

駅における鉄道とバスの乗継利便性評価モデル

信号・情報技術研究部 交通計画研究室
研究員 鈴木崇正

1. はじめに

鉄道を利用する時には、駅で他の交通機関との乗継行動を伴う。しかし、駅構内における鉄道同士の乗り継ぎとは異なり、鉄道駅へのアクセス手段との乗継利便性を定量的に検討した研究は乏しい。鉄道とその他の交通機関との乗継経路上にある道路横断や信号機、バス停の構造など重要な要素が包含されるためには、これらを考慮したより包括的な評価が必要である。

そこで、重要な駅アクセス手段の一つであるバスに着目して、鉄道とバスの乗継利便性に対する、鉄道利用者の評価を分析し、その評価モデルを開発した。想定される評価基準は、歩きやすさ、案内の豊富さ、鉄道とバスのダイヤの整合性など多岐にわたるが、本研究は、乗継利便性に影響を与える基礎的要件として、移動距離や道路横断などの物理的特性に注目した。なお本研究では、駅出入り口とバス停間を検討対象とした。

2. 仮想乗継行動調査

乗継経路の物理的特性と乗継利便性との関係を明らかにするため、乗継経路の映像を用いた仮想乗継行動ウェブ調査を実施した。それに先立ち、路線バスが乗り入れる東京都市圏内の駅のうち、その所在地や鉄道とバスの乗継経路の物理的特徴が相互に異なる 27 駅 30 経路について、歩行者と同様の視点になるよう意識しながらその映像を駅出口からバス停まで動画撮影した(図 1)。撮影は晴天あるいは曇天の昼間に実施し、時間や天候の試験条件を統一した。また被験者に先入観を持たれないよう、撮影地が判別できるような地名表記を消す処理を行った。

調査は全国の政令指定都市あるいは東京都内の市区部に居住する 20~50 代の男女で、かつ日常的に鉄道とバスを乗継利用している方を対象として、2011 年 12 月に実施した。各被験者には上記の映像 30 本のうち 2 本を提示し、仮想環境における鉄道とバスの乗継行動を視覚的に体験していただいた。その上で、提示された 2 つの乗継経路を比較し、荷物が小さい場合(ハンドバッグ程度)と大きい場合(キャリーバッグ程度)の 2 つのケースについて、それぞれどちらの経路がどの程度望ましいかを 10 段階で評価いただいた。

有効回答数は 1,870 であり、30 本の映像から 2 本を提示する全組み合わせ(435 通り)について、それぞれ 2~8 サンプルが取得された。回答者の性別・年齢に大きな偏りは認められない。

3. 乗継利便性の評価観点

各被験者には、提示された経路の利便性を評価した基準について、あらかじめ用意した 23 種類に『その他』を加えた 24 の選択肢から複数回答いただいた(図 3)。主要な利便性評価基準としては、駅からバス停までの距離の長さのほか、安全性、移動空間の広さ、上下移動の少なさが挙げられる。屋根の整備も利便性を高める要素であると示された一方、経路上の店舗の存在は利便性評価に強く影響しているとは言えない。また、荷物が大きい場合には、上下移動や路面凹凸

の少なさがより重視される傾向にある。整理すると、利便性に影響を与える経路の特性は『水平移動』『垂直移動』『安全性』『歩きやすさ』『バス停構造』の5つの観点に集約できる。モデルの構築にあたっては、これらの観点を考慮した説明変数の設定が必要となる。

また、提示された映像の経路を実際に知っていることが評価に影響することが想定される。そこで、バイアス除去のため、被験者には提示された映像が撮影された駅を回答いただき、その正誤（経路認知）を制御変数としてモデルに加えた。さらに、映像の暗さが評価に影響を与える可能性を考慮し、各映像の最低輝度も制御変数として投入した。

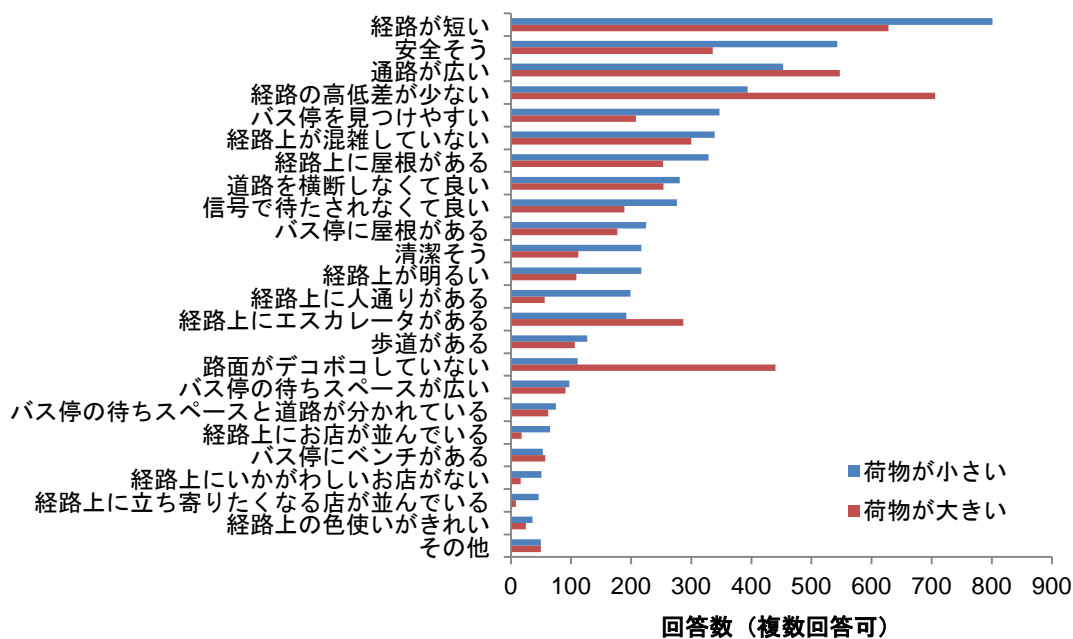


図1 乗継利便性の評価基準

4. モデル構造

前述の評価基準に基づき、乗継経路の物理的特性から乗継利便性を評価するモデルを構築した。アンケート調査では2つの乗継経路を比較してそれらの利便性が相対的に評価された。このことから、2つの経路の物理的特性を説明変数とし、経路の相対的利便性を目的変数とするロジット型のモデル（式1）を構築した。被験者には荷物の大小に応じ2通りの利便性評価をいただいていることから、利便性評価モデルも荷物の大小に応じて2つ構築した。

$$EC_B = \frac{\exp(\sum_{i=1}^n a_i x_{Bi})}{\exp(\sum_{i=1}^n a_i x_{Ai}) + \exp(\sum_{i=1}^n a_i x_{Bi})} \quad \left\{ \begin{array}{l} EC_B: \text{経路 B の利便性評価値} \\ a_i : \text{パラメータ} \\ i \in N \\ n : \text{説明変数の数} \\ x_{Ai} : \text{経路 A の物理的特性} \\ x_{Bi} : \text{経路 B の物理的特性} \end{array} \right. \quad (1)$$

説明変数には、図 3 に示した乗継利便性の評価基準を可能な限り考慮しながら、評価対象である 2 つの乗継経路の物理的特性を数値化して投入した。

目的変数である利便性評価値 EC_B には、モデルの構造上の理由により、調査で得られた 10 段階評価値を 0~1 のスケールに変換した数値を用いた。 $EC_B < 0.5$ ならば『経路 A の利便性 > 経路 B の利便性』であり、 $EC_B > 0.5$ ならば『経路 A の利便性 < 経路 B の利便性』であると解釈される。また EC_B が 1 に近づくほど、経路 B の利便性がより高いと解釈される。

5. パラメータ推定結果

パラメータは最尤法を用いて推定し、AIC（赤池情報量規準）に基づいてステップワイズ法により変数選択を行った（表 1）。水平・上下移動ともに利便性に対して有意に負の影響を有する。エスカレータのパラメータが有意に正であることは、上下移動時間が変わらない場合にはエスカレータの整備が利便性をより高めることを意味する。また鉄道とバスの乗継経路に特有の、道路横断などの安全性に関する観点やバス停構造の影響も利便性に対して有意である。

表 1 説明変数の一覧とパラメータ推定結果

観点	変数	単位/測定方法	パラメータ (p 値)	
			荷物が小さい場合	荷物が大きい場合
水平移動	水平移動時間	水平歩行時間 (秒)	-0.011 (0.000***)	-0.006 (0.004***)
垂直移動	垂直移動時間	階段移動時間+エスカレータ移動時間 (秒)	-0.016 (0.000***)	-0.040 (0.000***)
	上りエスカレータ	箇所数	0.489 (0.012**)	0.988 (0.000***)
	下りエスカレータ	箇所数	0.279 (0.031**)	0.678 (0.000***)
安全性	横断歩道箇所	箇所数 (信号なきものに限る)	-0.195 (0.016**)	-0.204 (0.016**)
	信号横断箇所	箇所数	-0.332 (0.005***)	-0.662 (0.000***)
	車道歩行ダミー	車道歩行があれば 1, なければ 0	— —	-0.914 (0.000***)
	車道歩行率	車道歩行時間/全移動時間	-0.676 (0.002***)	— —
歩きやすさ	屋根整備率	屋根下歩行時間/全移動時間	— —	— —
	地下道	経路全体の半分以上が地下道なら 1, それ以外 0	— —	0.714 (0.002***)
	バス停視認率	最終曲がり角からバス停までの時間/全移動時間	— —	— —
バス停構造	バス停屋根	あれば 1, なければ 0	0.267 (0.053*)	— —
	バス停ベンチ	あれば 1, なければ 0	— —	0.237 (0.021**)
	バス待ちスペース	あれば 1, なければ 0	— —	— —
制御変数	最低輝度	各映像の最低輝度 (5 秒間隔で測定)	— —	— —
	経路認知	その映像の撮景が分かれば 1, それ以外 0	0.420 (0.047**)	— —
観測数			1,870	1,870
AIC(赤池情報量規準)			2,074.8	1,995.7
自由度調整尤度比			0.199	0.230
観測値と推定値の相関係数			0.584	0.619
10 分割交差検証における相関係数の標準偏差			0.035	0.063

***: $p < 0.01$, **: $p < 0.05$, *: $p < 0.1$. 『-』は選択されなかった説明変数を示す。

6. 乗継利便性の計算例

前節で構築したモデルを使用して、ある仮想駅における鉄道とバスの乗継経路の改修を想定した（図 2）。表中『旧経路』が従前の経路であり、階段移動、道路横断、車道歩行、屋根やベンチ

のないバス停などの問題を抱える。対策として、道路横断解消のためにデッキを設置する『新経路 1』と、バス停自体を移動させて問題を解決する『新経路 2』の 2 案を想定した。これら物理的特性の数値をモデルに投入し、旧経路と比較した場合の新経路の利便性評価値を計算した。なお、旧経路と比較して新経路の利便性が高まったか否かを直観的に判断するため、先のモデルで用いた 0~1 スケールの値を-1~1 スケールに変換した。

計算結果を図 3 に示す。新経路の利便性はどちらも正の値をとることから、両者ともに旧経路と比較して利便性が向上したと判断される。このうち、旧経路が抱える多くの問題点を解決した新経路 2 の利便性がより高い。また、エスカレータは上りと下りでパラメータが異なることから、上下エスカレータを有する新経路 2 では乗り継ぎの方向により異なる利便性予測値が算出された。

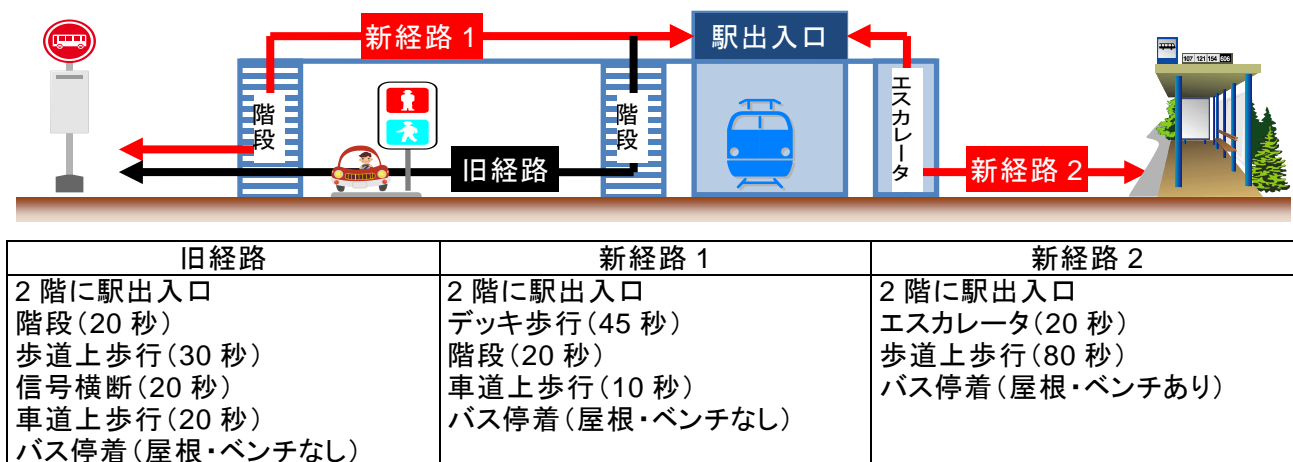


図 2 乗継経路改修を想定した新旧経路の例

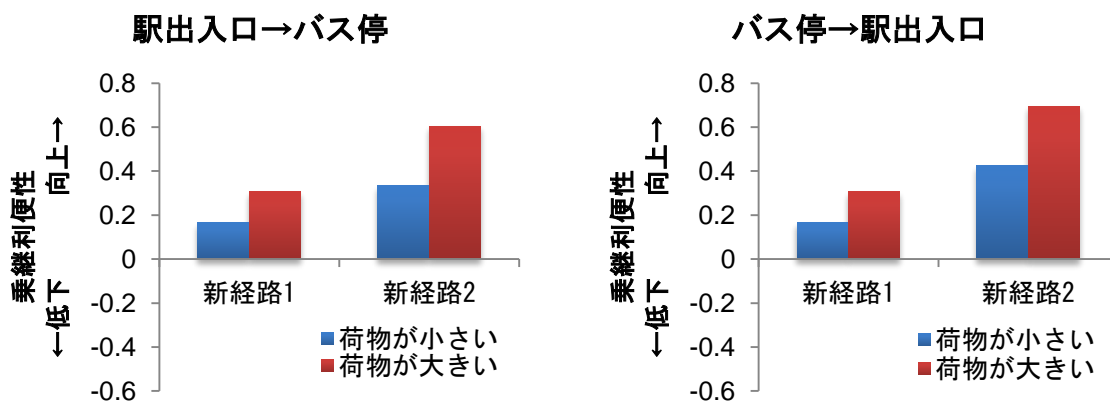


図 3 乗継利便性の計算結果

7. おわりに

本モデルにより、乗継経路の様々な物理的特性がその利便性に与える影響が明らかになるとともに、その利便性を定量的に評価することが可能になった。本手法は、新駅の設置や既存駅の改修等における、乗継経路の利便性の定量的な事前評価や、より利便性の高い乗継経路の提案等に活用することができる。今後は、今回着目しなかった物理的特性以外の観点を考慮することにより、さらなる包括的な利便性評価が可能になるものと考えている。