

# 習慣メカニズムと経路選択行動モデル\*

## Habit mechanisms on route choice behavior model

岩倉成志\*\*・新倉淳史\*\*\*

By Seiji IWAKURA\*\*・Atsushi NIKURA\*\*\*

### 1. はじめに

東京圏の都市鉄道ネットワークは、この50年間で945kmの整備がなされ、世界的にみても高密度なネットワークが形成されてきた。しかし、今なお通勤、通学時の混雑問題や成田空港や羽田空港、新幹線駅へアクセスの不便さなど数多くの課題を抱えており、これらの課題を解決すべく、2000年1月27日に運輸政策審議会によって東京圏における都市鉄道ネットワークのマスタープランが答申（運政審18号答申）された。

この新しい計画の検討は、以下の諸点に配慮して定量的な分析が行われた。第1に分析の多角性、一貫性を保つように、需要予測分析、財務分析、費用便益分析、定量的な整備効果の分析が行われた。第2に鉄道事業の効率的・効果的な実施と行政の説明責任を鑑み、全ての検討路線について、費用便益分析と定量的評価と定性的評価が行われた。第3に政策課題の変化、多様化に伴い、私事・業務目的トリップに関する需要予測モデルの構築や空港・幹線鉄道駅へのアクセス交通行動のモデルの構築、混雑回避行動の需要予測モデルへの取り組みなど需要予測モデルの改良を積極的に行われた。また近年の計算能力の向上を踏まえ、ゾーンの細分化や構造化プロビットモデル<sup>1)</sup>を採用するなど需要予測精度の向上が行われた。

以上の例のみならず、空港計画、道路計画の分野でも定量評価技術、特に交通需要予測手法は、土木計画学分野で開発された新しい手法の導入が進めら

れている。その一方で、需要予測の過大評価がマスコミで数多く取り上げられている。過大評価の理由の一つとして、供用直後の需要をもって予測結果との乖離が指摘されているケースが多いことがあげられる。一般的な需要予測は、静的均衡を仮定しており、利用者が利用可能な全ての経路のサービス水準情報を完全に知覚していることが前提となっている。サービス水準が変化した後、利用者に正しく認知されるまでの期間は、知覚誤差が生じているため、予測値とは大きく乖離することは容易に想像できる。実際、運輸政策研究機構がおこなった都市鉄道需要の事後調査<sup>2)</sup>でも数多くの路線が開業後数年して予測値に収束する傾向にあることが報告されている。

しかし、上述のような過渡的な現象のみならず、利用者の経路選択行動を理解しにくい場面に出会うことがある。例えば、JR東日本の東海道線と横須賀線は、大船駅 - 東京駅間でほぼ完全に重複した路線となっており、相当数の沿線利用者は、両路線の選択が可能である。両路線が平行に走行する区間では利用者は相手路線の混雑状況を完全に視認できる。しかし、ほぼ全時間にわたって東海道線は極めて高い混雑状況にある一方、横須賀線は圧倒的に空いている。図1に両路線のピーク時の駅間混雑率を示す。両路線のピーク時の所要時間を時刻表でみると、図2のように、一時的に4分程度の時間差があるものの、ほぼ拮抗しており大差はない。横須賀線の新橋駅、東京駅が地下ホームとなっている点や運行本数など他の影響も考えられるが、利用者の路線選択行動としては合理的な判断がなされているとは言い難い。

筆者らは、このような現象が発生する要因として知覚誤差の影響があげられると考えている。また、知覚誤差が形成される理由の一つとして、習慣的行動が利用可能な選択肢のサービス水準に対する情報

\*キーワード：交通行動分析、経路選択、交通計画評価

\*\*正員、工博、芝浦工業大学工学部土木工学科

(東京都港区芝浦 3-9-14、Tel03-5476-3049、

Fax03-5476-3166)

\*\*\*学生員、芝浦工業大学大学院工学研究科建設工学専攻

探索を弱め、結果的に知覚誤差を生じさせているものと考えている。

以上の背景から本研究では、東海道線と横須賀線の利用者を対象に、知覚誤差の存在を確かめるとともに、その要因を分析すること、これに加えて、知覚誤差の影響を配慮した経路選択モデルの開発を行うことを目的としている。

## 2. 調査概要

本研究では、インターネットを利用したアンケート調査を実施した。これは被験者に対して指定したホームページにアクセスしてもらい、Web上で回答してもらうものである。本研究では、(株)アサツーディ・ケイの調査システムである KNOTs システムを利用した。

アンケートを実施するにあたり、初めに神奈川県在住の対象者にスクリーニング調査であるクイックファインドを実施した。その結果から、本調査の対象となる東海道線、横須賀線、京浜東北線および京浜急行線を通勤・通学に利用している被験者に対して本調査を実施した。アンケートは対象者の利用経路ごとに16種類のアンケートを作成した。アンケートでは知覚誤差を求めるために、被験者に対して利用している経路と代替経路を提示し、各々の経路に対して所要時間、待ち時間、混雑率を普段感じている数値で記入してもらい、それぞれの項目に対して最小値、平均値、最大値を記入してもらった。調査の概要は表1に示すとおりである。

本研究では、回収されたサンプルの中から知覚誤差の発生要因を探るため東海道線と横須賀線のどちらも選択可能である被験者を抽出した。ただし、途中の乗換えが発生する被験者も含んでいる。また、サンプルとして適さない東海道線、横須賀線のどちらか片方の路線にしか知覚値を回答していない者、両路線共に異常な知覚値を持っている者は除外した。抽出の結果、105サンプルとなり、これを用いて分析した知覚誤差を次章に記す。

## 3. 知覚誤差とその要因

サービス水準に大差がないにも関わらず、需要量

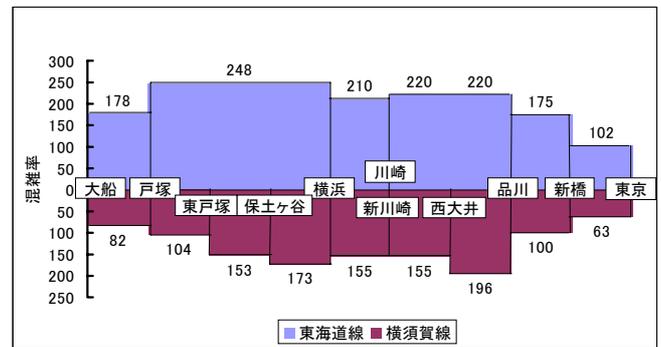


図1 ピーク時間帯の混雑率の比較 (大船駅発 8時台)

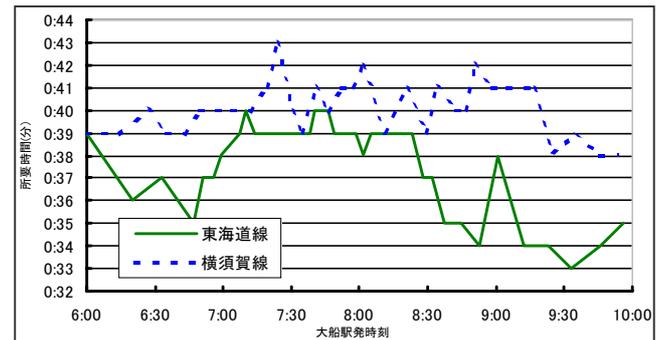


図2 大船駅 品川駅の所要時間の比較

表1 調査の概要

都市鉄道サービスについての調査			
対象地域	神奈川県		
調査対象	通勤・通学において東海道線、横須賀線、京浜東北線、京浜急行線利用者		
調査方法	インターネットを利用したWeb調査		
調査日程	クイックファインド	平成12年10月11日～同16日	
	本調査	平成12年11月9日～同14日 平成12年11月22日～同30日	
調査項目	<ul style="list-style-type: none"> <li>複数の経路における所要時間、待ち時間、混雑率の知覚値</li> <li>居住年数や経路の利用年数などの習慣要因</li> <li>被験者の情報探索性向</li> <li>経路選択の決定態度</li> <li>サービス水準に対する満足度調査</li> <li>個人属性</li> </ul>		
配信件数	291	回収数(率)	213(73%)
本研究における有効回答者数		105(49%)	

に大きな差があることから、沿線居住者は、東海道線のサービス水準を実際よりも高く知覚し、横須賀線のサービス水準を低く知覚していると想定される。図3、図4は、実際のサービス水準と利用者の知覚値を比較したものである。この結果から横須賀線は所要時間を実際より長く、混雑率を高めと考えていることがわかる。表2に知覚誤差の平均値とその標準偏差、誤差率を示した。この結果から東海道線の

所要時間、混雑率を実際のサービス水準より高く見積もっていることがわかる。

表3はこれを各路線の利用者、非利用者に分けたものである。所要時間についてみると、利用路線の知覚誤差は比較的正確に知覚されているものの、東海道線は、非利用者でも正確な値を回答しているものの、横須賀線の利用者はサービス水準を過小評価していることがわかる。待ち時間は全体の過小評価され、混雑率については、横須賀線の過小評価傾向が強いことがわかる。(ただし、実混雑率は、大都市交通センサスをベースにしており、その精度の検証は今一度必要と考えている)

東海道線、横須賀線は、1980年に国鉄の五方面作戦によって大幅な輸送力増強が行われる一方、ルート変更や新駅設置に伴い、特に横須賀線の所要時間が約10年弱増加していた。このインパクトが現在の両路線の需要アンバランスに影響していると考え、居住年次を分類して知覚誤差をみたものが、表4である。明白な差は認められないものの、全ての項目について1988年以前からの沿線居住者の横須賀線の評価が低いことがわかる。

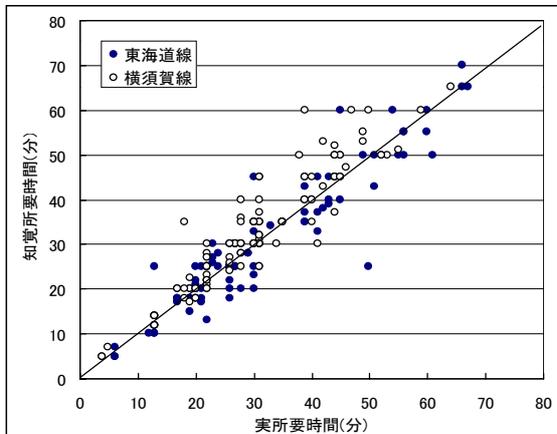


図3 実所要時間と知覚所要時間との比較

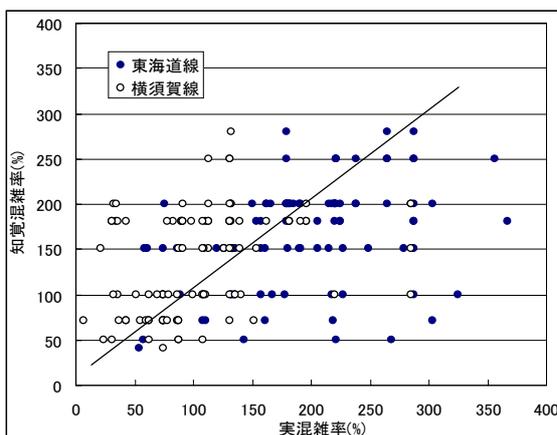


図4 実混雑率と知覚混雑率との比較

表2 両路線の知覚誤差

	東海道線			横須賀線		
	誤差平均	標準偏差	誤差率	誤差平均	標準偏差	誤差率
所要時間(分)	-0.63	5.02	-0.01	2.36	4.84	0.09
待ち時間(分)	2.73	3.60	1.13	2.78	4.21	0.10
混雑(段階)	-0.32	2.01	0.06	1.33	2.00	0.80

表3 利用・非利用別の知覚誤差

		東海道線		横須賀線	
		利用者	非利用者	利用者	非利用者
所要時間 (分)	誤差平均	-0.9	-0.1	0.7	3.1
	標準偏差	5.4	4.0	2.8	5.4
	誤差率	-2%	1%	5%	10%
待ち時間 (分)	誤差平均	3.0	2.0	2.0	3.1
	標準偏差	3.7	3.3	3.3	4.5
	誤差率	131%	74%	6%	11%
混雑率 (段階)	誤差平均	-0.4	-0.1	4.4	4.8
	標準偏差	2.0	2.0	1.7	1.7
	誤差率	6%	4%	81%	79%

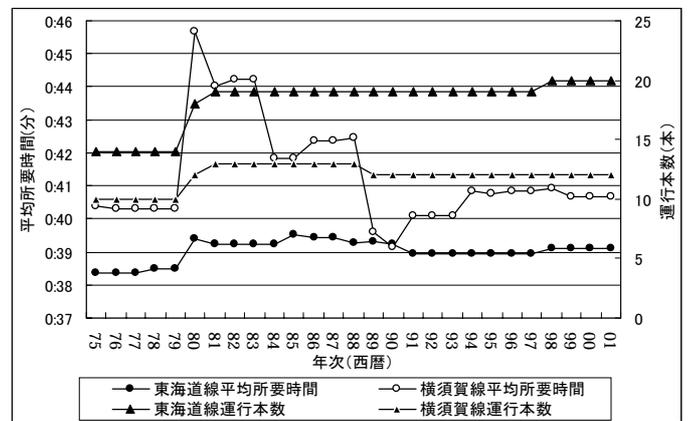


図5 両路線のサービス水準の変化

表4 居住年次別の知覚誤差

東海道線	1988年以前からの居住者			1989年以降の居住者		
	平均値	標準偏差	誤差率	平均値	標準偏差	誤差率
所要時間(分)	0.30	4.06	0.02	-1.20	5.48	-0.03
待ち時間(分)	2.61	3.80	1.04	2.80	3.50	1.19
混雑率(段階)	-0.63	2.13	-0.04	-0.14	1.93	0.11
横須賀線	1988年以前からの居住者			1989年以降の居住者		
	平均値	標準偏差	誤差率	平均値	標準偏差	誤差率
所要時間(分)	2.74	4.30	0.10	2.12	5.16	0.08
待ち時間(分)	2.80	3.83	0.10	2.77	4.45	0.10
混雑率(段階)	1.46	2.21	0.91	1.25	1.89	0.73

#### 4. 知覚誤差を考慮した経路選択モデル

以上のように両路線の知覚誤差の存在が認められた。非集計モデルを用いて経路選択モデルを構築する際に、知覚誤差をランダム項で吸収できない場合には、パラメータバイアスが生じ、予測誤差の原因となる。また、サービス水準の変化に伴う認知過程を積極的に表現しようとするならば、知覚誤差を考

慮したモデルの開発が進められるべきであろう。以下では、知覚誤差を考慮した経路選択モデルの考え方をいくつか示したい。

(1) 知覚誤差が観測変数によって系統的に説明できる場合

LOSの知覚値が観測変数によって定式化できる場合には、河上ら(1993)の研究が適用できよう。

$$U_{in} = f(SE_n, PE_{in}) \quad (1)$$

$$PE_{in} = g(SE_n, LOS_{in}) \quad (2)$$

ここで、 $U_{in}$  は個人  $n$  の選択肢  $i$  の効用、 $SE_n$  は個人属性、 $PE_{in}$  はLOSの知覚値である。

(2) 知覚誤差が系統的に説明できない場合

この場合には、ロジットモデルで分析することはできず、プロビットモデルを用いたランダム係数モデルによって表現することができる。OD間の経路別所要時間  $T_{in}$  を用いて効用関数を表すと、

$$U_{in} = \beta_n T_{in} + \varepsilon_{in} \quad (3)$$

ここで、パラメータ  $\beta_n$  を下記のように分割する。

$$\beta_n = \bar{\beta} + \tilde{\beta}_n \quad (4)$$

$\bar{\beta}_n$  : パラメータ  $\beta_n$  のサンプル平均

$\tilde{\beta}_n$  :  $\bar{\beta}_n$  からの偏差で個人  $n$  の知覚誤差を表現するパラメータ

以上から、効用関数(3)は、式(6)、(7)で表すことができる。

$$U_{in} = \bar{\beta} T_{in} + \xi_{in} \quad (5)$$

$$\xi_{in} = \tilde{\beta}_n Z_{in} + \varepsilon_{in} \quad (6)$$

式(6)の  $Z_{in}$  は所要時間  $T_{in}$  を含む知覚誤差の影響を表現しうる観測変数を組み込む。習慣強度がサービス変化のインパクトの強さ  $S$  と変化後の経過時間  $t$  によって表現し得るならば、 $Z_{in} = h(S, t)$  の関数となる。

$$E(\xi_{in}) = 0 \quad (7)$$

$$V(\xi_{in}) = Z_{in}^2 \sigma_{\tilde{\beta}}^2 + \sigma_{\varepsilon}^2 \quad (8)$$

$$Cov(\xi_{in}, \xi_{jn}) = \sigma_{\tilde{\beta}}^2 Z_{in} Z_{jn} \quad (10)$$

となる誤差平均および誤差の分散共分散行列を組み込んだプロビットモデルによって、系統的に説明できない知覚誤差を含んだケースをもモデル化できる。

(3) 習慣的行動がもたらす選択肢集合の不確実性の考慮

習慣的行動によって利用可能な選択肢に対する情報探索性向が弱まると考えられる。そのため、選択

肢集合の形成過程のモデル化が望まれる。選択肢集合の不確実性の扱いは、Manski(1977)によって式(11)が提案され、森川ら(1991)によって計算の実効性が高められた。

$$P(i) = \sum_{C \in G} P(i|C) \cdot Q(C|G) \quad (11)$$

$P(i|C)$  : 選択肢集合  $C$  から選択肢  $i$  を選択する確率  
 $Q(C|G)$  : 全ての選択肢による全ての部分集合  $G$  の中で選択肢集合が  $C$  である確率

森川ら(1993)は、観光地の選択肢集合  $Q(C|G)$  が「選択肢に関する情報量」、「選択肢のサービス水準」、「個人属性」で決定される関数を提案している。この種の手法を経路選択肢集合の形成に適用することが望まれる。

5. おわりに

本研究は、まだ端緒に立ったばかりであり、知覚誤差の要因の解明、知覚誤差と習慣強度の因果関係、知覚誤差を考慮した実務的な利用可能な経路選択モデルの構築などが数多くの検討課題が残されている。これらの課題に対するいくつかの対応結果は、講演時に報告したい。

なお本研究は、財団法人東日本鉄道文化財団の研究助成を受けている。また、データ作成のいくつかは、池崎勝利氏、高平剛氏（共に芝浦工大土木工学科）の協力を得て作成した。ここに記して謝意を表す。

- 参考文献 -

1)Yai,T, S.Iwakura, S.Morichi :Multinomial Probit with Structured Covariance Matrix for Route Choice Behavior, Transportation Research Vol.31B, No.3 pp.195-207,1997.6  
 2) (財)運輸政策研究機構：需要予測手法の改善方法に関する調査報告書、2001.3  
 3)河上省吾、三島康生：通勤・通学交通手段選択行動における動的特性の分析、土木学会論文集、No.470/ -20,pp.57-66,1993  
 4)森川高行、竹内博史、加古裕二郎：定量的観光魅力度と選択肢集合の不確実性を考慮した観光目的地選択分析、土木計画学研究・論文集、No.9、pp.117-124,1991