ここで、

$P_n(i)$  : 個人  $n$  が選択肢  $i$  を選択する確率

$V_{jn}$  : 個人  $n$  の各選択肢の効用確定項

$V_{in}$  : 個人  $n$  の選択肢  $i$  の効用確定項

##### (2) 効用関数

$$V_{train} = \theta_1 x_1 + \theta_3 x_3 + \theta_5 x_5 + \theta_6 x_6 \quad (2)$$

$$V_{bus} = \theta_1 x_1 + \theta_3 x_3 + \theta_5 x_5 + \theta_6 x_6 + \theta_7 \quad (3)$$

$$V_{car} = \theta_2 x_2 + \theta_4 x_4 + \theta_8 \quad (4)$$

ここで、

$V_{train} \cdot V_{bus} \cdot V_{car}$  : 各交通手段の効用確定項

$x_1$  : 公共交通機関の乗車時間

$x_2$  : 自家用車の所要時間

$x_3$  : 公共交通機関の運賃

$x_4$  : 自家用車の費用

$x_5$  : 公共交通機関の運行間隔

$x_6$  : 公共交通機関へのアクセス距離

$\theta_1 \cdot \theta_2 \cdot \theta_3 \cdot \theta_4 \cdot \theta_5 \cdot \theta_6$  : 各変数のパラメータ

$\theta_7 \cdot \theta_8$  : 高速バスおよび自家用車の定数項

#### 3.2 各変数の説明

以下は、各変数の詳細や算出方法をまとめる。

##### (1) 公共交通機関の乗車時間、自家用車の所要時間

公共交通機関の乗車時間は、特急列車および高速バスの一全便の平均値とする。なお、乗車駅およびバス停は、アクセス距離が最も短い特急列車停車駅および高速バス停留所とする。

自家用車の所要時間は、高速道路を利用した場合を想定し、Google マップのルート検索機能を用いて算出する。渋滞による負の効用を含まないようにするため、検索日時は水曜日の朝 9 時とする。

##### (2) 公共交通機関の運賃、自家用車の費用

公共交通機関の運賃は、定期券や IC カードによる割引のない運賃とする。

自家用車の費用は、ガソリン代と高速道路料金の合計とする。なお、高速道路料金は、ETC を使用し、休日割引や深夜割引は発生しないものとする。

##### (3) 公共交通機関の運行間隔

運行間隔は、特急列車および高速バスの各路線における始発時刻と終発時刻の差および、一日の運行便数から算出する。

##### (4) 公共交通機関へのアクセス距離

アクセス距離は直線距離とし、Google マップを用いて、個人の郵便番号の代表地点から最も近い特急停車駅および高速バス停留所までを計測する。

#### 3.3 パラメータ推定結果

パラメータの推定にあたって、尤度関数の最大化には Nelder-Mead 法を用いた。パラメータの推定結果は、表 3 に示すとおりである。

まず、同表より、パラメータの符号条件を照査すると、「自家用車の所要時間」および「公共交通機関の運賃」については、論理的に一致していないことがわかる。また、モデルの修正済み尤度比が高くないにも関わらず、的中率が 9 割を超えているのは、モデルによる交通手段の選択予想が、自家用車にすべて集中したためである。

表3 パラメータの推定結果

変数	パラメータ	t値
公共交通機関の乗車時間[分]	-0.025	-4.33
自家用車の所要時間[分]	0.036	8.13
公共交通機関の運賃[円]	0.001	1.45
自家用車の費用[円]	-0.001	-1.54
公共交通機関の運行間隔[分]	-0.024	-5.51
公共交通機関へのアクセス距離[m]	除去	
高速バス定数項	除去	
自家用車定数項	除去	
サンプル数	224	
修正済み尤度比	0.139	
的中率	92.4%	

つぎに、符号条件が一致したパラメータに着目すると、「公共交通機関の乗車時間」および「公共交通機関の運行間隔」は、同程度の値を示していることがわかる。このことから、運行間隔を1分短縮することは、乗車時間を1分短縮するだけの価値があると言える。一方で、「自家用車の費用」については、t値が低く、交通手段選択行動に影響を与えているとは言いにくい。このことから、自家用車利用者は、かかる費用に関係なく自家用車を好んで利用しているか、他の交通手段にかかる費用を知らずに利用していることが予想される。これに合わせて、第2章の図4で示したように、「高速バスに係る情報」の要望が大きいくことを考慮すると、高速バスの運賃や使い方等が、広く認知されていない可能性が高いと言える。これらの結果は、ブランディングによる宣伝が、高速バスの利用促進に有効であることを示唆している。

また、「公共交通機関へのアクセス距離」は、十分なt値が得られなかったため、変数から除外した。これは、既存アンケートに限界があり、詳細な住所と、乗車駅およびバス停を把握できなかったためであると考えられる。さらに、アクセス手段についても聞いておらず、モデルに考慮できなかったことも、この原因として挙げられる。

そして、もうひとつの既存アンケートの限界は、目的地を特定できなかったことである。今回は、目的地を新潟駅または高田駅と仮定してモデルを構築したが、本来ならば、目的地となる施設や場所までの二次交通も、交通手段選択に大きな影響を与えるため、これを考慮する必要がある。

#### 4. まとめ

本研究では、既存のアンケート調査（新潟県、「県内高速バスに関するアンケート調査」）の回答データを用いて、高速バスに着目した中距離都市間移動に関する非集計交通手段選択モデルを構築した。以下は、本研究で得られた内容をまとめる。

- 1) 中距離都市間移動の主な移動目的は「買い物」および「観光」であり、また、代表交通手段分担率は、「自家用車」が9割を超えている。
- 2) 高速バスの認知度が低い可能性があることから、ブランディング等による宣伝が、高速バスの利用促進に有効であることが示唆される。
- 3) 公共交通機関の運行間隔は、乗車時間と同程度の効用があり、重要な要素である。

今回は、RP調査の結果から非集計交通手段選択モデルを構築したが、今後の課題としては、SP調査を実施することにより、高速バスのサービスレベルの変化が交通手段選択に与える影響を明らかにすることが望まれる。また、サービスレベルの向上にブランディングを絡めることにより、さらなる利用促進が期待される（表4）。

表4 サービスレベルとブランディングの組合せ

サービスレベル	ブランディング
始発便を8時到着に統一	出勤に利用できる
終発便を22時出発に統一	残業や飲み会後に利用できる
待合環境の改善	待ち時間を快適に過ごせる
経路検索アプリの提供	目的地まで一括経路検索が可能
バスロケシステムの提供	遅れ時間を即時把握できる
作業台、Wi-Fi、コンセントの完備	移動時間を有意義に活用できる
二次交通の充実	バス停から離れた目的地も行ける
高速バス同士の乗継システム	柔軟な都市間移動が可能になる

謝辞：本研究で使用したデータは、新潟県交通政策局交通政策課からご提供いただいたものである。ここに謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 新潟県 都市間高速交通ネットワークのあり方検討会：令和元年度 都市間高速交通ネットワークのあり方検討会報告書，2020。
- 2) 下原祥平，金子雄一郎，島崎敏一：幹線旅客純流動データを用いた近距離高速バスの特性分析，土木計画学研究・論文集，2008。