

高速バス利用者における交通機関選択行動の特異性*

How Peculiar Inter-City Bus Passenger is !*

山本航介**・柴田宗典***・寺部慎太郎****・内山久雄*****・葛西誠****

By Kosuke YAMAMOTO**・Munenori SHIBATA***・Shintaro TERABE****・Hisao UCHIYAMA*****・Makoto KASAI****

1. はじめに

我が国における都市間交通は主に鉄道、航空機、自家用車が担っており、全体における前記3機関の分担率の合計は90%を超えている。しかし、近年は高速バスの旅客流動量は路線開設とともに増加している¹⁾。高速バスは分担率としても無視ができない交通機関となっており、高速バスの利用形態や運行形態といった高速バス市場の変化については既に分析がなされているものの十分とはいえない。例えば、西井ら²⁾は夜行高速バスの乗客の乗車理由を用いて判別分析を行っている。野澤ら³⁾は東北地方を対象に分析を行い、高速道路整備や新幹線延伸開業、規制緩和の影響を明らかにしている。また国土交通省東北運輸局⁴⁾は高速バスとツアーバスの利用者にアンケートを行い、利用目的や交通機関選択理由、サービスに対する満足度を集計している。

ところで、都市間交通における交通機関選択行動モデルでは非集計ロジットモデルがよく用いられているが、運賃や所要時間、乗換回数といった交通機関のサービス水準(LOS)データを変数に用いることがほとんどである。つまり、サービス水準の要素間のトレードオフのもとに交通機関選択が行われていることが暗黙のうちに想定されていると言える。例えば、屋井ら⁵⁾は幹線旅客純流動調査データから鉄道、自動車、高速バス、航空機の4肢選択型のロジットモデルを作成している。ここで、LOSデータのみを用いてモデルを作成した場合、LOS以外の年齢による偏りや、利用者の意識といった情報は誤差項としてまとめられてしまうという問題があり、森川⁶⁾はこれを指摘している。この問題を解決するために、LOSデータ以外の情報を用いたモデルを作成している研究も存在する。例えば寺部ら⁷⁾は鉄道と航空機の2肢選択モデルを作成

*キーワード：交通行動分析,都市間交通,高速バス,嗜好性

**学生員,学(工),東京理科大学理工学研究科土木工学専攻

(千葉県野田市山崎2641, TEL04-7124-1501 EXT.4058)

E-mail: j7610638@ed.noda.tus.ac.jp

***正会員,修(工),(財)鉄道総合技術研究所

****正会員,博(工),東京理科大学理工学部土木工学科

*****フェロー員,工博,東京理科大学理工学部土木工学科

する際に「女性ダミー」や年齢を変数に入れている。また、柴田ら⁸⁾は旅客流動量が少ない地域において実施したアンケートで旅行者の意識について質問し、その意識についてのデータを変数として用いたロジットモデルを作成している。これより、高速バスは好き嫌い(嗜好性)が大きく影響する交通機関であると想定できる。また、嫌いとはいえ他の交通機関よりもはるかに安く移動できるために仕方なく高速バスを選んで利用している利用者が存在する可能性もあることから、自分の意識とはねじれた選択を行う利用者が少なからず存在することも想定できる。しかし、高速バス利用者を対象に嗜好性に着目した研究は筆者の知る限り見当たらない。

そこで、本研究では「好き嫌い(嗜好性)」にターゲットを当て、高速バス利用者における交通機関選択行動の特異性を定量的に明らかにすることを目的とする。

2. 使用データと分析対象

本研究では平成20年11月にWebアンケート調査(以下、Web調査)で取得したトリップデータを用いる。本Web調査は18歳以上で免許を保有している男女の非業務目的トリップを対象としており、はじめに各幹線交通機関(新幹線・特急列車、高速バス、航空機、自家用車)の好き嫌いを5段階評価値(1~5)で得ている。この5段階評価値を以下では「嗜好性」と呼ぶ。そして、直近2ヶ月以内に居住都府県外(大都市圏の場合は都市圏外)へ旅行した際の往路トリップについて発着地や経路などの基本情報と幹線交通機関を選択する際に定性的な交通特性をどの程度重視したかを7段階評価(1~7)で得ている(表-1)。これを以下では「交通機関選択意識要因」と呼ぶ。調査で取得したデータの概要は表-2の通りである。

Web調査で得た4交通機関の6097サンプルのうち、本研究では高速バス利用者の特徴を明らかにするために、高速バス利用者と主な対抗交通機関であると考えられる鉄道利用者(新幹線・特急列車利用者)のサンプルを用い、所要時間・費用・乗換回数などのLOSデータを作成する。ここで、鉄道と高速バスが競合しないと考えられる鉄道利用経路でトリップ長が700kmを超えるサンプルは、この段階で分析対象から除外している。除外した結果、分

析対象となったサンプルは鉄道利用者1241サンプル、高速バス利用者487サンプルの計1728サンプルで、そのデータプロファイルは図-1の通りである。男女比、年代、職業、トリップ距離などはほぼ偏りがなく、万遍なく分布していることが分かる。また、選択肢集合を見ると全体の80%以上が利用した交通機関以外は選択肢として考えていないことが読み取れる。

表-1 交通機関選択意識要因

調査票での質問表現	キーワード
1. 目的地に早く到着できること	速達性重視
2. 費用が安いこと	安さ重視
3. 出発地から目的地までの所要時間が正確であること	定時性重視
4. 出発時刻を選べること	時刻選択重視
5. 利用した交通機関に慣れていること	習慣性重視
6. (CO2排出が少ないなど)地球環境にやさしい交通手段であること	環境重視

※その他「荷物を運ぶのに便利なこと」など全21項目を調査

表-2 Web調査の概要

調査時期	平成20年11月
調査方法	Webアンケート
調査対象	直近2ヶ月以内に長距離移動(目的地が県外、大都市圏居住の場合は都市圏外)を行う非業務目的の国内旅行を実施した運転免許証所持者
主な調査項目	主要4交通機関(鉄道・高速バス・航空機・自動車)への嗜好性(5段階評価) 旅行の出発地・目的地・利用交通手段・同行者 利用を検討した交通機関 旅行計画の際に意識した項目(7段階評価、図-1)
サンプル数	6097票

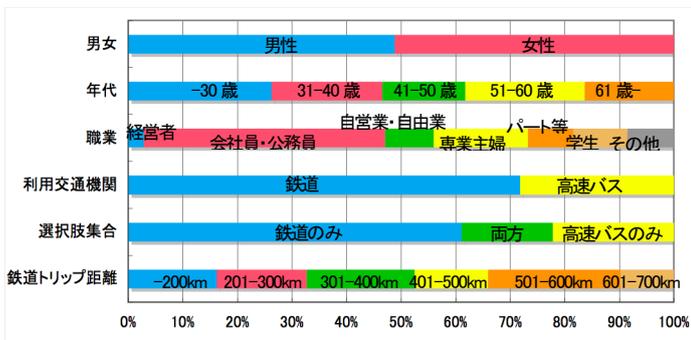


図-1 分析サンプルのデータプロファイル(N=1728)

3. 集計分析

各交通機関への嗜好性を全サンプルで集計した結果を図-2に、利用交通機関別に集計した結果を図-3に示す。まず図-2を見ると高速バスは好き・嫌いと答えたサンプルがほぼ同数存在するのに対し、鉄道は80%以上のサンプルが「好き」または「とても好き」と答えていることから、鉄道は比較的好かれている交通機関であると言える。次に図-3を見ると鉄道利用者のうち、利用した機関である鉄道を「嫌い」または「とても嫌い」と答えているのは1%未満であるが、高速バス利用者では10%以上のサンプルが高速バスを「嫌い」または「とても嫌い」と答えており、さらに「どちらでもない」を加えると半数以上の高速バス利用者が高速バスを好きではないと言える。また、図-4は高速バス利用者における鉄道・高速バスの嗜好性の差をグラフにしたものである。47%のサンプルが高速バスよりも鉄道の方が好きであり、高速バスの方が好きだというサンプルは高速バス利用者の14%しか存在しないということが読み取れる。これらより高速バス利用者の半分程度は高速バスが好きではないにも関わらず何らかの理由でやむを得ず高速バスを利用していることが推測できる。つまり、想定通り高速バス利用者に先に述べた意識のねじれが存在することが示唆されていると言える。

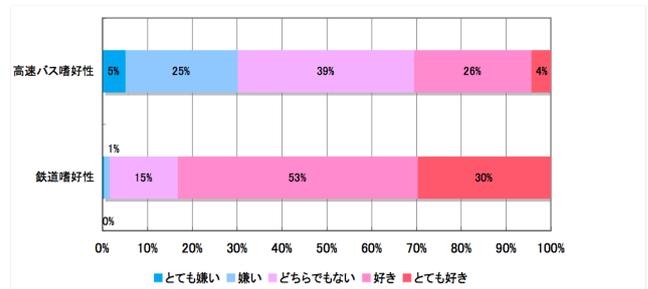


図-2 各交通機関への嗜好性(全サンプル N=1728)

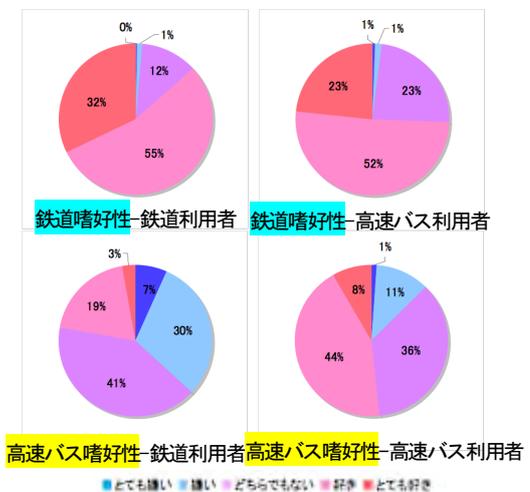


図-3 利用交通機関別嗜好性

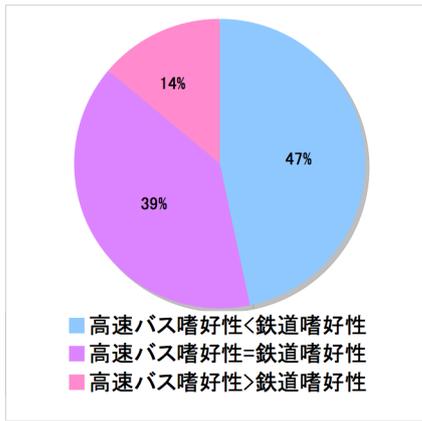


図-4 高速バス利用者における交通機関の嗜好性の差

4. 非集計ロジットモデルによる分析

ここではLOSデータと嗜好性を説明変数として非集計ロジットモデルを構築する。パラメータ推定結果を表-3に示す。Model-1は一般的なデータである総費用・所要時間・乗換回数を変数としたモデルである。尤度比、t値共に統計的に有意な値を示している。Model-2ではModel-1の変数に加えて鉄道の効用関数に鉄道嗜好性を、高速バスの効用関数に高速バス嗜好性を選択肢固有変数として追加している。Model-1よりも尤度比・的中率共に上がっていることからModel-2はより適合度が高いモデルと言える。ここで、嗜好性単位当たりの貨幣換算値を見ると、鉄道嗜好性は10029円、高速バス嗜好性は12110円となっている。嗜好性が交通機関選択に大きな影響を与えており、貨幣換算値の大小から鉄道嗜好性より高速バス嗜好性の方がその影響は大きいことが分かる。また、嗜好性による機関選択確率の変化を見るために感度分析を行った結果を表-4に示す。ここではModel-2において鉄道・高速バス嗜好性以外の項目を全サンプルの平均値(表-5)に固定し、両嗜好性を変化させた時の鉄道選択確率を示している。嗜好性の変化により鉄道選択確率が7%~97%まで変化していることから、嗜好性が機関選択確率に与える影響が大きいことが読み取れる。

表-3 非集計ロジットモデルのパラメータ推定結果

機関	変数名	Model-1(t値)	Model-2(t値)
共通	所要時間[h]	-0.376 (-10.85)	-0.324 (-8.527)
共通	費用[万円]	-0.689 (-2.581)	-0.695 (-1.937)
共通	乗換[回]	-0.141 (-2.875)	-0.147 (-2.749)
R	鉄道嗜好性	***	0.697 (11.52)
B	高速バス嗜好性	***	0.842 (12.48)
パラメータ間換算	時間[h]/費用	5454	4665
	時間[min]/費用	90.9	77.8
	鉄道嗜好性/時間[h]	***	2.15
	高速バス嗜好性/時間[h]	***	2.60
	鉄道嗜好性/費用	***	10029
	高速バス嗜好性/費用	***	12110
AIC		1928	1731
自由度調整済み尤度比		0.198	0.281
的中率[%]		75.1	77.7

※ R:鉄道 B:高速バス

表-4 嗜好性を変化させた時の鉄道選択確率

鉄道選択確率	嫌い	鉄道嗜好性				好き
		1	2	3	4	
嫌い	1	70%	83%	90%	95%	97%
高速バス嗜好性	2	50%	67%	80%	89%	94%
3	30%	47%	64%	78%	88%	
4	16%	27%	43%	60%	75%	
好き	5	7%	14%	25%	40%	57%

表-5 全サンプルの平均値

項目	平均値
鉄道嗜好性	4.11
高速バス嗜好性	3.00
定時性重視度	4.89
安さ重視度	5.12
鉄道所要時間[h]	3.68
バス所要時間[h]	7.33
鉄道費用[円]	11163
バス費用[円]	6425
鉄道トリップ距離[km]	391.5

5. 利用交通機関の選別を考慮したモデルによる分析

図-1より、サンプルの80%以上が自分の利用した交通機関以外を選択肢に含めていない。つまり、選択行動を行っていないサンプルがほとんどであるため、複数の選択肢から利用交通機関を選択するという交通機関選択行動を想定している非集計ロジットモデルでは十分に利用者の行動を表現しているとは考えがたい。これより、利用者は選択肢集合に各交通機関を入れるかどうかを無意識のうちに選別し、2交通機関以上が選択肢集合に入った場合に初めて機関選択を行うと仮定した。この仮定を考慮したモデルを構築するためにSwait and Ben-Akiva^{9) 10)}により提唱されたPLC(Parametrized Logit Captivity)モデルを用いる。PLCモデルは選択肢集合の形成と選択行動を同時に表現できるモデルで以下の式(1),(2)で表される。

$$P_{(i)} = \frac{U_{(X_i)}}{1 + \sum_{i \in c} U_{(X_i)}} + \frac{1}{1 + \sum_{i \in c} U_{(X_i)}} \left(\frac{V_i}{\sum_{j \in c} V_j} \right) \quad (1)$$

$$U_{(X_i)} = \exp\left(\sum_k \alpha_{ik} X_{ik}\right) \quad (2)$$

P_i : 選択肢*i*が選択される確率

V_i : 選択肢*i*の効用関数

X_{ik} : 選択肢*i*のみを選択肢集合に入れることを説明する*k*番目の変数

α_{ik} : X_{ik} に関する未知パラメータ

今回は、LOSデータと嗜好性、交通機関選択意識要因を説明変数の候補としてPLCモデルを構築する。試行錯誤

表-6 PLCモデルのパラメータ推定結果

段階	機関	変数名	パラメータ(t値)
選別段階	R	鉄道嗜好性	1.031 (5.239)
	R	定時性重視度	1.610 (8.091)
	R	定数項	-11.952 (-8.091)
	B	高速バス嗜好性	0.940 (8.789)
	B	安さ重視度	1.735 (12.18)
	B	定数項	-13.067 (-12.79)
選択段階	共通	所要時間[h]	-1.234 (-5.456)
	共通	費用[万円]	-2.502 (-2.559)
AIC			1086
自由度調整済み尤度比			0.551
選別段階-的中率[%]			87.0
選択段階-的中率[%]			60.6

※ R: 鉄道 B: 高速バス

の結果、最終的にパラメータを推定した結果を表-6に示す。

尤度比, t値共に統計的に有意な値であることから、嗜好性と交通機関選択意識要因による選別ののち、機関選択を行っているという仮定が妥当であることを示唆していると言える。選別段階での嗜好性と交通機関選択意識要因を変化させた場合に、鉄道のみを選択肢にする確率は、鉄道嗜好性を変化させると3%~70%、定時性重視度を変化させると0%~97%の間で変化する。また、同様に高速バスのみを選択肢にする確率は高速バス嗜好性を変化させると2%~44%、安さ重視度を変化させると0%~75%の間で変化する。これらより、嗜好性よりも「定時性重視度」や「安さ重視度」といった交通機関選択意識要因の方が交通機関選別に影響を与えていると言える。

前章と同様に感度分析を行う。図-5~図-8の各グラフの曲線は交通機関選択確率を、棒グラフはそれぞれの項目の回答サンプル数を示している。まず、図-5と図-6は高速バスと鉄道の嗜好性を変化させたものである。両者を比較すると現在の状態から高速バス嗜好性が「好き」方向に移った場合、鉄道と高速バスの選択確率が共に50%程度となるが、全サンプルの鉄道嗜好性が「とても嫌い」になったとしても鉄道のシェアは80%と約15%の減少にとどまり、比較的影響が少ないことが読み取れる。図-7は定時性重視度を変化させたものである。定時性を重視する旅行者は高速バスを選択する確率がほとんどなくなることが読み取れる。図-8は安さ重視度を変化させたものである。表-5より安さ重視度の平均は5.12であり「やや気にした」付近であるが、「気にした」方向に推移すると高速バスの選択確率が増加し、選択確率が逆転することが読み取れる。逆に、利用者が安さを重視なくなると高速バスを選択する確率はほぼなくなる。さらに、高速バス利用者の93%が「安さを重視した」と答えていることから、安さを重視しない環境になれば高速バスから旅客が大幅に減少することも想定できる。これより高速バス事業者は「安さ」以外の武器を持ち、「嫌いだけ

ど仕方なく利用している」状況を脱しなければ、経済が上向いたときに旅客から見放されてしまう可能性があると考えられる。

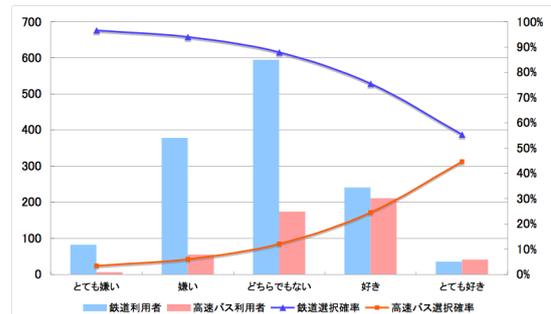


図-5 高速バス嗜好性を変化させたときの選択確率

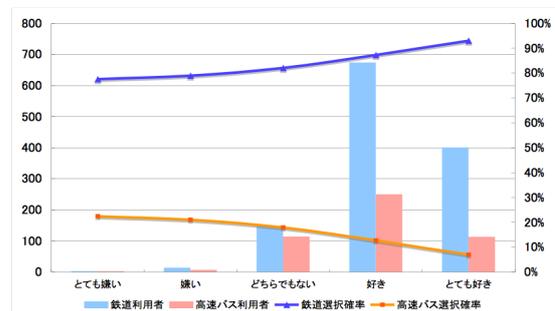


図-6 鉄道嗜好性を変化させたときの選択確率

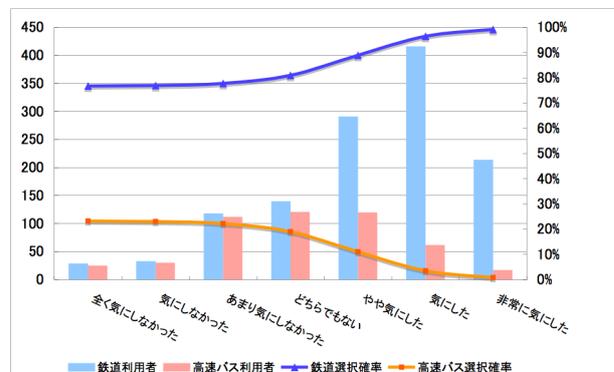


図-7 定時性重視度を変化させたときの選択確率

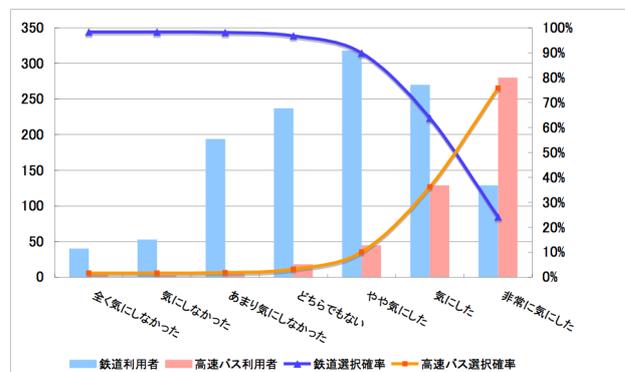


図-8 安さ重視度を変化させたときの選択確率

6. まとめ

本研究は幹線交通機関に対する利用者の嗜好性と、実際の選択に相違がある「意識のねじれ」が存在することを想定して、嗜好性が交通機関選択行動に与える影響について鉄道利用者と高速バス利用者を対象に分析を行ったものである。

まず、集計分析により高速バス利用者の約半数が意識と選択結果に相違があり、好きではないにも関わらず高速バスを利用している「意識のねじれ」が存在することが判明した。そして、嗜好性は幹線交通機関選択に大きな影響を与えており、その影響は鉄道よりも高速バスの方が大きい。さらに、PLCモデルより、選別段階では嗜好性と安さ重視度が選択肢集合の形成に大きく影響し、嗜好性と安さ重視度を変化させたときには現在10%未満の分担率である高速バスがシェアで鉄道を逆転する可能性があることを示した。

以上より、この交通機関の利用者の嗜好性と選択行動が一致しない「意識のねじれ」があるということは、調査の回答の嗜好性と実際の利用者の嗜好性の間に相違点があると言える。この相違点を明らかにすることで高速バス利用者に対するより適切なモデリングに繋がることが期待できる。

・参考文献

- 1) 国土交通省：第4回幹線旅客純流動調査，2005
- 2) 西井和夫，佐々木邦明，小林剛：都市間夜行高速バスの利用形態に関する判別要因分析，土木計画学研究・講演集Vol.126，CD-ROM，2002
- 3) 野澤誠，日比野直彦，森地茂：高速バスの時系列動向 -東北地方を対象として-，土木計画学研究・論文集Vol.26 No.4，pp.671-677,2009
- 4) 国土交通省東北運輸局：高速バス・ツアーバスの利用実態調査の結果についてー高速バスとツアーバスの初めての比較ー，東北運輸局プレスリリース，2008
- 5) 屋井鉄雄，岩倉成志：旅客純流動データを用いた交通機関モデルの特性分析，土木計画学研究・講演集 No.16-2，pp275-280,1993
- 6) 森川高行：個人選択モデルの再構築と新展開，土木計画学研究・講演集No.17,pp13-24,1995
- 7) 寺部慎太郎，加藤渉，河野整，水口昌彦：新幹線と航空が競合する都市間における交通機関選択モデルの構築，土木計画学研究・講演集Vol.26，CD-ROM，2002
- 8) 柴田宗典，武藤雅威，田村一軌，厲国権：地方都市間を対象とした幹線公共交通機関の選択行動分析に関する一考察，土木計画学研究・講演集Vol.33，CD-ROM，2006
- 9) Swait J. and Ben-Akiva M. : Incorporating Random Constraints in Discrete Models of Choice Set Generation, Transportation Research B Vol.21B, No.2, pp.91-102,1987
- 10) Swait J. and Ben-Akiva M. : Empirical Test of a Constrained Choice Discrete Model “Mode choice in SAO PAULO in BRAZIL”, Transportation Research B Vol.21B, No.2, pp.103-115,1987